



مجله علمی پژوهشی



Scientific Research Journal of

Health System Research (HSR)



سال چهاردهم- شماره سوم پاییز ۱۳۹۷

شاپا (چاپی): ۲۳۶۳-۱۷۳۵
شاپا (الکترونیک): ۵۵۶۴-۲۳۲۲

p ISSN: 1735-2363
e ISSN: 2322-5564

Vol.14-No.3-Autumn 2018

مقاله مروری

- آیا روش ساده، سریع و مقرون به صرفه تری برای استخراج ترانس- ترانس موکونیک اسید به عنوان متابولیت بنزن وجود دارد؟
زهرآوردی، مسعود ریسمانچیان، کریم ابراهیمپور ۲۸۴-۲۷۹

مقاله های پژوهشی

- بررسی ارتباط شاخص میانگین رأی پیش بینی شده با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
حسین ابراهیمی، سمیرا برکات، حبیب اله دهقان، سجاد شیخ دارانی ۲۹۰-۲۸۵
- واکاوی پدیدارشناسانه علل اعتیاد به شبکه های اجتماعی در دانش آموزان دبیرستانی شهر تهران
لیلا تریابیان، فریده عامری، زهره خسروی، شکوه السادات بنی جمالی ۲۹۸-۲۹۱
- تأثیر مصرف شیر سویای تخمیر شده بر جمعیت لاکتوباسیلوس مدفوع، قند خون و وزن موش های صحرایی دیابتی شده
مینا باباشاهی، رویا برخورداری، مریم میرلوحی ۳۰۶-۲۹۹
- مقایسه رانندگی حذف کادمیوم از محلول های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک
هوشنگ منوچهری تبار، آشین ابراهیمی ۳۱۳-۳۰۷
- اندازه گیری تری هالومتان ها در آب شرب شبکه توزیع شهر اصفهان طی سال های ۹۵-۱۳۹۴
علی دهنوی، عللامحسن عظیمی، محمد سراجی، محمد حسن ربیعی راد ۳۲۰-۳۱۴
- خودکارآمدی در انجام فعالیت بدنی دانش آموزان مقطع متوسطه یک شهرستان فلاورجان
بافر احمدی، فاطمه بسنامی، زهرا توکلی، فیروزه مصطفوی ۳۲۷-۳۲۱
- مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیت زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کستیک با زنان عادی
مژگان نواب، اکرم دهقانی ۳۳۳-۳۲۸
- بررسی عوامل مؤثر بر بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان در زنان مراجعه کننده به بیمارستان سیدالشهدای (ع)
اصفهان طی سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹
مهدی تذهیبی، فریبا سعیدی، فریبرز مکاریان ۳۳۹-۳۳۴
- بار اقتصادی بیماری آلزایمر در سالمندان شهر تهران
فرید عبادی فرد آذر، عزیز رضاپور، سعید باقری فرادنی، حسین باقری فرادنی، سید حسین عبدالمنافی، رضا جهانگیری ۳۴۶-۳۴۰
- تعیین مؤثرترین شاخص های راهبردی جهت فعال و بررسی عملکرد فرایند در شرایط بارگذاری نامتعارف با استفاده از حل عددی ترکیبی مدل شبکه ساز متیاز شماره ۱
حامد حسلو، علی تریابیان، ناصر مهردادی، امیررضا کوثری، بهوش امین زاده ۳۵۵-۳۴۷
- بررسی نقش واسطه ای آشنایی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه ای و نشانه های وسواسی- اجباری در دانشجویان دانشگاه شهیددرا سال ۱۳۹۶
اکرم فریملی، محمد رضا شعیری، محمد غلامی فشارکی ۳۶۱-۳۵۶
- بررسی خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش نامه رضایت بیماران سرپایی بیمارستان نجمیه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی اسمی
عرفان جوانمردی، محمد غلامی فشارکی ۳۶۸-۳۶۲
- بررسی حذف فتوکاتالستی آموکسی سیلین از محیط آبی با استفاده از $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$
علی اسرافیلی، مریم سلیمی، احمد جیدی جعفری، روشنگ رضایی کلانتری ۳۷۶-۳۶۹
- اثربخشی برنامه آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو
زهرا خیالی، ریحانه سلیمی، افسانه فاسمی، علی خانی جیحونی ۳۸۳-۳۷۷
- بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر
نرگس کاوندی، حبیب اله دهقان، محسن شریف روحانی ۳۸۹-۳۸۴
- بررسی و پهنه بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی
علی عبدالله نژاد، الهام شیردل، شاهین ریسی وند، آشین ابراهیمی، نگار جعفری ۳۹۵-۳۹۰
- عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی: کاربرد مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ بواسونی (Poisson)
شکوه ملک، محمد غلامی فشارکی، محسن روضاتی ۴۰۲-۳۹۶
- حذف فتوکاتالستی مترونی دازول از محیط آبی با استفاده از تیتانیوم دی اکساید- کربن نیتروید گرافیتی ($\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$)
علی اسرافیلی، مریم سلیمی، میترا غلامی، مهدی فرزاد کیا ۴۰۹-۴۰۳
- بررسی کارایی نانوذرات مغناطیسی سیلیکا- استر ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@SiO}_2\text{-MPAP}$) در حذف رنگ زای آبیونی از محلول های آبی: مطالعات سینتیکی، ترمودینامیکی و ترمودینامیکی
محسن محمدی گلکش، زهرا بزرگ پناه خراط، علی محمد صنعتی ۴۱۸-۴۱۰

Review Article(s)

- Is There a Simpler, Rapider, and More Economical Method for Extracting trans,trans-Muconic Acid (TT-MA) as Benzene Metabolite?
Zahra Ordudari, Masoud Rismanchian, Karim Ebrahimpour 279-284

Original Article(s)

- The Relationship between Predicted Mean Vote (PMV) Index and Mental Health Comfort among Boy Students in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Hossein Ebrahimi, Samira Barakat, Habibollah Dehghan, Sajjad Sheykhdarani 285-290
- Phenomenological Investigation of the Causes of Addiction to Social Networking among High School Students in Tehran City, Iran
Leila Torabian, Farideh Ameri, Zohreh Khosravi, Shokouh Alsadat Banijamal 291-298
- The Effects of Fermented Soy Milk Consumption on Fecal Lactobacillus Population, Blood Glucose, and Weight in Diabetic Rats
Mina Babashahi, Roya Barkhordari, Maryam Mirlohi 299-306
- Comparison of the Efficiency of Activated Carbon Prepared from Oak Cap and Activated Carbon Modified with Magnetite Nanoparticles on Removal of Cadmium in Aqueous Solution
Hooshang Manouchehritabar, Afshin Ebrahimi 307-313
- Determination of Trihalomethanes Concentrations in the Drinking Water Distribution Network of Isfahan City, Iran, during the Years 2015-2016
Ali Dehnavi, Gholamhassan Azimi, Mohammad Saraji, Mohammad Hassan Rabie-Rad 314-320
- Self-Efficacy in Physical Activity among High School Students in the Falavarjan City, Iran
Bager Ahmadi, Fatemeh Bastami, Zahra Tavakoli, Firoozeh Mostafavi 321-327
- Comparison of Mental Health and Personality Dimensions among the Women with and without Polycystic Ovary Syndrome
Mojgan Navab, Akram Dehghani 328-333
- The Factors Associated with Survival of Women with Breast Cancer Referred to Seyed-al-Shohada Hospital, Isfahan, Iran, between the Years 1999 and 2010
Mehdi Tazhibi, Fariba Saeedi, Fariborz Mokarian 334-339
- The Economic Burden of Alzheimer's Disease in the Elderly in Tehran City, Iran
Farbod Ebadifard-Azar, Aziz Rezapour, Saeed Bagheri-Faradonbeh, Hosein Bagheri-Faradonbeh, Seyed Hossein Abdolmanafi, Reza Jahangiri 340-346
- Determination of the Most Effective Process Control Parameters of Activated Sludge, and Investigating the Process Performance in Unconventional Loading Using Hybrid Numerical Solution of Benchmark Simulation Model No. 1 (BSM1)
Hamed Hasanolou, Ali Torabian, Nasser Mehrdadi, Amir Reza Kosari, Behnoud Aminzadeh 347-355
- Investigation the Mediatory Role of Inferential Confusion in Explaining the Relationship between Dissociative Experiences and Obsessive-Compulsive Symptoms in Students at Shahed University, Iran, in 2017
Akram Ghorbali, Mohammad Reza Shaeiri, Mohammad Gholami-Fesharaki 356-361
- The Study of Psychometric Properties of the Najmieh Outpatient Satisfaction Questionnaire Binary Response Using Qualitative Confirmatory Factor Analysis
Erfan Javanmardi, Mohammad Gholami-Fesharaki 362-368
- Investigation of Photocatalytic Removal of Amoxicillin from Aquatic Environment Using $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$
Ali Esrafil, Maryam Salimi, Ahmad Jonidi-Jafari, Koshanak Rezaei-Kalantary 369-376
- The Effectiveness of Educational Intervention Based on Pender's Health Promotion on the Lifestyle of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus
Zahra Khyali, Reyhaneh Salimi, Afsaneh Ghasemi, Ali Khani-Jeihooni 377-383
- Investigation of Operational Hazards in Gas Depressurization Stations Using Hazard and Operability (HAZOP) Method
Narges Kavandi, Habibollah Dehghan, Mohsen Sharif-Rouhani 384-389
- Surveying and Zoning of Nitrate Concentration in Groundwater Resources in Freidan Township, Iran, Using Geographic Information System (GIS)
Ali Abdollahnejad, Elham Shirdel, Shahin Raesivand, Afshin Ebrahimi, Negar Jafari 390-395
- The Effective Factors on the Number of Sick Leave Days on Steel Staffs: An Application of Multilevel Path Analysis Model with Poisson Response
Shokofeh Maleki, Mohammad Gholami-Fesharaki, Mohsen Rozati 396-402
- Photocatalytic Removal of Metronidazole from Aquatic Environment Using $\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$
Ali Esrafil, Maryam Salimi, Mitra Farzadkia 403-409
- Investigation of the Efficiency of Silica-Ester Magnetic Nanoparticles ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@SiO}_2\text{-MPAP}$) for the Removal of Anionic Dye from Aqueous Solutions: Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies
Mohsen Mohammadi-Galangash, Zahra Bozorgpanah-Kharat, Mohammadali Sanaati 410-418



<http://hsr.mui.ac.ir>



انجمن طب کار ایران



انجمن طب کار ایران

<http://hsr.mui.ac.ir>



مجله تحقیقات نظام سلامت
دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

صاحب امتیاز: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان

مدیر مسؤول: دکتر حسین موحدیان عطار

سر دبیر: دکتر بیژن بینا

شماره سری استاندارد بین المللی: ۱۷۳۵-۲۳۶۳

شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی: ۱۲۴/۱۰۷۸۷

حوزه فعالیت نشریه: مجله تحقیقات نظام سلامت، مجله‌ای علمی- پژوهشی است. این مجله با هدف ارتقای سطح دانش علمی متخصصان، پژوهشگران، کارشناسان و علاقمندان رشته‌های علوم بهداشتی در زمینه‌های گوناگون بهداشتی منتشر می‌شود.

شورای نویسندگان:

دکتر افشین ابراهیمی (دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر حسن مظفری خسروی (استاد، گروه تغذیه، دانشگاه شهید صدوقی یزد)
دکتر احمد علی اسلامی (دانشیار، گروه آموزش بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر علی خوانین (دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه تربیت مدرس تهران)
دکتر محمد حسن افتخاری (استاد، گروه تغذیه بالینی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز)	دکتر عباس دهقان (استادیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، کالج سلطنتی لندن، لندن، بریتانیا)
دکتر محمد مهدی امین (استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر داوود شجاعی زاده (استاد، گروه آموزش بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران)
دکتر محسن بازرگان (استاد، گروه پزشکی خانواده، دانشکده پزشکی David Geffen، دانشگاه پزشکی و علوم Charles R. Drew، لوس آنجلس، ایالات متحده)	دکتر فرزاد شیدفر (دانشیار، گروه تغذیه و بیوشیمی، دانشگاه علوم پزشکی تهران)
دکتر شهرزاد بازرگان (استاد، گروه پزشکی خانواده، دانشکده پزشکی David Geffen، دانشگاه پزشکی و علوم Charles R. Drew، لوس آنجلس، ایالات متحده)	دکتر محمد غلامی فشارکی (استادیار، گروه آمار زیستی دانشگاه تربیت مدرس تهران)
دکتر بیژن بینا (استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر فضل‌اله غفرانی پور (استاد، گروه آموزش بهداشت، دانشگاه تربیت مدرس تهران)
دکتر محمد حسین تقدیسی (استاد، گروه آموزش بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران)	دکتر مهدی فرزادکیا (استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران)
دکتر علیرضا چوبینه (استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز)	دکتر امیر حسین محوی (استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران)
دکتر یعقوب حاجی زاده (استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر محمدرضا مرائی (استاد، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)
دکتر احسان‌اله حبیبی (استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر فیروزه مصطفوی (دانشیار، گروه آموزش بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)
دکتر منصور حقیقتیان (دانشیار، گروه علوم اجتماعی، دانشگاه آزاد دهقان)	دکتر رضا مروی (استاد، گروه بهداشت و زیست شناسی، مرکز سرطان MD Anderson، دانشگاه تگزاس و San Jacinto College، هوستن، تگزاس، ایالات متحده)
دکتر رضا خدیوی (دانشیار، گروه پزشکی اجتماعی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)	دکتر مرجان منصوریان (دانشیار، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)
	دکتر مریم میرلوحی (استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)

مدیر اجرایی: الهام بهرامیان

مسؤول دفتر مجله: الهام حاج صالحی

مؤسسات حامی علمی نشریه: انجمن علمی آموزش بهداشت، انجمن علمی بهداشت حرفه‌ای، انجمن علمی بهداشت محیط

تأمین کننده اعتبار مالی و همکاری کننده: معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان

آدرس و تلفن تماس

اصفهان، خیابان هزار جریب، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده بهداشت، دفتر مجله تحقیقات نظام سلامت

کدپستی ۸۱۷۴۵۰۴۵۰، تلفن ۰۳۱-۳۷۹۲۳۲۰۳، دورنگار ۰۳۱-۳۶۶۸۲۵۰۹

پست الکترونیکی: jhsr@hlth.mui.ac.ir

hsreditor2@gmail.com hsreditor3@gmail.com

آدرس وب سایت مجله: www.hsr.mui.ac.ir

صاحب امتیاز: دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

ناشر: انتشارات وسنا (فرزندگان راداندیش)

امور نشر [ویراستاری علمی و ادبی (فارسی و انگلیسی)، صفحه‌آرایی، بازبینی، طراحی، چاپ و پشتیبانی آنلاین]:

انتشارات فرزندگان راداندیش

تلفن: ۰۳۱-۳۲۲۲۴۳۳۵ دورنگار: ۰۳۱-۳۲۲۲۴۳۸۲

Email: farapublications@gmail.com

http://farapub.com

راهنمای نویسندگان

اهداف و رسالت: مجله تحقیقات نظام سلامت مجله‌ای وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اصفهان است که از سال ۱۳۸۹ دارای مرتبه علمی-پژوهشی از کمیسیون نشریات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بوده و از سال ۱۳۹۰ در سایت پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC یا Islamic World Science Citation Center) نمایه می‌شود. این مجله به صورت فصل‌نامه و به زبان فارسی توسط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان منتشر می‌شود و بر روی وب سایت مجله به آدرس <http://hsr.mui.ac.ir> قرار می‌گیرد. دستنوشته‌های ارسالی جهت بررسی باید در فرمت پیشنهادی مجله ارسال گردند و به دست نوشته‌هایی که خارج از فرمت ذکر شده در راهنمای نویسندگان ارسال گردند ترتیب اثر داده نخواهد شد.

*** در این مجله مقالات پژوهشی اصیل (Original)، مروری (Review)، کوتاه (Short communication)، نامه به سردبیر (Letter to editor)، و گزارش موردی مرتبط با اهداف مجله منتشر می‌شود.**

۱- الف) مقالات پژوهشی اصیل: حداکثر تعداد کلمات مقاله‌های پژوهشی ۲۵۰۰ کلمه، سقف جداول و تصاویر ۴، سقف منابع و مآخذ ۳۰ عدد می‌باشد.

ب) مقالات پژوهشی اصیل (تحقیقات کیفی): حداکثر ۳۰۰۰ کلمه، سقف مجموع جداول و تصاویر ۴، سقف منابع و مآخذ ۳۰ عدد می‌باشد. ساختار مقاله پژوهشی می‌بایست شامل: صفحه عنوان، چکیده، مقدمه، روش کار، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری، سپاسگزاری، منابع، چکیده به زبان انگلیسی و ضمائم (جداول، نمودارها و تصاویر) باشد.

صفحه عنوان بایستی شامل عنوان کامل مقاله، نام و نام خانوادگی، رتبه و درجه علمی، رشته تحصیلی، گروه آموزشی، دانشکده، دانشگاه، شهر و کشور برای هر یک از نویسندگان و شماره تلفن، نمابر، نشانی و آدرس پست الکترونیک نویسنده مسؤول که مقصد مکاتبات و تماس خواهد بود، باشد.

چکیده مقاله پژوهشی بایستی دارای ساختار و شامل بخش‌های مجزای عنوان، زمینه و هدف، روش کار، یافته‌ها و نتیجه‌گیری باشد که حداکثر در ۲۵۰ کلمه تهیه و در پایان آن تعداد ۳ تا ۵ کلید واژه درج گردد. چکیده انگلیسی باید دقیقاً مطابق با چکیده فارسی تهیه گردد. بهتر است برای انتخاب کلید واژه‌ها از واژه‌های MeSH فهرست شده در Index Medicus استفاده شود. <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>. نویسندگان باید برای تهیه چکیده دقت لازم را به عمل آورند به گونه‌ای که چکیده دقیقاً بیانگر محتوی اصلی مقاله باشد.

مقدمه باید دلیل و هدف مطالعه را به طور خلاصه بیان کند. این بخش نباید مطلب را به طور وسیع توضیح دهد.

روش کار بایستی در حدی شفاف نوشته شود که دیگران بتوانند عین پژوهش را دقیقاً تکرار کنند. چنانچه داده‌ها با استفاده از پرسشنامه یا چک لیست جمع‌آوری شده‌اند ضمیمه کردن آن الزامی است. در مورد پرسشنامه‌های استاندارد، ذکر مرجع و مشخصات ضروری است. روش آماری و برنامه کامپیوتری استفاده شده حتماً باید قید گردد.

یافته‌ها باید در قالب متن، جدول و نمودار ارائه شود. محتوای جداول نباید مجدداً در متن تکرار شود و بجای آن به شماره جدول ارجاع داده شود. جداول بایستی دارای عنوان در قسمت بالا باشند و در صورت نیاز به توضیح، در زیر جداول به صورت زیرنویس قید گردد. نمودارها و تصاویر ارسالی باید از وضوح کافی جهت چاپ برخوردار باشند و تصاویر افراد نباید قابل شناسایی باشد. یافته‌های مقاله یا بصورت جدول یا به صورت نمودار ارائه شود. از ارائه تکراری یک یافته به دو صورت جدول و نمودار خودداری شود.

بحث و نتیجه‌گیری باید شامل مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج مطالعات مشابه باشد. جزئیات اطلاعات نباید مجدداً در بحث تکرار شود. در این زمینه باید بر جنبه‌های جدید و مهم مطالعه و نتایج به دست آمده از آنها تأکید شود.

سپاسگزاری باید از تمامی افرادی که جزء نویسندگان نمی‌باشند و در زمینه علمی، نوشتاری و ... کمک کرده‌اند و همچنین از سازمان‌های تأمین‌کننده منابع مالی و امکانات مورد نیاز، قدردانی به عمل آید. شماره طرح تحقیقاتی مصوب اعم از پایان‌نامه و غیر پایان‌نامه‌ای که مقاله از یافته‌های آن استخراج شده است حتماً باید قید شود.

۲- مقاله مروری: بایستی به یکی از اشکال زیر تهیه گردد:

الف) مقالات مروری ساختار یافته (Systematic Review) می‌توانند به صورت متا آنالیز، متا سنتز یا بدون تحلیل آماری باشند. این مقالات دارای اجزاء مقالات پژوهشی اصیل می‌باشند.

ب) مقالات مروری غیر ساختار یافته بایستی توسط افراد صاحب نظر نوشته شوند. اجزای این گونه مقالات شامل چکیده، مقدمه و بحث و نتیجه گیری و حداقل دارای ۲۰ منبع باشند و حداکثر در ۷۰۰۰ کلمه تهیه شوند، همچنین جهت پذیرش مقاله های مروری غیر ساختاریافته داشتن حداقل ۵ درصد رفرنسها از نویسندگان مقاله به عنوان معیار ضروری می باشد.

۳- مقاله کوتاه: می‌تواند از نوع مقالات پژوهشی، مروری ساختار یافته یا گزارش پیشرفت یک طرح تحقیقاتی (Ongoing research)، به صورت گزارش یافته‌های جالب آن باشد. اجزای این گونه مقالات بایستی مانند مقالات پژوهشی اصیل، اما دارای حجم کمتر و حداکثر در ۱۰۰۰ کلمه تهیه گردند.

۴- نامه به سردبیر: بایستی با موضوعات نقدی بر مقالات قبلی، نقد یا مرور کتاب‌ها، تحلیل یک موضوع مرتبط با علوم بهداشتی و تغذیه، گزارش و نقد گردهمایی‌های علوم بهداشتی، شرح و بسط یک ایده و یا باز نمودن یک موضوع پیچیده باشد و حداکثر با تعداد ۴۰۰ کلمه تهیه گردد. این مقالات نیاز به ساختار ندارند اما داشتن خلاصه انگلیسی ضروری است.

۵- گزارش موردی که شامل گزارش موارد نادر یا جالب است و باید شامل چکیده، مقدمه، گزارش مورد، بحث و نتیجه گیری، سپاس‌گزاری و منابع باشد. گزارش موردی با حداکثر ۱۰۰۰ کلمه، سقف مجموع جداول و تصاویر ۵ و سقف منابع و مآخذ ۱۵ عدد می باشد.

* شرایط فنی تهیه و ارسال مقاله :

از نویسندگان محترم تقاضا می شود فایل دست نوشته خود را که به صورت فایل MS-Word در سایز A4 و فاقد هرگونه صفحه آرایی، فاصله خطوط ۱ برابر (Single) با حاشیه ۲/۵ سانتی متری، به صورت یک ستونی، قلم B Zar، سایز ۱۲، قلم عنوان B Zar، سایز ۱۲ Bold تهیه کنند. برای تایپ چکیده انگلیسی و رفرنسها از قلم Time New Roman سایز ۱۱ و جهت قلم عنوان لاتین نیز از قلم Time New Roman سایز ۱۱ Bold استفاده شود و دست نوشته جهت بررسی در سایت مجله قرار داده شود.

* مواردی که قبل از ارسال دست نوشته باید در نظر داشته باشید:

- نسخه نهایی الکترونیکی به نویسنده مسئول جهت تأیید نهایی برای جلوگیری از هرگونه اشتباه قبل از چاپ فرستاده می‌شود. تصحیحات باید به طور شفاف و بلافاصله به دفتر مجله پس فرستاده شود.
- نویسنده مسئول ملزم است همزمان با ارسال مقاله، فرم تعهد نامه را نیز در قسمت فایل مکمل به دفتر مجله ارسال نماید.
- از کلمات اختصاری و نشان‌های استاندارد باید استفاده شود. از کاربرد اختصارات در عنوان و چکیده خودداری شود. قبل از درج کلمه اختصاری، واژه کامل حتماً در متن آورده شود، به جز مواردی که واحد استاندارد اندازه گیری باشد.
- نویسندگان بایستی تعهد کنند که مقاله همزمان به سایر مجلات ارسال نشود و تا قبل از دریافت پاسخ نهایی نیز اقدام به ارسال آن ننمایند.
- مقالات ترجمه شده در این مجله چاپ نمی‌شود.
- چاپ هرگونه نوشته‌ای در مجله منوط به رعایت معیارهای اخلاقی است. ملاحظات اخلاقی باید در قسمت روش کار آورده شود.
- هیأت تحریریه در رد، اصلاح، ویرایش مقاله آزاد است.
- مسئولیت محتوای مقاله و دفاع از آن بر عهده نویسنده یا نویسندگان می‌باشد.
- چاپ مقاله‌ای که قبلاً در همایش‌ها به صورت سخنرانی یا پوستر ارائه و در خلاصه مقالات، منتشر شده است، بلامانع می‌باشد.
- این مجله فقط به منظور استفاده شخصی غیر تجاری بوده و امکان کپی برداری، پخش و چاپ مقالات این مجله بدون اجازه کتبی از مقامات مسئول وجود ندارد.
- تمامی مقالات محرمانه بوده و توسط افرادی در همان رشته (حداقل ۳ داور) که توسط سردبیر انتخاب می‌شوند، بررسی می‌گردند. نویسنده مسئول در سریع‌ترین زمان ممکن از رد، قبول یا اصلاحات مورد نیاز در مورد مقاله خود مطلع می‌گردد. در صورتی که متن ارسال شده کاملاً بر طبق معیارهای این دستورالعمل تهیه شده و قابل قبول باشد، در شماره‌های بعدی مجله چاپ می‌گردد.

- تمامی مقالات باید دارای منابع مرتبط باشند و برای به حداقل رساندن اشتباهات در زمینه منابع، نویسندگان می‌بایست صحت منابع مورد استفاده را تأیید نمایند. کلیه منابع بایستی به زبان انگلیسی نوشته شوند و در متن مقاله داخل پرانتز شماره گذاری و در انتهای مقاله به ترتیب ورود در متن به صورت زیر نوشته شوند.

منابع فارسی:

Book:

1. Hagh Doost AA. [Systematic review & Meta-Analysis Concept & applications]. 1st ed. Tehran: Teimorzadeh; 2007: 48-53. (Persian)

Article:

2. Mohammadi A, Mojtahedzadeh R, Keshavarz H. [Designing Criteria and Indices for Educational Ranking of Paramedical Sciences Schools in Iran]. SDME 2006; 3(2): 86-94. (Persian)

منابع خارجی:

Book:

3. Gay LR. Educational research: competencies for analysis and application. 4th ed. Ohio: Merrill Publishing Company; 1992: 45-56.

Chapter in book:

4. Palmer PJ. The heart of a teacher. In: Ornstein AC, Behar-Horenstein LS, Pajak EF, editors. Contemporary issues in curriculum. 3rd ed. Boston: Allyn & Bacon; 2003: 285-93.

Article:

5. Mamary E, Charles P. Promoting self-directed learning for continuing medical education. Med Teach 2003; 25(2): 188-90.

Electronic:

6. Havens G, Furuya S, Tan KM. The Future of Continuing Medical Education (CME) technology. The Permanente Journal [serial on line] 2001; 5(1) [18 Screens]. Available from: <http://www.KaiserPermanente.Org/medicin/permjournal/ winter01/HScme.html>.

*هزینه انتشار

محاسبه هزینه انتشار بر اساس جدول زیر می باشد:

نوع مقاله	تعداد لغات مجاز (شامل کلیه اجزای مقاله و رفرنسها و شکلها، هر شکل برابر ۳۰۰ کلمه محاسبه خواهد شد)	هزینه دریافتی (هزار تومان)*	هزینه اضافه به ازای هر ۵۰۰ کلمه اضافی (هزار تومان)
نامه به سر دبیر	۴۰۰	-	-
گزارش موردی	۱۰۰۰	۷۵	۷۰
کوتاه	۱۰۰۰	۷۵	۷۰
پژوهشی اصیل	۲۵۰۰	۱۰۰	۷۰
پژوهشی اصیل (مطالعات کیفی)	۳۰۰۰	۱۰۰	۷۰
مروری	۷۰۰۰	۱۰۰	۷۰

*هزینه ستون سوم برای مقالاتی که هم نویسنده اول و هم نویسنده مسؤول هر دو وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اصفهان باشند، مشمول ۵۰٪ تخفیف خواهد بود.

مبلغ ۱۰۰ هزار تومان از این هزینه در ابتدا و بعد از دریافت ایمیل شروع فرآیند به عنوان (Processing fee) به منظور شروع داوری دریافت می گردد. این هزینه غیر قابل بازگشت خواهد بود. فایل مربوط به تصویراسکن شده فیش پرداختی فقط با نام نویسنده مسؤول و یا نویسنده اول از طریق ایمیل به دفتر مجله ارسال گردد. لازم به ذکر تنظیم دستنوشته بر اساس فرمت مجله و پرداخت وجه فقط جهت فرآیند داوری می باشد و تعهدی برای پذیرش مقاله ایجاد نمی نماید. بقیه هزینه باقیمانده در صورت پذیرش نهایی مقاله با عنوان (Acceptance fee) دریافت خواهد شد.

هیأت تحریریه پس از دریافت مقالات اقدام به بررسی مقاله از لحاظ ساختاری و موضوعی می‌نماید و چنانچه مقاله در بررسی اولیه مورد تأیید باشد، برای داوری دوسوگور ارسال می‌شود.

مقاله مروری

۱. آیا روش ساده، سریع و مقرون به صرفه‌تری برای استخراج ترانس - ترانس موکونیک اسید به عنوان متابولیت بنزن وجود دارد؟
زهره اردودری، مسعود ریسمانچیان، کریم ابراهیم پور..... ۲۱۴-۲۷۹

مقاله پژوهشی

۲. بررسی ارتباط شاخص میانگین رأی پیش‌بینی شده با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
حسین ابراهیمی، سمیرا برکات، حبیب‌اله دهقان، سجاد شیخ دارانی..... ۲۹۰-۲۸۵
۳. واکاوی پدیدارشناسانه علل اعتیاد به شبکه‌های اجتماعی در دانش‌آموزان دبیرستانی شهر تهران
لیلا ترابیان، فریده عامری، زهره خسروی، شکوه السادات بنی جمالی..... ۲۹۸-۲۹۱
۴. تأثیر مصرف شیر سویای تخمیر شده بر جمعیت لاکتوباسیلوس مدفوع، قند خون و وزن موش‌های صحرایی دیابتی شده
مینا باباشاهی، رویا برخوردار، مریم میرلوحی..... ۳۰۶-۲۹۹
۵. مقایسه راندمان حذف کادمیوم از محلول‌های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن
با نانوذرات مگنتیک
هوشنگ منوچهری تبار، افشین ابراهیمی..... ۳۱۳-۳۰۷
۶. اندازه‌گیری تری‌هالومتان‌ها در آب شرب شبکه توزیع شهر اصفهان طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴
علی دهنوی، غلامحسین عظیمی، محمد سراجی، محمد حسن ربیعی راد..... ۳۲۰-۳۱۴
۷. خودکارآمدی در انجام فعالیت بدنی دانش‌آموزان مقطع متوسطه یک شهرستان فلاورجان
باقر احمدی، فاطمه بستمی، زهرا توکلی، فیروزه مصطفوی..... ۳۲۷-۳۲۱
۸. مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیت زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک با زنان عادی
مژگان نواب، اکرم دهقانی..... ۳۳۳-۳۲۸
۹. بررسی عوامل مؤثر بر بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان در زنان مراجعه‌کننده به بیمارستان سیدالشهدای (ع) اصفهان طی
سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹
مهدی تذهیبی، فریبا سعیدی، فریبرز مکاریان..... ۳۳۹-۳۳۴
۱۰. بار اقتصادی بیماری آلزایمر در سالمندان شهر تهران
فرید عبادی فرد آذر، عزیز رضاپور، سعید باقری فرادنبه، حسین باقری فرادنبه، سید حسین عبدالمنافی،
رضا جهانگیری..... ۳۴۶-۳۴۰

۱۱. تعیین مؤثرترین شاخص‌های راهبری لجن فعال و بررسی عملکرد فرایند در شرایط بارگذاری نامتعارف با استفاده از حل عددی ترکیبی مدل شبیه‌ساز معیار شماره ۱
حامد حسنیلو، علی ترابیان، ناصر مهرداد، امیررضا کوثری، بهنوش امین‌زاده..... ۳۴۷-۳۵۵
۱۲. بررسی نقش واسطه‌ای آشفته‌گی استتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های وسواسی-اجباری در دانشجویان دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۶
اکرم قریبعلی، محمد رضا شعیری، محمد غلامی فشارکی..... ۳۵۶-۳۶۱
۱۳. بررسی خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی بیمارستان نجمیه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی اسمی
عرفان جوانمردی، محمد غلامی فشارکی..... ۳۶۲-۳۶۸
۱۴. بررسی حذف فتوکاتالیزتی آموکسی‌سیلین از محیط آبی با استفاده از $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$
علی اسرافیلی، مریم سلیمی، احمد جنیدی جعفری، روشنگ رضایی کلاتری..... ۳۶۹-۳۷۶
۱۵. اثربخشی برنامه آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو
زهرا خیالی، ریحانه سلیمی، افسانه قاسمی، علی خانی جیحونی..... ۳۷۷-۳۸۳
۱۶. بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر
نرگس کاوندی، حبیب‌اله دهقان، محسن شریف روحانی..... ۳۸۴-۳۸۹
۱۷. بررسی و پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی
علی عبدالله‌نژاد، الهام شیردل، شاهین ریسی‌وند، افشین ابراهیمی، نگار جعفری..... ۳۹۰-۳۹۵
۱۸. عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی: کاربرد مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی (Poisson)
شکوفه ملکی، محمد غلامی فشارکی، محسن روضاتی..... ۳۹۶-۴۰۲
۱۹. حذف فتوکاتالیزتی مترونی‌دازول از محیط آبی با استفاده از تیتانیوم دی‌اکساید-کربن نترید گرافیتی ($\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$)
علی اسرافیلی، مریم سلیمی، میترا غلامی، مهدی فرزادکیا..... ۴۰۳-۴۰۹
۲۰. بررسی کارایی نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر ($\text{Fe}_3\text{O}_4\text{@SiO}_2\text{-MPAP}$) در حذف رنگ‌زای آنیونی از محلول‌های آبی: مطالعات سینتیکی، تعادلی و ترمودینامیکی
محسن محمدی گلنگش، زهرا بزرگ‌پناه خراط، علی محمد صنعتی..... ۴۱۰-۴۱۸

آیا روش ساده، سریع و مقرون به صرفه‌تری برای استخراج ترانس – ترانس موکونیک اسید به عنوان متابولیت بنزن وجود دارد؟

زهرا اردودری^۱، مسعود ریسمانچیان^۲، کریم ابراهیم‌پور^۳

مقاله مروری

چکیده

مقدمه: در بین هیدروکربن‌های آروماتیک، بنزن به عنوان ماده سرطان‌زایی که بیشترین خطر را برای سلامتی دارد، شناخته شده است. ترانس، ترانس موکونیک اسید (trans,trans-muconic acid یا t,t-MA) محصول غیر سمی متابولیسم بنزن می‌باشد. هدف از انجام مطالعه حاضر، انتخاب روشی ساده، سریع و مقرون به صرفه برای تشخیص و استخراج t,t-MA بود.

روش‌ها: در این مطالعه مروری، روش‌های موجود برای استخراج t,t-MA در ادرار بررسی و در نهایت، روش دقیق و مقرون به صرفه‌تری پیشنهاد گردید.

یافته‌ها: با مرور متون مربوط، چهار روش Solid-phase extraction (SPE)، Liquid-liquid extraction (LLE)، Molecularly imprinted solid-phase extraction (MISPE) و Dispersive liquid-liquid micro-extraction (DLLME) برای استخراج t,t-MA یافت گردید.

نتیجه‌گیری: با مرور مزایا و معایب روش‌های مذکور، می‌توان به این نتیجه رسید که روش DLLME با ریکاوری بالا و کاربرد آسان، روش بهتری برای تشخیص t,t-MA در ادرار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایش بیولوژیکی، ترانس، ترانس موکونیک اسید، ادرار، روش‌های استخراجی

ارجاع: زهرا اردودری، مسعود ریسمانچیان، کریم ابراهیم‌پور. آیا روش ساده، سریع و مقرون به صرفه‌تری برای استخراج ترانس – ترانس موکونیک اسید به عنوان متابولیت بنزن وجود دارد؟. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۲۷۹-۲۸۴

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۸/۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۵/۳۰

و خون آثار سمی داشته باشد (۵). رایج روش تجزیه‌ای مناسب برای اندازه‌گیری مقدار ترانس، ترانس موکونیک اسید (trans,trans-Muconic Acid یا t,t-MA) در ادرار به جهت ارزیابی‌های پزشکی و کلینیکی اهمیت زیادی دارد (۶). در تلاش برای رسیدن به روش‌های استخراجی مناسب، چندین تکنیک معرفی شده است که از آن جمله می‌توان به روش‌های Molecularly imprinted solid-phase extraction (MISPE)، Dispersive liquid-liquid micro-extraction (DLLME)، Solid-phase extraction (SPE) و Liquid-liquid extraction (LLE) اشاره کرد (۷-۹). هدف از انجام پژوهش حاضر، مرور روش‌های استخراج t,t-MA در نهایت، انتخاب روشی ساده، سریع و ارزان بود.

روش‌ها

با مرور متونی که به استخراج t,t-MA پرداخته‌اند، چهار روش عمده برای استخراج آن یافت گردید که در ادامه به مرور هر یک پرداخته شد.

مقدمه

در بین هیدروکربن‌های آروماتیک، مواجهه با بنزن بیشترین خطر را برای سلامتی به همراه دارد و به عنوان گروه یک مواد سرطان‌زا شناخته شده است. منبع عمده تماس با بنزن، احتراق سوخت‌ها، تبخیر حلال‌ها و دود تنباکو می‌باشد (۱). مواجهات شغلی با بنزن در صنایع پتروشیمی، رنگ‌سازی، نیروگاه‌ها، صنایع تولید حشره‌کش‌ها، خشکشویی‌ها، جایگاه‌های سوخت، صنایع چاپ، تولید کفش، تولید چسب صنعتی، تولید مواد لاستیکی و تولید سایر موادی که نیازمند استفاده از حلال‌های آلی و یا چسب‌های حاوی بنزن باشد، رخ می‌دهد. مواجهه محیطی با بنزن در عموم افراد به طور عمده ناشی از استنشاق بخارات بنزن است (۲).

اداره بهداشت و ایمنی ایالت متحده آمریکا، حد مجاز مواجهه با بنزن را ۱ ppm و غلظت متوسط وزنی- زمانی را ۰/۱ ppm اعلام کرده است (۳). شاخص مواجهه بیولوژیکی بنزن نیز ۰/۵ میلی گرم بر گرم کراتینین می‌باشد (۴). استنشاق زیاد بنزن به سرعت موجب سردرد، خستگی، گیجی و حالت تهوع می‌شود. تحقیقات نشان داده است که مواجهه با بنزن می‌تواند بر روی اعصاب، ژن‌ها

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

نویسنده مسؤول: مسعود ریسمانچیان

و لوازم مخصوص گرانی می‌باشد (۶)، اما یکی از روش‌های آماده‌سازی بدون حلال محسوب می‌شود.

با توجه به معایب روش‌های موجود، در سال‌های اخیر روش DLLME مطرح گردید. این روش شامل دو مرحله «تزریق سریع ترکیب مناسبی از حلال‌های استخراج‌کننده و پخش‌کننده به نمونه حاوی آنالیت و فرایند گریز از مرکز محلول ابری شکل» می‌باشد (۲۳). ماهیت حلال استخراج‌کننده و پخش‌کننده، حجم استخراج‌کننده و پخش‌کننده و زمان استخراج، پنج متغیری است که در روش DLLME دخالت دارند (۱۹). حلال‌ها بر اساس چگالی بالاتر نسبت به آب، قابلیت در استخراج ترکیب‌های مورد نظر و رفتار کروماتوگرافیک مناسب انتخاب می‌شوند. یکی از ویژگی‌های مهم در انتخاب پراکنده‌کننده این است که بدون از دست دادن خواص خود، قابلیت ترکیب و اختلاط داشته باشد. زمان استخراج در فرایند DLLME به زمان بین تزریق مخلوط حلال استخراج‌کننده و پخش‌کننده تا قبل از شروع سانتریفوژ گشته می‌شود. روش مذکور به زمان بستگی ندارد و این امر مهم‌ترین مزیت این تکنیک به شمار می‌رود (۲۰). ضمن این که از pH نمونه، زمان و سرعت سانتریفوژ هم می‌توان به عنوان عوامل تأثیرگذار روی راندمان نام برد (۶).

از جمله مزایای روش DLLME می‌توان به سادگی کاربرد، سرعت بالا، زمان استخراج کم، هزینه کم، بازدهی بالا و فاکتور تغلیظ اشاره نمود (۲۰). از معایب آن هم محدودیت در انتخاب حلال استخراج‌کننده مناسب و لزوم استفاده از سانتریفوژ، انجماد و یا حلال کمکی می‌باشد (۲۴).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با مرور روش‌های موجود برای استخراج t,t-MA، به این نتیجه دست یافت که روش جدید DLLME با داشتن حد تشخیص (Limit of detection یا LOD)، حد سنجش (Limit of quantitation یا LOQ) و ریکآوری نسبی بالاتر نسبت به سایر تکنیک‌ها، کارایی بالاتری دارد. مصرف مواد سمی در این روش نسبت به سایر روش‌ها خیلی کم می‌باشد و به دنبال آن، فاضلاب کمتری نیز تولید می‌گردد. ضمن این که تشخیص مقادیر ناچیز، کاربرد آسان‌تر، زمان استخراج کوتاه‌تر، هزینه پایین‌تر، سرعت بالاتر و دوستدار محیط زیست بودن، از دیگر مزایای این روش به شمار می‌رود.

دقت درون روزی و بین روزی، تکرارپذیری و ریکآوری نسبی مناسب و طیف خطی گسترده روش DLLME نشان داد که نسبت به سایر روش‌ها ارزان‌تر، ساده‌تر و سریع‌تر و برای استخراج t,t-MA به راحتی قابل کاربرد است. همچنین، می‌تواند برای آنالیزهای کلینیکی معمول و مقاصد سم‌شناسی استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۹۴۱۰۴۱، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از تمام کسانی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

Scherer و همکاران t,t-MA را با استفاده از روش LLE (۱ میلی‌لیتر ادرار با pH = ۳ و ۲۰ × ۲ میلی‌لیتر دی‌اتیل اتر) استخراج نمودند (۹).

Lee و همکاران در تحقیق خود، کسری از ادرار اسیدی شده را با وانیلیک اسید و هیدروژن کلرید مخلوط کردند. پس از سانتریفوژ، نمونه از میان جاذب MAX عبور داده شد و جاذب با ۱ میلی‌لیتر متانول و ۱ میلی‌لیتر آب آماده شد. سپس با آمونیاک- متانول و اتیل استات خالص شستشو گردید. کارتریج تحت شرایط خلأ خشک شد. آنالیت با فرمیک اسید- اتیل استات جمع‌آوری و نمونه با کمک نیتروژن خشک شد. باقی‌مانده خشک شده در اورتوفسفونیک اسید و متانول بازسازی شد. ماده استخراج شده به میکرو ویال ۲۰ میکرولیتری انتقال داده شد و تزریق گردید (۸).

Mudiam و همکاران از ترکیب Molecular-imprinted polymer (MIP) و Ethyl chloroformate برای استخراج و از DLLME برای پیش تغلیظ استفاده نمودند. آن‌ها از ۱ میلی‌لیتر اتانول و ۸۰ میکرولیتر تری‌کلرواتیلن جهت استخراج استفاده کردند (۷).

Chauhan و همکاران از روش MISPE برای استخراج t,t-MA استفاده کردند. در روش مذکور ابتدا کارتریج خالی SPE با ۱۵۰ میلی‌گرم پلیمر پر شد و سپس بستر جاذب با آب و استیک اسید آماده گردید. ادرار از پلیمر جاذب عبور داده و سپس با آب و استون شسته شد. متابولیت‌های باقی‌مانده در جاذب MIP با مخلوط اتانول و متانول رقیق و کسری از نمونه تحت خلأ خشک گردید و باقی‌مانده با استونیتریل ترکیب شد و به گاز کروماتوگرافی (GC یا Gas chromatography) تزریق گردید (۳).

یافته‌ها

از جمله روش‌های موجود برای استخراج t,t-MA می‌توان به LLE، Dispersive liquid-liquid micro-extraction (DLLME)، SPE و MISPE اشاره کرد (۱۵-۱۸، ۷، ۵، ۳). زمان استخراج SPE در مطالعات قبلی بیش از ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه (۱۶-۱۸) گزارش شده است؛ در حالی که زمان استخراج در روش DLLME، کوتاه‌تر می‌باشد. مقایسه روش‌های مذکور با روش پیشنهاد شده در جدول ۱ ارایه شده است.

بحث

مطالعه حاضر به مرور روش‌های موجود برای استخراج t,t-MA پرداخت. روش استخراج LLE از جمله قدیمی‌ترین و زمان‌برترین روش‌های آماده‌سازی نمونه‌ها می‌باشد (۲۰، ۱۹) و به مقدار زیادی حلال آلی سمی و خطرناک نیاز دارد (۲۱). روش استخراج SPE نسبت به LLE به مقدار خیلی کمتری حلال نیاز دارد، اما تا حدودی پرهزینه است (۲۰) و مصرف بالای حلال و مسدود شدن لوله در حین استفاده، زمان‌بر بودن (۲۲) و استخراج هم‌زمان مداخله‌گرها (۲۱) از معایب آن محسوب می‌گردد. در نتیجه، روش SPME توسعه یافت. هرچند این روش نیز پرهزینه است، فیبر آن عمر محدودی دارد (۲۰) و نیازمند تبخیر حلال (۱۹)

جدول ۱. مقایسه روش‌های پیشنهاد شده برای استخراج (t,t-MA) trans,trans-Muconic Acid

روش	دستگاه تجزیه‌کننده	مواد مورد نیاز برای استخراج	طیف خطی	ریکاوری نسبی (درصد)	LOD	LOQ	انحراف استاندارد نسبی		منابع
							دقت درون روزی (تعداد = ۳)	دقت بین روزی (تعداد = ۳)	
MISPE	GC-MS/MS	حلال، کارتریج SPE و آماده‌سازی MIP	۵-۱۰۰۰۰ (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۸۶/۲۱-۸۸/۷۳	۱/۲ (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۳/۶ (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۵/۵-۶/۳	۳/۵-۴/۱	۳
DLLME	GC-MS	حلال	۰/۱۲۵-۲ (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	۸۳/۴-۹۴/۸	۰/۰۳۷ (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	۰/۱۰۹ (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	۵/۱	۳/۶	۷
SPE	HPLC-UV	جاذب و حلال	۵-۵۰۰ (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	۸۴-۹۹	۵ (میکروگرم بر میلی‌لیتر)	-	۲/۰-۷/۱	۳/۹-۹/۷	۸
SPE	HPLC-UV	جاذب و حلال	۰/۰۵-۰/۱ (میلی‌گرم بر لیتر)	۹۱/۱۲-۹۳/۳۶	۰/۰۲۵ (میلی‌گرم بر لیتر)	-	-	۳/۲	۵
LLE	HPLC-UV	مقدار حلال زیاد	-	۳۷	-	-	-	-	۹
LLE	HPLC-UV	مقدار حلال زیاد	-	۹۰	-	-	-	-	۹

LOD: Limit of detection; LOQ: Limit of quantitation; MISPE: Molecularly imprinted solid-phase extraction; DLLME: Dispersive liquid-liquid micro-extraction; SPE: Solid-phase extraction; LLE: Liquid-liquid extraction; HPLC-UV: High-Performance Liquid Chromatography-Ultraviolet; GC-MS: Gas chromatography-mass spectrometry

References

1. Brocco D, Fratarcangeli R, Lepore L, Petricca M, Ventrone I. Determination of aromatic hydrocarbons in urban air of Rome. *Atmos Environ* 1997; 31(4): 557-66.
2. Weisel CP. Benzene exposure: An overview of monitoring methods and their findings. *Chem Biol Interact* 2010; 184(1-2): 58-66.
3. Chauhan A, Bhatia T, Gupta MK, Pandey P, Pandey V, Saxena PN, et al. Imprinted nanospheres based on precipitation polymerization for the simultaneous extraction of six urinary benzene metabolites from urine followed by injector port silylation and gas chromatography-tandem mass spectrometric analysis. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 2015; 1001: 66-74.
4. Lin LC, Chiung YM, Shih JF, Shih TS, Liao PC. Validation of an online dual-loop cleanup device with an electrospray ionization tandem mass spectrometry-based system for simultaneous quantitative analysis of urinary benzene exposure biomarkers trans, trans-muconic acid and S-phenylmercapturic acid. *Anal Chim Acta* 2006; 555(1): 34-40.
5. Wiwanitkit V, Suwansaksri J, Soogarun S. Monitoring of urine trans, trans-muconic acid level among smokers and non-smokers. *Respir Med* 2005; 99(6): 788-91.
6. Sun JN, Shi YP, Chen J. Ultrasound-assisted ionic liquid dispersive liquid-liquid microextraction coupled with high performance liquid chromatography for sensitive determination of trace celastrol in urine. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 2011; 879(30): 3429-33.
7. Mudiam MK, Chauhan A, Singh KP, Gupta SK, Jain R, Ch R, et al. Determination of t,t-muconic acid in urine samples using a molecular imprinted polymer combined with simultaneous ethyl chloroformate derivatization and pre-concentration by dispersive liquid-liquid microextraction. *Anal Bioanal Chem* 2013; 405(1): 341-9.
8. Lee BL, Ong HY, Ong YB, Ong CN. A sensitive liquid chromatographic method for the spectrophotometric determination of urinary trans, trans-muconic acid. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 2005; 818(2): 277-83.
9. Scherer G, Renner T, Meger M. Analysis and evaluation of trans,trans-muconic acid as a biomarker for benzene exposure. *J Chromatogr B Biomed Sci Appl* 1998; 717(1-2): 179-99.
10. Lee BL, New AL, Kok PW, Ong HY, Shi CY, Ong CN. Urinary trans,trans-muconic acid determined by liquid chromatography: Application in biological monitoring of benzene exposure. *Clin Chem* 1993; 39(9): 1788-92.
11. Ducos P, Gaudin R, Robert A, Francin JM, Maire C. Improvement in HPLC analysis of urinary trans,trans-muconic acid, a promising substitute for phenol in the assessment of benzene exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 1990; 62(7): 529-34.
12. Boogaard PJ, van Sittert NJ. Biological monitoring of exposure to benzene: A comparison between S-phenylmercapturic acid, trans,trans-muconic acid, and phenol. *Occup Environ Med* 1995; 52(9): 611-20.
13. Ong CN, Kok PW, Ong HY, Shi CY, Lee BL, Phoon WH, et al. Biomarkers of exposure to low concentrations of benzene: A field assessment. *Occup Environ Med* 1996; 53(5): 328-33.
14. Buratti M, Fustinoni S, Colombi A. Fast liquid chromatographic determination of urinary trans,trans-muconic acid. *J Chromatogr B Biomed Appl* 1996; 677(2): 257-63.
15. Gobba F, Rovesti S, Borella P, Vivoli R, Caselgrandi E, Vivoli G. Inter-individual variability of benzene metabolism to trans,trans-muconic acid and its implications in the biological monitoring of occupational exposure. *Sci Total Environ* 1997; 199(1-2): 41-8.
16. Carabias-Martinez R, Rodriguez-Gonzalo E, Herrero-Hernandez E, Hernandez-Mendez J. Simultaneous determination of phenyl- and sulfonylurea herbicides in water by solid-phase extraction and liquid chromatography with UV diode array or mass spectrometric detection. *Anal Chim Acta* 2004; 517(1): 71-9.
17. Dams R, Benijts T, Lambert WE, De Leenheer AP. Simultaneous determination of in total 17 opium alkaloids and opioids in blood and urine by fast liquid chromatography-diode-array detection-fluorescence detection, after solid-phase extraction. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 2002; 773(1): 53-61.
18. Rezaei B, Damiri S. Development of a voltammetric procedure for assay of thebaine at a multi-walled carbon nanotubes electrode: Quantification and electrochemical studies. *J Solid State Electrochem* 2010; 14(6): 1079-88.
19. Zuloaga O, Olivares M, Navarro P, Vallejo A, Prieto A. Dispersive liquid-liquid microextraction: Trends in the analysis of biological samples. *Bioanalysis* 2015; 7(17): 2211-25.
20. Rezaei M, Assadi Y, Milani Hosseini MR, Aghaee E, Ahmadi F, Berijani S. Determination of organic compounds in water using dispersive liquid-liquid microextraction. *J Chromatogr A* 2006; 1116(1-2): 1-9.
21. Chou TY, Lin SL, Fuh MR. Determination of phenylurea herbicides in aqueous samples using partitioned dispersive liquid-liquid microextraction. *Talanta* 2009; 80(2): 493-8.
22. Moradi M, Yamini Y, Baheri T. Analysis of abuse drugs in urine using surfactant-assisted dispersive liquid-liquid microextraction. *J Sep Sci* 2011; 34(14): 1722-9.

23. Rezaee M, Yamini Y, Faraji M. Evolution of dispersive liquid-liquid microextraction method. J Chromatogr A 2010; 1217(16): 2342-57.
24. Spietelun A, Marcinkowski L, de la Guardia M, Namiesnik J. Green aspects, developments and perspectives of liquid phase microextraction techniques. Talanta 2014; 119: 34-45.

Is There a Simpler, Rapider, and More Economical Method for Extracting trans,trans-Muconic Acid (T,T-MA) as Benzene Metabolite?

Zahra Ordudari¹, Masoud Rismanchian², Karim Ebrahimpour³

Review Article

Abstract

Background: Among aromatic hydrocarbons, exposure to benzene, as a known carcinogen, has the highest health risk. trans,trans-muconic acid (tt-MA) is a non-toxic product of benzene metabolism. This study aimed to select a simple, rapid, and more economical method for determination of t,t-MA.

Methods: This study reviewed some reported methods for extraction of t,t-MA from urine samples in order to propose the most cost-effective one.

Findings: After reviewing some related literatures, four methods solid-phase extraction (SPE), liquid-liquid extraction (LLE), molecularly imprinted solid-phase extraction (MISPE), and dispersive liquid-liquid micro-extraction (DLLME) were found for extraction of t,t-MA.

Conclusion: After surveying the advantages and disadvantages of the mentioned methods, it was found that the DLLME method can be considered as one of the most appropriate methods for detecting t,t-MA in the urine samples, due to its high recovery and easy application.

Keywords: Bio Monitoring, Trans,trans-muconic acid, Urine, Extraction methods

Citation: Ordudari Z, Rismanchian M, Ebrahimpour K. Is There a Simpler, Rapider, and More Economical Method for Extracting trans,trans-Muconic Acid (T,T-MA) as Benzene Metabolite? J Health Syst Res 2018; 14(3): 279-84.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Masoud Rismanchian, Email: rismanchian@hlth.mui.ac.ir

بررسی ارتباط شاخص میانگین رأی پیش‌بینی شده با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

حسین ابراهیمی^۱، سمیرا برکات^۱، حبیب‌اله دهقان^۲، سجاد شیخ دارانی^۱

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: آسایش حرارتی، یک مفهوم ذهنی است که بیانگر احساس رضایت فرد از شرایط حرارتی محیط می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی ارتباط شاخص میانگین رأی پیش‌بینی شده (Predicted mean vote یا PMV) با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی - تحلیلی بود و بر روی ۱۶۷ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام گرفت. دانشجویان احساس حرارتی ذهنی خود را در یک مقیاس هفت درجه‌ای تعیین نمودند و PMV آنان محاسبه گردید. داده‌های جمع‌آوری شده در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین شاخص PMV، $-1/37$ - درجه سانتی‌گراد به دست آمد. بیشترین احساس حرارتی ذهنی دانشجویان در مقیاس خنثی و کمی گرم به ترتیب با $29/9$ و $26/3$ درصد گزارش گردید. شاخص PMV رابطه معنی‌داری با احساس حرارتی ذهنی دانشجویان نداشت.

نتیجه‌گیری: شاخص PMV برای برآورد احساس حرارتی افراد از محیط در فصل زمستان مناسب نمی‌باشد و باید با اعمال تغییرات مناسب در سیستم تهویه و سیستم گرمایشی خوابگاه، شرایطی فراهم نمود تا تعداد بیشتری از افراد از شرایط حرارتی محیط راضی باشند.

واژه‌های کلیدی: ناراحتی، استرس گرمایی، راحتی، دانشجویان، متابولیسم

ارجاع: ابراهیمی حسین، برکات سمیرا، دهقان حبیب‌اله، شیخ دارانی سجاد. بررسی ارتباط شاخص میانگین رأی پیش‌بینی شده با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۲۹۰-۲۸۵

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۱۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۷/۲۱

(P₄SR) و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مقایسه با این شاخص‌ها، اولین شاخص حرارتی بر اساس تعادل گرمایی حالت پایدار بین بدن و محیط ایجاد شده و رأی احساس به استرین فیزیولوژیکی اختصاص داده شد که نتایج قابل فهم‌تری را فراهم می‌نماید (۵).

به‌تازگی استانداردهای بین‌المللی همچون ISO ۷۳۰ و American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE ۹۲۵۵) به تصویب رسیده است. طبق استاندارد ASHRAE، جهت تخمین احساس حرارتی ذهنی بر اساس مدل میانگین رأی پیش‌بینی شده (Predicted mean vote یا PMV)، از یک مقیاس هفت درجه‌ای که از احساس حرارتی داغ +۳ تا احساس حرارتی سرد -۳ تقسیم‌بندی می‌گردد، استفاده شده است (۶، ۱). طبق استاندارد ISO ۷۳۰ و ASHRAE ۹۲۵۵، طیف دمایی آسایش حرارتی با حداقل احساس رضایت حرارتی ۹۰ درصد ساکنان [درصد پیش‌بینی شده ناراضی (Predicted percentage dissatisfied یا PPD) کمتر ۱۰ درصد] طبق رابطه $PMV \leq 0/5$ و $-0/5 \leq PMV$ در نظر گرفته می‌شود و با دمای بهینه مشخص شده با دمای محیط در صفر $PMV = 0$ مرتبط می‌باشد. مدل PMV آسایش

مقدمه

آسایش حرارتی، یک مفهوم ذهنی و بیانگر احساس رضایت از شرایط حرارتی محیط می‌باشد (۱). در واقع، آسایش حرارتی به عنوان یک اصطلاح ذهنی تعریف می‌شود که توسط ساکنان ساختمان با تمام عوامل مؤثر در شرایط حرارتی تجربه شده تأمین می‌گردد. بنابراین، تعریف جهانی از مفهوم آسایش حرارتی مشکل است (۲). احساس آسایش حرارتی با شاخص‌هایی که به تبادل حرارتی بین بدن انسان و محیط ارتباط دارد، ایجاد می‌شود (۳). احساس حرارتی انسان به تعادل حرارتی وی بستگی دارد. تعادل حرارتی نیز به نوبه خود تحت تأثیر عوامل فردی و محیطی می‌باشد. عوامل فردی شامل فعالیت فیزیکی و لباس و شاخص‌های جوی محیطی نیز شامل دمای هوا، میانگین دمای تابشی، سرعت جریان هوا و رطوبت هوا است (۴).

برای بررسی استرین فیزیولوژیکی افراد در محیط‌های گرم، شاخص‌های استرس حرارتی مختلفی با استفاده از شاخص‌های محیطی در نظر گرفته شده است. در میان این شاخص‌ها، دمای مؤثر (Effective temperature یا ET)، دمای تر گویسان (Wet-bulb globe temperature یا WBGT)، میزان عرق پیش‌بینی شده چهار ساعته (Predicted 4-hour sweat rate) یا

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان

حرارتی ارایه شده، در سراسر جهان مورد استفاده زیادی قرار می‌گیرد. بر طبق استاندارد بین‌المللی، دمای بهینه در فصل‌های زمستان و تابستان به ترتیب ۲۲ درجه سانتی‌گراد (با طیف قابل قبول ۲۰-۲۳ درجه سانتی‌گراد) و ۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد (با طیف قابل قبول ۲۳-۲۶ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

شاخص‌های محیطی و فردی عبارت از رطوبت نسبی ۶۰-۴۰ درصد و میانگین ۵۰ درصد، میانگین سرعت نسبی هوا کمتر از ۰/۱۵ متر بر ثانیه، میانگین دمای تابشی برابر با دمای هوا، نرخ متابولیسم برای فعالیت‌های سبک و نشسته ۷۰ وات بر مترمربع یا ۱/۲ واحد متابولیسم و مقاومت لباس در زمستان ۰/۹ کلو و در تابستان ۰/۵ کلو می‌باشد (۵). Emmanuel و Johansson با بررسی آسایش حرارتی در سریلانکا گزارش نمودند که شرایط حرارتی نامناسب در ساختمان، منجر به کاهش بهره‌وری و شاید افزایش خطای انسانی شود. تنظیمات صحیح شاخص‌های آسایش حرارتی می‌تواند محیط مناسبی را برای کارکنان و اشخاص فراهم کند (۷). d'Ambrosio Alfano و همکاران بیان کردند که آسایش حرارتی در محیط‌های آموزشی بسیار حایز اهمیت است و عدم وجود آسایش حرارتی در چنین محیط‌هایی باعث کاهش عملکرد و یادگیری دانش‌آموزان و دانشجویان می‌شود. در نتیجه، وضعیت خطرناکی برای سلامتی آنان به دنبال خواهد داشت (۸).

مطابق با آمارهای ذکر شده، ۸۰ درصد عمر انسان در محیط‌های داخلی و زیر سقف سپری می‌شود و این میزان در کشورهای صنعتی بیش از ۹۰ درصد است. بنابراین، عدم آسایش حرارتی در محیط‌های داخلی، بر بهره‌وری و سلامتی انسان اثرات زیان‌آوری دارد. زمانی که کارمندان اداری از شرایط دمایی محیط راضی باشند، بهره‌وری آنان تا ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. بر اساس مطالعات انجام شده، با افزایش میزان آگاهی درباره بهبود حرارت محیط داخلی و مقدار مصرف انرژی، جستجو برای روش‌های کنترل استرس حرارتی، ارزیابی حرارت محیط داخلی و کاهش مصرف انرژی اهمیت می‌یابد (۹).

احساس گرما یا سرما زیاد ممکن است در کل بدن و یا در بخش خاصی از بدن بروز کند. به علت اختلاف زیاد در احساس اشخاص، فراهم نمودن محیطی که همه افراد از شرایط حرارتی آن راضی باشند، مشکل است، اما می‌توان شرایطی را فراهم نمود که درصد قابل قبولی از اشخاص احساس رضایت نمایند. در شرایط آب و هوایی مختلف، نتایج شاخص PMV و احساس حرارتی ذهنی هر فرد تفاوت دارد. در فصل زمستان به دلیل سردی هوا، سیستم‌های گرمایشی افزایش می‌یابد تا دمای محیط به میزان قابل قبولی برسد و اشخاص در شرایط دمایی مناسب در زمستان قادر به فعالیت و زندگی در محیط کار و محل زندگی خود باشند. با توجه به این که شاخص PMV، شاخص حرارتی بر اساس تعادل گرمایی حالت پایدار بین بدن انسان و محیط می‌باشد، پژوهش حاضر با هدف تعیین ارتباط شاخص PMV با احساس آسایش حرارتی ذهنی دانشجویان پسر در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد تا مشخص گردد که در فصل زمستان میزان همبستگی شاخص PMV با احساس حرارتی ذهنی چقدر است و این که آیا می‌توان در فصل زمستان از شاخص PMV برای فراهم نمودن شرایط حرارتی مناسب و قابل قبول ساکنان محیط استفاده نمود.

روش‌ها

این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی بود و در زمستان سال ۱۳۹۵ انجام گردید.

نمونه‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب شدند. بدین ترتیب، ۱۶۷ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با در نظر گرفتن معیارهای ورود در مطالعه شرکت داده شدند. ملاک‌های ورود شامل فاقد سوابق بیماری‌های قلبی-عروقی، ریوی، عصبی، اسکلتی-عضلانی، صرع، دیابت، گرم‌زدگی، یخ‌زدگی و عدم مصرف هرگونه دارو با هدف درمان بود. به منظور رعایت ملاحظات اخلاقی، توضیحاتی در مورد اهداف مطالعه توسط کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای به مشارکت‌کنندگان ارایه گردید و در صورت رضایت کامل هر یک از دانشجویان، مورد ارزیابی قرار گرفتند. مراحل جمع‌آوری داده‌ها در ادامه آمده است.

مرحله اول: ابتدا پرسش‌نامه اطلاعات دموگرافیک شامل سن، قد، وزن، رشته تحصیلی و مقطع تحصیلی برای هر یک از افراد تکمیل گردید.

مرحله دوم: طبق استاندارد ASHRAE، یک مقیاس هفت درجه‌ای برای تخمین احساس حرارتی ذهنی مورد استفاده قرار گرفت؛ بدین صورت که از دانشجویان درخواست شد احساس خود از درجه حرارت محیط اطراف را در یکی از مقیاس‌های هفت درجه‌ای شامل داغ (+۳)، گرم (+۲)، کمی گرم (+۱)، خنثی (۰)، کمی خنک (-۱)، خنک (-۲) و سرد (-۳) علامت‌گذاری نمایند.

مرحله سوم: دمای خشک، دمای تر و دمای تابشی با استفاده از دماسنج‌های دیجیتالی و رطوبت نیز به وسیله دستگاه رطوبت‌سنج در محل اقامت دانشجویان (اتاق مربوط به هر دانشجو در خوابگاه) اندازه‌گیری گردید. دماسنج‌های مربوط به مدت ۳۰ دقیقه در محیط مورد نظر قرار داده شد تا با دمای محیط به تعادل برسد و سپس عدد مربوط به هر دماسنج و رطوبت‌سنج قرائت و ثبت گردید.

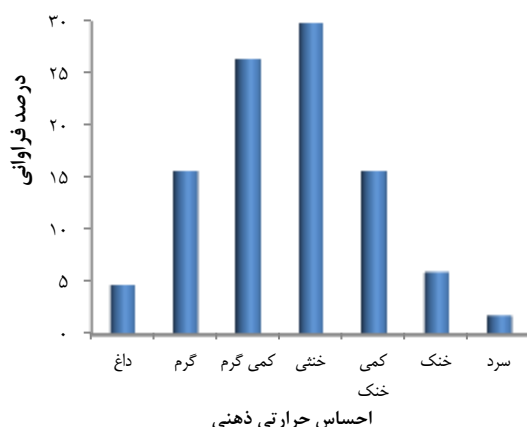
مرحله چهارم: مقدار شاخص PMV با استفاده از نرم‌افزار محاسبه شد. ابتدا با توجه به ویژگی‌های فردی همچون میزان متابولیسم، مقاومت حرارتی لباس و ویژگی‌های محیط پیرامون دانشجو مانند سرعت جریان هوا و دمای خشک و دمای تابشی، مقدار شاخص PMV محاسبه و تعیین گردید. به منظور مشخص کردن درصد افرادی که به لحاظ حرارتی احساس ناراحتی می‌کنند، پس از تعیین شاخص PMV، شاخص PPD نیز به دست آمد (۱۰). لازم به ذکر است که سرعت نسبی با استفاده از دستگاه آنومتر حرارتی اندازه‌گیری شد. با توجه به نوع پوششی که دانشجویان در خوابگاه به تن داشتند، مقاومت حرارتی لباس آنان تعیین گردید و میزان متابولیسم آن‌ها با توجه به نوع فعالیت آن‌ها، کار سبک و یکسان برای تمام دانشجویان در نظر گرفته شد و مقدار آن با استفاده از جداول مربوط به طبقه‌بندی میزان متابولیسم، ۷۰ وات بر مترمربع مشخص گردید (۱۱).

پس از تکمیل هر یک از پرسش‌نامه‌ها و جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر، ۱۶۷ نفر از دانشجویان پسر جهت ارزیابی آسایش حرارتی محیط خوابگاه علوم پزشکی اصفهان بررسی و با استاندارد ASHRAE مقایسه شدند. میانگین سنی نمونه‌ها، $21/10 \pm 2/10$ سال و میانگین قد و وزن آن‌ها به ترتیب $177/65 \pm 6/64$ سانتی‌متر و $73/07 \pm 11/39$ کیلوگرم بود.

استاندارد بود. ۷۷/۲ درصد رطوبت اندازه‌گیری شده در طیف رطوبت استاندارد قرار داشت. بنابراین، بر اساس یافته‌های به دست آمده، ۴۵/۴ درصد نارضایتی دانشجویان از شرایط محیطی با توجه به این مقادیر قابل درک می‌باشد. جدول ۲ مقایسه دمای خشک، دمای تر و رطوبت نسبی با استاندارد ASHRAE را نشان می‌دهد.



شکل ۱. درصد فراوانی احساس حرارتی ذهنی دانشجویان از درجه حرارت محیط

جدول ۳ ارتباط شاخص PMV با دمای خشک، دمای تر، دمای تابشی و احساس حرارتی ذهنی را نشان می‌دهد. طبق آزمون همبستگی Pearson، شاخص PMV با دمای خشک، دمای تر و دمای تابشی رابطه معنی‌دار و همبستگی مستقیمی داشت؛ در حالی که بین PMV و PPD رابطه معنی‌دار و همبستگی منفی مشاهده گردید. به بیان دیگر، با افزایش یا کاهش بیش از حد PMV، PPD کاهش یافت. در مطالعه حاضر، PMV با احساس حرارتی ذهنی دانشجویان رابطه معنی‌داری را نشان نداد.

۵۸/۷ درصد دانشجویان در مقطع کارشناسی، ۱۰/۷ درصد در مقطع کارشناسی ارشد و ۲۴ درصد در مقطع دکتری عمومی به تحصیل اشتغال داشتند. میانگین مقاومت حرارتی لباس دانشجویان که در خوابگاه به تن داشتند، ۰/۲۶ ± ۰/۰۳ کلو بود. به طور میانگین ۴۵/۵ درصد افراد از شرایط محیطی ناراضی بودند. میانگین شاخص‌های محیطی در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. میانگین شاخص‌های محیطی

شاخص‌های محیطی	میانگین ± انحراف معیار
دمای خشک (درجه سانتی‌گراد)	۲۰/۳۳ ± ۱/۶۷
دمای تر (درجه سانتی‌گراد)	۱۴/۹۷ ± ۱/۵۷
دمای تابشی (درجه سانتی‌گراد)	۲۳/۰۴ ± ۱/۷۸
رطوبت نسبی (درصد)	۵۶/۷۸ ± ۵/۲۵
سرعت نسبی (متر بر ثانیه)	۰/۰۹۹ ± ۰/۰۰۲
احساس حرارتی ذهنی (درجه سانتی‌گراد)	۰/۳۹ ± ۱/۳۱
PMV (درجه سانتی‌گراد)	-۱/۳۷ ± ۰/۵۹
PPD (درصد)	۴۵/۲۲ ± ۴/۹۱

PMV: Predicted mean vote; PPD: Predicted percentage dissatisfied

۹۵/۲ درصد PMV محاسبه شده در بازه کمتر از -۰/۵ درجه سانتی‌گراد بود و تنها ۴/۲ درصد در محدوده قابل قبول استاندارد ASHRAE قرار داشت. بر اساس شکل ۱، بیشترین احساس حرارتی ذهنی دانشجویان از درجه حرارت محیط اطراف خود به ترتیب در مقیاس خنثی و کمی گرم با مقادیر ۲۹/۹ و ۲۶/۳ درصد بود.

از آنجایی که پژوهش حاضر در فصل زمستان انجام شد، ۵۰/۳ درصد دمای خشک یا دمای هوا و ۵۱/۵ درصد دمای تابشی مورد اندازه‌گیری در بازه دمای استاندارد در فصل زمستان (۲۰-۲۳) درجه سانتی‌گراد قرار داشت. ۴۹/۷ و ۴۸/۵ درصد به ترتیب دمای خشک و تابشی بیشتر یا کمتر از بازه دمای

جدول ۲. مقایسه دمای خشک، دمای تر و رطوبت نسبی با استاندارد American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

شاخص	شاخص بهینه بر اساس استاندارد	بازه شاخص بهینه بر اساس استاندارد	درصد فراوانی شاخص‌های اندازه‌گیری شده	بازه شاخص اندازه‌گیری شده
دمای خشک (درجه سانتی‌گراد)	۲۲	۲۰-۲۳	کمتر و مساوی ۲۰ درجه سانتی‌گراد	۲۰-۲۳
دمای تابشی (درجه سانتی‌گراد)	۲۲	۲۰-۲۳	کمتر و مساوی ۲۰ درجه سانتی‌گراد	۲۰-۲۳
رطوبت نسبی (درصد)	۵۰	۴۰-۶۰	کمتر ۴۰	۴۰-۶۰

جدول ۳. ارتباط شاخص Predicted mean vote (PMV) با دمای

خشک، دمای تر، دمای تابشی و احساس حرارتی ذهنی

متغیر	ضریب همبستگی (r)	مقدار P
PPD	-۰/۹۷۸	< ۰/۰۰۱
دمای خشک	۰/۹۵۱	< ۰/۰۰۱
دمای تر	۰/۸۵۶	< ۰/۰۰۱
دمای تابشی	۰/۹۴۸	< ۰/۰۰۱
سرعت نسبی	-۰/۹۶۴	< ۰/۰۰۱
احساس حرارتی ذهنی	۰/۰۸۵	۰/۲۷۷

PPD: Predicted percentage dissatisfied

بحث

در پژوهش حاضر، بیشترین احساس حرارتی ذهنی دانشجویان در مقیاس خنثی به دست آمد که با نتایج مطالعه Gilani و همکاران (۱۲) همسو بود. آن‌ها گزارش نمودند که در مناطق دارای آب و هوای گرمسیری، سطح رطوبت بالا سبب گرایش افراد به سمت مقیاس مثبت احساس حرارتی در فصل تابستان می‌شود؛ در حالی که در فصل زمستان افراد اغلب به شرایط خنثی و پایدار تمایل پیدا می‌کنند. همچنین، بیان کردند که در آب و هوای گرمسیری، میزان اختلاف درصد پیش‌بینی PMV از احساس واقعی در فصل تابستان ۸ درصد کمتر از احساس واقعی و در فصل زمستان ۳۳ درصد بیشتر از احساس واقعی تخمین زده می‌شود. علت این اختلاف آن است که پیش‌بینی وضعیت حرارتی محیط با استفاده از مدل PMV در آب و هوای گرم کاربرد دارد. بنابراین، استفاده از مدل PMV در فصل زمستان، منجر به افزایش درصد اختلاف PMV با احساس واقعی می‌شود (۱۲) و به همین علت باید تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود (۱۲).

Indraganti بازه آسایش حرارتی مردم هند را ۳۲/۰۰-۲۶/۴۵ درجه سانتی‌گراد با میانگین ۲۹/۲۳ درجه سانتی‌گراد دمای خنثی تخمین زد. او بیان کرد، هرچند طبق استاندارد ASHRAE، بازه دمای استاندارد در محیط داخلی در تابستان ۲۶-۲۳ درجه سانتی‌گراد و در زمستان ۲۳-۲۰ درجه سانتی‌گراد برای تمامی مناطق آب و هوایی است، اما در نظر گرفتن احساس حرارتی مردم هند در شرایط دمایی مختلف، پیش‌بینی بهتری برای پاسخ حرارتی آنان می‌باشد (۱۳). Maiti در بررسی مدل حرارتی PMV برای پاسخ حرارتی مردم هند اذعان نمود که در پاسخ حرارتی انسان باید سایر شاخص‌ها مانند دمای پوست و دمای عمقی که در احساس حرارتی آنان تأثیرگذار است، نیز بررسی گردد (۵).

Kim و همکاران در بررسی تأثیر متغیرهای محیط داخلی بر احساس آسایش حرارتی افراد به این نتیجه رسید که PMV ارتباط معنی‌دار و همبستگی مثبتی با دمای هوا، میانگین دمای تابشی و رطوبت دارد (۱۴) که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت. آن‌ها دریافتند که PMV با سرعت جریان هوا همبستگی منفی دارد و سرعت جریان هوا یکی از شاخص‌های محیطی بسیار مؤثر در شاخص PMV محسوب می‌شود. همچنین، بین PMV و احساس حرارتی افراد نیز رابطه معنی‌دار و همبستگی مثبتی را گزارش نمودند؛ به طوری که شاخص آسایش حرارتی PMV برای انعکاس احساس آسایش حرارتی ذهنی اشخاص مناسب است (۱۴). Wang و همکاران همبستگی مناسبی را بین PMV و میانگین دمای تابشی در فصل خنک به دست آوردند (۱۵) که این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی داشت. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که PPD

همبستگی بسیار خوبی با PMV دارد و ضریب همبستگی آن نزدیک به عدد ۱ می‌باشد. همچنین، بیان نمودند که با تغییر در PMV و شاخص‌های مؤثر بر آن، می‌توان ۹۹ درصد در PPD تغییرات ایجاد کرد و به شرایط مناسب آسایش حرارتی دست یافت (۱۵).

نتایج تحقیق Oliveira و همکاران نشان داد که مدل PMV برای پیش‌بینی آسایش حرارتی کاربران برزیلی مناسب نیست (۱۶) که با یافته‌های بررسی حاضر مطابقت داشت. بر اساس مطالعات انجام شده، درجه حرارت محیط، سرعت و جهش وزش باد همراه با رطوبت نسبی و میانگین دمای تابشی، از جمله شاخص‌های بسیار مهمی هستند که هر یک بر عملکرد حرارتی ساختمان تأثیر می‌گذارند (۱۶). آسایش حرارتی به شاخص‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی و روانی بستگی دارد. Jang و همکاران اظهار داشتند، زمانی که دما در کابین‌های نیروی دریایی کره به ۲۳ درجه سانتی‌گراد می‌رسید، ۴ نفر از ۲۰ نفر خدمه در کابین‌ها از شرایط دمایی راضی نبودند. آن‌ها بیان کردند که اختلاف احساس افراد به دلیل تفاوت در ویژگی‌های لباس و فعالیت آن‌ها می‌باشد. در نتیجه، کابین‌های نیروی دریایی دمای بهینه متفاوتی دارند که در هر کشوری بسته به خصوصیات فعالیت و لباس هر فرد تعیین می‌شود (۱۷). در مطالعه دیگری عنوان شد که یکی از دلایل انحراف PMV از احساس واقعی، تعبیر اشتباه در مقادیر مورد انتظار متابولیسم در معادله PMV می‌باشد (۱۲).

احساس حرارتی به حس اشخاص در رابطه با سطح گرمی محیط مانند گرم، داغ، خنثی، خنک و... اشاره می‌کند و احساس آسایش، حس مستقیمی از دمای هوا نیست و احساس آسایش حرارتی، یکی از الزامات طراحی مهندسی سیستم‌های گرمایشی، تهویه و شرایط هوا برای تأمین رضایت افراد ساکن ساختمان‌ها یا سایر مکان‌ها از حرارت محیط می‌باشد. تحقیقات گزارش نموده‌اند که نگرش ثابت حرارتی معادله PMV به طور مؤثری سبب نقص آن در برآورد آسایش حرارتی می‌شود؛ چرا که شاخص‌های PMV و PPD، اثر سایر سازش‌ها همچون سازش فیزیولوژیکی، سازش روانی و تنظیم دمایی بدن افراد را در نظر نمی‌گیرد. سازش حرارتی مختص هر منطقه است و دمای بدن هر فردی متناسب با شرایط آب و هوای محلی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دمای سطح پوست و دمای عمقی بیان‌کننده سیستم تنظیم دمایی بدن می‌باشند و به یک اندازه آسایش حرارتی را تعیین می‌نمایند. در واقع، میانگین دمای پوست و دمای عمقی با دمای محیط سازش می‌یابند، اما این دو دما در محاسبات PMV در نظر گرفته نمی‌شود (۵) و همین امر سبب اختلاف بین شاخص PMV و احساس حرارتی افراد می‌گردد.

مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران با در نظر گرفتن شاخص‌های فردی و محیطی و استفاده از فرمول مرتبط با PMV و PPD، برای پیش‌بینی آسایش حرارتی اشخاص استفاده شده است. در واقع، ملاک پیش‌بینی و تعیین آسایش حرارتی اشخاص، محاسبه شاخص‌های PMV و PPD می‌باشد؛ در حالی که ملاک اصلی جهت تعیین آسایش حرارتی دانشجویان تحقیق حاضر علاوه بر شاخص PMV و PPD، استفاده از یک مقیاس هفت درجه‌ای بود که دانشجویان احساس ذهنی خود را از دمای محیط در این مقیاس بدون در نظر گرفتن عوامل فردی و محیطی مشخص می‌کردند.

به عبارت دیگر، دمای خشک، دمای تر، دمای تابشی، سرعت جریان هوا و شاخص‌های فردی همچون مقاومت لباس و نرخ متابولیسم، از جمله عوامل تأثیرگذار در محاسبه PMV می‌باشد (۱۸). شاید علت عدم رابطه بین PMV و احساس حرارتی ذهنی دانشجویان در مطالعه حاضر، یکسان در نظر گرفتن

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، شاخص PMV برای برآورد احساس حرارتی ذهنی افراد از محیط در فصل زمستان مناسب نبود. بنابراین، نمی‌توان از شاخص PMV برای برآورد احساس حرارتی ذهنی دانشجویان در فصل زمستان استفاده کرد. در نتیجه، نمی‌توان شرایط حرارتی محیط را طبق شاخص PMV طراحی نمود. از آنجایی که حدود نیمی از دمای خشک و دمای تابشی خارج از بازه دمای استاندارد ASHRAE قرار داشت و نیمی از دانشجویان از شرایط دمایی محیط ناراضی بودند، باید با اعمال تغییرات مناسب در سیستم تهویه و سیستم گرمایشی خوابگاه، دمای خشک و دمای تابشی در بازه دمایی استاندارد ASHRAE قرار گیرد تا تعداد بیشتری از افراد از شرایط حرارتی محیط راضی باشند و عملکرد آنان افزایش یابد.

پیشنهاد می‌گردد ارتباط شاخص PMV با احساس حرارتی ذهنی افراد در سایر فصول سال به ویژه فصل تابستان و در محیط‌های درونی و بیرونی بررسی شود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح پژوهشی با شماره ۱۹۵۱۸۰، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه که در اجرای این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

متابولیسم (فعالیت سبک) برای تمام دانشجویان و سرعت جریان هوای بسیار کم در تمامی اتاق‌های خوابگاه باشد. همچنین، میزان مقاومت لباس آن‌ها با توجه به نوع پوشش $0.035-0.020$ کلو بود. این عوامل به همراه سایر شاخص‌ها (دمای خشک، دمای تابشی، دمای تر و رطوبت نسبی) در معادله PMV قرار داده شد و مقدار آن محاسبه گردید و این نتیجه به دست آمد که $0.95/2$ درصد PMV محاسبه شده در بازه کمتر از $0.5-0$ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد. از طرف دیگر، محل اقامت دانشجویان، اتاق‌هایی با مساحت تقریبی $18-12$ مترمربع و دارای پنجره بود که به طور میانگین نسبت مساحت پنجره به مساحت کف 0.093 محاسبه شد و سیستم گرمایشی فن‌کوئل خوابگاه در فصل زمستان دارای کنترل مرکزی بود. به عبارت دیگر، در صورتی که فردی احساس گرما داشت، نمی‌توانست شرایط دمایی اتاق خود را به دلخواه تنظیم کند. بنابراین، سبب می‌شد که دانشجو در فصل زمستان احساس حرارتی در مقیاس مثبت داشته باشد؛ چرا که در این شرایط دمای سطح پوست و دمای عمقی بدن دانشجویان افزایش می‌یافت و آن‌ها با توجه به دمای بدن خود، احساس حرارتی ذهنی خود را بیان می‌کردند و دو شاخص دمای عمقی و دمای پوست مهم‌ترین نقش را در بیان احساس حرارتی ذهنی دانشجویان داشت؛ در حالی که دمای عمقی و دمای پوست در معادله PMV در نظر گرفته نمی‌شود و شاید این امر سبب گردید رابطه معنی‌داری بین شاخص PMV و احساس آسایش حرارتی وجود نداشته باشد.

References

- Jacquot CM, Schellen L, Kingma BR, van Baak MA, van Marken Lichtenbelt WD. Influence of thermophysiology on thermal behavior: The essentials of categorization. *Physiol Behav* 2014; 128: 180-7.
- Croitoru C, Nastase I, Bode F, Meslem A, Dogeanu A. Thermal comfort models for indoor spaces and vehicles-Current capabilities and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 44: 304-18.
- Simion M, Socaciu L, Unguresan P. Factors which influence the thermal comfort inside of vehicles. *Energy Procedia* 2016; 85: 472-80.
- Mendes A, Bonassi S, Aguiar L, Pereira C, Neves P, Silva S, et al. Indoor air quality and thermal comfort in elderly care centers. *Urban Clim* 2015; 14: 486-501.
- Maiti R. PMV model is insufficient to capture subjective thermal response from Indians. *Int J Ind Ergon* 2014; 44(3): 349-61.
- Olesen BW, Parsons KC. Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730. *Energy Build* 2002; 34(6): 537-48.
- Johansson E, Emmanuel R. The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *Int J Biometeorol* 2006; 51(2): 119-33.
- d'Ambrosio Alfano FR, Ianniello E, Palella BI. PMV-PPD and acceptability in naturally ventilated schools. *Build Environ* 2013; 67: 129-37.
- Wei S, Li M, Lin W, Sun Y. Parametric studies and evaluations of indoor thermal environment in wet season using a field survey and PMVPPD method. *Energy Build* 2010; 42(6): 799-806.
- Holmer I. Calculation of predicted mean vote (PMV), and predicted percentage dissatisfied (PPD) [Online]. [cited 2008]; Available from: URL: http://www.eat.lth.se/fileadmin/eat/Termisk_miljoe/PMV-PPD.html
- Golbabaie F, Omidvari M. Man & Thermal Environment. Tehran, Iran: University of Tehran Publications; 2009. p. 230-1. [In Persian].
- Gilani SH, Khan MH, Pao W. Thermal Comfort Analysis of PMV Model Prediction in Air Conditioned and Naturally Ventilated Buildings. *Energy Procedia* 2015; 75: 1373-9.
- Indraganti M. Thermal comfort in naturally ventilated apartments in summer: Findings from a field study in Hyderabad, India. *Appl Energy* 2010; 87(3): 866-83.
- Kim JH, Min YK, Kim B. Is the PMV index an indicator of human thermal comfort sensation. *International Journal of Smart Home* 2013; 7(1): 27-34.
- Wang X, Han F, Wei X, Wang X. Microstructure and photocatalytic activity of mesoporous TiO_2 film coated on an aluminum foam. *Mater Lett* 2010; 64(18): 1985-8.
- Oliveira RD, Souza RVG, Mairink AJ, Rizzi MT, Silva RM. Thermal Comfort for Users According to the Brazilian Housing Buildings Performance Standards. *Energy Procedia* 2015; 78: 2923-8.
- Jang MS, Koh CD, Moon IS. Review of thermal comfort design based on PMV/PPD in cabins of Korean maritime patrol vessels. *Build Environ* 2007; 42(1): 55-61.
- Ole Fanger P, Toftum J. Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Build Environ* 2002; 34(6): 533-6.

The Relationship between Predicted Mean Vote (PMV) Index and Mental Health Comfort among Boy Students in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Hossien Ebrahimi¹, Samira Barakat¹, Habibollah Dehghan², Sajad Sheikhdarani¹

Original Article

Abstract

Background: Thermal comfort is a mental concept that expresses the feeling of individual satisfaction from the thermal conditions of the environment. The present study aimed to determine the relationship between predicted mean vote (PMV) index and mental health comfort among boy students in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Methods: The descriptive-analytical study was done on 167 boy students in Isfahan University of Medical Sciences. Mental thermal sensation of students was determined in a 7-point scale, and their PMV was calculated as well. The collected data were analyzed using SPSS software.

Findings: The mean PMV index was -1.37 °C. The most mental thermal sensations of students were the neutral and slightly warm scale, with a frequency of 29.9% and 26.3%, respectively. PMV index had no significant relationship with the mental thermal sensation of students.

Conclusion: In this study, PMV index was not suitable for estimating people's thermal sensation of the environment in winter. By applying appropriate changes in dormitory ventilation and heating systems, more people would be satisfied of ambient temperature conditions.

Keywords: Discomfort, Heat stress, Comfort, Students, Metabolism

Citation: Ebrahimi H, Barakat S, Dehghan H, Sheikhdarani S. **The Relationship between Predicted Mean Vote (PMV) Index and Mental Health Comfort among Boy Students in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 285-90.

1- MSc Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Habibollah Dehghan, Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

واکاوی پدیدارشناسانه علل اعتیاد به شبکه‌های اجتماعی در دانش‌آموزان دبیرستانی شهر تهران

لیلا ترابی^۱، فریده عامری^۲، زهره خسروی^۳، شکوه سادات بنی‌جمالی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: استفاده گسترده و کنترل نشده از فضای مجازی، منجر به وابستگی و بروز مشکلات برای برخی از کاربران شده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی علل اعتیاد به شبکه‌های اجتماعی در نوجوانان بود.

روش‌ها: این مطالعه با بهره‌گیری از روش نظریه زمینه‌ای انجام شد. داده‌ها به کمک مصاحبه نیمه ساختار یافته با ۳۹ دانش‌آموز دبیرستانی (۱۴ پسر و ۲۵ دختر) جمع‌آوری گردید. داده‌ها با استفاده از روش Corbin و Strauss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که شامل کدگذاری باز، محوری و انتخابی بود.

یافته‌ها: یافته‌ها متشکل از ۴ مقوله اصلی (عوامل فردی، خانوادگی، اجتماعی و ویژگی‌های فضای مجازی) و ۱۷ مفهوم اولیه (ارتباط با دیگران، احساس تنهایی، اجتناب از مشکلات، کاهش هیجانات منفی، ویژگی‌های شخصیت، باورهای منفی، اختلالات روان‌شناختی، نقص در مهارت‌های زندگی، تفریح و سرگرمی، سبک فرزندپروری مستبدانه، غفلت، نقش همسالان، آسیب‌های اجتماعی، جذابیت، دسترسی آسان، گمنامی و انتقال سریع اطلاعات) بود.

نتیجه‌گیری: در کنار عوامل فردی، عوامل خانوادگی و اجتماعی نیز نقش مهمی در اعتیاد نوجوانان به شبکه‌های مجازی دارد. بنابراین، لازم است که روان‌شناسان تدابیر درمانی جامعی را اتخاذ نمایند تا علاوه بر درمان‌های فردی، بر اصلاح و بازسازی روابط درون خانواده متمرکز شوند.

واژه‌های کلیدی: پژوهش کیفی، رفتار اعتیادآور، شبکه‌های اجتماعی، دانش‌آموزان

ارجاع: ترابی، لایلا، عامری فریده، خسروی زهره، بنی‌جمالی شکوه سادات. واکاوی پدیدارشناسانه علل اعتیاد به شبکه‌های اجتماعی در دانش‌آموزان دبیرستانی شهر تهران. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۲۹۸-۲۹۱

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۴/۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۲

مقدمه

امروزه اینترنت فراگیرترین رسانه تأثیرگذار در جوامع محسوب می‌شود و ضرورت استفاده از آن در زندگی انسان غیر قابل انکار است. از جمله پیشرفت‌های اخیر در زمینه فن‌آوری‌های نوین رسانه‌ای، می‌توان به دسترسی گسترده افراد به شبکه‌های مجازی اشاره کرد که سبب شده است کاربران بدون محدودیت جغرافیایی و زمانی، با افراد دیگر در نقاط مختلف جهان ارتباط داشته باشند. به موازات استفاده بهینه و مناسب از فضای مجازی، استفاده گسترده و کنترل نشده از آن، منجر به شکل‌گیری آسیب‌ها و مشکلاتی در سطح فردی و اجتماعی شده و در حال حاضر، معضل اعتیاد به اینترنت (Internet addiction) نظر متخصصان و صاحب‌نظران را به خود جلب کرده است. Young معتقد است که اعتیاد به اینترنت شامل «اشتغال ذهنی مداوم با اینترنت، افکار راجعه‌ای درباره آن، احساس ناتوانی در برابر وسوسه، اشتغال مداوم با وجود مشکلات در جنبه‌های مختلف زندگی و وسوسه شدید برای استفاده از آن» می‌شود (۱).

جوانان و نوجوانان به دلیل علاقمندی زیاد به فضای مجازی، زمان بیشتری را صرف آن می‌نمایند (۲) و همین امر نگرانی‌ها در زمینه آسیب‌های ناشی از فضای مجازی را افزایش داده است. با شروع نوجوانی، مسایل چالش‌انگیزی در

زندگی فرد شکل می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به رشد و شکل‌گیری هویت فردی، دستیابی به استقلال و کاهش وابستگی، تصمیم‌گیری در زمینه مسایل تحصیلی و شغلی و هم‌رنگی با همسالان اشاره نمود (۳). این مسایل در افزایش میزان استرس و نگرانی نوجوانان تأثیرگذار است و اگر فردی نتواند سازگاری مناسبی با چنین چالش‌هایی داشته باشد، مشکلات و آسیب‌های روان‌شناختی قابل توجهی را تجربه خواهد کرد. استفاده از اینترنت برای این نوجوانان می‌تواند وسیله‌ای برای اجتناب یا رهایی از استرس‌های روانی باشد (۴). مشکلات روان‌شناختی مانند هیجانات منفی، ناپایداری هیجانی، اضطراب (۵)، افسردگی (۶)، استرس مداوم و پرخاشگری (۷) می‌تواند فرد را در جهت وابستگی به اینترنت سوق دهد.

نتایج پژوهش Doornwaard و همکاران نشان داد که پسران نوجوانی که بهزیستی روان‌شناختی کمتری دارند، در معرض خطر اعتیاد به شبکه‌های مجازی قرار دارند. آن‌ها به دلیل مشکلات روان‌شناختی، از فضای مجازی به عنوان یک مکانیسم مقابله‌ای یا شیوه‌ای برای کاهش مشکلات استفاده می‌نمایند (۸). Craig، بر این عقیده است که اعتماد به نفس پایین، با اعتیاد همبستگی دارد و افرادی که ارزیابی منفی از خودشان دارند، به منظور مقابله با

۱- دانشجوی دکتری، گروه روانشناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۳- استاد، گروه روان‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: لیلا ترابی

Email: l.torabian@yahoo.com

این مشکل خود، به اعتیاد روی می‌آورد (۹). نوجوانان معتاد به اینترنت اغلب افسردگی و عزت نفس پایینی را نشان می‌دهند (۱۰). در سنین نوجوانی به دلیل گرایش نوجوانان به دوستان و همسالان، نیاز به برقراری ارتباط با دیگران شدت می‌یابد و برای نوجوانانی که به دلیل احساس شرمساری و اعتماد به نفس پایین، قادر به برقراری روابط اجتماعی نیستند، شبکه‌های اجتماعی می‌تواند ابزاری برای برقراری ارتباط با دیگران قلمداد شود. آن‌ها به دلیل ترس از تعاملات واقعی و احساس بی‌کفایتی در تعاملات بین فردی، فضای مجازی را به عنوان یک محیط امن در نظر می‌گیرند (۱۱). این افراد به منظور جبران نیازهای اجتماعی خود، به سمت فعالیت‌ها و روابط مجازی می‌روند و در نهایت، به چنین روابطی وابسته می‌شوند و از رابطه با افراد در دنیای واقعی کناره‌گیری می‌نمایند و دچار انزوای اجتماعی بیشتری می‌شوند (۱۲).

اضطراب اجتماعی و ترس از برقراری ارتباط با دیگران می‌تواند افراد را به سمت وابستگی و اعتیاد به فضای مجازی سوق دهد (۱۳). نتایج مطالعات پیشین نشان داده است که خانواده نقش مهمی در اجتماعی شدن نوجوانان بر عهده دارد و کارکرد ضعیف خانواده و خشونت در خانواده، با اعتیاد نوجوانان به اینترنت همبستگی بالایی دارد (۱۴، ۱۵). Yen و همکاران با انجام پژوهشی به این نتیجه رسیدند که عدم نظارت و مقررات پایدار در خانواده، مشکلات نوجوانان را در زمینه استفاده از فضای مجازی افزایش می‌دهد (۱۶). آمارها نشان می‌دهد که میزان شیوع اعتیاد به اینترنت در بین دانش‌آموزان ایرانی ۳۹/۶ درصد می‌باشد (۱۷). با توجه به رشد فزاینده تعداد کاربران و سهولت دسترسی نوجوانان به فضای مجازی و همچنین، عدم آرایه آموزش‌های متناسب با سطح ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی، احتمال استفاده آسیب‌زای نوجوانان ایرانی از این فضا افزایش یافته است. اگرچه در زمینه اعتیاد به اینترنت و آسیب‌های ناشی از آن تحقیقاتی در سطح داخل و خارج از کشور انجام شده‌است، اما این مطالعات به شیوه کمی بوده‌اند و با توجه به این که در پژوهش‌های کیفی امکان واکاوی عمیق و هم‌زمان ابعاد مهم و متغیرهای تأثیرگذار وجود دارد، به نظر می‌رسد انجام چنین تحقیقاتی می‌تواند درک بهتری از مسأله مورد نظر را به همراه داشته باشد.

اعتیاد به شبکه‌های مجازی، مسأله‌ای چند وجهی و چند عاملی است که با روابط ساده خطی قابل تبیین نمی‌باشد. بنابراین، بررسی عوامل مؤثر و زمینه‌ساز و سیر زمانی شکل‌گیری آن از طریق مصاحبه و گفتگوی چهره به چهره با افرادی که تجربه واقعی اعتیاد به فضای مجازی را دارند، می‌تواند در فهم بهتر ریشه‌ها و علل شکل‌گیری این نوع از اعتیاد نقش مؤثری داشته باشد. بنابراین، در پژوهش حاضر سعی شد تا از طریق مصاحبه‌های عمیق، دیدگاه‌ها و تجارب دانش‌آموزان وابسته به فضای مجازی مورد کنکاش قرار گیرد و به این سؤال پاسخ داده شود که علل زیربنایی شکل‌گیری اعتیاد به شبکه‌های مجازی در بین نوجوانان ایرانی چیست؟

روش‌ها

این مطالعه از نوع کیفی بود. تحقیق کیفی روشی است که به منظور شناخت شرایط اجتماعی، مادی، تجارب، دیدگاه‌ها و تاریخچه زندگی انسان صورت می‌گیرد (۱۸). پژوهش کیفی حاضر با استفاده از روش نظریه زمینه‌ای (Grounded theory) صورت گرفت. نظریه زمینه‌ای روشی است که به بررسی و مشاهده منظم داده‌های کیفی مانند مصاحبه‌ها و یادداشت‌های

استخراج شده از مشاهده‌ها به منظور استخراج نظریه می‌پردازد (۱۹). این روش همسان با وضعیت معرفت‌شناختی سؤال مطالعه می‌باشد.

به منظور مطابقت با روش پژوهش، انتخاب نمونه بر مبنای ملاک‌های نمونه‌گیری هدفمند (Purposeful sampling) انجام گرفت. بدین منظور، ابتدا پژوهشگر به اداره آموزش و پرورش تهران مراجعه و مجوزهای لازم جهت اجرای تحقیق را کسب نمود. ضمن مراجعه پژوهشگر به مراکز مشاوره آموزش و پرورش و بعد از اطلاع از شرایط دانش‌آموزان مراجعه‌کننده به این مرکز، تعدادی از دانش‌آموزانی که به آن‌جا مراجعه کرده بودند، مشخص شدند و ضمن تماس تلفنی از آن‌ها درخواست شد که به آن‌جا مراجعه نمایند. پس از مراجعه و توجیه آن‌ها در زمینه اهداف پژوهش، پرسش‌نامه اعتیاد به اینترنت Young (Internet Addiction Test یا IAT) در اختیار آن‌ها قرار داده شد و ارزیابی اولیه از میزان و شدت استفاده آن‌ها از فضای مجازی صورت گرفت (۲۰). در نهایت، دانش‌آموزانی که معیارهای لازم جهت شرکت در مطالعه را داشتند، مورد مصاحبه قرار گرفتند.

ملاک‌های ورود به پژوهش شامل نوجوانان ۱۹-۱۵ ساله مشغول به تحصیل در دبیرستان و وقت‌گذرانی گسترده و کنترل نشده در شبکه‌های اجتماعی (تلگرام و اینستاگرام) بود که منجر به تعارضات خانوادگی و مشکلات تحصیلی برای آن‌ها شده بود. فرایند نمونه‌گیری تا رسیدن به احساس اشباع پژوهشگر ادامه یافت؛ بدین معنی که ورود افراد جدید به تحقیق، داده‌های چشمگیر جدیدی را به همراه نداشت. در نهایت، ۳۹ دانش‌آموز (۲۵ دختر، ۱۴ پسر) به صورت انفرادی مورد مصاحبه قرار گرفتند.

روش جمع‌آوری داده‌ها، مصاحبه نیمه ساختار یافته با پرسش‌های بازپاسخ بود. ابتدا پژوهشگر توضیحات لازم را به شرکت‌کنندگان در زمینه اهداف پژوهش ارائه نمود و ضمن اعتمادسازی، رضایت آن‌ها را در زمینه استفاده از ضبط صوت به دست آورد. ضمن این که در موارد مورد نیاز از گفتگوها یادداشت‌برداری صورت گرفت. به طور میانگین، زمان هر مصاحبه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه به طول انجامید. سؤالات مطالعه در جهت بررسی عوامل مؤثر در اعتیاد به اینترنت و عوامل تداوم‌بخش آن بود. یک مورد از سؤالات به عنوان نمونه چنین بوده است: «آیا احساس می‌کنید که چت کردن و سرگرم شدن در شبکه‌های اجتماعی می‌تواند به شما کمک کند که احساسات منفی شما کمتر شود؟ اگر چنین است، توضیح دهید». به منظور بررسی اعتبار صوری و محتوایی سؤالات تحقیق، سؤالات مصاحبه با نظر سه تن از استادان و متخصصان روان‌شناسی اصلاح و بازنگری گردید.

مقیاس IAT این پرسش‌نامه به صورت مقیاس لیکرت پنج درجه‌ای و دارای ۲۰ گویه می‌باشد که به منظور سنجش میزان و شدت استفاده از اینترنت بر پایه تجارب بالینی ساخته شده است (۲۱). میزان ضریب Cronbach's alpha این مقیاس در پژوهش کورکی و همکاران، ۰/۸۸ به دست آمد و پایایی خارجی آن بین ۰/۵۴ تا ۰/۸۲ در نوسان بود (۲۰).

برای بررسی مقبولیت یا قابلیت پذیرش (Credibility)، دیدگاه مشارکت‌کنندگان، متن مصاحبه‌ها و مفاهیم به دست آمده از آن به صورت تصادفی به تعدادی از نمونه‌ها برگردانده شد تا اطمینان حاصل شود که تفسیر نتایج مشابه نظر آن‌ها است. در مواردی که این مشابهت وجود نداشت، برای رفع ابهام دوباره از فرد سؤالاتی پرسیده شد و مراحل پیاده کردن مصاحبه و کدگذاری مجدد انجام و نتایج نهایی دوباره به فرد مورد نظر ارائه گردید. از

درس‌ها به دفعه سنگین شده بود و استرس درس‌ها و ترسی که معلما در مورد درس‌ها به وجود می‌آورد آدم رو اذیت می‌کنه، ولی حرف زدن تو تلگرام باعث فرار از مشکلات مدرسه می‌شه. من جدیداً دارم به این نتیجه می‌رسم که چت کردن تو تلگرام وسیله‌ای برای فرار از درس و این همه اضطراب هست».

کاهش هیجانات منفی: زمانی که ناراحت هستم، بیشتر دوست دارم برم سراغ تلگرام؛ چون باعث کاهش احساس ناراحتی می‌شه. مثل یک مسکن برام عمل می‌کنه. وقتی که تو تلگرام چت می‌کنم، در مورد هر چیزی که ناراحت باشم فراموش می‌کنم».

ویژگی‌های شخصیت: ویژگی‌های شخصیت افراد می‌تواند در گرایش افراد به فضای مجازی تأثیرگذار باشد.

۱- درون‌گرایی - برون‌گرایی: افراد درون‌گرا تمایل کمتری به برقراری ارتباط با دیگران نشان می‌دهند، آن‌ها انزواطلب هستند و به همین دلیل ارتباطات مجازی برای آن‌ها خوشایندتر از روابط اضطراب‌آور دنیای واقعی می‌باشد. «من کلاً آدم خجالتی هستم و نمی‌تونم رو در رو صحبت کنم؛ برای همین هم ارتباط مجازی رو راحت‌تر می‌دونم». از سوی دیگر، افراد برون‌گرا تمایل بیشتری به ارتباط با دیگران نشان می‌دهند و شبکه‌های مجازی را به امید یافتن دوستان جدید جستجو می‌نمایند. «من ارتباط اجتماعی زیادی دارم و زود آشنا می‌شم. خیلی زود با دیگران می‌جوشم».

۲- تجربه‌گرایی: «من دوست دارم همه چیز رو خودم تجربه کنم، هرچند که گاهی بدش ناراحت می‌شم».

۳- خودکنترلی ضعیف و تکانشگری: یکی از ویژگی‌های این افراد، کنترل ضعیف بر رفتارشان است. «من تو خوردن هم نمی‌تونم خودم رو کنترل کنم و پرخوری می‌کنم. با این که سیرم، ولی باز هم می‌خورم. انگار که کنترلی توی کارام ندارم».

۴- شخصیت خودمحور: «بعضی وقت‌ها خانواده‌ام نسبت به کارهای من اضطراب نشون می‌دن و می‌گن که نباید فلان کار رو انجام بدی، ولی من اهمیت نمی‌دم... من لجبازم و دقیقاً همون کار رو انجام می‌دم. کلاً خیلی مقررات را دوست ندارم؛ مثلاً سر کلاس یک کاری را انجام دادم که کل جو کلاس به هم ریخت».

۵- خلق و خو: خلق پایین و افسرده، از جمله ویژگی‌هایی است که توسط شرکت‌کنندگان مطرح گردید. «من بیشتر اوقات تو خودم هستم. حوصله ندارم. همش تنها هستم. با آهنگ و موسیقی غمگین خودم رو آرام می‌کنم. از بچگی این حالت را داشتم».

باورهای منفی: «احساس می‌کنم تو فضای مجازی واقعاً برایم ارزش قایل هستن، حالا هرچند که صداقت هم نداشته باشن. من خیلی زود تأثیرپذیرم از دوستانم، ضعیف هستم، زود کم میارم، احساس می‌کنم خیلی بی‌اراده و ضعیفم که نمی‌تونم جلوی خودمو بگیرم که کمتر استفاده کنم، احساس شکست می‌کنم».

اختلالات روان‌شناختی: تجربه اختلالات روان‌شناختی مانند افسردگی، اضطراب، نقص توجه و بیش‌فعالی توسط شرکت‌کنندگان مطرح شد.

۱- اختلال افسردگی: «بی‌انگیزه بودم و ناامید، دوست داشتم که نباشم و دوست داشتم خودم رو از بین ببرم. تو فکر خودکشی بودم، تو فکرش بودم، ولی نمی‌تونستم عملیش کنم، ولی دوست داشتم خودم رو از بین ببرم. الان هنوزم فکرهایی مدام به ذهنم میاد که مدام می‌خوام گذشتهم را فراموش کنم، اما واقعاً نمی‌تونم. فکرهای عجیب و غریب دارم. دوست دارم که نباشم».

روش بررسی قابلیت اطمینان (Dependability) نیز استفاده شد که بدین منظور متن خام مصاحبه‌ها به دو متخصص پژوهشگر کیفی ارایه گردید و آن‌ها با توجه به برداشت خود کدگذاری‌هایی را انجام دادند. سپس با مقایسه کدهای محقق و آن‌ها در مواردی که عدم هماهنگی وجود داشت، سعی شد تا نظرات به هم نزدیک گردد. به منظور افزایش اعتبار پژوهش، از روش مثلث‌سازی (Triangulation) استفاده شد و جمع‌آوری داده‌ها از سه منبع مختلف صورت پذیرفت. بدین منظور، مصاحبه‌ای با والدین و روان‌شناسان در زمینه عوامل زمینه‌ساز و تداوم‌بخش اعتیاد نوجوانان به اینترنت صورت گرفت. این اقدام تنها به منظور تأیید و افزایش اعتبار نتایج تحقیق بود.

به منظور تحلیل داده‌ها، از روش Strauss و Corbin استفاده گردید. بدین منظور، اطلاعات به دست‌آمده از مصاحبه روی کاغذ پیاده‌سازی شد. متن مصاحبه‌ها به صورت مکرر مطالعه شد تا درک کلی به دست آید. سپس متن حاصل از مصاحبه خلاصه گردید و به هر جمله مفهومی اختصاص یافت (به این مرحله در اصطلاح کدگذاری باز گفته می‌شود). بعد از استخراج تمام مفاهیم اولیه، داده‌های حاصل از کدگذاری باز با یکدیگر مقایسه شد و کدهای مشابه در یک طبقه قرار گرفت (کدگذاری محوری) و در مرحله سوم طبقه‌ای که در مرحله کدگذاری محوری به دست آمده بود، به یک طبقه مرکزی یا اصلی مرتبط گردید.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش شامل چهار مقوله اصلی (عوامل فردی، خانوادگی، اجتماعی و ویژگی‌های فضای مجازی) و ۱۷ مفهوم اولیه (ارتباط با دیگران، احساس تنهایی، اجتناب از مشکلات، کاهش هیجانات منفی، ویژگی‌های شخصیت، باورهای منفی، اختلالات روان‌شناختی، نقص در مهارت‌های زندگی، تفریح و سرگرمی، سبک فرزندپروری مستبدانه، غفلت، نقش همسالان، آسیب‌های اجتماعی، جذابیت، دسترسی آسان، گمنامی، انتقال سریع اطلاعات) بود. لازم به ذکر است که برخی از مفاهیم شامل خرده مفاهیم می‌شود که در ادامه به همراه نمونه‌ای از اظهارات شرکت‌کنندگان گزارش شده است.

عوامل فردی

این عوامل شامل ۹ مفهوم «ارتباط با دیگران، احساس تنهایی، اجتناب از مشکلات، کاهش احساسات منفی، ویژگی‌های شخصیت، باورهای منفی، اختلالات روان‌شناختی، نقص در مهارت‌های زندگی، تفریح و سرگرمی» بود.

ارتباط با دیگران: دانش‌آموزان عنوان کردند که برقراری ارتباط با دیگران یکی از دلایل اصلی آن‌ها برای استفاده از شبکه‌های اجتماعی می‌باشد. «دوستانی که قبلاً با آن‌ها ارتباط داشتم و الان از من دور هستن، من مدام با اون‌ها چت می‌کنم و همین شاید عاملی باشه که من بیشتر تو این فضا باشم».

احساس تنهایی: در واقع این احساس فقط ناشی از عدم حضور فیزیکی دیگران نمی‌باشد، بلکه احساسی درونی است که آن‌ها را به سمت فضای مجازی سوق می‌دهد. «چون تو خونه احساس تنهایی زیادی دارم، از شبکه‌های اجتماعی زیاد استفاده می‌کنم... با این که مادرم شاغل نیست و همیشه خونه هست، ولی بازم خیلی حس تنهایی دارم».

اجتناب از مشکلات زندگی: شرکت‌کنندگان اظهار نمودند که فضای مجازی، استرس مربوط به مشکلات زندگی خانوادگی و تحصیلی را به صورت مقطعی کاهش می‌دهد. «خب من ترس و مشکلاتی در درس‌ها داشتم و

۲- اضطراب اجتماعی: این افراد ترس شدیدی از حضور در جمع غریبه نشان می‌دهند. بنابراین، روابط مجازی را به عنوان رابط‌های امن و بدون خطر ارزیابی و قضاوت در نظر می‌گیرند. «ترس از برخورد با افراد غریبه و دیده شدن تو جمع خیلی داشتم. اصلاً دوست نداشتم مدرسه بیام. ترس از جمع داشتم و این ترس هنوزم خیلی در من شدید. ترس از دیده شدن از وقتی که افسردگی گرفتم شدیدتر هم شد».

۳- اضطراب فراگیر: «ترسی که همیشه دارم این هست که بخوام از خانواده‌ام جدا بشم. مثلاً خواهرم می‌ره دانشگاه تا برگردم همش نگرانم که طوری نشه یا همش نگرانم مبادا پدر و مادرم که می‌خوان دیگه بیدار نشن. ترس‌های این جوری خیلی دارم».

۴- نقص توجه و بیش‌فعالی: «من از بچگی بیش‌فعال بودم و دکتر هم رفتم، گفتن بیش‌فعال... همیشه مشکل تمرکز دارم. از اول هم داشتم. مدرسه می‌گفتن تو بی‌دقتی، ولی اول دبستان یادمه نمی‌تونستم بشینم پای درسام».

ه. نقص در مهارت‌های زندگی: نقص در مهارت‌های زندگی این افراد در دو حوزه مهارت‌های اجتماعی و حل مسئله مشهود است.

مهارت‌های اجتماعی: ویژگی افرادی که مهارت‌های اجتماعی ضعیفی دارند، احساس عدم جذابیت در روابط بین فردی و مهارت‌های کلامی ناپسندیده است. «من می‌دیدم که در ارتباطات ضعیف هستم و کسی جذب من نمی‌شود. احساس می‌کردم همه از من دوری می‌کنن، نمی‌تونستم با جمع جور بشم، خیلی اجتماعی نبودم. با این که خودم دوست داشتم که تو جمع باشم؛ چون مهارت اجتماعی نداشتم، فضای مجازی خیلی به من کمک کرد و تونستم تو برقراری ارتباط با دیگران متبحرتر بشم».

حل مسئله: شرکت‌کنندگان اظهار کردند که تلاشی در جهت حل مشکلات ندارند و اغلب مشکلات را حل نشده رها می‌کنند. «اگر با مشکلی روبه‌رو بشم، سرسری رد می‌شم. سعی نمی‌کنم در موردش فکر و برنامه‌ریزی کنم. معمولاً مشکلات و مسایل حل نشده باقی می‌مونه؛ چون برام مهم نیست... اهمیتی برام نداره».

سرگرمی و تفریح: «بودن تو شبکه‌های مجازی بزرگ‌ترین سرگرمی برای من هست. برای وقت‌گذرانی و تفریح ازش استفاده می‌کنم، همین که من رو سرگرم می‌کنه، باعث می‌شه که براش خیلی وقت بذارم. با تلگرام چت می‌کنم. تو اینستا می‌گردم از بیکاری درمیان».

عوامل خانوادگی

این عوامل شامل دو مفهوم سبک فرزندپروری مستبدانه و بی‌توجهی یا غفلت می‌شود.

سبک فرزندپروری مستبدانه: این والدین کنترل شدیدی را بر فرزندان اعمال می‌نمایند، آزادی فرزندان را محدود می‌کنند. آن‌ها تحمل شنیدن نظرات مخالف را ندارند و روابطشان با فرزندان سطحی و فاقد گرمی و پذیرش است. آن‌ها توقعات و انتظاراتی دارند که متناسب با توانایی فرزندان نیست و این امر موجب ناراضی فرزندان می‌شود.

۱- کنترل و نظارت شدید: «من از این همه کنترل کردن خسته‌ام و اصلاً راضی نیستم. مثلاً برای رفتن باشگاه دوست دارم که بازم منو برسونه و آزادی منو محدود کنه. مثلاً حتی برای تولدم می‌خواستم با دوستام دربند برم، ولی مادرم می‌گفت خطرناکه نه نمی‌شه. من دوست دارم آزاد باشم. از نظر من این اضطراب‌ها بی‌دلیل هست. بچه هم که بودم نمی‌داشتن روی پای خودم وایستم».

مثلاً حتی می‌گفتن می‌افتنی دستمونو می‌گرفتن. مدام کنترلمون می‌کنن... کنترلی که به نفع ما نیست».

۲- واکنش منفی نسبت به اشتباهات فرزندان: «با مادرم و پدرم صحبت نمی‌کنم. تو خونه با هیچ کدوم راحت نیستم؛ چون من رو درک نمی‌کنن اصلاً... با آدم داد می‌زنن و دعوا می‌کنن و گاهی کتکم می‌زنن و پدرم هم فحش می‌ده، وقتی اشتباه می‌کنم. مامانم همش می‌گه تو نباید اشتباه کنی و وقتی اشتباه می‌کنم، خیلی عصبانی می‌شن و می‌گن که من نباید اشتباه کنم».

۳- صمیمیت اندک: «در واقع من محبتی که از اعضای خانواده‌ام به دست نیآوردم رو تو شبکه‌های مجازی جستجو می‌کنم. این که وقتی پیام می‌ذارم، دیگران منو لایک می‌کنن، در واقع نشانه محبت اون‌ها به من هست؛ در حالی که تو خانواده‌ام اینطور نیست. دوست داشتم به من نزدیک‌تر بودن تا من درد دلم را تو فضای مجازی نکنم و اسرارم را لازم نباشه به دوستام بگم».

۴- سرزنش و مقایسه: «پدرم خیلی سرزنشگر هست، مقایسه هم زیاد می‌کنه. کلاً مادر و پدرم زیاد مقایسه می‌کردن و همین کارهای اون‌ها باعث شد که من فکر کنم که نمی‌تونم کاری رو درست انجام بدم».

۵- توقعات سطح بالا: «خانواده‌ام مشکلاتم را درک نمی‌کنن و مادرم به جز مسایل درسی به مسایل دیگه اهمیت نمی‌ده. مثلاً فوتبال را یک تفریح می‌دونه، ولی من یک هدف می‌بینم و همین من رو عصبانی می‌کنه. گاهی به قدری عصبی می‌شم که کناره‌گیر می‌شم و حوصله اطرافیان رو ندارم. احساس می‌کنم بیشتر از توان من انتظار دارن، این منو اذیت می‌کنه. مدام درباره عقب‌موندگی من تو درسام بحث می‌کنن».

بی‌توجهی و غفلت: در این خانواده‌ها، مقررات و قوانین بازدارنده توسط والدین تنظیم نمی‌شود و یا والدین نسبت به نقض این قوانین برخورد سهل‌گیرانه‌ای نشان می‌دهند. «کسی در خانه به کار من کاری نداره و کنترلی روی کارهای من انجام نمی‌ده. من تا هر ساعتی که بخوام بیدارم یا تو اینترنت هستم و کسی درباره استفاده من از اینترنت به من چیزی نمی‌گه. تو خونه ما کسی به کسی کاری نداره».

عوامل اجتماعی

این عوامل شامل دو مفهوم نقش همسالان و آسیب‌های اجتماعی می‌شود. **نقش دوستان و همسالان:** «دوستام به من فشار میارن برای داشتن شبکه‌های مجازی؛ چون مادرم به من اجازه نمی‌داد که شبکه‌های اجتماعی را داشته باشم. منم خیلی دوست داشتم که داشته باشم و واقعاً الآن دیگه همه این شبکه‌ها را دارن».

آسیب‌های اجتماعی: «در مورد بیرون رفتن و استفاده از اینترنت با خانواده‌ام اختلاف نظر دارم. من معتقدم که دختر و پسر فرقی نداره و دختر هم می‌تونه بیرون بره، ولی اون‌ها مخالفن و می‌گن فرق داره؛ در حالی که برادرم کاملاً آزاد هست که بیرون بره. خب وقتی اون می‌تونه بیرون بره، ولی من نه. چاره‌ای جز سرگرم کردن خودم تو فضای مجازی ندارم. اگه می‌داشتن منم بیرون برم که این همه وقت صرف تلگرام و اینستا نمی‌کردم. پدرم به خاطر پسرهای ناراحت و می‌گه جامعه ناامنه و ممکنه پسرهای اذیت کنن».

ویژگی‌های فضای مجازی

این عوامل شامل مفاهیم جذابیت فضای مجازی، دسترسی آسان، گمنامی و عدم محدودیت و انتقال سریع اطلاعات می‌شود.

جذابیت فضای مجازی: «حرف زدن و جذابیت این فضا برای من جالب

تو دنیای واقعی همه ضعف دارن، ولی اون جا می‌تونن خودشونو خیلی خوب نشون بدن».

انتقال سریع اطلاعات و به‌روز بودن: «اطلاعات با فضای مجازی خیلی سریع‌تر منتقل می‌شه نسبت به دنیای واقعی. مثلاً آگاهی از مسایل روزمره مدرسه که خودش باعث می‌شه ساعت‌ها سرگرم بشم. بخش زیادی از حضور من تو شبکه‌های مجازی صرف جمع کردن اطلاعات می‌شه. باعث می‌شه آدم به‌روز باشه و اطلاعات را خیلی سریع دریافت کنه». مفاهیم و مقولات مطرح شده توسط دانش‌آموزان در جدول ۱ ارائه شده است.

هست. مثلاً توی پیج‌های افراد به دنبال عکس‌ها و مطالب اون‌ها می‌گردم. عکس‌های افراد برام جذاب هست».

دسترسی آسان: «من می‌دونم که دسترسی به اینترنت آسونه و از همه این کلاس‌هایی که همه اصرار دارن برم، دم دست‌تره؛ برای همین هم بهتر از بقیه هست». *گمنامی و عدم محدودیت:* «آدم خیلی چیزها رو می‌فهمه دیگه... چون فضا مجازی به رک و راست حرف‌اشونو می‌زنن. خب طرف مطمئن هست که رو در رو نیست که شرم و خجالت بکشه. به نظرم آدم‌ها تو فضای مجازی فرد دیگه‌ای هستن و ظاهرشون با باطنشون فرق داره. تو دنیای واقعی همه ضعیف‌تر هستن».

جدول ۱. مقولات اصلی و مفاهیم اولیه مطرح شده توسط دانش‌آموزان

مقولات اصلی	مفاهیم اولیه	خرده مفاهیم
عوامل فردی	ارتباط با دیگران احساس تنهایی اجتناب از مشکلات کاهش هیجانات منفی ویژگی‌های شخصیت	درون‌گرایی - برون‌گرایی تجربه‌گرایی خودکنترلی ضعیف شخصیت خودمحور خلق و خو
	باورهای منفی اختلالات روان‌شناختی	افسردگی اضطراب اجتماعی اضطراب فراگیر نقص توجه و بیش‌فعالی مهارت‌های اجتماعی حل مسأله
عوامل خانوادگی	نقص در مهارت‌های زندگی سرگرمی و تفریح فرزندپروری مستبدانه	کنترل و نظارت شدید واکنش منفی نسبت به اشتباهات فرزندان صمیمیت اندک سرزنش و مقایسه انتظارات سطح بالا
عوامل اجتماعی	غفلت و بی‌توجهی نقش همسالان آسیب‌های اجتماعی جذابیت دسترسی آسان گمنامی انتقال سریع اطلاعات	
ویژگی‌های فضای مجازی		

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ارتباط با دیگران و احساس تنهایی، از جمله عواملی است که در اعتیاد نوجوانان به شبکه‌های اجتماعی نقش دارد. نتایج مطالعات Floros و Siomos (۲۱) و Pervushin (۲۲) به ترتیب نقش هر یک از عوامل مطرح شده را تأیید نموده است.

بر اساس نتایج به دست آمده، برون‌گرایی و تجربه‌گرایی در اعتیاد نوجوانان به شبکه‌های اجتماعی نقش مهمی دارد. این نتیجه با یافته‌های تحقیقات عزیززی و همکاران (۲۳) و Ozturk و همکاران (۲۴) همسو می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دانش‌آموزان درون‌گرا، تمایل زیادی به ارتباطات مجازی نشان می‌دهند که با نتایج مطالعه Kuss و Griffiths (۲۵) همخوانی داشت. به نظر می‌رسد که افراد درون‌گرا به دلیل نداشتن روابط بین فردی مناسب، سعی می‌کنند که نیازهای اجتماعی‌شان را از طریق شبکه‌های اجتماعی ارضا نمایند. یافته‌های بررسی حاضر حاکی از آن بود که این نوجوانان خودکنترلی ضعیفی دارند و این نتیجه با یافته‌های پژوهش Chak و Leung (۲۶) مشابهت داشت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سبک فرزندپروری مستبدانه و بی‌توجهی والدین به فرزندان، در اعتیاد نوجوانان به اینترنت نقش دارد که با نتایج مطالعه زمانی و عابدینی (۲۷) مطابقت دارد.

بر اساس یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر، برخی از نوجوانان وابسته به اینترنت، در تاریخچه زندگی خود سابقه اختلالات روان‌شناختی همچون افسردگی، اضطراب و بیش‌فعالی را نشان می‌دهند که با نتایج بررسی موسی و واحدی (۲۸) همسو می‌باشد. همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نوجوانان به منظور کاهش استرس و احساسات منفی به شبکه‌های مجازی پناه می‌برند که این یافته در مطالعه Mai و همکاران (۲۹) تأیید گردید. نتایج

بررسی حاضر حاکی از آن بود که این دانش‌آموزان مهارت حل مسأله ضعیفی دارند و از مواجهه با مشکلات تحصیلی و مسایل زندگی واقعی اجتناب می‌نمایند که این یافته با نتایج پژوهش Tang و همکاران (۳۰) همخوانی داشت.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که علاوه بر عوامل فردی مانند ویژگی‌های شخصیت، باورهای منفی و اختلالات روان‌شناختی، سبک فرزندپروری و عوامل اجتماعی نیز در وابستگی نوجوانان به شبکه‌های مجازی تأثیرگذار می‌باشد. بنابراین، انجام اقدامات پیشگیرانه مانند آموزش دانش‌آموزان و والدین در زمینه آسیب‌های ناشی از فضای مجازی و نحوه استفاده بهینه از آن و آگاه‌سازی والدین در زمینه اختلالات روان‌شناختی و شیوه‌های فرزندپروری، ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، لازم است که متخصصان حوزه سلامت و روان‌شناسان، تدابیر درمانی جامعی را اتخاذ نمایند که علاوه بر درمان‌های فردی، بر اصلاح و بازسازی روابط درون خانواده تمرکز شود. پیشنهاد می‌گردد که یافته‌های مطالعه حاضر از طریق روش‌های کمی و آزمایشی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی با شماره ۹۷/۱۷/۱۵۵، مصوب دانشگاه الزهرا (س) می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از تمام دانش‌آموزان شرکت‌کننده و مراکز مشاوره آموزش و پرورش، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

- Young KS. Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder. *Cyberpsychol Behav* 1998; 1(3): 237-44.
- Widyanto L, McMurrin M. The psychometric properties of the internet addiction test. *Cyberpsychol Behav* 2004; 7(4): 443-50.
- Akar F. Purposes, causes and consequences of excessive internet use among Turkish adolescents. *Eurasian Journal of Educational Research* 2015; 60: 35-56.
- Kaess M, Durkee T, Brunner R, Carli V, Parzer P, Wasserman C, et al. Pathological internet use among European adolescents: Psychopathology and self-destructive behaviours. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2014; 23(11): 1093-102.
- Azher M, Khan RB, Salim M, Bilal M, Hussain A, Haseeb M. The relationship between internet addiction and anxiety among students of University of Sargodha. *Int J Humanit Soc Sci* 2014; 4(1): 35-56.
- Akin A, Iskender M. Internet addiction and depression, anxiety and stress. *International Online Journal of Educational Sciences* 2011; 3(1): 138-48.
- Livsey BK. Self-concept and online social networking in young adolescents: Implications for school counselors [MSc Thesis]. Austin, TX: The University of Texas at Austin; 2013.
- Doornwaard SM, van den Eijnden RJ, Baams L, Vanwesenbeeck I, ter Bogt TF. Lower psychological well-being and excessive sexual interest predict symptoms of compulsive use of sexually explicit internet material among adolescent boys. *J Youth Adolesc* 2016; 45(1): 73-84.
- Craig RJ. The role of personality in understanding substance abuse. *Alcohol Treat Q* 1995; 13(1): 17-27.
- Zadra S, Bischof G, Besser B, Bischof A, Meyer C, John U, et al. The association between Internet addiction and personality disorders in a general population-based sample. *J Behav Addict* 2016; 5(4): 691-9.
- Schimmenti A, Passanisi A, Gervasi AM, Manzella S, Fama FI. Insecure attachment attitudes in the onset of problematic Internet use among late adolescents. *Child Psychiatry Hum Dev* 2014; 45(5): 588-95.
- Kardefelt-Winther D. A conceptual and methodological critique of internet addiction research: Towards a model of compensatory internet use. *Comput Human Behav* 2014; 31: 351-4.
- Young KS, de Abreu CN. *Internet Addiction: A Handbook and guide to evaluation and treatment*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2010.
- Isfahani NN. The predictive role of the family internal factors in tendency of the adolescent girls to Internet addiction. *J Educ Manag* 2013; 3: 390-3.

15. Tserkovnikova NG, Shchipanova DY, Uskova BA, Puzyrev VV, Fedotovskih O. Psychological aspects of internet addiction of teenagers. *Int J Environ Sci Educ* 2016; 11(16): 8846-57.
16. Yen JY, Yen CF, Chen CS, Wang PW, Chang YH, Ko CH. Social anxiety in online and real-life interaction and their associated factors. *Cyberpsychol Behav Soc Netw* 2012; 15(1): 7-12.
17. Gholamian B, Shahnazi H, Hassanzadeh A. The prevalence of internet addiction and its association with depression, anxiety, and stress, among high-school students. *Int J Pediatr* 2017; 5(4): 4763-70.
18. Ritchie J, Lewis J. *Qualitative research practice: A guide for social science students and researchers*. Thousand Oaks, CA: SAGE; 2003.
19. Tracy SJ. *Qualitative research methods: Collecting evidence, crafting analysis, communicating impact*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2012.
20. Kooraki M, Yazdkhasti F, Ebrahimi A, Oreizi HR. Effectiveness of psychodrama in improving social skills and reducing internet addiction in female students. *Iran J Psychiatry Clin Psychol* 2012; 17(4): 279-88.
21. Floros G, Siomos K. The relationship between optimal parenting, Internet addiction and motives for social networking in adolescence. *Psychiatry Res* 2013; 209(3): 529-34.
22. Pervushin N. Internet as a new space for life: Phenomenological view. *Procedia Soc Behav Sci* 2015; 190: 227-33.
23. Azizi A, Esmali S, Esmali M, Peyda N. Internet addiction in adolescents with HEXACO personality trait- a correlational study. *Journal of Nursing Education* 2015; 4(2): 68-77. [In Persian].
24. Ozturk C, Bektas M, Ayar D, Ozguven OB, Yagci D. Association of personality traits and risk of internet addiction in adolescents. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci)* 2015; 9(2): 120-4.
25. Kuss DJ, Griffiths MD. Online social networking and addiction-a review of the psychological literature. *Int J Environ Res Public Health* 2011; 8(9): 3528-52.
26. Chak K, Leung L. Shyness and locus of control as predictors of internet addiction and internet use. *Cyberpsychol Behav* 2004; 7(5): 559-70.
27. Zamani B, Abedini Y. Structural model of effect of parenting styles and computer games addiction on academic achievement in male students. *New Educational Approaches* 2013; 8(2): 133-56. [In Persian].
28. Musa MA, Vahedi M. Study of the relationship between internet addiction and anxiety: Determination of the extent of internet addiction and anxiety among Iranian students. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 2014; 4(2): 201-9. [In Persian].
29. Mai Y, Hu J, Yan Z, Zhen S, Wang S, Zhang W. Structure and function of maladaptive cognitions in Pathological Internet Use among Chinese adolescents. *Comput Human Behav* 2012; 28(6): 2376-86.
30. Tang J, Yu Y, Du Y, Ma Y, Zhang D, Wang J. Prevalence of internet addiction and its association with stressful life events and psychological symptoms among adolescent internet users. *Addict Behav* 2014; 39(3): 744-7.

Phenomenological Investigation of the Causes of Addiction to Social Networking among High School Students in Tehran City, Iran

Leila Torabian¹, Farideh Ameri², Zohreh Khosravi³, Shokooh Sadat Banijamali²

Original Article

Abstract

Background: The widespread and uncontrolled use of Cyberspace has led to dependency and some problems for some users. The purpose of this study was to investigate the causes of addiction to social networks among the adolescents.

Methods: This study was done using the grounded theory method. The data were collected from 39 high school students (14 boy and 25 girl students) using unstructured interviews. The method of Strauss and Corbin, which consists of open, axial, and selective coding, was used for data analysis.

Findings: Research findings included 4 main categories (individual, family, social factors, and cyberspace features), and 17 primary concepts (connecting with others, loneliness, avoid from problems, reduce negative emotions, personality features, negative beliefs, psychological disorders, life-skills deficits, entertainment, authoritarian parenting, neglect, the role of peers, social damages, attractiveness, easy access, anonymity, and information transfer speed).

Conclusion: The results revealed that along with personal factors, family and social factors affect social networks addiction in adolescents. Therefore, it is necessary for psychologists to adopt comprehensive therapeutic plans that focus on the rebuilding and rehabilitation of family relationships in addition to individual treatment.

Keywords: Qualitative research, Addictive behavior, Social networks, Students

Citation: Torabian L, Ameri F, Khosravi Z, Banijamali SS. **Phenomenological Investigation of the Causes of Addiction to Social Networking among High School Students in Tehran City, Iran.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 291-8.

1- PhD Candidate, Department of Psychology, School of Educational Sciences and Psychology, University of Alzahra, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Psychology, School of Educational Sciences and Psychology, University of Alzahra, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Psychology, School of Educational Sciences and Psychology, University of Alzahra, Tehran, Iran

Corresponding Author: Leila Torabian, Email: l.torabian@yahoo.com

تأثیر مصرف شیر سویای تخمیر شده بر جمعیت لاکتوباسیلوس مدفوع، قند خون و وزن موش‌های صحرایی دیابتی شده

مینا باباشاهی^۱، رویا برخورداری^۲، مریم میرلوحی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: نقش غذاهای فراسودمند در مدیریت بیماری دیابت، در طول دهه گذشته به طور گسترده‌ای توجه محققان را به خود جلب کرده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف شیر سویای پروبیوتیک بر قند خون، وزن و جمعیت لاکتوباسیلوس مدفوع موش‌های صحرایی دیابتی شده انجام گرفت.

روش‌ها: این مطالعه از نوع تجربی مداخله‌ای و گروه‌های موازی با گروه‌های شاهد بود. القای دیابت در حیوانات با استفاده از ترکیب استرپتوزوتوسین-نیکوتین آمید انجام شد. سه گروه حیوان دیابتی شده هر یک شامل ۱۳ سر موش صحرایی طی مدت یک ماه مورد بررسی قرار گرفتند. هر سه گروه غذای پایه مشابه دریافت کردند. علاوه بر این، گروه اول یا شاهد روزانه ۱ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی، گروه دوم شیر سویای ساده و گروه سوم شیر سویای پروبیوتیک با لاکتوباسیلوس پلاتناروم AV به صورت گاواژ دریافت نمود. تغییرات سطح گلوکز سرم و وزن بدن در سه گروه موش صحرایی دیابتی شده طی یک ماه به فواصل ده روز اندازه‌گیری و لاکتوباسیلوس‌های مدفوع نیز به فواصل ۱۵ روز شمارش شد.

یافته‌ها: مصرف شیر سویای پروبیوتیک باعث کاهش قابل توجه گلوکز سرم حیوانات دیابتی شده گردید. مقایسه درصد تغییرات در دو گروه دریافت‌کننده شیر سویا و شیر سویای پروبیوتیک نسبت به گروه شاهد، افزایش معنی‌داری را در وزن موش‌ها نشان داد. همچنین، تعداد باکتری‌های مدفوع در گروه شیر سویا به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: شیر سویای پروبیوتیک در کاهش قند خون در بیماری دیابت مؤثر می‌باشد، اما اثرات آن در تغییرات وزن نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: شیر سویا، لاکتوباسیلوس پلاتناروم، موش صحرایی، دیابت نوع دو

ارجاع: باباشاهی مینا، برخورداری رویا، میرلوحی مریم. تأثیر مصرف شیر سویای تخمیر شده بر جمعیت لاکتوباسیلوس مدفوع، قند خون و وزن موش‌های صحرایی دیابتی شده. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۰۶-۲۹۹

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۸/۲۷

مقدمه

دیابت شیرین، به مجموعه‌ای از اختلالات متابولیک گفته می‌شود که نشانه بارز آن قند خون بالا (هایپرگلیسمی) می‌باشد. در حال حاضر، این بیماری یکی از بزرگ‌ترین مسایل و معضلات سیستم‌های بهداشتی در جهان به شمار می‌رود (۱). حدود ۴/۴ میلیون نفر در ایران به دیابت شیرین مبتلا هستند که شیوع آن در مناطق شهری و روستایی به ترتیب ۸/۶ و ۵/۷ درصد می‌باشد (۲). با توجه به افزایش روزافزون تعداد مبتلایان به این بیماری در جهان و اهمیت توجه به عوارض ناشی از آن، سال‌هاست که یافتن روش‌های درمانی یا پیشگیرانه در زمینه این بیماری مورد توجه محققان قرار گرفته است.

امروزه نقش غذاهای فراویژه و تأثیر ضد دیابتی آن‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارهای پیشگیری و درمان دیابت، موضوع بسیاری از مطالعات در این زمینه را به خود اختصاص داده است. از شاخص‌ترین غذاهای فراویژه می‌توان به محصولات غذایی حاوی پروبیوتیک‌ها اشاره نمود. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که اگر به مقدار کافی تجویز شوند، اثرات

سودمندی برای میزبان دارند. در زمینه پیشگیری و درمان دیابت با استفاده از پروبیوتیک‌ها، تحقیقات زیادی تاکنون به اثربخشی مصرف آن‌ها اشاره کرده‌اند (۳). از دیگر ترکیبات کاربردی که مصرف آن در مدیریت بیماری دیابت در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، می‌توان به سویا و فرآورده‌های آن اشاره کرد. پژوهش‌های بسیاری اثرات ایزوفلاون‌های موجود در سویا را در پیشگیری از برخی بیماری‌های مزمن و دیابت نوع دو نشان داده‌اند. ایزوفلاونوئیدهای سویا دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد و باعث کاهش کلسترول خون و کاهش تحلیل استخوان از ناحیه کمر در زنان پس از یائسگی می‌شود (۴).

شیر سویا عصاره آبی لوبیای سویا و جانشین تجاری مناسبی برای شیر گاو و مکمل تغذیه‌ای مناسبی برای افراد با عدم تحمل لاکتوز می‌باشد. با این وجود، مصرف سویا به دلیل طعم نامطلوب و وجود الیگوساکاریدهایی همچون رافینوز و استاکیوز که اغلب منجر به نفخ و ناراحتی معده می‌شود، محدودیت‌هایی دارد. یک راه برای غلبه بر این مشکل و بهبود قابلیت پذیرش آن نزد مصرف‌کنندگان،

۱- دانشجوی دکتری، گروه تغذیه جامعه، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشیار، مرکز تحقیقات امنیت غذایی و گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: mm_mirlohi@hotmail.com

نویسنده مسؤول: مریم میرلوحی

آنزیم‌های آلفا گلوکوزیداز و آلفا آمیلاز نسبت به شیر سویای معمولی دارد. علاوه بر این، در گروه تغذیه شده با شیر سویای تخمیر شده، کاهش بیشتری در سطح گلوکز پس از ناشتا مشاهده شد (۱۱).

فاضلی و همکاران با انجام یک مطالعه حیوانی، به بررسی تأثیر لاکتوباسیلوس پلانتاروم AY بر روی سطوح پروفایل لیپیدی پرداختند. در طی انجام تحقیق آن‌ها، موش‌های صحرایی رژیم غنی از کلسترول دریافت کردند. در پایان دوره مشخص گردید که لاکتوباسیلوس پلانتاروم AY منجر به کاهش سطوح کلسترول تام، تری‌گلیسرید و LDL-C شده، اما بر روی سطح HDL-C تأثیری نداشته است (۱۲).

Seo و همکاران اثرات شیر سویای تخمیر شده با باکتری باسیلوس سوبتیلیس را بر روی پروفایل لیپیدی موش‌های صحرایی بررسی نمودند. در طول انجام پژوهش آنان، غلظت پلاسمایی کلسترول تام و LDL-C نسبت به گروه شاهد به ترتیب ۲۶/۲ و ۳۰/۳ درصد کاهش یافت؛ در حالی که مصرف این محصول بر میزان تری‌گلیسرید و HDL-C تأثیری نداشت (۱۳).

محصولات پروبیوتیک باید تعداد کافی میکروارگانیسم‌های زنده و مشخصی داشته باشند که این تعداد بتوانند پس از رسیدن به روده، اثرات مثبتی را در آن‌جا اعمال نمایند و موجب تقویت و حمایت از توازن مفید میکروب‌های ساکن دستگاه گوارش شوند و در کل، در بهبود خواص میکروفلور داخل بدن مؤثر واقع شوند. مطالعات قبلی انجام شده بر روی بیماران مبتلا به دیابت، به تأثیر مثبت استفاده از محصولات پروبیوتیک بر تعدیل شاخص‌های این بیماری اشاره کرده‌اند. با توجه به اهمیت توسعه تحقیقات در زمینه تولید و فراوری غذاهای فراسودمند مؤثر در پیشگیری و یا درمان بیماری‌ها در کشورمان، پژوهش حاضر با هدف بررسی قابلیت استقرار و جایگزینی تعداد مناسبی از لاکتوباسیلوس پلانتاروم AY به عنوان یک سویه بومی مناسب برای حصول یک فرآورده پروبیوتیک بر پایه شیر سویا انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی حیوانات آزمایشگاهی همراه با گروه‌های موازی با گروه‌های شاهد بود. تعداد نمونه با استفاده از فرمول حجم نمونه تحقیقات با طرح اندازه‌های تکراری (رابطه ۱) تعیین گردید.

رابطه ۱

$$n \text{ repeated} = R \left[\frac{z(z1 - \frac{\alpha}{2} + z1 - \beta)^2}{\Delta^2} + \frac{z1 - \frac{\alpha}{2}}{4} \right]$$

$$R = \left[\frac{1 + (W-1)\rho}{W} - \frac{V\rho^2}{[1 + (V-1)\rho]} \right]$$

برای محاسبه تعداد نمونه از اطلاعات پژوهش Tsai و همکاران (۸) استفاده شد؛ به طوری که با فرض سطح معنی‌داری ۵ درصد و توان آماری ۹۰ درصد برای مشاهده اندازه اثر استاندارد شده‌ای حداقل به مقدار یک Δ در مورد کلسترول تام و با در نظر گرفتن تعداد یک مشاهده قبل از مداخله ($V = 1$) و سه مشاهده بعد از مداخله ($W = 3$) و همبستگی درون خوشه‌ای ($\rho = 0/6$)، $R = 0/38$ محاسبه گردید و تعداد ۱۰ آزمودنی در هر گروه به دست آمد. با احتساب ۳۰ درصد ریزش در هر گروه، ۱۳ موش صحرایی مورد استفاده قرار

انجام فرایند تخمیر بر روی این محصول است (۵). از آن‌جا که شیر سویا حاوی قندهای مورد استفاده بیفیدوباکتری‌ها مانند سوکروز، رافینوز و استاکیوز می‌باشد، این فرایند محیط مناسبی را برای رشد آن‌ها فراهم می‌نماید. علاوه بر این، تخمیر شیر سویا، خواص تغذیه‌ای آن را نیز تغییر می‌دهد؛ از جمله این که فراهمی زیستی ایزوفلاون‌های آن را بهبود می‌بخشد و به هضم پروتئین آن کمک می‌کند. همچنین، کلسیم محلول‌تری را فراهم می‌آورد، سلامتی روده را افزایش می‌دهد و سیستم ایمنی را تقویت می‌نماید (۶). لازم به ذکر است که شیر سویای تخمیر شده بر خلاف شیر یا ماست تخمیر شده، حاوی کلسترول نیست (۷). در نتیجه تخمیر شیر سویا، اثر آن در کنترل متابولیسم گلوکز به واسطه افزایش آگلیکون‌های ایزوفلاونوئیدی افزایش می‌یابد. همچنین، تخمیر سویا منجر به تغییرات ساختاری در پروتئین‌ها و فیتواستروژن‌ها می‌شود که این مسأله به اثرات مفید آن بر روی متابولیسم گلوکز کمک بیشتری می‌کند. بنابراین، اثرات شیر سویا در کاهش خطر و پیشرفت مقاومت به انسولین و دیابت نوع دو با تخمیر افزایش می‌یابد. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که شیر سویای تخمیر شده، ترکیب لیپوپروتئین‌ها در حیوانات تغذیه شده با رژیم غنی از کلسترول را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مصرف آن منجر به کاهش تجمع تری‌گلیسرید و کاهش کلسترول تام در کبد در شرایط استرس اکسیداتیو می‌شود (۸).

در برخی تحقیقات، محصولات تخمیر شده با پروبیوتیک‌ها اثرات ضد دیابتی و ضد استرس اکسیداتیو از خود نشان می‌دهند. Kikuchi-Hayakawa و همکاران در پژوهش خود، تأثیرات شیر سویا و شیر سویای تخمیر شده با بیفیدوباکتر بر روی متابولیسم لیپیدی موش‌های صحرایی را به مدت شش هفته بررسی نمودند و کاهش ۲۰ درصدی کلسترول تام پلاسما در موش‌های تغذیه شده با شیر سویای تخمیر شده با بیفیدو باکتری در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد؛ در حالی که در گروه تغذیه شده با شیر سویا، تغییر در میزان کلسترول تام در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار نبود. همچنین، میزان تری‌گلیسرید کبدی و سطوح پلاسمایی آن در هر دو گروه تغذیه شده با شیر سویای تخمیر شده و شیر سویای معمولی کمتر از گروه شاهد بود (۹).

Kikuchi-Hayakawa و همکاران در مطالعه دیگری اثرات شیر سویا و شیر سویای تخمیر شده با بیفیدوباکتری را بر روی لیپیدهای کبد و پلاسمای همسترهای (موش صحرایی) دریافت‌کننده رژیم‌های غنی از کلسترول بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سطوح کلسترول تام پلاسما تغییری نکرد، اما سطوح تری‌گلیسرید پلاسما در گروه شیر سویای تخمیر شده ۵۰ درصد کمتر از گروه شاهد بود. رژیم حاوی شیر سویای تخمیر شده باعث افزایش HDL-C و High density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) و Very low density lipoprotein (VLDL) به میزان ۲۵ درصد شد (۱۰). تحقیق Lin و همکاران با هدف بررسی تأثیر شیر سویا روی لیپیدهای کبدی در شرایط استرس اکسیداتیو بر روی موش صحرایی انجام شد و نتیجه‌گیری کرد که در پایان دوره، فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در همه گروه‌ها تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت؛ در حالی که در پایان دوره، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در همه گروه‌ها کاهش یافت، اما تفاوت معنی‌داری بین میزان تیوباربیتریک اسید در همه گروه‌ها مشاهده نشد (۷).

در پژوهش Yi و همکاران، اثرات هاپیوگلاسمیک شیر سویای پروبیوتیک در مقایسه با شیر سویای معمولی در موش‌های دیابتی شده بررسی گردید. آن‌ها دریافتند که شیر سویای تخمیر شده فعالیت مهارکنندگی بیشتری در مقابل

هفته پس از تزریق، تمام موش‌های صحرایی که قند خون غیر ناشتای آن‌ها بیشتر از ۱۷۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود، به عنوان دیابتی شده در نظر گرفته شدند. سپس حیوانات دیابتی شده به صورت تصادفی به پنج گروه تقسیم شدند. هر یک از فرآورده‌های تولیدی به مقدار ۱ میلی‌لیتر روزانه از طریق گاوآژ به مدت ۳۰ روز به حیوانات داده شد.

قبل از شروع مداخلات، روز پانزدهم و روز سی‌ام آزمایش نمونه مدفوع از حیوانات گرفته شد. با استفاده از محلول کلرور سدیم ۰/۸۵ درصد، از یک میلی‌لیتر هر نمونه رقت‌های متوالی تهیه گردید. شمارش کلی باکتری‌ها در سطح محیط جامد MRS با روش Plate Count Agar (PCA) پس از ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در انکوباتور بی‌هوازی با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت.

داده‌های به دست آمده با استفاده از آمارهای توصیفی (گزارش آمارهای خلاصه گرایش به مرکز و پراکندگی، جداول و نمودارهای آماری) و تحلیلی (آزمون‌های Independent t, Repeated measures ANOVA و Paired t) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

شمارش لاکتوباسیلوس‌های مدفوع سه گروه مورد آزمایش طی ۳۰ روز مدت انجام مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

در ابتدای مطالعه، جمعیت لاکتوباسیلوس در هر سه گروه بدون هیچ تفاوت معنی‌داری حدود $8 \log$ واحد تشکیل کلونی بر گرم اندازه‌گیری شد. پس از گذشت ۱۵ روز از مداخله، تعداد لاکتوباسیلوس‌های مدفوع گروه شیر سوای پروبیوتیک با دو گروه شاهد و شیر سوای تفاوت داشت؛ به طوری که افزایشی معادل ۰/۷۵ سیکل لگاریتمی نشان داده شد. این تفاوت در ادامه به شدت افزایش یافت؛ به نحوی که در پایان مطالعه و روز سی‌ام حدود دو سیکل لگاریتمی از میزان اولیه بیشتر شده بود؛ در حالی که افزایش معنی‌داری در جمعیت لاکتوباسیلوس قابل شمارش مدفوع گروه‌های شاهد و شیر سوای مشاهده نگردید. مقایسه درصد تغییرات در تعداد باکتری‌های گروه شیر سوای پروبیوتیک ($22/47 \pm 6/40$) در مقایسه با دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

سطح گلوکز خون ناشتا و درصد تغییرات مرتبط در تمام گروه‌های بررسی شده در جدول ۲ نشان داده شده است.

گرفت. در نهایت، ۳۹ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با وزن تقریبی 25 ± 230 گرم جهت آزمایش از محل نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تهیه و در قفسه‌های جداگانه با دمای ۲۳-۲۰ درجه سانتی‌گراد و سیکل نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت خاموشی نگهداری شد. حیوانات با استفاده از خوراک فشرده آماده شده توسط شرکت بهپور (ایران) تغذیه شدند و در طول دوره آزمایش به صورت آزاد به غذا و آب دسترسی داشتند. گروه‌های مورد بررسی شامل گروه شاهد دیابتی شده: حیوانات دیابتی شده که رژیم غذایی استاندارد همراه با سرم فیزیولوژی (روزانه ۱ میلی‌لیتر) دریافت نمود. گروه حیوانات دیابتی شده که رژیم غذایی استاندارد همراه با شیر سوای معمولی (روزانه ۱ میلی‌لیتر) دریافت کردند و گروه حیوانات دیابتی شده که رژیم غذایی استاندارد همراه با شیر سوای پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم AV (روزانه ۱ میلی‌لیتر) دریافت کردند.

شیر سوای از شرکت شیر سوای اصفهان و باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم AV از کلکسیون میکروبی دانشکده تغذیه و علوم غذایی تهیه گردید. کشت تازه باکتری در محیط کشت آبگوشت اختصاصی DeMan-Rogosa-Sharpe (MRS) انجام شد. رسوبات باکتریایی پس از سانتریفوژ، با سرم فیزیولوژی دو بار شستشو داده شد و رقت‌های مختلفی از آن تهیه گردید. جمعیت باکتری موجود در هر رقت با کشت بر محیط جامد تعیین شد.

۲۰۰ میلی‌لیتر شیر سوای تحت شرایط استریل در داخل ارلن‌های استریل ریخته شد. به محیط‌های تخمیر بر پایه شیر سوای، ۵ درصد حجمی از مایه تلقیح حاوی سلول‌های باکتری لاکتوباسیلوس پلانتاروم AV با دانسیته نوری ۱/۲ در طول موج ۶۲۰ نانومتر (10^8) واحد تشکیل کلونی بر میلی‌لیتر) در محیط MRS اضافه شد و ظروف تخمیر به مدت ۴۸ ساعت در داخل انکوباتور با شرایط بی‌هوازی و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید. تخمیر نمونه شیر سوای در دو بار آزمایش مستقل و هر بار با دو تکرار صورت گرفت. شیر سوای تخمیر شده در میکروتیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتری توزیع شد و تا زمان استفاده در مطالعه حیوانی در فریزر با دمای -۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.

القای دیابت در حیوانات با استفاده از ترکیب استرپتوزوتوسین-نیکوتین آمید انجام گرفت. بدین منظور، محلولی از استرپتوزوتوسین در سیترات سدیم ۰/۱ مولار استریل تهیه و با دوز ۶۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم به صورت درون صفاقی به حیوانات مورد نظر تزریق گردید. ۱۵ دقیقه بعد، محلول نیکوتین آمید با دوز ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم به صورت درون صفاقی تزریق شد. یک

جدول ۱. شمارش لاکتوباسیلوس‌های مدفوع در سه گروه مورد بررسی

گروه	مقدار پایه	۱۵ روز پس از مداخله	۳۰ روز پس از مداخله	درصد تغییرات
شاهد	$8/61 \pm 0/18$	$8/40 \pm 0/19$	$8/48 \pm 0/11$	$-1/22 \pm 1/51$
شیر سوای	$8/46 \pm 0/17$	$8/38 \pm 0/17$	$8/61 \pm 0/12$	$1/92 \pm 1/61$
شیر سوای پروبیوتیک	$8/85 \pm 0/29$	$9/59 \pm 0/27$	$10/81 \pm 0/25$	$22/47 \pm 6/40^{**}$

داده‌ها بر اساس میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شده است.

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به گروه شاهد در هر ستون، # اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به شیر سوای در هر ستون، ‡ اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به سطح پایه و † اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ پس از ۱۵ روز

جدول ۲. تغییرات سطح گلوکز سرم در سه گروه موش صحرایی دیابتی شده

گروه	مقدار پایه	۱۰ روز پس از مداخله	۲۰ روز پس از مداخله	۳۰ روز پس از مداخله
شاهد	۳۴۰/۷۰ ± ۳۷/۷۶	۳۷۶/۶۰ ± ۴۱/۶۴	۴۰۰/۶۰ ± ۴۹/۱۳	۴۱۷/۱۰ ± ۴۶/۲۷
شیر سویا	۲۷۳/۹۰ ± ۳۲/۸۵	۲۳۶/۹۰ ± ۲۵/۳۵	۱۹۰/۲۰ ± ۲۲/۱۰	۱۹۸/۹۰ ± ۱۹/۶۲
شیر سویای پروبیوتیک	۴۰۰/۰۰ ± ۷۱/۶۱	۲۹۹/۱۶ ± ۵۱/۵۹	۲۲۴/۶۶ ± ۴۱/۱۴	۱۸۴/۶۶ ± ۳۵/۰۵

داده ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

* اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به گروه شاهد در هر ستون، † اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به سطح پایه

تفاوت معنی داری بین سطح گلوکز سرم در گروه شیر سویا و گروه شاهد پس از ۱۰ روز از شروع مداخله مشاهده گردید و در بیستمین روز، این شاخص در گروه شیر سویا و شیر سویای پروبیوتیک تفاوت معنی داری را با گروه شاهد نشان داد. بعد از گذشت ۳۰ روز از مداخله، این تفاوت با گروه شاهد نیز وجود داشت. در پایان طرح، تمام گروه ها به جز گروه شاهد، تفاوت معنی داری را در تغییرات سطح گلوکز نسبت به شروع مطالعه نشان دادند؛ به طوری که در هر دو گروه مصرف کننده شیر سویا و شیر سویای پروبیوتیک، کاهش معنی دار گلوکز سرم نسبت به گروه شاهد وجود داشت. علاوه بر این، مقایسه بین دو گروه نیز حاکی از کاهش شدیدتر قند خون در گروه شیر سویای پروبیوتیک حدود ۴۹ درصد از میزان اولیه بود. با این حال، این تغییر از نظر آماری معنی دار نبود.

نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تغییرات وزن موش های صحرایی مورد بررسی نشان داد که پس از ۱۰ روز، تفاوت معنی داری در وزن موش های گروه شیر سویا و شیر سویای پروبیوتیک ایجاد شد (جدول ۳). در پایان تحقیق، وزن نمونه های گروه مصرف کننده شیر سویای پروبیوتیک با وزن اولیه متفاوت بود و بر حسب درصد تغییرات، هر دو گروه با گروه شاهد تفاوت داشتند. درصد تغییرات گروه مصرف کننده شیر سویای پروبیوتیک بیشتر بود.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف شیر سویای تخمیر شده با باکتری لاکتوباسیلوس پلانتروم AY، موجب کاهش قابل توجه گلوکز سرم موش صحرایی دیابتی شده می شود و این تغییر با افزایش قابل توجه تعداد لاکتوباسیلوس زنده در مدفوع موش همراه است. مصرف شیر سویا نیز به تنهایی قند خون حیوانات دیابتی شده را کاهش می دهد، اما تأثیری بر افزایش جمعیت

لاکتوباسیلوس های مدفوع ندارد. فلور روده و جمعیت میکروارگانیسم های مفید آن، امروزه به عنوان یکی از مهم ترین شاخص های سلامتی شناخته و مشخص شده است که اگر محصولات حاوی باکتری های پروبیوتیک به شکل صحیحی استفاده شوند، می توانند موجب افزایش جمعیت باکتریایی مفید در دستگاه گوارش گردند و در نتیجه، بر بهبود سلامت عمومی تأثیر بگذارند. این شرایط زمانی حاصل می شود که سویه میکروبی مورد استفاده توانایی استقرار در دستگاه گوارش میزبان را داشته باشد و محصول نیز واجد ظرفیت انتقال تعداد مناسبی از سویه مورد نظر باشد. این موضوعی است که در بسیاری از فرآورده های پروبیوتیک تجارتي شده رعایت نمی شود و بر خلاف ادعای فرآورده تولیدی، گاهی محصولات پروبیوتیک فاقد جمعیت کافی از سویه پروبیوتیک می باشند. تاکنون مطالعات حیوانی و انسانی زیادی اثربخش بودن مصرف پروبیوتیک ها بر شاخص های قند خون بیماران مبتلا به دیابت را گزارش کرده اند و از طرف دیگر، شواهد زیادی مبنی بر توان میکروارگانیسم های پروبیوتیک در حفظ فلور میکروبی مطلوب در روده و اثرات درمانی آن ها وجود دارد، اما کمتر تحقیقی به شکل هم زمان تغییرات فلور میکروبی مدفوع و قند خون را بررسی کرده است که از نقاط قوت پژوهش حاضر می باشد.

در مورد اثرات مثبت پروبیوتیک ها بر متابولیسم چربی ها، نتایج مطالعه Xie و همکاران نشان داد که مکمل یاری با لاکتوباسیلوس پلانتروم A-۹-۴۱ و لاکتوباسیلوس فرمنتوم M۱-۱۶، اثرات مثبتی بر روی تری گلیسرید، کلسترول تام و LDL-C سرم دارد. علاوه بر این، بر اثر این مکمل یاری، جمعیت کلی لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم های روده افزایش و وزن بدن موش هایی که با رژیم حاوی کلسترول بالا تغذیه می شدند، کاهش یافت. در تحقیق آن ها لاکتوباسیلوس پلانتروم A-۹-۴۱ تأثیر گذارتر از لاکتوباسیلوس فرمنتوم M۱-۱۶ بود و احتمالاً در متابولیسم لیپیدها مشارکت می کرد (۱۴).

جدول ۳. تغییرات وزن در سه گروه موش صحرایی دیابتی شده در طول یک ماه به فواصل ده روز

گروه	مقدار پایه	۱۰ روز پس از مداخله	۲۰ روز پس از مداخله	۳۰ روز پس از مداخله
شاهد	۱۷۲/۴۰ ± ۱۱/۶۰	۱۷۳/۸۰ ± ۱۰/۲۵	۱۷۲/۹۰ ± ۹/۱۶	۱۷۰/۸۰ ± ۹/۳۲
شیر سویا	۱۸۶/۶۰ ± ۸/۱۶	۲۰۰/۰۶ ± ۸/۷۸	۲۰۱/۴۰ ± ۱۱/۳۲	۲۰۸/۳۰ ± ۱۱/۹۰
شیر سویای پروبیوتیک	۱۷۸/۱۶ ± ۹/۴۰	۱۹۷/۰۰ ± ۱۳/۰۳	۲۰۷/۳۳ ± ۱۳/۵۵	۲۲۷/۳۳ ± ۱۱/۸۳

داده ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

* اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به گروه شاهد در هر ستون، † اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ نسبت به سطح پایه

در پژوهش Wang و همکاران، شیر سویای تخمیر شده با لاکتوباسیلوس پلانتاروم P-8 باعث افزایش در تعداد لاکتوباسیلوس‌ها و بیفیدوباکتریوم‌ها و باکتریوفاژها و کاهش جمعیت کلاستریدیوم و افزایش دفع مدفوعی اسیدهای صفراوی و لیپید در موش‌های دارای افزایش چربی خون شد (۱۵). Hemarajata و Versalovic با مطالعه اثر پروبیوتیک‌ها بر فلور میکروبی روده، تأکید کردند که غذاهای تخمیری حاوی کربوهیدرات‌های پروبیوتیک همچون اینولین و فروکتوالیگوساکاریدها، تأثیر مثبتی بر تکثیر باکتری‌های مفید روده مانند لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم‌ها ایجاد می‌کنند (۱۶).

نتایج تحقیق فیروزی و همکاران که به منظور بررسی اثرات مکمل پروبیوتیک‌های چند سویه روی کنترل گلاسمیک در افراد مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد، نشان داد که مکمل یاری با پروبیوتیک‌ها منجر به افزایش معنی‌دار جمعیت لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم‌ها در مجرای گوارشی می‌شود و هموگلوبین گلیکوزیله را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. اگرچه در پژوهش آن‌ها به طور مستقیم اثر معنی‌داری بر سطح گلوکز خون ناشتا مشاهده نشد. همچنین، تفاوت معنی‌داری در شاخص توده بدنی گروه مصرف‌کننده پروبیوتیک و گروه شاهد وجود نداشت (۱۷).

Nagafuchi و همکاران با انجام پژوهشی گزارش کردند که مصرف شیر خشک و فرآورده‌های شیر تخمیری، منجر به افزایش معنی‌دار جمعیت بیفیدوباکتریوم‌ها در هفته‌های ۸ و ۱۲ شد و این تفاوت در گروه‌های مورد بررسی و شاهد تا پایان طرح در هفته ۱۸ آزمایش، معنی‌دار باقی ماند (۱۸). در متآنالیزی که Ruan و همکاران با هدف بررسی اثر پروبیوتیک‌ها بر کنترل متابولیک ۱۱۰۵ نفر انجام دادند، عنوان گردید که قند خون ناشتا به طور معنی‌داری در گروه مصرف‌کننده پروبیوتیک در مقایسه با دارونما کاهش یافت (۱۹). نتایج مطالعه مشابه دیگری که به صورت متآنالیز انجام شد، نشان داد که مکمل یاری با پروبیوتیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، منجر به کاهش قند خون ناشتا به میزان ۱۱/۲۷ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر گردید (۲۰). در ایران نیز اجتهاد و همکاران به این نتیجه رسیدند که مصرف ماست پروبیوتیک منجر به کاهش معنی‌دار قند خون ناشتا می‌شود (۲۱).

تأثیر مصرف شیر سویا بر کاهش غلظت گلوکز خون در تحقیقات زیادی بررسی شده است. میرآقاجانی و همکاران در پژوهش خود با مقایسه مصرف شیر سویا و شیر گاو، دریافتند که مصرف شیر سویا منجر به کاهش قند خون ناشتا، فشار خون سیستولیک و سطح تری‌گلیسرید در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود (۲۲). نتایج مطالعه نوری و همکاران که با هدف بررسی تأثیر مصرف شیر سویا بر فاکتورهای التهابی و قلبی-عروقی زنان بزرگسال انجام شد، نشان داد که مصرف شیر سویا موجب کاهش قند خون ناشتا گردید، اما این کاهش معنی‌دار نبود (۲۳). مکانیسم اثر مشاهده شده از مصرف شیر سویا بر کاهش قند خون به طور عمده به ایزوفلاون‌های سویا نسبت داده شده است که می‌توانند باعث تنظیم متابولیسم لیپید و گلوکز از طریق تنظیم بیان ژن و تأثیر بر گیرنده‌های پروتئینی هسته سلول (Peroxisome proliferator-activated receptors) و افزایش کلیرانس لیپوپروتئین و سنتز داخلی HDL-C کلسترول شوند (۲۴). همچنین، ایزوفلاون‌ها از طریق فعال کردن مسیر انتقال سیگنال آدونزین مونوفسفات حلقه‌ای / پروتئین کیناز، تا حدودی الگوی ترشحی سلول‌های بتا را بهبود می‌بخشند (۲۵).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شیر سویای پروبیوتیک نسبت به شیر سویا، کاهش بیشتری در قند خون ناشتا ایجاد می‌کند. این موضوع به غیر از وجود پروبیوتیک‌ها می‌تواند به دلیل تأثیر تخمیر پروبیوتیک‌ها بر ترکیبات فلاونوئیدی در شیر سویا باشد. در مطالعه‌ای مشخص گردید که فرایند تخمیر، تغییرات ساختاری و عملکردی روی دانه سویا ایجاد می‌کند و موجب آزاد شدن چند ترکیب پپتیدی و آمینواسیدی با خواص فیزیولوژیک می‌شود. علاوه بر این، تخمیر، ایزوفلاون‌های گلیکوزیله را به آگلیکون تبدیل می‌کند که فعالیت فیزیولوژیک بالاتری دارد. نتایج پژوهشی نشان داد که فعالیت مهارکنندگی شیر سویای تخمیری برای آنزیم‌های گلیکوزیداز و آلفاامیلاز، بیشتر از شیر سویا به تنهایی می‌باشد (۲۶).

نتایج به دست آمده از اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن موش‌های صحرایی در مطالعه حاضر نشان داد که هر دو تیمار شیر سویا و شیر سویای پروبیوتیک موجب افزایش وزن نسبت به گروه شاهد شدند. پیش از این، در برخی تحقیقات به تأثیر مصرف سویا و فرآورده‌های آن بر کاهش وزن و اثر مصرف شیر سویا بر افزایش متابولیسم و کنترل وزن تأکید شده است (۲۷، ۲۸). علاوه بر این، محتوای فیتواستروئیدی سویا می‌تواند تأثیرات مثبتی بر کاهش توده چربی داشته باشد. با این حال، در چندین پژوهش بالینی، مصرف فرآورده‌های سویا هیچ تأثیر معنی‌داری بر وزن افراد ایجاد نکرد. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر، در فاصله زمانی بعد از دیابتی شدن موش‌ها و قبل از آغاز تیمارها، کاهش قابل توجه وزن در موش‌ها رخ داد و در واقع، تغییر افزایش وزن نه به معنی چاق شدن، بلکه بهبود عوارض لاغری ناشی از کاهش وزن قبل از شروع تحقیق بود (۲۹). در مورد تأثیر پروبیوتیک‌ها بر وزن نیز نتایج پژوهش‌های قبلی در یک راستا نیست.

نتایج مطالعه Salaj و همکاران نشان داد که در جمعیت موش‌هایی که با رژیم پرچرب تغذیه می‌شدند، دریافت لاکتوباسیلوس پلانتاروم LS/۰۷ و لاکتوباسیلوس پلانتاروم بیوسنول LP۹۶ به طور معنی‌داری منجر به افزایش نسبت کسب وزن / وزن نهایی بدن در مقایسه با گروه شاهد شد (۳۰). در تحقیق Yin و همکاران، اثرات چهار سوش بیفیدوباکتر بر سطح لیپیدی و وزن بدن در موش‌های چاق بررسی گردید. تمام سویه‌ها باعث کاهش تری‌گلیسرید و کلسترول تام شدند. با این حال، تأثیر آن‌ها بر وزن کاملاً متفاوت بود؛ به طوری که از چهار سویه مورد آزمایش، سه سویه باعث کاهش وزن و بیفیدوباکتریوم M۱۳-۴ به طور معنی‌داری باعث افزایش وزن در مقایسه با گروه شاهد شد (۳۱). در پژوهش شجاعی‌مهر و همکاران، از دو فاکتور ویتامین D۳ و اسانس زیره سبز برای تولید بیشترین جمعیت لاکتوباسیلوس پلانتاروم AY در ماست تخمیری استفاده و مشخص گردید که این محصول می‌تواند به عنوان محصول فراسودمند برای افرادی که از دیابت رنج می‌برند، مفید باشد (۳۲).

استفاده از این سویه پروبیوتیک بومی در مطالعه حاضر نشان داد که این سویه به خوبی قابلیت تخمیر شیر سویا و افزایش قدرت عملکرد آن در بهبود شاخص قند خون را دارد. علاوه بر این، پیگیری جمعیت لاکتوباسیلوس‌های مدفوع هم‌زمان با تغییرات قند خون، از دیگر نقاط قوت پژوهش بود. از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به تعداد کم نمونه‌ها و بازه زمانی کوتاه آن اشاره نمود. همچنین، عدم ثبت تغییرات وزن موش‌ها پس از دیابتی کردن آن‌ها و قبل از شروع مداخله، محدودیت دیگر بود که شاید باعث شد وزن‌گیری آن‌ها با اثر مداخله به عنوان نکته منفی تعبیر گردد. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده تأثیر این افزایش وزن با جزییات بیشتری مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۲۹۳۱۱۲، مصوب دانشکده تغذیه و علوم غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می باشد. بدین وسیله نویسندگان از حمایت ها و زحمات مرکز تحقیقات امنیت غذایی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تشکر و قدردانی به عمل می آورند.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف شیر سویای پروبیوتیک به مدت ۳۰ روز منجر به افزایش تعداد باکتری های مفید روده و کاهش قند خون در موش های صحرایی شد، اما اثرات آن در تغییرات وزن نیاز به بررسی های بیشتری دارد.

References

1. Kasper DL, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Loscalzo J. Harrison's principles of internal medicine. New York, NY: McGraw Hill Professional; 2015.
2. Esteghamati A, Gouya MM, Abbasi M, Delavari A, Alikhani S, Alaedini F, et al. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in the adult population of Iran: National survey of risk factors for non-communicable diseases of Iran. *Diabetes Care* 2008; 31(1): 96-8.
3. Reid G, Jass J, Sebulsky MT, McCormick JK. Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clin Microbiol Rev* 2003; 16(4): 658-72.
4. Asif M, Acharya M. Phytochemicals and nutritional health benefits of soy plant. *Int J Nutr Pharmacol Neurol Dis* 2013; 3(1): 64-9.
5. Yeo SK, Liong MT. Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk. *J Sci Food Agric* 2010; 90(2): 267-75.
6. Wang YC, Yu RC, Chou CC. Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria. *Food Microbiol* 2006; 23(2): 128-35.
7. Lin CY, Tsai ZY, Cheng IC, Lin SH. Effects of fermented soy milk on the liver lipids under oxidative stress. *World J Gastroenterol* 2005; 11(46): 7355-8.
8. Tsai TY, Chen LY, Pan TM. Effect of probiotic-fermented, genetically modified soy milk on hypercholesterolemia in hamsters. *J Microbiol Immunol Infect* 2014; 47(1): 1-8.
9. Kikuchi-Hayakawa H, Onodera N, Matsubara S, Yasuda E, Chonan O, Takahashi R, et al. Effects of soy milk and bifidobacterium fermented soy milk on lipid metabolism in aged ovariectomized rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 1998; 62(9): 1688-92.
10. Kikuchi-Hayakawa H, Onodera N, Matsubara S, Yasuda E, Shimakawa Y, Ishikawa F. Effects of soya milk and Bifidobacterium-fermented soya milk on plasma and liver lipids, and faecal steroids in hamsters fed on a cholesterol-free or cholesterol-enriched diet. *Br J Nutr* 1998; 79(1): 97-105.
11. Yi N, Hwang JY, Han JS. Hypoglycemic effect of fermented soymilk extract in STZ-induced diabetic mice. *J Food Sci Nutr* 2009; 14: 8-13.
12. Fazeli H, Moshtaghian J, Mirlohi M, Shirzad M. Reduction in serum lipid parameters by incorporation of a native strain of *Lactobacillus Plantarum* A7 in Mice. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders* 2010; 9: 22. [In Persian].
13. Seo KC, Kim MJ, Hong SH, Cha SY, Noh JS, Kim MJ, et al. The hypocholesterolemic effects of soymilk fermented with *Bacillus subtilis* compared to soymilk with cheonggukjang powder in apolipoprotein e knockout mice. *Journal of Food Science and Nutrition* 2010; 15(2): 83-7.
14. Xie N, Cui Y, Yin YN, Zhao X, Yang JW, Wang ZG, et al. Effects of two *Lactobacillus* strains on lipid metabolism and intestinal microflora in rats fed a high-cholesterol diet. *BMC Complement Altern Med* 2011; 11: 53.
15. Wang Z, Bao Y, Zhang Y, Zhang J, Yao G, Wang S, et al. Effect of soymilk fermented with *Lactobacillus plantarum* P-8 on lipid metabolism and fecal microbiota in experimental hyperlipidemic rats. *Food Biophys* 2013; 8(1): 43-9.
16. Hemarajata P, Versalovic J. Effects of probiotics on gut microbiota: Mechanisms of intestinal immunomodulation and neuromodulation. *Therap Adv Gastroenterol* 2013; 6(1): 39-51.
17. Firouzi S, Majid HA, Ismail A, Kamaruddin NA, Barakatun-Nisak MY. Effect of multi-strain probiotics (multi-strain microbial preparation) on glycemic control and other diabetes-related outcomes in people with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Eur J Nutr* 2017; 56(4): 1535-50.
18. Nagafuchi S, Yamaji T, Kawashima A, Saito Y, Takahashi T, Yamamoto T, et al. Effects of a formula containing two types of prebiotics, bifidogenic growth stimulator and galacto-oligosaccharide, and fermented milk products on intestinal microbiota and antibody response to influenza vaccine in elderly patients: A randomized controlled trial. *Pharmaceuticals (Basel)* 2015; 8(2): 351-65.
19. Ruan Y, Sun J, He J, Chen F, Chen R, Chen H. Effect of probiotics on glycemic control: A Systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *PLoS One* 2015; 10(7): e0132121.
20. Hu YM, Zhou F, Yuan Y, Xu YC. Effects of probiotics supplement in patients with type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of randomized trials. *Med Clin (Barc)* 2017; 148(8): 362-70.
21. Ejtahed HS, Mohtadi Nia J, Homayouni Rad A, Niafar M, Asghari Jafarabadi M, Mofid V. The effects of probiotic and conventional yoghurt on diabetes markers and insulin resistance in type 2 diabetic patients: A randomized controlled clinical trial. *Iran J Endocrinol Metab* 2011; 13(1): 1-8. [In Persian].

22. Miraghajani M, Mortazavi Najafabadi M, Esmailzadeh A, Mirlohi M, Azadbakht L. Effects of soy milk consumption on cardiovascular risk factors and renal function among type 2 diabetic patients with nephropathy. *J Health Syst Res* 2011; 7(6): 935-57. [In Persian].
23. Nourieh Z, Keshavarz SA, Hosseinzadeh Attar MJ, Azadbakht L. Consumption on inflammatory and cardiovascular risk factors among overweight and obese female adults. *J Health Syst Res* 2011; 7(5): 550-63. [In Persian].
24. Mezei O, Banz WJ, Steger RW, Peluso MR, Winters TA, Shay N. Soy isoflavones exert antidiabetic and hypolipidemic effects through the PPAR pathways in obese Zucker rats and murine RAW 264.7 cells. *J Nutr* 2003; 133(5): 1238-43.
25. Cho SJ, Juillerat MA, Lee CH. Cholesterol lowering mechanism of soybean protein hydrolysate. *J Agric Food Chem* 2007; 55(26): 10599-604.
26. Ju HE, Han JS. Hypoglycemic effect of fermented soymilk added with bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) in diabetic mice. *Food Sci Biotechnol* 2010; 19(4): 1041-6.
27. Simmen FA, Mercado CP, Zavacki AM, Huang SA, Greenway AD, Kang P, et al. Soy protein diet alters expression of hepatic genes regulating fatty acid and thyroid hormone metabolism in the male rat. *J Nutr Biochem* 2010; 21(11): 1106-13.
28. Cederroth CR, Nef S. Soy, phytoestrogens and metabolism: A review. *Mol Cell Endocrinol* 2009; 304(1-2): 30-42.
29. Azadbakht L, Atabak S, Esmailzadeh A. Soy protein intake, cardiorenal indices, and C-reactive protein in type 2 diabetes with nephropathy a longitudinal randomized clinical trial. *Diabetes Care* 2008; 31 (4): 648-54.
30. Salaj R, Stofilova J, Soltesova A, Hertelyova Z, Hijova E, Bertkova I, et al. The effects of two *Lactobacillus plantarum* strains on rat lipid metabolism receiving a high fat diet. *ScientificWorldJournal* 2013; 2013: 135142.
31. Yin YN, Yu QF, Fu N, Liu XW, Lu FG. Effects of four *Bifidobacteria* on obesity in high-fat diet induced rats. *World J Gastroenterol* 2010; 16(27): 3394-401.
32. Shojaiemeher S, Babashahi M, Mirlohi M. Optimization of probiotic yogurt production applying different concentration of vitamin D3, cuminum cyminum essential oil and different fermentation times using response surface methodology. *J Health Syst Res* 2016; 12(3): 315-22. [In Persian].

The Effects of Fermented Soy Milk Consumption on Fecal Lactobacillus Population, Blood Glucose, and Weight in Diabetic Rats

Mina Babashahi¹, Roya Barkhordari², Maryam Mirlohi³

Original Article

Abstract

Background: During the last decade, the role of functional food in diabetes management has been increasingly getting researchers' attention. The objective of this study was to investigate the effects of probiotic soy milk on fasting blood glucose, body weight, and fecal lactobacilli population in diabetic rats.

Methods: This was an experimental study with parallel groups and a control group. The induction of diabetes in animals was done using streptozotocin-nicotinamide (STZ-NA). Three groups of thirteen diabetic rats were entered in a one-month study. All three groups received the same basic food. In addition, the first or control group, the second and third groups were fed with serum physiology, simple soymilk, and probiotic soy milk with *Lactobacillus plantarum* A7 (1 ml/day), respectively. Fasting blood glucose and body weight variation were analyzed at 10-day intervals, and changes in lactobacillus count were investigated (Log CFU/g) at 15-day intervals for a period of one month.

Findings: The consumption of probiotic soy milk caused a significant decrease in fasting blood glucose in diabetic rats. Comparison of the percent of changes in the two groups receiving soy milk and probiotic soy milk with the control group showed a significant increase in the weight of the rats. Moreover, the fecal lactobacilli count in soy milk group significantly increased ($P < 0.050$).

Conclusion: Generally, probiotic soy milk is effective in reducing blood glucose in diabetes, but its effects on weight gain require more research.

Keywords: Soy milk, *Lactobacillus plantarum*, Rats, Diabetes mellitus

Citation: Babashahi M, Barkhordari R, Mirlohi M. The Effects of Fermented Soy Milk Consumption on Fecal Lactobacillus Population, Blood Glucose, and Weight in Diabetic Rats. J Health Syst Res 2018; 14(3): 299-306.

1- PhD Candidate, Department of Community Nutrition, School of Nutrition Sciences and Food Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Student, Student Research Committee AND Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Associate Professor, Food Safety Research Center AND Department of Food Science and Technology, School of Nutrition and Food Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Maryam Mirlohi, Email: mm_mirlohi@hotmail.com

مقایسه راندمان حذف کادمیوم از محلول‌های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک

هوشنگ منوچهری تبار^۱، افشین ابراهیمی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: حذف کادمیوم از منابع آبی به دلیل خاصیت تجزیه‌ناپذیری و تجمع‌پذیری زیستی، امری ضروری می‌باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه عملکرد کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک در حذف کادمیوم انجام شد.

روش‌ها: در این مطالعه، اثر شاخص‌های زمان تماس (۵-۱۲۰ دقیقه)، دوز جاذب (۱-۱۵ گرم بر لیتر)، pH (۲-۸) و غلظت کادمیوم (۵-۵۰ میلی گرم بر لیتر) در کارایی حذف بررسی گردید و فرایند جذب با ایزوترم‌های Langmuir و Freundlich و سینتیک شبه مرتبه اول و دوم مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت تعیین ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های سطحی جاذب‌ها، از آنالیز الگوی پراش پرتوی X (X-ray diffraction) یا XRD و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM یا Scanning electron microscope) استفاده شد.

یافته‌ها: راندمان حذف کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با استفاده از نانوذرات مگنتیک در pH=۸، زمان تماس ۳۰ دقیقه، دوز جاذب ۵ گرم بر لیتر و غلظت اولیه کادمیوم ۳۰ میلی گرم بر لیتر به ترتیب ۸۱/۱۳ و ۹۱/۳۲ درصد به دست آمد. بررسی ایزوترمی نشان داد که جاذب اصلاح نشده با ضریب همبستگی ۰/۹۸۰۳ از ایزوترم Langmuir و جاذب اصلاح شده با ضریب همبستگی ۰/۹۴۳ از ایزوترم Freundlich پیروی می‌کرد. سینتیک جذب نیز نشان داد که هر دو جاذب از سینتیک شبه مرتبه دوم تبعیت داشتند و زمان تعادل ۳۰ دقیقه گزارش گردید.

نتیجه‌گیری: کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط قادر به حذف کادمیوم از محیط‌های آبی می‌باشد و می‌تواند به عنوان جاذب ارزان‌قیمتی در تصفیه منابع آلوده به کادمیوم مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، اصلاح آن با نانوذرات مگنتیک سبب افزایش چشمگیر راندمان جذب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: حذف کادمیوم، محلول‌های آبی، کربن فعال، کلاhek میوه بلوط، نانوذرات مگنتیک

ارجاع: منوچهری تبار هوشنگ، ابراهیمی افشین. مقایسه راندمان حذف کادمیوم از محلول‌های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۰۷-۳۱۳

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۶/۲۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۴/۱۱

روش جذب به سبب سادگی، تولید لجن کمتر، مشکلات ناچیز در دفع ضایعات تولیدی و ملاحظات اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است (۴). Boparai و همکاران در مطالعه خود سینتیک و ترمودینامیک حذف یون‌های کادمیوم با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی را بررسی نمودند (۵).

سمرقندی و عزیززهی در طی تحقیقی، جذب کادمیوم با استفاده از گرانول‌های کربن فعال پوشیده شده با نانوذرات اکسید آهن در محلول‌های آبی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش pH، زمان تماس، غلظت جاذب و کاهش غلظت کادمیوم، میزان جذب افزایش می‌یابد. بیشترین میزان جذب در pH=۹ حدود ۹۰ درصد به دست آمد (۶).

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی راندمان و مقایسه حذف کادمیوم از محلول‌های آبی با استفاده از کربن فعال تهیه شده از کلاhek میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک بود. از آنجایی که بلوط به مقادیر زیادی در برخی شهرهای ایران وجود دارد، با مثبت بودن نتایج این مطالعه می‌توان جاذبی

مقدمه

فلزات سنگین، از جمله آلاینده‌های زیست محیطی هستند که از طریق آب و مواد غذایی می‌توانند مسمومیت‌های مزمن و در بعضی موارد حاد را در مصرف‌کننده ایجاد نمایند. افزایش مصرف فلزات سنگین باعث افزایش مقدار آن‌ها در سیستم‌های آبی می‌شود و به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و داشتن خصوصیات زیست تجمع‌پذیری، از آلاینده‌های اصلی به شمار می‌روند (۱). کادمیوم در انسان و پستانداران همراه با آب و غذا دریافت می‌شود و پس از جذب، به پروتئین‌های کم‌وزن متصل می‌گردد و در کلیه و کبد، اندام‌های تولید مثل، سیستم عصبی، تنفسی، گوارش و ماهیچه‌های قلب تجمع می‌یابد (۲). بنابراین، اقدامات احتیاطی مؤثر در کاهش سطح غلظت آن در منابع آبی، امری ضروری به نظر می‌رسد. از جمله روش‌هایی که جهت حذف فلزات سنگین و رساندن غلظت آن به حد مجاز به کار می‌رود، می‌توان به ترسیب شیمیایی، الکترولیز، فیلتراسیون غشایی، اسمز معکوس، تقطیر، تبادل یونی، تبخیر، شاورسازی و جذب اشاره کرد (۳). امروزه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی محیط زیست، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان و واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، پژوهشکده پیشگیری اولیه از بیماری‌های غیر واگیر، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان و گروه مهندسی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

Email: a_ebrahimi@hlth.mui.ac.ir

نویسنده مسؤول: افشین ابراهیمی

ساده، ارزان و فراوان جهت حذف کادمیوم از محلول‌های آبی تولید نمود.

روش‌ها

تهیه کربن فعال از کلاهیک میوه بلوط: در این تحقیق به منظور تهیه کربن فعال، از کلاهیک میوه درخت بلوط که از جنگل‌های بلوط واقع در استان کرمانشاه جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید. کلاهیک‌ها با آسیاب آزمایشگاهی خرد و جهت جداسازی ذرات ۳-۲ میلی‌متر از الک عبور داده شد. سپس به منظور از بین بردن آلودگی‌های سطحی و گرد و غبار، چندین بار با آب مقطر شستشو داده شد و جهت خشک شدن در دستگاه فور با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت (۷). نمونه‌های مش‌بندی شده در شرایط آنوکسیک تحت گاز نیتروژن به مدت ۲ ساعت در دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد در رآکتور مخصوص کربنیزه گردید و جهت فعال‌سازی کربن، به مدت ۳۰ دقیقه در معرض دمای ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. کربن فعال تولید شده پس از سرد شدن با آب مقطر شستشو داده شد و به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در دستگاه فور خشک و تا زمان انجام آزمایش درون دسیکاتور ذخیره گردید (۸).

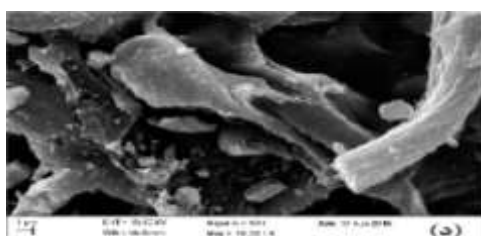
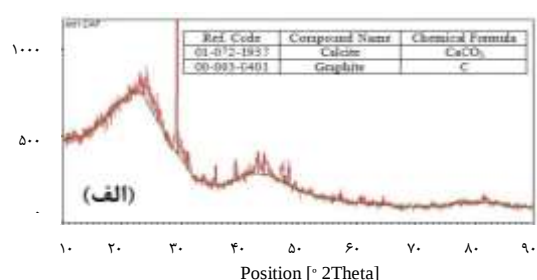
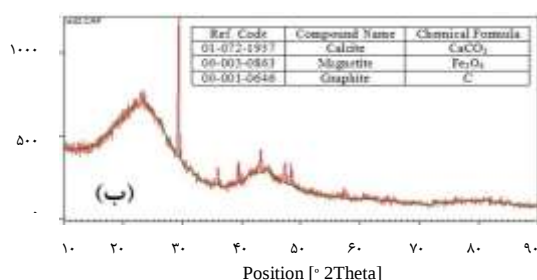
پوشش نانوذرات مگنتیک بر روی کربن فعال: به منظور کوت کردن نانوذرات مگنتیک و اصلاح کربن فعال تولید شده، ابتدا ۵۰ گرم کربن فعال کلاهیک میوه بلوط در ۵۰۰ سی‌سی آب مقطر ریخته شد و با اضافه کردن ۱۸/۵ گرم از سولفات فریک ۶ آبه به ۱۳۰۰ سی‌سی آب مقطر و ۲۰ گرم سولفات آهن به ۱۵۰ سی‌سی آب مقطر، محلول‌های سولفات فریک و سولفات فرو به صورت مجزا تهیه گردید و سپس هر سه محلول با سرعت ۲۵۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق مخلوط گردید. در ادامه، با اضافه نمودن هیدروکسید سدیم ۱ مولار، pH محلول به ۱۰ تا ۱۱ رسانده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و بر روی Shaker با دور ملایم نگهداری گردید تا ذرات مگنتیک بر روی کربن فعال کوت گردد. سپس گرانول‌های کربن فعال اصلاح شده با عبور از صافی جدا شد و پس از شستشو در حرارت ۵۰ درجه

سانتی‌گراد طی یک شبانه‌روز، به طور کامل خشک گردید (۸).

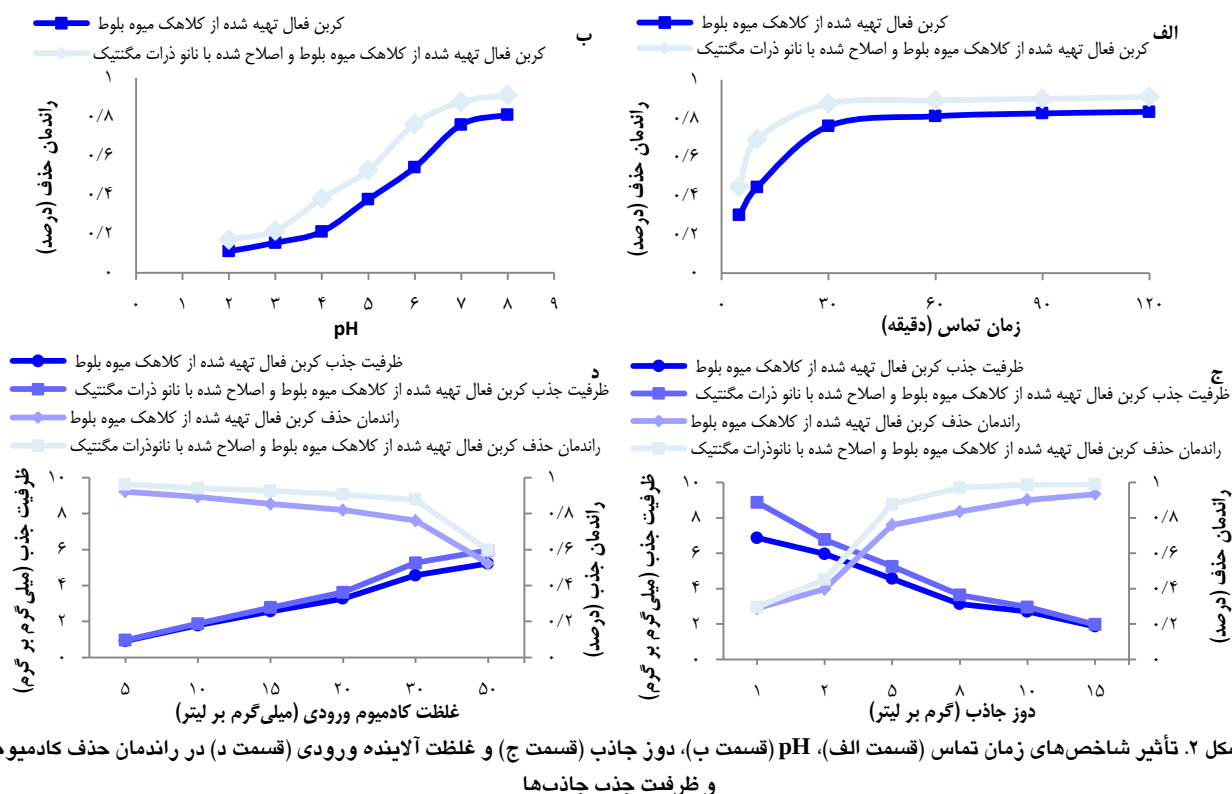
به منظور تعیین ویژگی، ترکیب و مشخصات ساختاری جاذب‌های مورد بررسی، از دستگاه‌های الگوی پراش پرتوی X (X-ray diffraction) یا (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning electron microscope) یا (SEM) استفاده گردید (۶). جهت بررسی کارایی جاذب‌ها در جذب یون کادمیوم، ابتدا تأثیر تغییرات pH مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، ۰/۲۵ گرم از جاذب‌های مورد مطالعه به ارلن‌های حاوی ۵۰ میلی‌لیتر محلول یون کادمیوم با غلظت ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر اضافه و pH نمونه‌ها با استفاده از محلول اسید هیدروکلریک ۱ مولار و سود ۰/۱ مولار در دامنه ۲ تا ۸ تنظیم شد و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه روی Shaker با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه قرار گرفت. سپس برای جداسازی جاذب‌ها، محلول سانتیفیوژ و صاف‌سازی گردید و در نهایت، غلظت باقی‌مانده کادمیوم با استفاده از دستگاه جذب اتمی ICP (مدل DV ۷۳۰۰، شرکت PerkinElmer، آمریکا) در طول موج ۲۲۶/۴۹۹ نانومتر اندازه‌گیری شد. تأثیر شاخص‌های زمان تماس در دامنه ۵ تا ۱۲۰ دقیقه، دوز جاذب در دامنه ۱، ۲، ۵، ۸، ۱۰ و ۱۵ گرم بر لیتر و غلظت‌های مختلف کادمیوم در دامنه ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر در راندمان حذف جاذب‌ها بررسی گردید. در نهایت، ایزوترم و سینتیک جذب با انطباق داده‌های به دست آمده با مدل‌های ایزوترم جذب Freundlich و Langmuir و سینتیک شبه مرتبه اول و دوم مورد ارزیابی قرار گرفت و مقادیر ثابت‌ها و ضریب همبستگی (R^2) با توجه به تحلیل Linear regression تعیین شد.

یافته‌ها

داده‌های مربوط به تعیین ویژگی، ترکیب و مشخصات ساختاری جاذب‌های کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک با استفاده از دستگاه‌های XRD و همچنین، نمای تصویربرداری از جاذب‌ها با استفاده از SEM در شکل ۱ ارائه شده است.

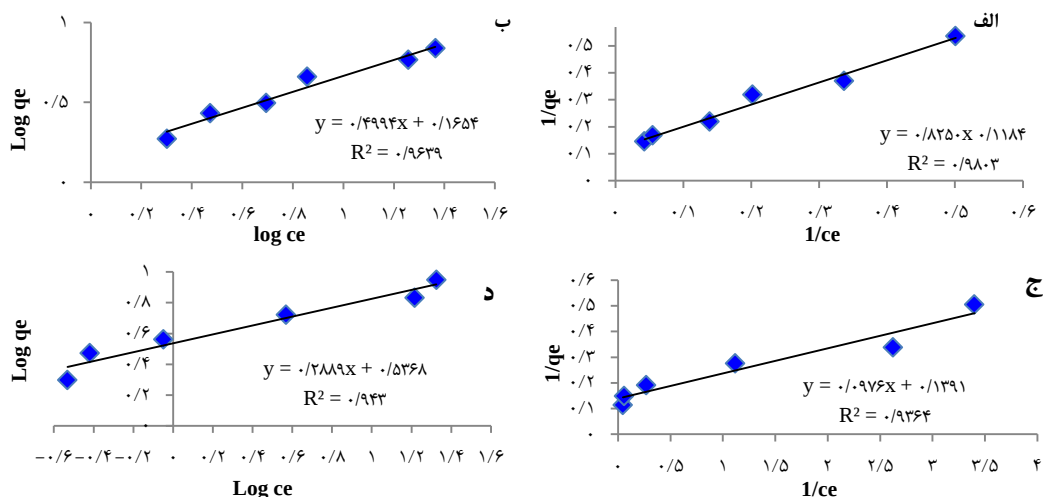


شکل ۱. آنالیز X-ray diffraction (XRD) از جاذب کربن فعال کلاهیک میوه بلوط (قسمت الف) و اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک (قسمت ب)، تصویر Scanning electron microscope (SEM) از جاذب کربن فعال کلاهیک میوه بلوط (قسمت ج) و اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک (قسمت د)

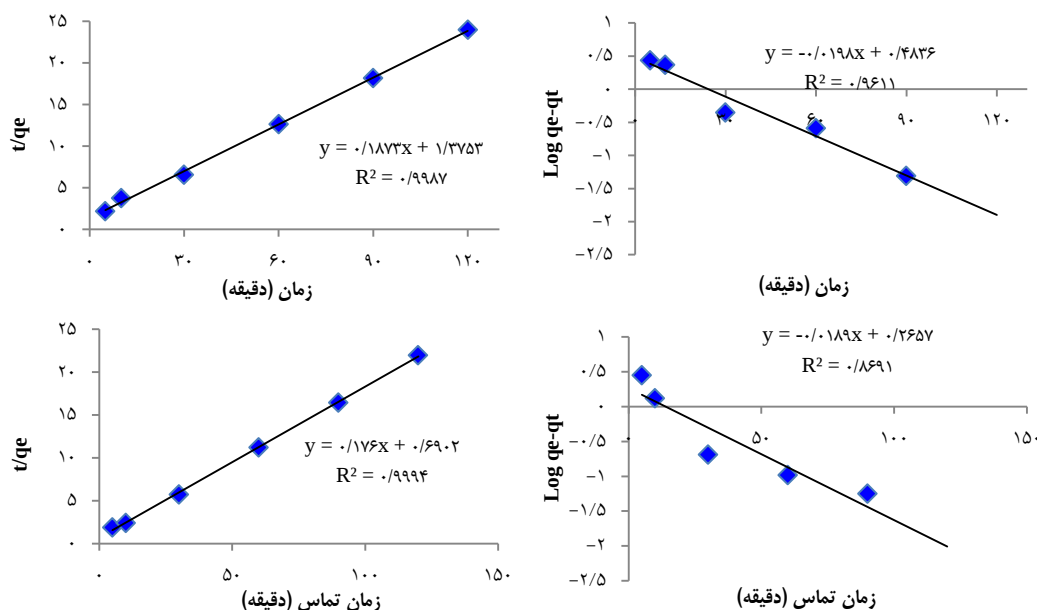


افزایش میزان دوز جاذب، ظرفیت جذب به ازای واحد جرم جاذب کاهش و با افزایش غلظت آلاینده ورودی، ظرفیت جذب افزایش یافت. نتایج بررسی مدل‌های ایزوترمی $Freundlich$ و $Langmuir$ جذب کادمیوم توسط جاذب‌های مورد مطالعه در شکل ۳ ارائه شده است.

یافته‌های حاصل از بررسی تأثیر تغییر شاخص‌های pH و زمان تماس، دوز جاذب و غلظت آلاینده ورودی در راندمان حذف کادمیوم و ظرفیت جذب جاذب‌ها در شکل ۲ ارائه شده است. بر این اساس، افزایش شاخص‌های pH، زمان تماس، میزان دوز جاذب و کاهش میزان غلظت آلاینده، موجب افزایش راندمان حذف کادمیوم گردید. بررسی ظرفیت جذب جاذب‌ها نیز نشان داد که با



شکل ۳. منحنی‌های ایزوترم $Freundlich$ و $Langmuir$ کرین فعال اصلاح نشده (قسمت‌های الف و ب) و منحنی‌های ایزوترم $Langmuir$ و $Freundlich$ کرین فعال اصلاح شده (قسمت‌های ج و د)



شکل ۴. منحنی‌های سینتیک شبه مرتبه اول و دوم کربن فعال اصلاح نشده (قسمت‌های الف و ب) و منحنی‌های سینتیک شبه مرتبه اول و دوم کربن فعال اصلاح شده (قسمت‌های ج و د)

و گرفت (C) خود را نشان داده است (شکل ۱، قسمت الف) که پس از اصلاح جاذب با نانوذرات مگنتیک، پیک مگنتیت (Fe_3O_4) نیز مشاهده گردید (شکل ۱، قسمت ب) که نشان می‌دهد روش مورد استفاده برای پوشش دادن مؤثر بوده است و نانوذرات مگنتیک با موفقیت بر روی کربن فعال کوت داده شد. بر اساس شکل ۱ (قسمت‌های ج و د)، شکل و ساختار سطحی جاذب‌ها دارای خلل و فرج و سطح نفوذپذیر مناسب جهت انجام فرایند جذب بود و پوشش دادن نانوذرات سبب افزایش سطح مناسب برای جذب آلاینده گردید.

اثر pH در فرایند جذب: یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در فرایندهای جذب، میزان pH می‌باشد که با اثر بر بار سطحی جاذب و آلاینده، راندمان حذف را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یافته‌های شکل ۲ (قسمت الف) حاکی از آن بود که میزان حذف کادمیوم در هر دو جاذب با افزایش pH افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که کمترین میزان راندمان جذب در $\text{pH} = 2$ رخ داده است که برای کربن فعال غیر اصلاحی و اصلاح شده به ترتیب ۱۱/۰۶ و ۱۷/۰۴ درصد به دست آمد. با افزایش میزان pH، بار مثبت سطحی کاهش پیدا می‌کند و با کاهش رقابت یون‌های H^+ میزان جذب یون کادمیوم افزایش می‌یابد.

بر این اساس، جاذب کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط در فرایند حذف کادمیوم با ضریب همبستگی ۰/۹۸۰۳ در مدل Langmuir مطابقت بیشتری نسبت به مدل Freundlich با ضریب همبستگی ۰/۹۶۳۹ داشت و جاذب اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک با ضریب همبستگی ۰/۹۴۳، از مدل Freundlich پیروی می‌کرد.

منحنی‌های سینتیک شبه مرتبه اول و دوم فرایند جذب کادمیوم توسط کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک در شکل ۴ آمده است. نتایج به دست آمده از ترسیم منحنی‌های سینتیک نشان داد که هر دو جاذب کربن فعال اصلاح نشده و اصلاح شده به ترتیب با ضرایب همبستگی ۰/۹۹۸۷ و ۰/۹۹۹۴، از سینتیک شبه مرتبه دوم تبعیت کردند. در جداول ۱ و ۲ ضرایب ایزوترمی و سینتیک فرایند جذب به تفکیک جاذب‌های مورد بررسی محاسبه و ارائه شده است.

بحث

ویژگی، ترکیب و مشخصات ساختاری جاذب‌ها: تحلیل XRD بر جاذب کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط به شکل کلسیت (CaCO_3)

جدول ۱. ضرایب ایزوترمی جذب کادمیوم به تفکیک نوع جاذب

مدل Langmuir				مدل Freundlich			نوع جاذب
R^2	شرایط جذب آلاینده در سطح جاذب	q_m (میلی‌گرم بر گرم)	K_L (میلی‌گرم بر لیتر)	R^2	وضعیت جذب	K_f (میلی‌گرم بر گرم)	
۰/۹۸۰۳	۰/۰۰۳۸	۸/۷۱۰۸	۰/۱۳۳۹	۰/۹۶۳۹	۲/۲۲۶۲	۱/۴۶۳۵	کربن فعال کلاهیک میوه بلوط
۰/۹۳۶۴	۰/۰۰۴۶	۷/۱۸۹۱	۱/۴۵۲۲	۰/۹۴۳۰	۳/۴۶۱۴	۳/۴۴۱۹	کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک

جدول ۲. ضرایب سینتیک جذب کادمیوم به تفکیک نوع جاذب

نوع جاذب				ضرایب سینتیک شبه مرتبه اول				ضرایب سینتیک شبه مرتبه دوم			
کربن فعال کلاهدک میوه بلوط	کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک	K_1 (گرم بر میلی گرم در دقیقه)	q_e cal (میلی گرم بر گرم)	q_e Ex (میلی گرم بر گرم)	R^2	K_2 (گرم بر میلی گرم در دقیقه)	q_e cal (میلی گرم بر گرم)	q_e Ex (میلی گرم بر گرم)	R^2	کربن فعال کلاهدک میوه بلوط	کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک
۰/۹۹۸۷	۰/۹۹۹۴	۰/۰۴۵۵۶	۳/۰۴۵۰	۵/۰۰۶	۰/۹۶۱۱	۰/۰۲۵۵۱	۵/۳۳۹۰	۵/۰۰۶	۰/۹۹۸۷	کربن فعال کلاهدک میوه بلوط	کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک
۰/۰۴۵۵۶	۰/۰۴۵۶۰	۱/۸۴۳۷	۵/۴۶۴	۰/۸۶۹۱	۰/۰۴۴۸۸	۵/۶۸۱۸	۵/۴۶۴	۰/۰۴۴۸۸	۵/۶۸۱۸	کربن فعال کلاهدک میوه بلوط	کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک

مطالعه حاضر همخوانی داشت.

اثر غلظت اولیه کادمیوم: به طور کلی، افزایش غلظت اولیه کادمیوم به دلیل افزایش تعداد مولکول های حل شونده، میزان یون جذب شده را افزایش می دهد، اما مطابق نتایج به دست آمده از بررسی تأثیر میزان غلظت ورودی کادمیوم (شکل ۲، قسمت د)، در هر دو جاذب با افزایش غلظت کادمیوم ورودی، راندمان جذب کاهش می یابد. علت کاهش راندمان جذب را چنین می توان توصیف کرد که با افزایش غلظت، مکان های موجود برای جذب بر روی سطح جاذب کمتر و در نتیجه، درصد حذف یون های کادمیوم کاهش پیدا می کند. نتایج پژوهش تقوی و همکاران نیز که با هدف بررسی حذف کادمیوم از محیط های آبی با استفاده از نانولوله های کربنی تک جداره عامل دار شده با ال-سیستین انجام شد (۱۳)، با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

ایزوترم های تعادلی و سینتیک جذب: بر اساس نتایج شکل های ۳ و ۴ و جداول ۱ و ۲، جاذب کربن فعال تهیه شده از کلاهدک میوه بلوط در فرایند حذف کادمیوم با مدل Langmuir مطابقت بیشتری داشت و می توان نتیجه گرفت که در جاذب غیر اصلاحی، مناطق جذب واقع بر سطح جسم جاذب یکنواخت و همگی دارای قدرت جذب یکسان می باشد و ضخامت لایه جاذب در تمام سطح یکسان و برابر با یک لایه از مولکول جذب شونده است. همچنین، پیوندهای جذب برگشت پذیر هستند. در مدل Langmuir، ثابت R_L شرایط جذب آلاینده در سطح جاذب را نشان می دهد که اگر مقدار آن برابر با صفر باشد، نشان می دهد که ایزوترم غیر قابل برگشت است. $R_L > 1$ بیان کننده ایزوترم نامطلوب می باشد. $R_L = 1$ ایزوترم خطی و $R_L < 1$ صفر نیز ایزوترم مطلوب را نشان می دهد (۱۴). در مطالعه حاضر مقدار R_L برای کربن فعال کلاهدک میوه بلوط، ۰/۰۳۸ به دست آمد و حاکی از آن است که جاذب برای حذف کادمیوم مطلوب و مناسب می باشد. در پژوهش Dyanati Tilki و همکاران نیز جهت حذف کادمیوم از آب با استفاده از کربن فعال دانه ای، مدل ایزوترمی از مدل Langmuir تبعیت نمود (۱۵).

نتایج نشان داد که جاذب اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک از مدل ایزوترمی Freundlich پیروی می کند. بنابراین، در جاذب اصلاحی، مناطق موجود روی سطح جسم جاذب یکنواخت نیست و قدرت جذب متفاوتی دارد و ماده آلاینده بر روی سطوح ناهمسان و در چند لایه جذب می شود. در ایزوترم Freundlich، مقدار n تابعی از شدت جذب و بیانگر وضعیت جذب است. این مقدار برای جاذب کربن فعال اصلاحی، ۳/۴۶۱۴ محاسبه گردید که نشان می دهد شکل منحنی مطلوب و وضعیت جذب خوب می باشد. در مطالعه Mohan و همکاران، چوب مگنتیک شده درخت بلوط در حذف کادمیوم مورد بررسی قرار گرفت که داده های جذب از مدل Freundlich پیروی می کرد (۸).

بیشترین درصد حذف در $pH = 8$ صورت گرفت که این میزان برای کربن فعال تهیه شده از کلاهدک میوه بلوط، ۸۱/۱۳ درصد و برای کربن فعال اصلاح شده با نانوذرات مگنتیک، ۹۱/۳۲ درصد بود. نتایج پژوهش های مشابهی در جذب کادمیوم با استفاده از گرانول های کربن فعال پوشیده با نانوذرات اکسید آهن (۶) و حذف کادمیوم توسط چوب بلوط مگنتیک شده (۸) گزارش شده است. علت کاهش جذب در pH های اسیدی را می توان به این صورت توضیح داد که در pH های پایین ۲ و ۳، بار سطحی جاذب مثبت است و سبب دفع یون های Cd^{2+} می شود. همچنین، وجود مقادیر کافی یون H^+ در محلول در شرایط pH های اسیدی، سبب رقابت بین یون های H^+ موجود در محیط و یون های Cd^{2+} برای جذب شدن روی جاذب می گردد. بنابراین، H^+ با گروه های عاملی آنیونی سطح جاذب واکنش می دهد و باعث محدود شدن تعداد مکان های جذب برای حذف یون های کادمیوم و در نتیجه، کاهش راندمان حذف می شود (۹). با توجه به این که آزمایش ها به منظور به حداقل رساندن اثر فرایند رسوب دهی فلزات، در pH های بیشتر از ۸ انجام نگرفت و همچنین، با توجه به احتمال پایین رسوب دهی هیدروکسید های فلزی در حفرات و فضاهای اطراف ذرات به دلیل سریع تر بودن سینتیک فرایند جذب نسبت به فرایند رسوب دهی، می توان گفت که حذف کادمیوم در مقادیر pH کمتر از ۸ اغلب توسط فرایند جذب صورت گرفته است (۱۰).

اثر زمان تماس: بر اساس داده های شکل ۲ (قسمت ب)، با افزایش زمان تماس بین آلاینده ورودی و جاذب، میزان درصد جذب افزایش می یابد. در تحقیق حاضر راندمان جذب در هر دو جاذب با افزایش زمان تماس تا ۳۰ دقیقه افزایش چشمگیری داشت که دلیل آن را می توان به افزایش فرصت برخورد ذرات آلاینده ورودی با ذرات جاذب ها نسبت داد و با افزایش زمان از ۳۰ تا ۱۲۰ دقیقه، راندمان با شدت کمتری افزایش یافت؛ به طوری که در دامنه زمان تماس ۶۰ تا ۱۲۰ دقیقه، افزایش چشمگیری مشاهده نشد که دلیل آن را می توان کاهش مکان های جذب قابل دسترس دانست. در مطالعه بررسی ایزوترم و سینتیک جذب نیکل توسط خاکستر میوه بلوط از محلول های آبی، نتایج مشابهی ارایه گردید (۱۱).

اثر دوز جاذب: یافته های شکل ۲ (قسمت ج) نشان می دهد که راندمان جذب با افزایش دوز جاذب به علت افزایش میزان سطح تماس در دسترس، افزایش یافت، اما ظرفیت جذب جاذب ها به دلیل کاهش میزان آلاینده در دسترس جرم واحد جاذب، کاهش پیدا کرد؛ به طوری که با افزایش دوز جاذب از ۱ تا ۱۵ گرم بر لیتر، ظرفیت جذب جاذب کربن فعال تهیه شده از کلاهدک میوه بلوط و اصلاح شده آن به ترتیب از ۶/۸۶ به ۱/۸۷ و از ۸/۸۷ به ۱/۹۸ میلی گرم بر گرم کاهش یافت. نتایج ارزیابی فرایند جذب سطحی یون های کادمیوم از فاضلاب سینتیک با نانوذرات آهن مغناطیسی سنتز شده (۱۲) با یافته های

جایگزین روش‌های گرانیقیمت شود و همچنین، اصلاح آن با پوشش دادن نانوذرات مگنتیک، سبب افزایش راندمان حذف می‌گردد. بر اساس نتایج به دست آمده، راندمان حذف با افزایش میزان pH، کاهش غلظت اولیه کادمیوم، افزایش زمان تماس و افزایش دوز جاذب، افزایش می‌یابد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز می‌باشد. بدین وسیله از استادان محترم گروه و جناب آقای دکتر افشین ابراهیمی، استاد راهنما تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

بررسی مدل‌های سینتیکی جذب نشان داد که هر دو جاذب کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط و اصلاح شده آن با نانوذرات مگنتیک از سینتیک شبه مرتبه دوم تبعیت داشتند. بررسی سینتیک جذب کادمیوم با مخلوط مگنیت و نانوذرات مگنتیک در تحقیق Chowdhury و Yanful نیز نشان داد که فرایند جذب از مدل سینتیک شبه مرتبه دوم تبعیت می‌نماید (۱۶).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کربن فعال تهیه شده از کلاهیک میوه بلوط قابلیت خوبی در حذف کادمیوم دارد و می‌تواند به عنوان جاذب ارزان‌قیمتی

References

1. Srivastava VC, Mall ID, Mishra IM. Removal of cadmium(II) and zinc(II) metal ions from binary aqueous solution by rice husk ash. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 2008; 312(2): 172-84.
2. Smirjakova S, Ondrasovicova O, Kakosva A, Lakticova K. The effect of cadmium and lead pollution on human and animal health. *Folia Vet* 2005; 49(3): 31-2.
3. Ozverdi A, Erdem M. Cu^{2+} , Cd^{2+} and Pb^{2+} adsorption from aqueous solutions by pyrite and synthetic iron sulphide. *J Hazard Mater* 2006; 137(1): 626-32.
4. Hamoudi S, Saad R, Belkacemi K. Adsorptive removal of phosphate and nitrate anions from aqueous solutions using ammonium-functionalized mesoporous silica. *Ind Eng Chem Res* 2007; 46(25): 8806-12.
5. Boparai HK, Joseph M, O'Carroll DM. Kinetics and thermodynamics of cadmium ion removal by adsorption onto nano zerovalent iron particles. *J Hazard Mater* 2011; 186(1): 458-65.
6. Samarghandi MR, Azizi S. Cadmium adsorption by activated carbon granules coated with iron nanoparticles from aqueous solution: Kinetics, isotherms and adsorption mechanism studies. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2014; 24(119): 109-21. [In Persian].
7. Mohammadi AS, Sardar M. The removal of penicillin G from aqueous solutions using chestnut shell modified with H_2SO_4 : Isotherm and kinetic study. *Iran J Health Environ* 2013; 5(4): 297-50. [In Persian].
8. Mohan D, Kumar H, Sarswat A, Alexandre-Franco M, Pittman CU. Cadmium and lead remediation using magnetic oak wood and oak bark fast pyrolysis bio-chars. *Chem Eng J* 2014; 236: 513-28.
9. Kazeminezhad I, Ahmadizadeh S, Babaie A. Application of magnetic hydroxyapatite nanoparticles for removal of Cd^{2+} from aqueous solutions. *Journal of Environmental Studies* 2014; 40(3): 739-50. [In Persian].
10. Bahrami M, Brumand-Nasab S, Kashkooli H, Farrokhian Firouzi A, Babaei A. Cadmium removal from aqueous solutions using modified magnetite nanoparticles. *Iran J Health Environ* 2013; 6(2): 221-32. [In Persian].
11. Zarei S, Dehvari M, Jamshidi B, Sadani M. Investigation of Isotherm and Kinetic of Nickel Adsorption by Acorn Ashes from Aqueous Solutions. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2015; 13(9): 897-908. [In Persian].
12. Karimi Takanlu L, Farzadkia M, Mahvi AH, Esrafiy A, Golshan M. Optimization of adsorption process of Cadmium ions from synthetic wastewater using synthesized iron magnetic nanoparticles (Fe_3O_4). *Iran J Health Environ* 2014; 7(2): 171-84. [In Persian].
13. Taghavi M, Zazouli Ma, Yousefi Z, Akbari-Adergani B. Evaluation of l-cysteine functionalized multi-walled carbon nanotubes as adsorbent for Cd^{2+} ions from aqueous solutions. *Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology*; 2015 Sep. 3-5; Rhodes, Greece.
14. Tabeidian M, Aminsadri M, Aghababaei A, Taheri E, Fatehizadeh A, Mahdavi M, et al. Survey of efficiency evaluation of modified and unmodified clinoptilolite for nitrate removal from aqueous solutions. *J Health Syst Res* 2015; 11(3): 638-49. [In Persian].
15. Dyanati Tilki RA, Naseri S, Shariat M. Study on water cadmium decontamination by granular activated carbon (GAC). *J Mazandaran Univ Med Sci* 2003; 12(37): 11-9. [In Persian].
16. Chowdhury SR, Yanful EK. Kinetics of cadmium(II) uptake by mixed maghemite-magnetite nanoparticles. *J Environ Manage* 2013; 129: 642-51.

Comparison of the Efficiency of Activated Carbon Prepared from Oak Cap and Activated Carbon Modified with Magnetite Nanoparticles on Removal of Cadmium in Aqueous Solution

Hooshang Manouchehritabar¹, Afshin Ebrahimi²

Original Article

Abstract

Background: The removal of cadmium from water sources is necessary due to the inherent degradability and biocompatibility. The aim of this study was to evaluate and compare the performance of activated carbon produced from oak cap before and after modification with magnetic nanoparticles, as adsorbents for the removal of cadmium.

Methods: The effect of contact time (5 to 120 minutes), adsorbent dose (1 to 15 g/l), pH (2 to 8), and cadmium concentration (5-50 mg/l) was investigated. The adsorption behavior of cadmium was evaluated using Freundlich and Langmuir models. The effect of time was described via kinetics models. Chemical composition and surface characteristics of adsorbent evaluated using X-ray diffractometry analysis (XRD) and scanning electron microscopy (SEM).

Findings: The removal efficiency of conventional and modified activated carbon produced from oak caps under the constant conditions of pH of 8, contact time of 30 minutes, adsorbent dose of 5 g/l, and cadmium concentration of 30 mg/l was 81.13 and 91.32 percent, respectively. Study of isotherm results showed that conventional activated carbon produced from oak caps had a correlation coefficient of 0.98 with Langmuir model, but modified activated carbon with magnetic nanoparticles followed Freundlich model with a correlation coefficient of 0.943. The results of kinetics showed that both sorbent followed the pseudo-second order kinetics, and their equilibrium time was 30 minutes.

Conclusion: The activated carbon prepared from oak caps pulp is able to remove cadmium from aqueous solutions, and can be used as a low-cost adsorbent material for treatment of water resources contaminated with cadmium. Moreover, modification with magnetite nanoparticles significantly increases the absorption efficiency.

Keywords: Cadmium removal, Aqueous solution, Activated carbon, Oak caps pulp, Magnetite nanoparticles

Citation: Manouchehritabar H, Ebrahimi A. Comparison of the Efficiency of Activated Carbon Prepared from Oak Cap and Activated Carbon Modified with Magnetite Nanoparticles on Removal of Cadmium in Aqueous Solution. J Health Syst Res 2018; 14(3): 307-13.

1- MSc Student, Department of Environmental Engineering, Khuzestan Science and Research Branch AND Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2- Associate Professor, Environmental Research Center, Research Institute for Primordial Prevention of Non-Communicable Disease, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan AND Department of Environmental Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Corresponding Author: Afshin Ebrahimi, Email: a_ebrahimi@hlth.mui.ac.ir

اندازه‌گیری تری‌هالومتان‌ها در آب شرب شبکه توزیع شهر اصفهان طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴

علی دهنوی^۱، غلامحسین عظیمی^۲، محمد سراجی^۳، محمد حسن ربیعی راد^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف تعیین غلظت برخی از تری‌هالومتان‌ها (Trihalomethanes یا THMs) در آب آشامیدنی شبکه توزیع شهر اصفهان و مقایسه زمانی و مکانی داده‌ها و همچنین، مقایسه با تحقیقات گذشته انجام گرفت.

روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی بود و در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. نمونه‌برداری طی ۱۲ مرحله زمانی از ۱۸ نقطه در شبکه توزیع آب شرب صورت گرفت. مقدار THMs مبتنی بر استانداردهای ISO ۱۰۳۰۱ و ISRI-۱۶۴۶۹ و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی-آشکارساز طیف‌سنجی جرمی (Gas chromatography-mass spectrometry یا GC-MS) تعیین شد. سایر شاخص‌ها از جمله دما، pH و کلر باقی‌مانده نیز در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: از گونه‌های مختلف THMs، فقط کلروفرم در تمام موارد اندازه‌دهی بود. میانگین غلظت کلروفرم آب شبکه توزیع اصفهان در بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱۹/۸، ۱۶/۲، ۱۹/۷ و ۱۲/۹ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. میانگین غلظت کلر آزاد باقی‌مانده نیز به همان ترتیب ۰/۶، ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: میانگین غلظت کلروفرم در تابستان در مقایسه با گزارش‌های قبلی، حدود ۲۰ درصد افزایش را نشان می‌دهد که این افزایش، اهمیت پایش مداوم این ترکیبات و اجرایی نمودن راهکارهای کاهش آن برای سال‌های آتی را متذکر می‌شود. در حال حاضر، آب شرب اصفهان کیفیت مناسبی از لحاظ وجود کلر باقی‌مانده و THMs دارد؛ به طوری که استانداردهای معتبر از جمله سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency یا USEPA) و استاندارد محیط زیست ایران را برآورده می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آلودگی آب، تری‌هالومتان‌ها، گندزدایی، کیفیت آب، ایران

ارجاع: دهنوی علی، عظیمی غلامحسین، سراجی محمد، ربیعی راد محمد حسن. اندازه‌گیری تری‌هالومتان‌ها در آب شرب شبکه توزیع شهر اصفهان طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۲۰-۳۱۴

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۶/۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین گزینه‌های گندزدایی در مقیاس جهانی محسوب می‌شود که از علل اصلی آن می‌توان به اثرگذاری، راندمان بالا، داشتن باقی‌مانده در آب و هزینه‌های کمتر آن در مقایسه با سایر گندزداها اشاره نمود (۵). با این حال، کلر و باقی‌مانده آن با ترکیبات آلی طبیعی موجود در آب در جریان و یا چسبیده به جدار لوله‌ها، واکنش نشان می‌دهد و ترکیبات جانبی حاصل از گندزدایی را تولید می‌کند (۶). THMs به عنوان اصلی‌ترین فرآورده‌های جانبی کلرزنی در آب به طور عمده شامل مونوکلرومتان (CH_3Cl)، دی‌کلرومتان (CH_2Cl_2)، کلروفرم (CHCl_3)، برومودی‌کلرومتان (CHCl_2Br)، کلرودی‌برومومتان (CHBr_2Cl) و بروموفرم (CHBr_3) است (۸-۶). کلروفرم یکی از مهم‌ترین ترکیبات THM، به سرعت به وسیله شش‌ها و سیستم گوارشی و همچنین، از طریق پوست جذب می‌شود. این ماده به شدت در بدن مورد متابولیسم قرار می‌گیرد و باعث تولید دی‌اکسید کربن می‌شود. محل اصلی متابولیسم این ماده در کبد و کلیه است (۹).

مقدمه

واکنش برخی از گندزداها با مواد آلی طبیعی موجود در آب، باعث تولید صدها ترکیب می‌شود که در اصطلاح به آن‌ها محصولات جانبی گندزدایی (Disinfection by-products یا DBPs) می‌گویند. هالواسیتیک اسیدها، تری‌هالومتان‌ها (Trihalomethanes یا THMs)، هالوالدئیدها و... از جمله اصلی‌ترین این ترکیبات به شمار می‌روند (۳-۱). در این بین، THMs یکی از محصولات اصلی فرایند گندزدایی با کلر می‌باشد که به همراه هالواسیتیک اسیدها، ۷۰ تا ۸۰ درصد محصولات ثانویه گندزدایی را تشکیل می‌دهد (۳). هدف از گندزدایی آب، علاوه بر ضد عفونی کردن آن، جلوگیری و کنترل رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در شبکه توزیع آب و حفاظت میکروبی از آب در سیستم‌های توزیع است که اغلب با تولید فرآورده‌های جانبی گندزدایی همراه می‌باشد و خاصیت سرطان‌زایی آن‌ها تأیید شده است (۵، ۴). در حال حاضر و با وجود تکنولوژی‌های متنوع گندزدایی، کلرزنی به آب

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار، گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استاد، گروه شیمی تجزیه، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- کارشناس ارشد، آزمایشگاه کنترل کیفی مرکزی، شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: علی دهنوی

Email: a.dehnavi@eng.ui.ac.ir

پژوهش آن‌ها، بالغ بر ۱۳/۸ میکروگرم بر لیتر و غلظت میانگین کلر باقی‌مانده در این نقاط نیز ۱/۰۳ میلی‌گرم بر لیتر گزارش گردید (۳).

با توجه به لزوم پایش مداوم کیفیت آب به خصوص از نظر ترکیبات جانبی حاصل از گندزدایی با هدف اطمینان از کیفیت آب تولید شده، بررسی THMs به عنوان یکی از ترکیبات جانبی حاصل از گندزدایی، در دستور کار تحقیق حاضر قرار گرفت. این موضوع با توجه به عدم بررسی چند ساله از یک طرف و وجود داده‌های قبلی برای مقایسه و بررسی تغییرات زمانی از طرف دیگر، از اهمیت زیادی برای دست‌اندرکاران تولید آب اصفهان بزرگ برخوردار است و به همین دلیل، بررسی کیفی آب شرب اصفهان از نظر THMs در شبکه توزیع شهر اصفهان مد نظر قرار گرفت. علاوه بر این، تعدد نمونه‌برداری و بازه زمانی به نسبت طولانی در نظر گرفته شده برای بررسی THMs، از جمله برتری‌های مطالعه حاضر نسبت به پژوهش‌های گذشته بود.

روش‌ها

تصفیه‌خانه اصفهان با دبی بین ۱۰ تا ۱۲ مترمکعب در ثانیه، آب جمعیتی بیش از ۴ میلیون نفر را در قالب طرح آبرسانی اصفهان بزرگ تأمین می‌نماید. این تصفیه‌خانه که آب آن از رودخانه زاینده‌رود در سد چم آسمان تأمین می‌شود، دارای دو فاز می‌باشد که سیستم گندزدایی یکی از فازها، کلر و فاز دیگر تلفیق کلر و ازن است. در طرح حاضر، شبکه توزیع آب کلان‌شهر اصفهان با ۱۸ ایستگاه نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفت که آب آن از تصفیه‌خانه آب اصفهان تأمین می‌گردد. در شکل ۱، پراکندگی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شبکه توزیع شهر اصفهان در تحقیق حاضر ارائه شده است. نمونه‌برداری از ایستگاه‌های مورد نظر، ۱۲ بار در طی دو سال (۹۵-۱۳۹۴) صورت گرفت؛ به نحوی که فصول مختلف سال تحت پوشش قرار داده شد. بنابراین، در هر سال دو بار نمونه‌برداری در هر فصل انجام شد. تغییرات فصلی برای پوشش دادن تغییرات دمایی، به عنوان یکی از شاخص‌های مهم تأثیرگذار بر تولید THMs مد نظر قرار گرفت. علاوه بر این، الگوی مصرف آب و کیفیت آن نیز تحت تأثیر فصول مختلف می‌باشد. بنابراین در مطالعه حاضر، بررسی تولید و تغییرات THMs نسبت به زمان (فصول) و مکان (شکل ۱) مد نظر بود.

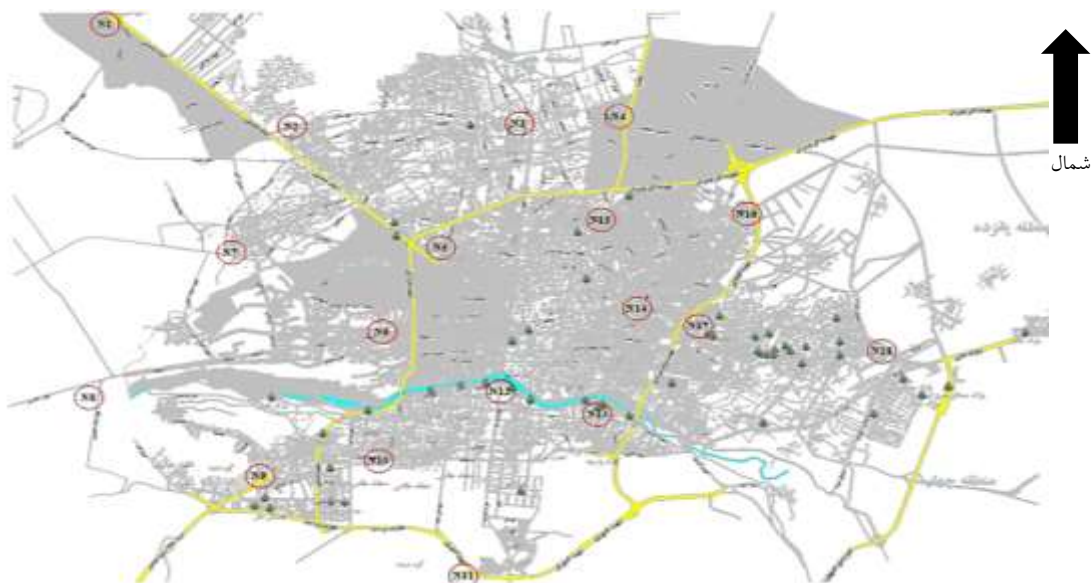
تمام نمونه‌برداری‌ها در ظروف شیشه‌ای قهوه‌ای (تیره) که برای مصارف دارویی استفاده می‌شد، نگهداری گردید. این ظروف کاملاً استریل بود و هیچ ناخالصی آلی نداشت و بنابراین، نیازی به شستشو با درجنت و آب مقطر نداشت. در موقع نمونه‌برداری در هر ایستگاه، شیر آب تا زمانی باز گذاشته می‌شد که دمای آب خروجی آن تثبیت شود. سپس ظروف مورد نظر کامل پر می‌گردید؛ به نحوی که هیچ‌گونه حبابی موقع پر کردن در ظرف تشکیل نمی‌شد. نمونه‌ها تا قبل از رسیدن به آزمایشگاه در کول باکس با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری می‌شد (۱۹، ۱۸، ۳). تمام نمونه‌برداری‌های هر مرحله در یک روز انجام می‌شد و نمونه‌ها در پایان همان روز به آزمایشگاه منتقل می‌گردید و بلافاصله در روزهای بعد، مورد سنجش و اندازه‌گیری قرار می‌گرفت.

اندازه‌گیری غلظت THMs: برای تعیین غلظت THMs، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Gas chromatography یا GC) (مدل ۷۸۹۰، شرکت Agilent، آمریکا) و ستون موبینه DB5-MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر با آشکارساز طیف‌سنجی جرمی

با توجه به مخاطرات بهداشتی THMs، سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا (United States Environmental Protection Agency یا USEPA) در سال ۱۹۷۹ قوانینی را برای کنترل آن‌ها در آب آشامیدنی منتشر کرد که طبق این قانون، حداکثر مقدار مجاز برای کل THMs در آب آشامیدنی، ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر تعیین شد که از سال ۱۹۹۸ تاکنون این مقدار به ۸۰ میکروگرم بر لیتر تقلیل یافته است و البته حداکثر مقدار مجاز هدف (Maximum Contaminant Level Goal یا MCLG) برای کلروفرم را نیز ۷۰ میکروگرم بر لیتر تعیین نمود (۱۰). سازمان بهداشت جهانی نیز طبق رهنمودی، حداکثر مقدار قابل قبول کلروفرم، برمودی‌کلرومتان، دی‌برموکلرومتان و برموفرم در آب آشامیدنی را به ترتیب ۳۰۰، ۶۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر در نظر گرفته است. همچنین، طبق این رهنمود، باید مجموع نسبت غلظت هر THM به مقدار رهنمود، کوچک‌تر یا مساوی ۱ باشد (۱۱). در آخرین مجموعه استانداردهای کیفی آب ایران (ویرایش پنجم استاندارد ۱۰۵۳) که در سال ۱۳۸۸ منتشر گردید نیز از رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی استفاده شده است (۱۲). نتایج تحقیقات قبلی انجام شده نشان می‌دهد که غلظت THMs در آب آشامیدنی تحت تأثیر عوامل مختلفی همچون دما، pH، غلظت و ماهیت مواد آلی طبیعی، غلظت کلر مصرفی، غلظت یون برم و زمان تماس کلر با آب می‌باشد (۸، ۱). به عنوان مثال، Powell و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی رابطه مهم بین دما، کل کربن آلی و غلظت اولیه کلر پرداختند که نشان دهنده همبستگی بالای این عوامل در تولید ترکیبات جانبی می‌باشد (۱۳). در پژوهش Al Hebo و Istvin و همکاران، با توجه به اثرات دوز بالای کلر بر تشکیل THMs، تشکیل این فرآورده‌های جانبی گندزدایی با تغییر کلر تزریقی، دما و مقدار کربن آلی محلول (Dissolved organic carbon یا DOC) مورد بررسی قرار گرفت (۶). نتایج تحقیق Williams و همکاران نشان داد که تشکیل THMs در شبکه توزیع آب دارای کلر، تابعی از فصول سال و نیز موقعیت محل بررسی می‌باشد (۱۴).

در ایران برای اولین بار در تهران، اندازه‌گیری THMs سال ۱۳۷۳ در دستور کار قرار گرفت. نتایج بررسی مذکور نشان داد که در بین حدود ۲۵ درصد از نمونه‌ها، غلظت THMs بیش از حداکثر مقدار مجاز بوده است (۹). همچنین، مطالعه دیگری بر روی آب‌های آشامیدنی تعدادی از شهرهای بزرگ انجام شد که حاکی از بالاتر بودن غلظت این ترکیبات در آب برخی از شهرها از جمله اهواز، اصفهان و بندرعباس در برخی از ماه‌های سال می‌باشد (۱۵). پژوهش‌هایی نیز توسط علیان با همکاری دفتر تحقیقات شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان در خصوص بررسی وجود یا عدم وجود THMs در آب شرب اصفهان صورت گرفت. در تحقیق وی، ۹ ایستگاه مد نظر قرار گرفت که بر اساس نتایج به دست آمده، حداکثر غلظت کلروفرم در فلاورجان، میدان جمهوری (دروازه تهران) و خوراسگان به ترتیب معادل ۴/۸۹، ۴/۷۶ و ۴/۲۰ میکروگرم بر لیتر گزارش گردید که اختلاف قابل توجهی با یکدیگر نداشتند (۱۷، ۱۶).

در مطالعه بینا و همکاران که با هدف بررسی غلظت کلروفرم به عنوان محصول اصلی و سمی ناشی از فرایند کلرزنی و همچنین، تعیین غلظت کلر باقی‌مانده کل در شبکه توزیع آب شهر اصفهان و پهنه‌بندی آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system یا GIS) انجام گرفت، داده‌های مورد نظر همراه با اطلاعات مکانی تحلیل و نقاط بحرانی مشخص گردید. بدین ترتیب، میانگین کلروفرم در ۳۰ نقطه مورد بررسی



شکل ۱. پراکندگی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شبکه توزیع در شهر اصفهان (N۱ تا N۱۸)

حداکثر ۳۱ میکروگرم در لیتر را نشان داد و سایر THMs مورد بررسی با توجه به روش استاندارد اندازه‌گیری، به طور عمده مقدار اندازه‌ده نداشتند (به جز دی‌کلروبرومومتان).

جدول ۱. نتایج اندازه‌گیری کلروفرم در شبکه توزیع در مرحله ششم نمونه‌برداری

شماره مشخصه	کلروفرم (میکروگرم بر لیتر)	شماره مشخصه	کلروفرم (میکروگرم بر لیتر)
N۱	۱۷	N۱۰	۱۷
N۲	۱۹	N۱۱	۱۵
N۳	۱۸	N۱۲	۱۹
N۴	۱۹	N۱۳	۲۳
N۵	۲۳	N۱۴	۱۸
N۶	۲۶	N۱۵	۱۵
N۷	۲۶	N۱۶	۱۶
N۸	۳۱	N۱۷	۲۰
N۹	۱۵	N۱۸	۲۳

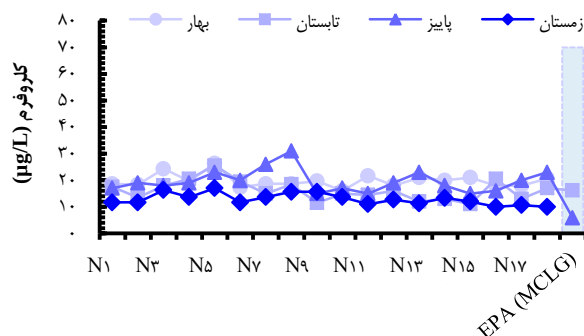
میانگین کلروفرم به تفکیک فصول مختلف برای نقاط مورد نظر در شبکه توزیع و همچنین، MCLG برای کلروفرم بر اساس استاندارد EPA در شکل ۲ (قسمت الف) نشان داده شده است. بر اساس نتایج صحت‌سنجی بر روی نمونه‌های استاندارد و اسپایک شده، بازیابی‌های به دست آمده بالاتر از ۸۰ درصد تعیین گردید.

(Mass spectrometry یا MS) (مدل ۵۹۷۵C، شرکت Agilent، آمریکا) و سیستم اتوماتیک نمونه‌برداری فضای فوقانی (Head-space) مبتنی بر استانداردهای ISO ۱۰۳۰۱ و ISIRI-۱۶۴۶۹ استفاده شد. بر اساس این استاندارد، ۱۰ سی‌سی از نمونه آبی با استفاده از یک دیسپنسر یا پیپت، داخل ویال‌های مخصوص ریخته و درب آن بسته شد و آزمایش و سنجش صورت گرفت (ویال‌هایی با درب آلومینیومی و سیتوم تفلونی مناسب جهت سیستم اتوماتیک نمونه‌برداری فضای فوقانی). در این روش، نمونه‌ها تا ۲ روز بعد از نمونه‌برداری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت. در تمام مراحل، از نمونه‌های مجهول و استاندارد برای صحت‌سنجی و دقت نتایج استفاده گردید. حد تشخیص و حد کمی اندازه‌گیری برای گونه‌های مختلف THM به ترتیب ۵ و ۱۰ میکروگرم بر لیتر می‌باشد. جهت بررسی صحت داده‌ها و اعتبارسنجی آن‌ها، از نمونه‌های استاندارد در آب مقطر و استاندارد اضافه شده به نمونه‌های واقعی (اسپایک شده) استفاده شد. علاوه بر این، برای بررسی دقت داده‌ها، در هر مرحله حداقل یک نمونه تکراری به کار رفت. در هر مرحله از نمونه‌برداری، برای سه ایستگاه به صورت تصادفی صحت‌سنجی و ارزیابی دقت انجام گرفت.

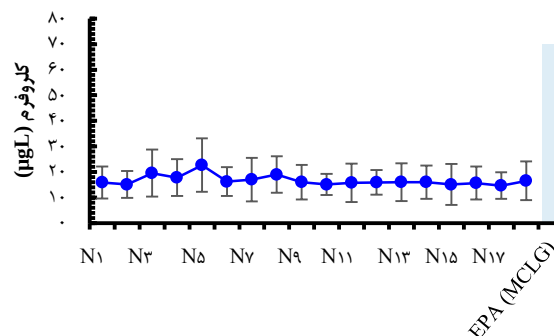
دما در محل و توسط دستگاه پرتابل HQ40D (شرکت HACH، آمریکا) و کلر آزاد باقی‌مانده در هر ایستگاه با استفاده از دستگاه پرتابل Pocket Colorimeter II (شرکت HACH، آمریکا) اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها

در جدول ۱، نتایج خام اندازه‌گیری شده ترکیبات چهارگانه THMs در آب شبکه توزیع در مرحله ششم پایش به عنوان نمونه آورده شده است. از میان ترکیبات چهارگانه THMs اندازه‌گیری شده، کلروفرم تغییرات غلظت از حداقل ۱۵ تا



محل نمونه برداری



محل نمونه برداری

شکل ۲. تغییرات کلروفرم به تفکیک ایستگاه در شبکه توزیع؛ میانگین در فصول مختلف (قسمت الف) و میانگین و انحراف معیار در کل دوره پایش (قسمت ب)

EPA-MCLG: Environmental Protection Agency-Maximum Contaminant Level Goal

و تنها گونه اندازه‌دهنده، کلروفرم بود. به همین دلیل، بررسی‌های آماری در تحقیق حاضر بر روی کلروفرم انجام گرفت. از آنجایی که استاندارد EPA برای کلروفرم، استاندارد سخت‌گیرانه‌تری محسوب می‌شود، مقادیر اندازه‌گیری شده با استاندارد EPA مقایسه گردید. لازم به ذکر است که MCLG استاندارد EPA برای کلروفرم ۷۰ میکروگرم بر لیتر و حداکثر مجاز آن در استاندارد آب ایران، ۳۰۰ میکروگرم بر لیتر عنوان شده است (۱۲، ۱۰).

بر اساس داده‌های شکل ۲ (قسمت الف) که تغییرات غلظت کلروفرم در فصول مختلف را نشان می‌دهد، اول این که نتایج فصول مختلف به هم نزدیک است و دوم این که غلظت کلروفرم در تمام موارد از مقدار حداکثر مجاز هدف (۷۰ میکروگرم بر لیتر بر طبق استاندارد EPA) به مراتب کمتر می‌باشد. علاوه بر این، شکل ۲ (قسمت ب) که میانگین تغییرات غلظت کلروفرم در کل دوره اندازه‌گیری را نشان می‌دهد، به خوبی حدود بالای این ترکیب را که بسیار کمتر از حداکثر مجاز هدف EPA قرار دارد، به تصویر کشید و حاکی از آن است که در آب اصفهان و در دوره پایش، مقادیر کلروفرم بسیار کمتر از حداکثر مجاز هدف معرفی شده EPA می‌باشد. سایر ترکیبات THM مقدار اندازه‌دهنده نداشتند (در تمام موارد به صورت کمتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر گزارش شد) و در تمام موارد نیز کمتر از مقادیر مشابه به عنوان حداکثر مقدار مجاز بود.

مقادیر انحراف استاندارد نسبی حداکثر نیز حدود ۱۵ درصد محاسبه شد که نشان دهنده تکثیرپذیری مناسب در نمونه‌برداری و آنالیز می‌باشد. برای مقایسه بیشتر، میانگین کلروفرم در طول مدت پایش (بدون در نظر گرفتن فصول) به همراه انحراف معیار در شکل ۲ (قسمت ب) برای نقاط مورد نظر ارائه شده است. همچنین، نتایج آزمون Two-way ANOVA برای تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین نتایج فصول (تغییرات زمانی) و نتایج ایستگاه‌های مختلف (تغییرات مکانی)، در جدول ۲ آمده است که نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار برای هر دو آزمون می‌باشد ($P > 0.05$).

بحث

اندازه‌گیری ترکیبات مختلف THM در محدوده طرح که نتایج مرحله ششم آن برای کلروفرم به صورت نمونه در جدول ۱ ارائه شده است، نشان داد که در تمام موارد برای سه ترکیب دی‌کلرومومتان، دی‌بروموکلرومومتان و بروموفرم مقادیر اندازه‌دهنده وجود نداشت (کمتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر) که البته در تمام موارد نیز کمتر از حداکثر مجاز استاندارد آب ایران می‌باشد. مقادیر حداکثر مجاز استاندارد آب ایران برای دی‌بروموکلرومومتان و بروموفرم به ترتیب ۱۰۰ و ۳۰۰ میکروگرم بر لیتر گزارش شده است (۱۲). این موضوع در تمام نمونه‌برداری‌ها تکرار گردید

جدول ۲. نتایج آزمون Two-way ANOVA در چهار فصل و کل ایستگاه‌ها برای کلروفرم در شبکه توزیع

عامل	نوع	سطح	مقادیر
فصل	ثابت شده	۴	بهار، تابستان، پاییز و زمستان
ایستگاه نمونه‌برداری	ثابت شده	۱۸	N۱ تا N۱۸
منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات متوالی	مشارکت (درصد)
فصل	۳	۵۸۴/۴	۴۴/۳۵
ایستگاه نمونه‌برداری	۱۷	۳۱۳/۴	۲۳/۷۸
خطا	۵۱	۴۲۰/۰	۳۱/۸۷
مجموع	۷۱	۱۳۱۷/۷	۱۰۰
مقدار P	آماره F	مجموع مربعات تعدیل شده	مجموع مربعات تعدیل شده
> 0.001	۲۳/۶۵	۱۹۴/۷۹۱	۵۸۴/۴
۰/۰۱۴	۲/۲۴	۱۸/۴۳۳	۳۱۳/۴
—	—	۸/۲۳۵	۴۲۰/۰
—	—	—	—

حدود ۳ واحدی (افزایش ۲۰ درصدی) دارد (۳). تفاوت نتایج میانگین بین داده‌های بررسی حاضر و تحقیق بینا و همکاران (۳) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۰ درصد وجود دارد ($P = ۰/۰۵۶$). این در حالی است که حداکثر و حداقل غلظت کلروفرم در پژوهش حاضر در تابستان به ترتیب ۱۰ و ۳۲ میکروگرم بر لیتر و در تحقیق بینا و همکاران به ترتیب ۱۰ و ۲۸ میکروگرم بر لیتر (۳) عنوان شد. این مقایسه بیان می‌کند که حداکثر مقدار کلروفرم در طی حدود ۵ سال فاصله زمانی بین دو مطالعه، بیش از ۱۴ درصد افزایش داشته است و البته همچنان کمتر از حداکثر مقادیر مجاز استاندارد ایران (۳۰۰ میکروگرم بر لیتر) و EPA (۷۰ میکروگرم بر لیتر) می‌باشد. این افزایش در میانگین و همچنین، غلظت حداکثر کلروفرم، پایش مداوم این ترکیبات و اجرایی نمودن راهکارهای کاهش آن برای سال‌های آینده را گوشزد می‌کند.

یکی از راهکارهای اجرایی کاهش THMs، کاهش پیش‌سازها در آب تصفیه شده است. ابراهیمی و همکاران (۲) و بینا و همکاران (۲۳) ضمن تعیین شرایط بهینه حذف اسیدهیومیک به عنوان عامل اصلی تولید محصولات ثانویه کلرینه توسط نانوکربن فعال و نانوذرات کلینوپتیلولایت اصلاح شده با سورفکتانت کاتیونی، به این نتیجه رسیدند که در شرایط بهینه، تا ۹۹ درصد از پیش‌سازها قابل حذف از آب هستند. اگرچه اندازه‌گیری ترکیبات جانبی حاصل از گندزدایی و به ویژه THMs و کنترل غلظت آن‌ها با استفاده از روش‌های حذف و یا کاهش پیش‌سازهای تولیدکننده آن‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است، اما به‌تازگی شاخص‌های وزنی سمیت این گونه ترکیبات نیز مورد توجه قرار گرفته است. Li و Mitch با انجام تحقیقی دریافتند که اگرچه در برخی از موارد ممکن است غلظت ترکیبات جانبی حاصل از گندزدایی در آب کمتر از میزان مجاز تعریف شده بر اساس استانداردها باشد، اما به علت خصوصیات شیمیایی و تنوع این ترکیبات، ممکن است اثرات سمیت بیشتری از خود در آب نشان دهند (۲۴). بنابراین، علاوه بر بررسی غلظت ترکیبات جانبی تولید شده، تعیین اثرات درازمدت آن‌ها از جمله سمیت نیز از اهمیت زیادی برخوردار است که باید مورد توجه دست‌اندرکاران تأمین آب شرب قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری THMs به عنوان محصولات جانبی حاصل از گندزدایی با کلر در شبکه آب آشامیدنی شهر اصفهان نشان داد که کلروفرم تغییرات غلظتی از حداقل ۱۵ میکروگرم در لیتر تا حداکثر ۳۱ میکروگرم در لیتر را در فصول مختلف و ایستگاه‌های نمونه‌برداری مختلف دارد. سایر THMs مورد مطالعه با توجه به روش استاندارد اندازه‌گیری، به طور عمده مقدار اندازه‌ده نداشتند (به جزء دی‌کلروبرومومتان). علاوه بر این، مقایسه میانگین غلظت کلروفرم تولید شده در شبکه توزیع اصفهان در فصل تابستان ($۱۶/۵ \pm ۲/۸$ میکروگرم بر لیتر) با میانگین آرایه شده در مطالعه بینا و همکاران در همان فصل ($۱۳/۴ \pm ۸/۵$ میکروگرم بر لیتر) (۳)، حکایت از رشد حدود ۳ واحدی (افزایش ۲۰ درصدی) داشت. بررسی آماری بین میانگین داده‌های تحقیق حاضر و تحقیق بینا و همکاران نشان داد که در سطح اطمینان ۹۰ درصد، اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌ها وجود دارد ($P\text{-Value} = ۰.۰۵۶$). این مقایسه نشان می‌دهد که حداکثر مقدار کلروفرم در طی حدود ۵ سال فاصله زمانی بین دو تحقیق، بیش از

نتایج کلروفرم در شبکه توزیع در سطح اطمینان ۹۵ درصد (جدول ۲) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین نتایج فصول مختلف ($P > ۰/۰۱۰$) و ایستگاه‌های پایش شده ($P = ۰/۰۱۴$) وجود دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون Tukey برای ایستگاه‌های شبکه توزیع، میانگین نتایج در هر ایستگاه در کل دوره پایش فقط در دو گروه مجزا جای می‌گیرند و در بسیاری از موارد، هر یک از ایستگاه‌ها به صورت مشترک در هر دو گروه جای گرفتند که بیانگر عدم اختلاف قابل توجه می‌باشد. بررسی‌های بیشتر نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین نتایج ایستگاه N۵ (چهارراه جهاد) با مقدار ۲۳ میکروگرم بر لیتر با میانگین نتایج ایستگاه‌های N۹ (میدان قائمیه)، N۱۰ (فلکه ارتش)، N۱۵ (خیابان لاله) و N۱۷ (خیابان جی) به ترتیب با مقادیر ۱۵/۵، ۱۵/۴، ۱۴/۸ و ۱۵/۴ میکروگرم بر لیتر وجود داشت. نتایج آزمون Tukey در سطح اطمینان ۹۵ درصد حاکی از آن بود که در هر حال، میانگین نتایج ایستگاه N۵ بیشتر از میانگین نتایج ایستگاه‌های مورد بررسی بود و البته از حداکثر مجاز هدف ارایه شده در استاندارد EPA نیز به مقدار قابل توجهی کمتر بود. علت زیاد بودن مقدار در ایستگاه مورد نظر می‌تواند ورود آب به شبکه توسط چاه‌ها در فصول پرمصرف، واقع شدن در انتهای شبکه، ماند بیش از حد آب و... باشد که به بررسی‌های بیشتر با دامنه تحقیقات گسترده‌تر نیاز دارد.

تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون Tukey جهت بررسی اختلاف معنی‌دار در فصول مختلف نشان داد که فصول بهار و پاییز در یک گروه و فصول زمستان و تابستان در گروه‌های متفاوتی قرار می‌گیرند. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که تفاوت معنی‌داری بین نتایج فصل‌های تابستان و زمستان شبکه توزیع با نتایج دو فصل دیگر و نیز با یکدیگر مشاهده شد. میانگین غلظت کلروفرم در بهار، تابستان، پاییز و زمستان در شبکه توزیع به ترتیب ۱۹/۸، ۱۶/۲، ۱۹/۷ و ۱۲/۹ میکروگرم بر لیتر به دست آمد؛ در حالی که میانگین دمای آب به همان ترتیب $۳/۶ \pm ۲/۰$ ، $۲/۹ \pm ۴/۳$ ، $۱۵/۵ \pm ۱/۸$ و $۱۱/۴ \pm ۰/۰۵۰$ درجه سلسیوس و میانگین غلظت کلر آزاد نیز $۰/۱۷ \pm ۰/۰۶۶$ ، $۰/۲۳ \pm ۰/۰۵۰$ ، $۰/۲۴ \pm ۰/۱۵$ و $۰/۵۶ \pm ۰/۰۵۶$ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد. نتایج مطالعه Baytak و همکاران در سه منطقه از میر ترکیه نشان داد که غلظت THMs از فصل تابستان به سمت فصل بهار افزایش می‌یابد؛ به طوری که بیشترین مقدار در فصل بهار اندازه‌گیری گردید (۲۰) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی داشت. نتایج پژوهش کیانی و همکاران که با هدف اندازه‌گیری کلروفرم در تصفیه‌خانه آب عباس‌آباد شهر همدان بر روی ۸۱ نمونه انجام شد، نشان داد که حداقل و حداکثر غلظت این ترکیب به ترتیب $۳/۴$ و $۷/۵۳$ میکروگرم بر لیتر می‌باشد (۲۱). از علل بسیار محتمل کم بودن غلظت این ترکیب در مطالعه آن‌ها نسبت به غلظت‌های اندازه‌گیری شده در بررسی حاضر، می‌توان به اندازه‌گیری این ترکیب در محل خروجی تصفیه‌خانه عباس‌آباد (با زمان تماس بسیار کم کلر و پیش‌سازها) به جای اندازه‌گیری در شبکه توزیع شهر و همچنین، کیفیت بهتر آب رودخانه مورد نظر اشاره نمود. فخری و همکاران در تحقیق خود، غلظت کلروفرم در آب شرب مشهد و مازندران را به ترتیب $۳/۵$ و $۵۷/۳$ میکروگرم بر لیتر گزارش کردند که حاکی از تفاوت شدید این ترکیبات در نقاط مختلف کشور می‌باشد (۲۲).

مقایسه میانگین غلظت کلروفرم تولید شده در شبکه توزیع اصفهان در فصل تابستان ($۱۶/۵ \pm ۲/۸$ میکروگرم بر لیتر) با میانگین آرایه شده در پژوهش بینا و همکاران در همان فصل ($۱۳/۴ \pm ۸/۵$ میکروگرم بر لیتر)، حکایت از رشد

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۳۵۵۴، مصوب دانشگاه اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از مدیران محترم شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان به ویژه همکاران بخش تحقیقات، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، نویسندگان از همه افرادی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌نمایند.

۱۴ درصد افزایش داشته و البته همچنان کمتر از حداکثر مقادیر مجاز استاندارد ایران (۳۰۰ میکروگرم بر لیتر) و نیز EPA (۷۰ میکروگرم بر لیتر) است. این افزایش در میانگین و نیز غلظت حداکثر کلروفورم، پایش مداوم این ترکیبات را از یک طرف و اجرایی نمودن راهکارهای کاهش آن‌ها را برای سال‌های آتی از طرف دیگر، گوشزد می‌کند. در حال حاضر، آب شرب اصفهان کیفیت مناسبی از لحاظ وجود کلر باقی‌مانده و THMs دارد؛ به طوری که استانداردهای معتبر از جمله USEPA و استاندارد محیط زیست ایران را برآورده می‌کند.

References

1. Mohammadi A, Miri M, Ebrahimi A, Khorsandi H, Nemati S. Monitoring of THMs concentration in Isfahan water distribution system and zoning by GIS, a case study in the center of Iran. Iranian Journal of Health, Safety & Environment 2016; 3(1): 421-7. [In Persian].
2. Ebrahimi A, Nemati S, Abdollahnejad A, Faraji M, Mohammadi A. Optimizing removal condition of CBP precursors in water resources by activated Nano-carbon and Nano zeolite using taguchi method. J Health 2018; 8(5): 539-51. [In Persian].
3. Bina B, Mohammadi A, Ebrahimi A, Amin MM, Pourzamani H, Nemati Mansor S. Survey of chloroform concentration in the water distribution system of Isfahan, Iran, and zoning by GIS. J Health Syst Res 2012; 8(2): 204-13. [In Persian].
4. Uyak V, Toroz I, Meriç S. Monitoring and modeling of trihalomethanes (THMs) for a water treatment plant in Istanbul. Desalination 2005; 176(1): 91-101.
5. Di Cristo C, Leopardi A, Quintiliani C, de Marinis G. Drinking water vulnerability assessment after disinfection through chlorine. Procedia Eng 2015; 119: 389-97.
6. Al Heboos S, Istvijn L. Influence of water quality characters on kinetics of chlorine bulk decay in water distribution systems. Int J Appl Sci Technol 2015; 5(4).
7. Sun YX, Wu QY, Hu HY, Tian J. Effects of operating conditions on THMs and HAAs formation during wastewater chlorination. J Hazard Mater 2009; 168(2-3): 1290-5.
8. Babaei AA, Atari L, Ahmadi M, Alavi N, Ahmadi Angali K. Determination of trihalomethanes concentration in Ahvaz water distribution network in 2011. Jentashapir 2013; 3(4): 469-78.
9. Pardakhti AR, Torabian A. Evaluation of THMs in Tehran's drinking water and comparison with drinking water outside the city water district. J Environ Stud 2010; 36(53): 39-44. [In Persian].
10. United States Environmental Protection Agency (EPA). Stage 2 disinfectants and disinfection byproducts rule initial distribution system evaluation. Collingdale, PA, DIANE Publishing; 2006.
11. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland: WHO; 2008.
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Drinking water-Physical and chemical specifications, No: 1053. Tehran Iran: ISIRI; 2009. [In Persian].
13. Powell JC, Hallam NB, West JR, Forster CF, Simms J. Factors which control bulk chlorine decay rates. Water Res 2000; 34(1): 117-26.
14. Williams DT, LeBel GL, Benoit FM. Disinfection by-products in Canadian drinking water. Chemosphere 1997; 34(2): 299-316.
15. Torabian A. An evaluation of THMS in drinking water and a method of its removal. Iran J Public Health 1998; 37(1-2): 35.
16. Alian T. Isfahan drinking water quality assessment from the point of view of the presence or absence of the THMs [Report]. Isfahan, Iran: Water & Waste Water Company of Isfahan Province; 2005. [In Persian].
17. Alian T. Isfahan drinking water quality study from the point of view of the presence or absence of trihalomethanes. Proceedings of the 7th National Congress on Environmental Health; 2004 Sep. 14-16; Shahrekord, Iran. [In Persian].
18. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Routine water sampling method, No: 2348. Tehran, Iran: ISIRI; 1982. [In Persian].
19. Greenberg AE, Clesceri LS, Franson MA, Rice EW. Standard methods for the examination of water & wastewater. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
20. Baytak D, Sofuoglu A, Inal F, Sofuoglu SC. Seasonal variation in drinking water concentrations of disinfection by-products in IZMIR and associated human health risks. Sci Total Environ 2008; 407(1): 286-96.
21. Kiani R, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Investigation of trihalomethanes in drinking water of Abbas Abad water treatment plant. Avicenna J Clin Med 2017; 24(1): 72-9. [In Persian].
22. Fakhri Y, Mohseni-Bandpei A, Conti GO, Keramati H, Zandsalimi Y, Amanidaz N, et al. Health risk assessment induced by chloroform content of the drinking water in Iran: Systematic review. Toxin Rev 2017; 36(4): 342-51.
23. Bina B, Ebrahimi A, Mohammadi A, Amin MM, Pourzamani HR. The Effectiveness of nano zeolite modified by cationic surfactant in the removal of disinfection byproduct precursors from potable water. J Health Syst Res 2012; 7(5): 524-33. [In Persian].
24. Li XF, Mitch WA. Drinking water disinfection byproducts (DBPs) and human health effects: Multidisciplinary challenges and opportunities. Environ Sci Technol 2018; 52(4): 1681-9.

Determination of Trihalomethanes Concentrations in the Drinking Water Distribution Network of Isfahan City, Iran, during the Years 2015-2016

Ali Dehnavi¹, Gholamhassan Azimi², Mohammad Saraji³, Mohammad Hassan Rabie-Rad⁴

Original Article

Abstract

Background: The goal of this study was to determine the concentration of trihalomethanes compounds in drinking water distribution network of Isfahan City, Iran, as well as comparison of data with previously reported values.

Methods: This descriptive cross-sectional study was performed during the years 2015-2016. The samples were taken at sampling periods (totally 12 periods) from eighteen sampling points in one working day, based on standard methods. Trihalomethanes were determined based on ISO-10301:1997 and ISRI 16469 standards using gas chromatography-mass spectrometric (GC-MS) method. Other parameters including temperature, pH, and residual chlorine were measured at sampling sites.

Findings: Among the measured concentration of four trihalomethane species, only chloroform showed measurable values. The average concentration of chloroform in Isfahan water distribution network was 19.8, 16.2, 19.7, and 12.9 mg/l in spring, summer, autumn, and winter, respectively. The average concentration of residual free chlorine was 0.6, 0.6, 0.5, and 0.6 mg/l in same seasons, respectively.

Conclusion: The current study reveals that the average concentration of chloroform measured in summer is approximately 20% higher than those reported values at 2013. The appeared trend in concentration of chloroform shows the importance of continuous monitoring of these compounds, and the implementation of their reduction strategies for the coming years. By the way, the quality of Isfahan drinking water respect to the mentioned species and residual chlorine currently passes credible standards as well as the United States Environmental Protection Agency (US-EPA).

Keywords: Water pollution, Trihalomethanes, Disinfection, Water quality, Iran

Citation: Dehnavi A, Azimi G, Saraji M, Rabie-Rad MH. **Determination of Trihalomethanes Concentrations in the Drinking Water Distribution Network of Isfahan City, Iran, during the Years 2015-2016.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 314-20.

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, School of Civil Engineering and Transportation, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Analytical Chemistry, School of Chemistry, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3- Professor, Department of Analytical Chemistry, School of Chemistry, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

4- Central Laboratory, Isfahan Water and Wastewater Company, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Ali Dehnavi, Email: a.dehnavi@eng.ui.ac.ir

خودکارآمدی در انجام فعالیت بدنی دانش آموزان مقطع متوسطه یک شهرستان فلورجان

باقر احمدی^۱، فاطمه بستامی^۲، زهرا توکلی^۳، فیروزه مصطفوی^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: فعالیت بدنی یکی از عوامل مهم حفظ سلامتی و پیشگیری از بیماری‌های غیر واگیر محسوب می‌شود. پژوهش حاضر با هدف تعیین وضعیت خودکارآمدی و فعالیت بدنی دانش آموزان پسر دبیرستانی شهرستان فلورجان در سال تحصیلی ۹۶-۱۳۹۵ انجام گرفت.

روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود و بر روی ۲۵۴ دانش آموز پسر مقطع متوسطه اول انجام شد. نمونه‌ها با روش خوشه‌ای چند مرحله‌ای انتخاب شدند و اطلاعات آن‌ها به وسیله پرسش‌نامه استاندارد بین‌المللی فعالیت بدنی (IPAQ یا International physical Activity Questionnaire) و پرسش‌نامه خودکارآمدی فعالیت بدنی جمع‌آوری گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های t Independent، همبستگی Pearson، One-way ANOVA و Linear regression در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری داده‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین نمره فعالیت بدنی دانش آموزان، $2087/37 \pm 2630/36$ مت بر کالری در هفته به دست آمد. ۱۰/۲ درصد دانش آموزان فعالیت بدنی شدید، ۵۲/۳ درصد فعالیت بدنی متوسط و ۳۷/۵ درصد فعالیت بدنی ضعیف داشتند. میانگین نمره خودکارآمدی، $57/26 \pm 18/14$ بود. همچنین، ارتباط معنی‌داری بین خودکارآمدی و فعالیت بدنی مشاهده گردید ($r = 0/24$, $P < 0/001$). خودکارآمدی و تحصیلات مادر، فعالیت بدنی را به میزان ۰/۳۶ پیشگویی کرد.

نتیجه‌گیری: خودکارآمدی فعالیت بدنی در تحقیق حاضر، متوسط گزارش گردید. با توجه به این که درک خودکارآمد بودن در مورد فعالیت بدنی به عنوان یک عامل درونی بر روی انجام آن تأثیر می‌گذارد، توصیه می‌شود با استفاده از استراتژی‌های خودکارآمدی، فعالیت بدنی در دانش آموزان ارتقا یابد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت بدنی، خودکارآمدی، دانش آموزان

ارجاع: احمدی باقر، بستامی فاطمه، توکلی زهرا، مصطفوی فیروزه. خودکارآمدی در انجام فعالیت بدنی دانش آموزان مقطع متوسطه یک شهرستان فلورجان. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۲۱-۳۲۷

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۴/۲۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۲۶

مقدمه

ایسکمیک قلب می‌گردد (۳). با توجه به این که عادات خوب بهداشتی فراگرفته شده توسط نوجوانان می‌تواند اثر طولانی مدتی بر سلامت آن‌ها بگذارد و رفتارهایی که در نوجوانی شروع می‌شود تمایل به ادامه در بزرگسالی دارد، فعالیت‌های جسمانی مناسب می‌تواند علاوه بر اثرات مثبت و مزایایی که در کاهش بیماری‌ها دارد، سبب پیشگیری گرایش نوجوانان به سمت تفریحات ناسالم، بزهکاری، اعتیاد و همچنین، کاهش استرس، افزایش تصور مثبت از خود و اعتماد به نفس در نوجوانان و جوانان شود و توانایی علمی و روحیه همکاری در آن‌ها را افزایش دهد (۴).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد مردم ایران کم‌تحرک هستند (۵). بر اساس نتایج جامع‌ترین مطالعه‌ای که از طرف سازمان بهداشت جهانی در خصوص بررسی میزان فعالیت بدنی کودکان و نوجوانان طی سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ در ۲۳ استان ایران انجام شد، میانگین میزان فعالیت بدنی متوسط و شدید به ترتیب ۴/۷ و ۰/۷ ساعت در روز بوده است (۷). نتایج برخی پژوهش‌ها حاکی از کاهش فعالیت بدنی در نتیجه افزایش مدت تماشای تلویزیون، بازی با کامپیوتر و کاهش

با وجود تأثیرات شگرفی که پیشرفت علم و تکنولوژی در زندگی انسان داشته، اما تمایل به زندگی بدون تحرک را افزایش داده است. بنابراین، افزایش فعالیت فیزیکی جوانان، از مهم‌ترین اولویت‌های بهداشتی محسوب می‌شود و به دلیل ارتباط آن با سلامت، فعالیت بدنی منظم به عنوان یکی از ۱۵ اولویت سازمان جهانی بهداشت در تغییر رفتار جهت بهبود سلامت و سبک زندگی سالم معرفی شده است. بر اساس برنامه مردم سالم، همه افراد باید روزانه حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط داشته باشند (۱). بی‌تحرکی و فعالیت فیزیکی ناکافی، منجر به افزایش بروز بیماری‌های مزمن قلبی-عروقی، دیابت و پوکی استخوان می‌شود. فعالیت فیزیکی دارای اثرات حمایتی در مقابل بیماری‌های مزمن، افسردگی و اضطراب است و خطر مرگ زودرس و بیماری‌های قلبی-عروقی را کاهش می‌دهد (۲). تخمین زده می‌شود که عدم فعالیت بدنی، سالانه باعث ۹/۱ میلیون مرگ و منجر به بروز ۱۶-۱۰ درصد از هر کدام از بیماری‌های دیابت، سرطان‌های پستان، کولون و رکتوم و حدود ۲۲ درصد از بیماری‌های

۱- کارشناس ارشد، گروه آموزش بهداشت و ارتقای سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استادیار، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- کارشناس، گروه بهداشت عمومی، مرکز بهداشت شهرستان فلورجان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشیار، گروه آموزش بهداشت و ارتقای سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: f_mostafavi@yahoo.com

نویسنده مسؤول: فیروزه مصطفوی

دانش‌آموزان از هر ۳ پایه به روش تصادفی وارد مطالعه شدند. ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها در ادامه آمده است.

پرسش‌نامه دموگرافیک و زمینه‌ای: این پرسش‌نامه از ۸ سؤال «سن، پایه تحصیلی، میزان تحصیلات پدر و مادر، شغل پدر و مادر، میزان درآمد خانواده و سابقه عضویت در باشگاه ورزشی» تشکیل شده است.

پرسش‌نامه استاندارد بین‌المللی فعالیت بدنی (International physical Activity Questionnaire یا IPAQ):

این پرسش‌نامه میزان فعالیت بدنی را طی ۷ روز گذشته مورد سنجش قرار می‌دهد. میزان کلی فعالیت بدنی در هفته گذشته بر حسب مت (met) بر کالری در هفته حساب می‌شود. این واحد برای تخمین انرژی مصرفی فعالیت بدنی به کار می‌رود. یک مت تقریباً معادل میزان مصرف انرژی در حال استراحت یک فرد است. همه فعالیت‌های بدنی را می‌توان به صورت مضرب‌هایی از میزان مصرف انرژی در حالت استراحت دسته‌بندی نمود. در این مقیاس، پیاده‌روی ۳/۳ مت، فعالیت بدنی متوسط مانند والیبال، بدنپتون و نظافت اتاق ۴ مت و فعالیت بدنی شدید مانند دوچرخه‌سواری با سرعت بالا، کوهنوردی و بسکتبال ۸ مت در نظر گرفته شده است. جهت محاسبه میزان کلی فعالیت بدنی در هفته، باید مقدار پیاده‌روی (مت × دقیقه × روز) با مقدار فعالیت بدنی متوسط (مت × دقیقه × روز) و مقدار فعالیت بدنی شدید فرد (مت × دقیقه × روز) در هفته گذشته با هم جمع گردد. اگر مجموع انرژی محاسبه شده در طول هفته بین صفر تا ۵۹۹ مت بر کالری در هفته باشد، فعالیت بدنی ضعیف است. اگر بین ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ مت بر کالری در هفته باشد، فعالیت بدنی متوسط و اگر بیش از ۳۰۰۰ مت بر کالری در هفته باشد، فعالیت بدنی شدید خواهد بود (۲). روایی و پایایی IPAQ در مطالعات مختلفی در کشور ایران مورد تأیید قرار گرفته است (۳).

پرسش‌نامه خودکارآمدی فعالیت بدنی: این پرسش‌نامه شامل ۱۸ سؤال می‌باشد که به صورت لیکرت با مقیاس ۱۱ درجه‌ای از صفر تا ۱۰۰ به فاصله ۱۰ تایی (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰) از مطمئن نیستم تا کاملاً مطمئنم درجه‌بندی شده است. پایین‌ترین و بالاترین نمره به ترتیب صفر و ۱۰۰ است. امتیاز بالاتر نشانه خودکارآمدی درک شده بیشتر و امتیاز کمتر نشانه خودکارآمدی درک شده کمتر می‌باشد. این مقیاس به وسیله پرسش‌نامه فعالیت بدنی Bandura مورد سنجش قرار گرفته است (۱۵). روایی ابزار مذکور در پژوهش مصطفوی و همکاران تأیید گردید و ضریب Cronbach's alpha آن ۰/۸۹ به دست آمد (۶).

داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون‌های Independent t، همبستگی Pearson، One-way ANOVA و Linear regression با روش گام به گام (Stepwise) در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد. در مدل رگرسیون گام به گام، ابتدا مهم‌ترین عامل رگرسیون که باعث افزایش R^2 شده است وارد معادله رگرسیون می‌شود و به همین ترتیب متغیرهای بعدی تعیین می‌گردد (۱۹).

معرفی‌نامه رسمی از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به مسئولان آموزش و پرورش فلاورجان ارایه گردید و توضیحات کافی در خصوص اهداف پژوهش به

فرصت فعالیت جسمانی در مدارس و جوامع است (۵، ۶). بیشترین کاهش فعالیت بدنی در سال‌های گذر از مراحل مختلف زندگی مانند گذر از مراحل تحصیلی راهنمایی به دبیرستان، دبیرستان به دانشگاه و دانشگاه به محیط کار گزارش شده است (۸). بنابراین، لزوم دقت و توجه به این مهم، واضح و آشکار می‌باشد. بر اساس مطالعه مصطفوی و همکاران، موانع داخلی و خارجی به یک اندازه در انجام منظم فعالیت بدنی تأثیر می‌گذارند (۶). در حال حاضر، با وجود شرایط نامناسب در محیط انسان که از رفتارهای سالم حمایت نمی‌کند، اهمیت مراقبت و تلاش‌های اطمینان‌بخش و رفتارهای محافظتی توسط خود شخص بیش از پیش اهمیت پیدا خواهد کرد. بنابراین، می‌توان ادعا کرد که درک بهتر و استفاده مناسب از تعیین گره‌های روان‌شناختی رفتار، می‌تواند کلید مداخلات مؤثر برای ارتقای فعالیت بدنی منظم باشد (۹-۱۱). McAuley و Blissmer در یک مطالعه مروری به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی از یک طرف تعیین‌کننده فعالیت بدنی و از طرف دیگر، پیامد فعالیت بدنی می‌باشد (۱۲). نتایج پژوهش Allison و همکاران که بر روی دانش‌آموزان دبیرستانی در تورنتو کانادا انجام شد، نشان داد که خودکارآمدی فعالیت بدنی با وجود موانع خارجی، پیش‌بینی‌کننده قوی مشارکت در فعالیت بدنی است (۱۳). شواهد تجربی در داخل ایران نیز مصداق این موضوع است که خودکارآمدی به شکل رضایت‌بخشی منجر به افزایش مشارکت افراد در برنامه‌های مرتبط با فعالیت بدنی در اوقات فراغت می‌گردد (۱۴). خودکارآمدی به معنای اطمینان فرد از توانمندی خود در رسیدن به اهداف مورد نظر است. افراد با خودکارآمدی بالاتر، سطح سلامتی بالاتری دارند. افراد خودکارآمد، موانع و مشکلات سر راه خود را به عنوان چالش‌های فایده‌آمیزی در نظر می‌گیرند و بیشتر اقدام به خودمدیریتی می‌کنند (۱۵، ۱۶).

با توجه به اهمیت موضوع کم‌ تحرکی که زمینه بسیاری از بیماری‌های پرخطر در میان‌سالی و کهنسالی می‌باشد و حساسیت دوران نوجوانی که افراد را مستعد این معضل بهداشتی می‌کند و از آنجایی که بر اساس تحقیق قبلی، نوجوانان اصفهانی در وضعیت مطلوبی از نظر فعالیت بدنی قرار ندارند (۱۷)، مطالعه حاضر با هدف تعیین وضعیت خودکارآمدی و فعالیت بدنی دانش‌آموزان پسر دبیرستانی شهرستان فلاورجان در سال تحصیلی ۹۶-۱۳۹۵ انجام گرفت.

روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود که بر روی دانش‌آموزان متوسطه شهرستان فلاورجان انجام شد. حجم نمونه بر اساس برآوردی از انحراف معیار نمره متغیر خودکارآمدی و با استفاده از اطلاعات به دست آمده از مطالعه قارلی‌پور قرقانی و همکاران (۱) و در نظر گرفتن $d = 0/05$ و $\alpha = 0/05$ در اطراف میانگین ۴۳/۲ و انحراف معیار ۲۴۷، ۰۰/۵۲ نفر محاسبه شد که با احتمال ریزش ۱۰ درصد، حجم نمونه ۲۷۱ نفر در نظر گرفته شد.

نمونه‌گیری به روش خوشه‌ای چند مرحله‌ای انجام شد؛ به این صورت که برای افزایش پوشش اجتماعی و اقتصادی افراد مورد مطالعه (۱۸)، ابتدا شهرستان فلاورجان از نظر اقتصادی-اجتماعی به سه منطقه بالا، متوسط و پایین تقسیم گردید و در هر منطقه یک دبیرستان پسرانه و در مجموع سه مدرسه به روش خوشه‌ای تصادفی مشخص شد. متناسب با حجم هر دبیرستان،

بر اساس یافته‌ها، همبستگی مستقیمی بین فعالیت بدنی و خودکارآمدی وجود داشت ($r = 0.24, P < 0.001$). همچنین، بین خودکارآمدی دانش‌آموز و تحصیلات مادر همبستگی مستقیمی مشاهده شد ($r = 0.16, P = 0.010$) (جدول ۳).

جدول ۲. میانگین متغیرهای خودکارآمدی، فعالیت بدنی و بی‌حرکی در هفته، شاخص توده بدنی، مدت زمان باشگاه و سن

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار
خودکارآمدی	۵۷/۲۶ $\pm$ ۱۸/۱۴
فعالیت بدنی کل (مت در دقیقه)	۲۶۳۰/۳۶ $\pm$ ۲۰۸۷/۳۷
بی‌حرکی (دقیقه)	۱۸۳/۴۰ $\pm$ ۱۰۱/۱۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۰/۱۹ $\pm$ ۴/۵۱
مدت زمان باشگاه (ماه)	۲۳/۱۹ $\pm$ ۲۰/۹۰
سن (سال)	۱۴/۰۰ $\pm$ ۰/۹۵

برای پیش‌بینی فعالیت بدنی، از بین متغیرهایی که وارد مدل Linear regression چند متغیره شد (خودکارآمدی، شغل و تحصیلات پدر و مادر، سطح درآمد، قومیت، سن، پایه تحصیلی، سطح شاخص توده بدنی و رفتن به باشگاه)، دو مدل شامل مدل اول (تحصیلات مادر) 0.26 و مدل دوم (تحصیلات مادر و خودکارآمدی) نیز 0.36 فعالیت فیزیکی را پیش‌بینی نمود (جدول ۴ و ۵).

نتایج آزمون Independent t نشان داد که میانگین نمره خودکارآمدی در کسانی که به باشگاه می‌رفتند، نسبت به کسانی که به باشگاه نمی‌رفتند، بالاتر بود ($P < 0.001$)، اما در مورد نمره فعالیت بدنی ($P = 0.200$)، بی‌حرکی ($P = 0.310$) و شاخص توده بدنی ($P = 0.300$) تفاوتی بین دو گروه وجود نداشت (جدول ۶).

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین وضعیت خودکارآمدی و فعالیت بدنی دانش‌آموزان بود. نتایج نشان داد که $37/5$ درصد مشارکت‌کنندگان فعالیت بدنی ضعیف، $52/3$ درصد فعالیت بدنی متوسط و $10/2$ درصد فعالیت بدنی شدید داشتند. این یافته با نتایج مطالعات پیشین بر روی دانش‌آموزان ایرانی که در آن‌ها درصد کمتری از دانش‌آموزان فعالیت بدنی شدید داشتند (۹-۷) و همچنین، با یافته‌های تحقیق Haase و همکاران (۱۰) همسو بود. پژوهش Haase و همکاران بر روی نوجوانان ۲۳ کشور انجام شد و به این نتیجه رسید که در آن‌ها درصد به نسبت بالایی از افراد فعالیت بدنی ضعیف دارند (۴۹ درصد در اروپای شمالی، ۴۳ درصد در اروپای مرکزی و شرقی، ۴۰ درصد مردان مدیترانه، ۴۸ درصد در اقیانوس آرام و ۴۳ درصد در کشورهای در حال توسعه) (۱۰). این مطالعات نشان می‌دهد که بی‌حرکی بدنی، یک مشکل سلامت عمومی در همه نقاط جهان می‌باشد (۲۰، ۱۱). این نتایج، استدلال Sallis که نوجوانی را دوره کاهش فعالیت‌های جسمانی می‌داند (۲۱)، تأیید می‌کند.

افراد مورد مطالعه داده شد. همچنین، رضایت‌نامه کتبی از نمونه‌ها جهت شرکت در تحقیق اخذ گردید.

یافته‌ها

در مجموع، اطلاعات ۲۵۴ نفر ($96/2$ درصد) با میانگین سنی $14/00 \pm 0/95$ سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جدول ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها را نشان می‌دهد. $10/2$ درصد دانش‌آموزان فعالیت بدنی شدید، $52/3$ درصد فعالیت بدنی متوسط و $37/5$ درصد فعالیت بدنی سبک داشتند. میانگین نمره فعالیت بدنی دانش‌آموزان $2630/36 \pm 2087/37$ مت در دقیقه، میانگین بی‌حرکی $183/40 \pm 101/11$ دقیقه و میانگین خودکارآمدی $57/26 \pm 18/14$ بود (جدول ۲).

جدول ۱. توزیع فراوانی افراد بر اساس خصوصیات دموگرافیک و میزان فعالیت بدنی

متغیر	طبقه‌بندی	تعداد (درصد)
پایه تحصیلی	پایه اول	۸۷ (۳۳/۰)
	پایه دوم	۱۲۷ (۴۸/۱)
	پایه سوم	۵۰ (۱۸/۹)
تحصیلات مادر	بی‌سواد	۲۶ (۹/۸)
	زیر دیپلم	۱۵۰ (۵۶/۸)
	دیپلم	۶۶ (۲۵/۰)
تحصیلات پدر	دانشگاهی	۱۸ (۶/۸)
	بی‌سواد	۲۱ (۸/۰)
	زیر دیپلم	۱۵۷ (۵۹/۵)
شغل مادر	دیپلم	۵۳ (۲۰/۱)
	دانشگاهی	۲۲ (۸/۴)
	خانه دار	۲۴۱ (۹۱/۳)
شغل پدر	شاغل	۲۲ (۸/۳)
	کارمند	۳۴ (۱۲/۹)
	آزاد	۹۱ (۳۴/۵)
قومیت	کارگر و کشاورز	۱۲۰ (۴۵/۵)
	بازنشسته	۷ (۲/۷)
	ترک	۴ (۱/۵)
سطح درآمد	لر	۲۴ (۹/۱)
	فارسی	۲۰۳ (۷۶/۹)
	افغان	۳۳ (۱۲/۵)
باشگاه	کاملاً کافی	۵۹ (۲۲/۳)
	تا حدودی کافی	۷۷ (۲۹/۴)
	کافی نیست	۲۷ (۱۰/۲)
میزان فعالیت بدنی (مت بر هفته)	می‌روند	۱۲۰ (۴۵/۵)
	نمی‌روند	۱۳۴ (۵۰/۸)
	سبک (کمتر از ۶۰۰)	۹۹ (۳۷/۵)
کالری در هفته	متوسط (۳۰۰-۶۰۰)	۱۳۸ (۵۲/۳)
	شدید (بیشتر از ۳۰۰۰)	۲۷ (۱۰/۲)

جدول ۳. همبستگی بین فعالیت بدنی، خودکارامدی و ویژگی‌های دموگرافیک

متغیر	فعالیت بدنی کل	خودکارامدی	تحصیلات مادر	تحصیلات پدر	درآمد	رتبه تولد
فعالیت بدنی کل	r	۱				
خودکارامدی	r	**۰/۲۴۰	۱			
	P	< ۰/۰۰۱				
تحصیلات مادر	r	۰/۰۹۰	*۰/۱۶۰	۱		
	P	۰/۱۴۰	۰/۰۱۰			
تحصیلات پدر	r	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	**۰/۶۳۰	۱	
	P	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	< ۰/۰۰۱		
درآمد	r	۰/۰۱۰	-۰/۰۲۰	*۰/۱۵۰	**۰/۲۳۰	۱
	P	۰/۸۴۰	۰/۷۵۰	۰/۰۱۰	< ۰/۰۰۱	
رتبه تولد	r	۰/۰۲۰	**۰/۲۱۰	**۰/۲۶۰	**۰/۱۹۰	۰/۰۳۰
	P	۰/۷۵۰	۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۵۵۰

* معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۵۰$; ** معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۰۱$

خودکارامدی افراد در خصوص انجام فعالیت‌های ورزشی به منظور افزایش فرایند رفتاری اقدام گردد (۲۹، ۲۸). چنانچه نتایج تحقیق Maibach و Murphy نشان داد که از طریق ارایه دستورالعمل‌های دقیق، می‌توان خودکارامدی فعالیت بدنی را افزایش داد (۳۰).

در پژوهش حاضر، خودکارامدی کسانی که به باشگاه می‌رفتند نسبت به کسانی که به باشگاه نمی‌رفتند، بالاتر بود. این یافته نشان می‌دهد که خودکارامدی در مورد انجام فعالیت بدنی با تمایل به انجام آن رابطه دارد. خودکارامدی از یک طرف تعیین‌کننده فعالیت بدنی و از طرف دیگر، پیامد فعالیت بدنی به شمار می‌رود (۱۲). خودکارامدی بیشتر باعث می‌گردد افراد در مرحله پیشرفته‌تر تغییر فعالیت فیزیکی قرار گیرند و آمادگی بیشتری برای تغییر داشته باشند (۳۱). بنابراین، لازم است در برنامه‌ریزی‌های آموزشی و به ویژه کلاس‌های ورزش توجه خاصی به این بعد معطوف گردد و سعی در تقویت خودکارامدی فعالیت بدنی شود.

بین تحصیلات مادر و خودکارامدی فعالیت بدنی دانش‌آموزان ارتباط مستقیم و مثبتی مشاهده گردید و آن را پیش‌بینی می‌نماید. نتایج مطالعات دموگرافیک که در مورد سلامت کودکان انجام شده است، نشان می‌دهد که سطح آموزش مادر به عنوان یک شاخص زمینه‌ای، سلامت کودکان را بهبود می‌بخشد. سطح آموزش مادر با وضعیت اجتماعی-اقتصادی خانواده ارتباط دارد که این عامل خود تعیین‌کننده سلامت کودکان است. علاوه بر این، سطح آموزش مادر تغییرات مشخصی در رفتار با خود می‌آورد که تأثیرات مثبتی در کودکان به جا می‌گذارد (۳۲). سایر متغیرهای دموگرافیک با خودکارامدی و فعالیت بدنی رابطه معنی‌داری را نشان نداد.

اقتضای سنی دانش‌آموزان می‌طلبد که فعالیت بدنی شدید داشته باشد؛ چرا که نه تنها به سلامت و رشد آنان کمک می‌کند، بلکه به عنوان یک شاخص سبک زندگی در آن‌ها نهادینه می‌گردد (۲۲).

در حال حاضر با وجود شرایط نامناسب در محیط انسان که از رفتارهای سالم حمایت نمی‌کند، اهمیت رفتارهای محافظتی توسط خود شخص بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است (۲۴، ۲۳). خودکارامدی فعالیت بدنی با وجود موانع خارجی، پیش‌بینی‌کننده قوی مشارکت در فعالیت بدنی می‌باشد (۱۳). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که رابطه مستقیم و مثبتی بین خودکارامدی و فعالیت بدنی وجود دارد و آن را پیش‌بینی می‌نماید که این یافته با نتایج مطالعات پیشین (۲۶، ۲۵) همخوانی داشت. خودکارامدی به طور مستقیم از طریق انتظارات کارامدی، منجر به ایجاد انگیزه برای رفتار ارتقا دهنده سلامتی می‌شود. همچنین، به طور غیر مستقیم از طریق کاهش موانع درک شده و تعیین میزان تعهد یا ثبات قدم برای ادامه پیگیری نقشه عمل، انگیزه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۶، ۲۵). پژوهش‌های پیشین اذعان می‌نمایند، مداخلاتی که از استراتژی‌های افزایش خودکارامدی استفاده می‌کنند، فعالیت بدنی را بهبود می‌بخشند (۲۷، ۱۴، ۱۲). بنابراین، لازم است با استفاده از استراتژی‌های افزایش خودکارامدی مانند استفاده از الگوی نقش و تعامل با همسالان فعال از لحاظ بدنی، تقویت کلامی و تشویق توسط اطرافیان مانند والدین، دوستان و معلمان به خصوص مربی تربیت بدنی، تقویت جانشینی دانش‌آموزانی که ورزشکار هستند هم به شکل مادی و هم معنوی و آموزش قدم به قدم حرکات ورزشی و کششی و همچنین، ارایه بازخورد مثبت و ثبت روزانه میزان پیشرفت، برای تقویت

جدول ۴. مراحل تحلیل رگرسیونی چند متغیره در پیش‌بینی فعالیت بدنی

متغیرهای ملاک	متغیرهای پیش‌بین	همبستگی (r)	ضریب تبیین (R ^۲)	ضریب تبیین تعدیل شده
خودکارامدی، شغل و تحصیلات پدر و مادر، سطح درآمد، قومیت، سن، پایه تحصیلی، شاخص توده بدنی و رفتن به باشگاه	تحصیلات مادر و خودکارامدی	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۱۱
	تحصیلات مادر	۰/۲۶	۰/۰۷	۰/۰۶

جدول ۵. ضرایب رگرسیون پیش‌بینی فعالیت بدنی

مرحله	منبع تغییرات	ضرایب غیر استاندارد		ضرایب استاندارد	مقدار t	مقدار P
		B	خطای استاندارد			
۱	مقدار ثابت	۲۱۱۹/۶۴	۱۱۴۳/۳۴	-	۱/۸۵۴	۰/۰۶۸
	تحصیلات مادر	۷۱۵/۲۲	۳۱۴/۶۶	۰/۲۶۰	۲/۲۸	۰/۰۲۶
۲	مقدار ثابت	-۳۱۴/۴۸	۱۵۴۱/۲۹	-	-۰/۲۱	۰/۸۳۹
	تحصیلات مادر	۷۱۰/۴۶	۳۰۵/۸۸	۰/۲۵۷	۲/۳۴	۰/۰۲۳
	خودکارآمدی	۳۷/۶۶	۱۶/۵۲	۰/۲۵۲	۲/۲۸	۰/۰۲۶

خصوص در گروه سنی نوجوانان که سبک زندگی آن‌ها در حال شکل‌گیری است، توجه بیشتری شود.

درک مفهوم سؤالات مقیاس IPAQ برای دانش‌آموزان سخت بود. بنابراین، پرسش‌نامه‌ها از طریق مصاحبه تکمیل گردید. محدودیت دیگر مطالعه، ماهیت مقطعی آن بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود تجربیات نوجوانان در مورد تسهیل‌کننده‌ها و موانع فعالیت بدنی از طریق انجام تحقیقات کیفی تبیین گردد تا بتوان از آن‌ها در طراحی راهبردها جهت ارتقای فعالیت بدنی بهره گرفت.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، خودکارآمدی کسانی که به باشگاه می‌رفتند در سطح بالاتری قرار داشت. خودکارآمدی در مورد فعالیت بدنی می‌تواند منجر به ایجاد انگیزه و تمایل به انجام فعالیت بدنی شود. انجام مداخلات مناسب به منظور ارتقای فعالیت بدنی با استفاده از استراتژی‌های خودکارآمدی توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۳۹۶۱۴۸ و کد اخلاقی IR.MUI.REC.1396.3.148، مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از مسؤولان محترم آموزش و پرورش و مرکز بهداشت شهرستان فلاورجان که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

جدول ۶. میانگین متغیرهای خودکارآمدی، فعالیت بدنی، بی‌حرکی در هفته و شاخص توده بدنی بر حسب رفتن به باشگاه

متغیر	کسانی که به باشگاه می‌رفتند	کسانی که به باشگاه نمی‌رفتند	مقدار P (آزمون Independent t)
فعالیت فیزیکی کل (مت در دقیقه)	۲۲۱۲/۴۷ ± ۳۱/۵۲	۲۱۹۹/۹۳ ± ۱۳/۷۵	۰/۲۰۰
خودکارآمدی	۱۸/۴۷ ± ۶۴/۰۵	۱۵/۸۳ ± ۵۱/۹	< ۰/۰۰۱
بی‌حرکی (دقیقه)	۱۵۲/۴۰ ± ۳۲۵/۷۱	۱۷۸/۰۳ ± ۳۶۴/۸۸	۰/۳۱۰
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۱۹/۹۴ ± ۴/۱۷	۲۰/۵۶ ± ۴/۸۰	۰/۳۰۰

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

بر اساس دستورالعمل IPAQ، میزان فعالیت بدنی بین ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ مت بر کالری در هفته، در محدوده متوسط قرار دارد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین فعالیت بدنی دانش‌آموزان، $2087/37 \pm 2630/36$ مت بر کالری در هفته بود که در محدوده متوسط می‌باشد. شاید دلیل این یافته این باشد که شغل پدر درصد بالایی از دانش‌آموزان این شهرستان کشاورزی (۴۵/۵ درصد) بود و با توجه به این که شغل کشاورزی شغلی است که سایر اعضای خانواده نیز در آن همکاری می‌کنند، میزان فعالیت بدنی دانش‌آموزان در محدوده متوسط قرار داشت. توصیه می‌گردد به داشتن فعالیت بدنی در حد متوسط و شدید به

References

- Gharlipour Gharghani Z, Sayarpour SM, Moeini B. Associated factors with regular physical activity among emergency medical personnel in Hamadan: Applying Health Belief Model. J Health Syst Res 2011; 7(6): 710-7. [In Persian].
- Lee PH, Macfarlane DJ, Lam TH, Stewart SM. Validity of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF): A systematic review. Int J Behav Nutr Phys Act 2011; 8: 115.
- Hazavehei SM, Asadi Z, Hassanzadeh A, Shekarchizadeh P. Comparing the Effect of Two Methods of Presenting Physical Education? Course on the Attitudes and Practices of Female Students towards Regular Physical Activity in Isfahan University of Medical Sciences. Iran J Med Educ 2008; 8(1): 121-31. [In Persian].
- Armitage CJ1, Conner M. Efficacy of the theory of planned behaviour: A meta-analytic review. Br J Soc Psychol 2001; 40(Pt 4): 471-99.
- Tranmer M, Elliot M. Multiple linear regression, "the cathie marsh centre for census and survey research (CCSR) [Online]. [cited 2008]; Available from: URL: [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=451144](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=451144)
- Mostafavi F, Salahshouri S, Jiba M, Harooni J, Salahshouri A. The effect of educational intervention on knowledge and attitude of students in Izeh about cardiovascular disease: Application of the health belief model. J Health Syst Res 2015; 11(2): 239-49. [In Persian].
- Ziaee V, Kelishadi R, Ardalan G, Gheiratmand R, Majdzadeh SR, Monazzam MM. Physical activity in Iranian students CASPIAN Study. Iran J Pediatr 2006; 16(2): 157-64. [In Persian].

8. BashiriMoosavi F, Farmanbar R, Taghdisi M, AtrkarRoshan Z. Level of physical activity among girl high school students in Tarom county and relevant factors. *Iran J Health Educ Health Promot* 2015; 3(2): 133-40. [In Persian].
9. Moqadam M, Mehdizadeh S, Pakpour V, Heidari Khayat N, Afshinjoo M. Obesity and its relationship with physical activity among female adolescents in west of Tehran. *Preventive Care in Nursing & Midwifery Journal* 2013; 3(1): 46-55. [In Persian].
10. Haase A, Steptoe A, Sallis JF, Wardle J. Leisure-time physical activity in university students from 23 countries: Associations with health beliefs, risk awareness, and national economic development. *Prev Med* 2004; 39(1): 182-90.
11. Mirghafourvand M, Baheiraei A, Nedjat S, Mohammadi E, Charandabi SM, Majdzadeh R. A population-based study of health-promoting behaviors and their predictors in Iranian women of reproductive age. *Health Promot Int* 2015; 30(3): 586-94.
12. McAuley E, Blissmer B. Self-efficacy determinants and consequences of physical activity. *Exerc Sport Sci Rev* 2000; 28(2): 85-8.
13. Allison KR, Dwyer JJ, Makin S. Self-efficacy and participation in vigorous physical activity by high school students. *Health Educ Behav* 1999; 26(1): 12-24.
14. Pirasteh A, Hidarnia A, Asghari A, Faghihzadeh S, Ghofranipour F. Development and validation of psychosocial determinants measures of physical activity among Iranian adolescent girls. *BMC Public Health* 2008; 8: 150.
15. Bandura A. Self-efficacy: The exercise of control. New York, NY: Macmillan Publishers; 1997.
16. Zamani-Alavijeh F, Araban M, Harandy TF, Bastami F, Almasian M. Sources of Health care providers' Self-efficacy to deliver Health Education: A qualitative study. *BMC Med Educ* 2019; 19(1): 16.
17. Gharipour M, Mohammadifard N, Asgari S, Naderi GH. The prevalence of obesity and cardiovascular risk factors in Isfahan. *J Qazvin Univ Med Sci* 2003; (26). [In Persian].
18. Mohammadi Zeidi I, Pakpour A. Effectiveness of educational intervention based on theory of planned behavior for promoting breakfast and healthy snack eating among elementary school students. *Razi J Med Sci* 2013; 20(112): 67-78. [In Persian].
19. Tranmer M, Elliot M. Multiple linear regression. Manchester, UK: Cathie Marsh Centre for Census and Survey Research (CCSR); 2008.
20. McNeill LH, Kreuter MW, Subramanian SV. Social environment and physical activity: A review of concepts and evidence. *Soc Sci Med* 2006; 63(4): 1011-22.
21. Sallis JF. Age-related decline in physical activity: A synthesis of human and animal studies. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9): 1598-600.
22. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE, Kolody B, Faucette N, Hovell MF. The effects of a 2-year physical education program (SPARK) on physical activity and fitness in elementary school students. *Sports, Play and Active Recreation for Kids. Am J Public Health* 1997; 87(8): 1328-34.
23. Peters JC, Wyatt HR, Donahoo WT, Hill JO. From instinct to intellect: The challenge of maintaining healthy weight in the modern world. *Obes Rev* 2002; 3(2): 69-74.
24. Navalpotro L, Regidor E, Ortega P, Martinez D, Villanueva R, Astasio P. Area-based socioeconomic environment, obesity risk behaviours, area facilities and childhood overweight and obesity: Socioeconomic environment and childhood overweight. *Prev Med* 2012; 55(2): 102-7.
25. Rovniak LS, Anderson ES, Winett RA, Stephens RS. Social cognitive determinants of physical activity in young adults: A prospective structural equation analysis. *Ann Behav Med* 2002; 24(2): 149-56.
26. Wallace LS, Buckworth J, Kirby TE, Sherman WM. Characteristics of exercise behavior among college students: Application of social cognitive theory to predicting stage of change. *Prev Med* 2000; 31(5): 494-505.
27. Mohamadian H, Eftekhari Ardebili H, Kordzanganeh J. Factors affecting physical activity in female high school students: A study based on the health promotion model using path analysis approach. *Payesh Health Monit* 2015; 14(2): 205-15. [In Persian].
28. Bandura A. Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol Rev* 1977; 84(2): 191-215.
29. Bandura A. Self-efficacy mechanism in human agency. *Am Psychol* 1982; 37(2): 122-47.
30. Maibach E, Murphy DA. Self-efficacy in health promotion research and practice: Conceptualization and measurement. *Health Educ Res* 1995; 10(1): 37-50.
31. Tzormpatzakis N, Sleaf M. Participation in physical activity and exercise in Greece: A systematic literature review. *Int J Public Health* 2007; 52(6): 360-71.
32. Desai S, Alva S. Maternal education and child health: Is there a strong causal relationship? *Demography* 1998; 35(1): 71-81.

Self-Efficacy in Physical Activity among High School Students in the Falavarjan City, Iran**Bagher Ahmadi¹**, **Fatemeh Bastami²**, **Zahra Tavakoli³**, **Firoozeh Mostafavi⁴****Original Article****Abstract**

Background: Physical activity is a key factor in maintaining health and preventing non-communicable diseases. The present study was conducted in 2016-2017 academic year to investigate level of self-efficacy and physical activity among boy high school students (junior) in the city of Falavarjan, Iran.

Methods: The present descriptive-analytical study was conducted on 254 boy junior high school students selected according to a multistage cluster sampling method. Data were collected using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and Physical Activity Self-Efficacy Questionnaire. Data were analyzed using Pearson, independent t, one-way ANOVA, and linear regression tests at the significance level of $P < 0.050$.

Findings: Students' mean physical activity score was 2630.36 met/cal/week, and physical activity was intense in 10.2%, moderate in 52.3%, and poor in 37.5% of students. Mean self-efficacy score was 57.26 ± 18.14 . A significant relationship was observed between self-efficacy and physical activity ($r = 0.24$, $P < 0.001$). Mother education and self-efficacy predicted physical activity by 0.36.

Conclusion: Self-Efficacy in physical activity among high school students was moderate. As regards, self-efficacy affects physical activity as an intrinsic factor; so, it is recommended to use strategies of self-efficacy to enhance physical activity among the students.

Keywords: Physical activity, Self-efficacy, Students

Citation: Ahmadi B, Bastami F, Tavakoli Z, Mostafavi F. Self-Efficacy in Physical Activity among High School Students in the Falavarjan City, Iran. J Health Syst Res 2018; 14(3): 321-7.

1- Department of Health Education and Promotion, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Assistant Professor, Department of Public Health, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran

3- Department of Public Health, Falavarjan Health Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- Associate Professor, Department of Health Education and Promotion, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Firoozeh Mostafavi, Email: f_mostafavi@yahoo.com

مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیت زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک با زنان عادی

مژگان نواب^۱، اکرم دهقانی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سندرم تخمدان پلی کیستیک (PCOS یا Polycystic ovary syndrome)، یکی از شایع ترین اختلالات غدد درون ریز محسوب می شود که شیوع آن بسته به تعریف، از ۴ تا ۲۵ درصد گزارش شده است. این سندرم با بروز پیامدهای مختلف، بر روی جنبه های گوناگون زندگی تأثیر می گذارد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیت زنان مبتلا به PCOS با زنان عادی انجام شد.

روش ها: این مطالعه از نوع علی مقایسه ای بود و جامعه آماری آن را زنان مبتلا به PCOS و زنان سالم تشکیل داد. ۱۲۶ نفر از مراجعه کنندگان به کلینیک ها و مطب های خصوصی زنان شهر اصفهان به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند. فرم کوتاه پرسش نامه شخصیتی NEO (Neuroticism-Extraversion-Openness-Five-Factors Inventory-۶۰) یا (NEO-FFI-۶۰) و پرسش نامه سلامت عمومی (General Health Questionnaire-۲۸ یا GHQ-۲۸) جهت جمع آوری اطلاعات استفاده گردید. در نهایت، داده ها با استفاده از آزمون MANOVA در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: تفاوت معنی داری بین ابعاد سلامت روان دو گروه زنان مشاهده شد و گروه زنان مبتلا به PCOS به طور معنی داری سلامت روان پایین تری داشتند ($P < ۰/۰۱۰$) و میزان واریانس تفاوت ها در متغیر سلامت عمومی به صورت کلی ۱۰ درصد بود. همچنین، بررسی ابعاد شخصیتی نشان داد که گروه زنان مبتلا به PCOS به صورت معنی داری از نورو تیسم بالاتر و گشودگی پایین تری برخوردار بودند ($P < ۰/۰۱۰$).

نتیجه گیری: زنان مبتلا به PCOS نسبت به زنان عادی سلامت روان پایین تری دارند و به لحاظ شخصیتی مضطرب تر می باشند و از گشودگی پایین تری نسبت به تجارب برخوردار هستند. بنابراین، لزوم مداخلات روان شناختی جهت تشخیص و درمان سندرم های روانی زنان مبتلا به PCOS ضروری به نظر می رسد.

واژه های کلیدی: سندرم تخمدان پلی کیستیک، سلامت روان، شخصیت

ارجاع: نواب مژگان، دهقانی اکرم. مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیت زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک با زنان عادی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۲۸-۳۳۳

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۳/۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۸

افزایش بروز سرطان رحم و دهانه رحم می باشند (۷). این سندرم با تظاهرات بالینی متنوعی همچون قطع خونریزی قاعدگی، خونریزی غیر عملکردی رحم، عدم تخمک گذاری و چاقی آشکار می شود. از جمله پیامدهای این سندرم نیز می توان به اضطراب و افسردگی اشاره کرد (۸، ۹).

تحقیقات نشان داده است که کیفیت زندگی زنان مبتلا به PCOS در مقایسه با افراد سالم و حتی در مقایسه با مبتلایان به دیگر بیماری های زنان پایین تر است (۱۰). Elsenbruch و همکاران دریافتند که PCOS می تواند منجر به کاهش قابل توجه کیفیت زندگی و رضایت جنسی گردد. از آن جا که این بیماری زنان را در سنین باروری یعنی زمانی که آنان در سنین ازدواج و همسرایی هستند، درگیر می نماید، می تواند باعث ایجاد اختلالات روانی متعددی در زنان مبتلا شود (۱۱). کاهش کیفیت زندگی این زنان با ایجاد اختلال در زمینه هایی مانند سلامت عمومی، محدودیت های ناشی از سلامت روانی، عملکرد اجتماعی و کاهش سطح انرژی مرتبط است (۱۲). Kerchner و همکاران اعتقاد دارند، اگرچه پزشکان متوجه این مسأله

مقدمه

سندرم تخمدان پلی کیستیک (PCOS یا Polycystic ovary syndrome)، یکی از اختلالات شایع غدد درون ریز در زنان است که حدود ۵ تا ۱۰ درصد آن ها را در سنین باروری مبتلا می سازد. شیوع PCOS بسته به تعریف، از ۴ تا ۲۵ درصد گزارش شده است (۱). شیوع این سندرم در ایران نیز بر اساس معیار Rotterdam، ۱۴/۶ درصد عنوان شده است (۲) و متأسفانه شیوع آن به موازات چاقی در حال افزایش می باشد (۳). PCOS یک اختلال چند عاملی است که در اثر تعامل اختلال ژنتیکی و محیط به وجود می آید (۴). علت دقیق این سندرم کاملاً مشخص نیست، اما نوعی اختلال هورمونی می باشد که با افزایش اندورژن و کاهش عملکرد دستگاه تولید مثل همراه می گردد (۵). همچنین، زنان مبتلا به PCOS به دلیل اختلال در تحمل گلوکز، دیابت نوع دو، افزایش غیر طبیعی چربی های خون و افزایش فشار خون، در خطر افزایش بیماری های قلبی و عروقی قرار دارند (۶) و از طرف دیگر، به دلیل عدم تخمک گذاری مزمن و در معرض قرار گرفتن استروژن بدون همراهی با پروژسترون، در معرض خطر

۱- کارشناس ارشد، گروه روان شناسی بالینی، دانشکده علوم انسانی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

۲- استادیار، گروه روان شناسی بالینی، دانشکده علوم انسانی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

نویسنده مسؤول: اکرم دهقانی

Email: dehghani2016@phu.iaun.ac.ir

همه عدم تمایل آزمودنی‌ها به ابزاری طولانی در موقعیت‌های بالینی و پژوهشی، نسخه کوتاهی از NEO-PI-R با عنوان «پرسش‌نامه پنج عاملی» (NEO-FFI-60) طراحی گردید. این پرسش‌نامه دارای 60 سؤال می‌باشد و بر اساس تحلیل عاملی نمرات NEO-PI که در سال ۱۹۸۶ اجرا شده بود به دست آمده است و متشکل از ابعاد پنج‌گانه «نوروئیسم، برون‌گرایی، گشودگی، موافق بودن و باوجدان بودن» است (۱۵). در خصوص اعتبار NEO-FFI، McCrae و Costa ضریب Cronbach's alpha بین ۰/۶۸ (برای موافق بودن) تا ۰/۸۶ (برای روان‌آزردگرایی) را گزارش کردند (۱۵). همچنین، در مورد روایی عوامل این مقیاس، McCrae و Costa اظهار داشتند که ابزار کوتاه شده NEO با فرم کامل آن (NEO-PI) مطابقت دقیقی دارد؛ به گونه‌ای که مقیاس‌های فرم کوتاه، همبستگی بالاتر از ۰/۶۸ را با مقیاس‌های فرم کامل داشتند (۱۶). در هنجاریابی آزمون NEO که توسط گروسی فرشی بر روی نمونه‌ای ۲۰۰۰ نفری از دانشجویان دانشگاه‌های تبریز، شیراز و دانشگاه‌های علوم پزشکی این دو شهر صورت گرفت، ضریب همبستگی پنج بعد اصلی بین ۰/۵۶ تا ۰/۸۷ محاسبه گردید (۱۷).

ضرایب Cronbach's alpha در هر یک از عوامل اصلی روان‌آزردخویی، برون‌گرایی، گشودگی، سازگاری و باوجدان بودن به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۵۶، ۰/۶۸ و ۰/۸۷ به دست آمد. جهت بررسی اعتبار محتوایی این آزمون، از همبستگی بین دو فرم گزارش شخصی (S) و فرم ارزیابی مشاهده‌گر (R) استفاده شد که حداکثر همبستگی ۰/۶۶ در عامل برون‌گرایی و حداقل آن ۰/۴۵ در عامل سازگاری بود (۱۷). این مقیاس از ۶۰ سؤال تشکیل شده است که در هر سؤال شرکت‌کننده نمره صفر تا ۴ را کسب می‌کند. نحوه نمره‌گذاری گزینه‌ها به این صورت است که به گزینه کاملاً مخالف = نمره صفر، مخالف = نمره ۱، نظری ندارم = نمره ۲، موافق = نمره ۳ و کاملاً موافق = نمره ۴ تلقی می‌گردد، اما در سؤالات ۱، ۳، ۸، ۹، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۲۷، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۸، ۳۹، ۴۲، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۸، ۵۴، ۵۵ و ۵۷ نمره‌گذاری به صورت معکوس انجام می‌شود (به این ترتیب که به گزینه کاملاً مخالف نمره ۴، مخالف نمره ۳، نظری ندارم نمره ۲، موافق نمره ۱ و کاملاً موافق نمره صفر تعلق می‌گیرد. هر یک از سؤالات نشان‌دهنده یکی از پنج عامل بزرگ شخصیت McCrae و Costa می‌باشد که هر عامل ۱۲ سؤال مقیاس را پوشش می‌دهد. این عوامل به ترتیب شامل عامل N روان‌آزردگرایی (سؤالات ۱، ۶، ۱۱، ۱۶، ۲۱، ۲۶، ۳۱، ۳۶، ۴۱، ۴۶، ۵۱ و ۵۶)، عامل E برون‌گرایی (سؤالات ۲، ۷، ۱۲، ۱۷، ۲۲، ۲۷، ۳۲، ۳۷، ۴۲، ۴۷، ۵۲ و ۵۷)، عامل O گشودگی (سؤالات ۳، ۸، ۱۳، ۱۸، ۲۳، ۲۸، ۳۳، ۳۸، ۴۳، ۴۸ و ۵۳)، عامل A موافق بودن (سؤالات ۴، ۹، ۱۴، ۲۴، ۲۹، ۳۴، ۳۹، ۴۴، ۴۹، ۵۴ و ۵۹) و عامل C باوجدان بودن (سؤالات ۵، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰ و ۵۵) و ۶۰ بود. در کل شرکت‌کننده در هر مقیاس نمره‌ای بین صفر تا ۴۸ کسب می‌کند.

GHQ-۲۸ این پرسش‌نامه نوعی پرسش‌نامه سرنوی است که اولین بار توسط Goldberg در سال ۱۹۷۲ ساخته شد (۱۸). نسخه اصلی پرسش‌نامه از ۶۰ سوال تشکیل شده است، اما تعدادی از نسخه‌های کوتاه‌تر نیز تهیه شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از GHQ-۳۰، GHQ-۲۸ و GHQ-۱۲ می‌باشد (۱۷). فرم ۲۸ سؤالی GHQ این مزیت را دارد که برای تمام افراد جامعه طراحی شده و از چهار زیر مقیاس نشانه‌های جسمانی، اضطراب و بی‌خوابی، نارسانکشن‌وری اجتماعی و افسردگی تشکیل شده است. مقیاس A نشانه‌های جسمانی: سؤالات ۱ تا ۷، مقیاس B اضطراب و بی‌خوابی: سؤالات ۸ تا ۱۴،

شده‌اند که مشکلات روانی بیماران مبتلا به PCOS بیشتر است، اما تنها ۳ درصد از تحقیقات، با این حوزه مرتبط می‌باشد (۱۳). در بعضی مطالعات، همراهی بین نازایی و اختلالات هیجانی گزارش شده است، اما پژوهش‌های دیگر این موضوع را تأیید نکرده‌اند (۱۴). در تحقیق دیگری در ایران، اختلاف معنی‌داری بین نوجوانان مبتلا به PCOS و نوجوانان سالم از نظر افسردگی و اضطراب گزارش نشد (۱۴). به نظر می‌رسد به علت افت کیفیت زندگی و رضایت جنسی در زنان مبتلا به PCOS (۱۱) که ناشی از تظاهرات بالینی متنوعی مانند قطع خونریزی قاعدگی، خونریزی غیر عملکردی رحم، عدم تخمک‌گذاری و چاقی است (۸، ۹)، سلامت روان آن‌ها نیز به مخاطره می‌افتد و این در حالی است که مطالعات اندکی به بررسی چنین مسأله‌ای پرداخته‌اند. بروز چنین مشکلی می‌تواند به تشدید شرایط ناپختار فیزیولوژیک در این زنان بینجامد و ممکن است فرایند مداخله و درمان بیماری را با مشکلات بیشتری مواجه سازد. نکته قابل تأمل دیگر در زنان مبتلا به این سندرم این است که سن ابتلا و تظاهر بالینی آن با سن آمادگی برای بارداری و انتظارات و توقعات اطرافیان و همسر برای بارداری هم‌زمان است که چنین موضوعی به مراتب بر اهمیت موضوع می‌افزاید. بنابراین، با توجه به این که مبتلایان به PCOS زنان جوانی هستند که در دوره فعال زندگی به سر می‌برند و مشکلات سلامت روان می‌تواند بر جنبه‌های مختلف زندگی آن‌ها تأثیر بگذارد و همچنین، فقدان پژوهش کافی در مورد این اختلال و وجود تناقض در پژوهش‌ها، تحقیق حاضر با هدف مقایسه سلامت روان و ابعاد شخصیتی بیماران مبتلا به PCOS با گروه عادی طراحی انجام گرفت.

روش‌ها

این مطالعه از نوع علی مقایسه‌ای بود و جامعه آماری آن را زنان مبتلا به PCOS و زنان سالم تشکیل داد. بر این اساس، به شیوه در دسترس ۱۲۶ نفر از مراجعه‌کنندگان به کلینیک‌ها و مطب‌های خصوصی زنان شهر اصفهان به عنوان نمونه آماری و با استفاده از فرمول Chocran (رابطه ۱) و خطای ۰/۰۵ انتخاب شدند.

$$\text{رابطه ۱} \quad (n = \frac{z^2 s^2}{d^2})$$

زنان مبتلا به PCOS بر اساس پرونده‌های موجود در مراکز درمانی که مبتنی بر تشخیص متخصص زنان و زایمان بود، به صورت هدفمند انتخاب شدند. زنان گروه عادی نیز مراجعه‌کنندگان به کلینیک‌ها و مطب‌های متخصصان زنان و زایمان بودند که ملاک ورود آن‌ها به پژوهش بر خلاف گروه بیمار، فقدان PCOS بر اساس تشخیص متخصصان در نظر گرفته شد.

فرم کوتاه پرسش‌نامه شخصیتی پنج عاملی NEO-FFI-60 (Neuroticism-Extraversion-Openness-Five-Factors Inventory-60) و پرسش‌نامه سلامت عمومی (General Health Questionnaire-28) یا GHQ-28 جهت جمع‌آوری اطلاعات استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها با استفاده از آزمون MANOVA در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل شد.

مقیاس NEO-FFI-60 با توجه به پیچیدگی و طولانی بودن فرم بلند پرسش‌نامه شخصیتی NEO (NEO Personality Inventory Revised) یا NEO PI-R، وجود ابعاد جزئی و متعدد مربوط به هر یک از صفات مربوط به پنج عامل بزرگ شخصیت و ضرورت غربالگری سریع در مواقع لازم و مهم‌تر از

بر اساس یافته‌ها، میانگین ابعاد سلامت و نورو تیسم گروه زنان مبتلا به PCOS بالاتر از گروه زنان سالم بود، اما میانگین ابعاد شخصیتی گشودگی، برون‌گرایی و باوجدان بودن آن‌ها پایین‌تر از گروه سالم بود. نتایج آزمون Levene جهت بررسی پیش‌فرض برابری واریانس‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. طبق نتایج، پیش‌فرض برابری واریانس‌ها برای همه متغیرهای وابسته تأیید گردید. بنابراین، می‌توان از آزمون MANOVA استفاده نمود.

جدول ۲. نتایج آزمون Levene

متغیر	آماره F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	مقدار P
شکایات جسمانی	۳/۳۶	۱	۱۱۵	۰/۰۶۹
اضطراب و بی‌خوابی	۳/۳۳	۱	۱۱۵	۰/۰۷۴
نارساکنش‌وری اجتماعی	۱/۵۰	۱	۱۱۵	۰/۲۲۰
افسردگی	۲/۸۰	۱	۱۱۵	۰/۱۰۰
نمره کل سلامت عمومی	۲/۷۹	۱	۱۱۵	۰/۱۳۰
نورو تیسم	۰/۵۶	۱	۱۱۵	۰/۴۵۰
برون‌گرایی	۱/۲۰	۱	۱۱۵	۰/۲۷۰
گشودگی	۰/۶۰	۱	۱۱۵	۰/۴۳۰
توافق‌گرایی	۱/۵۶	۱	۱۱۵	۰/۲۱۰
باوجدان بودن	۱/۵۴	۱	۱۱۵	۰/۶۹۰

جهت مقایسه متغیرهای وابسته در دو گروه، از آزمون MANOVA استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. طبق نتایج، به صورت کلی تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در متغیرهای وابسته وجود داشت و میزان تفاوت حدود ۳۰ درصد به دست آمد.

جدول ۳. نتایج کلی آزمون MANOVA

اثر	ارزش آماره F	مقدار P	Eta ²	توان آماری
Pillai's Trace	۴/۴۷	۰/۰۰۱	۰/۲۹۷	۰/۹۹
Wilks Lambda	۴/۴۷	۰/۰۰۱	۰/۲۹۷	۰/۹۹
Hotelling's Trace	۴/۴۷	۰/۰۰۱	۰/۲۹۷	۰/۹۹
Roy's Largest Root	۴/۴۷	۰/۰۰۱	۰/۲۹۷	۰/۹۹

نتایج نتایج آزمون MANOVA به تفکیک برای همه متغیرها و ابعاد آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس یافته‌ها، تفاوت معنی‌داری بین ابعاد سلامت روان دو گروه وجود داشت و گروه زنان مبتلا به PCOS به طور معنی‌داری سلامت روان پایین‌تری داشتند و میزان واریانس تفاوت‌ها در سلامت عمومی آن در مجموع، ۱۰ درصد بود. همچنین، نتایج بررسی ابعاد شخصیتی نشان داد که گروه زنان مبتلا به PCOS به صورت معنی‌داری از نورو تیسم بالاتر و گشودگی پایین‌تری برخوردار بودند.

مقیاس C نارساکنش‌وری اجتماعی: سوالات ۱۵ تا ۲۱ و مقیاس D افسردگی: سوالات ۲۲ تا ۲۸ می‌باشد (۱۸). روش نمره‌گذاری GHQ بدین ترتیب است که به گزینه‌های الف تا د، نمرات صفر، یک، دو و سه تعلق می‌گیرد. در نتیجه، نمره فرد در هر یک از خرده‌مقیاس‌ها از صفر تا ۲۱ و در کل پرسش‌نامه از صفر تا ۸۴ متغیر خواهد بود. نمرات هر آزمودنی در هر مقیاس به طور جداگانه محاسبه می‌شود و پس از آن نمرات چهار زیرمقیاس جمع می‌گردد و نمره کلی به دست می‌آید. در این پرسش‌نامه، نمره کمتر بیانگر سلامت روان بهتر می‌باشد (۱۸). تفسیر نمرات GHQ به این صورت است که نمره ۱۷ به بالا در هر زیرمقیاس و نمره ۴۱ به بالا در مقیاس کلی وخامت وضع آزمودنی را نشان می‌دهد. تا سال ۱۹۸۸ بیش از ۷۰ مطالعه درباره روایی GHQ در نقاط مختلف دنیا به انجام رسیده بود. به منظور برآورد روایی این مقیاس، فراتحلیلی انجام شد و نتایج آن نشان داد که متوسط حساسیت GHQ، ۸۴ درصد (بین ۷۷ تا ۸۹ درصد) و متوسط ویژگی آن، ۸۲ درصد (بین ۷۸ تا ۸۵ درصد) می‌باشد (۱۹). ثبات درونی این پرسش‌نامه به روش ضریب Cronbach's alpha در مطالعه Chan، ۰/۹۳ گزارش گردید (۲۰).

یافته‌ها

۲۶/۴ درصد نمونه‌ها مجرد و ۷۲ درصد آن‌ها متأهل بودند. ۳۰/۴ درصد تحصیلات دیپلم و پایین‌تر و بقیه تحصیلات بالاتر از دیپلم داشتند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان، ۳۴/۰۵ سال به دست آمد. میانگین ابعاد و متغیرهای پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. میانگین ابعاد و متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار
شکایات جسمانی	سالم	۵/۳۴ $\pm$ ۳/۲۵
	مبتلا به PCOS	۷/۶۶ $\pm$ ۳/۹۲
اضطراب و بی‌خوابی	سالم	۵/۹۳ $\pm$ ۳/۷۰
	مبتلا به PCOS	۷/۹۸ $\pm$ ۴/۹۳
نارساکنش‌وری اجتماعی	سالم	۵/۴۳ $\pm$ ۳/۱۵
	مبتلا به PCOS	۷/۵۴ $\pm$ ۳/۶۴
افسردگی	سالم	۲/۴۴ $\pm$ ۳/۵۰
	مبتلا به PCOS	۴/۷۹ $\pm$ ۵/۴۹
نمره کل سلامت عمومی	سالم	۱۹/۱۵ $\pm$ ۱۰/۴۷
	مبتلا به PCOS	۲۷/۹۸ $\pm$ ۱۵/۶۲
نورو تیسم	سالم	۱۹/۷۰ $\pm$ ۷/۳۶
	مبتلا به PCOS	۲۴/۶۴ $\pm$ ۸/۳۳
برون‌گرایی	سالم	۳۲/۸۴ $\pm$ ۳۰/۲۴
	مبتلا به PCOS	۲۷/۷۶ $\pm$ ۶/۹۲
گشودگی	سالم	۲۷/۱۳ $\pm$ ۵/۴۱
	مبتلا به PCOS	۲۴/۲۵ $\pm$ ۴/۷۸
توافق‌گرایی	سالم	۳۱/۱۵ $\pm$ ۴/۶۹
	مبتلا به PCOS	۳۱/۷۴ $\pm$ ۵/۶۶
باوجدان بودن	سالم	۳۵/۰۸ $\pm$ ۷/۱۰
	مبتلا به PCOS	۳۵/۰۵ $\pm$ ۷/۵۵

PCOS: Polycystic ovary syndrome

جدول ۴. نتایج آزمون MANOVA به تفکیک متغیرها

متغیر وابسته	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	آماره F	مقدار P	Eta ²
شکایات جسمانی	۱۵۶/۹۰	۱	۱۵۶/۹۰	۱۱/۷۳۰	۰/۰۰۱	۰/۰۹۳۰
اضطراب و بی‌خوابی	۱۲۳/۱۵	۱	۱۲۳/۱۵	۶/۴۵۰	۰/۰۱۲	۰/۰۵۳۰
نارساکنش‌وری اجتماعی	۱۳۰/۳۸	۱	۱۳۰/۳۸	۱۱/۱۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۸۹۰
افسردگی	۱۶۱/۲۹	۱	۱۶۱/۲۹	۷/۵۶۰	۰/۰۰۷	۰/۰۶۲۰
نمره کل سلامت عمومی	۲۲۷۹/۳۲	۱	۲۲۷۹/۳۲	۱۲/۸۳۰	۰/۰۰۱	۰/۱۰۰۰
نوروتیسم	۷۱۲/۹۳	۱	۷۱۲/۹۳	۱۱/۵۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۹۱۰
برون‌گرایی	۷۵۵/۴۱	۱	۷۵۵/۴۱	۱/۵۸۰	۰/۲۱۰	۰/۰۱۴۰
گشودگی	۲۴۳/۲۱	۱	۲۴۳/۲۱	۹/۳۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۷۵۰
توافق‌گرایی	۱۰/۲۰	۱	۱۰/۲۰	۰/۳۷۰	۰/۵۴۰	۰/۰۰۳۰
باوجدان بودن	۰/۰۴	۱	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۹۷۰	۰/۰۰۰۱

می‌تواند ارتباط خطی بین سطوح تستوسترون آزاد و علائم خلق منفی باشد (۲۵). نکته قابل ذکر دیگر در این یافته، احساس انگ و حس از دست دادن هویت زنانه است که در ظاهر باعث افت وضعیت سلامت روان آن‌ها می‌شود. این در حالی است که نازایی این گروه از زنان در سنین باروری و وجود توقعات همسر و اطرافیان هم‌زمان با ازدواج و تشکیل خانواده نیز می‌تواند به تشدید علائم اضطرابی و افت سلامت روانی در آن‌ها بینجامد؛ چرا که این گروه از زنان به علت مشکلات در تخمک‌گذاری، برای باردار شدن با مشکلاتی مواجه هستند.

نتایج بررسی ابعاد شخصیتی نیز نشان داد که گروه زنان مبتلا به PCOS به صورت معنی‌داری از نوروتیسم بالاتر و گشودگی پایین‌تری برخوردار می‌باشند. این نتایج شاید به علت تظاهرات خارجی در هماهنگی با جامعه سالم و به نوعی دچار انگ و شکست (۲۵) در زمینه احساس هویت زنانه باشد. شاید چاقی و پرمویی نیز می‌تواند دو جزء مهم فیزیکی در ایجاد نوروتیسم و کاهش کنش‌های اجتماعی آن‌ها محسوب گردد. بنابراین، بر اساس نتایج تحقیق حاضر، لزوم مداخلات روان‌شناختی جهت تشخیص و درمان سندرم‌های روانی زنان مبتلا به PCOS جهت کمک به بهبود وضعیت سلامت روان و کیفیت زندگی آن‌ها ضروری است. از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر ابزار جمع‌آوری داده‌ها (پرسش‌نامه) بود کهک محدودیت‌های خودگزارشی در نتایج آن دخیل است. همچنین، نتایج به دست آمده مربوط به زنان شهر اصفهان می‌باشد که با توجه به میزان آگاهی آن‌ها از PCOS، نمی‌توان نتایج را به شهرهای دیگر کشور تعمیم داد. نوع نمونه‌گیری در دسترس به عنوان یکی از محدودیت‌های پژوهش بود. با توجه به سطح سلامت روان پایین‌تر زنان مبتلا به PCOS، به محققان پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به برگزاری دوره‌های آموزشی و مداخله‌ای جهت ارتقای سطح سلامت روان آنان این زنان بپردازند و اثربخشی آن را مورد سنجش قرار دهند.

نتیجه‌گیری

زنان مبتلا به PCOS سلامت روان پایین‌تری نسبت به زنان عادی دارند، به لحاظ شخصیتی مضطرب‌ترند، از گشودگی پایین‌تری نسبت به تجرب برخوردار هستند و میزان واریانس تفاوت‌ها در سلامت عمومی آن‌ها به صورت کلی ۱۰ درصد بود. بنابراین، بررسی و توجه به مشکلات روانی این زنان اهمیت فراوانی دارد.

بحث

از جمله اختلالات شایعی است که به علت عوارض ناشی از آن مانند اختلال در تخمک‌گذاری و قاعدگی، نازایی، پرمویی و اختلالات متابولیک، بار مالی زیادی به سیستم بهداشتی - درمانی کشور وارد می‌کند. به فراخور چنین پیامدهایی، پژوهش‌های اندکی به بررسی این سندرم پرداخته‌اند. مطالعه حاضر با هدف شناخت وضعیت شاخص‌های بدنی، روانی و شخصیتی زنان مبتلا به PCOS و مقایسه آن با زنان فاقد این سندرم انجام شد. نتایج به دست آمده تفاوت معنی‌داری را بین ابعاد سلامت روان دو گروه نشان داد و گروه زنان مبتلا به PCOS به طور معنی‌داری سلامت روان پایین‌تری داشتند و میزان واریانس تفاوت‌ها در سلامت عمومی آن‌ها ۱۰ درصد بود. این یافته‌ها با نتایج برخی تحقیقات (۲۱-۲۳) همخوانی دارد.

پژوهشی که به بررسی سلامت روان در مبتلایان به PCOS پرداخت، میزان افسردگی را در آن‌ها تا ۴۰ درصد گزارش نمود (۱۳). نتایج مطالعه‌ای در انگلستان نیز شیوع افسردگی خفیف و متوسط را در این بیماران به ترتیب ۲۳/۹ و ۲۵/۲ درصد گزارش کرد (۲۱). همچنین، بروز اختلالات دو قطبی در این گروه از بیماران بیشتر از زنان سالم می‌باشد (۲۲). در تبیین این یافته‌ها به چاقی به عنوان یک علت افسردگی در این زنان اشاره شده است. به عنوان مثال، در تحقیقی مشخص گردید که افسردگی در زنان چاق مبتلا به PCOS بیشتر از افراد چاق بدون این اختلال می‌باشد (۲۳). بر اساس نتایج پژوهش حاضر، اختلالات اضطرابی، شکایات جسمانی و اختلالات خواب در زنان مبتلا به PCOS شایع‌تر می‌باشد. همچنین، نتایج حاکی از آن بود که زنان مبتلا به PCOS کارکرد اجتماعی پایین‌تری نسبت به گروه زنان فاقد این سندرم دارند. این یافته با نتایج مطالعه مهرآبادی و همکاران (۲۴) همسو بود. این نتایج ممکن است به علت نگرانی زنان مبتلا از بروز عواقبی مانند سرطان آندومتر، تخمدان و پستان به علت عدم تخمک‌گذاری باشد. این نگرانی در زنان مبنی بر مزمن بودن بیماری، عود مکرر علائم و پیشرفت علائم و همچنین، مقایسه خود با همسالان، باعث تشویش و ناکامی‌هایی می‌شود که در نتیجه، منجر به افت کیفیت زندگی (۲۴) و سلامت روانی آن‌ها می‌گردد. به نظر می‌رسد این فرایند با رشد روزافزون دسترسی به اطلاعات به ویژه از طریق اینترنت و فضاهای مجازی و تشدید اضطراب آن‌ها بی‌ارتباط نباشد. همچنین، علت دیگر آن

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه کارکنان و متخصصان شاغل در مراکز و کلینیک‌های زنان و

زایمان و مراجعان این مراکز که در انجام مطالعه حاضر همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Homburg R. What is polycystic ovarian syndrome? A proposal for a consensus on the definition and diagnosis of polycystic ovarian syndrome. *Hum Reprod* 2002; 17(10): 2495-9.
2. Tehrani FR, Simbar M, Tohidi M, Hosseiniapanah F, Azizi F. The prevalence of polycystic ovary syndrome in a community sample of Iranian population: Iranian PCOS prevalence study. *Reprod Biol Endocrinol* 2011; 9: 39.
3. Fauser BC, Tarlatzis BC, Rebar RW, Legro RS, Balen AH, Lobo R, et al. Consensus on women's health aspects of polycystic ovary syndrome (PCOS): The Amsterdam ESHRE/ASRM-Sponsored 3rd PCOS Consensus Workshop Group. *Fertil Steril* 2012; 97(1): 28-38.
4. Diamanti-Kandarakis E, Kandarakis H, Legro RS. The role of genes and environment in the etiology of PCOS. *Endocrine* 2006; 30(1): 19-26.
5. DuRant EM, Leslie NS, Critch EA. Managing polycystic ovary syndrome: A cognitive behavioral strategy. *Nurs Womens Health* 2009; 13(4): 292-300.
6. Goolsby MJ. AACE hyperandrogenism guidelines. *J Am Acad Nurse Pract* 2001; 13(11): 492-4.
7. Hunter MH, Sterrett JJ. Polycystic ovary syndrome: It's not just infertility. *Am Fam Physician* 2000; 62(5): 1079-88, 1090.
8. Banaszewska B, Duleba AJ, Spaczynski RZ, Pawelczyk L. Lipids in polycystic ovary syndrome: Role of hyperinsulinemia and effects of metformin. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194(5): 1266-72.
9. Glueck CJ, Morrison JA, Friedman LA, Goldenberg N, Stroop DM, Wang P. Obesity, free testosterone, and cardiovascular risk factors in adolescents with polycystic ovary syndrome and regularly cycling adolescents. *Metabolism* 2006; 55(4): 508-14.
10. Ching HL, Burke V, Stuckey BG. Quality of life and psychological morbidity in women with polycystic ovary syndrome: Body mass index, age and the provision of patient information are significant modifiers. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2007; 66(3): 373-9.
11. Elsenbruch S, Hahn S, Kowalsky D, Offner AH, Schedlowski M, Mann K, et al. Quality of life, psychosocial well-being, and sexual satisfaction in women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88(12): 5801-7.
12. Drosdzol A, Skrzypulec V, Mazur B, Pawlinska-Chmara R. Quality of life and marital sexual satisfaction in women with polycystic ovary syndrome. *Folia Histochem Cytobiol* 2007; 45(Suppl 1): S93-S97.
13. Kerchner A, Lester W, Stuart SP, Dokras A. Risk of depression and other mental health disorders in women with polycystic ovary syndrome: A longitudinal study. *Fertil Steril* 2009; 91(1): 207-12.
14. Dabson KS, Mohammad Khani P. Psychometric characteristics of beck depression inventory-II in patients with major depressive disorder. *J Rehab* 2007; 8(SUPPL): 82-8. [In Persian].
15. Costa PT, McCrae RR. Revised NEO personality inventory (NEO PI-R) and NEP five-factor inventory (NEO-FFI): professional manual. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources; 1992.
16. McCrae RR, Costa PT Jr. Rotation to maximize the construct validity of factors in the NEO personality inventory. *Multivariate Behav Res* 1989; 24(1): 107-24.
17. Garosi Farshi T. A new approach to personality evaluation (Application of factor analysis in personality studies). Tabriz, Iran: Daniel Publications; 2001. p. 21-32. [In Persian].
18. Goldberg DP. The detection of psychiatric illness by questionnaire: A technique for the identification and assessment of non-psychotic psychiatric illness. Oxford, UK: Oxford University Press; 1972.
19. Morris PL, Goldberg RJ. Validity of the 28-item general health questionnaire in hospitalized gastroenterology patients. *Psychosomatics* 1989; 30(3):290-5.
20. Chan DW. The Chinese version of the general health questionnaire: Does language make a difference? *Psychol Med* 1985; 15(1): 147-55.
21. Stunkard AJ, Faith MS, Allison KC. Depression and obesity. *Biol Psychiatry* 2003; 54(3): 330-7.
22. Hollinrake E, Abreu A, Maifeld M, Voorhis BJ, Dokras A. Increased risk of depressive disorders in women with polycystic ovary syndrome. *Fertility and Sterility* 2007; 87(6): 1369-76.
23. Trent ME, Rich M, Austin SB, Gordon CM. Fertility concerns and sexual behavior in adolescent girls with polycystic ovary syndrome: Implications for quality of life. *J Pediatr Adolesc Gynecol* 2003; 16(1): 33-7.
24. Mehrabadi S, Jahanian Sadatmahalleh S, Kazemnejad A. Association of depression and anxiety with cognitive function in patients with polycystic ovary syndrome. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2017; 27(147): 159-70. [In Persian].
25. Upadhyay K, Trent M. Effects of polycystic ovary syndrome on health-related quality of life. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2007; 7(6): 597-603.

Comparison of Mental Health and Personality Dimensions among the Women with and without Polycystic Ovary Syndrome

Mojgan Navab¹, Akram Dehghani²

Original Article

Abstract

Background: Polycystic ovary syndrome (PCOS) is one of the most common endocrine disrupters, with an outbreak of 4-25 percent, depending on the definition. This syndrome has several different outcomes that affect various aspects of life. The purpose of this study was to compare mental health and personality dimensions among the women with and without polycystic ovary syndrome.

Methods: This was a causal-comparative study, and the statistical sample consisted of 126 women with and without polycystic ovarian syndrome selected via available sampling from clinics and private clinics of women in Isfahan City, Iran. Data were collected using Neuroticism-Extraversion-Openness Five-Factors Inventory-60 (NEO-FFI-60) and General Health Questionnaire-28 (GHQ-28). Data were analyzed using MANOVA test via SPSS software at a significant level of less than 0.010.

Findings: There was a significant difference between the two groups in mental health dimensions, and it was lower in the group of women with polycystic ovary syndrome ($P < 0.010$). The variance of the differences in general health was 10%. Moreover, the results of personality dimensions showed that the group of women with polycystic ovary syndrome had significantly higher levels of neuroticism and lower openness as well ($P < 0.010$).

Conclusion: Women with polycystic ovary syndrome have a lower mental health than normal women, are more anxious, and have less openness to the experiences. Therefore, it is necessary to consider some psychological interventions for the diagnosis and treatment of psychiatric syndromes in women with polycystic ovary syndrome.

Keywords: Polycystic ovary syndrome, Mental health, Personality

Citation: Navab M, Dehghani A. Comparison of Mental Health and Personality Dimensions among the Women with and without Polycystic Ovary Syndrome. J Health Syst Res 2018; 14(3): 328-33.

1- Department of Clinical Psychology, School of Humanities, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Clinical Psychology, School of Humanities, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Corresponding Author: Akram Dehghani, Email: dehghani2016@phu.iaun.ac.ir

بررسی عوامل مؤثر بر بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان در زنان مراجعه کننده به بیمارستان سیدالشهدای (ع) اصفهان طی سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹

مهدی تذهیبی^۱، فریبا سعیدی^۲، فریبرز مکاریان^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با توجه به شیوع بالای سرطان پستان در بین زنان و اثرات سوء آن در زندگی فردی و اجتماعی و همچنین، اهمیت شناخت عوامل مؤثر بر بقای بیماران، پژوهش حاضر با هدف تعیین عوامل مؤثر بر میزان بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان انجام گردید.

روش ها: این مطالعه از نوع هم گروهی گذشته نگر بود و در آن پرونده ۱۰۷۷ بیمار مبتلا به سرطان پستان مراجعه کننده به بیمارستان سیدالشهدای (ع) اصفهان طی سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفت. بیماران تا پایان دی ماه سال ۱۳۹۲ پیگیری شدند. تأثیر عوامل مختلف بر میزان بقا با استفاده از مدل رگرسیون Cox تحلیل گردید. تفاوت بقا در رده های مختلف تعداد غدد لنفاوی درگیر زیر بغل نیز با کمک آزمون Logrank بررسی و نمودار بقا با روش Kaplan-Meier در این گروه ها رسم شد. در نهایت، داده ها در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: میانه زمان پیگیری، ۵/۵ سال و میانگین سنی بیماران $47/9 \pm 11/3$ سال بود. ۱۶۴ نفر (۱۵/۲ درصد) از بیماران در زمان پیگیری فوت کرده بودند. اثر متغیر تعداد غدد لنفاوی درگیر $(P = 0/047)$ و کاتسین D $(P = 0/009)$ بر زمان بقای بیماران معنی دار به دست آمد. نسبت خطر مرگ در بیماران با تعداد غدد لنفاوی درگیر بین ۳ تا ۱۰ $(P = 0/031)$ و بیماران با تعداد غدد لنفاوی درگیر بیشتر از ۱۰ $(P = 0/030)$ ، به ترتیب ۳/۰۲ و ۳/۰۸ برابر خطر مرگ در بیماران بدون غدد لنفاوی درگیر بود. بر اساس نتایج آزمون Logrank، اختلاف معنی دار توزیع تابع بقا بین سطوح مختلف تعداد غدد درگیر مشاهده شد $(P < 0/001)$.

نتیجه گیری: تعداد غدد لنفاوی درگیر زیر بغل و میزان کاتسین D، دو عامل پیش آگهی بد در میزان بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان می باشد.

واژه های کلیدی: سرطان پستان، مدل های خطرات متناسب Cox، تحلیل بقا

ارجاع: تذهیبی مهدی، سعیدی فریبا، مکاریان فریبرز. بررسی عوامل مؤثر بر بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان در زنان مراجعه کننده به بیمارستان سیدالشهدای (ع) اصفهان طی سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۳۹-۳۴۴

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۴

برآورد شده است که کمترین میزان متعلق به کشورهای آفریقایی می باشد، اما این میزان شیوع در حال افزایش است (۱).

در کشور آمریکا تخمین زده شده که بیش از ۳/۱ میلیون زن با سابقه سرطان پستان تا ابتدای سال ۲۰۱۴ وجود داشته است و پیش بینی می شود که ۲۳۶۷۰ مورد جدید تشخیص داده شده در طی سال ۲۰۱۴ اضافه خواهد شد. در میان زنان، سرطان پستان اولین جایگاه را در بین سرطان ها دارد و نرخ شیوع آن پس از کاهش ۷ درصدی بین سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۳ و بعد از سال ۲۰۰۴ تا حدودی ثابت بوده است. خطر ابتلای هر زن آمریکایی به سرطان پستان در طول زندگی اش حدود ۱ به ۸ می باشد (۲).

در ایران میزان مرگ و میر استاندارد شده بر اساس سن ناشی از سرطان پستان در سال های اخیر رشد فرایندهای داشته؛ به طوری که از تعداد ۱/۴۰ به ۳/۵۲ در هر ۱۰۰ هزار نفر افزایش یافته است. این افزایش در بازه سنی ۱۵-۴۹ سال در مقایسه با سنین بالاتر، از ۵۰ بیشتر بوده است (۳).

مقدمه

سرطان پستان شایع ترین سرطان و دارای بیشترین مرگ در بین زنان می باشد؛ به طوری که ۲۳ درصد از کل موارد سرطان و ۱۴ درصد از فوت های ناشی از این بیماری متعلق به سرطان پستان می باشد (۱). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۱، سرطان پستان رایج ترین نوع بدخیمی در بین زنان کشورهای پیشرفته و همچنین، کشورهای در حال توسعه می باشد. اگرچه سرطان پستان بیماری کشورهای پیشرفته به نظر می رسد، اما بیشتر از ۵۰ درصد از موارد این بیماری و ۵۸ درصد از مرگ های ناشی از سرطان پستان در کشورهای کمتر توسعه یافته رخ می دهد. طبق گزارش های سازمان جهانی بهداشت، نرخ شیوع این بیماری در کشورهای مختلف از ۱۹/۳ در هر ۱۰۰ هزار نفر در شرق آفریقا تا ۸۹/۷ در هر ۱۰۰ هزار نفر در غرب اروپا متفاوت است. در بیشتر کشورهای در حال توسعه این میزان کمتر از ۴۰ در هر ۱۰۰ هزار نفر

۱- دانشیار، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- کارشناس ارشد، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، گروه خون و انکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: saeedi_fah@yahoo.com

نویسنده مسؤول: فریبا سعیدی

وضعیت بیمار از لحاظ بهبودی یا مرگ و زمان مرگ، از آمار و اطلاعات اداره ثبت احوال، دفاتر فوت بیمارستان سیدالشهدا (ع)، آمار و اطلاعات باغ رضوان و در صورت وجود، از شماره تلفن موجود در پرونده پزشکی بیماران استفاده شد. درمان این بیماران با توجه به وضعیت و نوع تومور و با تشخیص پزشک معالج به صورت عمل جراحی ماستکتومی رادیکال (Modified radical mastectomy) و یا جراحی حفظ پستان (Breast conservation surgery) و پس از آن درمان‌های کمکی مانند شیمی درمانی، هورمون درمانی و پرتودرمانی بود.

در صورتی که بیمار فوت کرده بود، تاریخ فوت ثبت و وارد آنالیز داده‌ها گردید و چنانچه بیمار تا آن زمان زنده بود، زمان انتهای مطالعه و اگر به هر دلیلی از مطالعه خارج شده بود، مدت زمان حضور در مطالعه به عنوان داده‌های ناتمام و سانسور شده وارد آنالیز شد.

داده‌های استخراج شده برای تحقیق حاضر شامل اطلاعات فردی و اطلاعات وابسته به تومور بیمار بود. اطلاعات فردی متشکل از سن بیمار و سابقه فامیلی سرطان پستان می‌باشد که از طریق مصاحبه از بیمار پرسیده شد. اطلاعات وابسته به تومور شامل اندازه تومور، تعداد غده‌های لنفاوی درگیر زیر بغل، گیرنده‌های استروژن، گیرنده‌های پروژسترون، ژن $HER2$ ، کاتپسین 2 و $Ki67$ بود که از طریق آزمایش‌های خونی به دست آمد.

به منظور تعیین عوامل مؤثر بر میزان بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان، مدل رگرسیون Cox به داده‌ها برازش داده شد و با توجه به اهمیت تعداد غدد لنفاوی درگیر، تفاوت توزیع بقا در رده‌های تعداد غدد لنفاوی درگیر (به صورت بدون غدد لنفاوی درگیر، تعداد غدد لنفاوی درگیر کمتر از ۳، بین ۳-۱۰ و بیشتر از ۱۰) با استفاده از تحلیل تک متغیره آزمون Logrank مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) تجزیه و تحلیل گردید.

داده‌ها از پرونده‌های بیماران جمع‌آوری گردید. بدین ترتیب، با اخذ معرفی‌نامه از معاونت پژوهش و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، هماهنگی‌های لازم با بیمارستان سیدالشهدا (ع)، مرکز تحقیقات سرطان پستان، اداره ثبت احوال و باغ رضوان انجام گرفت. در این مطالعه هویت بیماران در هیچ بخشی از پژوهش فاش نشد و اطلاعات آن‌ها به صورت کاملاً محرمانه مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

میانگین زمان پیگیری در تحقیق حاضر، ۵/۵ سال و میانگین سنی بیماران $47/9 \pm 11/3$ سال بود و بیماران در بازه سنی ۲۲ تا ۶۸ سال قرار داشتند. ۱۶۴ نفر (۱۵/۲ درصد) از بیماران در زمان پیگیری فوت کردند. ۷۸ درصد از بیماران سابقه فامیلی ابتلا به این بیماری را نداشتند و حدود ۹۵ درصد از آن‌ها دارای ژن کاتپسین D مثبت بودند. ویژگی‌های بیماران مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از برازش مدل رگرسیون Cox به داده‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. تأثیر دو عامل کاتپسین D ($P = 0/009$) و تعداد گره‌های لنفاوی درگیر ($P = 0/047$) بر میزان بقا معنی‌دار بود. نسبت خطر مرگ در بیماران با مقدار کاتپسین D مثبت، ۷/۵۷ برابر خطر مرگ در بیماران کاتپسین D منفی و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای نسبت خطر ۱/۶۸-۳۴/۱۹ بود.

یکی از دلایلی که سرطان پستان را به یکی از دغدغه‌های جهانی تبدیل کرده است، رشد روزافزون مبتلایان به این بیماری می‌باشد؛ به طوری که درصد بروز آن در آمریکا در سال ۱۹۷۰، یک مورد ابتلا در هر ۱۳ نفر، در سال ۱۹۸۰ از هر ۱۱ نفر یک مورد ابتلا، در سال ۱۹۹۲ یک مورد از ۹ نفر و در سال ۲۰۱۴ این میزان به یک مورد ابتلا از ۸ نفر در جمعیت زنان گزارش گردید (۴، ۲).

در آسیای میانه، سرطان پستان شایع‌ترین نوع بدخیمی در میان زنان به شمار می‌رود (۵). در ایران نیز این بیماری رتبه اول سرطان‌ها را در میان زنان دارد؛ به گونه‌ای که ۲۱/۴ درصد تمام بدخیمی‌های زنان را شامل می‌شود (۶). میزان بروز سرطان پستان در سال ۱۳۷۷ در جمعیت زنان شهر تهران، ۲۶/۴ در ۱۰۰ هزار نفر و میزان مرگ و میر ناشی از آن نیز ۵/۸ در هر ۱۰۰ هزار نفر گزارش شده است (۷). علاوه بر شیوع بالای سرطان پستان در ایران، سن ابتلا به این بیماری در زنان ایرانی یک دهه زودتر از کشورهای توسعه یافته می‌باشد که اهمیت مطالعه هرچه بیشتر در زمینه شناخت و درمان این بیماری را دو چندان می‌کند (۸).

سرطان پستان سبب‌شناسی پیچیده‌ای دارد و محققان عوامل خطر متعددی را برای آن شناسایی کرده‌اند. شناسایی این عوامل در جهت کاهش بروز بیماری و پیشگیری حایز اهمیت می‌باشد. پژوهشگران تاکنون عوامل خطر مختلفی از جمله وراثت، عوامل هورمونی، سابقه سرطان پستان مقابل، عوامل محیطی، نوع تغذیه، تعداد بارداری، یائسگی زودرس، قاعدگی زودرس، سبک زندگی و... را شناسایی و معرفی کرده‌اند (۹، ۱۰).

یک از عوامل خطر بروز سرطان پستان، کاتپسین D است. کاتپسین D نوعی پروتئین آنزیمی می‌باشد که در همه بافت‌ها وجود دارد و افزایش غیر طبیعی آن در اغلب سلول‌های سرطانی بافت پستان مشاهده می‌شود که همراه با افزایش خطر تهاجم دوردست و متاستاز می‌باشد. منشأ اصلی این افزایش غیر طبیعی، تظاهر زیاد ژن Cath-D است که منجر به تولید پروتئین کاتپسین D می‌گردد (۱۱، ۱۲).

با توجه به شیوع بالای سرطان پستان در میان زنان و عوارض روحی و روانی و فشار اقتصادی ناشی از این بیماری بر خانواده‌ها، شناخت روند بیماری و عوامل مؤثر بر زمان بقا به منظور تشخیص سریع بیماری و همچنین، اعمال درمان‌های مناسب پیشگیرانه و به‌هنگام در جهت افزایش بقا و بهبود کیفیت زندگی بیماران، ضرورت و اهمیت فراوانی دارد.

روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع هم‌گروهی گذشته‌نگر بود که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به تصویب رسید و اجرا گردید. این تحقیق بر روی ۱۰۷۷ بیمار زن مبتلا به سرطان پستان که طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۹ به درمانگاه انکولوژی بیمارستان سیدالشهدا (ع) اصفهان مراجعه کرده و تحت درمان قرار گرفته بودند، انجام شد. این بیماران به منظور بررسی مدت زمان بقا تا دی ماه سال ۱۳۹۲ تحت پیگیری قرار گرفتند. اطلاعات بیماران در فرم‌های مخصوصی که توسط مرکز تحقیقات سرطان پستان طراحی شده بود، تکمیل گردید و در پرونده‌های پزشکی آنان ثبت شد. این پرونده‌ها در برنامه کامپیوتری ذخیره و سپس داده‌های مورد استفاده برای پژوهش از این برنامه استخراج گردید و پس از ورود به کامپیوتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین، برای پیگیری

جدول ۱. ویژگی‌های بیماران مبتلا به سرطان پستان (۱۰۷۷ نفر)

عوامل پیش‌آکھی	تعداد (درصد)
سابقه فامیلی	
خیر	۶۸۲ (۷۸/۲)
بله	۱۹۳ (۲۱/۸)
گیرنده استروژن	
منفی	۳۸۰ (۴۰/۹)
مثبت	۵۴۹ (۵۹/۱)
گیرنده پروژسترون	
منفی	۳۶۰ (۴۱/۳)
مثبت	۵۱۲ (۵۸/۷)
ژن P۵۳	
جهش نیافته	۴۹۶ (۴۵/۳)
جهش یافته	۲۶۳ (۳۴/۷)
کاتپسین D	
منفی	۳۹ (۵/۳)
مثبت	۶۸۰ (۹۴/۷)
HER2	
منفی	۱۴۸ (۴۴/۲)
مثبت	۱۸ (۵۵/۸)
تعداد گره‌های لنفاوی درگیر	
صفر	۴۲ (۴۴/۳)
کمتر از ۳	۲۳۷ (۲۲/۴)
بین ۳ تا ۱۰	۲۰۱ (۲۰/۷)
بیشتر از ۱۰	۱۰۲ (۱۰/۶)

HER2: Human epidermal growth factor receptor 2

در بیماران با تعداد غدد لنفاوی درگیر بین ۳ تا ۱۰ ($P = ۰/۰۳۱$)، نسبت خطر ۳/۰۲ برابر بیماران بدون غدد لنفاوی درگیر و فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای نسبت خطر ۱/۱۱-۸/۲۶ به دست آمد. همچنین، نسبت خطر مرگ در بیماران با تعداد غدد لنفاوی درگیر بیشتر از ۱۰ ($P = ۰/۰۳۰$)، برابر ۳/۰۸، بیماران بدون غدد لنفاوی درگیر با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای نسبت خطر ۱/۱۲-۸/۴۸ بود.

نتایج تحلیل تک متغیره آزمون Logrank، اختلاف معنی‌دار توزیع تابع بقا بین سطوح مختلف تعداد غدد لنفاوی درگیر را نشان داد ($P < ۰/۰۰۱$). توزیع بقا در سطوح مختلف تعداد غدد لنفاوی درگیر در شکل ۱ آمده است. این شکل سیر نزولی یکنواختی در همه سطوح تعداد غدد لنفاوی درگیر در طول مطالعه برای بیماران را نشان داد؛ به این معنی که بقای بیماران با گذشت زمان کاهش یافته است. نکته قابل توجه این که منحنی زمان بقای بیماران بدون غدد لنفاوی درگیر در بالاترین سطح قرار داشت و دارای بیشترین زمان بقا در زمان‌های مختلف بود. بیماران دارای تعداد غدد لنفاوی کمتر از ۳ عدد در رتبه دوم زمان‌های بقا و بیماران دارای غدد لنفاوی درگیر ۳ تا ۱۰ عدد در جایگاه سوم بقای قرار داشتند. پایین‌ترین زمان بقا نیز متعلق به بیماران دارای بیشتر از

۱۰ غده لنفاوی درگیر بود؛ به این معنی که تعداد این غدد رابطه معکوسی با زمان بقای بیماران داشت و هرچه تعداد غدد لنفاوی درگیر شده کمتر باشد، درمان موفق‌تر است و زمان بقا افزایش می‌یابد.

جدول ۲. نتایج برازش مدل رگرسیون Cox جهت برآورد اثر متغیرهای کمکی بر روی بقای بیماران مبتلا به سرطان پستان

عوامل خطر	ضریب رگرسیون β	خطر نسبی	مقدار P	فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای خطر نسبی
سن	-۰/۲۱	۰/۹۸	۰/۳۰۰	۰/۹۴-۲/۰۱
سابقه فامیلی	-	-	-	-
خیر	-	-	-	-
بله	-۰/۶۲	۰/۵۴	۰/۲۰۰	۰/۲۱-۳/۹/۱۰
گیرنده استروژن	-	-	-	-
منفی	-	-	-	-
مثبت	۰/۵۰	۱/۶۴	۰/۳۱۰	۰/۶۳-۲۵/۴۰
گیرنده پروژسترون	-	-	-	-
منفی	-	-	-	-
مثبت	۰/۰۷	۱/۰۷	۰/۸۹۰	۰/۴۰-۹۰/۲۰
ژن P۵۳	-	-	-	-
جهش نیافته	-	-	-	-
جهش یافته	-۰/۴۶	۰/۶۳	۰/۳۱۰	۰/۲۶-۵۵/۱۰
کاتپسین D	-	-	-	-
منفی	-	-	-	-
مثبت	۲/۰۲	۷/۵۷	۰/۰۰۹	۱/۶۸-۳۴/۱۹
HER2	-	-	-	-
منفی	-	-	-	-
مثبت	-۰/۱۶	۰/۸۵	۰/۷۱۰	۰/۳۶-۱/۹۹
تعداد گره‌های لنفاوی درگیر	-	-	-	-
صفر	-	-	-	-
کمتر از ۳	۰/۱۵	۱/۱۷	۰/۴۷۰	۰/۴۲-۳/۲۴
بین ۳ تا ۱۰	۱/۱۱	۳/۰۲	۰/۰۳۲	۱/۱۱-۸/۲۶
بیشتر از ۱۰	۱/۱۲	۳/۰۸	۰/۰۳۰	۱/۱۲-۸/۴۸
Ki۶۷	۰/۰۲	۱/۰۲	۰/۵۱۰	۰/۹۷-۱/۰۷

HER2: Human epidermal growth factor receptor 2

بحث

میانگین سنی بیماران مورد بررسی در زمان تشخیص، $۴۷/۹ \pm ۱۱/۳$ سال بود و بیماران در بازه سنی ۲۲ تا ۶۸ سال قرار داشتند. در برخی مطالعات دیگر در ایران نیز سن بیماران مبتلا در زمان تشخیص بین ۴۶ تا ۵۰ سال برآورد شده است (۸، ۱۳). همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سن تشخیص سرطان پستان در زنان ایرانی، یک دهه پایین‌تر از سن تشخیص در زنان کشورهای غربی و آمریکای شمالی است که با نتایج برخی پژوهش‌ها (۸) مطابقت داشت.

سیتوزول تومور با بقای عاری از متاستاز و بقای عاری از بیماری مشاهده گردید (۱۲). Irawan و همکاران در یک مطالعه مقطعی، به بررسی چگونگی نقش کاتپسین D بر زمان بقا تا بروز اولین متاستاز بین ۱۹۷ بیمار مبتلا به سرطان پستان پرداختند که اثر کاتپسین D معنی‌دار نبود (۱۶).

تعداد غدد لنفاوی درگیر، یکی از عوامل پیش‌آگهی مهم در مرگ بیماران می‌باشد و ارتباط معنی‌داری با میزان بقا دارد. این موضوع بیان‌کننده آن است که نسبت خطر مرگ در بیماران با تعداد غدد لنفاوی درگیر، بیشتر از بیماران بدون غدد لنفاوی درگیر می‌باشد. این یافته در نتیجه آزمون Logrank که به منظور مقایسه زمان‌های بقا در رده‌های مختلف تعداد غدد لنفاوی درگیر انجام گرفت و نمودارهای تابع بقای برآورد شده در آن رسته‌ها، به وضوح تأیید و تبیین شده است. این متغیر در تحقیقات بسیاری به عنوان یکی از عوامل مهم پیش‌آگهی سرطان پستان معرفی شده است (۲۲-۱۷).

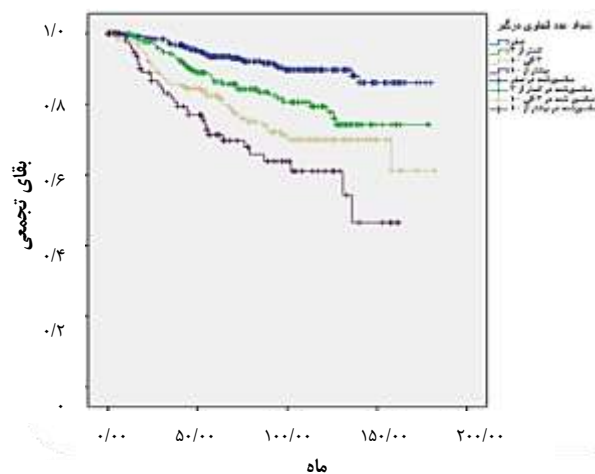
اثر متغیر اندازه تومور در پژوهش حاضر معنی‌دار نبود. در برخی مطالعات نیز اندازه تومور رابطه معنی‌داری را با میزان بقا نشان نمی‌دهد (۲۲، ۲۱). اما در مطالعه رضایی‌زاده و همکاران که با هدف بررسی عوامل مؤثر بر بقای ۱۱۴۸ بیمار مبتلا به سرطان پستان در استان فارس انجام شد، اثر عامل اندازه تومور معنی‌دار گزارش گردید (۲۳). این تأثیر دوگانه در مطالعات مختلف ممکن است بر مبنای این فرضیه باشد که تومورهای مختلف با توجه به نوعشان، حتی با وجود کوچک بودن اندازه می‌توانند رفتار تهاجمی بیشتری داشته باشند (۲۴).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تعداد غدد لنفاوی درگیر بیشتر و بالا بودن غلظت کاتپسین D در بیماران مبتلا به سرطان پستان، تأثیر بسزایی در کاهش زمان بقا دارد. بنابراین، افزایش آگاهی زنان و آموزش و اطلاع‌رسانی به آن‌ها و انجام غربالگری جهت تشخیص سریع‌تر و درمان بهتر بیماران و در نتیجه، کاهش مرگ و میر ناشی از سرطان پستان در زنان، مستلزم تلاش و جدیت بیشتر مسؤولان و مدیران سلامت و بهداشت به خصوص مراکز بهداشتی و درمانی برای دستیابی به این امر مهم می‌باشد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد که در قالب طرح تحقیقاتی با شماره ۳۹۳۴۴۵ انجام شد. بدین وسیله از کارکنان مرکز تحقیقات سرطان پستان، اداره ثبت احوال، باغ رضوان و بخش اسناد پزشکی بیمارستان سیدالشهدا (ع) که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.



شکل ۱. برآورد بقای بیماران در سطوح مختلف تعداد غدد لنفاوی درگیر

در بین بیماران مبتلا، ۴۴/۳ درصد در زمان تشخیص بدون غده لنفاوی درگیر زیر بغل بودند و تومور در ۵۵/۷ درصد از بیماران حین تشخیص به غدد لنفاوی زیر بغل گسترش یافته بود. نتایج مطالعه حریرچی و همکاران نشان داد که حدود ۷۰ درصد بیماران بعد از درگیری غدد لنفاوی تشخیص داده شده‌اند (۸). این میزان در تحقیق دیگری ۶۳ درصد گزارش گردید (۱۴). پایین بودن میزان درگیری غدد لنفاوی در پژوهش حاضر نشان دهنده آگاهی بیشتر زنان از علایم و نشانه‌های سرطان پستان و انجام غربالگری و آموزش خودمراقبتی در بین زنان استان می‌باشد.

ارتباط معنی‌داری بین دو عامل میزان غلظت پروتئین کاتپسین D و تعداد غدد لنفاوی درگیر با مدت زمان بقا مشاهده شد؛ بدین معنی که عامل کاتپسین D پیش‌آگهی منفی برای زمان بقای بیماری سرطان پستان دارد و بیماران با غلظت کاتپسین D بیشتر، زمان بقای کمتری نسبت به بیماران با غلظت کمتر کاتپسین D دارند. در برخی مطالعات دیگر نیز عنوان شده است که کاتپسین D تأثیر مستقیمی بر بروز مرگ و گسترش بیماری به قسمت‌های دیگر بدن دارد (۱۵، ۱۲). در تحقیق مروری Liaudet-Coopman و همکاران، نقش کاتپسین D بر زمان بقا و بروز متاستاز بررسی گردید. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که غلظت بالای این پروتئین، نقش مهمی را در مراحل گوناگون پیشرفت تومور، تحریک رشد سلول سرطانی، کاهش زمان بروز متاستاز و در نتیجه، کاهش زمان بقا ایفا می‌کند (۱۵). پژوهش Spyrtatos و همکاران بر روی ۱۲۲ بیمار مبتلا به سرطان پستان انجام گرفت و آن‌ها به مدت متوسط ۴-۶ سال پس از عمل جراحی مورد پیگیری قرار گرفتند. تفاوت معنی‌داری بین غلظت کاتپسین D در

References

1. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D. Global cancer statistics. CA Cancer J Clin 2011; 61(2): 69-90.
2. Siegel R, Ma J, Zou Z, Jemal A. Cancer statistics, 2014. CA Cancer J Clin 2014; 64(1): 9-29.
3. Taghavi A, Fazeli Z, Vahedi M, Baghestani AR, Pourhoseingholi A, Barzegar F, et al. Increased trend of breast cancer mortality in Iran. Asian Pac J Cancer Prev 2012; 13(1): 367-70.
4. Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. Global cancer statistics, 2002. CA Cancer J Clin 2005; 55(2): 74-108.
5. Kahan E, Ibrahim AS, El NK, Ron E, Al-Agha H, Polliack A, et al. Cancer patterns in the Middle East--special report from the Middle East Cancer Society. Acta Oncol 1997; 36(6): 631-6.
6. Taghavi A, Fazeli Z, Vahedi M, Baghestani AR, Pourhoseingholi A, Barzegar F, et al. Increased trend of breast cancer mortality in Iran. Asian Pac J Cancer Prev 2012; 13(1): 367-70.

7. Mohagheghi MA, Mosavi-Jarrahi A, Malekzadeh R, Parkin M. Cancer incidence in Tehran metropolis: The first report from the Tehran Population-based Cancer Registry, 1998-2001. *Arch Iran Med* 2009; 12(1): 15-23.
8. Harirchi I, Karbakhsh M, Kashefi A, Momtahan AJ. Breast cancer in Iran: Results of a multi-center study. *Asian Pac J Cancer Prev* 2004; 5(1): 24-7.
9. Bland KI, Copeland EM. The breast: Comprehensive management of benign and malignant diseases. Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier; 2009.
10. Barnett GC, Shah M, Redman K, Easton DF, Ponder BA, Pharoah PD. Risk factors for the incidence of breast cancer: Do they affect survival from the disease? *J Clin Oncol* 2008; 26(20): 3310-6.
11. Schonborn I, Nischan P, Ebeling K. Oral contraceptive use and the prognosis of breast cancer. *Breast Cancer Res Treat* 1994; 30(3): 283-92.
12. Spyrtas F, Maudelonde T, Brouillet JP, Brunet M, Defrenne A, Andrieu C, et al. Cathepsin D: An independent prognostic factor for metastasis of breast cancer. *Lancet* 1989; 2(8672): 1115-8.
13. Vahdaninia M, Montazeri A. Breast cancer in Iran: A survival analysis. *Asian Pac J Cancer Prev* 2004; 5(2): 223-5.
14. Mousavi SM, Montazeri A, Mohagheghi MA, Jarrahi AM, Harirchi I, Najafi M, et al. Breast cancer in Iran: An epidemiological review. *Breast J* 2007; 13(4): 383-91.
15. Liaudet-Coopman E, Beaujouin M, Derocq D, Garcia M, Glondou-Lassis M, Laurent-Matha V, et al. Cathepsin D: Newly discovered functions of a long-standing aspartic protease in cancer and apoptosis. *Cancer Lett* 2006; 237(2): 167-79.
16. Irawan C, Hukom R, Prayogo N. Factors associated with bone metastasis in breast cancer: A preliminary study in an Indonesian population. *Acta Med Indones* 2008; 40(4): 178-80.
17. van der Wal BC, Butzelaar RM, van der Meij S, Boermeester MA. Axillary lymph node ratio and total number of removed lymph nodes: Predictors of survival in stage I and II breast cancer. *Eur J Surg Oncol* 2002; 28(5): 481-9.
18. Pinder SE, Ellis IO, Galea M, O'Rourke S, Blamey RW, Elston CW. Pathological prognostic factors in breast cancer. III. Vascular invasion: Relationship with recurrence and survival in a large study with long-term follow-up. *Histopathology* 1994; 24(1): 41-7.
19. Cote RJ, Peterson HF, Chaiwun B, Gelber RD, Goldhirsch A, Castiglione-Gertsch M, et al. Role of immunohistochemical detection of lymph-node metastases in management of breast cancer. International Breast Cancer Study Group. *Lancet* 1999; 354(9182): 896-900.
20. Axelsson CK, Mouridsen HT, Zedeler K. Axillary dissection of level I and II lymph nodes is important in breast cancer classification. The Danish Breast Cancer Cooperative Group (DBCG). *Eur J Cancer* 1992; 28A(8-9): 1415-8.
21. Beenken SW, Urist MM, Zhang Y, Desmond R, Krontiras H, Medina H, et al. Axillary lymph node status, but not tumor size, predicts locoregional recurrence and overall survival after mastectomy for breast cancer. *Ann Surg* 2003; 237(5): 732-8.
22. Fallahzadeh H, Momayyezi M, Akhundzardeini R, Zarezardeini S. Five year survival of women with breast cancer in Yazd. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014; 15(16): 6597-601.
23. Rezaianzadeh A, Peacock J, Reidpath D, Talei A, Hosseini SV, Mehrabani D. Survival analysis of 1148 women diagnosed with breast cancer in Southern Iran. *BMC Cancer* 2009; 9: 168.
24. Gasparini G, Weidner N, Bevilacqua P, Maluta S, Dalla Palma P, Caffo O, et al. Tumor microvessel density, p53 expression, tumor size, and peritumoral lymphatic vessel invasion are relevant prognostic markers in node-negative breast carcinoma. *J Clin Oncol* 1994; 12(3): 454-66.

The Factors Associated with Survival of Women with Breast Cancer Referred to Seyed-al-Shohada Hospital, Isfahan, Iran, between the Years 1999 and 2010

Mehdi Tazhibi¹, Fariba Saeedi², Fariborz Mokaraian³

Original Article

Abstract

Background: Due to the high prevalence of breast cancer among women and its effects on personal and social life, it is important to detect effective factors on survival of these patients. This study was conducted to determine the factors affecting the survival of patients with breast cancer.

Methods: This was a retrospective cohort study on 1077 patients with breast cancer referred to Seyed-al-Shohada hospital, Isfahan, Iran, between the years 1999 and 2010 and followed until 2014. Cox regression model were used to test the effects of various factors on the survival, log-rank test was carried out in the different categories of involved lymph nodes, and survival curves of these categories were plotted using Kaplan-Meier method. Analysis was done using SPSS software at the significance level of less than 0.05.

Findings: The median of follow-up time was 5.5 years, and mean age of patient was 47.9 ± 11.3 years. 164 patients (15.2%) died during the follow-up period. The effect of the number of involved lymph nodes ($P = 0.047$) and cathepsin D ($P = 0.009$) was significant on the survival time of the patients. In patients with lymph node involvement between 3 and 10 ($P = 0.031$) and in patients with lymph node involvement of more than 10 ($P = 0.030$), risk of death was 3.02 and 3.08 times compared with patients without lymph node involvement, respectively. The log-rank test indicated a significant difference in survival between the different categories of involved nodes ($P < 0.001$).

Conclusion: This study showed that the number of involved axillary lymph nodes and cathepsin D level associated with poor prognosis in survival of patients with breast cancer.

Keywords: Breast cancer, Cox proportional hazard models, Survival analysis

Citation: Tazhibi M, Saeedi F, Mokaraian F. The Factors Associated with Survival of Women with Breast Cancer Referred to Seyed-al-Shohada Hospital, Isfahan, Iran, between the Years 1999 and 2010. J Health Syst Res 2018; 14(3): 334-9.

1- Associate Professor, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Assistant Professor, Department of Clinical Oncology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Fariba Saeedi, Email: saeedi_fah@yahoo.com

بار اقتصادی بیماری آلزایمر در سالمندان شهر تهران

فرید عبادی فرد آذر^۱، عزیز رضاپور^۲، سعید باقری فرادنبه^۳، حسین باقری فرادنبه^۴،
سید حسین عبدالمنافی^۵، رضا جهانگیری^{۱*}

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بیماری آلزایمر، شایع ترین علت زوال عقل در سالمندان می باشد که منجر به بروز اختلال در عملکرد روزانه از جمله کارکردهای اجتماعی و حرفه ای می گردد و هزینه های زیادی را بر نظام سلامت و جامعه تحمیل می کند. پژوهش حاضر با هدف تخمین بار اقتصادی بیماری آلزایمر در سالمندان شهر تهران انجام شد.

روش ها: این مطالعه از نوع مقطعی بود که با استفاده از رویکرد مبتنی بر شیوع و روش هزینه یابی پایین به بالا و از دیدگاه اجتماعی، به برآورد و تخمین هزینه های مستقیم و غیر مستقیم سالمندان مبتلا به آلزایمر شهر تهران در سال ۱۳۹۵ پرداخت. نمونه های تحقیق شامل ۲۱۱ نفر از مبتلایان به آلزایمر بود که از مرکز انجمن آلزایمر ایران انتخاب شدند. داده ها به روش تمام شماری و با استفاده از فرم اطلاعاتی محقق ساخته و از طریق مصاحبه با سایر افراد خانواده تکمیل گردید.

یافته ها: بار اقتصادی ناشی از بیماری آلزایمر در سال ۱۳۹۵ در تهران، ۲۸۶۳۶۷۱۵ میلیون ریال برآورد گردید. ۵۲/۵ درصد هزینه ها مربوط به هزینه های مستقیم پزشکی مانند هزینه های سرپایی (۳/۰ درصد)، بستری (۳/۰ درصد)، آزمایش ها و اقدامات تشخیصی (۰/۵ درصد)، دارو، لوازم و تجهیزات (۷/۰ درصد) و خدمات پرستاری و مراقبت از بیمار (۳۹/۰ درصد) بود. همچنین، ۰/۵ درصد هزینه ها به هزینه های مستقیم غیر پزشکی و ۴۷/۰ درصد به هزینه های غیر مستقیم اختصاص داشت.

نتیجه گیری: بیماری آلزایمر از مهم ترین علل وابستگی عملکردی و مراقبت های ویژه در افراد مسن می باشد که هزینه های زیاد درمانی و مراقبتی را بر سیستم سلامت و جامعه تحمیل می نماید. برای کاهش بار اقتصادی این بیماری، پیشنهاد می شود برنامه های پیشگیری مناسب و ارایه مراقبت های اثربخش در اولویت قرار گیرد و حمایت دولت از خانواده های کم درآمد افزایش یابد.

واژه های کلیدی: بار اقتصادی بیماری، آلزایمر، سالمندان، ایران

ارجاع: عبادی فرد آذر فرید، رضاپور عزیز، باقری فرادنبه سعید، باقری فرادنبه حسین، عبدالمنافی سید حسین، جهانگیری رضا. بار اقتصادی بیماری آلزایمر در سالمندان شهر تهران. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۴۰-۳۴۶

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۴/۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۱

باروری کل و مرگ شاهد بوده که منجر به انتقال ساختار سنی جمعیت از جوانی به میانسالی شده است و ادامه روند فعلی، سالخوردگی سریع جمعیت ایران را به دنبال خواهد داشت (۲).

هرچند سالمندی به عنوان بیماری شناخته نمی شود، اما بار بیماری های مرتبط با آن بسیار چشمگیر است و فراوانی بالای بیماری هایی همچون اختلالات مربوط به اعصاب و روان، بیماری های قلبی و ضعف های استخوانی - عضلانی، از جمله عوامل مؤثر بر آن می باشد (۳). مراقبت از سالمندان مبتلا به بیماری های مزمن و گهگاه با چند بیماری به طور همزمان، در اغلب موارد کار پیچیده ای است. هزینه های بخش بهداشت و درمان سالمندی از نوع هزینه های مستقیم و قابل اندازه گیری و شناخته شده این دوره از زندگی می باشد؛ البته به طور غیر مستقیم نیز سالمندی هزینه هایی را بر جامعه تحمیل می کند (۳). بیماری آلزایمر، شایع ترین نوع دمانس (زوال عقل) می باشد که در ابتدا به

مقدمه

امروزه جهان در حال مواجهه با وضعیت بی سابقه ای می باشد. به زودی تعداد سالمندان بیشتر از تعداد کودکان می شود و تعداد افراد کهنسال بیشتر از هر زمان دیگری خواهد بود. تخمین زده می شود که جمعیت ۶۰ سال و بالاتر جهان تا سال ۲۰۵۰ به دو میلیارد نفر افزایش یابد (۱). بر اساس گزارش سازمان ملل، انتظار می رود که امید به زندگی در سن ۶۰ سالگی در سطح جهان از ۱۹/۷ سال در بازه زمانی سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ به ۲۲/۴ سال در بازه زمانی سال های ۲۰۴۵ تا ۲۰۵۰ افزایش پیدا کند. این گزارش پیش بینی می نماید که در فاصله بین سال های ۲۰۴۵ تا ۲۰۵۰، جمعیت بالای ۶۰ سال در کشورهای کمتر توسعه یافته با نرخ ۵/۳ درصد در سال رشد یابد که ۹ برابر بزرگ تر از نرخ رشد جمعیت مذکور در کشورهای توسعه یافته در سال می باشد. جمعیت ایران نیز در سال های گذشته تغییرات زیادی را در میزان

۱- استاد، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- دانشیار، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۴- کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۵- دانشجوی دکتری، دانشکده علوم اقتصادی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: رضا جهانگیری

Email: reza.jahan67@gmail.com

کندی شروع می‌شود، اما با سرعت پیشروی می‌کند. این بیماری موجب اختلال و تغییر در حافظه و فکر کردن می‌گردد (۴). در حال حاضر بیش از ۹۰۰ میلیون فرد بالای ۶۰ سال در دنیا زندگی می‌کنند که در سال ۲۰۵۰ این رقم برای کشورهای با رشد اقتصادی بالا حدود ۵۶ درصد و برای کشورهای متوسط رو به بالا حدود ۱۳۸ درصد و برای کشورهای متوسط رو به پایین حدود ۱۸۵ درصد خواهد بود (۵).

بر اساس آخرین گزارش سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۱۵، میزان شیوع بیماری آلزایمر در جهان حدود ۴۶/۸ میلیون نفر تخمین زده شد و بدین ترتیب پیش‌بینی می‌گردد که در سال ۲۰۳۰ این رقم به ۷۴/۷ میلیون نفر و در سال ۲۰۵۰ به ۱۳۱/۵ میلیون نفر برسد. بار اقتصادی این بیماری در سال ۲۰۱۵ حدود ۸۱۸ بلیون دلار برآورد گردید که از این میزان حدود ۲۲/۹ میلیون دلار آن به آسیا، ۱۰/۵ میلیون دلار به اروپا، ۹/۴ میلیون دلار به آمریکا و ۴/۰ میلیون دلار به آفریقا اختصاص داشت. پیش‌بینی شده است که این میزان برای سال ۲۰۱۸ حدود ۱ تریلیون دلار و برای سال ۲۰۳۰ حدود ۲ تریلیون دلار خواهد بود. همچنین، مشخص گردید که هزینه‌های مراقبت مستقیم و غیر مستقیم در مجموع حدود ۰/۶۵ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP یا Gross domestic product) را به خود اختصاص داده است (۵). در ایران نیز بر اساس آخرین آمار موجود، رشد جمعیت سالمندان در سال ۱۳۹۰ حدود ۲/۸ درصد؛ یعنی حدود ۶ میلیون و ۲۰۰ هزار نفر بوده است (۶).

نتایج مطالعه Suehs و همکاران که به صورت هم‌گروهی گذشته‌نگر بر روی ۳۳۷۴ بیمار مبتلا به آلزایمر و ۶۷۴۸ فرد سالم در آمریکا انجام شد، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین هزینه‌های پزشکی در میان مبتلایان به آلزایمر و افراد سالم وجود داشت؛ به طوری که افراد مبتلا به بیماری از متوسط هزینه بیشتری برخوردار بودند (۷).

پوررضا و خبیری نعمتی با انجام یک تحقیق مروری نظام‌مند گزارش کردند که در ایران سپردن زیاد سالمندان به خانه‌های سالمندان می‌تواند منجر به بروز مشکلاتی شود که از جمله آن می‌توان به مشکلات عاطفی و اقتصادی اشاره نمود و البته این موضوع در بین خانواده‌های با سطح اقتصادی پایین‌تر شیوع بیشتری دارد که به نوبه خود می‌تواند موجب ایجاد مشکلات بیشتری گردد (۳). تخمین بار اقتصادی بیماری آلزایمر، نقش مهمی در آگاه‌سازی تصمیمات مربوط به بازپروداخت‌ها، برآورد هزینه‌های این بیماری، تولید شواهد علمی برای اتخاذ تصمیمات سیاستی و در نهایت، تخصیص بهینه منابع مالی محدود سلامت در حوزه اقتصاد بیماری‌های دوره سالمندی دارد. یکی از اهداف تخمین بار اقتصادی این بیماری، ایجاد بیشترین سود برای ذی‌نفعان آن شامل ارایه دهندگان خدمات سلامت، بیماران و پرداخت‌کنندگان می‌باشد. در واقع، موضوع سالمندی یکی از چالش‌های نظام‌های تأمین اجتماعی می‌باشد؛ به طوری که با سالخورده شدن جمعیت، بار اقتصادی آن بر این نظام‌ها نیز افزوده می‌گردد (۳) که در نهایت، باید تمهیداتی به منظور به حداقل رساندن آن‌ها اندیشیده شود. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تخمین بار اقتصادی بیماری آلزایمر در شهر تهران انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی بود که در آن کلیه اطلاعات بیوگرافیک و اطلاعات

مربوط به هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم بیماری آلزایمر در سال ۱۳۹۵ جمع‌آوری گردید. فاصله زمانی بین تشخیص بیماری و جمع‌آوری داده‌ها در نظر گرفته نشد؛ چرا که این بیماری مزمن می‌باشد و حداقل معیار برای ورود بیماران به مطالعه، گذشت حداقل بیشتر از یک سال از بیماری آن‌ها بود. جمعیت مورد بررسی را سالمندان مبتلا به بیماری آلزایمر شهر تهران تشکیل داد. داده‌ها به روش تمام شماری از اعضای مبتلا به آلزایمر مرکز انجمن آلزایمر ایران که سن بیشتر از ۶۰ سال داشتند، از طریق چک‌لیست محقق ساخته جمع‌آوری گردید؛ بدین صورت که ابتدا به پرونده بیماران مراجعه و تمامی اطلاعات لازم تا حداکثر امکان استخراج گردید (جهت رعایت حال بیماران) و سپس جهت دستیابی به سایر اطلاعات، به مصاحبه با مراقبان بیماران و اعضای خانواده آنان پرداخته شد.

برای محاسبه بار اقتصادی بیماری در تحقیق حاضر، از روش هزینه بیماری و بر اساس رویکرد مبتنی بر شیوع و از روش پایین به بالا استفاده شد و هزینه‌ها از دیدگاه اجتماعی برآورد گردید؛ چرا که در این رویکرد هزینه‌های واقعی تحمیل شده به جامعه به وسیله بیماری به دست می‌آید. این هزینه‌ها شامل هزینه‌های مستقیم پزشکی، هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی و هزینه‌های غیر مستقیم ناشی از بیماری آلزایمر می‌باشد. شیوع بیماری آلزایمر از پژوهش‌های پیشین به دست آمد (۸).

هزینه‌های مستقیم پزشکی شامل تعداد ویزیت‌های انجام شده و هزینه‌های آن برای تشخیص بیماری، تعداد و هزینه‌های آزمایش‌ها و خدمات تشخیصی، دفعات و هزینه‌های خرید دارو (اعم از تجویز پزشک و بدون تجویز پزشک)، هزینه‌های مربوط به بستری در بیمارستان و هزینه‌های مربوط به نگهداری از بیمار (پرستاری در منزل، خانه سالمندان) بود.

هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی شامل هزینه‌هایی است که در راستای دریافت خدمات درمانی و تشخیصی بیماری آلزایمر انجام می‌شود و شامل هزینه مسافرت درون شهری و برون شهری برای دریافت خدمات، هزینه اقامت در هتل، هزینه غذای مصرف شده در طی مسافرت و... می‌باشد. در مطالعه حاضر به علت محدودیت داده‌ها، فقط هزینه‌های مسافرت‌های درون شهری که به وسیله آژانس، تاکسی و اتوبوس صورت گرفته بود و همچنین، هزینه‌های انجام گرفته در مسافرت‌های برون شهری لحاظ گردید.

هزینه‌های غیر مستقیم یک بیماری شامل تولید و بهره‌وری از دست رفته ناشی از بیماری می‌باشد. این هزینه‌ها در اثر ناتوانی ناشی از ابتلا به بیماری (غیبت از کار) و یا مرگ زودرس به علت بیماری رخ می‌دهد. در تحقیق حاضر تنها هزینه غیبت از کار بیمار یا همراه وی به عنوان هزینه‌های غیر مستقیم محاسبه شد و با توجه به این که بیشتر بیماران مبتلا به آلزایمر در سنین بیشتر از ۶۵ سال قرار دارند و جزء جمعیت فعال نمی‌باشند و همچنین، به دلیل نبود اطلاعات کافی در خصوص میزان مرگ و میر بیماران مبتلا به آلزایمر، از بهره‌وری از دست رفته ناشی از مرگ زودرس صرف نظر گردید. بنابراین، هزینه‌های غیر مستقیم و یا همان بهره‌وری از دست رفته برابر با ساعات و روزهای از دست رفته‌ای است که بیمار (کاهش بهره‌وری، غیبت از کار و...) یا همراه او (مرخصی، غیبت از کار) به علت بیماری آلزایمر از دست داده‌اند. به منظور تخمین هزینه‌های این گروه، از رویکرد سرمایه انسانی استفاده شد. برای افراد شاغل از نرخ متوسط درآمد سالانه و برای افراد بیکار و زنان خانه‌دار از نرخ حداقل دستمزد تعیین شده توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی در سال ۱۳۹۵ استفاده گردید.

جدول ۱. هزینه‌های مستقیم پزشکی، مستقیم غیر پزشکی و غیر مستقیم بیماران مبتلا به آژایمر در استان تهران

نوع هزینه	نوع هزینه	هزینه متوسط به ازای هر بیمار (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)	درصد هزینه
مستقیم پزشکی	سرپایی (ویزیت پزشک)	۱۰۳۸۵۶۵۹	۸۶۱۹۰۶	۳/۰
	خدمات بستری	۱۱۴۵۱۷۵۴	۹۵۰۳۸۱	۳/۰
	آزمایش‌ها و اقدامات تشخیصی	۱۱۴۰۵۶۲	۹۴۶۵۵	۰/۵
	دارو، لوازم و تجهیزات	۲۳۹۳۷۹۱۵	۱۹۸۶۶۰۸	۷/۰
	خدمات پرستاری (مراقبت و نگهداری از بیمار)	۱۳۳۳۴۶۳۷۱	۱۱۲۶۶۵۱۴	۳۹/۰
مستقیم غیر پزشکی	مسافرت و اقامت	۵۷۷۴۰۳	۴۷۹۱۹	۰/۵
غیر مستقیم	درآمدهای از دست رفته	۱۶۰۹۳۳۰۲۴	۱۳۳۵۵۸۳۲	۴۷/۰
جمع		۳۴۱۷۷۲۶۸۸	۲۸۶۳۶۷۱۵	۱۰۰

روان پزشکی و مغز و اعصاب بود. هزینه کل انجام شده برای ویزیت بیماران توسط پزشکان عمومی و متخصص حدود ۲۱۹۱۳۷۴۰۰ ریال برآورد گردید. بدین ترتیب، میانگین هزینه ویزیت محاسبه شده برای هر بیمار مبتلا به آژایمر توسط پزشک متخصص در کل طول دوره درمان، ۱۰۳۸۵۶۵۹ ریال به دست آمد.

ابزار مورد استفاده در پژوهش حاضر، فرم اطلاعاتی محقق ساخته‌ای بود که داده‌های مورد نیاز آن از طریق مصاحبه و همچنین، مراجعه به پرونده بیماران تکمیل شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

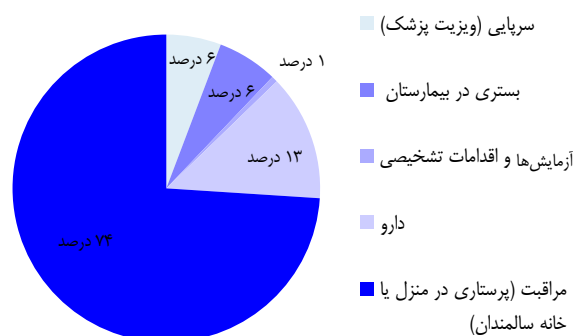
جدول ۲. مشخصات دموگرافیک بیماران مورد مطالعه

متغیر	نوع متغیر	تعداد (درصد)
جنسیت	مذکر	۱۱۳ (۵۳/۵)
	مؤنث	۹۸ (۴۶/۵)
وضعیت تأهل	مجرد	۳۱ (۱۶/۶)
	متأهل	۱۲۹ (۶۵/۹)
	مطلقه	۴۷ (۱۷/۵)
سطح تحصیلات	بی‌سواد	۱۳ (۶/۲)
	ابتدایی	۴۱ (۱۹/۴)
	راهنمایی	۵۶ (۲۴/۲)
	دیپلمات	۸۱ (۳۳/۶)
	دانشگاهی	۳۲ (۱۶/۶)
وضعیت شغلی	شاغل	۱۸ (۸/۵)
	بازنشسته	۱۰۲ (۲۵/۶)
	خانه‌دار	۶۳ (۲۵/۱)
	بیکار	۸۶ (۴۰/۸)
محل سکونت	شهر	۱۷۷ (۸۳/۹)
	روستا	۳۴ (۱۶/۱)
وضعیت مراقبت از بیمار	خانه سالمندان	۷۶ (۳۶/۰)
	پرستار (مراقب در منزل)	۵۲ (۲۴/۶)
	خانواده	۷۲ (۳۴/۱)
	خود فرد	۱۱ (۵/۲)

همچنین، هزینه کل انجام شده برای ویزیت بیماران توسط پزشک معالج و مشاور در طول دوره درمان در بیمارستان حدود ۲۴۱۶۳۲۰۰ ریال محاسبه شد.

یافته‌ها

پس از مطالعه پرونده بیماران، ۲۴۴ پرونده اطلاعات ثبت شده کاملی داشت. نرخ پاسخگویی در مصاحبه‌های تلفنی ۸۶ درصد بود که در نهایت، داده‌های مربوط به ۲۱۱ بیمار به تفکیک هزینه‌های مستقیم پزشکی، هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی و هزینه‌های غیر مستقیم استخراج گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱ و شکل ۱). ۴۶/۵ درصد بیماران زن بودند و میانگین سنی آن‌ها $71/0 \pm 3/3$ سال بود. اطلاعات مربوط به مشخصات دموگرافیک بیماران در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۱. میزان هزینه‌های مستقیم پزشکی مربوط به درمان بیماری آژایمر

هزینه‌های مستقیم پزشکی: در بین بیماران مورد بررسی، همه بیماران حداقل ۱ مورد ویزیت توسط پزشک عمومی یا متخصص را در بازه زمانی یک ساله داشتند. بیشتر مراجعات به پزشک عمومی، متخصصان

جدول ۳. هزینه‌های مراقبت و نگهداری بیمار در مطالعه حاضر

ارایه دهنده مراقبت	کل هزینه صرف شده برای مراقبت از بیماران	هزینه متوسط صرف شده برای مراقبت از بیمار (به ازای هر بیمار)
خانه سالمندان	۱۴۱۳۶۰۰۰۰۰	۱۸۶۰۰۰۰۰۰
پرستار (مراقب در منزل)	۵۶۱۵۱۶۰۰۰	۱۰۶۰۸۰۰۰
خانواده	۷۰۱۷۱۱۴۰۰۰	۹۷۴۵۹۹۲۰
جمع	۲۶۶۶۹۲۷۴۲۴۰	۱۳۳۳۴۶۳۷۱

بودند، حداقل دستمزد سالانه وزارت کار در سال ۱۳۹۵ (۹۲۰۴۵۹۹۷ ریال) در نظر گرفته شد. بر این اساس، هزینه بهره‌وری از دست رفته ناشی از بیماری آلزایمر در سال ۱۳۹۵ به ازای هر بیمار، ۱۶۰۹۳۳۰۲۴ ریال برآورد گردید. بنابراین، می‌توان بیان نمود که بیماری آلزایمر در سال ۱۳۹۵ به میزان ۲۸۶۳۶۷۱۵ میلیون ریال بار اقتصادی در تهران به همراه داشته است.

بحث

تغییر در ساختار جمعیت و افزایش سالمندان، تأثیر عمیقی بر جامعه، خدمات بهداشتی- درمانی مورد نیاز و هزینه خدمات می‌گذارد (۹). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که هزینه‌های درمانی گروه سنی بالای ۶۵ سال، بیش از پنج برابر کل هزینه‌های درمانی گروه سنی کمتر از ۶۵ سال می‌باشد. یکی از بیماری‌های این دوره از زندگی، آلزایمر است که یکی از مهم‌ترین دلایل وابستگی عملکردی، مراقبت‌های ویژه و مرگ و میر در افراد مسن به شمار می‌رود و هزینه‌های زیادی را به صورت مستقیم و غیر مستقیم جهت درمان و مراقبت از مبتلایان به این عارضه بر سیستم سلامت و جامعه تحمیل می‌کند (۱).

در مطالعه حاضر، متوسط هزینه صرف شده برای داروی کل بیماران ۴۹۰۶۸۰۰۰۰ ریال و به ازای هر بیمار ۲۳۹۳۷۹۱۵ ریال محاسبه گردید که با احتساب نرخ دلار در سال ۱۳۹۵ (۳۵۰۰۰ ریال)، ۶۸۳/۹ دلار بود. پژوهش‌های مختلفی در زمینه هزینه دارو درمانی بیماری آلزایمر در کشورهای مختلف بر حسب دلار، پوند و یورو انجام شده که در ادامه آمده است. در تحقیق Stewart در کشور انگلستان، اختلافی بین هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم درمان دارویی بیماری آلزایمر مشاهده نگردید (۱۰). Feldman و همکاران با انجام مطالعه‌ای در کشور کانادا، به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های مستقیم درمان دارویی ۲۱ دلار و پرداخت‌های غیر رسمی ۲۶۵ دلار بوده است (۱۱). Wimo و همکاران در پژوهش خود در کشور آمریکا، هزینه‌های مستقیم دارو درمانی را ۱۰۹۰ دلار در ماه (معادل ۱۳۰۸۰ دلار در سال) و کل زمانی که فرد نیاز به یک مراقب دارد را ۵۱/۵ ساعت در ماه برآورد کردند (۱۲). هزینه‌های مستقیم دارو درمانی برای بیماران مبتلا به آلزایمر در تحقیقات Hill و همکاران ۳۸۹۱ دلار (۱۳)، Getsios و همکاران ۲۵۳۳ دلار (۱۴)، Garfield و همکاران ۵۵۹۴ یورو (۱۵)، Ward و همکاران ۱۳۸۰ پوند (۱۶)، Migliaccio-Walle و همکاران حدود ۳ هزار دلار (۱۷)، Jones و همکاران ۱۹۶۳ پوند (۱۸) و Francois و همکاران ۱۶۸۷ یورو (۱۹) گزارش گردید که اختلاف هزینه‌ای دارو درمانی در بررسی حاضر و سایر مطالعات را می‌توان به اختلاف در تعرفه خدمات درمانی در کشورهای مختلف و کشور ایران نسبت داد که باعث شده است هزینه سالانه دارو درمانی بیماری آلزایمر در کشور ما کمتر از سایر کشورها

بدین ترتیب، میانگین هزینه ویزیت محاسبه شده برای هر بیمار در کل طول دوره درمان در بیمارستان ۱۱۴۵۱۷۵۴ ریال بود. بیماران مبتلا به آلزایمر در طی دوره بیماری متحمل هزینه‌هایی برای انجام آزمایش‌ها و امور تشخیصی مانند سی‌تی اسکن، رادیولوژی، نوارنگاری مغزی و... می‌شوند. بنابراین، کل هزینه صرف شده برای انجام آزمایش‌ها و اقدامات تشخیصی حدود ۲۴۰۶۵۸۵۰۰ ریال به دست آمد و سهم هر بیمار به طور متوسط ۱۱۴۰۵۶۲ ریال بود.

در تخمین هزینه‌های صرف شده برای داروی بیماران مبتلا به آلزایمر، هزینه‌های داروها و لوازم و تجهیزات خریداری شده توسط بیمار که به صورت روتین و دوره‌ای مصرف می‌گردد، با پرسش از همراهان یا خانواده بیمار مورد محاسبه قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که هزینه کل صرف شده برای دارو و لوازم و تجهیزات بیماران ۴۹۰۶۸۰۰۰۰ ریال و سهم هر بیمار از این هزینه‌ها به طور متوسط ۲۳۲۵۴۹۷۶ ریال بود.

هزینه‌های مراقبت و نگهداری بیمار: بیماران مبتلا به آلزایمر با توجه به شرایط بیماری و عدم توانایی در انجام کارهای روزمره، به نگهداری دائم نیاز دارند. مراقبت و نگهداری از بیماران توسط اعضای خانواده و یا پرستار در خانه صورت می‌گیرد یا این که در خانه سالمندان از آن‌ها نگهداری می‌شود. تعداد بسیار کمی از بیماران که در مراحل اولیه بیماری هستند، نیاز به مراقبت خاصی ندارند. برای آن دسته از بیماران که توسط اعضای خانواده نگهداری می‌شوند، از حداقل دستمزد وزارت کار در سال ۱۳۹۵ (۹۲۰۴۵۹۹۷ ریال) استفاده شد. هزینه سایر موارد با پرسش از خانواده بیمار استخراج گردید. هزینه متوسط به ازای هر بیمار، ۳۷۱۳۴۶۱۳۳ ریال محاسبه گردید (جدول ۳).

هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی: از آنجایی که محاسبه هزینه مسافرت با ماشین شخصی و همچنین، هزینه غذا و مکمل‌های غذایی که به توصیه پزشک در جهت تقویت بیمار مصرف می‌شود، مقدور نبود، این هزینه‌ها از مطالعه حذف گردید و تنها هزینه‌های مسافرت‌هایی که پرداخت از جیب داشتند، برای بیماران منظور شد. با این حساب، هزینه مستقیم غیر پزشکی کل محاسبه شده برای بیماران مورد بررسی در طی دریافت خدمات پزشکی، ۱۲۱۹۲۰۰۰۰ ریال به دست آمد. بدین ترتیب، متوسط هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی به ازای هر بیمار ۵۷۷۴۰۳ ریال بود.

هزینه‌های غیر مستقیم: با توجه به این که اغلب بیماران مبتلا به آلزایمر بازنشسته و بیکار بودند یا شغل خاصی نداشتند، یک سال تمام غیبت از کار برای آن‌ها در نظر گرفته شد. میزان دستمزد برای همراهان بیمار که شاغل بودند و همچنین، بیماران بازنشسته بر اساس داده‌های پرسش‌نامه تعیین گردید. برای بیماران بیکار و یا زنان خانه‌دار و یا همراهان بیمار که بیکار یا خانه‌دار

باشد و اختلاف دیگر در این مورد را می‌توان به اختلاف زمانی سایر پژوهش‌ها با بررسی حاضر ارتباط داد.

از کل هزینه‌های مستقیم درمان و مراقبت از بیماران مبتلا به آلزایمر در تحقیق حاضر، ۷۴ درصد به پرستاری و مراقبت در منزل، ۱۳ درصد به هزینه‌های دارو، ۶ درصد به هزینه ویزیت پزشک (مراقبت سرپایی)، ۶ درصد به هزینه بستری در بیمارستان و ۱ درصد به آزمایش‌ها و اقدامات تشخیصی اختصاص داشت. بر اساس گزارش انجمن آلزایمر نیوزیلند، در زمینه هزینه‌های سیستم سلامت برای این بیماری، ۲/۶۲ درصد از کل هزینه‌ها صرف مراقبت‌های سرپایی و بستری بیمارستانی، ۰/۰۵ درصد صرف ویزیت پزشکان عمومی، ۰/۰۲ درصد صرف دارو و آزمایش‌های پاتولوژی و ۸۱/۱۲ درصد صرف مراقبت از بیماران می‌شود (۲۰). در مطالعه حاضر، هزینه بهره‌وری از دست رفته ۳/۶۴ درصد، پرداخت‌های غیر رسمی ۱/۰۴ درصد و زیان رفاه از دست رفته ۳/۴۲ درصد برآورد گردید که با نتایج پژوهش Rice و همکاران در کالیفرنیا (۲۱) همسو بود. آن‌ها گزارش کردند که بیش از ۷۵ درصد از هزینه‌های مراقبت رسمی در جامعه صرف مراقبت‌های اجتماعی همچون مراقبت روزانه، مراقبت‌های ضروری، تهیه غذا برای بیماران و مراقبت‌های خانگی می‌شود و ۱۳ درصد به مراقبت‌های بیمارستانی، ۸ درصد به موارد پزشکی و ویزیت پزشکان، ۲ درصد به هزینه‌های دارویی و ۲ درصد به سایر مراقبت‌ها اختصاص داشت (۲۱).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، از کل بار اقتصادی بیماری آلزایمر در شهر تهران، ۵۲/۵ درصد آن مربوط به هزینه‌های مستقیم پزشکی مانند هزینه سرپایی (۳/۰ درصد)، هزینه بستری (۳/۰ درصد)، آزمایش‌ها و اقدامات تشخیصی (۰/۵ درصد)، دارو، لوازم و تجهیزات (۷/۰ درصد) و خدمات پرستاری و مراقبت از بیمار (۳۹/۰ درصد) بود. ۰/۵ درصد به هزینه‌های مستقیم غیر پزشکی و ۴۷/۰ درصد به هزینه‌های غیر مستقیم (بهره‌وری از دست رفته) اختصاص داشت. نتایج مطالعه Gaskin و همکاران نشان داد که از کل هزینه‌های درمان بیماری آلزایمر، ۷/۷ درصد به مراقبت‌های پزشکی، ۱/۸ درصد به مراقبت روزانه بزرگسالان، ۲۰/۴ درصد به مراقبت‌های مربوط به پرستاری در خانه، ۰/۶ درصد به تسهیلات رفاهی، ۸/۶ درصد به رفاه از دست رفته و ۶۰/۹ درصد به ارزش فعالیت‌های شخصی که از بیمار مراقبت می‌کند، مربوط می‌باشد (۲۲) که با نتایج بررسی حاضر در بیشتر ابعاد مطابقت داشت.

در پژوهش حاضر، هزینه کل بیماران مبتلا به آلزایمر در زمان بستری در بیمارستان، ۲۴۱۶۳۲۰۰۰ ریال و متوسط هزینه بیماران در زمان بستری در بیمارستان به ازای هر بیمار ۱۱۴۵۱۷۵۴ ریال به دست آمد که با احتساب نرخ دلار در سال ۱۳۹۵ (۳۵۰۰۰ ریال) به ترتیب معادل ۶۹۰۳۷ و ۳۲۷ دلار بود. همچنین، هزینه کل سرپایی بیماران مبتلا به آلزایمر در سال ۱۳۹۵ که به طور عمده مربوط به ویزیت پزشکان بوده است، به ازای هر بیمار ۱۰۳۸۵۶۵۹ ریال برآورد گردید که معادل حدود ۲۹۷ دلار در سال ۱۳۹۵ می‌باشد و برای کل بیماران ۶۲۶۱۰ دلار به دست آمد. هزینه مراقبت بستری بیماری آلزایمر در کشور کره، ۲۹ بیلیون دلار و هزینه مراقبت سرپایی ۱۰/۳۵ بیلیون دلار گزارش شد. هزینه مراقبت پرستاری و کل هزینه‌های مستقیم سالانه درمان و مدیریت این بیماران مانند هزینه‌های پرستاری نیز به ترتیب حدود ۳۵/۸ و ۷۵/۰ بیلیون دلار به دست آمد (۲۳). در تحقیق Kirson و همکاران، میانگین کل هزینه‌های مراقبت سلامت برای بیماران مبتلا به آلزایمر قبل و بعد از همسان‌سازی

محاسبه شد و این میانگین هزینه به تفکیک برای بیمارانی که توسط پزشک متخصص و غیر متخصص معاینه شده بودند، ارایه گردید. بدین ترتیب، میانگین هزینه برای بیماران مبتلا به آلزایمر که توسط پزشک متخصص معاینه شده بودند، قبل و بعد از همسان‌سازی به ترتیب ۱۵۰۵۸ و ۱۲۴۹۷ دلار و برای بیمارانی که توسط پزشک عمومی معاینه شده بودند، قبل و بعد از همسان‌سازی به ترتیب ۱۳۳۳۹ و ۱۲۵۰۳ دلار برآورد گردید (۲۴) که تناقض در نتایج بررسی حاضر و سایر مطالعات را می‌توان به اختلاف در تعرفه‌های خدمات سلامت و اختلاف زمانی گوناگون نسبت داد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر و مقایسه آن با نتایج سایر تحقیقات، چنین می‌توان استدلال نمود که بیماری آلزایمر جزء بیماری‌های مزمن دوره سالمندی می‌باشد و هزینه‌های زیادی را بر نظام سلامت و جامعه تحمیل می‌نماید که بخش بزرگی از این هزینه‌ها مربوط به مراقبت‌های پرستاری در منزل و دارو درمانی بلندمدت می‌باشد. با توجه به این که جمعیت کشور ایران رو به سالمندی است و میزان بروز آلزایمر در این دوره سنی افزایش می‌یابد، انتظار می‌رود که در سال‌های آینده بر میزان بروز و شیوع این بیماری در کشور ما افزوده شود و جمعیت سالمند به مراقبت و درمان نیاز داشته باشند. از جمله روش‌هایی که به کمک آن می‌توان بار اقتصادی این بیماری بر جامعه و نظام سلامت را کاهش داد، تدوین برنامه‌های پیشگیری از بیماری، ارایه مراقبت‌های اثربخش از سوی نظام سلامت و حمایت دولت از خانواده‌ها به خصوص خانواده‌های کم‌درآمد و در معرض خطر در جهت کاهش بار اقتصادی این بیماری می‌باشد. علاوه بر فراهم کردن خدمات و مراقبت‌ها و اقدام در جهت پیشگیری از این بیماری، باید کنترل این عوامل خطر به شیوه‌های جامع و ادغام یافته متمرکز گردد. مداخله در سطح خانواده و جامعه جهت پیشگیری ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس، توانمندسازی بیمار، خانواده و جامعه یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به فقدان پایگاه داده معتبر و آمار دقیق شیوع بیماران اشاره نمود که ممکن است تا حدی بر دقت نتایج تأثیرگذار باشد. همچنین، در این پژوهش فرض شد که همه بیماران در بخش دولتی درمان شده‌اند که در عمل این چنین نیست. علاوه بر این، به علت به یاد نیاردن جزئیات هزینه‌ها توسط بعضی از بیماران، امکان محاسبه هزینه‌ها به شکل کامل وجود نداشت. بنابراین، سعی شد که حداقل هزینه‌هایی وارد محاسبه شود که به اطمینان ۱۰۰ درصد اتفاق افتاده باشد. می‌توان گفت که هزینه‌های حساب شده کم تخمین زده شده (Under estimate) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بیماری آلزایمر، شایع‌ترین علت زوال عقل در میان سالمندان محسوب می‌شود که منجر به بروز اختلال در کارکردهای اجتماعی و حرفه‌ای می‌گردد. همان‌گونه که نتایج تحقیق حاضر نشان داد، بخش اعظم هزینه‌های بیماری آلزایمر مربوط به مراقبت و نگهداری بیماران و هزینه‌های غیر مستقیم بیماری است. با توجه به ساختار و تحولات جمعیتی کشور و حرکت به سمت سالخوردگی و انفجار جمعیت سالمند در دهه‌های آینده، این بیماری هزینه‌های زیادی بر جامعه به صورت عام و نظام سلامت به صورت خاص تحمیل خواهد کرد. بنابراین، استفاده از تجارب موفق کشورها، اصلاح سبک زندگی، اجرای طرح‌های غربالگری، اصلاح نظام سلامت و گسترش زیرساخت‌های بهداشتی-درمانی متناسب با نیازهای

سالمندان، کمک شایانی به کنترل و کاهش هزینه‌ها می‌نماید.

مصوب مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت وابسته به معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی ایران می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از کلیه کسانی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۲۸۶۴۰-۱۶۳-۰۲-۹۵.

References

1. Imani A, Dastgiri S, Azizi Zeinalhajlu A. Population aging and burden of diseases (A Review). Depiction of Health 2015; 6(2): 54. [In Persian].
2. World Health Organization. 10 facts on ageing and the life course [Online]. [cited 2011]; Available from: URL: http://www.who.int/features/factfiles/ageing/ageing_facts/en
3. Poor Reza A, Khabiri Nemati R. Health economics and aging. Salmand Iran J Ageing 2007; 1(2): 80-7. [In Persian].
4. Agronin ME. Dementia: A Practical guide. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
5. Alzheimer's Disease International. World alzheimer report 2015: The global impact of dementia [Online]. [cited 2015]; Available from: URL: <https://www.alz.co.uk/research/world-report-2015>
6. Ziloochei MH, Pourreza A, Akbari F, Rahimi-Foroushani A. Study of the pattern of consumption of elderly hospital services in teaching hospitals of Kashan University of Medical Sciences. Hospital 2010; 10(1): 63-70. [In Persian].
7. Suehs BT, Davis CD, Alvir J, van Amerongen D, Pharmed NC, Joshi AV, et al. The clinical and economic burden of newly diagnosed Alzheimer's disease in a medicare advantage population. Am J Alzheimers Dis Other Dement 2013; 28(4): 384-92.
8. Zali H, Seyyedi S S, Rashidy Pour A, Rezaei Tavirani M. Epidemiology and etiology of Alzheimer's disease. Koomesh 2015; 16(2): 119-27.
9. Kirchengast S, Haslinger B. Gender differences in health-related quality of life among healthy aged and old-aged Austrians: cross-sectional analysis. Gend Med 2008; 5(3): 270-8.
10. Stewart A. Pharmacotherapy for people with Alzheimer's disease: A Markov-cycle evaluation of five years therapy using donepezil. Eur Neuropsychopharmacol 1998; 8(2): S271.
11. Feldman H, Gauthier S, Hecker J, Vellas B, Hux M, Xu Y, et al. Economic evaluation of donepezil in moderate to severe Alzheimer disease. Neurology 2004; 63(4): 644-50.
12. Wimo A, Jonsson L, Bond J, Prince M, Winblad B. The worldwide economic impact of dementia 2010. Alzheimers Dement 2013; 9(1): 1-11.
13. Hill JW, Futterman R, Mastey V, Fillit H. The effect of donepezil therapy on health costs in a Medicare managed care plan. Manag Care Interface 2002; 15(3): 63-70.
14. Getsios D, Caro JJ, Caro G, Ishak K. Assessment of health economics in Alzheimer's disease (AHEAD): Galantamine treatment in Canada. Neurology 2001; 57(6): 972-8.
15. Garfield FB, Getsios D, Caro JJ, Wimo A, Winblad B. Assessment of health economics in alzheimer's disease (AHEAD): Treatment with galantamine in Sweden. Pharmacoeconomics 2002; 20(9): 629-37.
16. Ward A, Caro JJ, Getsios D, Ishak K, O'Brien J, Bullock R. Assessment of health economics in Alzheimer's disease (AHEAD): Treatment with galantamine in the UK. Int J Geriatr Psychiatry 2003; 18(8): 740-7.
17. Migliaccio-Walle K, Getsios D, Caro JJ, Ishak KJ, O'Brien JA, Papadopoulos G. Economic evaluation of galantamine in the treatment of mild to moderate Alzheimer's disease in the United States. Clin Ther 2003; 25(6): 1806-25.
18. Jones RW, McCrone P, Guillaume C. Cost effectiveness of memantine in Alzheimer's disease: An analysis based on a probabilistic Markov model from a UK perspective. Drugs Aging 2004; 21(9): 607-20.
19. Francois C, Sintonen H, Sulkava R, Rive B. Cost effectiveness of memantine in moderately severe to severe Alzheimer's disease: A markov model in Finland. Clin Drug Investig 2004; 24(7): 373-84.
20. Dixon N. Dementia Economic Impact Report 2016 [Online]. [cited 2017]; Available from: URL: <http://www.alzheimers.org.nz/getmedia/79f7fd09-93fe-43b0-a837-771027bb23c0/Economic-Impacts-of-Dementia-2017.pdf>
21. Rice DP, Fox PJ, Max W, Webber PA, Lindeman DA, Hauck WW, et al. The economic burden of Alzheimer's disease care. Health Aff (Millwood) 1993; 12(2): 164-76.
22. Gaskin DJ, LaVeist TA, Richard P. The costs of Alzheimer's and other dementia for African Americans [Online]. [cited 2013]; Available from: URL: https://www.usagainstalzheimers.org/sites/default/files/USA2_AAN_CostsReport.pdf
23. Chang SM, Lee JY, Jeon HJ, Kim JY, Cho MJ. P3-435: Economic burden of Alzheimer's disease in Korea. Alzheimers Dement 2008; 4(4): T649.
24. Kirson NY, Desai U, Ristovska L, Cummings AK, Birnbaum HG, Ye W, et al. Assessing the economic burden of Alzheimer's disease patients first diagnosed by specialists. BMC Geriatr 2016; 16: 138.

The Economic Burden of Alzheimer's Disease in the Elderly in Tehran City, Iran

Farbod Ebadi Fard Azar¹, Aziz Rezapour², Saeed Bagheri-Faradobeh³,
Hosein Bagher-Faradonbeh⁴, Seyed Hossein Abdolmanafi⁵, Reza Jahangiri³

Original Article

Abstract

Background: Alzheimer's disease is the most common form of dementia causing a disruption to memory and thinking, and for its treatment, many costs are imposed on the health system and society. The purpose of this study was to estimate the economic burden of Alzheimer's disease in the elderly in Tehran City, Iran.

Methods: In this cross-sectional study, we used the prevalence-based approach, bottom-up method, and social perspective to estimate the direct and indirect costs of Alzheimer in Tehran City during the years in 2016-2017. The research sample (211 patints) was selected from the Alzheimer's Association of Iran. The required information was completed through interviews with family members of the patients, and their medical files.

Findings: The yearly economic burden of Alzheimer's disease was 810,391,868 United States dollar (US\$). Most of the cost (52.5%) related to direct medical costs [such as outpatient expenses (3.0%), hospitalization costs (3.0%), tests and diagnostic measures (0.5%), drugs, supplies, and equipment (7%), and nursing and patient care services (39.5%)], 0.5% related to non-medical direct costs, and 47.0% to indirect costs.

Conclusion: Alzheimer's disease is one of the most important causes of functional dependence and special care in the elderly, with many direct and indirect costs for the treatment and care of people with this condition imposed on the health system and society. To reduce the economic burden of disease on society and health systems, we recommend that disease prevention programs should be developed, and effective care should be provided in health system be the top priority, and government support should increase for poor families.

Keywords: Economic burden of disease, Alzheimer disease, Elderly, Iran

Citation Ebadi Fard Azar F, Rezapour A, Bagheri-Faradobeh S, Bagher-Faradonbeh H, Abdolmanafi SH, Jahangiri R. **The Economic Burden of Alzheimer's Disease in the Elderly in Tehran City, Iran.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 340-6.

1- Professor, Health Management and Economics Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Health Management and Economics Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- PhD Candidate, Health Management and Economics Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Health Management and Economics Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- PhD Candidate, School of Economic Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Corresponding Author: Reza Jahangiri, Email: reza.jahan67@mail.com

تعیین مؤثرترین شاخص‌های راهبری لجن فعال و بررسی عملکرد فرایند در شرایط بارگذاری نامتعارف با استفاده از حل عددی ترکیبی مدل شبیه‌ساز معیار شماره ۱

حامد حسنلو^۱، علی ترابی^۲، ناصر مهربادی^۳، امیررضا کوثری^۴، بهنوش امین‌زاده^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از کنترل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری، اتخاذ الگوریتمی است که در آن فرایند در شرایط عملیاتی مطلوبی کار کند و بدین منظور، به مدل ریاضی فرایند نیاز است. در مطالعه حاضر، پس از بیان مراحل ایجاد مدل شبیه‌ساز معیار شماره ۱ (BSM1 یا Benchmark Simulation Model No. 1) به صورت گام به گام، روش‌های عددی مناسب برای حل مدل شبیه‌سازی ارایه و مؤثرترین شاخص فرایند جهت ارایه راهبردهای کنترلی مشخص شد و در نهایت، رفتار فرایند در برابر شرایط آب و هوایی متفاوت مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها: مقادیر اولیه درون رآکتورها و لایه‌های زلال‌ساز با حل معادلات حالت هر یک از رآکتورها محاسبه گردید. با استفاده از روش حل عددی ترکیبی Euler و Runge Kutta، مدل شبیه‌ساز BSM1 در نرم‌افزار MATLAB ایجاد شد و با اعمال شرایط آب و هوایی مختلف، رفتار فرایندی تصفیه‌خانه مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: به کارگیری بیش از یک نوع روش حل عددی برای حل مدل شبیه‌سازی، به طور چشمگیری از حجم محاسبات اضافی و زمان می‌کاهد که این امر در کنترل‌کننده‌های پیش‌بین بسیار حایز اهمیت است. با اعمال راهبردهای کنترلی مختلف، به طور قطع نمی‌توان کیفیت تمام شاخص‌های فرایند را به یک میزان بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری: شاخص‌های نیتروژن‌دار فرایند و به خصوص غلظت نیتروژن آمونیاکی، مؤثرترین شاخص راهبری فرایند لجن فعال محسوب می‌شود. این فرایند در برابر شرایط نامتعارف، حدود تخلیه استاندارد 5-day Biological Oxygen Demand (BOD₅)، Chemical Oxygen Demand (COD) و Total suspended solids (TSS) را با اختلاف معنی‌دار از حد تعیین شده رعایت می‌کند و تنها در شاخص نیتروژن تخطی وجود داشت. از مدل مفروض که برای نخستین بار در کشور ایجاد شده است، می‌توان برای مقاصد مختلف در زمینه‌های شناخت و راهبری فرایند بهره برد.

واژه‌های کلیدی: مدل شبیه‌ساز، فاضلاب، اغتشاش، راهبری، فرایند تصفیه

ارجاع: حسنلو حامد، ترابی علی، مهربادی ناصر، کوثری امیررضا، امین‌زاده بهنوش. تعیین مؤثرترین شاخص‌های راهبری لجن فعال و بررسی عملکرد فرایند در شرایط بارگذاری نامتعارف با استفاده از حل عددی ترکیبی مدل شبیه‌ساز معیار شماره ۱. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۲۴۷-۲۵۵

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۴/۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱/۱۸

اولین منبع تخصصی در ارتباط با ایجاد مدل شبیه‌ساز معیار Benchmark Simulation Model (BSM) مربوط به گزارش فنی Henze و همکاران با عنوان مدل‌های لجن فعال (Activated sludge models یا ASM)، ASM1، ASM2، ASM2d و ASM3 بود (۳). معادلات این مدل‌های ریاضی تنها برای یک رآکتور تصفیه زیستی لجن فعال بیان شده‌اند. با توجه به ضرورت حضور تانک ته‌نشین‌کننده پس از فرایند لجن فعال، Takacs و همکاران به توضیح نحوه مدل‌سازی آن پرداختند. در پژوهش آن‌ها معادلات مربوط به یک زلال‌ساز ۱۰ لایه که تنها در راستای عمودی دارای پخش ذرات بود، معرفی گردید (۴). گزارش فنی «مدل شبیه‌ساز معیار شماره ۱» که توسط Alex و همکاران منتشر شد، منبع اصلی و تخصصی مورد استفاده جهت ایجاد مدل BSM1 است (۲). پیش از این مرجع، گزارش‌های شماره ۶۳۴ و ۶۲۸ کارگروه Co-operation in the field of Scientific and Technical research

مقدمه

هدف فرایند تصفیه لجن فعال، دستیابی به پایین‌ترین مقدار غلظت مجاز آلاینده‌های قابل تجزیه زیستی و مواد مغذی در جریان خروجی، با صرف کمترین هزینه ممکن و حداقل مقدار لجن مازاد تولیدی است (۱). جهت رسیدن به این هدف، فرایند مذکور باید به دقت کنترل شود. از نقطه نظر عملی، امتحان و ارزیابی تمامی راهبردهای ارایه شده در مراجع علمی و تعیین میزان کارایی آن‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و حتی مقیاس واقعی، امری منطقی محسوب نمی‌شود. همان‌گونه که انتظار می‌رود تأثیر یک راهبرد کنترلی بر روی فرایند با بارگذاری‌های نامتعارف مختلف متفاوت باشد؛ شوکی که برای آزمایش فرایند استفاده می‌شود نیز حایز اهمیت خواهد بود (۲). شبیه‌سازی، یک ابزار مقرون به صرفه را جهت ارزیابی در اختیار کاربران قرار می‌دهد، اما باید در نظر داشت که با توجه به جایگشت‌های متعدد شبیه‌سازی، نیاز به روش استاندارد جهت فراهم آمدن امکان مقایسه خواهد بود.

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- استاد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- دانشیار، گروه مهندسی هوا فضا، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: علی ترابی

Email: atorabi@ut.ac.ir

همچنین، مدل سرعت ته‌نشینی نمای دو بعدی که توسط Takacs و همکاران ارایه شده است، در زلال‌ساز ثانویه استفاده می‌شود (۴). حجم راکتورهای شماره ۱ و ۲ فرایند زیستی برابر با ۱۰۰۰ مترمکعب و راکتورهای ۳ تا ۵ برابر با ۱۳۳۳ مترمکعب و در نهایت، حجم زلال‌ساز ۶۰۰۰ مترمکعب می‌باشد. دبی جریان بازگردش داخلی، دبی جریان بازگردش خارجی، دبی جریان لجن مازاد دفعی و دبی جریان ورودی به راکتورها به ترتیب ۵۵۳۳۸، ۱۸۴۴۶، ۳۸۵ و ۱۸۴۴۶ مترمکعب در روز تعیین گردید. حداکثر ضریب انتقال اکسیژن در راکتورهای ۳ تا ۵، مقدار ۱۰ بر ساعت و سطح اکسیژن اشباع محلول در راکتورهای هوایی نیز مقدار ۸ گرم اکسیژن بر مترمکعب را دارد.

جریان ورودی: سه فایل آب و هوایی خشک، بارانی و طوفانی برای نمایش سه وضعیت اغتشاشی بر اساس اطلاعات عملکردی وضعیت واقعی تهیه شدند که از آدرس IWA قابل دسترسی می‌باشد (۹). در حالت وضعیت بارانی، دو بارش طولانی مدت در نظر گرفته شده است؛ اگرچه دبی جریان به سطح دبی جریان در حالت وضعیت طوفانی نمی‌رسد، اما طول مدت زمانی که دبی این شرایط باقی می‌ماند بیشتر از شرایط آب و هوایی طوفانی است و بر خلاف آنچه در وضعیت طوفانی اتفاق می‌افتد، بار Chemical Oxygen Demand (COD) تصفیه‌خانه افزایش نمی‌یابد. در وضعیت طوفانی دو بارش با شدت زیاد و مدت زمان کم اتفاق می‌افتد. در طول مدت بارش دوم فرض بر این است که تمامی مواد تجمع یافته درون شبکه در زمان بارش اول تخلیه گردیده است و تنها افزایش متوسط در سطح COD وجود دارد.

شرایط اولیه: مدل فرایند لجن فعال شامل ۱۳ متغیر مستقل برای هر کدام از راکتورها می‌باشد. این مقادیر اولیه به منظور به کارگیری در روش انتگرال‌گیری عددی را می‌توان از حل حالت پایستار معادلات مربوط به آن برای هر یک از راکتورهای اختلاط کامل منفرد محاسبه نمود. سینتیک تمامی فرایندها به صورت مرتبه اول در نظر گرفته می‌شود که با این خطی‌سازی، معادلات موازنه جرم برای تمامی متغیرهای حالت درون راکتور هوادهی اختلاط کامل به صورت ماتریس شکل ۲ قابل نمایش خواهد بود. به علت این که در این شیوه، تعریف شرایط اولیه شبیه‌سازی غلظت اکسیژن درون راکتور اختلاط کامل هوادهی ثابت فرض گردید، میزان K_{La} مربوط به دستگاه هوادهی به عنوان متغیر مستقل و مجهول هشتم بردار متغیرهای حالت استفاده شده است (۳).

با حل معکوس ماتریس مفروض برای ۱۳ متغیر هر کدام از راکتورهای لجن فعال، مقادیر اولیه غلظت‌ها درون هر راکتور به دست می‌آید. در جدول ۱ مقادیر اولیه درون راکتورهای ۱ تا ۵ حاصل از حل معکوس ماتریس در حالت حلقه باز ارایه شده است. شاخص‌های محلول با نماد S و شاخص‌های جامد با نماد X مشخص شده‌اند. مقادیر اولیه متغیرهای حالت درون لایه‌های مختلف زلال‌ساز نیز برابر با ستون آخر جدول مذکور که مربوط به راکتور پنجم است، در نظر گرفته می‌شود.

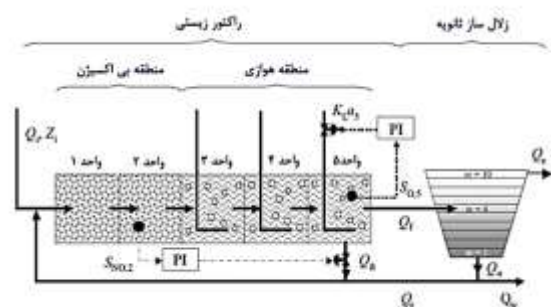
نماد D_h نرخ رقیق‌سازی نامیده می‌شود که معادل معکوس زمان ماند است. این نرخ به دو صورت «نرخ رقیق‌سازی هیدرولیکی که مختص اجزای محلول است (D_h) و دیگری نرخ رقیق‌سازی ذرات که به اجزای جامد اختصاص دارد (D_x)، به صورت روابط ۱ و ۲ تعریف می‌شود.

$$D_h = Q \cdot V^{-1} \quad \text{رابطه ۱}$$

(COST) جهت ایجاد مدل فرایند استفاده می‌شد (۵). به دلیل برخی ابهامات در روند ایجاد مدل مفروض، پس از گزارش کارگروه International Water Association (IWA)، مطالعات متعددی توسط افراد مختلف انجام گرفت که به عنوان نمونه می‌توان به تحقیقات Urena و همکاران با هدف بررسی رابط گرافیکی شبیه‌ساز مبتنی بر نرم‌افزار MATLAB برای کنترل تصفیه‌خانه فاضلاب (۶) و An و Hao با هدف مطالعه بر روی مدل‌سازی و شبیه‌سازی BSM1 با نرم‌افزار MATLAB (۷) اشاره کرد. آخرین گزارش علمی-فنی کارگروه IWA با عنوان «راهبردهای کنترلی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب» علاوه بر مبانی علمی، خروجی‌های مدل‌های BSM در محیط تعدادی از نرم‌افزارها و زبان‌های برنامه‌نویسی ارایه گردید و مورد مقایسه قرار گرفت (۸). با توجه به ضرورت و در راستای تسهیل روند ایجاد مدل، از آن جایی که در این زمینه تاکنون در داخل کشور مطالعه‌ای صورت نگرفته است، در پژوهش حاضر توضیحات کاملی در رابطه با این مدل معیار ارایه و بعد از بیان نکات و روش گام به گام ایجاد BSM1، نحوه تأثیر کنترلر Proportional Integral Controller (PI) بر روی شاخص‌های خروجی فرایند و کیفیت خروجی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. شاخص‌های مؤثر در راهبری فرایند تعیین و معرفی شد تا مسیر راهبردهای کنترلی در راستای آن‌ها باشد. دو مورد از مهم‌ترین ابهامات گزارش فنی IWA (شرایط اولیه درون راکتورها و لایه‌های مختلف زلال‌ساز و انتخاب حل‌کننده‌های مناسب روش‌های حل عددی در مراحل مختلف شبیه‌سازی) که در مراجع دیگر به آن‌ها پرداخته نشده است نیز پاسخ داده شد.

روش‌ها

مشخصات مدل BSM1 و اطلاعات مسأله: فرایند تصفیه مورد مطالعه متشکل از یک راکتور پنج قسمتی لجن فعال است که به صورت متوالی قرار گرفته‌اند. دو فرایند بی‌اکسیژن (واحد‌های اول و دوم) و هوایی (واحد‌های سوم تا پنجم) وظیفه تصفیه را به عهده دارند که مطابق با شکل ۱ با ضریب انتقال اکسیژن K_{La} تعریف می‌گردد (۸).



شکل ۱. نمای شماتیک Benchmark Simulation Model No. 1 (BSM1) (۸)

در ادامه مجموعه راکتورهای متوالی، یک زلال‌ساز ثانویه قرار گرفته است که در ۱۰ لایه مدل می‌گردد. مدلی که برای توصیف فرایند زیستی مورد استفاده قرار گرفته است، مدل ASM1 می‌باشد که توسط کارگروه IWA ارایه شد (۳).

بردار متغیرهای حالت												
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
S_I	S_S	X_I	X_S	X_{BH}	X_{BA}	X_P	$K_{I,a}$	S_{NO}	S_{NH}	S_{ND}	X_{ND}	S_{ALK}
بردار ورودی												
۱	$-D_h$	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	$v_{21}K_1-D_h$		$v_{27}K_7$									
۳		$-D_x$										
۴			$v_{47}K_7-D_x$	$v_{44}b_H$	$v_{45}b_A$							
۵				$v_{54}b_H-D_x$								
۶					$v_{65}b_A-D_x$				$v_{63}K_3$			
۷				$v_{74}b_H$	$v_{75}b_A$	$-D_x$						
۸	$V_{81}K_1$						$O_{2sat}-S_O$		$v_{83}K_3$			
۹								$-D_h$	$v_{93}K_3$			
۱۰	$V_{101}K_1$								$v_{103}K_3-D_h$	$v_{106}K_6$		
۱۱										$v_{116}-D_h$	$v_{118}K_8$	
۱۲				$v_{124}b_H$	$v_{125}b_A$						$v_{128}K_8-D_x$	
۱۳	$V_{131}K_1$								$v_{133}K_3$	$v_{136}K_6$		$-D_h$
ماتریس حالت												

شکل ۲. ماتریس دستگاه معادلات حالت پایستار یک رآکتور هوادهی اختلاط کامل

به عنوان نمونه، ردیف ۶ به صورت مقابل خواهد بود. $v_{65}b_A X_{BA} - D_x X_{BA} + v_{63}K_3 S_{NH} = -D_h X_{BA,1}$

متعددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی (Ordinary Differential Equations یا ODEs) که حالت‌های پیوسته سیستم‌های پویا را توصیف می‌کنند، فراهم شده است.

$$D_x = (SRT)^{-1}$$

رابطه ۲

انتخاب حل‌کننده‌های مناسب: روش‌های انتگرال‌گیری عددی

جدول ۱. مقادیر غلظت‌های اولیه درون رآکتورهای ۱ تا ۵ حاصل از حل معکوس ماتریس متغیرهای حالت به حالت حلقه باز

متغیر حالت	نماد	ورودی تصفیه‌خانه	رآکتور ۱	رآکتور ۲	رآکتور ۳	رآکتور ۴	رآکتور ۵
مواد آلی خنثی محلول	S_I	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰
سوبسترای قابل تجزیه سریع	S_S	۶۹/۵۰	۲/۸۱	۱/۴۶	۱/۱۵	۱/۰۰	۰/۸۹
مواد آلی خنثی جامد	X_I	۵۱/۲۰	۱۱۴۹/۱۳	۱۱۴۹/۱۳	۱۱۴۹/۱۳	۱۱۴۹/۱۳	۱۱۴۹/۱۳
سوبسترای قابل تجزیه کند	X_S	۲۰۲/۳۲	۸۲/۱۳	۷۶/۳۹	۶۴/۸۵	۵۵/۷۰	۴۹/۳۱
توده زیستی هتروتروفیک فعال	X_{BH}	۲۸/۱۷	۲۵۵۱/۸۰	۲۵۵۳/۳۹	۲۵۵۷/۱۳	۲۵۵۹/۱۸	۲۵۵۹/۳۴
توده زیستی اتوتروفیک فعال	X_{BA}	۰	۱۴۸/۳۹	۱۴۸/۳۱	۱۴۸/۹۴	۱۴۹/۵۳	۱۴۹/۸۰
مواد جامد حاصل از تجزیه توده زیستی	X_P	۰	۴۴۸/۸۵	۴۴۹/۵۳	۴۵۰/۵۲	۴۵۱/۳۱	۴۵۲/۲۱
اکسیژن	S_O	۰	۰	۰	۱/۷۲	۲/۴۳	۰/۴۹
نیتروژن به صورت نیتريت و نیترات	S_{NO}	۰	۵/۳۷	۳/۶۶	۶/۵۴	۹/۳۰	۱۰/۴۲
نیتروژن آمونیاکی	S_{NH}	۳۱/۵۶	۷/۹۲	۸/۳۴	۵/۵۵	۲/۹۷	۱/۷۳
نیتروژن آلی قابل تجزیه زیستی محلول	S_{ND}	۶/۹۵	۱/۲۲	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۶۹
نیتروژن آلی قابل تجزیه زیستی جامد	X_{ND}	۱۰/۵۹	۵/۲۸	۵/۰۳	۴/۳۹	۳/۸۸	۳/۵۳
قلیابیت	S_{ALK}	۷/۰۰	۴/۹۳	۵/۰۸	۴/۶۷	۴/۲۹	۴/۱۳
کل جامدات معلق	TSS	۲۱۱/۲۷	۳۲۸۵/۲۰	۳۲۸۲/۵۵	۳۲۷۷/۸۵	۳۲۷۳/۶۳	۳۲۶۹/۸۴

TSS: Total suspended solids

هزینه (Overall cost index یا OCI) از شاخص‌های دیگر مورد استفاده هستند. روابط ۳ تا ۱۵ مربوط به شاخص‌های معرفی شده است (۱۲).

$$OCI = AE + PE + 5.SP + 3.EC + ME \quad \text{رابطه ۳}$$

رابطه ۴

$$EQ = \frac{1}{T \times 1000} \int_{t=21 \text{ days}}^{t=28 \text{ days}} (B_{SS} \cdot TSS_e(t) + B_{COD} \cdot COD_e(t) + B_{BOD5} \cdot BOD5_e + B_{Nkj} \cdot TKN_e(t) + B_{NO} \cdot S_{NOe}(t)) Q_e(t) \cdot dt$$

رابطه ۵

$$PE = \frac{1}{T} \int_{t=21 \text{ days}}^{t=28 \text{ days}} (0.004 \cdot Q_a(t) + 0.008 \cdot Q_r(t) + 0.05 \cdot Q_w(t)) \cdot dt$$

$$AE = \frac{S_{Oat}}{T \cdot 1.8 \cdot 1000} \int_{t=21 \text{ days}}^{t=28 \text{ days}} \sum_{i=1}^5 V_i \cdot K_L a_i(t) \cdot dt \quad \text{رابطه ۶}$$

رابطه ۷

$$SP = \frac{1}{T} (TSS_a(14 \text{ days}) - TSS_a(7 \text{ days}) + TSS_s(14 \text{ days}) - TSS_s(7 \text{ days}) + \int_{7 \text{ days}}^{14 \text{ days}} TSS_w \cdot Q_w \cdot dt)$$

$$EC = \frac{COD_{EC}}{T \cdot 1000} \int_{7 \text{ days}}^{14 \text{ days}} (\sum_{i=1}^n q_{EC}) \cdot dt \quad \text{رابطه ۸}$$

رابطه ۹

$$ME = \frac{24}{T} \int_{7 \text{ days}}^{14 \text{ days}} \sum_{i=1}^5 [0.005 \cdot V_i \text{ if } K_L a_i(t) < 20d^{-1} \text{ otherwise } 0]$$

$$TSS_e = 0.75(X_{S,e} + X_{BH,e} + X_{BA,e} + X_{P,e} + X_{I,e}) \quad \text{رابطه ۱۰}$$

رابطه ۱۱

$$COD_e = S_{S,e} + S_{I,e} + X_{S,e} + X_{I,e} + X_{BH,e} + X_{BA,e} + X_{P,e}$$

رابطه ۱۲

$$BOD5_e = 0.25(S_{S,e} + X_{S,e} + (1-f_p) \cdot (X_{BH,e} + X_{BA,e}))$$

رابطه ۱۳

$$TKN_e = S_{NH,e} + S_{ND,e} + X_{ND,e} + i_{XB} (X_{BH,e} + X_{BA,e}) + i_{XP} (X_{P,e} + X_{I,e})$$

$$N_{tot,e} = TKN_e + S_{NO,e} \quad \text{رابطه ۱۴}$$

$$TSS_t = TSS_a + TSS_s \quad \text{رابطه ۱۵}$$

فاکتورهای وزنی B_{SS} , B_{COD} , B_{BOD5} , B_{TKN} و B_{NO} نیز به ترتیب دارای مقادیر ۲، ۱، ۰.۲ و ۱۰ می‌باشد.

مراحل شبیه‌سازی: در سیستم مورد نظر، حالت پایا از کارکرد فرایند با تعریف شرایط اولیه و شاخص‌های ورودی‌های ثابت در مدت زمانی نزدیک به ۱۵ برابر سن لجن درون فرایند که حدود ۱۵۰ روز است، حاصل خواهد شد (۱۳). بنابراین، مدل BSM1 ایجاد شده برای این مدت زمان اجرا گردید و پس از کنترل خروجی‌ها با خروجی‌های دستورالعمل مربوط به آن و صحت عملکرد الگوریتم نوشته شده، از آن به عنوان شرایط اولیه شبیه‌سازی حالت پویا استفاده گردید. توضیحات مراحل انجام کامل شبیه‌سازی در شکل ۳ ارائه شده است. لازم به ذکر است که در حالت حلقه باز، متغیرهای کنترلی پیش‌فرض حالت حلقه بسته باید روی مقادیر ثابت به شرح $Qa = 55338$ مترمکعب در روز و $K_L a(5) = 3/5$ یک بر ساعت تنظیم شود.

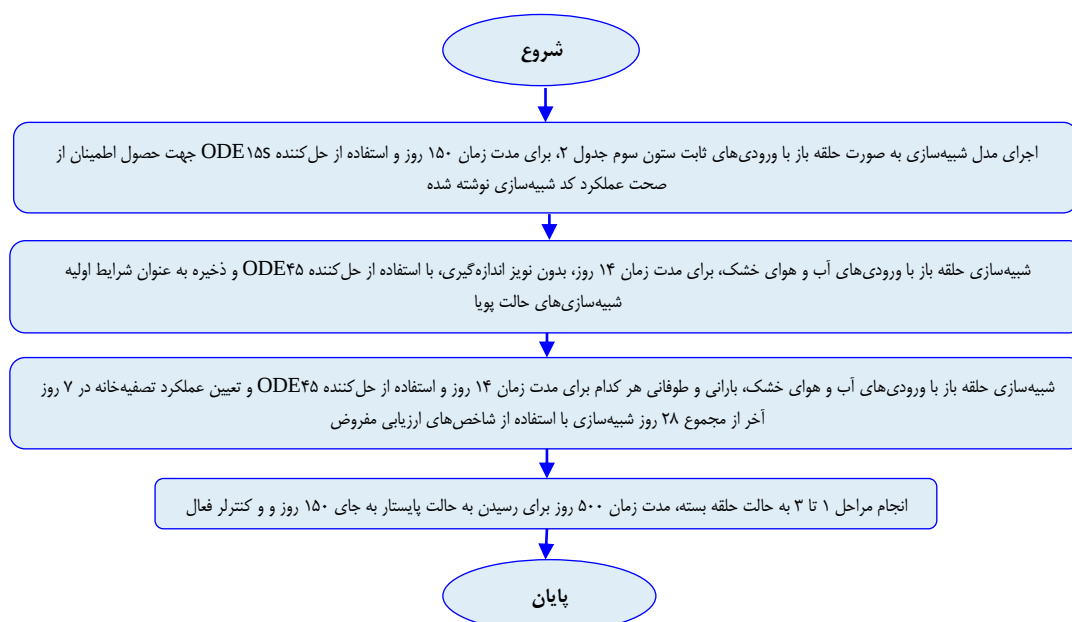
حل‌کننده‌های گسسته نیز تنها شبیه‌سازی سیستم‌ها با مدل گسسته در گام زمانی بعدی را محاسبه می‌نماید. حل‌کننده ODE45 یا Dormand-Prince از جمله حل‌کننده‌های با گام متغیر است که حالت مدل در گام زمانی بعدی را با استفاده از روش صریح Runge Kutta (۴، ۵) برای انتگرال‌گیری عددی محاسبه می‌کند؛ در حالی که ODE15s یا Numerical differentiation Stiff/formulas (stiff/NDF) حالت مدل در گام زمانی بعدی را با استفاده از فرمول‌های دیفرانسیل عددی مرتبه متغیر NDFs محاسبه می‌کند. ODE15s یک حل‌کننده چند مرحله‌ای می‌باشد. بنابراین، نیازمند حل‌های چندین گام زمانی قبلی برای محاسبه حالت فعلی است. با توضیحات ارائه شده، هنگام شبیه‌سازی مدل به حالت حلقه باز یا حلقه بسته با ورودی‌های ثابت، باید از حل‌کننده ODE15s و در حالت حلقه بسته و یا استفاده از ورودی‌های دینامیک آب و هوایی و یا نویز فعال باید از حل‌کننده ODE45 استفاده گردد. با این روش می‌توان از قابلیت‌های هر کدام از حل‌کننده‌ها بسته به موقعیت به طور هم‌زمان بهره برد (۱۰).

راهبردهای کنترلی و مشخصات تجهیزات کنترلی مورد

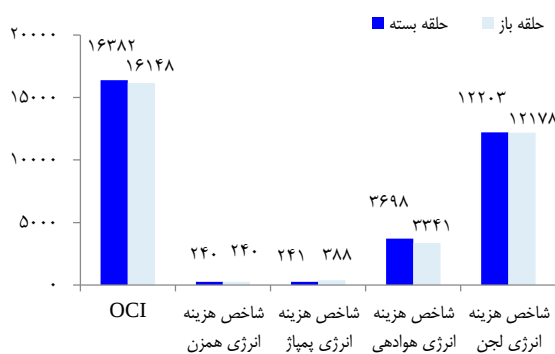
استفاده: دو راهبرد کنترلی در BSM1 ارائه شده است. هدف در راهبرد کنترلی اول، تنظیم میزان اکسیژن محلول درون راکتور پنجم هوازی لجن فعال روی مقدار ۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که با استفاده از متغیر کنترل‌کننده ضریب انتقال اکسیژن انجام می‌شود. راهبرد کنترلی دوم، تنظیم مقدار غلظت نیترات درون راکتور دوم بی‌اکسیژن لجن فعال روی مقدار ۱ میلی‌گرم در لیتر با استفاده از متغیر کنترل‌کننده خط لجن برگشت داخلی (Q_a) از راکتور پنجم به ابتدای خط است (۱۱). جهت ساده‌سازی، رفتار کلیه متغیرهای تصمیم به صورت مطلوب در نظر گرفته می‌شود و کنترل‌کننده پیشنهاد شده، مدل معیار از نوع PI است. کلاس حسگر نیترات درون راکتور دوم از نوع B_0 ، دامنه اندازه‌گیری صفر تا ۲۰ گرم نیتروژن بر مترمکعب، T_{10} و T_{90} دارای مقادیر صفر و ۱۰ دقیقه، T_i و T_t به ترتیب ۰.۰۲۵ و ۰.۰۱۵ و پارامتر K نیز مقدار ۱۰۰۰۰ گرم نیتروژن بر مترمکعب در روز می‌باشد. همچنین، کلاس حسگر اکسیژن درون راکتور پنجم از نوع A_0 ، دامنه اندازه‌گیری صفر تا ۱۰ گرم COD بر مترمکعب، T_{10} و T_{90} دارای مقادیر صفر و ۱ دقیقه، T_i و T_t به ترتیب ۰.۰۰۲ و ۰.۰۰۱ و پارامتر K نیز مقدار ۲۵ گرم COD بر مترمکعب بر لیتر در روز است.

شاخص ارزیابی: شاخص‌های عملکردی، مجموعه ارزیابی‌هایی است که

به منظور تعیین میزان کارآمدی راهبرد کنترلی اعمالی به سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص کیفیت جریان خروجی (Effluent Quality یا EQ) در قالب یک جزء مستقل، میزان آلاینده‌هایی که در جریان تصفیه شده خروجی وجود دارد و به منبع پذیرنده وارد می‌شود را بیان می‌کند. واحد آن کیلوگرم ماده آلاینده در روز است که با استفاده از روش انتگرال‌گیری مثلثی در طول هفت روز آخر شبیه‌سازی (روز ۲۱ تا ۲۸ که معادل روز ۷ تا ۱۴ هر کدام از فایل‌های ورودی است) محاسبه می‌گردد. شاخص مصرف انرژی پمپاژ (Pumping energy یا PE) و انرژی هوادهی (Aeration energy یا AE) نیز میزان انرژی مصرفی سیستم را بر حسب کیلووات ساعت در روز محاسبه می‌نماید. شاخص تولید لجن (Sludge production یا SP) برای میزان لجن مازاد تولیدی و شاخص برآیند



شکل ۳. الگوریتم مراحل انجام شبیه‌سازی مدل معیار ۱ (BSM1)



شکل ۴. مقایسه شاخص‌های هزینه بهره‌برداری محاسبه شده در حالت‌های حلقه باز و بسته سناریوی ۱

OCI: Overall cost index

بر اساس شکل ۵، غلظت نیترژن آمونیاکی در ۹۵ درصد مواقع از مقدار ۸/۹ گرم نیترژن در مترمکعب در حالت بدون کنترلر به مقدار ۷/۴ گرم نیترژن در مترمکعب در حالت فعال بودن سیستم کنترل کاهش یافت. این امر در غلظت‌های پایین نیز مشهود بود. به عنوان مثال، در حالت عادی راهبری، در کمتر از ۵ درصد مواقع، غلظت نیترژن آمونیاکی خروجی ۱ و کمتر بود؛ در حالی که این درصد با اعمال سیستم کنترلی به بیش از ۳۰ درصد ارتقا یافت که بسیار حایز اهمیت می‌باشد.

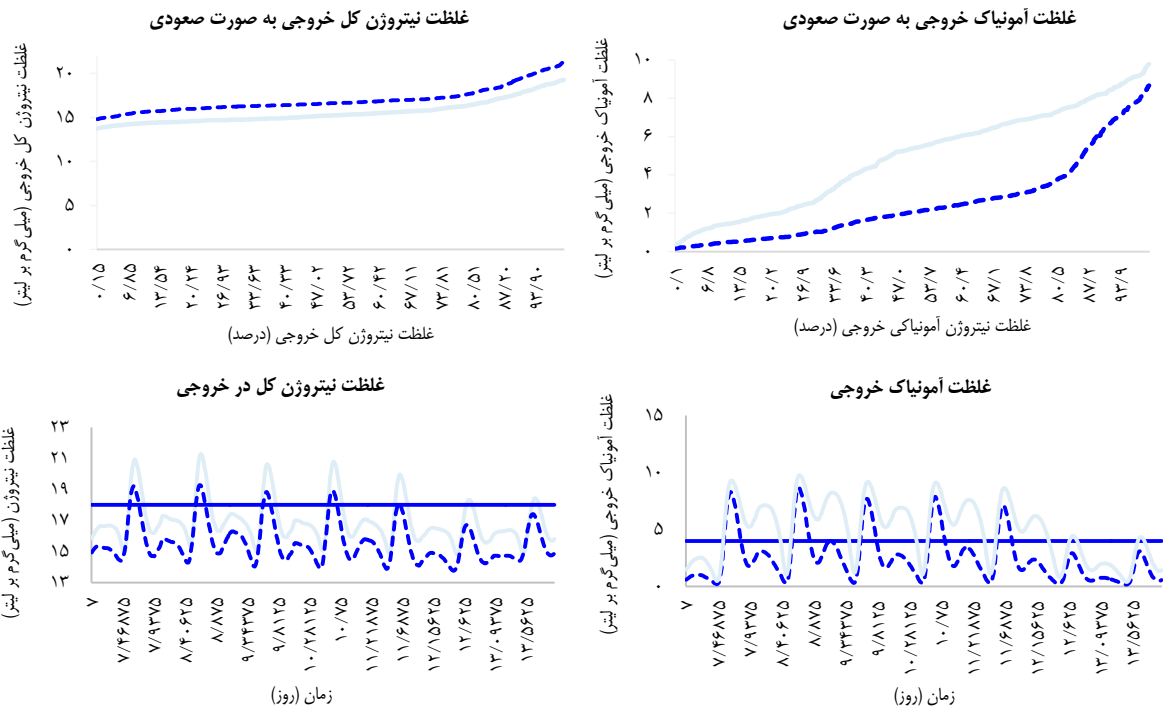
سناریوی ۲: آب و هوای طوفانی: مراحل شبیه‌سازی مشابه سناریوی قبل انجام شد و شکل ۶ حاصل گردید. مانند حالت قبل، این مرتبه نیز دو شاخص به صورت عکس یکدیگر عمل می‌کنند. با این تفاوت که اختلاف بین حالت کنترلر فعال و عدم حضور آن روی پارامتر کل نیترژن خروجی، اختلاف کمتری را از خود نشان داد.

اجرای حالت حلقه باز به جهت ایجاد شناخت پاسخ گذرا یا دینامیک سیستم و حالت حلقه بسته نیز به منظور بررسی میزان کارایی و نحوه مقابله راهبرد کنترلی پیش فرض سیستم در برابر بارگذاری نامتعارف انجام می‌گیرد.

یافته‌ها

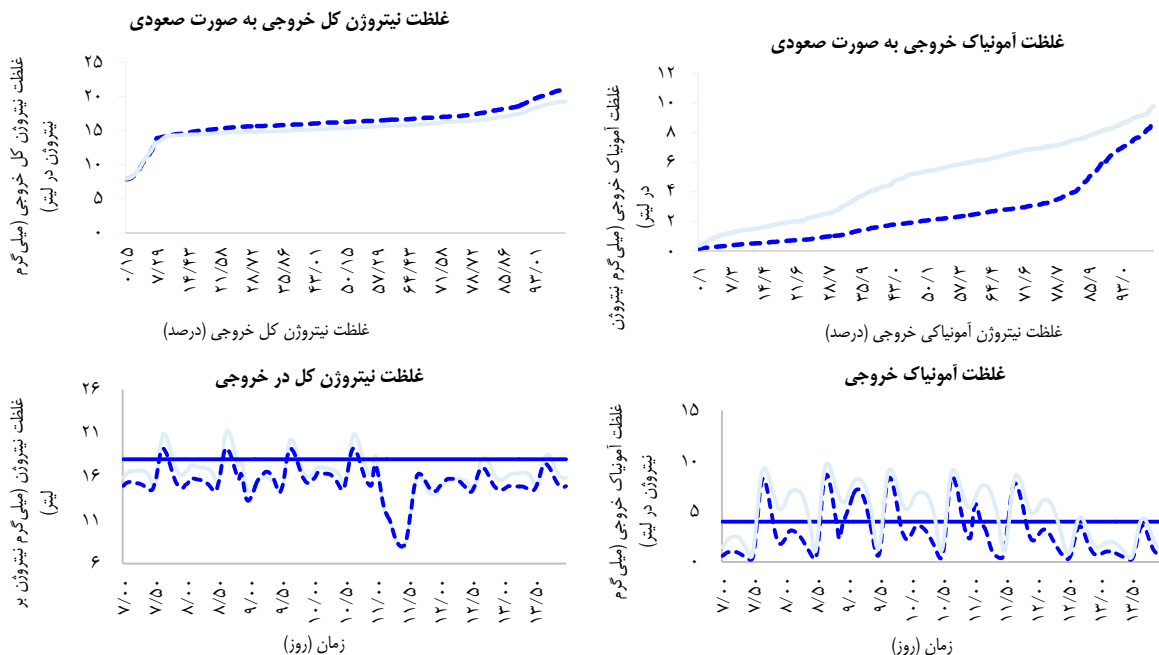
به جهت اهمیت و امکان بررسی رعایت استاندارد خروجی مقرر، در ابتدا متغیرهایی که به عنوان استاندارد خروجی تعیین شده‌اند و شامل COD (5-day Biological Oxygen Demand)، TN (Total nitrogen) و TSS (Total suspended solids) هستند، برای بررسی روند تغییرات انتخاب شدند. پس از استخراج اولین خروجی‌ها، مشاهده گردید که متغیرهای COD ، BOD_5 و TSS در هر دو حالت استفاده از کنترلر و بدون حضور آن ضمن رعایت استاندارد، خروجی‌های مشابهی و با اندک تفاوت ارایه می‌کنند. بنابراین، مشخص شد که کنترلر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر دو شاخص TN و NH_4 می‌گذارد. در ادامه مطالعه، روند تغییرات بر روی این دو شاخص متمرکز گردید. خط ممتد در نمودارها مربوط به حالت بدون حضور کنترلر و خط چین مربوط به حالت حضور کنترلر فعال است.

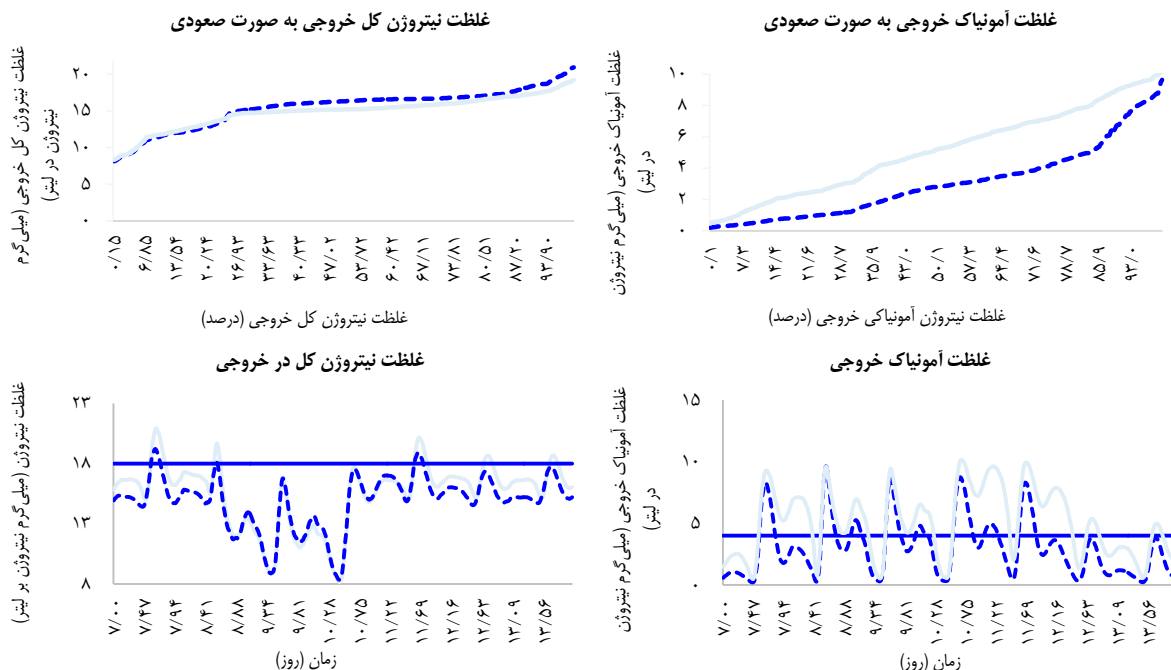
سناریوی ۱: آب و هوای خشک: پس از انجام دقیق مراحل فلوجارت ارایه شده در شکل ۳ که روند انجام ایجاد مدل را به طور واضح بیان می‌کند و محاسبه شاخص‌های مدل مفروض از فرمول‌های مربوط، مشاهده می‌گردد که بیشترین هزینه مرتبط با راهبری فرایند تصفیه‌خانه مربوط به تولید لجن است (شکل ۴). بنابراین، در انتخاب راهبرد کنترلی باید به این مورد توجه ویژه‌ای داشت. به جز شاخص هزینه پمپاژ، سایر شاخص‌ها افزایش نسبی داشتند. در برآیند شاخص‌های مفروض در OCI نیز افزایش نسبی حالت حلقه بسته به نسبت حالت حلقه مشاهده می‌گردد.



همچنین، نزدیکی و انطباق بیشتری بین دو نمودار مشاهده گردید. تعداد دفعاتی که جریان خروجی حد استاندارد را رد می‌کند، به نسبت حالت عدم حضور کنترلر دو مرتبه بیشتر است. در نقطه مقابل، تغییرات غلظت

نیترژن آمونیاکی قرار دارد که به تعداد ۵ مرتبه از دفعاتی که به دلیل عدم حضور کنترلر از حد مجاز تخطی صورت گرفته، کاسته شده است.





شکل ۷. خروجی‌های سناریوی آب و هوای بارانی (خط ممتد برای حالت بدون کنترل و خط چین با کنترل است)

در شاخص کلی دارد، باعث رعایت استاندارد خروجی و حفظ امنیت و سلامت منبع پذیرنده پساب تصفیه شده می‌شود. با توجه به شکل ۴، به کارگیری سیستم کنترلی اگرچه باعث بهبود و کاهش چشمگیر خروجی نیتروژن آمونیاکی گردید، اما در مورد کل نیتروژن خروجی تأثیر معکوسی داشت که البته در مقایسه با کاهش نیتروژن آمونیاکی، افزایش قابل توجهی مشاهده نشد.

به کارگیری سیستم کنترلی، تعداد دفعات تخطی از حد استاندارد را در مورد غلظت آمونیاک کاهش داد، اما به همین تعداد نیز منجر به افزایش عبور غلظت نیتروژن کل از حد مجاز استاندارد گردید. در شرایط آب و هوایی طوفانی، عملکرد فرایند در حذف آشفستگی سه شاخص COD، BOD₅ و TSS مطلوب بود و در تمام حالات، استاندارد خروجی رعایت شد و در برابر شوک‌های این سه شاخص مقاوم بود. بر اساس داده‌های شکل ۷، روند نزدیک شدن و انطباق نمودارهای نیتروژن کل در این حالت از دو سناریوی قبلی بیشتر است. بر خلاف حالت آب و هوای خشک، فاصله بین نقاط پیک کاهش یافت و علاوه بر این که کنترل باعث بهبود عملکرد غلظت آمونیوم محلول شد، عملکرد آن روی غلظت کل نیتروژن نیز در مقایسه با حالت قبلی بهتر بود و تنها حدود ۱/۶ درصد افزایش شاخص OCI مشاهده گردید. نکته قابل توجه، عملکرد کنترل روی دو شاخص نیتروژن آمونیاکی و کل نیتروژن در غلظت‌های کمتر از ۱۵ گرم نیتروژن در مترمکعب سناریوی آب و هوای بارانی بود. در ابتدا تصور می‌شد که شاید نتوان میزان این دو شاخص را به طور هم‌زمان با کنترل فعال کاهش داد، اما با مشاهده این رفتار کنترلی، می‌توان تمرکز مطالعات را به ارایه راهبردهایی که هم‌زمان میزان دو شاخص را کاهش دهد، معطوف نمود.

سناریوی ۳: آب و هوای بارانی: این سناریو جهت شبیه‌سازی یک

بارندگی طولانی مدت در هفته دوم تعریف شده است. همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، محتوای نیتروژن کل در حالت حلقه بسته بیشتر از حالت‌های قبلی به حالت حلقه باز نزدیک‌تر شده است و میزان تغییرات غلظت نیتروژن آمونیاکی از مقدار ۹/۵ به ۸ گرم نیتروژن در مترمکعب نیز قابل توجه می‌باشد. چهار پیک غلظت آمونیاکی به زیر حد استاندارد منتقل شد و تأثیر عکس بر روی محتوای کل نیتروژن هم انطباق بیشتری از خود نشان داد. در مورد محتوای نیتروژن کل بر خلاف دو سناریوی قبلی که نمودار کنترل فعال همواره بالاتر از حالت بدون کنترل بود، در ۲۵ درصد مواقع که مربوط به غلظت‌های پایین‌تر از ۱۵ گرم نیتروژن در مترمکعب است، جای دو نمودار عوض شده است و برای غلظت‌های بالاتر از ۱۵ گرم نیتروژن در مترمکعب، رفتاری مشابه با سناریوهای قبل مشاهده گردید.

بحث

تمام پژوهش‌ها در زمینه به کارگیری مجموعه مدل‌های BSM توسط متخصصان علم کنترل انجام شده است. از جمله تازه‌ترین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به مطالعه Santin و همکاران با هدف استفاده از کنترلر منطق فازی در کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای (۱۴) و پژوهش Qiao و همکاران با هدف استفاده از کنترل‌کننده شبکه عصبی فازی تطبیقی در راهبری چند هدفه تصفیه‌خانه‌ها (۱۵) اشاره کرد. حفظ فرایند در شرایط کاری معین و ثابت، به صرف انرژی و هزینه بیشتر نسبت به حالت بدون کنترل آن نیاز دارد. بنابراین، افزایش هزینه که در شرایط آب و هوایی خشک اختلافی در حدود ۱/۵ درصد

نتیجه‌گیری

تاکنون مطالعاتی در زمینه استفاده از قابلیت مجموعه مدل‌های شبیه‌ساز BSM در ارایه راهبردهای کنترلی، امور راهبردی تصفیه‌خانه‌ها و به کارگیری در امر شناخت فرایند تصفیه لجن فعال، در داخل کشور انجام نشده است. پژوهش حاضر از این جهت که جزییات ناگفته در امر ساخت مدل را پوشش داد و کلیه مراحل ایجاد مدل در آن به صورت گام به گام ارایه گردید، مرجع مناسبی برای انجام تحقیقات آینده خواهد بود. استفاده هم‌زمان از روش‌های حل عددی Euler و Runge Kutta با حل‌کننده‌های ODE45 و ODE15s در مراحل مختلف حل مدل، علاوه بر افزایش سرعت، به میزان قابل توجهی از حجم محاسبات اضافی می‌کاهد. پس از ایجاد مدل در نرم‌افزار MATLAB، تأثیر به کارگیری سیستم کنترل خودکار تحت تأثیر شرایط نامتعارف آب و هوایی در قالب سه سناریو مورد بررسی قرار گرفت که نقش بسزایی در شناخت رفتار فرایند دارد. با مشاهده نمودارهای خروجی سناریوهای مختلف، برآیند تأثیر حضور کنترلر در مقابله با شرایط نامتعارف حالت‌های بارانی و طوفانی از حالت

آب و هوای خشک ملموس‌تر بود و به کارگیری سیستم کنترل خودکار در کیفیت جریان تصفیه شده خروجی تأثیر انکارناپذیری داشت. از طرف دیگر، همواره نمی‌توان کیفیت تمامی عوامل دخیل در فرایند را به طور هم‌زمان و یا به یک میزان بهبود داد و باید با بررسی سناریوهای راهبردی مختلف و به کارگیری ابزار شبیه‌سازی، حالت بهینه را انتخاب نمود. با بررسی‌های صورت گرفته بر روی تمامی شاخص‌های دخیل در فرایند، مشخص گردید که تمرکز راهبردهای کنترلی پیشنهاد شده باید در راستای متغیرهای نیتروژن دار پساب به خصوص غلظت نیتروژن آمونیاکی باشد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری با شماره ۳۷۶۶۴/۸۴ مصوب دانشگاه تهران می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از زحمات سرکار خانم الهام بهرامیان و سرکار خانم سمیرا رنجبر که در راستای ارتقای کیفی مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

References

1. Pons MN, Spanjers H, Jeppsson U. Towards a benchmark for evaluating control strategies in wastewater treatment plants by simulation. *Comput Chem Eng* 1999; 23: S403-S406.
2. Alex J, Benedetti L, Copp J, Gernaey KV, Jeppsson U, Nopens I, et al. Benchmark Simulation Model no. 1 (BSM1) [Online]. [cited 2008]; Available from: URL: <https://www.iea.lth.se/publications/Reports/LTH-IEA-7229.pdf>
3. Henze M, Grady L Jr, Gujer W, Marais VR, Matsuo T. Activated sludge model No 1. 29 ed. London, UK: International Association on Water Pollution Research and Control (IAWPRC); 1987.
4. Takacs I, Patry GG, Nolasco D. A dynamic model of the clarification-thickening process. *Water Res* 1991; 25(10): 1263-71.
5. Copp JB. The COST Simulation benchmark: Description and simulator manual (A product of COST Action 624 & COST Action 682). Brussels, Belgium: European Cooperation in Science and Technology; 2002.
6. Urena F, Alfaro VM, Arrieta O, Vilanova R. MATLAB based graphical interface simulator for wastewater treatment plant control by using the benchmark BSM1. *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*; 2011 Apr. 4-6; Amman, Jordan.
7. An A, Hao X. Study on Modeling and Simulation of BSM1 with Matlab. In: Qian Z, Cao L, Su W, Wang T, Yang H, Editors. *Recent Advances in Computer Science and Information Engineering*. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media; 2012. p. 861-6.
8. Gernaey KV, Jeppsson U, Vanrolleghem PA, Copp JB. *Benchmarking of control strategies for wastewater treatment plants*. London, UK: IWA Publishing; 2014.
9. International Water Association. IWA task group on benchmarking of control strategies for WWTPs [Online]. [cited 2002]; Available from: URL: <http://apps.ensic.inpl-nancy.fr/benchmarkWWTP>
10. MathWorks. MATLAB for deep learning [Online]. [cited 2018]; Available from: URL: <https://www.mathworks.com>
11. Rieger L, Alex J, Gujer W, Siegrist H. Modelling of aeration systems at wastewater treatment plants. *Water Sci Technol* 2006; 53(4-5): 439-47.
12. Santin I, Pedret C, Vilanova R, Meneses M. Removing violations of the effluent pollution in a wastewater treatment process. *Chem Eng J* 2015; 279: 207-19.
13. Vanrolleghem PA, Jeppsson V, Carstensen J, Carlsso G. Integration of wastewater treatment plant design and operation-a systematic using cost functions. *War Sci Tech* 1996; 34(3-4): 159-71.
14. Santin I, Barbu M, Pedret C, Vilanova R. Fuzzy logic for plant-wide control of biological wastewater treatment process including greenhouse gas emissions. *ISA Trans* 2018; 77: 146-66.
15. Qiao JF, Hou Y, Zhang L, Han HG. Adaptive fuzzy neural network control of wastewater treatment process with multiobjective operation. *Neurocomputing* 2018; 275: 383-93.

Determination of the Most Effective Process Control Parameters of Activated Sludge, and Investigating the Process Performance in Unconventional Loading Using Hybrid Numerical Solution of Benchmark Simulation Model No. 1 (BSM1)

Hamed Hasanlou¹, Ali Torabian², Nasser Mehrdadi², Amir Reza Kosari³, Behnoush Aminzadeh⁴

Original Article

Abstract

Background: The main goal of controlling urban wastewater treatment plants is to adopt an algorithm in which the process works in optimal operating conditions. For this purpose, we need to use the process mathematical model. In this study, the steps of building the Benchmark Simulation Model No. 1 (BSM1) were presented step by step. Appropriate numerical methods were proposed for solving the simulation model, and the most effective parameter of the process was determined to provide control strategies. Finally, behavior of the process was examined against different weather conditions.

Methods: The initial values inside the reactors and the clarifier layers were calculated by solving the state equations of each reactor. Using the Euler and Range Kutta hybrid numerical approach, the BSM1 simulating model was created in MATLAB environment. By applying different weather conditions, the behavior of the treatment process was investigated.

Findings: Applying more than one numerical solution to solve the simulation model reduced significantly the amount of additional calculus and time, as a very important item in predictive controlling systems. Make use of different control strategies, necessarily do not improve the quality of all process parameters.

Conclusion: Nitrogen-containing parameters, especially ammonia nitrogen, are the most effective control parameters in activated sludge process. This process complies effluents standard limits of chemical oxygen demand (COD), 5-day biological oxygen demand (BOD5), and total suspended solids (TSS) with significant difference. Only in nitrogen parameter, we see some violations of the standard. The model that is created for the first time in the country can be used for different purposes in the fields of process recognition and operation.

Keywords: Simulation model, Waste water, Disturbance, Leadership, Treatment process

Citation: Hasanlou H, Torabian A, Mehrdadi N, Kosari AR, Aminzadeh B. **Determination of the Most Effective Process Control Parameters of Activated Sludge, and Investigating the Process Performance in Unconventional Loading Using Hybrid Numerical Solution of Benchmark Simulation Model No. 1 (BSM1).** J Health Syst Res 2018; 14(3): 347-55.

1- PhD Candidate, Department of Environmental Engineering, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Environmental Engineering, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Aerospace, School of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Ali Torabian, Email: atorabi@ut.ac.ir

بررسی نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های وسواسی - اجباری در دانشجویان دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۶

اکرم قربعلی^۱، محمدرضا شعیری^۲، محمد غلامی فشارکی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که در میان افراد مبتلا به اختلال وسواسی-جبری (Obsessive-compulsive disorder یا OCD)، پتانسیلی برای گسستگی وجود دارد. رویکرد مبتنی بر استنتاج نوعی مسیر پژوهشی را در این زمینه برانگیخته است. تحقیق حاضر با هدف تعیین نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD انجام شد.

روش‌ها: در این مطالعه مقطعی، ۲۱۲ نفر از دانشجویان دانشگاه شاهد شرکت نمودند. نمونه‌گیری به روش تصادفی خوشه‌ای انجام شد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات شامل پرسش‌نامه بازنگری شده وسواسی-جبری (OCI-R یا Obsessive Compulsive Inventory-Revised)، مقیاس تجارب تجزیه‌ای (Dissociative Experiences Scale-II یا DES-II) و نسخه بسط یافته پرسش‌نامه آشفتگی استنتاج (Inferential Confusion Questionnaire-Expanded Version یا ICQ-EV) بود. داده‌ها با استفاده از ضریب همبستگی Pearson، Regression سلسله مراتبی بر اساس روش Kenny و Baron و آزمون Sobel در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: رابطه مثبت و معنی‌داری بین تجارب تجزیه‌ای، نشانه‌های OCD و آشفتگی استنتاج وجود داشت ($P < 0/01$). نتایج تحلیل Regression نشان داد که آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD نقش واسطه‌ای را ایفا نمود ($\beta = 0/356$, $P < 0/001$).

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده حاکی از نقش آشفتگی استنتاج در تبیین رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD است. این نتیجه می‌تواند شواهدی را در جهت حمایت از سودمندی به کارگیری رویکرد مبتنی بر استنتاج در درمان آن دسته از افراد مبتلا به OCD که دارای تجارب تجزیه‌ای هستند، فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: اختلال وسواسی-جبری، اختلالات تجزیه‌ای، آشفتگی

ارجاع: قربعلی اکرم، شعیری محمدرضا، غلامی فشارکی محمد. بررسی نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های وسواسی-اجباری در دانشجویان دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۶. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۶۱-۳۵۶

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۱۷

مقدمه

تبیین ایجاد اختلال وسواسی-جبری (Obsessive-compulsive disorder یا OCD)، تلاش‌های نظری-پژوهشی متنوعی را به همراه داشته است. طی چند سال گذشته، یکی از مدل‌هایی که به این امر پرداخته، رویکرد مبتنی بر استنتاج (Inference-based approach یا IBA) بوده است (۱). IBA به ویژه در ارتباط با منشأ وسواس‌ها، نظریه تغییر و اهداف درمانی ویژگی‌هایی را مطرح می‌کند که در مدل‌های دیگر OCD مورد غفلت واقع شده است. طبق IBA، OCD نوعی اختلال تخیل با مشخصه «تردید مرضی» (Pathological doubt) می‌باشد (۲). فرد حالتی از امور را تصور می‌کند و آن را مانند واقعیت در نظر می‌گیرد و به جای مطالبات ادراک شده دنیای واقعی، طبق تخیل خود عمل می‌نماید. با وجود این، افراد مبتلا به OCD مشکلی در زمینه ادراک واقعیت ندارند و قادر به تشخیص چیزهای واقعی و غیر واقعی

هستند، اما ممکن است نسبت به آنچه که می‌بینند، اطمینان کمتری داشته باشند (۳). IBA ارزیابی‌ها را در تداوم وسواس‌ها مؤثر می‌داند، اما نقطه شروع افکار وسواسی را تردید اولیه می‌بیند و معتقد است که تردید وسواسی از طریق فرایندی استدلالی شکل می‌گیرد که در اصطلاح «آشفتگی استنتاج» (Inferential confusion یا IC) نامیده می‌شود (۲). دو مؤلفه فکری مجزا شامل استنتاج اولیه درباره تردید (به طور مثال شاید گاز روشن باشد) و استنتاج ثانویه به عنوان نتیجه آن (اگر گاز روشن باشد، خانه آتش خواهد گرفت و من همه چیزم را از دست خواهم داد و...) برای تردید شناسایی شده است. تردید اولیه جایی است که فرد دنیای ادراک را رها می‌کند و به داستان‌های وسواسی پناه می‌برد (۱). بنابراین، آشفتگی استنتاج از دو مؤلفه اصلی «سرمايه‌گذاری بر احتمالات بعید به جای واقعیت و بی‌اعتمادی به حواس و ادراک معمول» تشکیل شده است. این دو مؤلفه در کنار هم فرد مبتلا به OCD را بدون شواهد معتبر

۱- دکتری تخصصی، گروه روان‌شناسی بالینی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه روان‌شناسی بالینی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: محمدرضا شعیری

Email: shairigm@gmail.com

درباره تردید، هنگام استنتاج نسبت به آن دچار آشفتگی می‌کند. هنگام استنتاج، روایت درونی منجر به بی‌اعتمادی نسبت به حواس و سرمایه‌گذاری روی احتمالات بعید می‌شود (۴).

از طرف دیگر، پژوهشگران «تجزیه» (Dissociation) را به عنوان یکی از فرایندهای خیالی دخیل در نشانه‌های OCD مطرح کرده‌اند (۵). تجزیه شامل نوعی گسیختگی یا ناپوستگی در یکپارچگی طبیعی هوشیاری، حافظه، هویت، هیجان، ادراک و رفتار است (۶). با وجود این که شیوع طول عمر اختلال تجزیه‌ای در جمعیت عمومی بین ۱ تا ۲ درصد تخمین زده شده است (۶)، اما حدود نیمی از بزرگسالان در طول عمر خود حداقل یک تجربه تجزیه‌ای گذرا را تجربه کرده‌اند (۷). علاوه بر این، ۱۵/۸ درصد افراد مبتلا به OCD به عنوان افرادی که تجارب تجزیه‌ای بالایی دارند، طبقه‌بندی شده‌اند (۸).

به نظر می‌رسد که سه نوع ویژگی تجزیه‌ای مربوط به OCD وجود داشته باشد. نوع اول عبارت است از تجربه تجزیه در حین انجام یک آیین وسواسی که فرد نسبت به جهان اطرافش بی‌اعتنا می‌شود و ممکن است احساسی شبیه «زندگی در یک حباب» (Living as if in a bubble) را گزارش کند. نوع دوم، تجزیه هویت می‌باشد که فرد متقاعد می‌شود می‌تواند فردی باشد یا فردی شود که نیست یا هرگز نمی‌خواهد باشد. این افراد تحت تأثیر ترس‌های وسواسی خود بسیار سخت به این سمت هدایت می‌شوند که باور کنند هویت خود بیگانه آن‌ها یک احتمال واقعی است. سومین نوع تجزیه، گسستگی بین دانستن و عمل کردن است؛ یعنی با وجود این که فرد مبتلا به OCD اغلب بینش عقلانی کاملی به بیهودگی اجبارهای خود دارد، اما تمایل دارد آن‌ها را انجام دهد. این تجارب تجزیه‌ای در OCD سبب می‌شود فرد از واقعیت اینجا و اکنون فاصله بگیرد که می‌تواند از نظر فرارشناختی منجر به نوعی آشفتگی بین «هویت خود ناخواسته» (Unwanted self-identity) یا «ضرر احتمالی تخیلی بعید» (Remotely imaginary possible harm) و «یک احتمال واقعی» (Real possibility) شود. این آشفتگی در اصطلاح همان «آشفتگی استنتاج» نامیده می‌شود (۹). IBA نشان می‌دهد که اگرچه افراد مبتلا به OCD می‌توانند واقعیت را به طور دقیق درک کنند، اما نمی‌توانند آن را به طور مؤثری در فرایند استدلالی خود ادغام نمایند. این مسأله مشابه فقدان انسجامی است که در گسستگی به آن اشاره شده است (۱۰).

به تازگی مطالعاتی به بررسی نقش تجارب تجزیه‌ای در نشانه‌های OCD پرداخته‌اند (۱۵-۱۱، ۸)، اما یافته‌های به دست آمده همسو با هم نیستند. علاوه بر این، پژوهش‌ها حاکی از آن است که OCD به واسطه فرایندهای خیالی دخیل در آن پیچیده‌تر می‌گردد. برای مثال، شواهد اخیر نشان می‌دهد که تمایل به «جذب و غرق شدن در تخیل» (Absorption and imaginative immersion) به عنوان یکی از مؤلفه‌های تجزیه، عنصر اصلی در ایجاد علائم OCD می‌باشد، اما در حال حاضر شیوه دقیقی که «درگیری خیالی یا جذب» (Absorption or imaginative involvement) از طریق آن منجر به ایجاد نشانه‌های وسواس می‌شود، شناخته نشده است (۹).

ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که در میان افراد مبتلا به OCD، پتانسیلی برای گسستگی وجود دارد، اما درباره نقش آن توضیح زیادی داده نشده است. IBA نوعی مسیر تحقیقی را در این زمینه برانگیخته است (۱۶). با وجود شواهدی در جهت حمایت از رابطه میان آشفتگی استنتاج و نشانه‌های OCD، هنوز به درستی مشخص نشده است که چرا افراد مبتلا به OCD ممکن است

نسبت به تأثیر اطلاعات مبتنی بر امکان بیشتر حساس باشند و یا چرا برخی از افراد در نوعی حالات خیالی فرو می‌روند که «امکان وجود چیزی» بر «ادراک آن‌ها از آنچه هست» غلبه می‌یابد (۱۱). ممکن است «جذب تجزیه‌ای» (Dissociative absorption) به «غرق شدن در دنیای امکان» که OConnor و Aardema آن را به عنوان ویژگی آشفتگی استنتاج معرفی کرده‌اند (۹)، شبیه باشد یا در آن نقش ایفا کند (۱۷). با توجه به اطلاعات محدود درباره نقش تجارب تجزیه‌ای در OCD و مطرح شدن آشفتگی استنتاج به عنوان سنگ‌بنای طیف اختلالات مرتبط با OCD، پژوهش حاضر با هدف تعیین نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی و جامعه آماری آن متشکل از تمام دانشجویان مستقر در پردیس جامع دانشگاه شاهد در نیم‌سال نخست سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ بود. داده‌های مورد نیاز در فواصل ماه‌های آبان تا آذر سال ۱۳۹۶ جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها شامل ۲۱۲ دانشجوی مقطع کارشناسی دانشگاه شاهد بود که به شیوه نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای انتخاب شدند. بدین منظور، تمام دانشکده‌های دانشگاه شاهد که در مقطع کارشناسی دارای دانشجو بودند، انتخاب شد (علوم پایه، فنی و مهندسی، علوم انسانی و علوم پزشکی) و نمونه‌های مورد نظر از دانشجویان مقطع کارشناسی آن دانشکده‌ها انتخاب گردید. ابتدا نسبت دانشجویان مقطع کارشناسی هر دانشکده به حجم نمونه محاسبه شد و سپس با توجه به نسبت به دست آمده، از بین دانشجویان مقطع کارشناسی آن دانشکده‌ها کلاس‌هایی به صورت تصادفی انتخاب شد و همه دانشجویان این کلاس‌ها به عنوان نمونه تحقیق در نظر گرفته شدند. با توجه به نظر Tabachnick و Fidell مبنی بر این که حداقل حجم نمونه در Regression چندانکه از نوع سلسله مراتبی، عدد مبنای ۱۰۴ به علاوه ۸ برابر تعداد متغیرهای مستقل می‌باشد (۱۸)، به نمونه‌ای با حجم حداقل ۱۲۰ نفر نیاز بود که در پژوهش حاضر ۲۱۲ نفر مورد بررسی قرار گرفتند.

به منظور جمع‌آوری داده‌ها، از پرسش‌نامه بازنگری شده وسواسی-جبری (Obsessive Compulsive Inventory-Revised یا OCI-R)، مقیاس تجارب تجزیه‌ای (Dissociative Experiences Scale-II) یا DES-II و نسخه بسط یافته پرسش‌نامه آشفتگی استنتاج (Inferential Confusion Questionnaire-Expanded Version یا ICQ-EV) استفاده گردید که در ادامه به تفصیل معرفی شده است.

OCI-R این مقیاس ۱۸ آیتمی اولین بار توسط Foa و همکاران در سال ۲۰۰۲ برای ارزیابی OCD طراحی شد (۱۹). OCI-R فرم کوتاه پرسش‌نامه OCI می‌باشد. هر آیتم مقیاس مذکور بر اساس میزان ناراحتی یا نگرانی طی یک ماه گذشته در یک مقیاس پنج درجه‌ای از صفر تا چهار درجه‌بندی می‌گردد. مقیاس OCI-R شامل شش خرده مقیاس (شتشسو، وارسو، تردید، وسواس فکری، خنثی‌سازی ذهنی، نظم و ترتیب و احتکار) است که هر کدام به طور مساوی سه ماده دارد (۲۰). ضریب Cronbach's alpha برای این پرسش‌نامه در نمونه ایرانی ۰/۸۵ و پایایی بازآزمایی آن به فاصله دو هفته ۰/۷۵ گزارش شده است که از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (۲۱).

جدول ۱. میانگین و ماتریس ضرایب همبستگی Pearson متغیرهای مورد بررسی

متغیر	ضرایب همبستگی Pearson و سطح معنی داری آن‌ها			میانگین $\pm$ انحراف معیار
	تجارب تجزیه‌ای	P مقدار	آشفتگی استنتاج	P مقدار
نشانه‌های OCD	۰/۴۹۶	$< ۰/۰۱۰$	۰/۴۴۸	$< ۰/۰۱۰$
تجارب تجزیه‌ای	-	-	۰/۵۶۵	$< ۰/۰۱۰$
آشفتگی استنتاج	-	-	-	-

OCD: Obsessive-compulsive disorder

رابطه بین متغیر پیش‌بین و واسطه‌ای با متغیر ملاک مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها

۲۱۲ دانشجوی مقطع کارشناسی دانشگاه شاهد (۱۱۵ زن و ۹۷ مرد) با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۸ سال و میانگین سنی $۱۹/۶۹ \pm ۱/۸۱$ سال در پژوهش حاضر شرکت کردند. یافته‌های توصیفی مربوط به میانگین و ماتریس ضرایب همبستگی Pearson بین متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج تحلیل Regression نشان داد که رابطه معنی داری بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD وجود داشت ($\beta = ۰/۴۹۶, P < ۰/۰۰۱$). همچنین، همبستگی معنی داری بین تجارب تجزیه‌ای و آشفتگی استنتاج مشاهده گردید ($\beta = ۰/۵۶۵, P < ۰/۰۰۱$). پس از کنترل اثر تجارب تجزیه‌ای، بین آشفتگی استنتاج و نشانه‌های OCD رابطه معنی داری وجود داشت ($\beta = ۰/۲۴۷, P < ۰/۰۰۱$). پس از کنترل آشفتگی استنتاج، رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD با حفظ معنی داری از $۰/۴۹۶$ به $۰/۳۵۶$ کاهش یافت. نتایج آزمون Sobel نشان داد که این میزان تغییر معنی دار می‌باشد ($Z = ۳/۳۳, P < ۰/۰۰۱$) (جدول ۲). این یافته‌ها حاکی از نقش واسطه‌ای نسبی در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD بود.

بحث

هدف از انجام مطالعه حاضر، واریس نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD بود. نتایج از نقش واسطه‌ای نسبی سازه مورد مطالعه در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD حمایت کرد. توجه اندکی به نقش تجارب تجزیه‌ای در OCD شده است.

DES-II این مقیاس از ۲۸ آئتم درباره تجارب زندگی روزمره تشکیل شده است و شامل سه خرده مقیاس یاددودگی تجزیه‌ای، درگیری جذب/تخیل و مسخ شخصیت/مسخ واقعیت (Derealization/Depersonalization) یا (DEP/DER) می‌باشد. آزمودنی‌ها پاسخ‌های خود را در یک مقیاس ۱۱ درجه‌ای (از صفر تا ۱۰۰، با افزایش ۱۰ تایی) درجه‌بندی می‌کنند که بیانگر درصد موافقی است که این تجارب خاص برایشان رخ می‌دهد. میانگین پاسخ‌های آزمودنی به این ۲۸ سؤال به عنوان نمره کلی در نظر گرفته می‌شود (۲۲). ثبات درونی این مقیاس با استفاده از ضریب Cronbach's alpha بین $۰/۹۳$ تا $۰/۹۵$ گزارش شده است. اعتبار بازآزمایی مقیاس DES-II در مطالعات مختلف از $۰/۷۹$ تا $۰/۹۶$ ($P < ۰/۰۰۱$) گزارش شده است (۲۳).

ACQ-EV این مقیاس ۳۰ سؤالی توسط Aardema و همکاران طراحی شده است و هر سؤال بر اساس مقیاس لیکرت شش درجه‌ای از ۱ (بسیار مخالف) تا ۶ (بسیار موافق) درجه‌بندی می‌شود. در این پرسش‌نامه یک نمره کل محاسبه می‌گردد که در دامنه‌ای از ۳۰ تا ۱۸۰ قرار دارد و نمرات بالاتر بیانگر تمایل بیشتر افراد به تجربه آشفتگی استنتاج است (۲۴). ضریب Cronbach's alpha ابزار مذکور در نمونه‌های بالینی و غیر بالینی به ترتیب $۰/۹۷$ و $۰/۹۶$ و اعتبار بازآزمایی آن در فاصله ۱۲ هفته‌ای به طور متوسط $۰/۹۰$ ($P < ۰/۰۰۱$) گزارش شده است (۲۴).

ابتدا درباره اهداف پژوهش و نحوه تکمیل پرسش‌نامه‌ها توضیحاتی به شرکت‌کنندگان ارائه گردید و پرسش‌نامه‌ها توسط افرادی که تمایل به شرکت در پژوهش داشتند، تکمیل شد. از آزمون همبستگی Pearson و Regression چند متغیره سلسله مراتبی منطبق با روش Baron و Kenny (۲۵) و آزمون Sobel استفاده گردید. به منظور بررسی نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD، سه معادله Regression تشکیل داده شد. در نخستین معادله Regression، رابطه متغیر پیش‌بین و متغیر ملاک؛ در دومین معادله رابطه بین متغیر پیش‌بین و واسطه‌ای و در سومین معادله نیز

جدول ۲. نتایج تحلیل Regression چند متغیره برای آزمون نقش واسطه‌ای آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های

(OCD) Obsessive-compulsive disorder

مدل Regression	متغیر ملاک	متغیر پیش‌بین	Total R ^۲	آماره F	B	خطای استاندارد	β	P مقدار	آزمون Sobel
۱	نشانه‌های OCD	تجارب تجزیه‌ای	۰/۲۴۶	۶۸/۴۹۰	۰/۳۷۳	۰/۰۴۵	۰/۴۹۶	$< ۰/۰۰۱$	۳/۳۳
۲	آشفتگی استنتاج	تجارب تجزیه‌ای	۰/۳۲۰	۹۸/۷۲۱	۰/۹۸۸	۰/۰۹۹	۰/۵۶۵	$< ۰/۰۰۱$	
۳	نشانه‌های OCD	تجارب تجزیه‌ای	۰/۲۸۷	۴۲/۱۴۱	۰/۲۶۸	۰/۰۵۳	۰/۳۵۶	$< ۰/۰۰۱$	
		آشفتگی استنتاج			۰/۱۰۶	۰/۰۳۰	۰/۲۴۷	$< ۰/۰۰۱$	

OCD: Obsessive-compulsive disorder

و Aardem آن را به عنوان ویژگی آشفتگی استنتاج معرفی کردند (۹)، شبیه باشد یا در آن نقش ایفا نماید (۱۷). آن‌ها معتقد هستند که آشفتگی استنتاج در افراد مبتلا به OCD می‌تواند حاصل آستانه پایین «جذب خیالی» باشد.

پژوهش حاضر شواهدی را در راستای مشخص کردن نقش تجارب تجزیه‌ای در OCD فراهم آورد. از جمله کاربردهای عملی این مطالعه می‌توان به معرفی IBA در درمان آن دسته از افراد مبتلا به OCD که دارای تجارب تجزیه‌ای هستند، اشاره کرد. به عنوان مثال، IBA می‌تواند اولین گام درمانی برای کاهش اضطراب و علائم DEP/DER باشد که به نوبه خود اجرای تکنیک‌های مبتنی بر مواجهه و منع پاسخ را در اقدامات بعدی تسهیل می‌کند. وجود هم‌زمان تجارب DEP/DER با وسواس، عاطفه بیشتری را به همراه دارد و سبب بازداري آزمون واقعیت، تنظیم هیجانی و خوگیری طی درمان مبتنی بر مواجهه می‌شود. بنابراین، IBA می‌تواند این موانع را برای رسیدن به موفقیت درمانی هدف قرار دهد (۲۸).

تحقیق حاضر محدودیت‌هایی را به همراه داشت. از جمله این که طرح پژوهشی آن از نوع مقطعی بود. در نتیجه، ضرایب همبستگی و Regression به دست آمده از مطالعه را نباید به عنوان شواهدی دال بر رابطه علی و معلولی بین متغیرهای مورد بررسی تلقی کرد. استفاده از نمونه دانشجویی غیر بالینی از دیگر محدودیت‌های پژوهش بود. از این‌رو، استفاده از نمونه‌های بالینی در پژوهش‌های دیگر و دستیابی به یافته‌های بالینی اصیل‌تر ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده ماهیت ناهمگون تجارب تجزیه‌ای مورد توجه قرار گیرد و بررسی‌های دقیق‌تری درباره رابطه وسواس و انواع زیرمقیاس‌های تجارب تجزیه‌ای صورت پذیرد.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر تا حدودی به بسط دانش قبلی درباره رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD پرداخت و از نقش واسطه‌ای متغیر شناختی آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD حمایت کرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری روان‌شناسی بالینی با شماره ۲۴۴، مصوب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده علوم انسانی دانشگاه شاهد می‌باشد. بدین وسیله از همه استادان و دانشجویان دانشگاه شاهد که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر فاقد هرگونه حمایت مالی می‌باشد.

برخی از تحقیقات رابطه معنی‌داری را بین OCD و تجارب تجزیه‌ای گزارش کرده‌اند (۲۷، ۲۶، ۱۲) و برخی پژوهش‌ها به چنین نتایجی دست نیافتند (۱۳، ۸). یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین تجارب تجزیه‌ای، آشفتگی استنتاج و نشانه‌های OCD وجود دارد. همچنین، نتایج به دست آمده با یافته‌های تحقیقات پیشین (۱۱، ۵) همسو بود. پژوهش‌های مذکور به این نتیجه رسیدند که آشفتگی استنتاج و تجارب تجزیه‌ای، قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های نشانه‌های OCD می‌باشد. نتایج آن‌ها در جهت حمایت از این مفهوم بود که آشفتگی استنتاج و تجارب تجزیه‌ای در فهم نشانه‌های OCD مستقل از باورهای وسواسی و حالات خلقی منفی، متغیرهای مهمی هستند.

Dettore در مطالعه خود بر روی نمونه بالینی از بیماران مبتلا به OCD، به بررسی نقش تعدیل‌کنندگی آشفتگی استنتاج در رابطه بین حالات تجزیه‌ای و شدت نشانه‌های OCD پرداخت. او به این نتیجه رسید که از بین مؤلفه‌های پرسش‌نامه DES-II، رابطه بین مؤلفه DEP/DER با شدت کلی OCD می‌تواند توسط IC تعدیل شود (۲۸). در تبیین این یافته می‌توان گفت که IC در شرایط توجه محدود و زوال یافتن مرزهای واقعیت-خیال که از ویژگی‌های DEP/DER است، منجر به بروز شدیدتر نشانه‌های OCD می‌شود (۲۹). همچنین، IC توانست رابطه میان یکی از زیرگروه‌های وسواس بر اساس مقیاس Padua Inventory (یا PI) به نام «زیرگروه کنترل ناکافی بر فعالیت‌های ذهنی» (Insufficient control of mental activities) با مؤلفه یادزدودگی تجزیه‌ای را تعدیل نماید. یک توضیح بالقوه برای یافته مذکور می‌تواند این باشد که بیماران تجزیه‌ای دارای تجارب یادزدودگی تجزیه‌ای و آشفتگی استنتاج بیشتری هستند، ترس شدیدتری را در مورد از دست دادن کنترل خود بر افکار تجربه می‌کنند و افکار ناخواسته را با افکار واقعی درهم آمیزند. میزان یادزدودگی تجزیه‌ای گزارش شده در بیماران مبتلا به OCD بیانگر بی‌اعتمادی به حافظه و عمل است. همان‌گونه که نتایج برخی تحقیقات پیشین حاکی از اعتماد ضعیف‌تر افراد مبتلا به OCD به حافظه، ادراک و اعمالشان است (۳۰). بنابراین، اعتماد افرادی که تجارب تجزیه‌ای بیشتری را تجربه می‌کنند (افراد) که به سرعت کانون توجه خود را تغییر می‌دهند، آن را به طور کامل به یک محرک واحد اختصاص می‌دهند و در زمان‌هایی آن را به سمت تصاویری در جهت حمایت از ادراک خود به درون معطوف می‌کنند؛ به اعمال خود کاهش می‌یابد که این امر سبب ایجاد رفتارهای افراطی چک کردن می‌شود.

یافته‌های به دست آمده بیانگر اهمیت مؤلفه آشفتگی استنتاج در رابطه بین تجارب تجزیه‌ای و نشانه‌های OCD است. از این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که ممکن است جذب تجزیه‌ای به «غرق شدن در دنیای امکان» که O'Connor

References

1. O'Connor K, Aardema F, Pélissier MC. Beyond reasonable doubt: Reasoning processes in obsessive-compulsive disorder and related disorders. John Wiley & Sons; 2005.
2. Aardema F, O'Connor KP, Emmelkamp PM, Marchand A, Todorov C. Inferential confusion in obsessive-compulsive disorder: The inferential confusion questionnaire. Behav Res Ther 2005; 43(3): 293-308.
3. Brown HD, Kosslyn SM, Breiter HC, Baer L, Jenike MA. Can patients with obsessive-compulsive disorder discriminate between percepts and mental images? A signal detection analysis. J Abnorm Psychol 1994; 103(3): 445-54.
4. Clark DA, O'Connor K. Thinking is believing: Ego-dystonic intrusive thoughts in obsessive-compulsive disorder. In: Clark DA, Editor. Intrusive thoughts in clinical disorders: Theory, research, and treatment. New York, NY: Guilford Press; 2005. p. 145-76.
5. Paradisis SM, Aardema F, Wu KD. Schizotypal, dissociative, and imaginative processes in a clinical OCD sample. J Clin Psychol 2015; 71(6): 606-24.

6. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®). Washington, DC: American Psychiatric Pub; 2013.
7. Soffer-Dudek N. Dissociation and dissociative mechanisms in panic disorder, obsessive-compulsive disorder, and depression: A review and heuristic framework. *Psychol Conscious* 2014; 1(3): 243-70.
8. Lochner C, Seedat S, Hemmings SM, Kinnear CJ, Corfield VA, Niehaus DJ, et al. Dissociative experiences in obsessive-compulsive disorder and trichotillomania: Clinical and genetic findings. *Compr Psychiatry* 2004; 45(5): 384-91.
9. O'Connor K, Aardema F. Living in a Bubble Dissociation, Relational Consciousness, and Obsessive Compulsive Disorder. *J Conscious Stud* 2012; 19(7-8): 7-8.
10. van Ijzendoorn MH, Schuengel C. The measurement of dissociation in normal and clinical populations: Meta-analytic validation of the Dissociative Experiences Scale (DES). *Clin Psychol Rev* 1996; 16(5): 365-82.
11. Blanchemaison P, Gorny P, Muntlak H, Griton P, Cloarec M. Angioscopy and the surgical treatment of varices in the area of the external saphenous vein. *Phlebologie* 1990; 43(4): 543-9.
12. Goff DC, Olin JA, Jenike MA, Baer L, Buttolph ML. Dissociative symptoms in patients with obsessive-compulsive disorder. *J Nerv Ment Dis* 1992; 180(5): 332-7.
13. Goodman WK, Price LH, Rasmussen SA, Mazure C, Fleischmann RL, Hill CL, et al. The yale-brown obsessive compulsive scale. I. Development, use, and reliability. *Arch Gen Psychiatry* 1989; 46(11): 1006-11.
14. Pozza A, Giaquinta N, Dettore D. Exploring the role of dissociation dimensions in obsessive compulsive disorder. *European Psychiatry* 2016; 33: S496.
15. Raszka M, Prasko J, Koprivova J, Novak T, Adamcova K. Psychological dissociation in obsessive-compulsive disorder is associated with anxiety level but not with severity of obsessive-compulsive symptoms. *Neuro Endocrinol Lett* 2009; 30(5): 624-8.
16. Morrison KA. The Relationship between dissociation, susceptibility to doubt and obsessive-compulsiveness [PhD Thesis]. Guildford, UK: University of Surrey; 2015.
17. O'Leary N. The relationship between inferential confusion, obsessive compulsiveness, schizotypy and dissociation in a non-clinical sample [PhD Thesis]. Guildford, UK: University of Surrey; 2015.
18. Tabachnick BG, Fidell LS. Using multivariate statistics. New York, NY: HarperCollins College Publishers; 1996.
19. Foa EB, Huppert JD, Leiberg S, Langner R, Kichic R, Hajcak G, et al. The obsessive-compulsive inventory: Development and validation of a short version. *Psychol Assess* 2002; 14(4): 485-96.
20. Foa EB, Kozak MJ, Salkovskis PM, Coles ME, Amir N. The validation of a new obsessive-compulsive disorder scale: The Obsessive-Compulsive Inventory. *Psychol Assess* 1998; 10(3): 206-14.
21. Ghassemzadeh H, Shams G, Abedi J, Karamghadiri N, Ebrahimkhani N, Rajabloo M. Psychometric properties of a Persian-language version of the obsessive-compulsive inventory-revised: OCI-R-Persian. *Psychology* 2011; 2(3): 210-5.
22. Carlson EB, Putnam FW. An update on the dissociative experiences scale. *Dissociation* 1993; 6(1): 16-27.
23. Bruce AS, Ray WJ, Carlson RA. Understanding cognitive failures: What's dissociation got to do with it? *Am J Psychol* 2007; 120(4): 553-63.
24. Aardema F, Wu KD, Careau Y, O'Connor K, Julien D, Dennie S. The expanded version of the inferential confusion questionnaire: Further development and validation in clinical and non-clinical samples. *J Psychopathol Behav Assess* 2010; 32(3): 448-62.
25. Baron RM, Kenny DA. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Pers Soc Psychol* 1986; 51(6): 1173-82.
26. Belli H, Ural C, Vardar MK, Yesilyurt S, Oncu F. Dissociative symptoms and dissociative disorder comorbidity in patients with obsessive-compulsive disorder. *Compr Psychiatry* 2012; 53(7): 975-80.
27. Prasko J, Raszka M, Diveky T, Grambal A, Kamaradova D, Koprivova J, et al. Obsessive compulsive disorder and dissociation-comparison with healthy controls. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2010; 154(2): 179-83.
28. Dettore D. Inferential Confusion moderates the effects of dissociative experiences on OCD symptoms severity in a clinical sample with Obsessive-Compulsive Disorder. *Clin Neuropsychiatry* 2016; 13(6): 108-14.
29. Giesbrecht T, Lynn SJ, Lilienfeld SO, Merckelbach H. Cognitive processes in dissociation: An analysis of core theoretical assumptions. *Psychol Bull* 2008; 134(5): 617-47.
30. Coles ME, Radosky AS, Horng B. Exploring the boundaries of memory distrust from repeated checking: Increasing external validity and examining thresholds. *Behav Res Ther* 2006; 44(7): 995-1006.

Investigation the Mediatory Role of Inferential Confusion in Explaining the Relationship between Dissociative Experiences and Obsessive-Compulsive Symptoms in Students at Shahed University, Iran, in 2017

Akram Ghorbali¹, Mohammad Reza Shaeiri², Mohammad Gholami-Fesharaki³

Original Article

Abstract

Background: Research has indicated the potential for dissociation amongst individuals with obsessive-compulsive disorder (OCD). The Inference-Based Approach (IBA) offers one provoking line of enquiry in this context. This study aimed to determine the mediating role of the inferential confusion in the relationship between dissociative experiences and obsessive-compulsive symptoms.

Methods: In this cross-sectional study, 212 students from Shahed University, Tehran, Iran, participated. The participants were selected using cluster random sampling method. Data were collected using the Obsessive-Compulsive Inventory-Revised (OCI-R), Dissociative Experiences Scale (DES-II), and Inferential Confusion Questionnaire (ICQ-EV). Data were analyzed using Pearson correlation, hierarchical regression based on Baron and Kenny's method, and Sobel test via SPSS software.

Findings: There were significant relationships between dissociative experiences and obsessive-compulsive symptoms and inferential confusion ($P < 0.010$). Regression analysis demonstrated that inferential confusion mediated the relationship between dissociative experiences and obsessive-compulsive symptoms ($\beta = 0.356$, $P < 0.001$).

Conclusion: Results of this study indicate the role of the inferential confusion in explaining the relationship between dissociative experiences and obsessive-compulsive symptoms. This finding can provide evidence to support the usefulness of IBA in treating those with OCD who have dissociative experiences.

Keywords: Obsessive-compulsive disorder, Dissociative disorders, Confusion

Citation: Ghorbali A, Shaeiri MR, Gholami-Fesharaki M. Investigation the Mediatory Role of Inferential Confusion in Explaining the Relationship between Dissociative Experiences and Obsessive-Compulsive Symptoms in Students at Shahed University, Iran, in 2017. J Health Syst Res 2018; 14(3): 356-61.

1- Department of Clinical Psychology, School of Humanities, Shahed University, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Clinical Psychology, School of Humanities, Shahed University, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Mohammad Reza Shairi, Email: shairigm@gmail.com

بررسی خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی بیمارستان نجمیه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی اسمی

عرفان جوانمردی^۱، محمد غلامی فشارکی^۲

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سنجش رضایتمندی بیمار، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارکان سیستم‌های ارتقای کیفیت خدمات بهداشتی به شمار می‌رود. با توجه به اهمیت این موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه انجام گرفت.

روش‌ها: این مطالعه بر روی ۳۵۹ نفر از بیماران سرپایی مراجعه‌کننده به بیمارستان فوق تخصصی نجمیه تهران در سال ۱۳۹۵ انجام شد. نمونه‌ها با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب شدند. بدین ترتیب، از روش‌های تحلیل عاملی تأییدی با پاسخ دو حالت و Kuder-Richardson به ترتیب جهت بررسی روایی و پایایی استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزارهای SPSS و AMOS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نمونه‌های مطالعه را ۲۹۷ زن (۸۲/۸ درصد) و ۶۲ مرد (۱۷/۲ درصد) تشکیل دادند. نتایج تحلیل عاملی تأییدی نشان دهنده روایی ساختار [CFI Comparative fit index = ۰/۹۸، RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) = ۰/۰۲۴] و پایایی (۰/۹۱) مناسب فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به روایی و پایایی مناسب پرسش‌نامه فرم دو حالت رضایت بیماران سرپایی نجمیه، استفاده از این مقیاس جهت ارزیابی رضایت بیماران سرپایی در جامعه ایرانی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: هنجاریابی، روایی و پایایی، تحلیل عاملی

ارجاع: جوانمردی عرفان، غلامی فشارکی محمد. بررسی خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی بیمارستان نجمیه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی اسمی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۶۸-۳۶۲

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹

PPHEN) Hospital Experience with Nursing (۱۲)، پرسش‌نامه Labarere و همکاران (۱۳)، پرسش‌نامه Larson و Ferketich (۱۴) و پرسش‌نامه Questionnaire for satisfaction of hospitalized (QSH) (۱۵) اشاره نمود.

در زمینه رضایت بیماران سرپایی برای بیماران خاص نیز می‌توان به پرسش‌نامه‌هایی همچون مقیاس رضایت بیماران سرپایی Jacke و همکاران (۱۶)، Aletras و همکاران (۱۷)، Labarere و همکاران (۱۸) و Roush و Sonstroem (۱۹) اشاره نمود. در ایران تنها گزارش در زمینه رضایت بیماران سرپایی، پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه توسط غلامی فشارکی و همکاران می‌باشد (۲۰). این مقیاس یک ابزار ۱۴ سؤالی با طیف لیکرت پنج گزینه‌ای می‌باشد و گزینه‌ها ابهامات زیادی برای بیمار دارد؛ چرا که طیف لیکرت پنج گزینه‌ای زمانی قابل استفاده است که ملاک مقایسه و یا صفت تفصیلی در ذهن فرد پاسخ دهنده شکل گرفته باشد. به عنوان مثال، فردی به چند مرکز درمانی مراجعه نموده است و در ذهن وی ملاک مقایسه شکل گرفته باشد، آنگاه وی می‌تواند به درستی از بین پنج گزینه «کاملاً راضی، راضی، نه راضی و نه ناراضی، ناراضی و کاملاً ناراضی»، گزینه درست را انتخاب نماید. این موضوع در

مقدمه

بیمارستان‌ها مرکز انتقال دانش و ارائه خدمات تخصصی در جهت تولید محصولی به نام سلامت با هدف تأمین رضایت بیماران با کیفیت بالا می‌باشند (۱، ۲). کیفیت یک سیستم مراقبت بهداشتی به عواملی همچون در دسترس بودن، قیمت، بهره‌وری، امکان‌سنجی و... وابسته است (۳). ارزیابی افراد از این کیفیت در قالب مفهوم رضایت امکان‌پذیر می‌باشد. امروزه رضایت بیمار به عنوان شاخص مهمی برای ارزیابی کیفیت خدمات سلامت به رسمیت شناخته شده است (۴، ۵) و یکی از راه‌های کنترل و ارزیابی خدمات بهداشتی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است (۶، ۷). در واقع، اندازه‌گیری رضایت بیمار، کمک شایانی به سازمان‌های بهداشتی-درمانی جهت ارتقا و بهبود سطح کیفیت آنان می‌نماید و از این‌رو، اندازه‌گیری این مفهوم در سازمان‌های ارائه‌کننده این خدمات روز به روز در حال افزایش است (۸-۱۰). مانند هر متغیر روانی دیگر، در زمینه اندازه‌گیری رضایت بیمار نیز به استفاده از ابزار نیاز است. ابزارهای متعددی در این زمینه وجود دارد که از آن جمله می‌توان به شاخص رضایت بیمار La Monica-Oberst Patient Satisfaction Scale) Oberst و La Monica Patient Perception of (۱۱)، مقیاس ۱۵ و ۴۸ سؤالی

۱- کارشناس ارشد، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: محمد غلامی فشارکی

Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir

بین بیماران مصداق پیدا نموده است و ارزیابان باید تنها با دو گزینه «راضی و ناراضی» رضایتمندی بیمار را مورد ارزیابی قرار دهند.

بنابراین، در مطالعه حاضر سعی شد تا به هنجاریابی فرم دو حالتی پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه پرداخته شود. روش‌های متنوعی در زمینه تحلیل پرسش‌نامه با پاسخ دو حالتی در متون آماری ذکر شده است. روش اول، استفاده از مدل Log-Linear می‌باشد که در آن داده‌ها با استفاده از جداول توافقی k بعدی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. روش دوم، استفاده از برآورد مقدار احتمال متغیرهای دو حالتی با کمک Probit regression و Logistic regression و سپس استفاده از مقادیر برآورد شده در تحلیل عاملی تأییدی (۲۱) می‌باشد. روش سوم، استفاده از برآوردگر درست‌نمایی استوار (Robust) یا تکنیک‌های باز نمونه‌گیری مانند Jackknife یا Bootstrap (۲۲) است. روش چهارم، استفاده از روش مؤلفه پنهان می‌باشد و در آن فرض می‌شود که متغیر کیفی مشاهده شده بر اساس یک متغیر کمی پنهان ساخته شده است. در این روش، با مدل‌سازی متغیر پنهان سازنده، متغیر کیفی مشاهده شده به تحلیل عاملی تأییدی اقدام می‌شود و در نهایت، روش پنجم (مورد استفاده در مطالعه حاضر)، استفاده از ضرایب همبستگی کیفی (Tetrachoric, Phi)، Kendall's tau-b، Kendall's tau-c و گاما) و محاسبه ماتریس همبستگی و سپس برازش تحلیل عاملی تأییدی بر اساس ماتریس همبستگی محاسبه شده می‌باشد. با توجه به سادگی، کاربردی و قابل فهم بودن این استراتژی نسبت به سایر استراتژی‌های قبلی، در تحقیق حاضر جهت هنجاریابی فرم دو حالتی پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه، از این روش استفاده گردید و با کمک شاخص‌های کفایت مدل، بهترین ضریب همبستگی از میان ضرایب همبستگی Tetrachoric, Phi، Kendall's tau-b، Kendall's tau-c و گاما انتخاب و سپس نتایج تحلیل عاملی تأییدی براساس آن گزارش گردید.

روش‌ها

این پژوهش از نوع تحلیلی-مقطعی و جامعه مورد بررسی شامل کلیه بیماران سرپایی مراجعه‌کننده به بیمارستان فوق تخصصی نجمیه بود. بیمارستان نجمیه

یک بیمارستان ۱۵۶ تخت‌خوابه دولتی با تخصص اصلی زنان و زایمان در شهر تهران می‌باشد. ملاک ورود به مطالعه، تمایل فرد به شرکت در تحقیق، ویزیت بدون بستری و داشتن سواد خواندن و نوشتن بود. پاسخگویی به حداقل ۸۰ درصد سؤالات پرسش‌نامه نیز به عنوان ملاک خروج در نظر گرفته شد. مطالعه با حجم نمونه ۳۵۹ نفر در سال ۱۳۹۵ و با روش نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک انجام گرفت. برای انتخاب نمونه‌ها، پژوهشگر شماره‌ای را به تصادف از ۱ تا ۱۰ انتخاب کرد و با فاصله‌گذاری ۱۰، از میان شماره‌هایی که در قسمت نوبت‌دهی بیمارستان اختصاص داده بود، بیماران را انتخاب نمود.

از آن جایی که هدف از انجام پژوهش، هنجاریابی بود و حجم نمونه بیشتر از ۲۰۰ به عنوان نمونه مناسب در متون آماری ذکر شده است (۲۳)، حجم نمونه ۳۵۹ نفر برای مطالعه مناسب می‌باشد. در این تحقیق پاسخ دهندگان بدون اجبار و با آرامش خاطر به سؤالات پرسش‌نامه که بدون نام بود، پاسخ دادند و در نهایت، داده‌های جمع‌آوری شده به صورت جمعی و نه فردی تجزیه و تحلیل گردید. نمونه‌ها علاوه بر سؤالات پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه، به فرم مشخصات دموگرافیک شامل سؤالاتی مانند سن، جنسیت، وضعیت تأهل و میزان تحصیلات نیز پاسخ دادند.

پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه: این پرسش‌نامه از ۱۴ سؤال با طیف لیکرت پنج گزینه‌ای (۱ = کاملاً راضی، ۰/۷۵ = راضی، ۰/۵ = نه راضی و نه ناراضی، ۰/۲۵ = ناراضی و صفر = کاملاً ناراضی) و سه حیطه «رضایت از نحوه برخورد، رضایت از راهنمایی و اطلاع‌رسانی و رضایت از شرایط بیمارستان» تشکیل شده است. مقیاس مذکور در سال ۱۳۹۰ توسط غلامی فشارکی و همکاران طراحی شد و روایی و پایایی آن مورد تأیید قرار گرفت. آن‌ها ضریب Cronbach's alpha پرسش‌نامه را ۰/۷۱ و میزان شاخص (RMSEA) Root Mean Square Error of Approximation را ۰/۰۴ گزارش نمودند (۲۰). در جدول ۱ سؤالات پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه به همراه حیطه‌های گزارش شده در مطالعه غلامی فشارکی و همکاران (۲۰) و همچنین، پژوهش حاضر (فرم دو حالتی) نمایش داده شده است.

جدول ۱. سؤالات پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه به همراه زیرحیطه‌های آن در حالت ۵ و ۲ گزینه‌ای

متن سؤال	پنج گزینه‌ای (۱ = کاملاً راضی، ۰/۷۵ = راضی، ۰/۵ = نه راضی و نه ناراضی، ۰/۲۵ = ناراضی و صفر = کاملاً ناراضی)	دو گزینه‌ای (۱ = راضی و صفر = ناراضی)
میزان رضایت شما از نحوه اطلاع‌رسانی و راهنمایی‌های لازم در بدو ورود به بیمارستان	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از نحوه برخورد و رفتار کارکنان نگهدارنده بیمارستان	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از نحوه برخورد و رفتار پرسنل پذیرش درمانگاه	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از نحوه برخورد و رفتار منشی درمانگاه	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از نحوه برخورد و رفتار مسئول صندوق	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از رعایت نوبت جهت ویزیت	نحوه برخورد	رضایت از پذیرش
میزان رضایت شما از نحوه برخورد و رفتار پزشک معالج	نحوه برخورد	رضایت از پزشک
میزان رضایت شما از حضور به‌موقع پزشک متخصص در ساعات اعلام شده	راهنمایی و اطلاع‌رسانی	رضایت از پزشک
میزان رضایت شما از آرایه اطلاعات و آگاهی در مورد بیماری و سیر درمان	راهنمایی و اطلاع‌رسانی	رضایت از پزشک
میزان رضایت شما از گوش کردن به سؤالات و آرایه راهنمایی‌های لازم	راهنمایی و اطلاع‌رسانی	رضایت از پزشک
میزان رضایت شما از وضعیت نظافت و بهداشت بیمارستان	شرایط بیمارستان	رضایت از امکانات
میزان رضایت شما از رعایت مسایل شرعی	شرایط بیمارستان	رضایت از امکانات
میزان رضایت شما از امکانات رفاهی موجود در درمانگاه (صندلی، تلویزیون، آب سردکن و...)	شرایط بیمارستان	رضایت از امکانات
میزان رضایت شما از سیستم گرمایش و سرمایش محیط درمانگاه	شرایط بیمارستان	رضایت از امکانات

جدول ۲. نحوه تعریف ضرایب همبستگی متغیرهای دو حالتی

نام ضریب	حداقل مقیاس	فرمول
ضریب Phi	اسمی	$(ad - bc) / \sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$
ضریب Tetrachoric	ترتیبی	$\text{Cos}(180 / (1 + \sqrt{bc/ad}))$
ضریب گاما	ترتیبی	$(ad - bc) / (ad + bc)$
ضریب Kendall's tau-b	ترتیبی	$(ad - bc) / \sqrt{(ad + bc + ab + cd)(ad + bc + ac + bd)}$
ضریب Kendall's tau-c	ترتیبی	$4(ad - bc) / (a + b + c + d)^2$

a: تعداد مشاهدات با خصوصیت (Y = ۱ و X = ۱), b: تعداد مشاهدات با خصوصیت (Y = ۰ و X = ۱), c: تعداد مشاهدات با خصوصیت (Y = ۱ و X = ۰) و d: تعداد مشاهدات با خصوصیت (Y = ۰ و X = ۰)

بر اساس نتیجه گزارش شده در تحقیق غلامی فشارکی و همکاران، با میانگین گرفتن از سؤالات هر حیطه و کلیه سؤالات، رضایتمندی حیطه مورد نظر و رضایتمندی کلی محاسبه می‌گردد (۲۰). مدل‌سازی معادلات ساختاری، تکنیک آماری چند متغیره‌ای است که در آن با استفاده از مدل‌بندی ماتریس همبستگی، روابط مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای آشکار و پنهان مورد بررسی قرار می‌گیرد (۲۴).

از زیرمجموعه‌های اصلی معادلات ساختاری، تحلیل عاملی تأییدی می‌باشد. تحلیل عاملی تأییدی از روش‌های رایج در ارزیابی روایی سازه به شمار می‌رود. از مهم‌ترین فرضیات در تحلیل عاملی تأییدی، فرض نرمال بودن و یا حداقل داشتن مقیاس لیکرت سؤالات می‌باشد. در مواقعی که این فرضیه برقرار نیست، راهکار ساده اصلاح ماتریس همبستگی و استفاده از فرم اصلاح شده این ماتریس در مدل‌سازی استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، در این روش ابتدا ماتریس همبستگی متغیرها بر اساس یکی از روش‌های Phi، Tetrachoric، Kendall's tau-b، Kendall's tau-c و گاما که فرمول محاسبه آن در جدول ۲ ذکر شده است، محاسبه می‌گردد و سپس ماتریس مذکور در تحلیل عاملی مورد مدل‌سازی قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر برای بررسی پایایی، از روش همبستگی درونی و ضریب Kuder-Richardson و جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) و AMOS نسخه ۱۸ استفاده گردید.

جدول ۳. توزیع فراوانی نمونه‌های شرکت‌کننده در تحقیق

متغیر	تعداد (درصد)
جنسیت	مرد (۱۷/۲) ۶۲
	زن (۸۲/۸) ۲۹۷
سن (سال)	کمتر از ۳۰ (۵۳/۳) ۱۹۱
	بین ۳۰ تا ۴۰ (۲۸/۷) ۵۲
	بیشتر از ۴۰ (۱۸/۱) ۸۷
نوع بیمه درمانی	نیروهای مسلح (۷۹/۷) ۲۸۶
	خدمات درمانی (۳/۳) ۱۲
	تأمین اجتماعی (۱۲/۹) ۴۶
	سایر بیمه‌ها (۱/۹) ۷
	آزاد (۲/۲) ۸
تحصیلات	کمتر از دیپلم (۱۷/۰) ۳۶
	دیپلم (۴۰/۳) ۸۲
	کاردانی (۱۱/۸) ۳۲
	کارشناسی و بالاتر (۴۱/۰) ۵۴

بحث

با وجود مقالات و پژوهش‌های زیاد در زمینه رضایت بیماران، نتایج متناقضی در این زمینه منتشر شده است.

یافته‌ها

نمونه‌ها شامل ۳۵۹ نفر بود که ۲۹۷ نفر (۸۲/۸ درصد) آنان را زنان و ۶۲ نفر (۱۷/۲ درصد) را مردان تشکیل دادند. اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس، بیشتر شرکت‌کنندگان مطالعه، زن، دارای سن کمتر از ۳۰ سال، دارای بیمه نیروهای مسلح و تحصیلات کارشناسی و بالاتر بودند.

بررسی روایی: به منظور تأیید ساختار عاملی فرض شده در پژوهش غلامی فشارکی و همکاران (۲۰)، سهم هر یک از متغیرها (سؤالات) در اندازه‌گیری مؤلفه‌های مورد نظر با استفاده از ضرایب همبستگی در نرم‌افزار AMOS تجزیه و تحلیل گردید. نتایج این تحلیل در جدول ۴ به تفکیک ضرایب همبستگی نشان داده شده است. ضریب RMSEA کمتر از ۰/۰۵، χ^2 نسبی کمتر از ۲ و مقادیر بالاتر از ۰/۹ برای شاخص پرازش تطبیقی

جدول ۴. ضرایب تحلیل عاملی تأییدی به همراه شاخص‌های کفایت مدل بر اساس روش‌های مختلف

نام عامل	شماره سؤال	Phi	Kendall's tau-c	Kendall's tau-b	کاما	Tetrachoric
رضایت از پذیرش	۱	۰/۵۷	۰/۴۶	۰/۵۸	۰/۸۴	۰/۷۴
	۲	۰/۵۷	۰/۳۷	۰/۵۷	۰/۸۸	۰/۷۷
	۳	۰/۷۶	۰/۵۷	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۹۲
	۴	۰/۶۶	۰/۴۹	۰/۶۵	۰/۹۱	۰/۸۳
	۵	۰/۵۱	۰/۲۹	۰/۵۱	۰/۸۷	۰/۷۴
رضایت از پزشک	۶	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۵۳	۰/۷۹	۰/۶۸
	۷	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۲۹	۰/۷۰	۰/۵۰
	۸	۰/۵۲	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۶۸
	۹	۰/۷۶	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۹۹	۰/۹۲
	۱۰	۰/۷۵	۰/۶۴	۰/۷۵	۰/۹۱	۰/۸۸
رضایت از امکانات	۱۱	۰/۶۷	۰/۴۸	۰/۶۶	۰/۹۳	۰/۸۴
	۱۲	۰/۵۳	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۸۳	۰/۷۱
	۱۳	۰/۶۰	۰/۴۲	۰/۶۰	۰/۸۸	۰/۷۸
	۱۴	۰/۵۲	۰/۳۸	۰/۵۴	۰/۸۲	۰/۷۲
شاخص‌های کفایت مدل	χ^2/df	۲/۳۶۱	۰/۴۳۸	۲/۰۴۰	-	۱/۲۰۰
	مقدار P	$< ۰/۰۰۱$	$> ۰/۹۹۹$	$< ۰/۰۰۱$	-	۰/۱۱۰
	RMSEA	۰/۰۶۲	.	۰/۰۵۰	-	۰/۰۳۰
	CFI	۰/۹۱۸	۱/۰۰۰	۰/۹۳۷	-	۰/۹۸۹
	TLI	۰/۸۹۹	۱/۰۰۰	۰/۹۲۲	-	۰/۹۸۳
	MSE	۰/۱۲۹	۰/۲۷۵	۰/۱۲۹	۰/۱۴۴	۰/۰۶۲

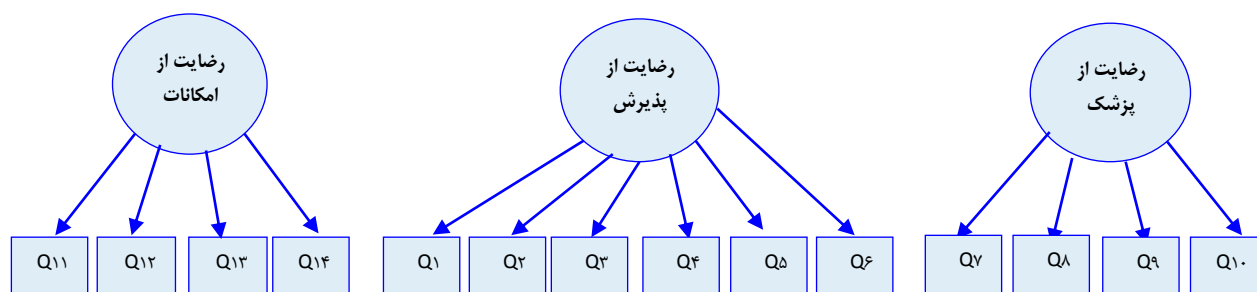
df: Degree of freedom; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; CFI: Comparative fit index; TLI: Tucker-Lewis index; MSE: Mean squared error

* سطح معنی‌داری

و به این نتیجه دست یافت که فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه نسبت به فرم پنج حالت آن دارای پایایی بیشتر (۰/۸۴) در برابر (۰/۷۱) و شاخص‌های تحلیل عاملی تأییدی بهتری بود. نتیجه مذکور را می‌توان به این دلیل دانست که طیف لیکرت پنج گزینه‌ای در بیماران به دلیل نداشتن مصداق، ایجاد ابهام می‌نماید؛ چرا که طیف لیکرت پنج گزینه‌ای زمانی قابل استفاده است که ملاک مقایسه و یا صفت تفضیلی در ذهن فرد پاسخ دهنده شکل گرفته باشد. این موضوع در بین بیماران مصداق پیدا ننموده است و ارزیابان باید رضایتمندی بیمار را تنها با دو گزینه «راضی و ناراضی» مورد ارزیابی قرار دهند.

به عنوان مثال، میزان رضایت بیماران از بیمارستان‌های دانشگاه شهید بهشتی تهران در مطالعه جعفری و همکاران، ۹۳/۶ درصد گزارش شد (۲۵)؛ در حالی که در تحقیق دیگری بر روی بیمارستان طالقانی که زیرمجموعه‌ای از بیمارستان‌های دانشگاه شهید بهشتی تهران می‌باشد، این میزان در همان سال ۸۳/۰ درصد برآورد گردید (۲۶).

علت نتایج متناقض می‌تواند عدم سنجش و اندازه‌گیری درست و یکسان رضایت بیماران باشد. با توجه به اهمیت این موضوع، مطالعه حاضر با هدف هنجاریابی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه انجام گرفت



شکل ۱. ساختار عاملی تأییدی برانزده بر پرسش‌نامه

نجمیه را می‌توان توجیه نمود.

حجم نمونه مناسب و بررسی تحلیل عاملی تأییدی با انواع ضرایب همبستگی دو حالت، از جمله نقاط قوت تحقیق حاضر بود. انتخاب تنها یک بیمارستان به عنوان جامعه نمونه‌گیری و عدم تعمیم نتایج و عدم پاسخ برخی از پرسش‌شوندگان نیز به عنوان نقاط ضعف مطالعه در نظر گرفته شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به روایی و پایایی مناسب پرسش‌نامه فرم دو حالت رضایت بیماران سرپایی نجمیه، استفاده از این مقیاس جهت ارزیابی رضایت بیماران سرپایی در جامعه ایرانی توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه با کد اخلاق IR.TMU.REC.1396.606 می‌باشد. بدین وسیله از بیماران سرپایی مراجعه‌کننده به بیمارستان نجمیه که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، از دانشگاه تربیت مدرس به جهت حمایت مالی و معنوی از تحقیق سپاسگزاری می‌گردد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خصوصیات روانی فرم دو حالت پرسش‌نامه رضایت بیماران سرپایی نجمیه نسبت به نمونه‌های مشابهی همچون LOPSS (۱۱)، مقیاس ۱۵ و ۴۸ سوآلی PPHEN (۱۲)، پرسش‌نامه Labarere و همکاران (۱۳)، پرسش‌نامه Larson و Ferketich (۱۴) و QSH (۱۵)، مقیاس رضایت بیماران سرپایی Jacke و همکاران (۱۶)، Aletras و همکاران (۱۷)، Labarere و همکاران (۱۸) و Roush و Sonstroem (۱۹) از روایی و پایایی مناسبی برخوردار می‌باشد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، از میان ضرایب همبستگی غیر نرمال (Phi)، Tetrachoric، Kendall's tau-b، Kendall's tau-c و گاما) به کار رفته، ضرایب همبستگی Tetrachoric و Kendall's tau-c نسبت به ضرایب همبستگی Phi، گاما و Kendall's tau-b دارای شاخص‌های کفایت مدل بهتری بودند. دلیل بهتر بودن ضریب همبستگی Tetrachoric را می‌توان محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روش مؤلفه پنهان (یک متغیر فرضی به صورت پنهان در نظر گرفته می‌شود) دانست (۲۷). همچنین، از آنجایی که این ضریب در همبستگی Kendall's tau-c نسبت به حجم نمونه و گره اصلاح شده است و از طرف دیگر، نسبت به استفاده از توزیع توأم نرمال وابسته نمی‌باشد، برازش مناسب آن در پرسش‌نامه دو حالتی رضایت بیماران سرپایی

References

- Ahmadi B, Ziwdar M, Rafiei S. Patients' satisfaction in first rank Hospitals of Tehran University of Medical Sciences: A cross-sectional study in 2009. Payavard Salamat 2010; 4(1-2): 44-53. [In Persian].
- Mossialos E, Dixon A, Figueras J. Funding health care: Options for Europe. New York, NY: Open University Press; 2002.
- Sing MM, Chadda RK, Bapna SJ. Assessment of hospital services by consumers: A study from a psychiatric setting. Indian J Public Health 2003; 47(1): 14-21.
- Acharya JP, Acharya I. A study on compliance and behavioural responses of patients in an out-patient clinic. Indian J Community Med 2003; 28(1): 19.
- Prasanna K, Bashith M, Sucharitha S. Consumer satisfaction about hospital services: A study from the outpatient department of a private medical college hospital at mangalore. Indian J Community Med 2009; 34(2): 156-9.
- Jackson JL, Chamberlin J, Kroenke K. Predictors of patient satisfaction. Soc Sci Med 2001; 52(4): 609-20.
- Blue AV, Chessman AW, Gilbert GE, Mainous AG 3rd. Responding to patients' emotions: important for standardized patient satisfaction. Fam Med 2000; 32(5): 326-30.
- Kaplan A, Midgley C. The relationship between perceptions of the classroom goal structure and early adolescents' affect in school: The mediating role of coping strategies. Learn Individ Differ 1999; 11(2): 187-212.
- Ahmad I, Din S. Patients satisfaction from the health care services. Gomal Journal of Medical Sciences 2010; 8(1).
- Farzianpour F, Emami AH, Ferooshani AR, Ghiasi A. Determining the technical efficiency of hospitals in tabriz city using data envelopment analysis for 2013-2014. Glob J Health Sci 2016; 9(5): 42.
- Risser NL. Development of an instrument to measure patient satisfaction with nurses and nursing care in primary care settings. Nurs Res 1975; 24(1): 45-52.
- Dozier AM, Kitzman HJ, Ingersoll GL, Holmberg S, Schultz AW. Development of an instrument to measure patient perception of the quality of nursing care. Res Nurs Health 2001; 24(6): 506-17.
- Labarere J, Francois P, Auquier P, Robert C, Fourny M. Development of a French inpatient satisfaction questionnaire. Int J Qual Health Care 2001; 13(2): 99-108.
- Larson PJ, Ferketich SL. Patients' satisfaction with nurses' caring during hospitalization. West J Nurs Res 1993; 15(6): 690-703.
- Antonioti S, Baumstarck-Barrau K, Simeoni MC, Sapin C, Labarere J, Gerbaud L, et al. Validation of a French hospitalized patients' satisfaction questionnaire: The QSH-45. Int J Qual Health Care 2009; 21(4): 243-52.
- Jacke C, Eyshold U, Rosanowski F. Outpatient satisfaction in phoniatrics and pedaudiology. HNO 2009; 57(9): 918-30.
- Aletras VH, Papadopoulos EA, Niakas DA. Development and preliminary validation of a Greek-language outpatient satisfaction questionnaire with principal components and multi-trait analyses. BMC Health Serv Res 2006; 6: 66.
- Labarere J, Francois P, Bertrand D, Peyrin JC, Robert C, Fourny M. Outpatient satisfaction: Validation of a French-language questionnaire: Data quality and identification of associated factors. Clin Perform Qual Health Care 1999; 7(2): 63-9.
- Roush SE, Sonstroem RJ. Development of the physical therapy outpatient satisfaction survey (PTOPS). Phys Ther 1999; 79(2): 159-70.

20. Gholami Fesharaki M, Jamali MJ, Rahmati Najarkolaei F, Mohamadian M, Habibi M. Validity and reliability of the najmiyeh outpatients satisfaction questionnaire. *Health Education & Health Promotion* 2013; 1(1): 13-20. [In Persian].
21. Muthén B. Goodness of fit with categorical and other non-normal variables. In: Bollen KA, Long JS, Editors. *Testing structural equation models*. Newbury Park, CA: Sage Publications; 1993. p. 205-43.
22. Bollen KA, Stine RA. Bootstrapping goodness-of-fit measures in structural equation models. *Sociol Methods Res* 1992; 21(2): 205-29.
23. Munro BH. *Statistical Methods for Health Care Research*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
24. Kalantari K. *Structural equation modeling in social and economical research*. Tehran, Iran: Saba Publications; 2008. [In Persian].
25. Jafari H, Markazi Moghadam N, Ainy E, Hajikaram Sh, Kohyar E, Hajifathali A. Patient satisfaction and its related factors in Ayatollah Taleghani Hospital in 2006. *Pajoohande* 2008; 12(6): 541-6. [In Persian].
26. Hajian K. Evaluation of patients' satisfaction with hospital care in Shahid Beheshti and Yahyanejad hospitals (Babol; 2005). *J Babol Univ Med Sci* 2007; 9(2): 51-60. [In Persian].
27. Bollen KA, Curran PJ. *Latent curve models: A structural equation perspective*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2006.

The Study of Psychometric Properties of the Najmieh Outpatient Satisfaction Questionnaire Binary Response Using Qualitative Confirmatory Factor Analysis

Erfan Javanmardi¹, Mohammad Gholami-Fesharaki²

Original Article

Abstract

Background: Patient satisfaction assessment is one of the most important indicators of quality improvement systems in health services. Regarding the importance of this issue, this study aimed to assess the psychometric properties of the Najmieh Outpatient Satisfaction Questionnaire Binary Response.

Methods: This study was performed on 359 outpatient persons referring to Najmieh subspecialty hospital, Tehran, Iran, in year 2016. The participants were selected using systematic random sampling method. In this study, the confirmatory factor analysis with binary response and Kuder-Richardson method were used to assess the validity and reliability of questionnaire, respectively. Data analysis was performed using SPSS and AMOS software.

Findings: The sample consisted of 359 people, 297 women (82.8%) and 62 men (17.2%). The confirmatory factor analysis with binary response showed good construct [Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.024, Comparative Fit Index (CFI) = 0.98, and reliability (0.91) indices.

Conclusion: Regarding the good validity and reliability of Najmieh outpatient Satisfaction Questionnaire Binary Response, this questionnaire is recommended to assess the outpatient satisfaction in Iranian society.

Keywords: Standardization, Validity and reliability, Factor analysis

Citation: Javanmardi E, Gholami-Fesharaki M. **The Study of Psychometric Properties of the Najmieh Outpatient Satisfaction Questionnaire Binary Response Using Qualitative Confirmatory Factor Analysis.** J Health Syst Res 2018; 14(3): 362-8.

1- Department of Biostatistics, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Mohammad Gholami-Fesharaki, Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir

بررسی حذف فتوکاتالیستی آموکسی سیلین از محیط آبی با استفاده از $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$

علی اسرافیلی^۱، مریم سلیمی^۲، احمد جنیدی جعفری^۳، روشنگ رضایی کلانتری^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: ورود پیوسته آنتی بیوتیک‌ها از جمله آموکسی سیلین به محیط زیست، باعث ایجاد مخاطرات بهداشتی بالقوه به ویژه ایجاد مقاومت در میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا خواهد شد. در سال‌های اخیر، تلاش‌های فراوانی توسط محققان برای توسعه روش‌هایی که منجر به تخریب آنتی بیوتیک‌ها شود، صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به فرایندهای فتوکاتالیستی بر پایه TiO_2 اشاره نمود. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارایی کاتالیست $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ در حذف آموکسی سیلین از محیط‌های آبی انجام گردید.

روش‌ها: در این مطالعه بنیادی - کاربردی، ابتدا کاتالیست $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ به روش هیدروترمال سنتز شد. جهت تعیین مشخصات نانوکامپوزیت، از آزمایش‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM یا Scanning electron microscope)، طیف‌سنجی پراش انرژی پرتوی X (EDX یا Energy-dispersive X-ray spectroscopy) و طیف‌سنجی بازتابشی انتشاری (DRS یا Diffuse reflectance spectroscopy) استفاده گردید. سپس تأثیر شاخص‌هایی مانند مقدار بیسموت در ترکیب $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ ، مقدار pH (۳ تا ۱۱)، غلظت اولیه آموکسی سیلین (۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر) و میزان معدنی‌سازی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: کاتالیست BT5، راندمان تخریب فتوکاتالیستی بیشتری را برای آموکسی سیلین نشان داد. میزان pH و غلظت آموکسی سیلین بهینه در این فرایند به ترتیب ۱۱ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر تعیین گردید. حداکثر کارایی فرایند در شرایط بهینه پس از زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، ۸۵ درصد به دست آمد.

نتیجه‌گیری: فرایند فتوکاتالیستی بر پایه کاتالیست $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ نسبت به TiO_2 ، روش مؤثرتری جهت حذف آموکسی سیلین از محیط آبی می‌باشد ($P > 0.05$) و کاربرد Bi_2O_3 به طور مؤثری فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2 را در نور مرئی افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آموکسی سیلین، فرایند فتوکاتالیستی، دی اکسید تیتانیوم، بیسموت، نور مرئی

ارجاع: اسرافیلی علی، سلیمی مریم، جنیدی جعفری احمد، رضایی کلانتری روشنگ. بررسی حذف فتوکاتالیستی آموکسی سیلین از محیط آبی با استفاده از $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۶۹-۳۷۶

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱/۳۰

انسان‌ها و در مجموع، حفظ حیات کره زمین، از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است.

استفاده بی‌رویه از آنتی بیوتیک‌ها و تخلیه آن‌ها به محیط، منجر به افزایش نگرانی در ارتباط با سلامت انسان و اکوسیستم در سراسر جهان شده است. ترکیبات آنتی بیوتیک پس از مصرف، در بدن انسان متابولیزه و قسمتی از آن بدون تغییر از بدن دفع می‌گردد. همچنین، متابولیت‌ها و محصولات حاصل از تجزیه آن‌ها بعد از دفع از بدن انسان، وارد سیستم‌های جمع‌آوری پساب و سپس تصفیه‌خانه‌های فاضلاب می‌شود (۴). از جمله مشکلات بهداشتی وجود آنتی بیوتیک‌ها مانند آموکسی سیلین در محیط زیست به ویژه در منابع تأمین‌کننده آب، ایجاد مقاومت آنتی بیوتیکی در گونه‌های مهم باکتری‌های بیماری‌زا و سایر موجودات زنده دریافت‌کننده آن است. در این راستا، طی سال‌های اخیر، دیر کل سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO)، با هشدارهای پیاپی، مقاومت آنتی بیوتیکی را یک بحران جهانی معرفی کرده است (۵). همچنین، بر اساس گزارش‌های دولت انگلستان، بدون انجام اقدامات جدی در

مقدمه

بر اساس برآوردهای صورت گرفته، هم‌اکنون میلیون‌ها نفر در سراسر جهان فاقد دسترسی به منابع آب سالم و بهداشتی هستند. در نتیجه، می‌توان گفت که تأمین آب آشامیدنی سالم و بهداشتی، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن اخیر محسوب می‌شود (۱). از جمله مهم‌ترین عوامل ایجادکننده بحران کمبود آب در جهان می‌توان به رشد جمعیت، کاهش دسترسی به منابع آب، گسترش صنایع، تغییرات آب و هوایی، کاهش میزان بارش و آلودگی منابع آبی مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و منابع آب زیرزمینی توسط تخلیه پساب‌های آلوده شهری و صنعتی اشاره کرد (۲). توزیع نامتوازن منابع آب شیرین قابل دسترس مورد نیاز جمعیت جهان، موجب شده است که در برخی از مناطق کره زمین مانند منطقه خاورمیانه و مناطق شمال آفریقا، سهم آب مورد نیاز بیش از منابع آب در دسترس باشد. این مناطق خشک‌ترین مناطق کره زمین می‌باشند و تنها ۱ درصد از منابع آب شیرین جهان در این مناطق قرار دارد (۳). بنابراین، حذف آلاینده‌های مختلف از محیط‌های آبی و حفاظت از منابع آب موجود به عنوان سرمایه ارزشمندی جهت حفظ حیات

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

Email: m_salimi97@yahoo.com

نویسنده مسؤول: مریم سلیمی

حفره (e^-/h^+) و افزایش طول عمر حامل‌های بار (h^+ و e^-) معطوف شده است (۱۸). در مطالعه حاضر، کارایی حذف فتوکاتالیستی آنتی‌بیوتیک آموکسی‌سیلین با استفاده از کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ سنتز شده به روش هیدروترمال مورد بررسی قرار گرفت و جهت تعیین مشخصات ساختار مذکور، از آنالیزهای میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM یا Scanning electron microscope)، طیف‌سنجی پراش انرژی پرتوی (EDX یا Energy-dispersive X-ray spectroscopy) و طیف‌سنجی بازتابشی انتشاری (DRS یا Diffuse reflectance spectroscopy) استفاده گردید. تأثیر شاخص‌هایی مانند مقدار Bi_2O_3 در ترکیب کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ ، pH، غلظت اولیه آموکسی‌سیلین (۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) و میزان معدنی‌سازی نیز بررسی گردید.

روش‌ها

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این آزمایش از شرکت Merck (آلمان) تهیه شد و تمام آن‌ها با خلوص بالا مورد استفاده قرار گرفت.

سنتز کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ به منظور آماده‌سازی کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ ، از روش Yang و همکاران استفاده گردید (۱۹). ابتدا مقدار معینی از نیترات بیسموت ($Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$)، ۱۰ میلی‌لیتر آب دی‌یونیزه و ۲ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۷ درصد با ۴۰ میلی‌لیتر اتانول جهت تهیه محلول الف ترکیب گردید. هم‌زمان، ۱۰ میلی‌لیتر تیتانیوم بوتوکساید و ۱۰ میلی‌لیتر اتانول با استفاده از همزن مغناطیسی در دمای اتاق به منظور تهیه محلول ب مخلوط شد. در مرحله بعد، محلول ب به محلول الف تحت شرایط اختلاط شدید با همزن مغناطیسی اضافه گردید. مخلوط به دست آمده به مدت ۱۲ ساعت در اتوکلاو ۱۰۰ میلی‌لیتر از جنس استیل ضد زنگ در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. پس از خنک کردن در دمای اتاق، کاتالیست تهیه شده به وسیله فیلتراسیون جمع‌آوری گردید و چندین بار با آب دی‌یونیزه شسته شد. سپس به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و به مدت ۲ ساعت در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. جهت مقایسه، در شرایط مشابه بدون افزودن نیترات بیسموت و Bi_2O_3 نیز بدون افزودن تیتانیوم بوتوکساید تهیه گردید. همچنین، سایر کاتالیست‌های سنتز شده بر حسب درصد مولی Bi_2O_3 به TiO_2 نامگذاری گردید (BT1، BT2 و BT5). در نهایت، خصوصیات کاتالیست سنتز شده با آنالیزهای SEM، DRS و EDX مورد بررسی قرار گرفت.

تعیین خصوصیات کاتالیست سنتز شده: در پژوهش حاضر، مورفولوژی کاتالیست‌های سنتز شده با استفاده از SEM و نوع و درصد عناصر تشکیل دهنده با کمک آنالیز EDX بررسی گردید. از DRS نوع Ultraviolet-Visible (UV-Vis) جهت تعیین دامنه پاسخ کاتالیست‌های سنتز شده به نور و UV با استفاده از $BaSO_4$ به عنوان مرجع استفاده شد.

مشخصات راکتور: راکتور مورد استفاده در تحقیق حاضر از دو قسمت تشکیل شده است. محفظه واکنش با حجم مفید ۴۰۰ میلی‌لیتر که تمام مراحل فرایند فتوکاتالیستی در آن انجام می‌شود و محفظه ثانویه که محفظه اصلی را در برمی‌گیرد و دارای حجم مفید حدود ۶۰۰ میلی‌لیتر بود که هدف از آن، ثابت نگه داشتن دما در محفظه واکنش می‌باشد و آب در آن به طور مداوم جریان داشت. نور مرئی از طریق لامپ هالوژن‌دار تأمین گردید. اختلاط در راکتور با

برابر بحران مقاومت آنتی‌بیوتیکی، دولت‌ها متحمل هزینه‌های بسیار زیادی جهت جبران خسارت حاصل از آن تا سال ۲۰۵۰ خواهند شد (۶).

چالش اصلی فرایندهای تصفیه متداول فاضلاب، عدم کارایی مناسب جهت حذف ترکیبات دارویی است. در نتیجه، این آلاینده‌ها وارد آب‌های دریافت‌کننده پساب تصفیه‌خانه مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی به ویژه در کاربردهای استفاده مجدد از پساب می‌شود و موجب آلودگی آن‌ها خواهد گردید (۷). از معایب اصلی فرایندهای تصفیه بر پایه فرایندهای انتقال جرم از جمله کربن فعال و اسمز معکوس جهت حذف آلاینده‌های آلی مختلف به ویژه آنتی‌بیوتیک، عدم تخریب آلاینده می‌باشد (۸). در مقابل، فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته (Advanced oxidation process یا AOP) معرفی شده است که راندمان بسیار بالایی در تخریب آلاینده‌های مقاوم موجود در پساب به علت تولید رادیکال‌های مختلف از جمله هیدروکسل، سوپراکسید و حفره دارد (۹).

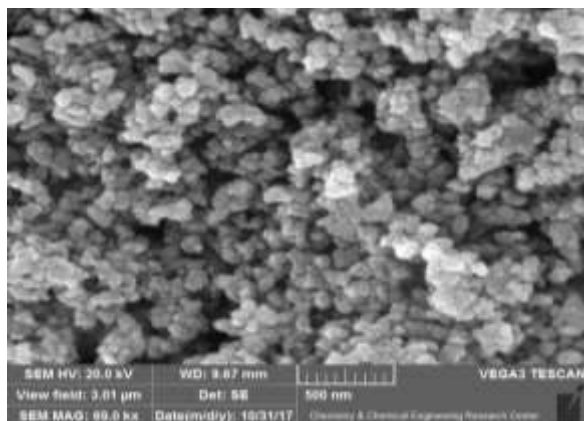
از میان فرایندهای AOP در سال‌های اخیر، فرایند فتوکاتالیستی بر پایه دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) به علت هزینه پایین، عدم سمیت و توانایی تخریب آلاینده، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۱۰). در این زمینه، فرزادکیا و همکاران به بررسی حذف فتوکاتالیستی مترونی‌داژول با استفاده از نانوذات TiO_2 فعال شده در نور فرابنفش (Ultraviolet یا UV) پرداختند (۱۱). در طی فرایند فتوکاتالیستی TiO_2 ، فوتون‌ها طیف نور UV را جذب می‌کنند و رادیکال‌های مختلفی را که توانایی اکسیداسیون بسیار بالایی دارد، تولید می‌نمایند. هنگامی که TiO_2 فوتون انرژی برابر یا بیشتر از باند گپ خود ($3/2$ ولت الکترون) دریافت می‌کند، یک الکترون (e^-) از باند ظرفیت به باند هدایت منتقل می‌شود که نتیجه این انتقال الکترون، یک حفره (h^+) یا فضای خالی در باند ظرفیت ایجاد می‌شود. با جداسازی بار الکتریکی، e^- و h^+ بر روی سطح کاتالیست منتقل می‌گردد و در واکنش‌های اکسیداسیون و احیای بعدی شرکت خواهد کرد. h^+ که بار مثبت دارد، از طریق اکسید کردن آلاینده‌های آلی و یا آب، قادر به تولید رادیکال هیدروکسیل می‌باشد. همچنین، الکترون توسط اکسیژن (O_2) به دام انداخته می‌شود و در نتیجه، رادیکال سوپراکسید (O_2^-) تولید می‌گردد (۱۲). با این وجود، استفاده از TiO_2 دارای محدودیت‌هایی است که از آن جمله می‌توان به بالا بودن انرژی باند گپ آن اشاره کرد که فعالیت فتوکاتالیستی آن را در نور مرئی محدود می‌سازد. در نتیجه، TiO_2 برای فعال شدن و تولید رادیکال‌های مختلف، به طول‌موج‌های کمتر از ۴۰۰ نانومتر نیازمند است، اما تنها ۵ درصد از نور خورشید که به زمین می‌رسد در این ناحیه قرار دارد (۱۳).

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی جهت افزایش پاسخ TiO_2 به نور مرئی صورت گرفته است که می‌توان دوپه کردن TiO_2 با فلزات نجیب، فلزات واسطه و همچنین، با عناصری از جمله بیسموت (Bi) را نام برد (۱۴، ۱۵). در مقایسه با دی‌اکسید تیتانیوم، اکسید بیسموت (Bi_2O_3) یک نیمه رسانا با باند گپ کوتاه است (۲/۸ ولت الکترون) که فعالیت فتوکاتالیستی آن را جهت تخریب آلاینده‌ها در نور مرئی امکان‌پذیر می‌سازد (۱۶). با این وجود، به علت این که الکترون‌های باند هدایت پتانسیل لازم جهت به دام‌اندازی مولکول‌های اکسیژن سطحی را ندارند ($0/۳۳ -$ الکترون/ولت/الکترون هیدروژن نرمال)، ترکیب مجدد جفت الکترون-حفره (e^-/h^+) در آن به سرعت انجام می‌شود و در نهایت، کارایی فتوکاتالیستی آن کاهش می‌یابد (۱۷).

در سال‌های اخیر توجه زیادی به کاربرد هم‌زمان چند کاتالیست به منظور افزایش فعالیت فتوکاتالیستی از طریق جلوگیری از ترکیب مجدد جفت الکترون-

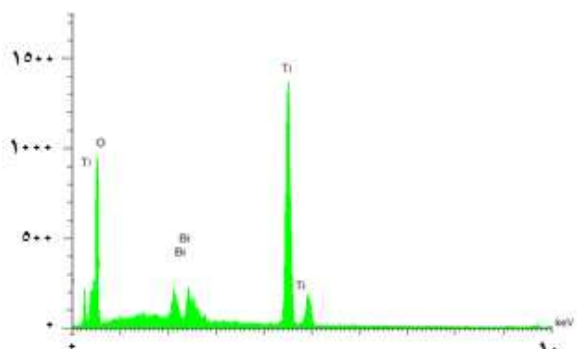
یافته‌ها

خصوصیات نانوکامپوزیت سنتز شده $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ اسکن SEM برای بررسی مورفولوژی کاتالیست سنتز شده $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ مورد استفاده قرار گرفت. توزیع Bi_2O_3 بر روی TiO_2 در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. نمای Scanning electron microscope (SEM) از کاتالیست BT5 با بزرگنمایی ۵۰۰ نانومتر

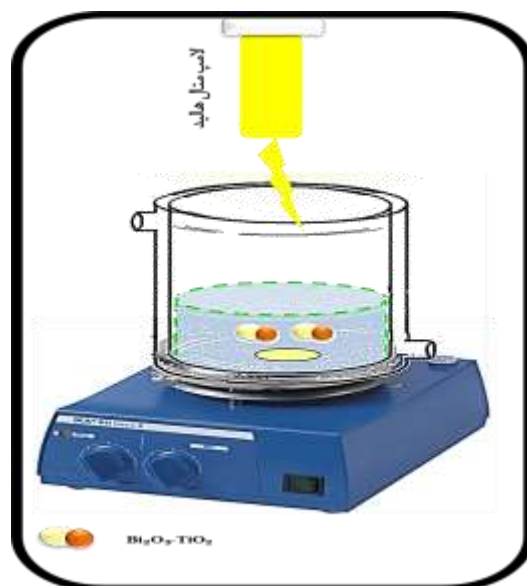
جهت بررسی بیشتر و به منظور بررسی نوع و درصد عناصر تشکیل دهنده، آنالیز EDX نیز بر روی کاتالیست سنتز شده انجام گرفت. شکل ۳ نشان می‌دهد که کاتالیست سنتز شده BT5 مورد بررسی از عناصر O، Bi، Ti تشکیل شده است.



شکل ۳. نمای آنالیز Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) از کاتالیست BT5 با مقدار بیسموت ۵ درصد وزنی

DRS/UV-Vis از نوع UV-Vis DRS از نوع UV-Vis حاصل از TiO_2 خالص، BT یک درصد، BT دو درصد و BT5 در شکل ۴ نشان داده شده است. بر اساس شکل ۴، جذب TiO_2 در ناحیه نور مرئی قابل اغماض می‌باشد. همچنین، تمام کاتالیست‌های سنتز شده $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ پاسخ اپتیکی واضحی را در ناحیه نور مرئی نشان دادند. افزایش مقدار Bi_2O_3 تأثیر قابل توجهی بر جذب نور مرئی داشت و باعث تغییر در منحنی DRS به سمت ناحیه نور مرئی شد.

استفاده از همزن مغناطیسی و مگنت صورت گرفت. نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف انجام و روند حذف آموکسی سیلین در این راکتور بررسی شد. راکتور ساخته شده و مورد استفاده در مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

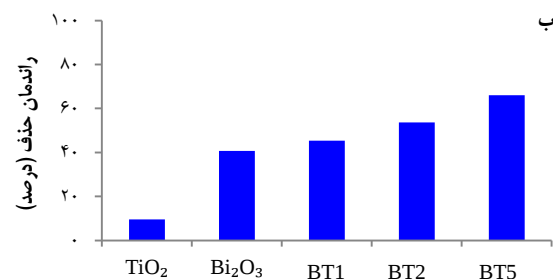
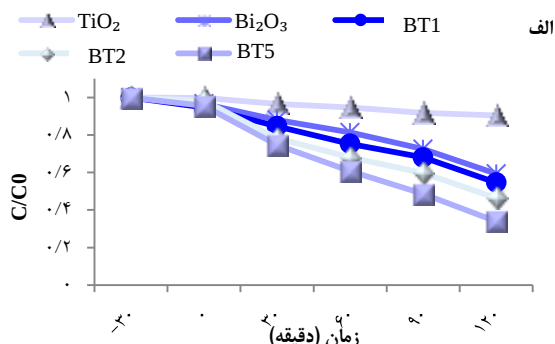


شکل ۱. راکتور مورد استفاده در مطالعه حاضر

آزمایش‌های فتوکاتالیستی: آزمایش تجزیه فتوکاتالیستی در ادامه آمده است. ۰/۵ گرم در لیتر کاتالیست به محلول حاوی ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر آموکسی سیلین اضافه گردید و سوسپانسیون تهیه شده برای دستیابی به تعادل جذب-وا جذب، قبل از قرار گرفتن تحت تابش نور مرئی، به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی تحت اختلاط مغناطیسی قرار گرفت. هوا به طور مداوم با سرعت ۲ لیتر در دقیقه وارد راکتور شد. زمان تماس در این فرایند، ۱۲۰ دقیقه بود. قبل از روشن کردن لامپ متال هالید، غلظت سوسپانسیون متعادل شده مورد آنالیز قرار گرفت و مقدار آن به عنوان غلظت اولیه متعادل شده تعیین گردید. سوسپانسیون آبی (۵ میلی‌لیتر) به صورت دوره‌ای جمع‌آوری و در نهایت، نمونه با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (High-performance liquid chromatography یا HPLC) قرائت شد. لازم به ذکر است که پس از انتخاب کاتالیست بهینه، pH محلول و غلظت آنتی‌بیوتیک نیز بهینه گردید.

داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون Independent t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

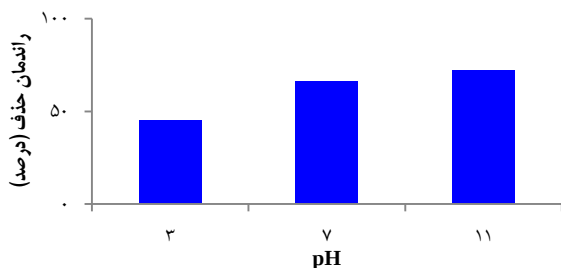
روش آنالیز نمونه‌ها: جهت اندازه‌گیری غلظت آنتی‌بیوتیک در پژوهش حاضر، از دستگاه HPLC (مدل CE4100، شرکت Cecil، انگلستان) دارای ستون Hichrom (مدل HI-5C18-4371، شرکت Hichrom، آلمان) با طول ۲۰۰ میلی‌متر، عرض ۴/۶ میلی‌متر و قطر ۵ میکرومتر و مجهز به آشکارساز UV-Vis (مدل CE4200، شرکت Cecil، انگلستان) در طول موج ۲۳۰ نانومتر استفاده شد. فاز متحرک A (بافر فسفات پتاسیم ۰/۰۲۵ مولار) و B (متانول) با نسبت حجمی ۶۰:۴۰ و دبی دستگاه ۱ میلی‌لیتر در دقیقه و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. حجم تزریق نمونه، ۲۰ میکرولیتر بود.



شکل ۵. تأثیر کاتالیست های سنتز شده TiO_2 , Bi_2O_3 , BT1, BT2 و BT5 بر کارایی فرایند حذف آموکسی سیلین در نور مرئی (الف) و تأثیر کاتالیست های سنتز شده TiO_2 , Bi_2O_3 , BT1, BT2 و BT5 بر راندمان حذف آموکسی سیلین در نور مرئی ($\text{pH} = 7$)، غلظت آموکسی سیلین ۱۵ میلی گرم بر لیتر و دوز کاتالیست ۰/۵ گرم بر لیتر

بررسی تأثیر غلظت اولیه آموکسی سیلین بر کارایی حذف آن:

تغییر کارایی حذف با تغییر در غلظت آموکسی سیلین (۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر) در pH بهینه ۱۱ و در حضور کاتالیست BT5 با زمان تماس ۱۲۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۷ یافته های حاصل از تأثیر غلظت اولیه آموکسی سیلین بر کارایی کاتالیست در حذف آموکسی سیلین را نشان می دهد. بر این اساس، بیشترین میزان حذف آموکسی سیلین در غلظت ۱۰ میلی گرم بر لیتر حاصل گردید.



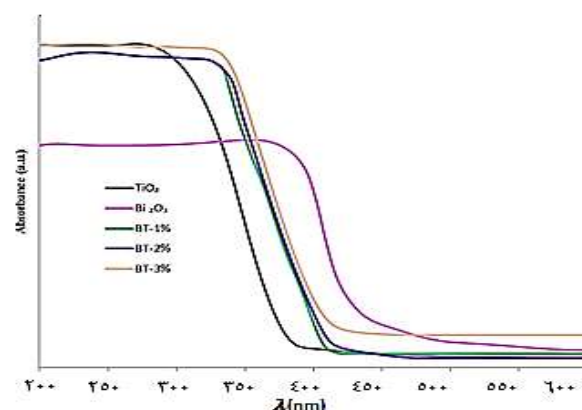
شکل ۶. تجزیه آموکسی سیلین در pH های مختلف (۳، ۷ و ۱۱) در فرایند حذف فتوکاتالیستی در نور مرئی (غلظت آموکسی سیلین ۱۵ میلی گرم بر لیتر، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و در حضور کاتالیست BT5)

انرژی باند گپ (E_{bg}) کاتالیست های مورد بررسی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۲۰).

$$E_{bg} = 1240/\lambda_{\max}$$

رابطه ۱

انرژی باند گپ کاتالیست های TiO_2 خالص، BT1، BT2 و BT5 به ترتیب ۳/۲۰، ۲/۸۰، ۲/۹۸، ۲/۹۴ و ۲/۸۹ الکترون ولت به دست آمد. یافته های حاصل از تحقیق حاضر مشخص نمود که با افزایش مقدار Bi_2O_3 انرژی باند گپ در کاتالیست $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ کاهش و فعالیت فتوکاتالیستی افزایش یافت.



شکل ۴. طیف سنجی Diffuse reflectance spectroscopy (DRS) از نوع UV-Vis (Ultraviolet-Visible)

بررسی تأثیر کاتالیست های سنتز شده در حذف آموکسی سیلین:

به منظور بررسی تأثیر کاتالیست های سنتز شده بر راندمان حذف آموکسی سیلین تحت تابش نور مرئی، فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2 ، Bi_2O_3 ، BT1، BT2 و BT5 در $\text{pH} = 7$ و غلظت آموکسی سیلین ۱۵ میلی گرم بر لیتر و مقدار کاتالیست ۰/۵ میلی گرم بر لیتر مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۵، قسمت های الف و ب). این یافته ها نشان داد که بیشترین کارایی حذف آموکسی سیلین در زمان تماس ۱۲۰ دقیقه به میزان ۶۶ درصد توسط کاتالیست BT5 حاصل گردید. در نتیجه، مقدار بهینه Bi_2O_3 در کاتالیست های سنتز شده، ۵ درصد می باشد و بر اساس این نتایج، کاتالیست BT5 به عنوان کاتالیست بهینه انتخاب گردید و در مراحل بعدی آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفت.

بررسی تأثیر pH بر کارایی حذف آموکسی سیلین:

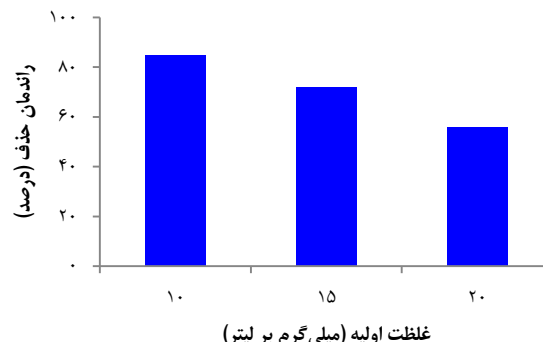
حاضر به منظور بررسی تأثیر pH بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی جهت حذف آموکسی سیلین، pH در دامنه ۳، ۷ و ۱۱ در غلظت اولیه ۱۵ میلی گرم بر لیتر آموکسی سیلین و در حضور کاتالیست BT5 مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات راندمان حذف آموکسی سیلین به عنوان تابعی از pH محلول در شکل ۶ نشان داده شده است. بر اساس یافته های به دست آمده، بیشترین راندمان حذف آموکسی سیلین در $\text{pH} = 11$ حاصل گردید. با توجه به نتایج به دست آمده در $\text{pH} = 11$ و پس از زمان تماس ۱۲۰ دقیقه، راندمان حذف آموکسی سیلین به ۷۲/۱۲ درصد رسید.

اساس نتایج مطالعه Su و همکاران، Bi_2O_3 در ساختار $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ نقش حساس کننده به نور را ایفا می کند و موجب افزایش پاسخ TiO_2 به نور مرئی می شود. در نتیجه، در حضور Bi_2O_3 ، کارایی حذف آلاینده آلی توسط TiO_2 در نور مرئی افزایش می یابد (۲۱). در پژوهش Sood و همکاران، تأثیر مثبت حضور بیسموت بر افزایش فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2 در نور مرئی گزارش شده است (۲۲).

بررسی تأثیر pH بر کارایی حذف آموکسی سیلین: به منظور به حداکثر رساندن کارایی فرایند حذف فتوکاتالیستی، ارزیابی و بهینه سازی شاخص های تجربی ضروری است. برای تفسیر اثر pH اولیه بر فرایند فتوکاتالیستی، حذف آموکسی سیلین در pH های مختلف توسط کاتالیست BT5 مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۶). در این سری واکنش، pH محلول حاوی آنتی بیوتیک برابر با ۳، ۷ و ۱۱ انتخاب گردید و آزمایش ها در محلول آنتی بیوتیک با غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر صورت گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که حذف آموکسی سیلین در $\text{pH} = ۱۱$ توسط کاتالیست BT5، بیشترین مقدار و در ۷ pH کمترین مقدار می باشد. نقطه صفر بار کاتالیست $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ $\text{pH} = ۶/۸$ (پH_{ZPC}=۶/۸) گزارش شد. بنابراین، سطح آن می تواند به ترتیب در پایین و بالای نقطه ایزوالکتریک مثبت یا منفی باشد (۲۳). این رفتار در جذب آموکسی سیلین بر روی سطح کاتالیست تأثیر می گذارد. بار آموکسی سیلین از بار مثبت در pH اسیدی تا بار منفی در pH قلیایی متغیر است (۲۴). بالا بودن درصد حذف آنتی بیوتیک به افزایش تولید رادیکال های فعال در pH بالا بر روی سطح کاتالیست و همچنین، هیدرولیز آموکسی سیلین به دلیل ناپایداری حلقه بتالاکنام در pH بالا نسبت داده شده که در مطالعات پیشین به تأیید رسیده است (۲۵). در این راستا، در مطالعه Chaudhuri و Elmolla، تأثیر مثبت pH بالا بر افزایش حذف آموکسی سیلین به دلیل احتمال افزایش تولید گونه های رادیکالی گزارش شد (۲۶).

بررسی تأثیر غلظت اولیه آموکسی سیلین بر کارایی حذف آن: در پژوهش حاضر، کارایی حذف آموکسی سیلین در غلظت های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر توسط کاتالیست BT5 مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب، با افزایش غلظت آموکسی سیلین، درصد حذف آموکسی سیلین کاهش می یابد (شکل ۷). با افزایش غلظت آلاینده دارویی در محلول، فوتون های نوری بیشتری توسط ترکیبات دارویی جذب می شود و فوتون های نوری کمتری جذب سطح کاتالیست می گردد و در نتیجه، با تولید کمتر گونه های فعال رادیکالی، درصد حذف آلاینده کاهش خواهد یافت (۲۷).

بررسی میزان معدنی سازی آموکسی سیلین: به دلیل احتمال تشکیل محصولات میانی با سمیت بیشتر در کاربرد فرایندهای فتوکاتالیستی هتروژن، اندازه گیری TOC به عنوان شاخصی جهت تبدیل آلاینده به محصولات نهایی بی خطر آب و دی اکسید کربن، اهمیت فراوانی دارد (۲۸). بر اساس یافته های حاصل از اندازه گیری TOC، پس از گذشت ۱۲۰ دقیقه از شروع واکنش، TOC به میزان ۵۸/۰۶ درصد حذف گردید. مطابق با نتایج تحقیق Elmolla و Chaudhuri، روند معدنی سازی آموکسی سیلین شامل باز شدن حلقه بتالاکنام و سپس با ادامه مدت زمان تماس با نور، واکنش هایی برای معدنی سازی کامل با تشکیل دی اکسید کربن و آب صورت می گیرد (۲۶).



شکل ۷. تأثیر غلظت اولیه آموکسی سیلین بر راندمان حذف آن در نور مرئی ($\text{pH} = ۱۱$ ، زمان تماس ۱۲۰ دقیقه و در حضور کاتالیست BT5)

بررسی میزان معدنی سازی آموکسی سیلین: میزان حذف Total organic carbon (TOC) تحت شرایط بهینه فرایند فتوکاتالیستی بعد از گذشت ۱۲۰ دقیقه از زمان واکنش مورد سنجش قرار گرفت. مقدار TOC در ورودی راکتور ۱۰ میلی گرم بر لیتر آموکسی سیلین و در تماس با کاتالیست BT5، از ۱۸۶ به ۷۸ میلی گرم بر لیتر رسید که نشان دهنده ۵۸/۰۶ درصد معدنی سازی می باشد.

بحث

خصوصیات نانوکامپوزیت سنتز شده $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$: در مطالعه حاضر، از SEM برای تشخیص مورفولوژی و از EDX جهت شناسایی عناصر استفاده گردید. همچنین، خصوصیت نوری کاتالیست سنتز شده با استفاده از تکنیک DRS از نوع UV-Vis مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از SEM در شکل ۲، نانوذرات Bi_2O_3 به طور یکنواخت بر روی سطح TiO_2 توزیع شده است. همچنین، با توجه به نتایج آنالیز EDX ترکیب عنصری نانوکامپوزیت سنتز شده تخمین زده شد که عبارت از ۶۲/۲۴ درصد تیتانیوم، ۱۴/۳۱ درصد بیسموت و ۲۳/۴۵ درصد اکسیژن (بر حسب درصد وزنی) می باشد (شکل ۳). نتایج آنالیز DRS با استفاده از اسپکتروفتومتر Shimadzu UV-2550 در طول موج ۲۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر (شکل ۴) نشان داد که TiO_2 با انرژی باند گپ ۳/۲ الکترون ولت، جذب قابل توجهی در ناحیه نور مرئی از خود نشان نمی دهد. در مقایسه با TiO_2 ، در کاتالیست سنتز شده $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ ، جذب نور در طول موج های بالاتر از ۴۰۰ نانومتر افزایش می یابد. در نتیجه، فوتون با انرژی کمتری برای انجام واکنش فتوکاتالیستی نیاز است و کارایی استفاده از نور مرئی را برای تجزیه فتوکاتالیستی افزایش می دهد.

بررسی تأثیر مقدار بیسموت دوپه شده بر کارایی حذف آموکسی سیلین: به منظور دستیابی به شرایط بهینه فرایند فتوکاتالیستی، اثر مقدار بیسموت دوپه شده بر TiO_2 در افزایش درصد حذف آموکسی سیلین تحت تابش نور مرئی مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس شکل ۵ (قسمت های الف و ب)، فعالیت کاتالیست های سنتز شده بستگی به درصد Bi_2O_3 در ترکیب دارد و در این میان، کاتالیست BT5 فعالیت کاتالیستی بهتری را نشان داد. بر

جفت الکترون/حفره (e^-/h^+) و افزایش طول عمر حامل‌های بار نسبت داده شده است.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۹۵۰۲۲۷۲۸۵۹۵ مصوب دانشگاه علوم پزشکی ایران می‌باشد. بدین وسیله از آقایان مهندس حسن پورمسلمی، مهندس مجتبی یگانه بادی و مهرداد شاهپری و همچنین، کلیه افرادی که در اجرای این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نتیجه‌گیری

در مجموع، سنتز کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ به روش هیدروترمال انجام شد و فعالیت فتوکاتالیستی کاتالیست سنتز شده با تجزیه آموکسی سیلین در نور مرئی مورد بررسی قرار گرفت. کاتالیست $Bi_2O_3-TiO_2$ بر خلاف TiO_2 که فعالیت فتوکاتالیستی آن در نور مرئی قابل اغماض است، به خوبی به نور مرئی پاسخ می‌دهد و در این میان، BT_5 فعالیت فتوکاتالیستی بهتری را در شرایط مشابه آزمایشگاهی نسبت به کاتالیست‌های سنتز شده BT_1 ، Bi_2O_3 ، TiO_2 و BT_3 نشان می‌دهد. افزایش در فعالیت فتوکاتالیستی، به جلوگیری از ترکیب مجدد

References

1. Qu X, Alvarez PJJ, Li Q. Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. *Water Res* 2013; 47(12): 3931-46.
2. Lee SY, Park SJ. TiO_2 photocatalyst for water treatment applications. *J Ind Eng Chem* 2013; 19(6): 1761-9.
3. Qadir M, Sharma BR, Bruggeman A, Choukr-Allah R, Karajeh F. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agric Water Manag* 2007; 87(1): 2-22.
4. Homem V, Santos L. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices-a review. *J Environ Manage* 2011; 92(10): 2304-47.
5. Leonard CT, Ward D, Longson C. Antimicrobial resistance: A light at the end of the tunnel? *Lancet* 2017; 389(10071): 803.
6. Munguia J, Nizet V. Pharmacological targeting of the host-pathogen interaction: Alternatives to classical antibiotics to combat drug-resistant superbugs. *Trends Pharmacol Sci* 2017; 38(5): 473-88.
7. Stackelberg PE, Furlong ET, Meyer MT, Zaugg SD, Henderson AK, Reissman DB. Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant. *Sci Total Environ* 2004; 329(1-3): 99-113.
8. Escola CM, Bester K. Can those organic micro-pollutants that are recalcitrant in activated sludge treatment be removed from wastewater by biofilm reactors (slow sand filters)? *Sci Total Environ* 2015; 506-507: 315-22.
9. Oller I, Malato S, Sanchez-Perez JA. Combination of advanced oxidation processes and biological treatments for wastewater decontamination--a review. *Sci Total Environ* 2011; 409(20): 4141-66.
10. Li H, Liu J, Qian J, Li Q, Yang J. Preparation of Bi-doped TiO_2 nanoparticles and their visible light photocatalytic performance. *Chinese J Catal* 2014; 35(9): 1578-89.
11. Farzadkia M, Bazrafshan E, Esrafil A, Yang JK, Shirzad-Siboni M. Photocatalytic degradation of Metronidazole with illuminated TiO_2 nanoparticles. *J Environ Health Sci Eng* 2015; 13: 35.
12. Gar Alalm M, Tawfik A, Ookawara S. Enhancement of photocatalytic activity of TiO_2 by immobilization on activated carbon for degradation of pharmaceuticals. *J Environ Chem Eng* 2016; 4(2): 1929-37.
13. In S, Orlov A, Berg R, Garcia F, Pedrosa-Jimenez S, Tikhov MS, et al. Effective visible light-activated B-doped and B,N-codoped TiO_2 photocatalysts. *J Am Chem Soc* 2007; 129(45): 13790-1.
14. Daghrir R, Drogui P, Robert D. Modified TiO_2 for environmental photocatalytic applications: A review. *Ind Eng Chem Res* 2013; 52(10): 3581-99.
15. Yi W, Yan C, Hamdy MS, Baltrusaitis J, Mul G. Effects of bismuth addition and photo-deposition of platinum on (surface) composition, morphology and visible light photocatalytic activity of sol-gel derived TiO_2 . *Appl Catal B* 2014; 154-155: 153-60.
16. Ge M, Li Y, Liu L, Zhou Z, Chen W. $Bi_2O_3-Bi_2WO_6$ composite microspheres: Hydrothermal synthesis and photocatalytic performances. *J Phys Chem C* 2011; 115(13): 5220-5.
17. Yi S, Yue X, Xu D, Liu Z, Zhao F, Wang D, et al. Study on photogenerated charge transfer properties and enhanced visible-light photocatalytic activity of p-type Bi_2O_3/n -type ZnO heterojunctions. *New J Chem* 2015; 39(4): 2917-24.
18. Huang Y, Wei Y, Wang J, Luo D, Fan L, Wu J. Controllable fabrication of Bi_2O_3/TiO_2 heterojunction with excellent visible-light responsive photocatalytic performance. *Appl Surf Sci* 2017; 423: 119-30.
19. Yang J, Dai J, Li J. Visible-light-induced photocatalytic reduction of Cr(VI) with coupled Bi_2O_3/TiO_2 photocatalyst and the synergistic bisphenol A oxidation. *Environ Sci Pollut Res Int* 2013; 20(4): 2435-47.
20. Escobedo Salas S, Serrano Rosales B, de Lasa H. Quantum yield with platinum modified TiO_2 photocatalyst for hydrogen production. *Appl Catal B* 2013; 140-141: 523-36.
21. Su K, Ai Z, Zhang L. Efficient visible light-driven photocatalytic degradation of pentachlorophenol with Bi_2O_3/TiO_2-xBx . *J Phys Chem C* 2012; 116(32): 17118-23.
22. Sood S, Mehta SK, Sinha ASK, Kansal SK. Bi_2O_3/TiO_2 heterostructures: Synthesis, characterization and their application in solar light mediated photocatalyzed degradation of an antibiotic, ofloxacin. *Chem Eng J* 2016; 290: 45-52.
23. Sud D, Syal A. Investigations on the phase transformation, optical characteristics, and photocatalytic activity of synthesized heterostructured nanoporous $Bi_2O_3TiO_2$. *J Chin Chem Soc* 2016; 63(9): 776-83.

24. Basha S, Barr C, Keane D, Nolan K, Morrissey A, Oelgemoller M, et al. On the adsorption/photodegradation of amoxicillin in aqueous solutions by an integrated photocatalytic adsorbent (IPCA): Experimental studies and kinetics analysis. *Photochem Photobiol Sci* 2011; 10(6): 1014-22.
25. Elmolla ES, Chaudhuri M. Degradation of amoxicillin, ampicillin and cloxacillin antibiotics in aqueous solution by the UV/ZnO photocatalytic process. *J Hazard Mater* 2010; 173(1-3): 445-9.
26. Elmolla ES, Chaudhuri M. Photocatalytic degradation of amoxicillin, ampicillin and cloxacillin antibiotics in aqueous solution using UV/TiO₂ and UV/H₂O₂/TiO₂ photocatalysis. *Desalination* 2010; 252(1): 46-52.
27. An T, An J, Yang H, Li G, Feng H, Nie X. Photocatalytic degradation kinetics and mechanism of antiviral drug-lamivudine in TiO₂ dispersion. *J Hazard Mater* 2011; 197: 229-36.
28. Lai WW, Hsu MH, Lin AY. The role of bicarbonate anions in methotrexate degradation via UV/TiO₂: Mechanisms, reactivity and increased toxicity. *Water Res* 2017; 112: 157-66.

Investigation of Photocatalytic Removal of Amoxicillin from Aquatic Environment Using $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$

Ali Esrafil¹, Maryam Salimi², Ahmad Jonidi-Jafari³, Roshanak Rezaei-Kalantary³

Original Article

Abstract

Background: The continuous introduction of antibiotics, including amoxicillin, into the environment has created potential health risks, especially resistance of pathogenic microorganisms. In recent years, several efforts have been made by researchers to develop methods that lead to the destruction of antibiotics, including photocatalytic processes based on TiO_2 . The aim of this study was to evaluate the efficiency of catalyst $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ in the removal of amoxicillin from aqueous environment.

Methods: In this fundamental-applied study, the catalyst $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ was first synthesized by hydrothermal method. The scanning electron microscope (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and diffuse reflectance spectroscopy (DRS) analysis were used to determine the characteristics of the nanocomposite. Then, the effect of factors such as the content of bismuth in the $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, the initial concentration of amoxicillin (10, 15, and 20 mg/l), pH (3 to 11), and mineralization rate were investigated.

Findings: The catalyst BT5 showed more photocatalytic degradation efficiency of amoxicillin under visible light irradiation. The optimum pH and amoxicillin concentration in this process were determined as 11 and 10 mg/l, respectively. The maximum efficiency of this process was 85%, at optimal conditions after 120 minutes.

Conclusion: The results of this study showed that the photocatalytic process based on $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ compared to pure TiO_2 , is an effective method for removing amoxicillin from the aqueous environment, and the use of Bi_2O_3 will effectively increase the photocatalytic activity of TiO_2 in visible light.

Keywords: Amoxicillin, Photocatalytic process, Titanium dioxide, Bismuth, Visible light

Citation: Esrafil A, Salimi M, Jonidi-Jafari A, Rezaei-Kalantary R. Investigation of Photocatalytic Removal of Amoxicillin from Aquatic Environment Using $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$. J Health Syst Res 2018; 14(3): 369-76.

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- PhD Candidate, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Corresponding Author: Maryam Salimi, Email: m_salimi97@yahoo.com

اثربخشی برنامه آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو

زهرا خیالی^۱، ریحانه سلیمی^۲، افسانه قاسمی^۳، علی خانی جیحونی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سبک زندگی ناسالم، از عوامل مؤثر بر کنترل قند خون می‌باشد. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تعیین اثربخشی برنامه آموزشی مبتنی بر مدل ارتقا دهنده سلامت Pender بر بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع نیمه تجربی (مداخله‌ای) بود که بر روی ۹۰ بیمار مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه‌کننده به درمانگاه بیمارستان داراب در سال ۱۳۹۴ صورت گرفت. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه استاندارد سبک زندگی متشکل از ۵۲ سؤال در دو بخش اصلی شامل رفتارهای ارتقا دهنده سلامت و سلامت روانی- اجتماعی، توسط گروه‌های آزمون و شاهد قبل و سه ماه بعد از مداخله آموزشی جمع‌آوری گردید و سپس در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < 0/050$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین سنی بیماران گروه‌های آزمون و شاهد به ترتیب $52/09 \pm 12/60$ و $51/51 \pm 13/40$ سال بود. بیشتر شرکت‌کنندگان دو گروه متأهل، شاغل و دارای سطح تحصیلات دیپلم بودند و تفاوت معنی‌داری در این زمینه بین دو گروه وجود نداشت ($P > 0/050$). میانگین نمرات سبک زندگی در دو بخش اصلی شامل رفتارهای ارتقا دهنده سلامت و سلامت روانی- اجتماعی و زیرمقیاس‌های آن در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد پس از مداخله آموزشی افزایش یافت که این افزایش معنی‌دار بود ($P < 0/050$).

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده بر اثربخشی آموزش در بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت تأکید می‌نماید. بنابراین، طراحی برنامه‌های آموزشی با استفاده از مدل ارتقای سلامت در مراکز بهداشتی- درمانی به منظور ارتقای سلامت پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: دیابت نوع دو، سبک زندگی، آموزش، مدل ارتقای سلامت Pender

ارجاع: خیالی زهرا، سلیمی ریحانه، قاسمی افسانه، خانی جیحونی علی. اثربخشی برنامه آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۸۳-۳۷۷

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲۷

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲

زندگی، با کنترل و پیشگیری بیماری‌های مزمن از جمله دیابت نوع دو مرتبط است (۸، ۲)؛ به گونه‌ای که با تغییر سبک زندگی، ۹۰ درصد بیماری دیابت قابل پیشگیری است (۹). به عنوان مثال، Baker و همکاران با انجام پژوهشی به این نتیجه رسیدند که اصلاح سبک زندگی در کنترل بیماری دیابت موفق‌تر از مداخله دارویی می‌باشد (۱۰). برای ارتقای شیوه زندگی سالم باید بر حیطه‌هایی مانند تغذیه، فعالیت بدنی، ارتباط میان فردی، مدیریت استرس، رشد معنوی و مسؤولیت‌پذیری سلامت توجه خاصی داشت که این حیطه‌ها در قالب مقیاس سبک زندگی طراحی شده‌اند (۱۱).

موثرترین برنامه مداخلات سبک زندگی در دیابت نوع دو، ترکیبی از محدودیت‌های رژیم غذایی، فعالیت‌های فیزیکی و بهبود عوامل رفتاری است (۱۲). تحقیقات انجام شده حاکی از تأثیر مثبت آموزش بر بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو است (۱۶-۱۳). با توجه به اهمیت آموزش و ارتقای سلامت در بیماران مبتلا به دیابت، ارائه برنامه‌های آموزشی بر اساس الگوهای آموزشی ضروری به نظر می‌رسد (۱۳).

یکی از الگوهای جامع و پیشگویی‌کننده جهت رفتارهای ارتقا دهنده

مقدمه

دیابت از جمله بیماری‌های مزمنی می‌باشد که با افزایش مزمن قند خون یا هیپرگلیسمی مشخص می‌شود و ناشی از اختلال ترشح یا عمل انسولین یا هر دوی آن‌ها است. دیابت نوع ۱ و ۲، دو شکل اصلی و مهم این بیماری مزمن محسوب می‌شوند (۱) که به ترتیب در حدود ۱۰ و ۹۰ درصد از کل جمعیت بیماران مبتلا به دیابت را درگیر کرده‌اند (۲). در سراسر جهان، ۳۸۲ میلیون بزرگسال (۳/۸ درصد) به بیماری دیابت مبتلا هستند و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۵، این تعداد به بیش از ۵۹۲ میلیون نفر افزایش یابد (۳). متأسفانه این افزایش در کشورهای در حال توسعه از جمله کشور ما چشمگیرتر است (۴)؛ به طوری که میزان مبتلایان به دیابت در ایران ۱۰/۳ درصد برآورد شده است (۵). تغییرات محیطی مربوط به شهرسازی و سبک زندگی، نقش مهمی در اپیدمی دیابت نوع دو در جهان دارد (۶). سبک زندگی ناسالم مانند داشتن اضافه وزن، نداشتن فعالیت فیزیکی مناسب و زندگی پراسترس به عنوان عوامل مؤثر بر کنترل قند خون شناخته شده‌اند و کنترل قند خون بدون تغییر سبک زندگی مؤثر و کارآمد نیست (۷). پیشینه تحقیقاتی نیز نشان می‌دهد که تغییر در سبک

- ۱- کارشناس ارشد، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
 - ۲- کارشناس، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
 - ۳- استادیار، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی فسا، فسا، ایران
- نویسنده مسؤول: افسانه قاسمی

Email: naz7899@yahoo.com

اشتغال یا فارغ التحصیل رشته‌های بهداشتی- درمانی و تمایل به شرکت در مطالعه، انتخاب شدند. نمونه‌های انتخاب شده به صورت تصادفی ساده به دو گروه آزمون و شاهد تقسیم‌بندی شدند.

داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه خودگزارشی مشتمل بر دو بخش جمع‌آوری شد؛ بخش اول مشخصات جمعیت‌شناختی و بخش دوم پرسش‌نامه استاندارد سبک زندگی (۲۶) متشکل از ۵۲ سؤال در دو قسمت اصلی و شش زیرمجموعه بود. دو قسمت اصلی شامل رفتارهای ارتقا دهنده سلامت و سلامت روانی- اجتماعی می‌باشد. بخش رفتارهای ارتقای سلامت در برگزیده ۹ سؤال در ارتباط با حیطه‌های احساس سلامت در قبال سلامت فردی (چک کردن ظاهری بدن از نظر تغییرات فیزیکی یا علایم خطرناک هر ماه)، ۸ سؤال در ارتباط با فعالیت بدنی (شرکت در فعالیت‌های ورزشی سبک تا متوسط مانند پیاده‌روی مداوم به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه ۵ بار یا بیشتر در هفته) و ۹ سؤال در ارتباط با تغذیه (محدودیت استفاده از شکر و شیرینی‌ها) است. بخش سلامت روانی- اجتماعی شامل ۹ سؤال در ارتباط با رشد معنوی (باور به داشتن هدف در زندگی)، ۹ سؤال درباره ارتباطات بین فردی (برطرف کردن اختلافات خود با دیگران از طریق مذاکره و توافق دو طرفه) و ۸ سؤال در ارتباط با مدیریت استرس (پذیرفتن موارد غیر قابل تغییر در زندگی) بود. نحوه نمره‌دهی در هر حیطه بر اساس مقیاس لیکرت چهار درجه‌ای و در محدوده ۱ (هرگز) تا ۴ (همیشه) انجام شد که میانگین نمره بالاتر نشان دهنده وضعیت سلامتی بهتر بود. مطالعات پیشین گزارش کرده‌اند که پرسش‌نامه از روایی کافی برای استفاده در میان گروه‌های مختلف اجتماعی مانند دانشجویان، نوجوانان، جوانان و بزرگسالان جهت بررسی و مقایسه ارتباطات و تعیین عوامل شیوه زندگی ارتقا دهنده سلامت برخوردار است (۲۷).

پایایی پرسش‌نامه استاندارد سبک زندگی با استفاده از ضریب Cronbach's alpha، برای کل پرسش‌نامه با مقدار ۰/۹۴ و برای شش حیطه ابزار در بازه‌ای از ۰/۷۹ تا ۰/۹۴ تأیید گردید (۲۸). همچنین، پایایی آن در تحقیق حسین‌نژاد و کلاتر زاده در ایران با میزان Cronbach's alpha بین ۰/۶۸ تا ۰/۸۳ برای شش حیطه مورد تأیید قرار گرفت (۲۹).

ابتدا پیش‌آزمون از هر دو گروه به عمل آمد و سپس با هماهنگی با مسؤول بیمارستان امام حسن (ع) در یکی از اتاق‌های درمانگاه پنج جلسه آموزشی ۶۰ دقیقه‌ای به شیوه بحث گروهی و پرسش و پاسخ همراه با تصاویر آموزشی برای گروه آزمون برگزار گردید. برای یادآوری مطالب، در پایان جلسات کتابچه آموزشی حاوی اطلاعات ارایه شده به آن‌ها داده شد.

محتوای برنامه آموزشی جلسه اول شامل نکاتی در مورد دیابت و روش‌های پیشگیری و کنترل آن، نحوه تنظیم برنامه غذایی، گروه‌های مواد غذایی و سلامت طبع آن‌ها به شیوه بحث گروهی همراه با تصاویر آموزشی، جلسه دوم در مورد نوع و نحوه انجام فعالیت فیزیکی و مدت زمان آن، فواید انجام آن به شیوه بحث گروهی، پرسش و پاسخ همراه با تصاویر آموزشی، جلسه سوم در خصوص ایمان، ارتباط با خدا، امیدواری و ارتباط مؤثر با دیگران به شیوه بحث گروهی، پرسش و پاسخ، جلسه چهارم درباره استرس و شیوه‌های کنترل آن به شیوه بحث گروهی، پرسش و پاسخ و انجام عملی روش‌های آرام‌سازی و جلسه پنجم درباره موانع فیزیکی- روانی در انجام رفتارهای تغذیه‌ای، فعالیت ورزشی و فعالیت‌های اجتماعی در کنترل بیماری دیابت، ارتقای سطح خودکارآمدی افراد در جهت برطرف نمودن موانع مذکور به شیوه بحث گروهی و سخنرانی توسط یک فرد مبتلا به دیابت که سبک زندگی مطلوب و مناسبی داشته است، بود.

سلامت و کیفیت زندگی که چارچوب تئوریک برای کشف عوامل مؤثر در رفتارهای ارتقای سلامت و کیفیت زندگی فراهم آورده است، الگوی ارتقای سلامت Pender می‌باشد که رفتار بهداشتی را پیش‌بینی می‌کند (۱۷). این مدل از تئوری شناختی اجتماعی مشتق شده است و از سه گروه عوامل شامل «تجارب و ویژگی‌های فردی، احساس و شناخت‌های ویژه رفتار و پیامدهای رفتاری» تشکیل شده است که بر رفتار ارتقا دهنده سلامت تأثیر می‌گذارد (۱۸). رفتار ارتقا دهنده سلامت، پیامد رفتاری مطلوب و نقطه نهایی در مدل ارتقا سلامت به شمار می‌رود (۱۹).

مدل ارتقای سلامت از اجزایی تشکیل شده که در ادامه آمده است. منافع درک شده: نمایش روانی پیامدهای مثبت یا تقویت‌کننده یک رفتار؛ موانع درک شده: سدها، پیچیدگی و هزینه‌های شخصی انجام یک رفتار خاص؛ خودکارآمدی درک شده: قضاوت توانایی شخصی در سازماندهی و اجرای یک رشته از فعالیت؛ احساس مرتبط با رفتار (مثبت و منفی): حالت‌های انتزاعی احساس بر پایه تناسب‌های تحریکی مرتبط با حادثه رفتاری؛ تأثیر گذارنده‌های بین فردی: شناخت‌های مرتبط با رفتارها، عقاید یا نگرش‌های دیگران؛ تأثیر گذارنده‌های وضعیتی: ادراک و شناخت‌های فردی از هر وضعیت یا زمینه‌ای که بتواند رفتار را تسهیل نماید و یا مانع شود؛ تعهد به طرح: تعهد به انجام یک عمل خاص بدون توجه به ترجیحات رقابت‌کننده و رفتار؛ عملی که در یک زمان مخصوص انجام شود و به صورت یک زمینه و هدف به خصوص توصیف گردد (۱۹).

مدل ارتقای سلامت Pender با تأکید بر رفتار ارتقا دهنده سلامت، شناخت رفتار و ویژگی‌های فردی به همراه افزایش خودکارآمدی و درک، اصلاح و تقویت رفتار و بهبود ارتباطات و موقعیت‌ها، موجب ارتقای سلامت و کیفیت زندگی می‌شود (۲۰). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که این مدل می‌تواند به عنوان چارچوبی جهت برنامه‌ریزی مداخلات در راستای بهبود رفتارهای ارتقا دهنده سلامت به کار برده شود (۲۱-۲۳).

با توجه به شیوع بیماری دیابت و نقش آموزش در مدیریت و کنترل آن (۲۴)، پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر مداخله آموزشی مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو در شهر داراب صورت گرفت.

روش‌ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و مورد- شاهده بود که در سال ۱۳۹۴ در شهر داراب انجام شد. جامعه مطالعه را بیماران مبتلا به دیابت نوع دو که به درمانگاه بیمارستان امام حسن (ع) شهر داراب مراجعه کرده بودند، تشکیل داد. حجم نمونه بر اساس پژوهش قبلی (۲۵) و با استفاده از فرمول تعیین حجم نمونه (رابطه ۱) و در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد و توان آماری ۸۰ درصد در سطح خطای حداقل ۲ نمره اختلاف بین دو گروه مورد بررسی، حداقل ۸۰ نفر برآورد گردید. به منظور کنترل خطاهای تصادفی احتمالی و افزایش توان آماری تحقیق، نمونه‌ها به ۹۰ نفر (۴۵ نفر در گروه آزمون و ۴۵ نفر در گروه شاهد) افزایش یافت.

$$n = \frac{2\delta^2(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \quad \text{رابطه ۱}$$

نمونه‌ها بر اساس معیارهای ورود شامل ابتلا به بیماری دیابت با تأیید پزشک، سن بیشتر از ۳۰ سال، داشتن سواد در حد خواندن و نوشتن، عدم

جدول ۱. متغیرهای دموگرافیک در دو گروه آزمون و شاهد قبل از مداخله آموزشی

متغیر	گروه	آزمون		مقدار P
		تعداد (درصد)	شاهد تعداد (درصد)	
جنسیت	مرد	۲۱ (۴۶/۷۰)	۱۹ (۴۲/۲۰)	۰/۶۷۰
	زن	۲۴ (۵۳/۵۰)	۲۶ (۵۷/۸۰)	
وضعیت تأهل	مجرد	۴ (۸/۹۰)	۳ (۶/۷۰)	> ۰/۹۹۹
	متأهل	۴۱ (۹۱/۱۰)	۴۲ (۹۳/۳۰)	
	شاغل	۲۵ (۵۵/۶۰)	۲۸ (۶۲/۲۰)	۰/۵۲۰
وضعیت اشتغال	بیکار	۲۰ (۴۴/۴۰)	۱۷ (۳۷/۸۰)	
	کمتر از ۵۰۰ هزار تومان	۲ (۴/۴۴)	۳ (۶/۶۶)	۰/۷۳۰
	۵۰۰ هزار تا ۱ میلیون تومان	۳۵ (۷۷/۷۸)	۳۳ (۷۳/۳۴)	
وضعیت درآمد	بیش از ۱ میلیون تومان	۸ (۱۷/۷۸)	۹ (۲۰/۰۰)	
	درمان دارویی (قرص، انسولین)	۴۳ (۹۵/۵۶)	۴۴ (۹۷/۷۶)	۰/۶۸۰
	درمان غیر دارویی	۲ (۴/۴۴)	۱ (۲/۲۲)	

یافته‌ها

میانگین سنی شرکت‌کنندگان گروه‌های آزمون و شاهد به ترتیب $12/60 \pm 52/09$ و $13/40 \pm 51/51$ سال و سطح تحصیلات بیشتر آن‌ها زیر دیپلم بود ($73/30$ و $68/90$ درصد به ترتیب در گروه‌های آزمون و شاهد). نتیجه آزمون χ^2 نشان داد که دو گروه از نظر سایر متغیرهای دموگرافیک قبل از آموزش همگن بودند و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود نداشت (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمون‌های Independent t و Wilcoxon، میانگین نمرات سبک زندگی ارتقا دهنده سلامت در تمام ابعاد آن در دو گروه آزمون و شاهد قبل و بعد از مداخله آموزشی تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0/050$) (جدول ۲).

سه ماه بعد از مداخله آموزشی، پس‌آزمون از هر دو گروه آزمون و شاهد به عمل آمد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و آزمون‌های χ^2 برای متغیرهای دموگرافیک و Independent t و Wilcoxon برای عوامل سبک زندگی، در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است که تمام شرکت‌کنندگان فرم رضایت‌نامه آگاهانه را تکمیل و امضا نمودند. همچنین، تحقیق حاضر دارای کد اخلاق به شماره IR.FUMS.REC.1395.180 از کمیته اخلاق و پژوهش دانشگاه علوم پزشکی فسا می‌باشد.

جدول ۲. میانگین نمرات سبک زندگی ارتقا دهنده سلامت و ابعاد آن در گروه‌های آزمون و شاهد قبل و بعد از مداخله آموزشی

مقدار P*	گروه		متغیر		ابعاد
	آزمون				
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار			
< ۰/۰۰۱	۲۴/۸۰ ± ۵/۲۴	۲۴/۸۰ ± ۳/۸۶	قبل از مداخله	احساس مسئولیت در	رفتارهای ارتقای سلامت
	۲۸/۰۲ ± ۳/۹۱	۲۴/۲۱ ± ۳/۸۱	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۲۱/۱۳ ± ۴/۲۶	۲۲/۵۱ ± ۳/۶۷	قبل از مداخله	عادات غذایی	
	۲۵/۵۸ ± ۲/۷۲	۲۲/۷۱ ± ۳/۵۸	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۱۸/۳۱ ± ۴/۷۱	۱۶/۱۱ ± ۴/۵۹	قبل از مداخله	فعالیت بدنی	
	۱۹/۹۳ ± ۴/۰۹	۱۶/۱۶ ± ۴/۵۴	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۱۴/۹۸ ± ۳/۵۷	۱۵/۲۹ ± ۲/۵۴	قبل از مداخله	ارتباط بین فردی	سلامت روانی- اجتماعی
	۱۵/۴۰ ± ۳/۳۶	۱۵/۲۹ ± ۲/۵۴	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۲۱/۳۶ ± ۴/۵۵	۲۱/۷۸ ± ۳/۹۵	قبل از مداخله	رشد معنوی	
	۲۱/۸۷ ± ۴/۴۳	۲۲/۰۰ ± ۳/۸۲	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۲۴/۹۷ ± ۵/۸۷	۲۵/۸۹ ± ۳/۹۵	قبل از مداخله	مدیریت استرس	
	۲۶/۶۷ ± ۴/۴۷	۲۶/۱۸ ± ۴/۴۷	بعد از مداخله		
< ۰/۰۰۱	۱۲۶/۵۳ ± ۲۵/۳۱	۱۲۵/۵۶ ± ۱۴/۹۴	قبل از مداخله		نمرات کلی
	۱۳۷/۴۲ ± ۲۱/۰۴	۱۲۶/۶۲ ± ۱۴/۵۱	بعد از مداخله		

*آزمون Wilcoxon

بحث

توجه به سبک زندگی سالم و عوامل تعیین کننده آن، نقشی حیاتی در مقابله با عوامل مؤثر در افزایش میزان و شدت بیماری‌ها ایفا می‌کند (۳۰). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی برنامه آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender بر بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت نوع دو انجام شد.

یکی از معیارهای عمده تعیین کننده سلامت، رفتارهای ارتقا دهنده سلامت می‌باشد که به عنوان عامل زمینه‌ای در عدم ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها شناخته شده است و ارتقای سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها به طور مستقیم با این رفتارها در ارتباط می‌باشد (۱۱).

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری بعد از مداخله آموزشی در میانگین نمره رفتارهای ارتقا دهنده سلامت در هر سه حیطه احساس سلامت در قبال سلامت فردی، فعالیت بدنی و تغذیه در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد مشاهده گردید که بیانگر تأثیر برنامه آموزشی اجرا شده می‌باشد. در همین راستا، تحقیقات به نقش ورزش منظم در هر دو سطح پیشگیری اولیه و ثانویه (درمان) اشاره کرده‌اند (۳۱).

Levy و همکاران در پژوهش خود به نقش تغذیه در کنترل دیابت اشاره کردند و بر رژیم‌های غذایی غنی از دانه‌های کامل، میوه‌ها، سبزیجات، حبوبات، آجیل و کاهش مصرف الکل، گوشت قرمز، مواد فرآوری شده و نوشیدنی‌های شیرین در بهبود کنترل قند خون و چربی خون بیماران مبتلا به دیابت تأکید نمودند (۳۲).

Redmond و همکاران (۳۳)، شمسی (۳۴)، رضایی و همکاران (۳۵)، ماهری و همکاران (۳۶) و ربیسی و همکاران (۳۷) در نتایج مطالعات خود به اثربخشی مداخلات آموزشی در بهبود رفتار غذایی بیماران مبتلا به دیابت، انجام فعالیت فیزیکی و کنترل قند خون آن‌ها اشاره کردند. همچنین، نتایج تحقیقات بیات و همکاران (۱۵) و تقی‌زاده و همکاران (۳۸) نشان داد که آموزش صحیح در بهبود سبک زندگی بیماران مبتلا به دیابت از طریق افزایش سطح عملکرد تغذیه‌ای و فعالیت فیزیکی آنان مؤثر است.

بر اساس نتایج بررسی حاضر، اختلاف معنی‌داری بین میانگین نمره سلامت روانی- اجتماعی در حیطه‌های رشد معنوی، ارتباطات بین فردی و مدیریت استرس در گروه آزمون نسبت به گروه شاهد پس از مداخله آموزشی وجود داشت.

رمضانخانی و همکاران بعد معنوی سلامت را به عنوان عامل مهمی در راستای بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به دیابت در حیطه‌های سلامت جسمانی، سلامت روان و سلامت اجتماعی معرفی کردند (۳۹). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که استرس‌های روزمره زندگی،

موجب اختلال در کنترل قند خون بیماران مبتلا به دیابت و اجرای برنامه آموزشی مدیریت استرس به صورت شناختی- رفتاری نیز منجر به کاهش قند خون و افسردگی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو می‌گردد (۴۲-۴۰). نریمانی و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که آموزش مدیریت استرس در کاهش نمرات هموگلوبین گلیکوزیله، شکایت جسمانی، افسردگی، حساسیت بین فردی و اضطراب بیماران مبتلا به دیابت مؤثر می‌باشد و این اثربخشی تا سه ماه پس از مداخله همچنان پایدار بوده است (۴۳).

تأثیر آموزش مبتنی بر الگوی ارتقای سلامت Pender، منجر به بهبود سبک زندگی گروه آزمون در مقایسه با گروه شاهد شد که با یافته‌های پژوهش‌های Carreno و همکاران (۴۴)، نوروزی و همکاران (۲۲) و محمدپور و همکاران (۱۶) همخوانی داشت.

Hu در تحقیق خود گزارش کرد که می‌توان با تغییر رژیم غذایی و شیوه زندگی، از بیشتر موارد دیابت نوع دو جلوگیری کرد و پیشگیری اولیه از طریق ارتقای رژیم غذایی سالم و شیوه زندگی مطلوب باید یک اولویت سیاست عمومی جهانی باشد (۲).

نامناسب بودن فضای آموزشی، خودگزارشی بودن ابزار و عدم کنترل قند خون با شاخص‌های آزمایشگاهی از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر بود. از جمله نقاط قوت بررسی حاضر می‌توان به آموزش الگومحور و شیوه آموزشی بر اساس الگوی مشابه (حضور افراد مبتلا به دیابت دارای سبک زندگی سالم و مطلوب در جلسات آموزشی) و همچنین، انجام چنین پژوهشی برای اولین بار در شهر داراب اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مداخله آموزشی باعث افزایش معنی‌داری در میانگین نمره سبک زندگی و زیرمقیاس‌های آن در بیماران مبتلا به دیابت گروه آزمون نسبت به گروه شاهد گردید. بنابراین، طراحی برنامه‌های آموزشی با استفاده از مدل ارتقای سلامت Pender در مراکز بهداشتی- درمانی به منظور حفظ و بهبود سلامت بیماران مبتلا به دیابت پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۹۴۱۴۶، مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی فسا می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از این مرکز به جهت حمایت مالی و همچنین، از کلیه بیماران مبتلا به دیابت نوع دو که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

References

1. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes Care 2010; 33(Suppl 1): S62-S69.
2. Hu FB. Globalization of diabetes: The role of diet, lifestyle, and genes. Diabetes Care 2011; 34(6): 1249-57.
3. The International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. Brussels, Belgium: IDF; 2013.
4. Endocrinology and Metabolism Research Institute. Travel and Diabetes. Tehran: Iran: Endocrinology and Metabolism Research Institute; Available from: URL: <http://emri.tums.ac.ir/upfiles/65970918.pdf>
5. World Health Organization. Global report on diabetes. Geneva, Switzerland: WHO; 2016.
6. Zimmet P. The burden of type 2 diabetes: are we doing enough? Diabetes Metab 2003; 29(4 Pt 2): 6S9-18.
7. Yoo JS, Lee SJ, Lee HC, Kim MJ. The effect of a comprehensive lifestyle modification program on glycemic control and body composition in patients with type 2 diabetes. Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci) 2007; 1(2): 106-15.

8. Lin CC, Li CI, Liu CS, Lin WY, Fuh MM, Yang SY, et al. Impact of lifestyle-related factors on all-cause and cause-specific mortality in patients with type 2 diabetes: The Taichung Diabetes Study. *Diabetes Care* 2012; 35(1): 105-12.
9. De Greef KP, Deforche BI, Ruige JB, Bouckaert JJ, Tudor-Locke CE, Kaufman JM, et al. The effects of a pedometer-based behavioral modification program with telephone support on physical activity and sedentary behavior in type 2 diabetes patients. *Patient Educ Couns* 2011; 84(2): 275-9.
10. Baker MK, Simpson K, Lloyd B, Bauman AE, Singh MA. Behavioral strategies in diabetes prevention programs: A systematic review of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract* 2011; 91(1): 1-12.
11. Motlagh Z, Mazloomi-Mahmoodabad S, Momayyezi M. Study of health-promotion behaviors among university of medical science students. *Zahedan J Res Med Sci* 2011; 13(4): 29-34. [In Persian].
12. Clark M, Hampson SE, Avery L, Simpson R. Effects of a tailored lifestyle self-management intervention in patients with type 2 diabetes. *Br J Health Psychol* 2004; 9(Pt 3): 365-79.
13. Knowler WC, Fowler SE, Hamman RF, Christophi CA, Hoffman HJ, Brenneman AT, et al. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2009; 374(9702): 1677-86.
14. Magkos F, Yannakoulia M, Chan JL, Mantzoros CS. Management of the metabolic syndrome and type 2 diabetes through lifestyle modification. *Annu Rev Nutr* 2009; 29: 223-56.
15. Bayat F, Shojaeizadeh D, Hossaini SM, Sadeghi R, Tol A. Effectiveness of educational program on lifestyle modification among type II diabetic patients. *J Health Syst Res* 2012; 8(7): 1235-44. [In Persian].
16. Mohammadipour M. The impact of an educational intervention based on Pender's health promotion model on the lifestyle of patients with type II diabetes. *Journal of Diabetes Nursing* 2015; 2(4): 25-35. [In Persian].
17. Pender NJ, Murdaugh CL, Parsons MA. Health promotion in nursing practice. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2002.
18. Health Promotion Model. Nursing theories: A companion to nursing theories and models. [Online]. [cited 2010]; Available from: URL: http://www.currentnursing.com/nursing_theory/health_promotion_model.htm
19. Morowatisharifabad M, Shirazi KK. Determinants of oral health behaviors among preuniversity (12th-grade) students in Yazd (Iran): An application of the health promotion model. *Fam Community Health* 2007; 30(4): 342-50.
20. Karimi M, Eshtrati B. The effect of health promotion model-based training on promoting students' physical activity. *Behbood J* 2012; 16(3): 192-201. [In Persian].
21. Radmehr M, Ashktorab T, Neisi L. Effect of the educational program based on Pender's theory on the health promotion in patients with obsessive-compulsive disorder. *J Nurs Edu* 2013; 2(2): 56-63. [In Persian].
22. Noroozi A, Tahmasebi R, Ghofranipour F, Hydarina A. Effect of health promotion model (HPM) based education on physical activity in diabetic women. *Int J Endocrinol Metab* 2011; 13(4): 361-7. [In Persian].
23. Costanzo C, Walker SN, Yates BC, McCabe B, Berg K. Physical activity counseling for older women. *West J Nurs Res* 2006; 28(7): 786-801.
24. Walker KZ, O'Dea K, Gomez M, Girgis S, Colagiuri R. Diet and exercise in the prevention of diabetes. *J Hum Nutr Diet* 2010; 23(4): 344-52.
25. Rakhshandeh Rou S, Ghaffari M, Heydarnia A, Rajab A. Evaluate the effectiveness of educational intervention on metabolic control in diabetic patients. *Int J Endocrinol Metab* 2010; 9(2): 57-64.
26. Walker SN, Sechrist KR, Pender NJ. The health-promoting lifestyle profile: Development and psychometric characteristics. *Nurs Res* 1987; 36(2): 76-81.
27. Lee RL, Loke AJ. Health-promoting behaviors and psychosocial well-being of university students in Hong Kong. *Public Health Nurs* 2005; 22(3): 209-20.
28. Pender NJ. Health promotion in nursing practice. 3rd ed. London, UK: Pearson; 2008.
29. Hosseinejad M, Klantarzadeh M. Study of lifestyle based on the Pender's health promotion model among students of Islamic Azad University. *Iran J Health Educ Health Promot* 2014; 1(4): 15-28. [In Persian].
30. Tol A, Tavassoli E, Shariferad GR, Shojaezadeh D. Health-promoting lifestyle and quality of life among undergraduate students at school of health, Isfahan University of Medical Sciences. *J Educ Health Promot* 2013; 2: 11.
31. Esteghamati AH, Halabchi F. Exercise therapy in patients with type 2 diabetes. *Int J Endocrinol Metab* 2008; 7(3): 251-65.
32. Ley SH, Hamdy O, Mohan V, Hu FB. Prevention and management of type 2 diabetes: Dietary components and nutritional strategies. *Lancet* 2014; 383(9933): 1999-2007.
33. Redmond EH, Burnett SM, Johnson MA, Park S, Fischer JG, Johnson T. Improvement in A1C levels and diabetes self-management activities following a nutrition and diabetes education program in older adults. *J Nutr Elder* 2006; 26(1-2): 83-102.
34. Shamsi M. The effect of educational program walking based on health belief model on control sugar in woman by type 2 diabetics. *Int J Endocrinol Metab* 2010; 11(5): 190-9. [In Persian].
35. Rezaei N, Tahbaz F, Kimyagar M, Alavi Majd H. The effect of nutrition education on knowledge, attitude and practice of type 1 diabetic patients from Aligoodarz. *J Shahrekord Univ Med Sci* 2006; 8(2): 52-9. [In Persian].
36. Maheri A, Asnaashari M, Joveini H, Tol A, Firouzian AA, Rohban A. The impact of educational intervention on physical activity, nutrition and laboratory parameters in type II diabetic patients. *Electron Physician* 2017; 9(4): 4207-14. [In Persian].
37. Reisi M, Mostafavi F, Javadzade H, Jalilian F, Mahaki B, Sharifirad G. Effect of theory based education on blood sugar control in type-2 diabetic patients. *Int J Endocrinol Metab* 2017; 18(6): 420-31. [In Persian].

38. Taghizadeh M, Bigheli Z, Mohtashami T. The Effect of educational modification behavior in lifestyle of diabetic patients. *Journal of Health Psychology* 2014; 3(9): 30-45. [In Persian].
39. Ramezankhani A, Ghaedi M, Hatami H, Taghdisi MH, Golmirzai J, Behzad A. Association between spiritual health and quality of life in patients with type 2 diabetes in Bandar Abbas, Iran. *Hormozgan Med J* 2014; 18(3): 210-8. [In Persian].
40. Hamid N. Effects of stress management training on glycemic control in women with type 2 diabetes. *Int J Endocrinol Metab* 2011; 13(4): 346-53. [In Persian].
41. Mitchell SJ, Hilliard ME, Mednick L, Henderson C, Cogen FR, Streisand R. Stress among fathers of young children with type 1 diabetes. *Fam Syst Health* 2009; 27(4): 314-24.
42. Mehta SN, Wolfsdorf JI. Contemporary management of patients with type 1 diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2010; 39(3): 573-93.
43. Narimani M, Atadokht A, Ahadi B, Abolghasemi A, Zahed A. Effectiveness of stress management training on reduction of psychological symptoms and Zglycemic. *Journal of Health Psychology* 2012; 1(3): 1-11. [In Persian].
44. Carreno J, Vyhmeister G, Grau L, Ivanovic D. A health promotion programme in Adventist and non-Adventist women based on Pender's model: A pilot study. *Public Health* 2006; 120(4): 346-55.

The Effectiveness of Educational Intervention Based on Pender's Health Promotion on the Lifestyle of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Zahra Khiyali¹, Reyhaneh Salimi¹, Afsaneh Ghasemi², Ali Khan-Jeihooni²

Original Article

Abstract

Background: Unhealthy lifestyle are the factors influencing glycemic control. The present study aimed to determine the effectiveness of training programs on improving lifestyle of the patients with diabetes mellitus based on Pender's health promotion model.

Methods: This quasi-experimental study was performed on 90 patients with type 2 diabetes mellitus admitted to hospital in Darab, Iran, in year 2015. The Data were collected using standard lifestyle questionnaire consisting of 52 questions in two main sections of health promotion and mental health behaviors. The experimental and control groups answered the question before and 3 months after the intervention. Educational program was conducted in 5 sessions for experimental group, by group discussion with educational booklet. The data were analyzed using SPSS software, and $P < 0.050$ was considered as statistically significant level.

Findings: The mean age of patients in the experimental and control groups was 52.09 ± 12.60 and 51.51 ± 13.40 years, respectively. Most of the subjects in the test and control groups were married and employed, and had a diploma with no significant difference between the two groups ($P > 0.050$ for all). The mean scores of main sections and all areas of lifestyle increased in the experimental group than the control group after the intervention, this increase was statistically significant ($P < 0.050$) for all.

Conclusion: The results of the study emphasize the effectiveness of education in improving lifestyle of the patients with type 2 diabetes mellitus. Therefore, it is recommended to design educational programs using health promotion model in health centers to promote the health status of these patients.

Keywords: Diabetes mellitus type 2, Life style, Education, Pender's health promotion model

Citation: Khiyali Z, Salimi R, Ghasemi A, Khan-Jeihooni A. The Effectiveness of Educational Intervention Based on Pender's Health Promotion on the Lifestyle of Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. J Health Syst Res 2018; 14(3): 377-83.

1- Department of Public Health, School of Health, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

2- Assistant Professor, Department of Public Health, School of Health, Fasa University of Medical Sciences, Fasa, Iran

Corresponding Author: Afsaneh Ghasemi, Email: naz7899@yahoo.com

بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر

نرگس کاوندی^۱، حبیب‌اله دهقان^۲، محسن شریف روحانی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مطالعات خطر و عملیات (Hazard and operability study یا HAZOP) و شناسایی مخاطرات جهت مدیریت خطر و افزایش سطح ایمنی در ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری ضروری می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی مخاطرات فرایندی ایستگاه تقلیل فشار گاز و ارائه راهکارهای فنی و مدیریتی جهت کاهش آن‌ها بود.

روش‌ها: این مطالعه در دو ایستگاه تقلیل فشار گاز استان اصفهان صورت گرفت. ابتدا تیم HAZOP تشکیل شد و با توجه به نظرات اعضای تیم، فرایند تقلیل فشار گاز به پنج گره اصلی «ورودی گاز، ورودی فیلتر، گرمکن، رگلاتور و بودارکننده» تقسیم گردید. شاخص‌های عملیاتی، حد طراحی و انحرافات احتمالی مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز برگه‌های کاری HAZOP از طریق مراجعه به کتب، دستورالعمل‌های عملیاتی، دفتر گزارش روزانه و مصاحبه با مهندسان و اپراتورهای ایستگاه جمع‌آوری شد.

یافته‌ها: انحرافات در گره مسیر ورودی گاز و فیلتر شامل شاخص‌های فشار، شدت جریان، درجه حرارت و خوردگی و در گره گرمکن شامل انحرافات در جریان گاز، درجه حرارت گاز، دمای هیتر، فشار گاز و خوردگی بود. در گره مطالعاتی رگلاتور، انحرافات در فشار گاز قبل و بعد از رگلاتور، خوردگی، خرابی پالوت رگلاتور و عدم حساسیت پالوت به فشار پایین دست تعیین گردید. در گره مطالعاتی واحد بودارکننده نیز انحرافات در میزان تزریق ماده بودارکننده، جریان گاز، فشار، سرعت و میزان یو مد نظر قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه HAZOP، علل و پیامدهای ناشی از انحراف شاخص‌های عملیاتی در پنج گره ایستگاه تقلیل فشار گاز شناسایی گردید و اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی آن‌ها همچون تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده، بازرسی مداوم خط لوله انتقال، تهیه یک برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی و بازرسی و بازنگری در طراحی مورد تأکید قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: کنترل خطر، مطالعات عملیات و خطر، ایستگاه تقلیل فشار گاز، گاز طبیعی، ایران

ارجاع: کاوندی نرگس، دهقان حبیب‌اله، شریف روحانی محسن. بررسی مخاطرات عملیاتی در ایستگاه تقلیل فشار گاز با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۸۹-۳۸۴

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

سرویس‌دهی، تأمین گاز مطمئن و باکیفیت و مدیریت بهینه شرایط عملیاتی، بخشی از مهم‌ترین چالش‌های حوزه مدیریت در این ایستگاه‌ها می‌باشد (۱). تحلیل حوادث بزرگ در این ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که بخش بزرگی از آسیب و خسارت‌های حوادث و احتمال وقوع آن‌ها نه تنها قابل پیشگیری است، بلکه قابل پیش‌بینی نیز می‌باشد؛ مشروط بر این که اقداماتی مانند شناسایی علل ریشه‌ای و پیامدهای نهایی و کنترل آن‌ها به‌موقع انجام گیرد (۲). تجزیه و تحلیل و مطالعات خطر، یکی از ضروری‌ترین مراحل برای افزایش سطح ایمنی در این ایستگاه‌ها می‌باشد (۳). توجه به این موضوع به ویژه برای سایت‌هایی مانند ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری که در داخل شهر و در مناطقی با تراکم بالایی جمعیت به خصوص در کلان شهرها قرار دارد، اقدام بسیار حیاتی است (۴). ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز بخش مهمی از سیستم گازرسانی می‌باشد. از موارد آلودگی ایستگاه‌های تقلیل فشار می‌توان به آلودگی صوتی، آلودگی ناشی از نشت گاز طبیعی، آلودگی ناشی از محصولات احتراق هیتر ایستگاه‌ها و... اشاره کرد.

مقدمه

امروزه صنایع گاز به طور عمده شامل استخراج، فرآوری، انتقال و مصرف می‌باشد. گاز طبیعی پس از استخراج توسط شبکه جمع‌آوری و به واحد تصفیه گاز هدایت می‌شود. پس از عملیات تصفیه، گاز شیرین به داخل شبکه‌های هدایت گاز تزریق می‌گردد و چنانچه لازم باشد گاز از مسیر طولانی عبور کند، فشار آن توسط کمپرسورهای مخصوص افزایش می‌یابد و در نزدیکی شهرها و مراکز صنعتی، دوباره فشار گاز تا مقدار قابل توجهی کاهش داده می‌شود. این افت فشار گاز توسط ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (City gas station) صورت می‌گیرد. بنابراین، ایستگاه‌های تقلیل فشار و شبکه تغذیه و توزیع گاز به عنوان واحدهای فرایندی شرکت‌های گازرسانی نقش مهمی را به عهده دارند. استفاده از تکنیک‌های ارزیابی خطر در این حوزه جهت شناسایی موارد با خطر بالا و ارائه راهکارهای اصلاحی جهت کاهش، کنترل و یا حذف موارد با خطر بالا، امکان کنترل بهینه سیستم را فراهم خواهد نمود؛ به طوری که تداوم

۱- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده علوم هسته‌ای، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- ایمنی و آتش‌نشانی شرکت گاز استان اصفهان، اصفهان، ایران

Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

نویسنده مسؤول: حبیب‌اله دهقان

جدول ۱. مهم‌ترین کلمات کلیدی مورد استفاده در مطالعات (HAZOP) Hazard and operability study

کلمات کلیدی	توصیف انحرافات و مثال
هیچ	فرایند فیزیکی انجام نمی‌شود، برای مثال جریانی وجود ندارد.
بیش از	خصوصیات فیزیکی مربوط بیشتر از حدی است که باید باشد. برای مثال فشار جریان بیش از حد تعریف شده است.
کمتر از	خصوصیات فیزیکی مربوط کمتر از حدی است که باید باشد. برای مثال درجه حرارت کمتر از حد تعریف شده است.
به علاوه	موارد دیگری به غیر از موارد تعریف شده وجود دارد، برای مثال جریان گاز حاوی قطرات مایع است.
بخشی از	ترکیب فرایند متفاوت از ترکیبی است که باید باشد.
بر عکس	فرایند، عکس حالتی که تعریف شده است اتفاق می‌افتد، برای مثال جریان سیال معکوس می‌شود.
به جای این که	بعضی اوقات عملیات غیر طبیعی رخ می‌دهد، برای مثال به جای کاهش سرعت، سرعت افزایش می‌یابد.

همراه با انجام دادن کار» تدوین گردید.

تیم HAZOP متشکل از کارشناس ایمنی، مدیر Health, safety and environment (HSE)، مدیران واحدهای فرایندی، مهندسی، بهره‌برداری و برنامه‌ریزی بود. به پیشنهاد تیم خبره، ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز به پنج گره عملیاتی تقسیم گردید که شامل «ورودی گاز به واحد تا ورودی فیلتر، فیلتر، گرمکن، رگلاتور، بודارکننده» بود و هر کدام از گره‌ها به طور جداگانه بر اساس روش کار ارایه شده HAZOP مورد بررسی قرار گرفت. پس از تقسیم کردن ایستگاه به پنج گره مطالعاتی، شاخص‌های عملیاتی، حد، طراحی و انحرافات احتمالی از حدود طراحی بررسی گردید (جدول ۱). اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل برگه‌های کاری HAZOP از طریق مراجعه به کتب موجود در شرکت گاز، فلود یا گرام‌ها، نمودار لوله‌کشی و تجهیزات (P & ID یا Piping and instrumentation diagram)، دستورالعمل‌های عملیاتی موجود، دفتر گزارش روزانه ایستگاه و مصاحبه حضوری با مهندسان و اپراتورهای ایستگاه طی برگزاری جلسات HAZOP جمع‌آوری شد.

یافته‌ها

بر اساس مطالعه انجام شده توسط تیم HAZOP، شاخص‌های عملیاتی در فرایند ایستگاه تقلیل فشار گاز شامل فشار، میزان جریان، درجه حرارت، نگهداری و اجرا بود. یکی از انحرافات دیگر که با کلمه کلیدی «سایر شرایط» توسط تیم HAZOP تعیین گردید، شاخص‌های خوردگی، سایش و نشستی بود که شاخص خوردگی در همه گره‌ها و شاخص‌های سایش و نشستی در گره‌های ورودی ایستگاه، فیلتر جداکننده، گرمکن و تجهیزات تقلیل فشار مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲) و در هر گره نیز تعدادی از شاخص‌های عملیاتی با توجه به شرایط بررسی شد (جدول ۳).

بحث

در پژوهش حاضر به انجام مطالعات HAZOP جهت شناسایی مخاطرات پرداخته شد. در آنالیز خطر انجام شده در ایستگاه CGS، در مجموع واحد به پنج گره تقسیم شد (جدول ۲) و در هر گره تعدادی از شاخص‌های عملیاتی با توجه به شرایط گره مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). در گره مطالعاتی مسیر ورودی گاز به ایستگاه تا قبل از فیلتر، انحرافات شامل شاخص‌های فشار، جریان، درجه حرارت و خوردگی می‌باشد.

اصلی‌ترین آلودگی، نشت ترکیبات گوگردی بودارکننده (مرکاپتان) به محیط است. همچنین، مخاطرات ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله می‌تواند آسیب زیادی به این ایستگاه‌ها وارد نماید. علاوه بر این، گاهی افزایش فشار در این ایستگاه‌ها، منجر به وقوع حوادث خطرناک می‌شود (۵). بنابراین، لازم است در پژوهش‌های کاربردی، به ارزیابی و مدیریت خطرات و مخاطرات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز پرداخته شود و راهکارهای مدیریتی جهت کاهش آن‌ها ارایه گردد. بر اساس نتایج تحقیقات، به طور کلی حوادث اصلی در چنین ایستگاه‌هایی حریق و انفجار می‌باشد که از نظر بعد تلفات و خسارت‌های ایجاد شده و میزان وقوع، انفجار از اهمیت بیشتری برخوردار است (۵). در ایران نیز صنایع فرایندی و حوادث آن‌ها در دهه‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است (۶).

روش‌ها و ابزارهای متعددی جهت انجام آنالیز خطر برای پیشگیری از حوادث در صنعت وجود دارد که از بین روش‌های متعارف می‌توان به روش مطالعه عملیات و خطر (Hazard and operability study یا HAZOP) اشاره کرد که کاربردی‌ترین و قوی‌ترین روش برای شناسایی مخاطرات و ارزیابی خطر می‌باشد (۷). تکنیک مطالعه HAZOP، یک روش مؤثر و سیستماتیک جهت شناسایی خطرات و مشکلات عملیاتی سیستم است (۸). این تکنیک که اغلب در صنایع شیمیایی و فرایندی به کار برده می‌شود، بر پایه این اصل قرار دارد که «سیستم زمانی ایمن است که تمامی شاخص‌های عملیاتی آن مانند دما، فشار و... در حالت طبیعی و قابل قبول باشد» (۹). در این روش یک تیم از کارشناسان با استفاده از یک رشته کلمات کلیدی، انحرافات احتمالی فرایند را از حالات استاندارد و همچنین، اثرات احتمالی آن‌ها را بررسی می‌کنند (۸). از سوی دیگر، پیامد وقوع حوادث و خطرات موجود در صنایع فرایندی، علاوه بر تلفات جانی و صدمه به تجهیزات و زیان‌های اقتصادی ناشی از آن، آلودگی و تخریب محیط زیست را به دنبال دارد (۱۰). هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی مخاطرات ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز در دو ایستگاه استان اصفهان با استفاده از روش HAZOP بود. همچنین، راهکارهای فنی و اجرایی لازم جهت کاهش خطرات و مخاطرات موجود در این ایستگاه‌ها ارایه گردید.

روش‌ها

در این مطالعه پس از آشنایی با ایستگاه‌های تقلیل فشار مورد نظر، فرایند اجرایی مطالعات HAZOP در چهار مرحله شامل «مطالعه مقدماتی، طراحی و برنامه‌ریزی مطالعه، تشکیل انجمن‌های مطالعه و تحقیق، تحقیق و مطالعه

جدول ۲. گره‌های ایستگاه، اجزای گره و شاخص‌های مورد بررسی

شرایط / شاخص‌ها	اجزای گره	گره
فشار، جریان، دما، خوردگی، سایش	خط لوله	ورودی ایستگاه تا فیلتر
دما، فشار، شدت جریان، خوردگی، سایش، نشستی	خط لوله، مخزن، فیلتر	فیلتر جداکننده
دما، فشار، شدت جریان، خوردگی، سایش، نشستی سطح	خط لوله، گرم‌کن، فیلتر، کویل	گرم‌کن
دما، فشار، شدت جریان، خوردگی، سایش، نشستی، ارتعاش	خط لوله، رگولاتور، شیر قطع فشار، اندازه‌گیر جریان گاز	تجهیزات تقلیل فشار
میزان بو، فشار، شدت جریان، سطح، بو، سرعت، نشستی	خط لوله، تانک، پمپ مترینگ	بودارکننده

در گره مطالعاتی رگلاتور، انحرافات شامل فشار گاز بعد از رگلاتور، فشار گاز قبل از رگلاتور، شدت جریان گاز، نشستی، خوردگی، سایش و ارتعاش است. خرابی پایلوت یا نیروی فنر در رگلاتور و عدم حساسیت پایلوت به فشار پایین‌دست، سبب کاهش جریان و فشار گاز برای مصرف‌کنندگان می‌گردد که با تعویض پایلوت یا دیافراگم قابل حل می‌باشد. همچنین، مصرف زیاد در پایین‌دست منجر به افزایش جریان گاز می‌شود که در نهایت، افزایش نرخ سایشی را به دنبال خواهد داشت. اقدامات مورد نیاز جهت رفع این مشکلات عبارت از «نصب اریفیس محدودکننده قبل از رگلاتور و نصب کنتور آلتراسونیک Clamp-On جهت اندازه‌گیری جریان هر خط ایستگاه» می‌باشد.

عدم عملکرد صحیح فیلترها و عبور ناخالصی که موجب فرسایش و خوردگی در تجهیزات داخل رگلاتور و لوله‌ها می‌شود، سبب خرابی رگلاتور و عبور گاز با فشار بالا و هدر رفتن گاز از طریق شیرهای اطمینان می‌گردد. اقدامات مورد نیاز جهت حل این مشکل عبارت از «تعمیرات و نگهداری از تجهیزات ایستگاه و قرار دادن سنسور فشار قبل از رگلاتور که در صورت بیش از حد بودن هشدار دهد و همچنین، آنالیز تناوبی گاز دریافتی» می‌باشد. احتمال افزایش ارتعاش به دلیل تنظیم نبودن مصرف خطوط، فرسودگی قطعات، عدم مهار مناسب خطوط پاپینگ و سنسینگ‌ها و فونداسیون نامناسب وجود دارد و پیشنهادی ارائه شده عبارت از «نصب ساپورت مناسب، ارتعاش‌سنجی دوره‌ای ایستگاه‌ها، تهیه دستورالعمل نصب ساپورت و بست مناسب بر روی سنسینگ لاین‌ها و بازدید تخصصی و دوره‌ای از وضعیت فونداسیون» می‌باشد. نقص در فلنج‌ها، اتصالات و شیرها، وقوع زلزله، خطای انسانی و نشست زمین به دلیل فونداسیون نامناسب، نشست گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار را در پی خواهد داشت که با اجرای برنامه نشت‌یابی، استفاده از تجهیزات ضد انفجار، نصب شیر ضد زلزله، رعایت استاندارد (IGS) Iran gas standard در ساختمان ایستگاه و آموزش تخصصی و برنامه‌ریزی شده قابل کنترل است. در گره مطالعاتی بودارکننده انحرافات همچون میزان تزریق بودارکننده، سطح، جریان گاز، فشار، سرعت، بو و نشستی مد نظر قرار گرفته است. افزایش میزان تزریق ماده بودارکننده به علت عملکرد نادرست پمپ تزریق و یا تنظیم نبودن دستگاه می‌تواند نشت گازهای سمی و مضر برای مصرف‌کننده و هدررفت مرکاپتان را به همراه داشته باشد. اقدامات مورد نیاز جهت برطرف نمودن این مشکل شامل بوسنجی دوره‌ای و چک نمودن سطح مایع مخزن بودارکننده می‌باشد. تزریق کمتر ماده بودارکننده به دلیل افزایش مصرف توسط مصرف‌کنندگان و یا عملکرد نادرست پمپ تزریق می‌تواند احتمال عدم تشخیص نشت گاز و انفجار و آتش‌سوزی را به همراه داشته باشد که بوسنجی دوره‌ای و چک نمودن سطح مایع مخزن و آموزش پیشنهاد می‌گردد.

افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، منجر به باز شدن شیرهای اطمینان و سوختن گاز در مشعل بلند می‌شود. جهت جلوگیری از این رویداد می‌توان اقدامات پیشگیرانه همچون تعمیرات و نگهداری‌های دوره‌ای و یا ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز را انجام داد. همچنین، افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه، سبب اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد. تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده و کنترل به موقع میزان جریان نیز از اقدامات مورد نیاز در این مرحله می‌باشد. انحرافات دیگر مربوط به خوردگی بود که علت آن افزایش میزان H_2S و CO_2 و همچنین، رطوبت و اکسیژن هوا است. این مهم سبب کاهش جزیی در ضخامت لوله‌ها می‌گردد. جهت جلوگیری از این رویداد، توجه به تاول‌های موضعی و تورق بدنه، بازرسی پوشش‌های رنگی لوله‌ها و تجهیزات و همچنین، تهیه یک برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی پیشنهاد می‌گردد.

در گره مطالعاتی فیلتر، انحرافات مانند فشار گاز، جریان گاز، درجه حرارت گاز و خوردگی گزارش شد. در این گره، افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه و نقص شیر فلکه خروجی، موجب اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد. تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده شیر فلکه در این زمینه می‌تواند مؤثر باشد. همچنین، کاهش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه، سبب شعله‌ور شدن می‌شود. افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه گاز و نقص در شیر کنترل جریان و باز شدن بیش از حد آن، منجر به اختلال در فیلتراسیون گاز می‌گردد.

در گره مطالعاتی گرم‌کن، انحرافات از جمله جریان گاز، درجه حرارت گاز، دمای هیتز، فشار گاز، خوردگی، فرسایش و نشستی وجود دارد. اشکال در شیرهای کنترل جریان و دو فاز شدن گاز در این گره، سبب ایجاد کک در لوله یا گرفتگی لوله و وجود رطوبت و غلظت‌های بالای ترکیبات سولفوردار نیز سبب سوراخ شدن لوله می‌شود. برای جلوگیری از این رویداد، تنظیم و رفع عیب در شیرهای کنترل جریان، جداسازی مایعات در فیلترها و رسوب‌زدایی لوله‌های جریانی داخل هیتز از اقدامات مورد نیاز به شمار می‌رود. همچنین، تنظیم نبودن شعله‌های هیتز، افزایش بیش از حد ظرفیت گاز مصرفی هیتز و تنظیم نبودن دریچه خروجی دودکش، منجر به افزایش دمای گاز خروجی، سوراخ شدن لوله‌های ماریچ و ایجاد رسوب در لوله‌های ماریچ می‌گردد. زنگ‌زدگی و سوراخ شدن دیواره، تبخیر آب، نشست و خطای انسانی سبب ایجاد تغییرات در سطح می‌شود که با نصب سیستم آلارم و کنترل‌گر سطح، می‌توان آن را کنترل نمود. تنظیم گاز ورودی به هیتز و تنظیم شعله‌های هیتز، از راه‌حل‌های مناسب جهت کنترل این انحراف می‌باشد. اشکال در سیستم‌های ابزار دقیق تنظیم فشار و نیز اشکال در شیرهای فشارشکن، باعث ایجاد لرزش در سیستم‌های پایین‌دست و نشستی در اتصالات لوله‌ها می‌شود که از جمله اقدامات لازم در این زمینه می‌توان به بررسی شیرهای فشارشکن و تماس تلفنی با پالایشگاه برای تنظیم فشار گاز اشاره نمود.

جدول ۳. یک نمونه جدول کار Hazard and operability study (HAZOP) (گروه مطالعاتی فیلتر)

اقدامات مورد نیاز	اثرات و پیامدها	علت	انحرافات	کلمات کلیدی
الف) برقراری ارتباط تلفنی سریع با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع فشار ب) تعمیرات پیشگیرانه و زمان‌بندی شده شیرهای کنترل جریان و شیرهای ایمنی ج) نصب شیر اطمینان بر روی فیلتر جداکننده و تأکید بر در سرویس بودن شیر اطمینان در تمام طول عملیات	اختلال در فیلتراسیون گاز، افزایش فشار در فیلتر و احتمال نشستی و آسیب دیدن فیلتر و در بدترین حالت آتش‌سوزی و انفجار	افزایش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، نقص شیر فلکه‌های خروجی، وجود شعله خارجی و آتش‌سوزی (در صورت ایزوله شدن فیلتر تحت فشار گاز)	فشار گاز	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع جریان	اختلال در فیلتراسیون گاز (کاهش عملکرد فیلتر)، سر و صدا و ارتعاش، کثیف شدن گاز و عدم رضایت مشتری اختلال در عملیات تصفیه گاز	افزایش میزان جریان گاز قبل از واحد تصفیه، افزایش مصرف بعد از ایستگاه	میزان جریان گاز	بیش از حد بودن
ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور کنترل به موقع جریان		افزایش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	درجه حرارت گاز	بیش از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور افزایش فشار گاز ب) نظارت اپراتور و اجرای دستورالعمل تعمیر و نگهداری ج) کنترل بیشتر و چک نشانگر روی شیر	افت فشار گاز در واحد که در این صورت به دلیل راندمان کمتر عملیات تصفیه گاز و نرسیدن گاز به مناطق شهری، پارگی المنت فیلتر و آسیب به تجهیزات و قطع گاز، کاهش فشار و احتمال آتش‌سوزی نبود گاز در واحد و احتمال توقف گازرسانی	کاهش فشار گاز قبل از واحد تصفیه، کثیف بودن فیلتر سپراتور، فیلتر خشک، باز بودن شیر تخلیه فیلتر	فشار گاز	کمتر از حد بودن
الف) ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز به منظور تأمین گاز (مشخص نمودن شخص مسؤول جهت ارتباط سریع) ب) بازرسی خط لوله انتقال		عدم ارسال گاز از پالایشگاه به ایستگاه تقلیل فشار گاز، شکستگی خط لوله در مسیر انتقال گاز، نقص شیر فلکه‌های خروجی و بسته بودن ولوها در اثر خطای انسانی و مکانیکی	جریان گاز	نبودن
ارتباط سریع تلفنی با ایستگاه تقویت فشار گاز جهت افزایش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	ایجاد شعله	کاهش میزان درجه حرارت گاز قبل از واحد تصفیه	درجه حرارت گاز	کمتر از حد بودن
کنترل دمای محیط الف) تهیه یک برنامه زمان‌بندی شده برای بازرسی تجهیزات از نظر خوردگی ب) توجه به تاول‌های موضعی الف) بازرنگری در طراحی ب) اصلاح و ارتقای سیستم پایش خوردگی الف) انجام ساب تست دوره‌ای ب) مطالعه نصب سیستم F&G دتکتورهای تشخیص شعله در محل‌های مناسب ایستگاه برای تشخیص آتش‌سوزی ترجیحاً از نوع UV ج) انجام مطالعات SIL جهت نصب سیستم شیر قطع‌کن	احتمال یخ‌زدگی در بخش درین فیلتر کاهش خیلی جزئی ضخامت لوله سایش، نشست، آتش‌سوزی، کاهش عمر ایستگاه نشست گاز به محیط و احتمال آتش‌سوزی و انفجار، قطع گاز مشترکان، خسارت جانی	کاهش دمای محیط افزایش میزان CO_2 و H_2S گاز ورودی، رطوبت و اکسیژن هوا افزایش سرعت، نفوذ بیش از حد جوش (با توجه به کیفیت گاز ایران) (ایجاد شیب در عبور گاز) نشستی در فلنجه‌ها، اتصالات و شیرهای فیلتر	دما خوردگی سایش نشستی	کمتر از حد بودن سایر شرایط

UV: Ultraviolet; F&G: Fire and Gas Detection; SIL: Safety integrity level

نشتی ناشی از باز شدن و یا خراب شدن شیر فشارشکن، نشت از لوله و اتصالات، خطا در تجهیزات و اتصالات مربوط به عملیات لودینگ و خطای انسانی و نشتی در بشکه‌های حاوی بودارکننده به دلیل مشکلات نگهداری از جمله پوسیدگی و یا در زمان شارژ ادورانت گزارش شد که بروز مشکلات زیست محیطی و همچنین، آسیب به سلامت افراد را به همراه خواهد داشت.

نتیجه‌گیری

در مطالعه انجام شده در ایستگاه تقلیل فشار گاز برخی از شاخص‌های عملیاتی اعم از دما، فشار، جریان، خوردگی، سایش، نشتی و... با توجه به شرایط گره مورد بررسی قرار گرفت و علل انحرافات از حالت عادی در فرایند ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز مشخص گردید. با توجه به نتایج به دست آمده، مخاطرات فرایندی از حد قابل انتظار بالاتر بود و جهت پیشگیری و کنترل آن‌ها، انجام اقدامات اصلاحی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، اقدامات متعددی اعم از تغییر در فرایند، اضافه نمودن نمایشگر و آلارم، گسترش حفاظت آتش و انفجار، بررسی طراحی‌ها، در نظر گرفتن سیستم‌های رنگ‌بندی و یا نشانه‌گذاری به منظور کاهش خطای انسانی در مواردی که چندین خطر وجود داشته باشد، ایجاد برنامه آموزشی مدون و مستمر جهت ارتقای سطح دانش فنی کارکنان و همچنین، انجام مطالعات ایمنی با جزئیات بیشتر پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۱۵۰۲۱۲۱۴۹۵۲۰۲۷، مصوب دانشکده علوم پایه و مهندسی هسته‌ای دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد می‌باشد. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی شرکت گاز استان اصفهان به جهت حمایت مالی بخشی از هزینه‌های پژوهشی این طرح، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

مورد دیگر، افزایش سطح و پر شدن مخزن بیش از ظرفیت به علت خرابی تجهیزات و خطای انسانی بود که احتمال نشت مواد سمی به محیط را افزایش می‌دهد و می‌توان با چک نمودن سطح مایع مخزن بودارکننده و گیج فشار بر روی مسیر گاز ورودی به بشکه و همچنین، نظارت بر اجرای صحیح دستورالعمل انتقال و پر نمودن مخزن بودارکننده، از بروز آن جلوگیری کرد. افزایش جریان گاز به علت مصرف زیاد توسط مصرف‌کننده می‌تواند منجر به تزریق کمتر ادورانت شود. کاهش فشار خروجی پمپ به دلیل عدم وجود مقدار کافی مایع در مخزن بودارکننده و گرفتگی جزیی صافی ورودی به پمپ تزریق بودارکننده (گرفتگی مسیر ادورایزر) سبب آتش‌سوزی و انفجار می‌شود و تحلیل منابع را به همراه دارد. افزایش فشار مخزن بودارکننده به علت عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی مخزن ذخیره، باعث آسیب به بشکه در اثر افزایش فشار و احتمال ترک‌پدن آن خواهد شد. اقدامات کنترلی وجود شیر فشارشکن ایمنی و کنترل گیج فشار پیشنهاد می‌گردد.

کاهش فشار مخزن بودارکننده به دلیل عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی مخزن ذخیره و عملکرد نامناسب رگولاتور موجود در ورودی بشکه حاوی بودارکننده به ترتیب می‌تواند سبب عدم تأمین فشار کافی در قسمت تخلیه پمپ و عدم تزریق و عدم ارسال بودارکننده به مخزن و یا تأخیر در انجام آن شود.

بیش از حد بودن سرعت به دلیل نامناسب بودن قطر اریفیس، احتمال سایش اریفیس و تزریق کمتر ادورانت و سایش لوله و انفجار و آتش‌سوزی را به دنبال دارد که بوسنجی دوره‌ای و تعویض فصلی اریفیس‌ها در این زمینه توصیه می‌گردد. کمتر از حد بودن سرعت به دو دلیل نامناسب بودن قطر اریفیس و بسته بودن اریفیس (شیر جایگزین اریفیس)، سبب کاهش تزریق ادورانت و بودار نشدن گاز و قطع گاز مصرف‌کننده خواهد شد. انحراف دیگر مربوط به افزایش بو به علت اشکال در اتصالات و عدم آب‌بندی و وجود بشکه‌ها در ایستگاه گزارش گردید.

References

1. Ghahramani A, Adl J, Nasl Seraji J. Using HAZOP to Assess the Risk of a Chemical Process. Proceedings of the 1st National Conference on Safety Engineering, Loss Prevention, and HSE Management; 2006 Feb. 28; Tehran, Iran. [In Persian].
2. Zarei E, Jafari MJ, Dormohammadi A, Sarsangi V. The role of modeling and consequence evaluation in improving safety level of industrial hazardous installations: A case study: Hydrogen production unit. Iran Occup Health 2013; 10(6): 54-69. [In Persian].
3. Eckle P, Burgherr P. Bayesian data analysis of severe fatal accident risk in the oil chain. Risk Anal 2013; 33(1): 146-60.
4. Khosravirad F, Zarei E, Mohammadfam I, Shoja E. Analysis of root causes of major process accident in town border stations (TBS) using functional hazard analysis (FuHA) and bow tie methods. Journal of Occupational Hygiene Engineering 2014; 1(3): 19-28. [In Persian].
5. Dormohammadi A, Zarei E, Delkhosh MB, Gholami A. Risk analysis by means of a QRA approach on a LPG cylinder filling installation. Process Safety Progress 2014; 33(1): 77-84.
6. Abdolhamidzadeh B, Hassan CRC, Hamid MD, FarrokhMehr S, Badri N, Rashtchian D. Anatomy of a domino accident: Roots, triggers and lessons learnt. Process Saf Environ Prot 2012; 90(5): 424-9.
7. Sklavounos S, Rigas F. Estimation of safety distances in the vicinity of fuel gas pipelines. J Loss Prev Process Ind 2006; 19(1): 24-31.
8. Mohammadfam I, Kianfar A. Application of hazard and operability study (HAZOP) in evaluation of health, safety and environmental (HSE) hazards (Case Study: Oil Storage of National Iranian Oil Products Distribution Company). Journal of Environmental Sciences and Technology 2010; 12(1): 39-49. [In Persian].
9. Ramzan N, Compant F, Witt W. Methodology for the generation and evaluation of safety system alternatives based on extended Hazop. Process Safety Progress 2007; 26(1): 35-42.
10. Kim TG, Kim JH, Kim YD, Kim Ki. Current risk management status of the Korean petrochemical industry. J Loss Prev Process Ind 2002; 15(4): 311-8.

Investigation of Operational Hazards in Gas Depressurization Stations Using Hazard and Operability (HAZOP) Method

Narges Kavandi¹, Habibollah Dehghan², Mohsen Sharif-Rouhani³

Original Article

Abstract

Background: Hazard and operability (HAZOP) studies are necessary for risk management and safety enhancement in municipal gas depressurization stations. The present study was performed to identify operational hazards at gas depressurization station, and propose technical and management solutions for attenuating them.

Methods: This study was performed in two gas depressurization stations in Isfahan Province, Iran. Firstly, HAZOP team was built, and based on the team members' opinions, five principal nodes were identified across the gas depressurization process: gas inlet, filter inlet, filter, heater, regulator, and odorizer. Operational parameters, design limit, and possible deviations were investigated. Required information for HAZOP worksheets were gathered by referring to textbooks, operational procedures, daily report book, and interviews with engineers and operators working at the stations.

Findings: Deviations in pressure, flow intensity, temperature, and corrosion at the gas and filter inlet nodes, and also those in gas flow, gas temperature, heater temperature, gas pressure, and corrosion at the heater node were determined. At the regulator node, deviations in gas pressure at upstream and downstream of the regulator, corrosion, regulator pilot, and insensitivity of the pilot to the pressure at downstream were evaluated. Finally, deviations in injection rate of odorant, gas flow, pressure, and velocity, and odor intensity were considered at the odorizer node.

Conclusion: In this HAZOP study, causes and effects of deviations in operational parameters at five nodes in gas depressurization station were identified, and preventive and corrective actions were emphasized, such as preventive and timely maintenance, consistent inspection of pipelines, and preparing a well-scheduled plan for inspecting the equipment in terms of corrosion, inspection, and design revision.

Keywords: Hazard control, HAZOP, Gas depressurization station, Natural gas, Iran

Citation: Kavandi N, Dehghan H, Sharif-Rouhani M. Investigation of Operational Hazards in Gas Depressurization Stations Using Hazard and Operability (HAZOP) Method. J Health Syst Res 2018; 14(3): 384-9.

1- MSc Student, Department of Health, Safety, and Environment (HSE), School of Nuclear Sciences, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Department of Safety and Fire, Isfahan Gas Company, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Habibollah Dehghan, Email: ha_dehghan@hlth.mui.ac.ir

بررسی و پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

علی عبدالله نژاد^۱، الهام شیردل^۲، شاهین ریسی‌وند^۳، افشین ابراهیمی^۴، نگار جعفری^۵

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مصرف زیاد کودهای شیمیایی حاوی ازت در زمین‌های کشاورزی شهرستان فریدن، منجر به افزایش غلظت نیترات آب آشامیدنی در برخی از چاه‌های آب زیرزمینی این شهرستان حتی بالاتر از حد مجاز شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی و پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system یا GIS) انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع مقطعی - تحلیلی بود که در آن غلظت نیترات با استفاده از روش اسپکتروفتومتری طبق استاندارد متد مورد سنجش قرار گرفت و نتایج آن با رهنمود سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO) (۵۰ میلی گرم در لیتر) مقایسه شد. سپس پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از روش‌های تابع معکوس فاصله وزن‌دار (Inverse distance weighting یا IDW) و Kriging در نرم‌افزار ArcGIS مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در نیمی از چاه‌های مورد بررسی شهرستان فریدن، غلظت نیترات در مقایسه با رهنمود WHO بیشتر از حد مجاز بود. پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی این شهرستان با استفاده از GIS نشان داد که چاه‌های دارای نیترات بالاتر از حد مجاز، بیشتر در مناطق مرکزی و جنوبی شهرستان فریدن واقع شده‌اند.

نتیجه‌گیری: روش‌های آبیاری نامناسب و مصرف بی‌رویه کودهای ازته توسط کشاورزان آموزش ندیده، می‌تواند سبب افزایش نیترات در منابع آب زیرزمینی گردد. بنابراین، باید تمهیداتی در جهت آموزش کشاورزان در رابطه با کاهش مصرف این کودها در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، نیترات، منابع آب زیرزمینی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

ارجاع: عبدالله نژاد علی، شیردل الهام، ریسی‌وند شاهین، ابراهیمی افشین، جعفری نگار. بررسی و پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۹۵-۳۹۰

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۲/۱۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۹/۱۴

آب‌های زیرزمینی روز به روز افزایش یافته است (۵). همچنین، افزایش جمعیت نیاز به استفاده از آب‌های زیرزمینی و بهره‌برداری از چاه‌های موجود را برای مصارف شرب، صنعتی و کشاورزی افزایش داده است (۶). مقدار نیترات منابع آب زیرزمینی را به عوامل محیطی مختلفی مانند شرایط هیدروژئولوژی، بافت خاک، میزان بارندگی و فعالیت‌های کشاورزی ارتباط داده‌اند (۷). نیترات متداول‌ترین آلاینده آب‌های زیرزمینی نام گرفته است و غلظت‌های بالای آن، سبب کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی می‌گردد (۸). یکی از ابتدایی‌ترین اقدامات به منظور جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی است (۹). نتایج یک مطالعه مروری نشان داد که بیشترین میزان آلودگی نیترات در استان اصفهان، ۳۱۸ میلی گرم در لیتر می‌باشد. علت بالا بودن میزان نیترات نیز عواملی همچون نبودن شبکه جمع‌آوری فاضلاب و تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به منابع آب و فعالیت‌های

مقدمه

نیترات یکی از مهم‌ترین آلاینده‌هایی است که در غلظت بالاتر از حد مجاز، منجر به بروز مخاطرات بهداشتی مانند متهوم‌گلوبینمی و تشکیل ترکیبات نیتروزامین می‌گردد. سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO)، استاندارد نیترات در آب آشامیدنی را ۵۰ میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات در نظر گرفته است (۱، ۲). زنان باردار، افراد مسن و بیماران مبتلا به اختلال دستگاه گوارش از نوع کم بودن خاصیت اسیدی در معده، گروه‌هایی هستند که در معرض خطر دریافت بیش از حد نیترات قرار دارند (۳). به دلیل حلالیت زیاد نیترات، این ترکیب به راحتی در درون خاک و سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ می‌کند و میزان آن در مناطقی که میزان بارندگی کم و پوشش گیاهی ضعیف است، بسیار بالاتر می‌باشد (۴).
با توجه به کمبود آب و بحران خشکسالی در چند سال اخیر، اهمیت

۱- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات علوم و فناوری محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

۲- کارشناس، مرکز بهداشت خوانسار، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- کارشناس، مرکز بهداشت فریدن، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

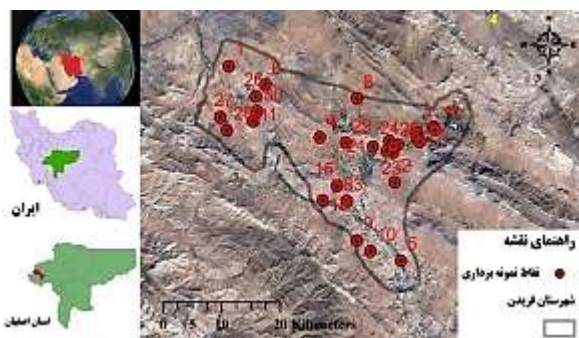
۴- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۵- دانشجوی دکتری، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

Email: n64jafari@gmail.com

نویسنده مسؤول: نگار جعفری

اسپکتروفتومتری (HACH-Lange, DR-5000، آمریکا) طبق استاندارد متد (۱۸) انجام شد. به این صورت که ابتدا نمونه صاف شد و به منظور جلوگیری از تداخل هیدروکسید و کربنات‌ها، به ۵۰ میلی‌لیتر از آن یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک اضافه گردید و سپس حجم آن به یک لیتر رسانده شد. در نهایت، میزان جذب آن در طول موج ۲۲۰ نانومتر در مقابل نمونه شاهد (آب مقطر) قرائت گردید.



شکل ۱. موقعیت مکانی و شماره چاه‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد بررسی

در مرحله بعد، میزان جذب مربوط به تداخل مواد آلی محلول در طول موج ۲۷۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس دو برابر جذب مربوط به طول موج ۲۷۵ نانومتر، از جذب در طول موج ۲۲۰ نانومتر کسر و جذب نهایی محاسبه گردید و در نهایت، از روی منحنی استاندارد، غلظت نیتрат به دست آمد و نتایج آن با رهنمود WHO (۵۰ میلی گرم در لیتر) مقایسه شد. سپس غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.1 مورد بررسی قرار گرفت. برای پهنه‌بندی توزیع غلظت نیترات، از روش‌های تابع معکوس فاصله وزن‌دار (Inverse distance weighting یا IDW) و Kriging استفاده گردید. این دو روش از متداول‌ترین روش‌های میان‌یابی هستند و در بیشتر مطالعات نیز از آن‌ها برای میان‌یابی و تحلیل فضایی استفاده می‌شود. عامل مؤثر در مدل IDW، وزن قلع فاصله است، اما در مدل Kriging که میان‌یابی بر اساس رگرسیون می‌باشد، وزن نه تنها به فاصله بین نقاط اطراف اختصاص داده می‌شود، بلکه بر اساس همبستگی بین نقاط اندازه‌گیری شده است (۱۹). در بیشتر تحقیقاتی که این دو روش را مقایسه کرده‌اند، Kriging روش دقیق‌تری ذکر شده (۲۰) و روش IDW فقط در چند مورد دقت بیشتری را نشان داده است (۲۱). پهنه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار GIS به صورت مراحل نشان داده شده در شکل ۲ انجام شد.

یافته‌ها

در شکل ۳ مقادیر غلظت نیترات در نقاط نمونه‌برداری با رهنمود WHO (۵۰ میلی گرم در لیتر) مقایسه شده است. بر این اساس، غلظت نیترات در نمونه آب ۱۵ چاه کمتر از حد مجاز و در نمونه آب ۱۵ چاه بیشتر از حد مجاز می‌باشد. نتایج آزمون t نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین غلظت نیترات در نقاط نمونه‌برداری در مقایسه با رهنمود WHO وجود نداشت ($P = 0/055$).

کشاورزی توأم با مصرف بی‌رویه کودهای حیوانی و شیمیایی عنوان شده است (۱۰). در تحقیق سلگی و مرادپور در دشت سرچهان استان فارس، تغییرات جزئی در افزایش یا کاهش غلظت نیترات در برخی چاه‌ها مشاهده شد، اما این مقادیر اندازه‌گیری شده کمتر از حد استاندارد WHO بود (۸). در پژوهش فلاح‌زاده و همکاران، پهنه‌بندی غلظت نیتريت و نیترات در آب‌های زیرزمینی شهر یزد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system یا GIS) صورت گرفت و مشخص گردید که مقادیر این دو آلاینده از حد مجاز استاندارد ملی آب آشامیدنی ایران (استاندارد شماره ۱۰۵۳) کمتر می‌باشد (۱۱).

بررسی روند تغییرات پنج ساله غلظت نیتريت و نیترات در منابع آب زیرزمینی شهر زنجان با استفاده از GIS نشان داد که فقط در یک چاه مقدار نیترات بالاتر از مقدار مجاز می‌باشد و در بقیه چاه‌ها نیتريت و نیترات هر دو در محدوده استاندارد قرار دارد (۱۲). پهنه‌بندی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی بیرجند با استفاده از نرم‌افزارهای GIS و RS حاکی از آن بود که فعالیت‌های کشاورزی، عامل مؤثری در افزایش غلظت نیترات در منطقه مورد مطالعه بوده است (۱۳). یک مطالعه موردی در زمینه توزیع نیترات در آب‌های زیرزمینی شهر دهلران با استفاده از GIS به این نتیجه رسید که با وجود فاصله زیاد بین مناطق مسکونی و چاه‌ها و همچنین، وجود شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در این شهر، به دلیل حجم بالای فعالیت‌های کشاورزی، می‌توان غلظت بالای نیتريت و نیترات را به استفاده گسترده از کودهای شیمیایی نسبت داد (۱۴). بررسی آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی آبخوان Sminja در شمال تونس نشان داد که این آبخوان به دلیل شوری و سطح بالای نیترات، استانداردهای WHO را برآورده نمی‌کند (۱۵).

امروزه تلاش جهت استفاده از سیستم‌های کامپیوتری و الکترونیکی جدید برای پایش کیفیت آب صورت می‌گیرد (۱۶). یک راه مناسب برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی، بررسی کیفیت این آب‌ها و تحلیل فضایی می‌باشد. GIS به عنوان یک تکنولوژی جدید و قوی جهت شناسایی داده‌ها، تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج داده‌ها استفاده می‌شود (۱۷).

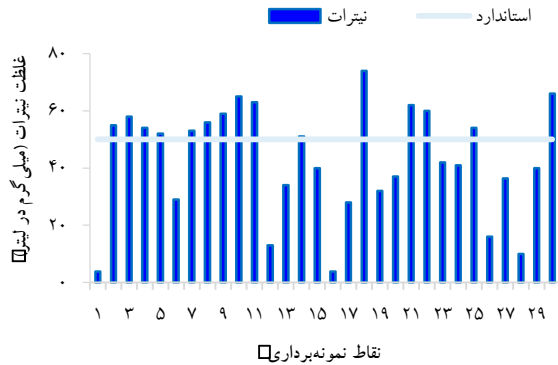
شهرستان فریدن با جمعیتی حدود ۸۴ هزار نفر و با آب و هوای سرد و کوهستانی، در شمال غربی استان اصفهان و در مختصات ۳۳ درجه شمالی و ۵۱ درجه شرقی واقع شده است. پژوهش حاضر با هدف پهنه‌بندی غلظت نیترات در منابع آب زیرزمینی شهرستان فریدن به منظور تحلیل فضایی و بررسی کیفیت آب این منابع و همچنین، تجزیه و تحلیل و تفسیر نتایج داده‌ها با استفاده از GIS انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی - تحلیلی بود. نمونه‌برداری آب‌های زیرزمینی از ۳۰ چاه در شهرستان فریدن با ظروف پلاستیکی ۱/۵ لیتری انجام شد و آب‌ها تا زمان اندازه‌گیری نیترات، در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. موقعیت مکانی و شماره چاه‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. موقعیت مکانی چاه‌ها به گونه‌ای انتخاب شد که در سطح شهرستان پراکنده باشد.

اندازه‌گیری غلظت نیترات در نمونه‌ها حداکثر ۲۴ ساعت پس از نمونه‌برداری صورت گرفت. سنجش غلظت نیترات با استفاده از روش

شماره ۱ و ۱۶ و بیشترین مقدار نیترات (۷۴ میلی گرم در لیتر) نیز مربوط به چاه شماره ۱۸ بود.

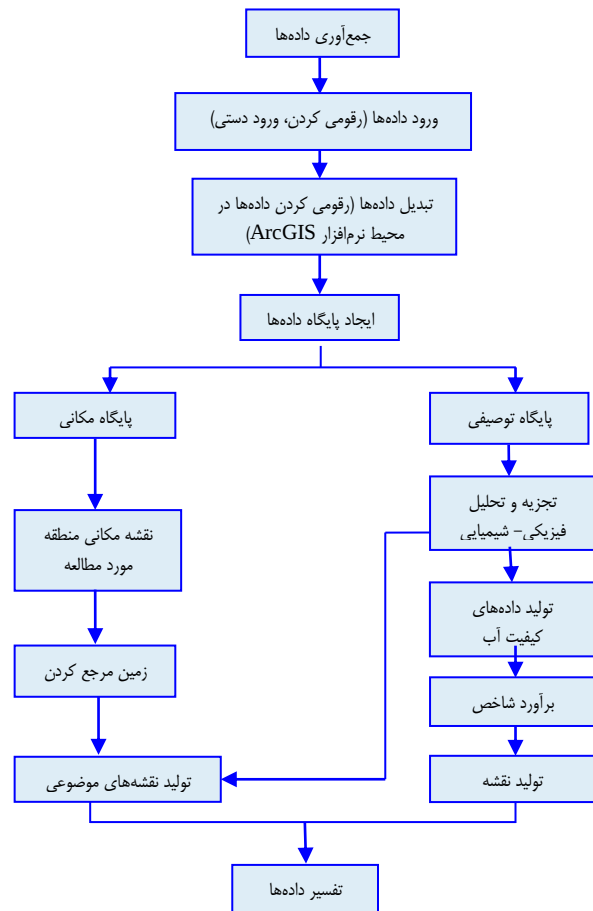


شکل ۳. مقایسه مقادیر غلظت نیترات در نقاط نمونه برداری با رهنمود (WHO) World Health Organization (۵۰ میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات)

در شکل ۴ پهنه‌بندی غلظت نیترات در منطقه مورد بررسی با استفاده از روش‌های IDW (قسمت الف) و Kriging (قسمت ب) نشان داده شده است.

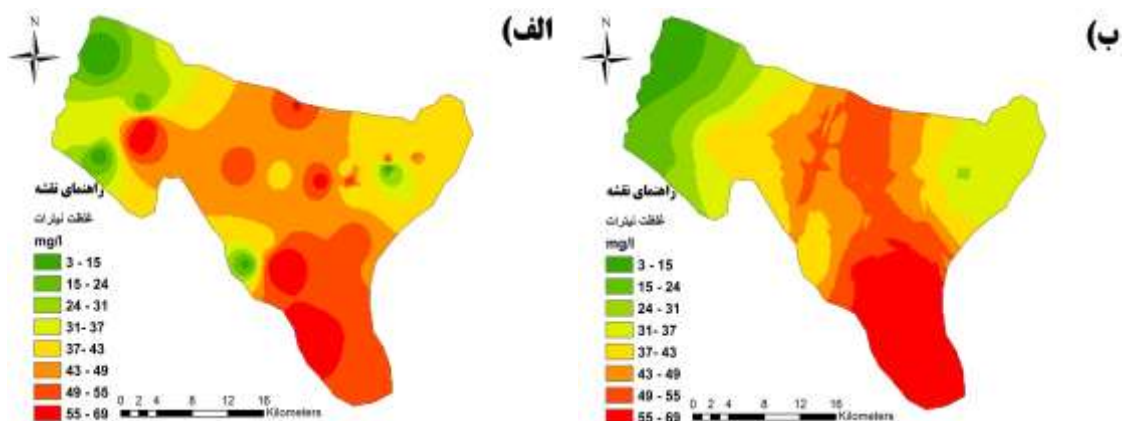
بحث

غلظت نیترات در مقایسه با رهنمود WHO، در نمونه آب ۱۵ چاه کمتر از حد مجاز و در نمونه آب ۱۶ چاه بیشتر از حد مجاز می‌باشد. از آنجایی که آب زیرزمینی یک منبع حیاتی برای آشامیدن به شمار می‌رود، پایداری اکولوژیکی و اقتصادی تعداد زیادی از کشورها بر پایه دسترسی به آب‌های زیرزمینی استوار است. به طور کلی، کیفیت آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر مصرف کودهای شیمیایی، نوع آبیاری زمین‌های کشاورزی، پساب صنایع، سایت‌های دفن مواد شیمیایی و فاضلاب‌های شهری قرار دارد (۲۲).



شکل ۲. مراحل پهنه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار (GIS) Geographic information system

همچنین، کمترین مقدار نیترات (۳/۸ میلی گرم در لیتر) مربوط به چاه‌های



شکل ۴. پهنه‌بندی غلظت نیترات در منطقه مورد بررسی با استفاده از روش‌های IDW (الف) و Kriging (ب)

به قسمت‌های جنوبی آبخوان میمه است که این امر ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه می‌باشد (۲۷) که با نتایج بررسی حاضر همخوانی داشت. در تحقیق لاله زاری و همکاران مشخص گردید که مناطق جنوبی دشت شهرکرد، بیشترین مناطق آلوده به نیترات بود و این آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و مصرف کودهای ازته می‌باشد که در هنگام بارندگی باعث نشت نیترات و کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌گردد (۲۸). نتایج مطالعه خزایی و همکاران در مورد پهنه‌بندی آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی غرب شهرستان شیراز نشان داد که روش‌های آماری کارایی قابل ملاحظه‌ای برای تخمین نقاط نامشخص دارد. علاوه بر این، مدیران و تصمیم‌گیران می‌توانند با استفاده از نقشه‌های پهنه‌بندی آلودگی نیترات، شناخت بهتری نسبت به اثرات استفاده گسترده از کودهای کشاورزی داشته باشند (۲۹).

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش جمعیت، استفاده از کودهای شیمیایی حاوی ازت در بخش کشاورزی افزایش یافته است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که چاه‌های دارای نیترات بالاتر از حد مجاز، بیشتر در مناطق مرکزی و جنوبی شهرستان فریدن واقع شده‌اند. در این مناطق نیترات موجود در کودهای شیمیایی مصرف شده در زمین‌های کشاورزی، از طریق رواناب‌ها وارد منابع آب زیرزمینی می‌گردد. روش‌های آبیاری نامناسب و مصرف بی‌رویه این کودها توسط کشاورزان آموزش ندیده نیز بر شدت این مسأله افزوده است. بنابراین، باید تمهیداتی در جهت کاهش مصرف کودهای ازته و جلوگیری از نشت نیترات به داخل آب‌های زیرزمینی در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از زحمات و همکاری‌های کارکنان شبکه بهداشت شهرستان فریدن تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

شکل ۴ نشان داد که بیشتر چاه‌های دارای نیترات بالا (بالاتر از حد مجاز) در مناطق مرکزی و به خصوص نواحی جنوبی شهرستان فریدن واقع شده‌اند. بنابراین، می‌توان گفت که علت این امر، نشت نیترات از زمین‌های کشاورزی متمرکز در این مناطق می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه محمدی و همکاران، مهم‌ترین منابع آلودگی نیترات، استفاده از کودهای ازته است که در کشاورزی و برای حاصلخیزی زمین استفاده می‌شود. این کودها در اثر تجزیه شدن و انحلال در آب‌های باران و کشاورزی، بر روی زمین جاری می‌شود و در نهایت، به قسمت‌های عمقی زمین فرو می‌رود. از این رو، می‌تواند آب‌های سطحی و زیرزمینی را تحت تأثیر قرار دهد (۲۳).

بالا بودن غلظت نیترات در زمین‌های کشاورزی که با این مشکل درگیر هستند، می‌تواند از طریق کنترل فعالیت‌های انسانی برطرف شود (۲۴). کشاورزان در این مناطق بدون توجه به این که سطح آب‌های زیرزمینی در چاه‌ها پایین آمده است، مقادیر زیادی از کودهای شیمیایی را به چاه وارد می‌کنند و سپس آن را به داخل زمین‌های کشاورزی خود پمپ می‌نمایند. این کار در منطقه لردگان، سبب افزایش و تجمع بیش از حد نیترات در خاک و نشت آن به داخل آب‌های زیرزمینی شده است (۲۱). میرانزاده و همکاران با انجام پژوهشی تأکید کردند که یکی از عوامل عمده افزایش نیترات در محیط، کاربرد آن به عنوان حاصلخیزکننده در بخش کشاورزی می‌باشد (۲۵). نتایج تحقیق نان‌بخش و همکاران نیز گویای این حقیقت است که بارندگی‌ها سبب می‌شود باقی‌مانده کودهای نیترا ته و زایدات گیاهی و حیوانی وارد منابع آب زیرزمینی شود و اثرات نامطلوبی را به همراه داشته باشد (۲۶). نتایج مطالعه فلاح‌زاده و همکاران نشان داد که در همه مناطق مورد بررسی در شهر یزد، غلظت نیترات در مقایسه با استاندارد ملی ایران (استاندارد شماره ۱۰۵۳) در محدوده استاندارد قرار داشت. همچنین، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که میزان نیترات در منابع آب زیرزمینی می‌تواند ناشی از نفوذ فاضلاب و متأثر از ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند جنس سنگ بستر، نوع خاک، عمق و ساختار چاه باشد (۱۱).

نتایج پژوهش گرجی و همکاران نشان داد که بالاترین غلظت نیترات مربوط

References

- Shirdel E, Abdolhnejad A, Raesivand S, Ebrahimi A, Jafari N. A survey on the efficacy of dilution performance for nitrate reduction in Freidan County, Iran. J Health Syst Res 2017; 13(4): 410-4. [In Persian].
- Taghian AR, Entezari M, Sepahvand S, Hashemi H. The relationship between nitrate in drinking water and gastric cancer in the Isfahan province. J Health Syst Res 2015; 11(3): 473-85. [In Persian].
- Setareh P, Rezaei M, Hassani AH, Zinatyzadeh AA. Distribution of groundwater nitrate contamination in GIS environment: A case study, Sonqor plain. J Kermanshah Univ Med Scie 2014; 18(3): 157-64. [In Persian].
- Alidadi H, Asadi B, Graily A. Evaluation of nitrate and nitrite in drinking water sources in Neishabur in 2011. Proceedings of the 16th National Congress on Environmental Health; 2013 Oct. 1-3; Tabriz, Iran. [In Persian].
- Badeenezhad A, Gholami M, Jonidi Jafari A, Ameri A. Factors Affecting nitrate Concentrations in Shiraz Groundwater Using Geographical Information System) GIS. Toloo e Behdasht 2012; 11(2): 47-56. [In Persian].
- Hajimirmohammad AR, Karyab H. Predicting nitrate concentration in groundwater resources using lumped-parameter model: Case study in Qazvin Plain. Iran J Health Environ 2016; 8(4): 459-70.
- Moeinian K, Hosseinejad H, Rastgoo T. Concentration of Nitrate, Nitrite and some other Parameters in Drinking Water Wells, Talesh (Northern IRAN), 2011. J Guilan Univ Med Sci 2018; 22(88): 26-33. [In Persian].
- Solgi E, Moradpour H. Investigation of Nitrite Concentration and Spatial Variations in Groundwater of Sarchehan Plain. Water Engineering 2017; 9(31): 35-44.
- Mirzaei R, Sakizadeh M, Ghorbani H. Nitrate contamination of drinking and agricultural groundwater resources in Shahrood and Damghan, Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(131): 117-27. [In Persian].
- Akhavan S, Zare Abyaneh H, Bayat Varkeshi M. A systematic review on nitrate concentration in water resources of Iran. Iran J Health Environ 2014; 7(2): 205-28. [In Persian].

11. Fallahzadeh R, Almodaresi S, Dashti M, Fattahi A, Sadeghnia M, Eslami H, et al. Zoning of nitrite and nitrate concentration in groundwater using geographic information system (GIS), case study: drinking water wells in Yazd City. *Journal of Geoscience and Environment Protection* 2016; 4(3): 91-6. [In Persian].
12. Eslami A, Ghadimi M. Study of five years nitrite and nitrate content trends of Zanjan groundwater resources using GIS from 2006 to 2010. *Journal of Health the Field* 2013; 1(1): 30-6. [In Persian].
13. Fallahzadeh R, Azimzadeh H, Khosravi R, Almodaresi S, Khodadadi M, Eslami H, et al. Using geographic information system (GIS) and remote sensing (RS) in zoning nitrate concentration in the groundwater of Birjand, Iran. *Journal of Advances in Environmental Health Research* 2016; 4(3): 129-34. [In Persian].
14. Almasi A, Shokri R, Momenzadeh R, Rezaei S, Jamshidi A, Yazdizadeh R. Distribution of groundwater nitrate in Dehloran, Iran: A case study using GIS. *Journal of Advances in Environmental Health Research* 2016; 4(3): 155-60. [In Persian].
15. Hamzaoui-Azaza F, Gueddari M. Nitrate contamination of Sminja aquifer groundwater in Zaghouan, northeast Tunisia: WQI and GIS assessments-. *Desalination and Water Treatment* 2016; 57(50): 23698-708. [In Persian].
16. Fallahzadeh R, Gholami M, Madreseh E, Ghaneian M, Farahzadi M, Askarnejad A, et al. Comparison of using an electronic system and conventional monitoring method for monitoring the quality of drinking water and defects discovery in rural area water distribution network of Abarkouh, Iran. *Health* 2015; 7(1): 35-40. [In Persian].
17. Ehsani H, Javid A, Hasani A, Shariat M, Rahmani A. Evaluation of nitrate variation and Total dissolved solids trend in drinking water using GIS Hamadan plain ground. *Proceedings of the 10th National Congress on Environmental Health*; 2007 Oct. 30; Hamadan, Iran.
18. Eaton AD, Clesceri LS, Franson MA, Greenberg AE, Rice EW. *Standard methods for the examination of water & wastewater*. Washington, DC: American Public Health Association; 2005.
19. Schabenberger O, Gotway CA. *Statistical methods for spatial data analysis*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2017.
20. Taghizadeh-Mehrjardi R, Zareian-Jahromi M, Mahmoodi S, Heidari A, Sarmadian F. Investigation of Interpolation Methods to Determine Spatial Distribution of Groundwater Quality in Rafsanjan. *Iranian Journal of Watershed Management Science* 2009; 2(5): 63-70.
21. Ostovari Y, Beigi Harchegani H, Davoodian AR. Spatial variation of nitrate in the Lordegan aquifer. *Journal of Water and Irrigation Management* 2012; 2(1): 55-67.
22. Suresh LP, Panigrahi BK. *Proceedings of the International Conference on Soft Computing Systems*. In: Kaviarasan M, Soman GP, Editors. *GIS-Based Ground Water Quality Monitoring in Thiruvannamalai District, Tamil Nadu, India*. Berlin, Germany: Springer; 2015.
23. Mohammadi H, Yazdanbakhsh A, Sheykh Mohammadi A, Bonyadinejad G, Alinejad A, Ghanbari G. Investigation of Nitrite and Nitrate in Drinking Water of Regions under Surveillance of Shahid Beheshti University of Medical Sciences in Tehran Province, Iran. *J Health Syst Res* 2011; 7(6): 782-9. [In Persian].
24. Rebolledo B, Gil A, Flotats X, Sanchez JA. Assessment of groundwater vulnerability to nitrates from agricultural sources using a GIS-compatible logic multicriteria model. *J Environ Manage* 2016; 171: 70-80.
25. Miranzadeh MB, Heidari M, Dehghan S, Hasanzadeh M. Overview of Nitrate in Drinking Water and its Health Effect with Emphasis on its Carcinogenic Risk in Human. *J Health Syst Res* 2010; 6: 1057-71.
26. Nanbakhsh H, Mohammadi A, Ebrahimi A. Investigating of nitrate and nitrite concentration of drinking water wells in villages around of the industrial park, in Urmia city. *J Health Syst Res* 2010; 6(SUPPLEMENT): 881-8.
27. Gorji L, Gazifard A, Entezari M, Tabatabaei J. The zoning of nitrate concentrations in Meymeh aquifer, Iran, using geographic information system. *J Health Syst Res* 2017; 13(3): 334-9. [In Persian].
28. Lalehzari R, Tabatabaei Sh, Yarali NA. Variation of nitrate contamination in Shahrekord aquifer and its mapping using GIS. *Iranian Water Research Journal* 2009; 3(4): 9-17. [In Persian].
29. Khazaei SH, Abbasitabar H, Taghizadeh Mehrjerdi R. spatial distribution of nitrate contamination in groundwater using geostatistic in Fars province (Case study: Siakh Darengoun Area). *Journal of Natural Environment* 2011; 64(3): 267-79. [In Persian].

Surveying and Zoning of Nitrate Concentration in Groundwater Resources in Freidan Township, Iran, Using Geographic Information System (GIS)

Ali Abdollahnejad¹, Elham Shirdel², Shahin Raesivand³, Afshin Ebrahimi⁴, Negar Jafari⁵

Original Article

Abstract

Background: The high consumption of nitrogen-containing fertilizers in agricultural lands of Freidan Township, Iran, is resulted to increasing of the nitrate concentration in drinking water in some of the underground water wells, even higher than allowed amount. Therefore, the aim of this study was to survey and zone nitrate concentration in groundwater resources in Freidan using the geographic information system (GIS).

Methods: In this was an analytical-cross sectional study, nitrate concentration was determined using spectrophotometry according to standard method, and compared with World Health Organization (WHO) guideline (50 mg/l). Then, zoning of nitrate concentration in groundwater resources of Freidan was investigated using Inverse Distance Weighting (IDW) and Kriging methods via ArcGIS software.

Findings: In half of the wells in Freidan, nitrate concentration was higher than the WHO guideline. Moreover, nitrate concentration zoning by GIS in groundwater resources showed that the wells with high nitrate were located in central and southern regions of Freidan.

Conclusion: Improper irrigation methods and excessive use of nitrogen fertilizers by untrained farmers can increase nitrate in groundwater resources. So, arrangements for farmers training related to reduction of these fertilizers consumption should be considered.

Keywords: Zoning, Nitrates, Groundwater resources, Geographic Information System (GIS)

Citation: Abdollahnejad A, Shirdel E, Raesivand S, Ebrahimi A, Jafari N. **Survey and Zoning of Nitrate Concentration in Groundwater Resources in Freidan Using Geographic Information System (GIS).** J Health Syst Res 2018; 14(3): 390-5.

1- PhD Candidate, Environmental Science and Technology Research Center AND Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2- Khansar Health Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Freidan Health Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

4- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

5- PhD Candidate, Student Research Committee AND Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Negar Jafari, Email: n64jafari@gmail.com

عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی: کاربرد مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی (Poisson)

شکوفه ملکی^۱، محمد غلامی فشارکی^۲، محسن روضاتی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در محیط رقابتی امروز، سازمان‌ها بر روی مسایل و موضوعاتی تمرکز دارند که بر هزینه و بهره‌وری آنان تأثیر می‌گذارد و از آن جمله می‌توان به غیبت از کار به دلیل بیماری (مرخصی استعلاجی) اشاره نمود. از این رو، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی بود.

روش‌ها: این مطالعه طولی بر روی کارگران مرد شاغل در کارخانه فولاد مبارکه اصفهان طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ انجام گرفت. جهت تحلیل داده‌ها، از تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی (Poisson) در نرم‌افزار Mplus استفاده گردید.

یافته‌ها: ۷۰۲۰ نفر با میانگین سنی $38/89 \pm 7/64$ سال در تحقیق حاضر شرکت کردند. در سطح درون گروهی، متغیرهای سن، تحصیلات و بیماری‌ها (قلبی-عروقی، مفاصل و استخوان، هاضمه، غدد و سرطان) تأثیر مستقیم و متغیرهای سابقه و نمره خطر Framingham تأثیر غیر مستقیمی بر تعداد روز مرخصی استعلاجی داشت. همچنین، در سطح بین گروهی، احتمال نوبت کاری و احتمال سیگاری بودن تأثیر مستقیمی را بر تعداد روز مرخصی استعلاجی نشان داد.

نتیجه‌گیری: کارگران نوبت کار بیشتر در معرض بیماری قرار دارند که در نهایت، منجر به افزایش تعداد روز مرخصی استعلاجی آن‌ها نسبت به کارگران روز کار می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مرخصی استعلاجی، تحلیل چند سطحی، توزیع پواسون

ارجاع: ملکی شکوفه، غلامی فشارکی محمد، روضاتی محسن. عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی: کاربرد مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی (Poisson). مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۳۹۶-۴۰۲

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۱۰

استعلاجی می‌باشد (۶).

با وجود منطقی بودن رابطه عوامل شغلی همچون نوبت کاری با تعداد روزهای مرخصی، هنوز در بسیاری از کشورها آمار دقیقی از عوامل مؤثر بر مرخصی استعلاجی در دست نیست. در ایران گزارش اپیدمیولوژیک معتبری در این باره منتشر نشده است، اما بر اساس گزارش‌های محلی، بیماری‌های مفاصل و استخوان، بیماری‌های قلبی و عروقی و بیماری‌های دستگاه هاضمه شایع‌ترین دلایل استفاده از مرخصی استعلاجی در صنایع مختلف اعم از صنایع فولادسازی به شمار می‌روند (۷). نتایج پژوهش Merkus و همکاران نشان داد که با افزایش مدت کار در نوبت کاری، تعداد روز مرخصی استعلاجی افزایش می‌یابد (۴). در تحقیق فقیه و همکاران که بر روی کارگران سالن‌های مونتاژ کارخانه ایران خودرو انجام شد، تأثیر معنی‌داری بین مشکلات مفاصل و استخوان و تعداد روز مرخصی استعلاجی مشاهده گردید (۸). van den Berg و همکاران نیز در مطالعه مقطعی خود به بررسی تأثیر بیماری‌های قلبی و عروقی بر تعداد روز مرخصی استعلاجی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که این بیماری سهم تعیین‌کننده‌ای بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان دارد (۹). از این رو، با توجه به اهمیت شناسایی عوامل مؤثر بر مرخصی استعلاجی و

مقدمه

غیبت از کار، از جمله مشکلات مهم کشورهای مختلف جهان است که به صورت‌های مختلف در بسیاری از مراکز کاری اعم از صنعتی، خدماتی و اداری وجود دارد و کنترل آن به دلیل غیر قابل برنامه‌ریزی بودن، به چالش مهمی در عرصه مدیریت منابع انسانی و مالی تبدیل شده است (۱، ۲). در برخی صنایع، غیبت ناشی از بیماری حدود دو سوم از کل آمار غیبت‌ها را تشکیل می‌دهد. تعداد روزهای غیبت از کار به دلیل بیماری یا جراحت در حال افزایش می‌باشد و این میزان در شرکت‌های بزرگ از شیوع بالاتری برخوردار است (۳). در صنایع و بخش‌های مختلف کسب و کار، فرایند تولید مستمر و ارائه خدمات برای تسهیل یک اقتصاد ۲۴ ساعته و جهانی مورد نیاز است. این امر مستلزم در دسترس بودن کارکنان در خارج از ساعت کار عادی (نوبت کاری) می‌باشد. میزان نوبت کاری در اروپا حدود ۱۷ درصد و در کشورهای در حال توسعه همچون ایران حدود ۱۵ درصد برآورد شده است. نتایج مطالعات نشان دهنده اثرات منفی و مستقیم نوبت کاری بر سلامت مانند افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی، مشکلات دستگاه گوارش و انواع سرطان‌ها (۴، ۵) و همچنین، اثرات غیر مستقیم آن بر افزایش هزینه و کاهش بهره‌وری و به موجب آن مرخصی

۱- کارشناس ارشد، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳- متخصص طب کار، مرکز طب کار، شرکت فولاد مبارکه اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: محمد غلامی فشارکی

Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir

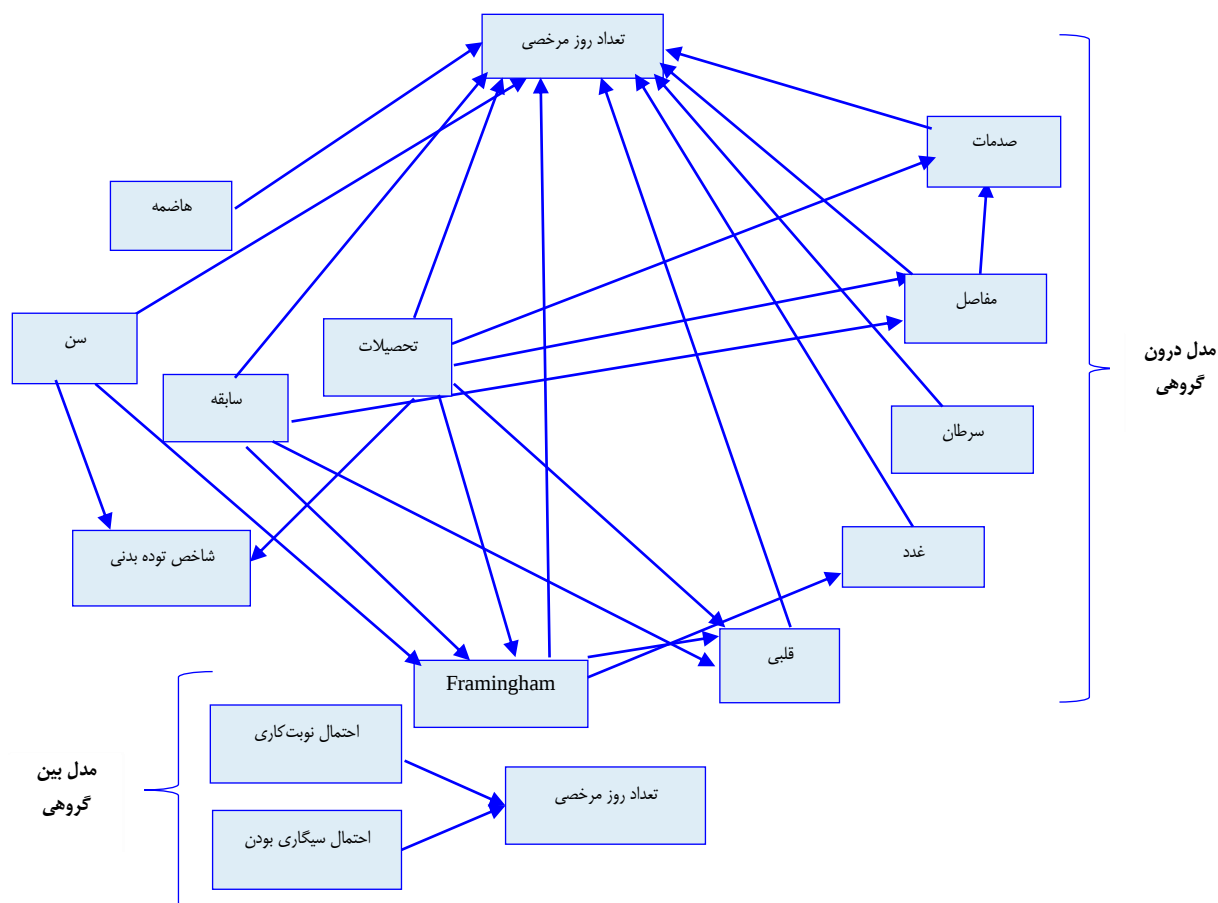
متغیر نوبت کاری در این مطالعه در سه سطح نوبت کار معمولی، نوبت کار هفتگی و روز کار تعریف گردید. نوبت کار معمولی: به صورت چرخشی، ۲ روز صبح کار، ۲ روز عصرکار، ۲ روز شب کار و ۲ روز در استراحت می باشد. در نوبت کار هفتگی افراد به صورت چرخشی، سه روز صبح کار و سه روز عصرکار هستند و به طور متناوب به ازای هر دو هفته یک روز و هر هفته جمعه ها در استراحت می باشند (نوبت صبح، عصر و شب به ترتیب در ساعات ۷ صبح، ۳ بعدازظهر و ۱۱ شب آغاز می گردد). افراد روز کار نیز از شنبه تا چهارشنبه از صبح تا بعدازظهر مشغول به کار و پنج شنبه و جمعه ها تعطیل می باشند.

شاخص های دموگرافیک (سن، سابقه، وضعیت مصرف سیگار و وضعیت تحصیلات) به عنوان متغیر کنترل، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI)، نمره خطر Framingham و نوبت کاری نیز به عنوان متغیر مستقل و تعداد روز مرخصی استعلاجی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. در پژوهش حاضر به دلیل استفاده از مدل تحلیل مسیر چند سطحی و استفاده از مدل بین و درون گروهی (شکل ۱)، اثر متغیرهای مخدوشگر به وجود آمده به دلیل تکرار افراد (پدیده بازگشت به میانگین) به وسیله مدل و در قالب واریانس بین گروهی کنترل گردید (۱۰).

عدم وجود تحقیقات داخلی و خارجی کافی در این زمینه و همچنین، نبود پژوهشی که به صورت توأم به بررسی عوامل مؤثر بر تعداد روز مرخصی استعلاجی کارکنان فولادسازی پرداخته باشد، مطالعه حاضر با استفاده از روش تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی (Poisson) به بررسی هدف ذکر شده پرداخت.

روش ها

در این تحقیق با توجه به این که تعداد مرخصی های استعلاجی هر فرد طی چهار سال مورد بررسی قرار گرفت، پژوهش در طبقه بندی مطالعات طولی قرار می گیرد. جامعه مورد بررسی را کلیه کارکنان شاغل در کارخانه فولاد مبارکه اصفهان طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ تشکیل داد که به روش سرشماری انتخاب شدند. معیار ورود هر فرد شامل استخدام رسمی و یا پیمانی طی سال های مورد بررسی و معیار خروج نیز بازنشستگی و یا مرگ در زمان مطالعه در نظر گرفته شد. همه شرکت کنندگان با رضایت کامل در تحقیق شرکت کردند و محرمانه بودن اسرار افراد از سوی پژوهشگران رعایت گردید. همچنین، کمیته اخلاق پزشکی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، ملاحظات اخلاقی پژوهش حاضر را مورد تأیید قرار داد (IR.TMU.REC.1395.398).



شکل ۱. نمایی از مدل بین و درون گروهی در نظر گرفته شده در مطالعه

می‌باشد. اگر متغیر پاسخ چند سطحی باشد، زمانی که y_j^* تحلیل می‌شود، می‌توان متغیر η_j را به دو سطح درون گروهی و بین گروهی تقسیم نمود. در این حالت، مدل‌های عاملی دو سطحی برای j امین فرد در k امین گروه در قالب ماتریس کواریانس بین و درون گروهی فرمول‌بندی می‌گردد. ماتریس بین و درون گروهی را به ترتیب با Σ_B و Σ_W معرفی می‌نمایند.

در رابطه ۳ منظور از (2) و (3) به ترتیب متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی معادلات ساختاری سطح درون و بین گروهی باشد. در این حالت، برای مثال در یک مدل دوسطحی مدل به فرم دو معادله درون و بین گروهی تعریف می‌گردد.

رابطه ۳

$$\Sigma_B = \Lambda^{(3)}\Psi^{(3)}\Lambda^{(3)'} + \Theta^{(3)} \text{ و } \Sigma_W = \Lambda^{(2)}\Psi^{(2)}\Lambda^{(2)'} + \Theta^{(2)}$$

رابطه ۴

$$\mu_k = \mu + \Lambda^{(3)}\eta_{jk}^{(3)} + \varepsilon_k^{(3)}, y_{jk}^* = \mu_k + \Lambda^{(2)}\eta_{jk}^{(2)} + \varepsilon_{jk}^{(2)}$$

رابطه ۱ برای پاسخ‌های پنهان y_{jk}^* و نشان دهنده مدل مشترک می‌باشد که شامل عبارت عرض از مبدأ تصادفی μ_k و بیانگر تغییرات کلی k امین گروه می‌باشد. رابطه ۲ نشان دهنده مدل عامل مشترک برای عرض از مبدأ تصادفی μ_k است. با ترکیب روابط ۳ و ۴ می‌توان فرم کاهش یافته معادلات را به فرم رابطه ۵ محاسبه نمود که در آن $\Lambda^{(2)}$ و $\Lambda^{(3)}$ ماتریس‌های عامل برای سطح درون و بین گروه‌ها می‌باشد. $\varepsilon_k^{(3)}$ و $\varepsilon_{jk}^{(2)}$ نشان دهنده خطای مانده‌ها برای سطح درون و بین گروه‌ها است.

رابطه ۵

$$y_{jk}^* = \underbrace{\mu + \Lambda^{(3)}\eta_{jk}^{(3)} + \varepsilon_k^{(3)}}_{\mu_k} + \Lambda^{(2)}\eta_{jk}^{(2)} + \varepsilon_{jk}^{(2)}$$

در رابطه ۵ دو مقدار برای متغیر η مشاهده می‌شود؛ یکی در سطح گروه‌ها و دیگری در سطح افراد. در چنین حالتی روش‌های مختلفی برای برآورد مدل با پاسخ‌های پیوسته و ناپیوسته وجود دارد. بیشتر روش‌های مورد استفاده برای تحلیل مسیر چند سطحی دو مرحله‌ای هستند. به عبارت دیگر، تحلیل‌های مربوط در سطح افراد، تحلیل درون گروهی و تحلیل در سطح گروه‌ها، تحلیل بین گروهی نامیده می‌شود (مانند تحلیل مسیر معمولی). در تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی، باید خطای مدل $(\varepsilon_k^{(3)})$ و $(\varepsilon_{jk}^{(2)})$ نرمال و ارتباط متغیرهای مستقل با وابسته به صورت خطی باشد.

یافته‌ها

مطالعه حاضر بر روی ۷۰۲۰ نفر از کارگران کارخانه فولاد مبارکه انجام شد. تعداد روزهای مرخصی کارگران $12/60 \pm 15/44$ روز، سن $38/89 \pm 7/64$ سال، سابقه کار $8/02 \pm 6/22$ سال، مقدار BMI برابر با $26/06 \pm 3/54$ کیلوگرم بر مترمربع و نمره خطر Framingham برابر با $4/89 \pm 3/03$ بود. در جدول ۱ ضرایب تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ‌های نرمال و پواسونی درون گروهی، بین گروهی و همچنین، میزان AIC دو مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ نرمال و پاسخ پواسونی ارائه شده است. با مقایسه AIC دو مدل ($771658/503$ و $645281/048$) می‌توان از بهتر بودن تحلیل مسیر چند

در تحقیق حاضر، تعداد روز مرخصی به همراه علل ثبت شده برای آن با استفاده از سیستم یکپارچه جامع خدمات اداری شرکت فولاد مبارکه استخراج شد و با استفاده از شماره پرسنلی کارکنان این اطلاعات با پرونده پزشکی الکترونیک کارکنان که در مرکز طب کار کارخانه ثبت شده بود، متصل و یکپارچه گردید. در پرونده پزشکی کارکنان اطلاعات دموگرافیک مانند سن، جنسیت، تحصیلات، سابقه کار، زمان‌بندی نوبت‌کاری، وضعیت مصرف سیگار و همچنین، اطلاعاتی همچون وزن، قد، فشار خون و متغیرهای آزمایشگاهی مانند پروفایل قند و چربی و بیماری‌های به وجود آمده ضمن کار ثبت می‌گردد. پس از یکپارچه‌سازی اطلاعات، نمره خطر Framingham برای همه شرکت‌کنندگان محاسبه گردید. نمره خطر Framingham روشی برای تعیین شانس فردی در پیشرفت بیماری قلبی-عروقی در یک بازه زمانی اغلب بین ۱۰ تا ۳۰ سال می‌باشد. برای محاسبه این شاخص بر اساس پنج متغیر سن، وضعیت سیگاری بودن، میزان کلسترول، میزان High-density lipoprotein (HDL) و فشار خون سیستولیک به تفکیک جنسیت بر اساس یک‌سری ضرایب که در مقاله اکبری و همکاران (۱۱) ارائه شده است، محاسبه می‌گردد. هرچه این شاخص بالاتر باشد، نشان دهنده بیشتر بودن خطر ابتلای ۱۰ ساله یک فرد به بیماری عروق کرونر است و هرچه این نمره کمتر باشد، نشان دهنده کمتر بودن احتمال این خطر می‌باشد (۱۲).

جهت ورود متغیرهای وضعیت سیگاری بودن و نوبت‌کاری بر اساس مطالعات قبلی (۱۳)، ابتدا با استفاده از Logistic regression، مقادیر احتمال هر فرد محاسبه و سپس این مقادیر به عنوان متغیر مورد بررسی وارد مطالعه گردید. جهت مقایسه مدل‌های آماری در تحقیق حاضر، از شاخص Akaike information criterion (AIC) استفاده شد. این شاخص معیاری برای سنجش نیکویی برازش است و بر اساس مفهوم انتروپی بنا شده است و نشان می‌دهد که استفاده از یک مدل آماری به چه میزان باعث از دست رفتن اطلاعات می‌شود. به عبارت دیگر، این معیار تعادلی میان دقت مدل و پیچیدگی آن برقرار می‌کند. با توجه به داده‌ها، چند مدل رقیب ممکن است با توجه به مقدار AIC رتبه‌بندی شود و بهترین مدل دارای کمترین AIC است (۱۴). داده‌ها در نرم‌افزار Mplus مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و $P < 0/05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

پژوهش حاضر برای بررسی عوامل مؤثر بر غیبت از کار با استفاده از مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی از روش مؤلفه پنهان انجام پذیرفت. در روش متغیر پنهان فرض می‌شود که متغیر آشکار مشاهده شده (y_j) ، برشی از یک متغیر پنهان پیوسته (y_j^*) است که به وسیله یک متغیر آشکار v_j به علاوه یک خطای نرمال (ε_j) به صورت رابطه ۱ ساخته می‌شود.

رابطه ۱

$$y_j^* = v_j + \varepsilon_j$$

به دلیل این که $\varepsilon_j \sim N(0, \sigma_e^2)$ می‌باشد، توزیع متغیر $y_j^* \sim N(v_j, \sigma_e^2)$ نیز نرمال است. در این حالت متغیر v_j به صورت رابطه ۲ که در آن $g(\cdot)$ تابع ربط در مدل خطی تعمیم یافته است، تعریف می‌گردد.

رابطه ۲

$$v_j = g(E(y_j | X_j, \eta_j))$$

از طرف دیگر، فرض می‌شود که v_j تابعی از متغیر پنهانی مانند η_j

سطحی با پاسخ پواسونی در مقابل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ نرمال اطمینان حاصل نمود. با مقایسه ضرایب دو مدل می‌توان گفت که نتایج دو مدل یکسان می‌باشد؛ به غیر از این که دو ضریب بتای سابقه و نمره Framingham بر تعداد روز مرخصی در تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی معنی‌دار شده است؛ در حالی که این دو ضریب در مدل تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ نرمال معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین، نتایج بیشتر نشان

دهنده تأثیر احتمال نوبت‌کاری، سن، سابقه، تحصیلات، نمره Framingham، بیماری‌های قلبی، مفاصل و استخوان، هاضمه، غدد، سرطان و صدمات و مسمومیت‌ها بر تعداد روز مرخصی بود. در مطالعه حاضر، هم‌خطی بر اساس شاخص Variance inflation factor (VIF) و نرمال بودن خطا بر اساس آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی گردید که نتایج بیان‌کننده عدم تخلف مدل از این دو فرضیه بود.

جدول ۱. مقایسه ضرایب مسیر چند سطحی با پاسخ‌های نرمال و پواسونی درون گروهی

نقش متغیر		تحلیل مسیر چند سطحی	تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی
مستقل	وابسته	با پاسخ نرمال	خطای استاندارد β
ضرایب درون گروهی	سن	تعداد روز مرخصی	$0.14^* (0.002)$
	سابقه	تعداد روز مرخصی	$-0.02^* (0.002)$
	تحصیلات	تعداد روز مرخصی	$-0.059^* (0.013)$
	نمره خطر Framingham	تعداد روز مرخصی	$0.249^* (0.020)$
	بیماری قلبی	تعداد روز مرخصی	$0.192^* (0.021)$
	مفاصل و استخوان	تعداد روز مرخصی	$0.263^* (0.014)$
	بیماری هاضمه	تعداد روز مرخصی	$0.241^* (0.030)$
	غدد	تعداد روز مرخصی	$0.082^* (0.021)$
	سرطان	تعداد روز مرخصی	$0.457^* (0.033)$
	صدمات و مسمومیت	تعداد روز مرخصی	$0.204^* (0.006)$
	سن	نمره خطر Framingham	$0.072^* (0.033)$
	سابقه	نمره خطر Framingham	$0.204^* (0.006)$
	تحصیلات	نمره خطر Framingham	$0.163^* (0.005)$
	BMI	نمره خطر Framingham	$0.121^* (0.030)$
	سن	BMI	$0.121^* (0.011)$
	تحصیلات	BMI	$0.560^* (0.006)$
	سابقه	BMI	$0.190^* (0.055)$
	تحصیلات	بیماری قلبی	$0.002^* (0.001)$
	نمره خطر Framingham	بیماری قلبی	$0.005^* (0.002)$
	سابقه	بیماری قلبی	$0.017^* (0.001)$
	تحصیلات	بیماری قلبی	$-0.024^* (0.004)$
	BMI	بیماری قلبی	$0.091^* (0.011)$
	نمره خطر Framingham	مفاصل و استخوان	$0.100^* (0.003)$
	غدد	مفاصل و استخوان	$0.002^* (0.001)$
	سرطان	مفاصل و استخوان	$0.100^* (0.001)$
	مفاصل و استخوان	غدد	$0.490^* (0.022)$
	تحصیلات	سرطان	$-0.37^* (0.005)$
	صدمات و مسمومیت	صدمات و مسمومیت	$-0.43^* (0.004)$
	صدمات و مسمومیت	صدمات و مسمومیت	$-0.059^* (0.013)$
	احتمال نوبت‌کاری	دستگاه هاضمه	$0.249^* (0.020)$
	احتمال سیگاری بودن	تعداد روز مرخصی	$-0.770^* (0.250)$
		تعداد روز مرخصی	$-0.052^* (0.025)$
		AIC	$645281/048$
			$771658/503$

BMI: Body mass index; AIC: Akaike information criterion

* $P < 0.001$

بحث

در محیط رقابتی امروز، سازمان‌ها به طور فزاینده‌ای بر مسایل و موضوعاتی متمرکز هستند که بر هزینه و بهره‌وری اثر می‌گذارد و از آن جمله می‌توان به مرخصی استعلاجی کارکنان اشاره نمود. هزینه‌های مربوط به مرخصی استعلاجی برای کارفرما و جامعه بسیار زیاد است که می‌توان هزینه‌های ناشی از حقوق و دستمزد کارمند غایب، هزینه حقوق کارمند جایگزین، هزینه‌های مرتبط با هزینه از دست رفته و کاهش کیفیت خدمات را نام برد (۴). از این رو، به دلیل اهمیت نقش غیبت از کار به دلیل مرخصی استعلاجی، در پژوهش حاضر رابطه سن، سابقه کار، نوبت کاری، نمره خطر Framingham، BMI و علل بیماری که به صورت تعداد دفعات مراجعه هر یک از کارکنان می‌باشد، به عنوان پیشگویی‌کننده‌های مناسب برای بررسی تعداد روز مرخصی کارکنان شرکت فولاد مبارکه اصفهان در نظر گرفته شد. در این مطالعه همه کارکنان مرد بودند و میانگین سنی آن‌ها 47.64 ± 3.81 سال گزارش گردید.

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، سن تأثیر مستقیم و معنی‌داری بر تعداد روز مرخصی داشت که این نتایج با یافته‌های مطالعات پوریعقوب و همکاران (۱۵) و Hubertsson و همکاران (۱۶) همسو بود. به عنوان مثال، به ازای هر ده سال که سن افراد افزایش می‌یابد، 0.14 به تعداد روز مرخصی اضافه می‌شود. همچنین، نتایج نشان دهنده اثر غیر مستقیم BMI بر تعداد روز مرخصی استعلاجی می‌باشد که با یافته‌های پژوهش Roelen و همکاران (۱۷) همخوانی داشت. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که افراد چاق $1/5$ برابر افراد عادی در طول یک سال از مرخصی استعلاجی استفاده می‌کنند (۱۷). همچنین، نتایج بیشتر نشان دهنده تأثیرگذاری متغیر BMI بر نمره خطر Framingham و اثرگذاری غیر مستقیم این نمره بر متغیر پاسخ می‌باشد که با نتایج تحقیق خسروی و همکاران (۱۸) مشابیهت داشت. علت این امر آن است که نمره خطر Framingham با افزایش میزان BMI، افزایش پیدا می‌کند. در نتیجه، باعث افزایش تعداد دفعات مرخصی استعلاجی به دلیل بیماری‌های قلبی-عروقی می‌گردد. در بررسی حاضر، سابقه کاری تأثیر غیر مستقیمی بر تعداد روز مرخصی استعلاجی داشت که با نتایج مطالعه رنجبر و همکاران (۱۹) همسو بود.

بیشترین تعداد مراجعه به پزشک و استفاده از مرخصی استعلاجی، مربوط به صدمات و مسمومیت‌ها ($34/00$ درصد)، سرطان ($30/68$ درصد)، بیماری‌های مفاصل و استخوان ($18/68$ درصد) و بیماری‌های قلبی-عروقی ($14/78$ درصد) بود. به دلیل این که صنایع فولادسازی جزء صنایع سنگین محسوب می‌شود و این صنایع عموماً به دلیل واکنش‌های شیمیایی موجود در کارخانه، دارای محیط آلوده‌ای می‌باشند، علت مراجعه به پزشک به دلیل بیماری‌های فوق، بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است. همچنین، در نتایج به دست آمده از تحلیل مسیر چند سطحی با پاسخ پواسونی، مشاهده گردید که این بیماری‌ها تأثیر مستقیم و معنی‌داری با تعداد روز مرخصی استعلاجی دارند. در پژوهش فقیه و همکاران که بر روی 234 نفر از کارگران سالن‌های مونتاژ کارخانه ایران خودرو انجام شد، به تأثیر معنی‌دار بیماری‌های مفاصل و استخوان (11 درصد) بر تعداد روز مرخصی استعلاجی اشاره گردید (۸). van den Berg و همکاران در یک مطالعه مقطعی با حجم نمونه 8364 نفره، به بررسی تأثیر بیماری‌های قلبی-

عروقی ($26/0$ درصد) بر تعداد روز مرخصی استعلاجی پرداختند (۹) که نتایج با یافته‌های بررسی حاضر مطابقت داشت.

Du Bois و همکاران در یک تحقیق آینده‌نگر، صدمات و جراحات وارد آمده بر کارکنان کارخانه‌جات بلژیک را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که صدمات و جراحات به خصوص کمردرد، تأثیر معنی‌داری بر مرخصی استعلاجی کارکنان داشت (۲۰) که این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر همسو بود. Rydmark و همکاران (۲۱) و Won و همکاران (۲۲) هم پژوهش‌هایی در زمینه تأثیر بیماری‌های مزمن بر تعداد روز مرخصی انجام دادند که نتایج به دست آمده با بررسی حاضر همخوانی داشت. نتایج مطالعه حاضر ارتباط معکوس و معنی‌داری را بین وضعیت سیگاری بودن کارگران با مرخصی استعلاجی نشان داد؛ بدین معنی که با افزایش احتمال سیگاری بودن، تعداد روز مرخصی کمتر می‌شود. دلیل این امر آن است که این افراد اغلب نیروی قراردادی و جوان هستند که هنوز دچار اثرات منفی عوارض سیگاری بودن و بیماری‌های ناشی از آن نشده‌اند و در نتیجه، کمتر از مرخصی استعلاجی استفاده کرده‌اند.

در تحقیق حاضر، متغیر نوبت کاری اثر معنی‌داری بر متغیر پاسخ داشت؛ بدین معنی که با افزایش نوبت کاری، تعداد روز مرخصی افزایش می‌یابد و این نتیجه با یافته‌های پژوهش Merkus و همکاران (۴) همسو بود. به دلیل این که با افزایش نوبت کاری، فرسودگی شغلی نیز افزایش می‌یابد، این امر سبب بروز بیماری‌های مختلف و در نتیجه، استفاده بیشتر از مرخصی استعلاجی در کارکنان می‌گردد. نتایج به دست آمده از بررسی حاضر نشان می‌دهد که شناس ابتلا به بیماری‌های مزمن و در نتیجه، استفاده از مرخصی استعلاجی در کارگران نوبت کار بیشتر از کارگران روزکار است. دلیل این امر آن است که این افراد تعداد ساعات بیشتری سرکار هستند (۲۳). با توجه به نتایج به دست آمده، سن و عوامل مختلف بیماری، تأثیر بسزایی بر تعداد روز مرخصی کارکنان دارد؛ چرا که با بالا رفتن سن و تغییرات متابولسم بدن، شرایط برای بیماری‌های مختلف ایجاد می‌شود و با ایجاد بیماری، فرد ناچار به استفاده از مرخصی استعلاجی می‌گردد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که کارگران نوبت کار بیشتر در معرض بیماری قرار دارند و در نتیجه، نسبت به کارگران روزکار بیشتر از مرخصی استعلاجی استفاده می‌نمایند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر مستقیم سن، سابقه کار و نمره Framingham بر تعداد روز مرخصی، می‌توان کنترل متناسب با سن و سابقه، نمره Framingham کارگران و همچنین، طراحی الگوی مراقبتی برای روزکاران را به عنوان روش‌های کاهش دهنده در مدیریت تعداد روزهای مرخصی توصیه نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارمندان، کارگران و کادر درمان شرکت فولاد مبارکه اصفهان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، از دانشگاه تربیت مدرس به جهت حمایت مالی و معنوی این طرح سپاسگزاری می‌گردد.

References

- Gholami-Fesharaki M, Kazemnejad A, Zayeri F, Sanati J, Akbari H. A retrospective cohort study on factors associated blood pressure using multilevel modeling. ARYA Atheroscler 2013; 9(5): 293-9.

2. Gholami-Fesharaki M, Kazemnejad A, Zayeri F, Rowzati M, Sanati J, Akbari H. Multicenter historical cohort study of the relationship between shift work and blood pressure. *ARYA Atheroscler* 2014; 10(6): 287-91.
3. Diaz-Ledezma C, Urrutia J, Romeo J, Chelen A, Gonzalez-Wilhelm L, Lavarello C. Factors associated with variability in length of sick leave because of acute low back pain in Chile. *Spine J* 2009; 9(12): 1010-5.
4. Merkus SL, van Drongelen A, Holte KA, Labriola M, Lund T, van Mechelen W, et al. The association between shift work and sick leave: A systematic review. *Occup Environ Med* 2012; 69(10): 701-12.
5. Choobineh A, Soltanzadeh A, Tabatabaie S, Jahangiri M. Shift work-related health problems among petrochemical industries employees. *Scientific Medical Journal/Majalleh Elmi Peseshki Daneshgahe Elome Pezeshki Ahwaz*. 2011. [In Persian].
6. Bazyar F, Gholami Fesharaki M, Rowzati M. The relationship between shift work and risk of cardiovascular diseases based on Framingham risk score using a mixture multilevel model. *J Health Syst Res* 2017; 13(1): 85-92. [In Persian].
7. Faghih M, Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Faradmal J, Mohammadi H, Gargaz A. The investigation of relationship between pain and sick leave in an automobile manufacturing company. *Iran Occup Health* 2014; 11(4): 56-66. [In Persian].
8. Faghih M, Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Faradmal J, Mohammadi H, Gargaz A. The investigation of relationship between pain and sick leave in an automobile manufacturing company. *Iran Occup Health* 2014; 11(4): 56-66. [In Persian].
9. van den Berg S, Burdorf A, Robroek SJW. Associations between common diseases and work ability and sick leave among health care workers. *Int Arch Occup Environ Health* 2017; 90(7): 685-93.
10. Marsh HW, Hau KT. Multilevel modeling of longitudinal growth and change: Substantive effects or regression toward the mean artifacts? *Multivariate Behav Res* 2002; 37(2): 245-82.
11. Akbari H, Mirzaei R, Nasrabadi T, Gholami-Fesharaki M. Evaluation of the effect of shift work on serum cholesterol and triglyceride levels. *Iran Red Crescent Med J* 2015; 17(1): e18723. [In Persian].
12. Grundy SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. *AHA/ACC scientific statement: Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology*. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34(4): 1348-59.
13. Kupek E. Beyond logistic regression: structural equations modelling for binary variables and its application to investigating unobserved confounders. *BMC Med Res Methodol* 2006; 6: 13.
14. Chiogna and Carlo Gaetan M, Gaetan C. Dynamic generalized linear models with application to environmental epidemiology. *R Stat Soc Ser C Appl Stat* 2002; 51(4): 453-68.
15. Pouryaghoub G, Mehrdad R, Rafiee Samani F, Mahmoodi F. Risk factors of sickness absence. *Occupational Medicine Journal* 2016; 8(3): 21-30. [In Persian].
16. Hubertsson J, Petersson IF, Thorstensson CA, Englund M. Risk of sick leave and disability pension in working-age women and men with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2013; 72(3): 401-5.
17. Roelen CA, Stapelfeldt CM, Heymans MW, van Rhenen W, Labriola M, Nielsen CV, et al. Cross-national validation of prognostic models predicting sickness absence and the added value of work environment variables. *J Occup Rehabil* 2015; 25(2): 279-87.
18. Khosravi A, Akhavan Tabib A, Golshadi I, Dana Siadat Z, Bahonar A, Zarfeshani S, et al. The relationship between weight and CVD risk factors in a sample population from central Iran (Based on IHHP). *ARYA Atheroscler* 2012; 8(2): 82-9.
19. Ranjbar S, Jefruodi S, Khaleghduost T, Asgari F, Atrkarruoshan Z. Survey effective personal and familial factors on absenteeism in nursing zprofessionals at educational-therapeutic centers in Rasht in 2007-2008. *J Holist Nurs Midwifery* 2008; 18(2): 17-22. [In Persian].
20. Du Bois M, Szpalski M, Donceel P. Patients at risk for long-term sick leave because of low back pain. *Spine J* 2009; 9(5): 350-9.
21. Rydmark I, Wahlberg K, Ghatan PH, Modell S, Nygren A, Ingvar M, et al. Neuroendocrine, cognitive and structural imaging characteristics of women on longterm sickleave with job stress-induced depression. *Biol Psychiatry* 2006; 60(8): 867-73.
22. Won J, Ahn Y, Song J, Koh D, Roh J. Occupational injuries in Korea: A comparison of blue-collar and white-collar workers' rates and underreporting. *J Occup Health* 2007; 49(1): 53-60.
23. Staff who work long shifts more likely to call in sick, according to new research. *Nurs Manag (Harrow)* 2017; 24(2): 7.

The Effective Factors on the Number of Sick Leave Days on Steel Staffs: An Application of Multilevel Path Analysis Model with Poisson Response

Shokofeh Maleki¹, Mohammad Gholami-Fesharaki², Mohsen Rowzati³

Original Article

Abstract

Background: In today's competitive environment, organizations focus on issues that affect cost and productivity, such as absenteeism due to illness (sick leave). According to the importance of this subject, this study done to assess the effective factors on the number of sick leave days among steel industry workers.

Methods: This longitudinal study was conducted on workers of Mobarakeh Steel Company, Isfahan, Iran, during 2011-2015. In this study, was used model multilevel path analysis with Poisson's response; MPLUS software was used to analyze the data.

Findings: 7020 participants with the mean age of 38.89 ± 7.64 years entered the study. In within-group level, variables of age, education, and disease (cardiovascular disease, arthritis and osteopathy disease, indigestion disease, endocrine disease, and cancer) had direct effect, and variables of work experience and Framingham score had indirect effect on the number of sick leave days. In addition, in between-group level, the possibility of shift work and being a smoker had direct effects on the number of the sick leave days.

Conclusion: The results from the study shows that shift work workers are more exposed to disease that eventually results in an increase in the number of their sick leave days than day workers.

Keywords: Sick leave, Multilevel analysis, Poisson distribution

Citation: Maleki S, Gholami-Fesharaki M, Rowzati M The Effective Factors on the Number of Sick Leave Days on Steel Staffs: An Application of Multilevel Path Analysis Model with Poisson Response. J Health Syst Res 2018; 14(3): 396-402.

1- Department of Biostatistics, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3- General Practitioner, Worksite Follow-Up Unit, Occupational Health Center, Mobarakeh Steel Company, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Mohammad Gholami-Fesharaki, Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir

حذف فتوکاتالیستی مترونیدازول از محیط آبی با استفاده از تیتانیوم دی اکساید- کربن نیتريد گرافیتی (g-C₃N₄-TiO₂)

علی اسرافیلی^۱، مریم سلیمی^۲، میترا غلامی^۳، مهدی فرزادکیا^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: مصرف زیاد آنتی بیوتیک ها از جمله مترونیدازول، باعث شده است که آن ها به طور پیوسته به محیط زیست وارد شوند؛ در حالی که فرایندهای تصفیه متداول قادر به حذف آن ها نیست. در نتیجه، در محیط تجمع می یابند و منجر به بروز مخاطرات بهداشتی پیش بینی نشده بر سلامت انسان و اکوسیستم می شود. در سال های اخیر، فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته به عنوان یک تکنولوژی مؤثر جهت تخریب آلاینده ها از محیط آبی معرفی شده است. پژوهش حاضر با هدف بررسی کارایی کاتالیست تیتانیوم دی اکساید- کربن نیتريد گرافیتی (Graphitic carbon nitride-TiO₂ یا g-C₃N₄-TiO₂) در حذف مترونیدازول از محیط های آبی صورت گرفت.

روش ها: در این مطالعه بنیادی- کاربردی، ابتدا کاتالیست g-C₃N₄-TiO₂ سنتز گردید. جهت تعیین مشخصات نانوکامپوزیت، از آزمایش های میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM یا Scanning electron microscope)، Energy Dispersive X-ray (EDX) و طیف سنجی انعکاسی انتشاری (Diffuse reflectance spectroscopy یا DRS) استفاده شد. سپس تأثیر شاخص هایی مانند مقدار g-C₃N₄ در ترکیب کاتالیست g-C₃N₄-TiO₂، غلظت اولیه مترونیدازول (۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر)، pH (۴، ۷ و ۱۰) و میزان معدنی سازی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: کاتالیست TC3 راندمان تجزیه فتوکاتالیستی بیشتری را در تخریب مترونیدازول نشان داد. حداکثر کارایی فرایند در شرایط بهینه شامل غلظت اولیه مترونیدازول ۱۰ میلی گرم بر لیتر، pH = ۱۰ و زمان تماس ۳۶۰ دقیقه بود که ۸۹ درصد به دست آمد.

نتیجه گیری: فرایند فتوکاتالیستی بر پایه کاتالیست g-C₃N₄-TiO₂، روش مؤثری جهت حذف مترونیدازول از محیط آبی می باشد و کاربرد g-C₃N₄ به طور مؤثری فعالیت فتوکاتالیستی TiO₂ را افزایش می دهد.

واژه های کلیدی: مترونیدازول، فرایند فتوکاتالیستی، کربن نیتريد گرافیتی، تیتانیوم دی اکساید

ارجاع: اسرافیلی علی، سلیمی مریم، غلامی میترا، فرزادکیا مهدی. حذف فتوکاتالیستی مترونیدازول از محیط آبی با استفاده از تیتانیوم دی اکساید- کربن نیتريد گرافیتی (g-C₃N₄-TiO₂). مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۴۰۹-۴۰۳

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۵/۲۹

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۱

سپتیک از جمله مهم ترین منابع نقطه ای محسوب می شوند (۲). از سوی دیگر، منشأ آلودگی های انتشاری، رواناب های کشاورزی ناشی از زایدات و کود دامی، رواناب شهری و نشت ناشی از تصفیه خانه و سیستم تصفیه زایدات می باشد (۳). در مطالعات صورت گرفته، پساب تصفیه خانه فاضلاب شهری به عنوان یکی از منابع بسیار مهم ورود داروها به محیط معرفی شده است (۵، ۴). پس از مصرف ترکیبات فعال دارویی در بدن، ارگانیسم تحت فرایندهای متابولیک قرار می گیرد و بخش زیادی از ترکیبات مادر به شکل متابولیزه شده و یا غیر متابولیزه شده وارد فاضلاب و سیستم تصفیه فاضلاب می شود (۶). در این میان، گزارش وجود ۵ تا ۴۸ نوع دارو در تصفیه خانه فاضلاب شهری مناطق مختلف جهان از جمله انگلستان، آمریکا، فنلاند و بلژیک بسیار قابل توجه است (۱۰-۷). از سوی دیگر، فاضلاب بیمارستانی یکی دیگر از منابع ورود داروها به محیط زیست می باشد که در صورت ورود پساب آن ها به تصفیه خانه فاضلاب

مقدمه

استفاده بی رویه از آنتی بیوتیک ها و تخلیه آن ها به محیط، باعث افزایش نگرانی در ارتباط با سلامت انسان و اکوسیستم در سراسر جهان شده است. ترکیبات آنتی بیوتیک بعد از مصرف در بدن انسان متابولیزه می شود و قسمتی از آن بدون تغییر از بدن دفع می گردد. همچنین، متابولیت ها و محصولات حاصل از تجزیه آن پس از دفع از بدن انسان، وارد سیستم های جمع آوری فاضلاب و سپس تصفیه خانه های فاضلاب می شود (۱). از جمله مشکلات بهداشتی وجود آنتی بیوتیک ها در محیط زیست به ویژه در منابع تأمین کننده آب، ایجاد مقاومت آنتی بیوتیکی در گونه های مهم باکتری های بیماری زا و سایر موجودات زنده است. مسیرهای ورود آلاینده های دارویی به ماتریکس های مختلف محیط زیست مانند خاک و منابع آبی شامل منابع نقطه ای و انتشاری می باشد (۲). تصفیه خانه های شهری، پساب های بیمارستان، پساب های صنعتی و تانک های

۱- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۳- استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

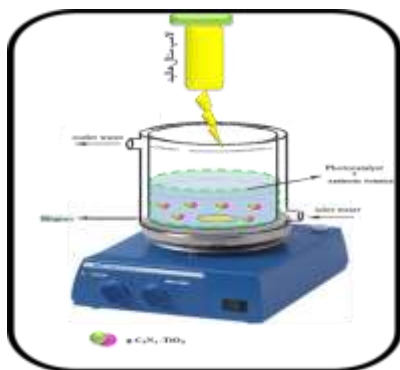
نویسنده مسؤول: مریم سلیمی

Email: m_salimi97@yahoo.com

روش‌ها

در مرحله اول، ۱، ۲ و ۴ گرم از ملامین در ۶۰ میلی لیتر آب دیونیزه حل شد و برای به دست آوردن یک محلول شفاف همگن، به مدت ۳۰ دقیقه مورد اختلاط قرار گرفت. سپس ۰/۵ میلی لیتر $TiCl_4$ قطره قطره به ترتیب به محلول آبی ملامین اضافه گردید و با استفاده از همزن مغناطیسی مورد اختلاط قرار گرفت. در مرحله دوم، سوسپانسیون به دست آمده به اتوکلاو استیل ضد زنگ با پوشش تفلون و با ظرفیت ۱۰۰ میلی لیتر انتقال یافت و سپس به مدت ۴ ساعت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. پس از این مرحله، سوسپانسیون به مدت ۱۰ ساعت خشک گردید. در مرحله سوم، ماده حاصل شده به مدت ۲ ساعت در یک کوره با حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد تحت هوای اتمسفر قرار گرفت (۲۳). با توجه به مقدار ملامین، کاتالیست‌های سنتز شده به صورت TiO_2 ، TC_2 و TC_3 نامگذاری گردید. برای مقایسه، نمونه‌های خالص TiO_2 و $g-C_3N_4$ در فرایند مذکور به ترتیب بدون افزودن ملامین یا $TiCl_4$ تهیه شد. کارایی فوتوکاتالیست‌های سنتز شده با استفاده از تجزیه نوری محلول آبی حاوی آنتی‌بیوتیک مترونیدازول در دمای محیط و در دامنه pH آب‌های طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور اجرای آزمایش‌های بررسی کارایی فوتوکاتالیست سنتز شده، ابتدا بهینه‌سازی دوز کاتالیست انجام گرفت. پس از تعیین دوز بهینه تغییرات غلظت آلاینده بر کارایی، فرایند حذف توسط فتوکاتالیست بررسی گردید. همچنین، میزان معدنی‌سازی [حذف Total organic carbon (TOC)] مورد بررسی قرار گرفت.

راکتور مورد استفاده در مطالعه حاضر از دو قسمت تشکیل شد و شامل محفظه واکنش دارای حجم مفید ۴۰۰ میلی لیتر بود که تمام مراحل فرایند فتوکاتالیستی در آن انجام گردید و محفظه ثانویه که محفظه اصلی را در برمی گرفت و دارای حجم مفید حدود ۶۰۰ میلی لیتر بود که هدف از آن، ثابت نگه داشتن دما در محفظه واکنش بود و آب در آن به طور مداوم جریان داشت. نور مرئی از طریق لامپ هالوژن دار تأمین گردید. اختلاط در راکتور با استفاده از همزن مغناطیسی و مگنت صورت گرفت. نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف انجام شد و روند حذف مترونیدازول در این راکتور مورد بررسی قرار گرفت. راکتور ساخته شده و مورد استفاده در تحقیق حاضر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمایی از راکتور مورد استفاده

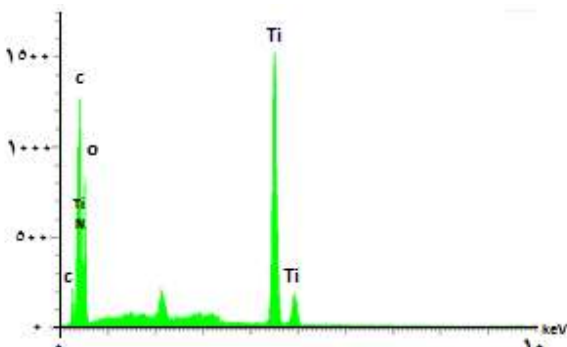
آزمایش‌های فتوکاتالیستی: ابتدا ۰/۸ گرم بر لیتر از کاتالیست‌های سنتز شده به محلول حاوی آنتی‌بیوتیک با غلظت‌های مختلف (۱۰، ۱۵ و

شهری، بار ورودی به تصفیه‌خانه را افزایش خواهد داد (۱۱). نتایج تحقیق Verlicchi و همکاران که به بررسی غلظت ۷۳ دارو متعلق به ۱۲ گروه مختلف در فاضلاب بیمارستانی پرداختند، نشان داد که غلظت داروها در فاضلاب بیمارستانی بیشتر از فاضلاب شهری است (حدود ۷ برابر) (۱۲). همچنین، آن‌ها گزارش کردند که آنتی‌بیوتیک‌ها، داروهای ضد درد/ضد التهاب و تنظیم‌کننده چربی، بالاترین غلظت را در میان سایر ترکیبات دارویی مورد بررسی داشتند (۱۲). در این میان، آنتی‌بیوتیک مترونیدازول علاوه بر قرار گرفتن در لیست داروهای ضروری سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization) یا WHO در سال ۲۰۱۷ (۱۳)، جزء داروهای پرمصرف محسوب می‌شود. لازم به ذکر است که علاوه بر درمان عفونت‌های ناشی از ارگانیسم‌های بی‌هوازی در انسان، این آنتی‌بیوتیک به شکل نادرست در پرورش آزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در حالی که هم‌اکنون به دلیل قرار گرفتن آن به عنوان سرطان‌زای حیوانی توسط مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان (International Agency for Research on Cancer یا IARC)، استفاده از آن در پرورش آزیان در اروپا و آمریکا ممنوع گردیده است. از سوی دیگر، پژوهش‌های زیادی جهت تأیید سرطان‌زا بودن این دارو در انسان صورت گرفته، اما شواهد قطعی و دقیقی تاکنون گزارش نشده است (۱۴).

از جمله فرایندهای حذف آلاینده‌های آلی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها، استفاده از فرایندهای غشایی و فیلتراسیون می‌باشد، اما در این فرایندها تنها انتقال فاز انجام می‌شود و تخریب آلاینده صورت نمی‌گیرد. در نتیجه، جستجو برای یافتن روش‌هایی جهت حذف آنتی‌بیوتیک‌ها از محیط، به یک ضرورت تبدیل شده است (۱۵). در این میان، فرایندهای فتوکاتالیستی برای حل مشکلات محیط زیست از جمله تجزیه آلاینده‌های آلی معرفی شده است (۱۶). بر اساس مطالعات صورت گرفته، از جمله خصوصیات یک فتوکاتالیست می‌توان به باند گپ مناسب، پایداری شیمیایی و توانایی به دام‌اندازی نور اشاره نمود (۱۷). در میان فتوکاتالیست‌های مختلف (از جمله TiO_2 ، ZnO ، TiO_2 به علت هزینه پایین و عدم سمیت، به عنوان یک نیمه رسانای مؤثر برای تجزیه و تخریب آلاینده‌های آلی کاربرد دارد (۱۸). در این راستا، فرزادکیا و همکاران به بررسی حذف فتوکاتالیستی کلیندامایسین در نور فرابنفش (Ultraviolet یا UV) پرداختند (۱۹).

بر اساس تحقیقات صورت گرفته، استفاده از TiO_2 دارای محدودیت‌هایی به علت بالا بودن باند گپ آن (اغلب ۳/۲ الکترون ولت) است که دام‌اندازی نور مرئی را محدود می‌سازد. در نتیجه، برای برانگیخته شدن نیاز به طول موج‌هایی در ناحیه نور UV دارد؛ در حالی که تنها ۵ درصد از نور خورشید که به زمین می‌رسد در این ناحیه قرار می‌گیرد (۲۰). تلاش‌های زیادی برای افزایش توانایی فعالیت فتوکاتالیست TiO_2 در نور مرئی انجام شده است. در جستجو برای افزایش فعالیت فتوکاتالیست‌ها در نور مرئی، معرفی کربن نیتريد گرافیتی (Graphitic carbon nitride یا $g-C_3N_4$) به عنوان یک نیمه رسانای پلیمری، موجی از هیجان را در جامعه پژوهشی جهان به عنوان فتوکاتالیست نسل جدید ایجاد کرد؛ چرا که سنتز آن ساده است، ساختار باند الکترونی مناسبی دارد و دارای پایداری فیزیکی و شیمیایی بالایی می‌باشد (۲۱، ۲۲). در نهایت، هدف اصلی از انجام پژوهش حاضر، سنتز نانوکامپوزیت $g-C_3N_4-TiO_2$ جهت حذف باقی‌مانده آنتی‌بیوتیک مترونیدازول از محیط آبی و بررسی میزان معدنی‌سازی مترونیدازول بود.

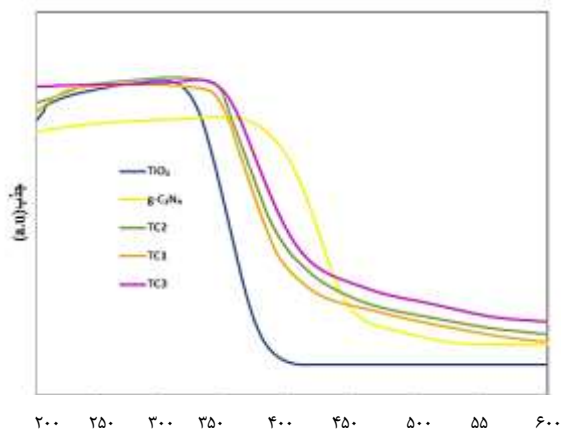
ناحیه نور مرئی شد. انرژی باند گپ کاتالیست‌های مورد بررسی با استفاده از رابطه ۱ قابل محاسبه می‌باشد.



شکل ۳. تصویر آنالیز Energy Dispersive X-ray (EDX) از کاتالیست TC3

$$E_{bg} = \lambda / 1240 \quad \text{رابطه ۱}$$

انرژی باند گپ فتوکاتالیست‌های سنتز شده TiO_2 ، $\text{g-C}_3\text{N}_4$ ، TC1، TC2 و TC3 به ترتیب ۳/۱۶، ۲/۶۳، ۲/۸۱، ۲/۷۵ و ۲/۷۰ الکترون ولت به دست آمد. یافته‌ها نشان داد که با وجود $\text{g-C}_3\text{N}_4$ ، انرژی باند گپ در کاتالیست $\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$ کاهش و فعالیت فتوکاتالیستی افزایش یافت.



شکل ۴. طیف بازتاب نفوذی UV-vis Diffuse reflectance (UV-vis DRS) spectroscopy

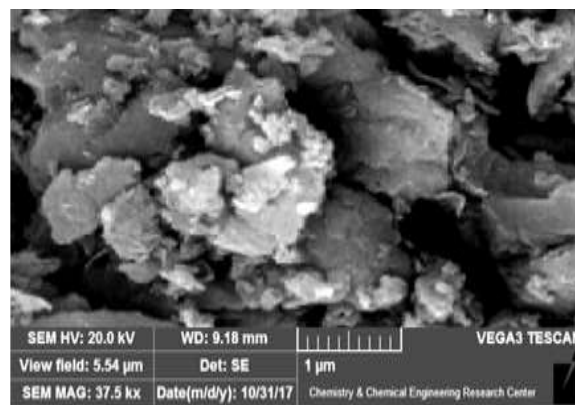
بررسی تأثیر کاتالیست‌های سنتز شده در حذف مترونیدازول:

به منظور بررسی تأثیر کاتالیست‌های سنتز شده بر راندمان حذف مترونیدازول، فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2 ، $\text{g-C}_3\text{N}_4$ ، TC1، TC2 و TC3 در $\text{pH} = 7$ ، غلظت مترونیدازول ۱۵ میلی گرم بر لیتر و مقدار کاتالیست ۰/۸ میلی گرم بر لیتر مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۵). بر اساس یافته‌های حاصل از اثر کاتالیست‌های مختلف بر افزایش فتوکاتالیستی جهت حذف آنتی‌بیوتیک

۲۰ میلی گرم بر لیتر) افزوده شد. قبل از شروع تابش، سوسپانسیون برای رسیدن به تعادل جذب-وا جذب به مدت ۱ ساعت در تاریکی نگهداری گردید. در طول آزمایش‌های تجزیه نوری، مقداری از محلول آنتی‌بیوتیک هر ۶۰ دقیقه نمونه‌گیری شد و غلظت آنتی‌بیوتیک با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (High Performance Liquid Chromatography) (HPLC) در طول موج ۲۳۰ نانومتر تعیین گردید. فاز متحرک تری‌اتیل آمین، پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات ۰/۰۲ مولار با $\text{pH} = 3/5$ و متانول با نسبت ۳۰:۷۰:۰/۰۱ و دبی دستگاه ۱ میلی لیتر در دقیقه و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید (۲۴). حجم نمونه تزریقی ۲۰ میکرو لیتر بود.

یافته‌ها

خصوصیات نانوکامپوزیت سنتز شده $\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$ اسکن میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning electron microscope) یا SEM جهت بررسی مورفولوژی و اندازه ذرات کاتالیست‌های سنتز شده $\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$ (TC3) مورد استفاده قرار گرفت. توزیع $\text{g-C}_3\text{N}_4$ بر روی TiO_2 در شکل ۲ نشان داده شده است.



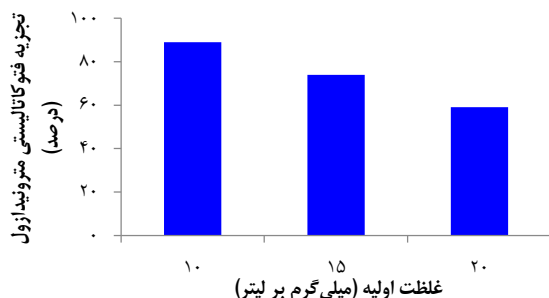
شکل ۲. نمای Scanning electron microscope (SEM) از کاتالیست TC3 با بزرگنمایی ۱ میکرومتر

جهت بررسی بیشتر و به منظور تعیین نوع و درصد عناصر تشکیل دهنده، آنالیز Energy Dispersive X-ray (EDX) نیز بر روی کاتالیست سنتز شده صورت گرفت. شکل ۳ نشان دهنده آن است که کاتالیست سنتز شده TC3 مورد بررسی از عناصر C، O، N، Ti تشکیل شده است.

طیف‌سنجی انعکاسی-انتشاری (Diffuse reflectance spectroscopy)

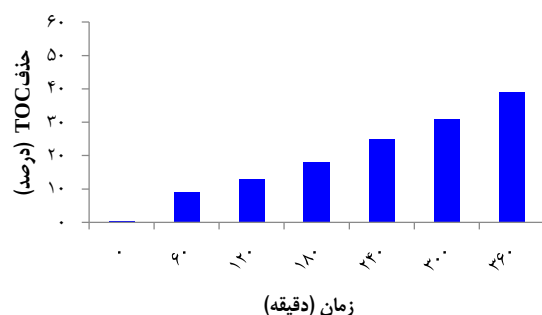
طیف‌سنجی انعکاسی-انتشاری (DRS) UV-Vis (DRS) حاصل از فتوکاتالیست‌های سنتز شده TiO_2 ، $\text{g-C}_3\text{N}_4$ ، TC1، TC2 و TC3 در شکل ۴ ارائه شده است. بر اساس داده‌های شکل، جذب لبه باند جذب TiO_2 کمتر از ۴۰۰ نانومتر بود. همچنین، تمام کاتالیست‌های سنتز شده $\text{g-C}_3\text{N}_4\text{-TiO}_2$ دارای پاسخ اپتیکی مشخصی در ناحیه نور مرئی بودند. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، افزایش مقدار $\text{g-C}_3\text{N}_4$ ، تأثیر قابل توجهی بر افزایش جذب طول موج‌های نور مرئی داشت و باعث گسترش در منحنی DRS به سمت

بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تأثیر غلظت اولیه متروئیدازول بر کارایی کاتالیزور در شکل ۷ نشان داده شده است. بر اساس یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر، بیشترین میزان حذف متروئیدازول در غلظت اولیه ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر به میزان ۸۹ درصد اتفاق افتاد.



شکل ۷. تأثیر غلظت اولیه متروئیدازول بر راندمان حذف آن (pH = ۱۰، زمان تماس ۳۶۰ دقیقه و در حضور کاتالیزور TC3)

بررسی میزان معدنی‌سازی متروئیدازول در فرایند حذف فتوکاتالیستی: تحت شرایط بهینه به دست آمده (غلظت اولیه متروئیدازول ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر و pH = ۱۰)، با استفاده از نانوکاتالیزورهای TC3 نمونه‌برداری انجام شد و میزان معدنی‌سازی با استفاده از آزمایش TOC تعیین گردید. میزان TOC حذف شده ناشی از حذف آنتی‌بیوتیک متروئیدازول در شکل ۸ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، TOC محلول در شرایط بهینه و بعد از گذشت ۳۶۰ دقیقه از شروع واکنش توسط کاتالیزور TC3 به ۳۹ درصد کاهش یافت.

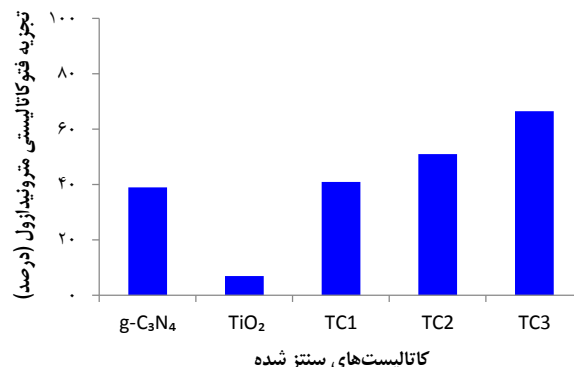


شکل ۸. تغییرات Total organic carbon (TOC) ناشی از حذف متروئیدازول با استفاده از کاتالیزور سنتز شده TC3 (غلظت متروئیدازول ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر، دوز کاتالیزور ۰/۸ گرم بر لیتر، زمان تماس ۳۶۰ دقیقه و pH = ۱۰)

بحث

در مطالعه حاضر از SEM برای تشخیص مورفولوژی و از EDX برای شناسایی ساختار فاز استفاده گردید. همچنین، پاسخ به نور کاتالیزور سنتز شده با استفاده

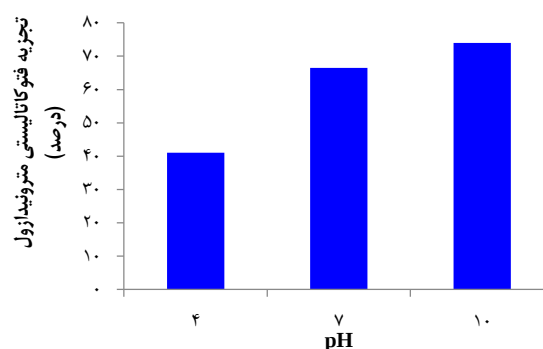
متروئیدازول در شکل ۵، کاتالیزور TC3 به عنوان کاتالیزورهای بهینه انتخاب گردید و در مراحل بعدی آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۵. تأثیر کاتالیزورهای سنتز شده g-C₃N₄, TiO₂, TC1، TC2 و TC3 بر راندمان حذف متروئیدازول (pH = ۷، غلظت متروئیدازول ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و دوز کاتالیزور ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر).

بررسی تأثیر pH بر کارایی حذف متروئیدازول

در تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر pH بر کارایی فرایند فتوکاتالیستی جهت حذف متروئیدازول، تغییرات pH در دامنه ۴، ۷ و ۱۰ مورد بررسی قرار گرفت (غلظت اولیه متروئیدازول ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و در حضور کاتالیزور TC3). تغییرات راندمان حذف متروئیدازول به عنوان تابعی از pH محلول در شکل ۶ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین راندمان حذف متروئیدازول در pH = ۱۰ حاصل گردید. در این pH و پس از زمان تماس ۳۶۰ دقیقه، راندمان حذف متروئیدازول به ۷۴ درصد رسید.



شکل ۶. تجزیه متروئیدازول در pHهای مختلف ۴، ۷ و ۱۰ با استفاده از فرایند حذف فتوکاتالیستی (غلظت متروئیدازول ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر، زمان تماس ۳۶۰ دقیقه و در حضور کاتالیزور TC3)

بررسی تأثیر غلظت اولیه متروئیدازول بر راندمان حذف

فتوکاتالیستی آن: تغییر کارایی حذف فتوکاتالیستی با تغییر در غلظت متروئیدازول (۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) در pH بهینه ۱۰ و دوز کاتالیزور ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر و زمان تماس ۳۶۰ دقیقه تحت تابش نور مرئی مورد

به ترتیب در پایین و بالای نقطه ایزوالکتریک مثبت یا منفی باشد (۲۷). در مطالعات صورت گرفته، تمایل پایین مترونیدازول پروتون دار شده به سطح کاتالیست با بار مثبت برای واکنش با رادیکال های فعال پایین گزارش شده است (۲۸). در نتیجه، در $pH = 7$ و به ویژه در $pH = 10$ که مترونیدازول به صورت خنثی در محلول وجود دارد، احتمال نزدیک شده آن به سطح کاتالیست و تجزیه آن توسط گونه های رادیکال های فعال بیشتر است.

نتایج حاصل از اثر متفاوت غلظت اولیه مترونیدازول در محدوده ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر با بارگذاری ۰/۸ میلی گرم بر لیتر کاتالیست در شکل ۷ مشخص شده است. بررسی تغییرات غلظت اولیه مترونیدازول نشان داد که با کاهش غلظت آلاینده به ۱۰ میلی گرم بر لیتر، راندمان حذف فتوکاتالیستی افزایش می یابد و با افزایش غلظت مترونیدازول تا ۲۰ میلی گرم بر لیتر، درصد حذف آنتی بیوتیک های مورد بررسی کاهش پیدا می کند. Poon و Chen دریافتند که کارایی حذف آلاینده آلی توسط فتوکاتالیست با افزایش غلظت آلاینده کاهش می یابد (۲۹).

در فرایندهای فتوکاتالیستی، به دلیل احتمال تشکیل محصولات میانی با سمت بیشتر، تعیین TOC به عنوان شاخصی از معدنی سازی جهت تبدیل آلاینده به محصولات بی خطر نهایی آب و دی اکسید کربن اهمیت فراوانی دارد (۳۰). بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، میزان TOC ناشی از حذف آنتی بیوتیک مترونیدازول توسط کاتالیست TC3، ۳۹ درصد بود. لازم به ذکر است که معدنی سازی بیشتر موجب کاهش خطر تخلیه پساب به محیط می شود (۳۱).

نتیجه گیری

در مجموع، سنتز کاتالیست $g-C_3N_4-TiO_2$ به روش هیدروترمال انجام شد. فعالیت فتوکاتالیستی کاتالیست سنتز شده با تجزیه مترونیدازول در نور مرئی مورد بررسی قرار گرفت. کاتالیست های سنتز شده $g-C_3N_4-TiO_2$ بر خلاف TiO_2 خالص که فعالیت فتوکاتالیستی آن در نور مرئی قابل اغماض است، به خوبی به نور مرئی پاسخ دادند و در این میان، TC3 فعالیت فتوکاتالیستی بهتری را در شرایط مشابه آزمایشگاهی نسبت به کاتالیست های سنتز شده دیگر نشان داد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با شماره ۹۶۰۳۲۱۳۳۱۹۱۱، مصوب دانشگاه علوم پزشکی ایران می باشد. بدین وسیله از آقایان مهندس حسن پورمسلمی، مهندس مجتبی یگانه بادی و مهرداد شاهپری و کلیه افرادی که در اجرای این مطالعه همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می آید.

از UV-vis (DRS) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از SEM در شکل ۲، نانوذرات TiO_2 به طور یکنواخت بر روی سطح لایه ای $g-C_3N_4$ توزیع شده است. همچنین، با توجه به نتایج حاصل از آنالیز EDX، تخمین زده شد که ترکیب عنصری نانوکامپوزیت سنتز شده عبارت از O، C، Ti و N می باشد (شکل ۳). نتایج به دست آمده از آنالیز DRS با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل UV-2550، شرکت Shimadzu، ژاپن) در طول موج ۲۰۰ تا ۶۰۰ نانومتر نشان داد که TiO_2 با انرژی باند گپ ۳/۱۶ eV فاقد جذب قابل توجهی از نور مرئی است (شکل ۴). در مقایسه با TiO_2 ، در کاتالیست های سنتز شده $g-C_3N_4-TiO_2$ ، جذب نور در طول موج های بالاتر از ۴۰۰ نانومتر به طور قابل توجهی افزایش می یابد. در نتیجه، فوتون با انرژی کمتر برای انجام واکنش فتوکاتالیستی نیاز است و امکان پاسخ به نور مرئی را در فرایند فتوکاتالیستی افزایش می دهد. در مطالعه Lu و همکاران نیز تأثیر مثبت وجود $g-C_3N_4$ برافزایش باند گپ TiO_2 گزارش شده است (۲۵).

به منظور بررسی تأثیر نوع کاتالیست، ابتدا بهینه سازی مقدار $g-C_3N_4$ در ساختار TiO_2 و تأثیر تغییرات آن در حذف مترونیدازول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تغییرات مقدار $g-C_3N_4$ برافزایش کارایی حذف فتوکاتالیستی مترونیدازول در نور مرئی در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از DRS، TiO_2 دارای لبه باند جذب کمتر از ۴۰۰ نانومتر می باشد. بنابراین، جهت آغاز فعالیت فتوکاتالیستی نیاز به نور UV دارد (۲۶). بعد از تشکیل کامپوزیت $g-C_3N_4$ (با لبه باند جذب ۴۶۰ نانومتر) با TiO_2 ، دامنه پاسخ TiO_2 از ناحیه نور UV به سمت نور مرئی افزایش می یابد و در نتیجه، موجب ارتقای فعالیت فتوکاتالیستی آن می شود (۲۶). در مجموع، کاتالیست TC3 به علت کارایی بالای آن جهت حذف مترونیدازول، به عنوان کاتالیست بهینه انتخاب گردید.

بهینه سازی شاخص های تجربی از جمله pH جهت دستیابی به حداکثر کارایی فرایند حذف فتوکاتالیستی، امری ضروری است. برای تفسیر اثر pH اولیه بر روی فرایند فتوکاتالیستی، حذف مترونیدازول در pH های مختلف توسط کاتالیست TC3 مورد بررسی قرار گرفت. در این سری واکنش، pH محلول حاوی آنتی بیوتیک ۴، ۷ و ۱۰ انتخاب گردید و آزمایش ها در محلول آنتی بیوتیک با غلظت ۱۵ میلی گرم بر لیتر صورت گرفت. نتایج نشان داد که حذف آموکسی سیلین در $pH = 10$ توسط کاتالیست TC3 بیشترین مقدار و در $pH = 4$ کمترین مقدار می باشد. مترونیدازول در pH کمتر از ۴ به صورت گونه های پروتون دار شده حضور دارد؛ در حالی که در pH بیشتر از ۱۲ به صورت گونه های آنیونی و همچنین، در pH بین ۴ تا ۱۲ به صورت گونه های خنثی وجود دارد. نقطه صفر بار کاتالیست TC3، ۶ است. بنابراین، سطح آن می تواند

References

- Homem V, Santos L. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices-a review. J Environ Manage 2011; 92(10): 2304-47.
- Lapworth DJ, Baran N, Stuart ME, Ward RS. Emerging organic contaminants in groundwater: A review of sources, fate and occurrence. Environ Pollut 2012; 163: 287-303.
- Lamastra L, Balderacchi M, Trevisan M. Inclusion of emerging organic contaminants in groundwater monitoring plans. MethodsX 2016; 3: 459-76.
- Nakada N, Hanamoto S, Jurgens MD, Johnson AC, Bowes MJ, Tanaka H. Assessing the population equivalent and performance of wastewater treatment through the ratios of pharmaceuticals and personal care products present in a river basin: Application to the River Thames basin, UK. Sci Total Environ 2017; 575: 1100-8.

5. Gros M, Petrovic M, Ginebreda A, Barcelo D. Removal of pharmaceuticals during wastewater treatment and environmental risk assessment using hazard indexes. *Environ Int* 2010; 36(1): 15-26.
6. Jelic A, Gros M, Ginebreda A, Cespedes-Sanchez R, Ventura F, Petrovic M, et al. Occurrence, partition and removal of pharmaceuticals in sewage water and sludge during wastewater treatment. *Water Res* 2011; 45(3): 1165-76.
7. Batt AL, Kostich MS, Lazorchak JM. Analysis of ecologically relevant pharmaceuticals in wastewater and surface water using selective solid-phase extraction and UPLC-MS/MS. *Anal Chem* 2008; 80(13): 5021-30.
8. Roberts PH, Thomas KV. The occurrence of selected pharmaceuticals in wastewater effluent and surface waters of the lower Tyne catchment. *Sci Total Environ* 2006; 356(1-3): 143-53.
9. Lindholm-Lehto PC, Ahkola HS, Knuutinen JS, Herve SH. Widespread occurrence and seasonal variation of pharmaceuticals in surface waters and municipal wastewater treatment plants in central Finland. *Environ Sci Pollut Res Int* 2016; 23(8): 7985-97.
10. Vergeynst L, Haecck A, De WP, Van Langenhove H, Demeestere K. Multi-residue analysis of pharmaceuticals in wastewater by liquid chromatography-magnetic sector mass spectrometry: Method quality assessment and application in a Belgian case study. *Chemosphere* 2015; 119(Suppl): S2-S8.
11. Al Aukidy M, Verlicchi P, Voulvoulis N. A framework for the assessment of the environmental risk posed by pharmaceuticals originating from hospital effluents. *Sci Total Environ* 2014; 493: 54-64.
12. Verlicchi P, Al Aukidy M, Galletti A, Petrovic M, Barcelo D. Hospital effluent: investigation of the concentrations and distribution of pharmaceuticals and environmental risk assessment. *Sci Total Environ* 2012; 430: 109-18.
13. World Health Organization. Essential medicines and health products, WHO Model Lists of Essential Medicines. Geneva, Switzerland: WHO; 2017.
14. Gurcu B, Koca YB, Ozkut M, Tuglu MI. Matrix changes due to the toxic effects of metronidazole in intestinal tissue of fish (*Onchorhynchus mykiss*). *Chemosphere* 2016; 144: 1605-10.
15. Escola Casas M, Bester K. Can those organic micro-pollutants that are recalcitrant in activated sludge treatment be removed from wastewater by biofilm reactors (slow sand filters)? *Sci Total Environ* 2015; 506-507: 315-22.
16. Lu M, Pei Z, Weng S, Feng W, Fang Z, Zheng Z, et al. Constructing atomic layer g-C(3)N(4)-CdS nanoheterojunctions with efficiently enhanced visible light photocatalytic activity. *Phys Chem Chem Phys* 2014; 16(39): 21280-8.
17. Di Paola A, Garcia-Lopez E, Marci G, Palmisano L. A survey of photocatalytic materials for environmental remediation. *J Hazard Mater* 2012; 211-212: 3-29.
18. Li H, Liu J, Qian J, Li Q, Yang J. Preparation of Bi-doped TiO₂ nanoparticles and their visible light photocatalytic performance. *Chinese Journal of Catalysis* 2014; 35(9): 1578-89.
19. Farzadkia M, Rahmani K, Gholami M, Rahmani A, Rahmani H. Investigation of photocatalytic degradation of clindamycin antibiotic by using nano-ZnO catalysts. *Korean J Chem Eng* 2014; 31(11): 2014-9.
20. In S, Orlov A, Berg R, Garcia F, Pedrosa-Jimenez S, Tikhov MS, et al. Effective visible light-activated B-doped and B,N-codoped TiO₂ photocatalysts. *J Am Chem Soc* 2007; 129(45): 13790-1.
21. Wang X, Blechert S, Antonietti M. Polymeric graphitic carbon nitride for heterogeneous photocatalysis. *ACS Catal* 2012; 2(8): 1596-606.
22. Cui Y, Ding Z, Liu P, Antonietti M, Fu X, Wang X. Metal-free activation of H₂O₂ by g-C₃N₄ under visible light irradiation for the degradation of organic pollutants. *Phys Chem Chem Phys* 2012; 14(4): 1455-62.
23. Hao R, Wang G, Jiang C, Tang H, Xu Q. In situ hydrothermal synthesis of g-C₃N₄/TiO₂ heterojunction photocatalysts with high specific surface area for Rhodamine B degradation. *Appl Surf Sci* 2017; 411: 400-10.
24. Trivedi KD, Chaudhary AB, Mohan S. Development and validation of RP-HPLC method for estimation of Metronidazole and Norfloxacin in suspension form. *Int J Adv Pharm* 2013; 2: 5-11.
25. Lu X, Wang Q, Cui D. Preparation and Photocatalytic Properties of g-C₃N₄/TiO₂ Hybrid Composite. *J Mater Sci Technol* 2010; 26(10): 925-30.
26. Yang Z, Yan J, Lian J, Xu H, She X, Li H. g-C₃N₄/TiO₂ Nanocomposites for Degradation of Ciprofloxacin under Visible Light Irradiation. *Chemistry Select* 2016; 1(18): 5679-85.
27. Sud D, Syal A. Investigations on the phase transformation, optical characteristics, and photocatalytic activity of synthesized heterostructured nanoporous Bi₂O₃/TiO₂. *J Chin Chem Soc* 2016; 63(9): 776-83.
28. Khataee A, Kiransan M, Karaca S, Sheydaei M. Photocatalytic ozonation of metronidazole by synthesized zinc oxide nanoparticles immobilized on montmorillonite. *J Taiwan Inst Chem Eng* 2017; 74: 196-204.
29. Chen J, Poon Cs. Photocatalytic construction and building materials: From fundamentals to applications. *Build Environ* 2009; 44(9): 1899-906.
30. Lai WW, Hsu MH, Lin AY. The role of bicarbonate anions in methotrexate degradation via UV/TiO₂: Mechanisms, reactivity and increased toxicity. *Water Res* 2017; 112: 157-66.
31. Kermani M, Bahrami Asl F, Farzadkia M, Esrafil A, Salahshour Arian S, Khazaei M, et al. Heterogeneous catalytic ozonation by Nano-MgO is better than sole ozonation for metronidazole degradation, toxicity reduction, and biodegradability improvement. *Desalination and Water Treatment* 2016; 57(35): 16435-44.

Photocatalytic Removal of Metronidazole from Aquatic Environment Using g-C₃N₄-TiO₂

Ali Esrafili¹, Maryam Salimi², Mitra Gholami², Mahdi Farzadkia³

Original Article

Abstract

Background: Through the widespread use of antibiotics including metronidazole, they are continuously released to the environment, while traditional treatment processes are unable to remove them. Therefore, they are accumulated in the environment, and led to unpredictable risks to human health and ecosystem. In recent years, advanced oxidation processes have been introduced as effective technologies for the removal of pollutants from the aquatic environment. The aim of this study was to evaluate the efficiency of catalyst g-C₃N₄-TiO₂ in the removal of metronidazole from aqueous environment.

Methods: In this fundamental-applied study, the catalyst g-C₃N₄-TiO₂ was first synthesized. The scanning electron microscope (SEM), energy dispersive x-ray (EDX), and diffuse reflectance spectroscopy (DRS) analysis were used to determine the characteristics of the nanocomposite. Then, the effect of factors such as the content of g-C₃N₄ in the structure of g-C₃N₄-TiO₂ catalyst, the initial concentration of metronidazole (10, 15, and 20 mg/l), and pH (4, 7, and 10) were investigated.

Findings: The catalyst TC3 showed more photocatalytic degradation efficiency mineralization. Maximum efficiency of this process was 83% at optimal conditions (pH = 10, concentration of 10 mg/l) after 360 minutes.

Conclusion: The results of this study showed that the photocatalytic process based on catalyst g-C₃N₄-TiO₂ is an effective method for removing metronidazole from the aqueous environment, and the use of g-C₃N₄ effectively enhances the photocatalytic activity of TiO₂.

Keywords: Metronidazole, Photocatalytic process, g-C₃N₄, Titanium dioxide

Citation: Esrafili A, Salimi M, Gholami M, Farzadkia M. Photocatalytic Removal of Metronidazole from Aquatic Environment Using g-C₃N₄-TiO₂. J Health Syst Res 2018; 14(3): 403-9.

1- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- PhD Candidate, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Corresponding Author: Maryam Salimi, Email: m_salimi97@yahoo.com

بررسی کارایی نانوذرات مغناطیسی سیلیکا- استر ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$) در حذف رنگ‌زای آنیونی از محلول‌های آبی: مطالعات سینتیکی، تعادلی و ترمودینامیکی

محسن محمدی گلنگش^{۱*}، زهرا بزرگ‌پناه خراط^۲، علی محمد صنعتی^۳

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: حذف رنگ‌های راکتیو آزو، یکی از مشکلات اساسی در فرایند تصفیه پساب‌های صنایع نساجی شناخته می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از نانوذرات برای حذف و کاهش آلاینده‌ها در محیط‌های آبی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر، سنتز نانوذرات مغناطیسی آهن- سیلیکا با گروه عاملی استر (سیلیکا- استر $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$) و بررسی کارایی آن‌ها جهت حذف رنگ راکتیو بلک ۵ (Reactive Black-5 یا RB-5) از محلول‌های آبی بود.

روش‌ها: سنتز نانوذرات سیلیکا- استر به روش هم‌رسوبی در شرایط قلیایی صورت گرفت. جهت تعیین اندازه نانوذرات، از تکنیک میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM یا Transmission electron microscopy) استفاده و تأثیر متغیرهای مستقل pH، غلظت اولیه رنگ و مقدار نانوذرات بر راندمان حذف رنگ بررسی گردید. آنالیزهای سینتیک، ایزوترم و ترمودینامیک به منظور تعیین نرخ و مکانیسم جذب انجام شد. در نهایت، کارایی نانوذرات بازیافت شده جهت حذف رنگ RB-5 مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: ۱۰۰ درصد حذف رنگ در $\text{pH} = 2$ ، غلظت رنگ ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر توسط نانوجاذب سیلیکا- استر با مقدار ۰/۳ گرم بر لیتر و در مدت زمان ۸۰ دقیقه به دست آمد. مطالعات سینتیکی نشان داد که سینتیک حذف رنگ RB-5 در شرایط بهینه از سینتیک شبه مرتبه دوم تبعیت کرد و فرایند جذب، شیمیایی بود. داده‌های تعادلی جذب به خوبی با مدل ایزوترمی Langmuir مطابقت نمود. مطالعات ترمودینامیکی نشان داد که فرایند جذب رنگ به سادگی امکان‌پذیر، خود به خودی و گرماگیر می‌باشد و نانوجاذب‌های سنتز شده پس از پنج مرتبه بازیابی، از کارایی حذف مطلوبی برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری: نانوذرات سیلیکا- استر در حذف رنگ RB-5 از محلول‌های آبی کارآمد می‌باشند و این نانوذرات می‌توانند با توجه به ساختار شیمیایی و قدرت بازیابی مناسب، به عنوان جاذب مناسبی برای حذف رنگ‌های آنیونی از محلول‌های آبی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌زا، سیلیکا، استر، آلودگی آب، نانوذرات مغناطیسی

ارجاع: محمدی گلنگش محسن، بزرگ‌پناه خراط زهرا، صنعتی علی محمد. بررسی کارایی نانوذرات مغناطیسی سیلیکا- استر ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$) در حذف رنگ‌زای آنیونی از محلول‌های آبی: مطالعات سینتیکی، تعادلی و ترمودینامیکی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۳): ۴۱۸-۴۱۰

تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۷/۱۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۳/۱۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۱۲/۱۸

تجزیه بیولوژیکی پایین و سرطان‌زا بودن (به دلیل تولید گروه‌های آمین در تجزیه بی‌هوازی)، بسیار خطرناک هستند (۵، ۶).

رنگ راکتیو بلک ۵ (Reactive Black-5 یا RB-5)، از گروه رنگ‌های راکتیو آزو و یک ترکیب دیز با چهار گروه فنلی است و پس از انحلال در محلول‌های آبی، به سولفونات‌های آنیونی تجزیه می‌شود. RB-5 رنگی سمی و جهش‌زا برای انسان می‌باشد که به تجزیه زیستی مقاوم است و به دلیل ثبات زیاد در طی شستشو، به مقدار زیادی در صنایع نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۷، ۸). از میان روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی جهت حذف رنگ از آب و پساب، جذب سطحی به لحاظ هزینه اولیه، استفاده مجدد از پساب، سادگی و انعطاف‌پذیری در مقایسه با تکنیک‌های دیگر، کاربرد گسترده‌ای دارد (۹).

در سال‌های اخیر، نانوذرات مغناطیسی از جمله جاذب‌های پرکاربرد جهت حذف انواع رنگ از محیط‌های آبی می‌باشد. موسوی و محمودی در مطالعه خود

مقدمه

امروزه منابع آبی یکی از اساسی‌ترین محیط‌های طبیعی به شمار می‌رود که فعالیت‌های انسانی مانند تخلیه پساب صنایع، سبب تخریب و ورود انواع آلاینده‌های خطرناک به این منابع و کاهش کیفیت آب می‌شود (۱). در این میان، رنگ یکی از آلاینده‌هایی است که با وجود اثرات مخربی که بر اکوسیستم‌های آبی دارد، به طور گسترده در صنایع مختلفی همچون صنایع چرم، لوازم آرایشی، کاغذ، چاپ، پلاستیک، داروسازی و به ویژه نساجی استفاده می‌شود (۲). مواد رنگ‌زای آلی در پساب‌ها اغلب دارای ساختار مولکولی آروماتیک پیچیده‌ای می‌باشند و به دلیل پایداری، قابلیت رؤیت بودن و مقاومت در مقابل تجزیه پذیری، اثرات زیانباری بر سلامت موجودات زنده ایجاد می‌کنند (۳، ۴). بیشتر رنگ‌های مصرفی در صنایع منشأ آلی دارد و می‌تواند سبب ایجاد آلرژی، تحریک پوستی و جهش‌های ژنتیکی در انسان شود و به علت قابلیت

۱- دانشیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۲- کارشناس ارشد، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

۳- استادیار، گروه محیط زیست، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

نویسنده مسؤول: محسن محمدی گلنگش

Email: m_mohammadi@guilan.ac.ir

ایزوترم‌های Langmuir و Freundlich تطبیق داده شد و مطالعات ترمودینامیکی جهت تأثیر دما بر روی جذب رنگ نیز صورت گرفت. جهت تعیین سینتیک جذب رنگ RB-5، از مدل‌های سینتیکی شبه درجه اول و دوم استفاده شد. همچنین، کارایی نانوذرات سیلیکا-استر با زیافت شده جهت حذف رنگ RB-5 دوباره بررسی گردید. لازم به ذکر است که تمام آزمایش‌های مربوط به جذب رنگ با نانوذرات سیلیکا-استر در دمای اتاق صورت گرفت.

سنتز نانوذرات مغناطیسی: جهت سنتز نانوذرات اکسید آهن، ۱۰/۸۱۳۲ گرم کلرید آهن (III) و ۳/۹۷۶۶ گرم کلرید آهن (II) در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و تحت اتمسفر آرگون مخلوط گردید تا به دمای ۸۰ درجه سلسیوس رسید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر آمونیاک به آن افزوده شد و واکنش به مدت ۵ ساعت در شرایط خلأ ادامه یافت و در نهایت، رسوب سیاه رنگ نانوذرات آهن (Fe_3O_4) باقی ماند (۱۵). سپس نانوذرات آهن همراه با آب مقطر در دمای ۸۰ درجه سلسیوس همزد شد و پس از ده دقیقه، ۱ میلی‌لیتر تترا اتیل ارتو سیلیکات و اتانول به آن اضافه گردید. واکنش به مدت ۲۴ ساعت در همین دما در شرایط خلأ ادامه یافت که در نهایت، نانوذرات آهن-سیلیکا ($Fe_3O_4@SiO_2$) به دست آمد. جهت عامل‌دار کردن سطح نانوذرات $Fe_3O_4@SiO_2$ ، آمینو پروپیل تری‌اتوکسی سیلان (3-Aminopropyl triethoxysilane یا APTES) و اتانول در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به محتوی بشر اضافه شد. پس از گذشت ۸ ساعت، رسوب سیاه رنگ نانوذرات سیلیکا-آمین ($Fe_3O_4@SiO_2$ -APTES) تشکیل گردید (۱۶). در انتها، به نانوذرات سیلیکا-آمین، ۱۳ میلی‌لیتر متیل آکریلات و اتانول اضافه شد و مخلوط واکنش به مدت ۵ روز در دمای ۵۰ درجه سلسیوس رفلکس گردید که در نهایت، نانوذرات سیلیکا-استر ($Fe_3O_4@SiO_2$ -MPAP) به دست آمد که با اتانول شستشو داده شد و در آن خشک گردید (۱۷).

تأثیر شاخص‌های مختلف در جذب رنگ توسط نانوذرات

سیلیکا-استر: برای بررسی تأثیر شاخص‌های مختلف بر کارایی حذف رنگ RB-5، با کمک اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۰/۱ مولار و pH متر، محلول‌هایی با pHهای مختلف (۲، ۵، ۷ و ۱۰) ساخته شد. در این مرحله، pH به عنوان شاخص متغیر و بقیه شاخص‌ها (غلظت رنگ RB-5 برابر با ۲۰ میلی گرم بر لیتر و مقدار نانوذرات مغناطیسی ۰/۳ گرم بر لیتر) ثابت در نظر گرفته شد. تأثیر مقدار جاذب بر کارایی حذف رنگ RB-5 در زمان‌های مختلف، با متغیر در نظر گرفتن نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ گرم بر لیتر) در شرایط ثابت (غلظت اولیه رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر و pH = ۲) بررسی گردید. همچنین، تأثیر غلظت اولیه رنگ RB-5 بر کارایی حذف، با متغیر در نظر گرفتن غلظت رنگ (۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی گرم بر لیتر) در شرایط ثابت (مقدار نانوذرات ۰/۳ گرم بر لیتر و pH = ۲) مورد بررسی قرار گرفت. برای هر سه شاخص، میزان جذب رنگ توسط نانوذرات با استفاده از اسپکتروفتومتر Ultraviolet-Visible (UV/Vis) (مدل SP-3000 Puls، ژاپن) قرائت گردید. سپس برای محاسبه میزان کارایی حذف رنگ که اغلب به صورت درصد بیان می‌شود، از رابطه ۱ استفاده شد که در آن، R راندمان حذف رنگ (درصد)، C_0 غلظت اولیه رنگ و C_e غلظت ثانویه رنگ بر حسب میلی گرم بر لیتر می‌باشد.

$$R = (C_0 - C_e / C_0) \times 100 \quad (درصد)$$

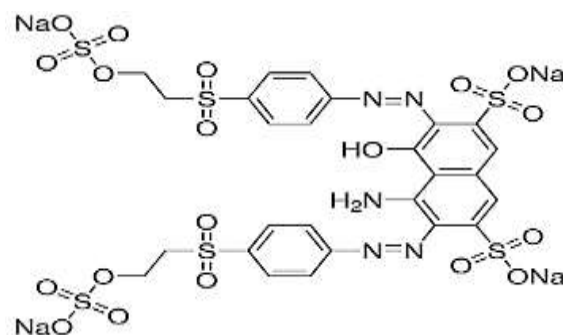
رابطه ۱

به بررسی حذف رنگ‌زاهای راکتیو آبی ۱۹ و راکتیو قرمز ۱۹۸ با استفاده از نانوذرات اکسید منیزیم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نانوذرات اکسید منیزیم در جذب رنگ‌زاهای راکتیو آبی ۱۹ و راکتیو قرمز ۱۹۸ توانا است (۱۰). ششمانی و همکاران به حذف رنگ اسید اورنج ۷ با استفاده از نانوکامپوزیت مگنتیت گرافن-کیتوسان پرداختند و دریافتند که جاذب مذکور در حذف رنگ‌زا بسیار مؤثر می‌باشد و کارایی حذف رنگ با افزایش pH و مقدار دز جاذب به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد (۱۱). یزدان بخش و همکاران نانوذرات اسپینل ($ZnCr_2O_4$) را سنتز کردند و از آن جهت حذف رنگ راکتیو آبی ۵ استفاده نمودند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که نانوذرات اسپینل می‌تواند این رنگ‌زا را با موفقیت جذب نماید (۱۲). محققان و همکاران پژوهشی را با هدف حذف رنگ RB-5 با استفاده از نانوکامپوزیت مغناطیسی پوسته صدف-مگنتیت انجام دادند و نتیجه‌گیری کردند که کارایی حذف رنگ RB-5 با افزایش زمان تماس و مقدار جاذب، افزایش می‌یابد و فرایند جذب گرماگیر می‌باشد (۱۳).

از دلایل کاربرد نانوذرات مغناطیسی در مقایسه با مواد غیر مغناطیسی به عنوان جاذب، می‌توان به نسبت سطح به حجم بالا، پایداری حرارتی و مکانیکی زیاد، انجام سریع واکنش جذب، جداسازی آسان نانوذرات مغناطیسی از رنگ و قابلیت استفاده مجدد از این نانوذرات اشاره نمود (۱۲-۱۰). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی کارایی نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن با گروه عاملی استر جهت حذف رنگ RB-5 از آب از طریق جذب سطحی انجام شد.

روش‌ها

این تحقیق از نوع بنیادی-کاربردی در مقیاس آزمایشگاهی بود. رنگ RB-5 با فرمول مولکولی $C_{26}H_{21}Na_4N_5O_{19}S_6$ ، از نوع رنگ‌های آنیونی و دی‌آزو می‌باشد. این رنگ دارای وزن مولکولی ۹۹۱/۸ گرم بر مول و حداکثر طول موج ۵۹۷ نانومتر است (۱۴، ۱۳). ساختار شیمیایی رنگ RB-5 در شکل ۱ نشان داده شده است.



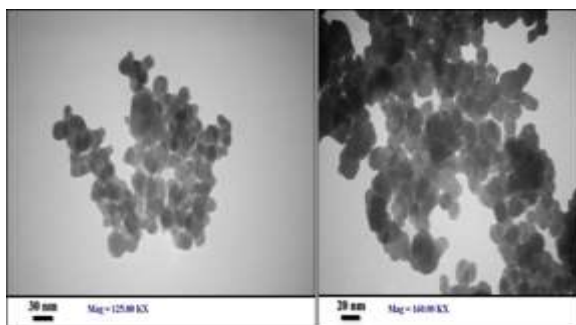
شکل ۱. ساختار شیمیایی رنگ RB-5

تمام مواد آزمایشگاهی به کار رفته از شرکت Merck (آلمان) و تنها تترا اتیل اورتو سیلیکات از شرکت Sigma Aldrich (آمریکا) تهیه گردید. در پژوهش حاضر، ابتدا نانوذرات سیلیکا-استر سنتز شد و سپس تأثیر متغیرهای مستقل همچون pH، غلظت اولیه رنگ و مقدار جاذب بر راندمان حذف RB-5 توسط نانوذرات سیلیکا-استر تعیین گردید. داده‌ها جهت بررسی تعادل جذب، با

کارایی نانوذرات بازیافت شده جهت حذف رنگ RB-5 برای احیای نانوذرات مورد استفاده در آزمایش‌های حذف رنگ، از هیدروکسید سدیم ۰/۱ مولار استفاده شد. بعد از احیای نانوذرات، آن‌ها مجدداً خشک گردید و آزمایش جذب رنگ در شرایط بهینه ($pH = 2$)، غلظت اولیه رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر، مقدار نانوذرات بازیافتی ۰/۳ گرم بر لیتر) انجام شد (۲۰). بازیابی نانوذرات سیلیکا-استر در پنج مرحله تکرار گردید.

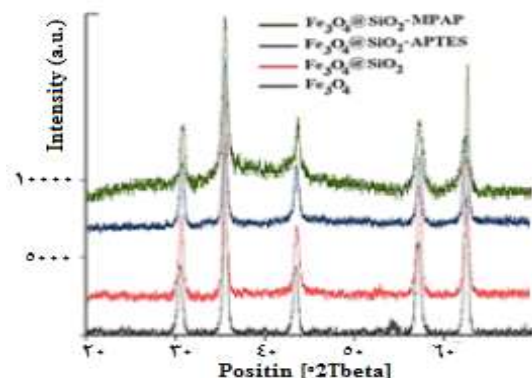
یافته‌ها

مشخصات نانوذرات سیلیکا-استر: تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM یا Transmission electron microscopy) و پراش اشعه ایکس (XRD یا X-Ray Diffraction) در شرکت دی‌پترونیک تهران با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (مدل EM10C-100KV، شرکت Zeiss، آلمان) تهیه شد که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲. نمای TEM (Transmission electron microscopy) از نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر

تأثیر pH در کارایی حذف رنگ توسط نانوذرات: تأثیر pH برای حذف رنگ RB-5 در چهار سطح pH (۲، ۵، ۷ و ۱۰) با غلظت رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر و مقدار نانوذرات مغناطیسی ۰/۳ گرم در مدت زمان ۹۰ دقیقه بررسی شد (شکل ۴) که بیشترین راندمان حذف در $pH = 2$ به دست آمد.



شکل ۳. نمای X-Ray Diffraction (XRD) از نانوذرات مغناطیسی

غلظت رنگ در فاز جاذب پس از تعادل با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد که بر طبق آن، q_e مقدار رنگ در واحد جرم جاذب (بر حسب میلی گرم بر گرم)، V حجم محلول (بر حسب لیتر) و M جرم جاذب (بر حسب گرم) است (۱۰، ۱۲، ۱۳).

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{M} \times V \quad \text{رابطه ۲}$$

مطالعات سینتیکی: جهت تعیین سینتیک جذب رنگ RB-5 با نانوذرات سیلیکا-استر، از مدل‌های سینتیکی شبه درجه اول و دوم استفاده گردید. آزمایش‌های سینتیکی فرایند جذب، در غلظت رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر، مقدار نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر (۰/۳ گرم بر لیتر)، $pH = 2$ و زمان‌های تماس مختلف انجام شد (۷).

مطالعات تعادلی: در تحقیق حاضر، داده‌های تعادلی جذب با مدل‌های ایزوترم Langmuir و Freundlich مورد بررسی قرار گرفت. رابطه ایزوترم Langmuir به صورت رابطه ۳ می‌باشد که در آن، q_e مقدار رنگ در واحد جرم جاذب (بر حسب میلی گرم بر گرم)، C_e غلظت تعادلی رنگ بعد از جذب سطحی (بر حسب میلی گرم بر لیتر)، q_{max} ظرفیت جذب و K_L ثابت Langmuir است که از رسم نمودار C_e/q_e در مقابل C_e به دست می‌آید.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_{max}} + \frac{1}{q_{max}} C_e \quad \text{رابطه ۳}$$

رابطه خطی ایزوترم Freundlich به صورت رابطه ۴ است که در آن، C_e غلظت تعادلی رنگ بعد از جذب (بر حسب میلی گرم بر لیتر)، q_e ظرفیت جذب رنگ در زمان تعادل (بر حسب میلی گرم بر گرم) و n و K_F ثابت‌های Freundlich می‌باشد. از رسم نمودار $\log q_e$ در مقابل $\log C_e$ معادله خطی به دست می‌آید که $1/n$ شیب خط و $\log K_F$ عرض از مبدأ آن است (۱۸-۳).

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad \text{رابطه ۴}$$

مطالعات ترمودینامیکی: بررسی شاخص‌های ترمودینامیکی در طی فرایند جذب سطحی، درک صحیحی از مکانیسم جذب در حالت تعادل را فراهم می‌آورد. جهت انجام مطالعات ترمودینامیکی، آزمایش‌های جذب در غلظت رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر، $pH = 2$ ، دز جاذب ۰/۳ گرم بر لیتر و دمای ۲۵ درجه سلسیوس، در زمان‌های تماس مختلف انجام شد. در این مطالعات، تعیین تغییرات سه عامل آنتالپی استاندارد (ΔH°)، انرژی آزاد Gibbs (ΔG°) و آنتروپی استاندارد (ΔS°) ضروری است. این شاخص‌ها از رسم نمودار van't Hoff ($\ln K_d$ در مقابل $1/T$) مطابق رابطه ۵ محاسبه می‌گردد. مقادیر ΔH و ΔS به ترتیب شیب و عرض از مبدأ معادله خطی نمودار مذکور و بر حسب کیلوژول بر مول و ژول بر کلونین در مول می‌باشد. برای محاسبه انرژی آزاد Gibbs می‌توان از رابطه ۶ استفاده نمود (۱۹) که در آن R ثابت عمومی گازها برابر با ۸/۳۱۴ ژول بر کلونین در مول، K_d مقدار آلاینده جذب شده روی جاذب بر حسب میلی گرم بر گرم به مقدار باقی‌مانده آن در محلول بر حسب میلی گرم بر لیتر و T دما بر حسب درجه کلونین است.

$$\ln(K_d) = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} \quad \text{رابطه ۵}$$

$$\Delta G = -RT \ln(K_d) \quad \text{رابطه ۶}$$

مطالعات سینتیکی، تعادلی و ترمودینامیکی: نتایج مطالعات

سینتیکی و ترمودینامیکی به ترتیب در جداول ۱ و ۲ و نتایج بررسی داده‌ها بر اساس مدل‌های ایزوترمی در شکل‌های ۷ و ۸ ارایه شده است که بر اساس آن‌ها، سینتیک جذب رنگ با مدل شبه درجه دوم و ایزوترم جذب با مدل Langmuir بیشترین تطابق را داشت.

جدول ۱. مدل‌های سینتیکی جذب رنگ (RB-5) با نانوذرات سیلیکا-استر

مدل سینتیکی	R	K	q _m
مدل شبه درجه اول	۰/۹۰۱۸	۰/۰۲۳۰	۴۶/۵۱
مدل شبه درجه دوم	۰/۹۸۲۶	۰/۰۰۴۶	۴۷/۷۰

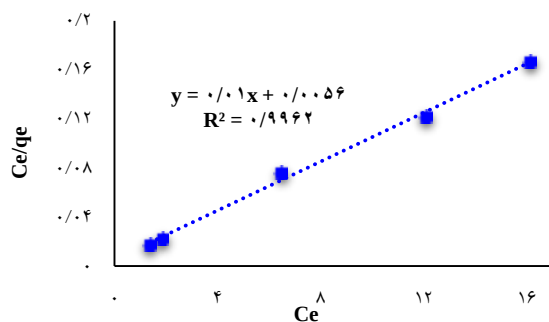
همچنین، نتایج تحقیقات ترمودینامیکی نشان داد که مقادیر آنتالپی استاندارد (ΔH) و آنتروپی استاندارد (ΔS)، مثبت و مقدار انرژی آزاد Gibbs (ΔG)، منفی می‌باشد.

جدول ۲. شاخص‌های ترمودینامیکی جذب رنگ (RB-5) با نانوذرات سیلیکا-استر

انرژی آزاد Gibbs	آنتروپی استاندارد	آنتالپی استاندارد	lnk	1/T	دما (درجه کلوین)
-۱/۴۱۲	۴/۷۶۳	۰/۶۹۳	۰/۵۷۹۸	۰/۰۰۲۳۴	۲۵

بازیابی نانوذرات جهت حذف رنگ: پس از بازیابی نانوذرات سیلیکا-

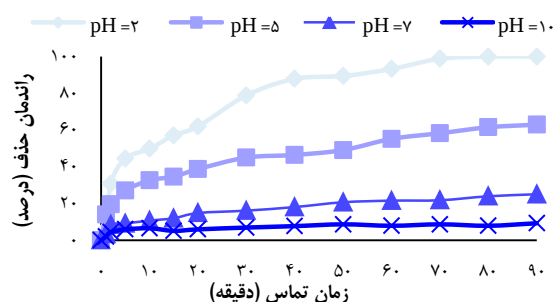
استر، آزمایش جذب رنگ در $pH = 2$ ، غلظت اولیه رنگ ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر و مقدار نانوذرات بازیافتی ۰/۳ گرم بر لیتر طی پنج مرحله انجام شد که نتایج آن در شکل ۹ آمده است.



شکل ۷. نمودار جذب Langmuir

بحث

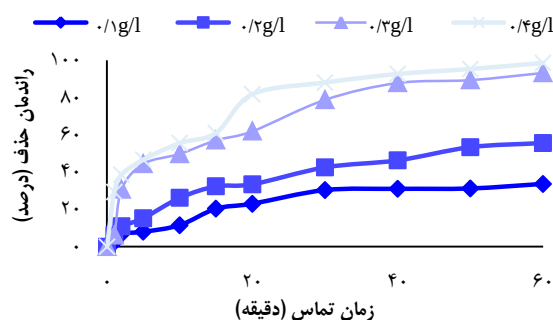
مشخصات نانوذرات سیلیکا-استر بر اساس تصاویر TEM: بر اساس طیف TEM مشاهده شده در شکل ۲، نانوذرات سیلیکا-استر سنتز شده، شکلی کروی با قطر متوسط حدود کمتر از ۴۰ نانومتر و تمایل به تجمع و تشکیل ذراتی با اندازه‌های بزرگ‌تر را دارند. طیف TEM به وضوح نشان



شکل ۴. تأثیر pH در کارایی حذف رنگ (RB-5) توسط نانوذرات

تأثیر دوز جاذب در کارایی حذف رنگ RB-5: تأثیر مقدار جاذب در

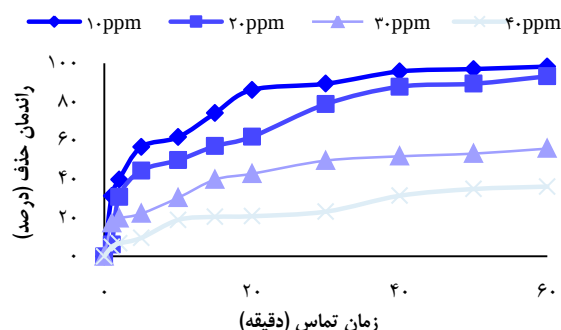
حذف رنگ RB-5 در چهار سطح ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ گرم بر لیتر، غلظت رنگ ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر و $pH = 2$ بررسی گردید (شکل ۵) و بر اساس آن، مقدار ۰/۳ گرم به عنوان دوز بهینه نانوذرات انتخاب شد.



شکل ۵. تأثیر مقدار نانوذرات در کارایی حذف رنگ (RB-5) Reactive Black-5

تأثیر غلظت رنگ RB-5 در کارایی نانوذرات جهت حذف رنگ:

تأثیر غلظت اولیه رنگ RB-5 بر کارایی حذف، در چهار سطح غلظت رنگ ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر با مقدار نانوذرات ۰/۳ گرم بر لیتر و $pH = 2$ بررسی شد (شکل ۶) که بر اساس آن، غلظت بهینه رنگ ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر تعیین گردید.



شکل ۶. تأثیر غلظت رنگ (RB-5) Reactive Black-5 در کارایی نانوذرات جهت حذف رنگ

نتیجه رسید که با افزایش pH، کارایی حذف کاهش می‌یابد و بالاترین راندمان حذف در pH اسیدی (کمتر از ۴) به دست آمد؛ چرا که در مقادیر pH پایین‌تر از pH نقطه ایزوالکتریک نانوذرات سیلیکا-استر که برابر با ۶ است (۲۰)، سطح جاذب مثبت می‌باشد؛ در حالی که در pH‌های بالاتر از ۶، سطح نانوجاذب دارای بار منفی است و دافعه الکترواستاتیکی بین جاذب و رنگ ایجاد می‌گردد. بنابراین، با توجه به این که رنگ RB-5 آنیونی است، کارایی جذب در pH پایین افزایش می‌یابد؛ چرا که در pH پایین سطح جاذب مثبت خواهد شد و در نتیجه، برهم کنش الکترواستاتیکی بین جاذب و رنگ آنیونی ایجاد می‌شود، اما در pH‌های بالا به دلیل وجود نیروهای دافعه الکترواستاتیکی بین مولکول‌های رنگ آنیونی RB-5 و جایگاه‌های دارای بار منفی در سطح نانوذرات مغناطیسی به واسطه تولید گروه‌های عاملی هیدروکسید، عمل جذب مطلوب نمی‌باشد. از طرف دیگر، در pH قلیایی، رقابت یون‌های OH⁻ با یون‌های رنگ برای اتصال به سایت‌های جذب افزایش می‌یابد و در نتیجه، حذف رنگ کاهش پیدا می‌کند (۲۳، ۲۴).

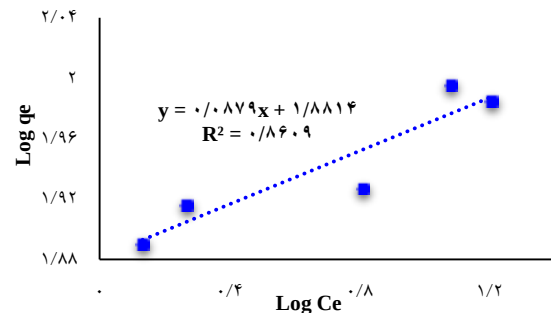
تأثیر مقدار نانوذرات سیلیکا-استر در کارایی حذف رنگ RB-5:

بررسی مقدار بهینه جاذب به دلیل هزینه‌های مربوط به ساخت و تولید از نظر اقتصادی در طراحی فرایندهای جذب در سیستم‌های بزرگ تجاری-صنعتی، از مهم‌ترین مسائل مورد توجه است. نتایج حاصل از تأثیر مقدار اولیه نانوذرات در شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش مقدار نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر از ۰/۱ به ۰/۴ گرم بر لیتر، کارایی حذف رنگ در طی ۶۰ دقیقه، از ۳۳/۷۰ به ۹۸/۶۶ درصد افزایش یافت. Cardoso و همکاران (۲۴) و ضرابی و همکاران (۲۱) پژوهش‌هایی را بر روی حذف رنگ RB-5 با استفاده از جاذب‌های مختلف انجام دادند و شاخص‌های مختلفی از جمله مقدار ماده جاذب را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کارایی حذف این رنگ با افزایش مقدار جاذب افزایش می‌یابد. دلیل این امر را می‌توان چنین تبیین نمود که در مقادیر کم نانوذرات مغناطیسی، سطح نانوذرات به سرعت با مولکول‌های رنگ RB-5 اشباع شده و فضای خالی لازم برای حذف رنگ وجود نداشته است. بنابراین، همواره مقداری رنگ در محلول باقی می‌ماند و با افزایش مقدار جاذب، افزایش سطح جاذب و افزایش تعداد جایگاه‌های جذب قابل دسترس در مقابل مقدار ثابتی از غلظت رنگ رخ می‌دهد که موجب افزایش میزان حذف رنگ می‌گردد (۲۳، ۲۴).

تأثیر غلظت رنگ RB-5 در کارایی نانوذرات جهت حذف رنگ:

تغییرات غلظت اولیه آلاینده جذب شونده، از عوامل دیگری است که میزان جذب را تحت تأثیر قرار می‌دهد و فراهم‌کننده یک نیروی محرکه قابل ملاحظه جهت غلبه بر کل مقاومت حاصل از انتقال جرم بین فازهای مایع و جامد است (۲۵). در شکل ۵ مشاهده می‌گردد که با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۱۰ به ۶۰ میلی گرم بر لیتر، کارایی حذف با استفاده از نانوذرات مغناطیسی در ۶۰ دقیقه، از ۹۸/۳۰ به ۳۶/۱۳ درصد کاهش یافت. Eren و Acar (۲۶) و Ballav و همکاران (۱۴) در مطالعاتی که برای حذف رنگ RB-5 با استفاده از جاذب‌های مختلف انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که افزایش غلظت اولیه رنگ RB-5، باعث کاهش کارایی حذف آن می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. دلیل کاهش راندمان حذف با افزایش غلظت رنگ را می‌توان این گونه تفسیر نمود که با افزایش غلظت رنگ، بین مولکول‌های رنگ دافعه ایجاد می‌گردد که مانع جذب آن‌ها توسط جاذب می‌شود. از طرف دیگر، به

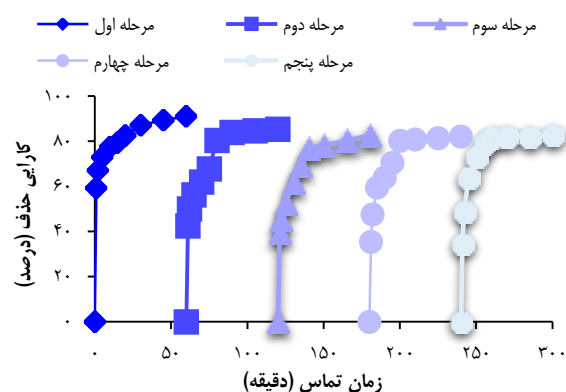
می‌دهد که نانوذرات سیلیکا-آمین در مرکز با رنگ تیره‌تر نمایان شده و سطح نانوذرات به خوبی توسط لیگاند آلی (هاله روشن) پوشیده شده است و حضور پوسته استری بر روی نانوذرات سیلیکا-آمین، اندازه نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-آمین را افزایش می‌دهد (۲۰-۱۳).



شکل ۸. نمودار جذب Freundlich

تأثیر pH در کارایی حذف رنگ توسط نانوذرات: pH یکی از

مهم‌ترین شاخص‌هایی است که بر فرایند جذب سطحی و به خصوص بر ظرفیت جذب، تأثیر می‌گذارد. pH ناشی از بار سطحی جاذب، میزان یونیزه شدن مواد موجود در محلول و همچنین، تفکیک گروه‌های عاملی موجود در مکان‌های فعال جاذب جاذب می‌باشد و بر روی برهم کنش بین گروه عاملی جاذب و جذب شونده تأثیرگذار است (۲۱). بر اساس شکل ۳، هنگامی که pH از ۲ به ۱۰ پس از گذشت ۹۰ دقیقه، از ۱۰۰ به ۹/۲۱ درصد کاهش پیدا کرد. به عبارت دیگر، افزایش pH سبب کاهش کارایی حذف رنگ RB-5 با استفاده از جاذب شد و pH بهینه برابر با ۲ به دست آمد. با توجه به نتایج مشاهده می‌گردد که فرایند جذب در pH‌های پایین و اسیدی کارایی بهتری در مقایسه با pH‌های بالاتر و قلیایی دارد.



شکل ۹. کارایی نانوذرات بازیابی شده سیلیکا-استر در حذف رنگ (RB-5) Reactive Black-5

تحقیقات ضرابی و همکاران (۲۱) و Begum و همکاران (۲۲) با هدف حذف رنگ RB-5 با استفاده از جاذب‌های مختلف صورت گرفت و به این

Gibbs منفی به دست آمد که با نتایج مطالعات محققان و همکاران (۱۳) و گلنگش و همکاران (۲۰) همخوانی داشت. منفی بودن میزان انرژی آزاد Gibbs در پژوهش حاضر، بیان کننده مطلوب بودن فرایند جذب است و نشان می دهد که فرایند در طبیعت امکان پذیر و خود به خودی می باشد. مقادیر مثبت ΔH نشان دهنده طبیعت گرماگیر فرایند جذب است و میزان مثبت ΔS به دلیل افزایش بی نظمی در طول فرایند جذب در سطح فاز مایع-جامد می باشد که در نتیجه آن، کارایی جذب با بالا رفتن دما، افزایش می یابد؛ چرا که افزایش دما سبب نفوذ بیشتر مولکول های رنگ در میان لایه خارجی و منافذ داخلی ذرات جاذب و افزایش تحرک یون رنگ می شود. به طور کلی، بر اساس مطالعات ترمودینامیکی بر روی جذب رنگ RB-5 با استفاده از نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر، به نظر می رسد که افزایش دما برای جذب رنگ RB-5 مناسب می باشد (۱۹-۱۳).

بازیابی نانوذرات جهت حذف رنگ: تولید و سنتز جاذب، فرایندی زمانبر و پرهزینه می باشد و یک جاذب علاوه بر دارا بودن قدرت جذب بالا، باید به راحتی بازیابی گردد تا در زمان و هزینه های سنتز آن صرفه جویی شود. از این رو، در تحقیق حاضر آزمایش های جذب با نانوذرات بازیافتی طی پنج مرتبه تکرار شد. همان گونه که در شکل ۸ مشاهده می گردد، حذف رنگ RB-5 با استفاده از نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر بازیافتی طی پنج مرتبه آزمایش جذب، با راندمان بالا صورت گرفته است. به عبارت دیگر، نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر مورد استفاده در حذف رنگ RB-5 را می توان به راحتی بازیابی نمود و با بازیافت این نانوذرات در پنج مرحله، هنوز این نانوذرات دارای کارایی مناسبی در حذف رنگ RB-5 می باشند. دلیل این کارایی می تواند ضعیف بودن پیوند الکترواستاتیک بین جاذب و رنگ RB-5 در محیط قلیایی و در نتیجه، تبادل یون های هیدروکسیل و مولکول های رنگ با بار منفی باشد. به دلیل وجود یون های هیدروکسیل در pH قلیایی، این یون ها جایگزین مولکول های رنگ با بار منفی می شوند. بنابراین، مولکول های رنگ از سطح جاذب جدا و مجدد سطح جاذب تازه و عاری از هر گونه آلودگی می گردد (۲۹-۲۰). در مطالعه گلنگش و همکاران که با هدف حذف رنگ آنیونی اسید رد ۱۱۴ با نانوذرات سیلیکا-استر انجام شد (۲۰)، در پژوهش محققان و همکاران که به منظوذ حذف رنگ RB-5 با استفاده از نانوکامپوزیت مغناطیسی پوسته صدف-مگنتیت (۱۳) صورت گرفت و در تحقیق Xu و همکاران که با هدف حذف رنگ های آنیونی با استفاده از نانوذرات سیلیکا-آمین (۲۹) انجام گردید، مشاهده شد که جاذب های مذکور پس از چندین مرحله بازیابی، از کارایی حذف مناسبی برخوردار بودند که با نتایج بررسی حاضر مشابهت داشت.

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر، جاذب مؤثری برای حذف رنگ RB-5 می باشد که ۱۰۰ درصد این رنگ در شرایط اسیدی $pH = 2$ با مقدار ۰/۳ گرم بر لیتر نانوذرات، در غلظت رنگ ۲۰ میلی گرم بر لیتر و در مدت زمان ۸۰ دقیقه حذف گردید. سینتیک واکنش از مدل شبه درجه دوم و ایزوترم جذب از مدل Langmuir تبعیت نمود. شاخص های ترمودینامیک، طبیعت گرماگیر و خود به خودی بودن واکنش جذب رنگ با نانوذرات را نشان داد و نانوذرات سیلیکا-استر پس از پنج مرحله بازیابی و استفاده مجدد، راندمان بالایی جهت جذب رنگ RB-5 داشتند.

دلیل این که سطح جاذب قابل دسترس ثابت می باشد، در فرایند جذب ابتدا سطح جاذب با غلظت مشخصی از رنگ اشغال می شود و پس از آن امکان جذب بیشتر آلاینده وجود نخواهد داشت. بنابراین، یکی از روش های افزایش درصد حذف آلاینده در سیستم های تصفیه به روش جذب سطحی، رقیق نمودن فاضلاب است (۲۶، ۲۵).

مطالعات سینتیکی: نتایج مطالعات سینتیکی در جدول ۲ نشان می دهد که فرایند جذب رنگ RB-5 با استفاده از نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر با مدل سینتیکی شبه درجه دوم و R^2 نزدیک به ۱ ($R^2 = 0/9826$)، دارای بهترین برازش در میان مدل های به کار رفته است و مکانیسم غالب در فرایند جذب رنگ RB-5 با استفاده از نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر، جذب شیمیایی می باشد. این مدل، متداول ترین مدل سینتیکی برای توصیف جذب رنگینه ها به شمار می رود و بر خلاف سایر مدل های سینتیکی، رفتار جذبی در کل محدوده جذب را نیز پیش بینی می کند. در این مدل، هرچند فرایند جذب در مراحل ابتدایی به دلیل آزاد بودن سایت های جذبی بر روی سطح جاذب به سرعت صورت گرفته است، اما پس از پیشرفت فرایند جذب، سایت های خالی برای رنگ RB-5 بر روی سطح جاذب کاهش می یابد و در نتیجه، سرعت جذب به دلیل نفوذ رنگ به سایت های درونی جذب و تلاش برای اشغال آن ها کاهش می یابد (۲۷، ۲۸). نتایج پژوهش های Ozcan و Erdem (۲۸)، Eren و Acar (۲۶) و Ballav و همکاران (۱۴) نیز نشان داد که فرایند جذب رنگ RB-5 با جاذب های مختلف، از مدل سینتیک شبه درجه دوم پیروی می کند.

مطالعات تعادلی: رابطه تعادلی بین مقدار ماده جذب شده بر روی سطح جامد و غلظت تعادلی آن در محلول در دمای ثابت با ایزوترم های جذب بیان می شود. شکل ایزوترم های جذب می تواند در طراحی سیستم های جذبی و پیش بینی این که یک سیستم جذبی مطلوب است یا نامطلوب به کار رود (۲۲). نتایج حاصل از مطالعات تعادلی (شکل های ۶ و ۷) برای نانوذرات مغناطیسی سیلیکا-استر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نشان می دهد که فرایند جذب رنگ RB-5 با مدل Langmuir ($R^2 = 0/9962$) انطباق بیشتری نسبت به مدل Freundlich دارد. واکنش های جذبی که از مدل ایزوترم Langmuir پیروی می کند، واکنش های جذبی مطلوب نام دارد (۲۶). در تحقیقات Patel و Suresh (۷)، Kyzas و همکاران (۸)، Begum و همکاران (۲۲) و Ozcan و Erdem (۲۸)، الگوی جذب رنگ RB-5 با مدل ایزوترم Langmuir تطابق بیشتری را نشان داد. این مدل بیانگر جذب تک لایه ای و یکنواخت (همگن) ماده جذب شونده با انرژی یکسان بر روی تمام سطوح جاذب می باشد و همچنین، بیان می کند که تمامی مکان های جذب دارای پیوستگی یکسانی نسبت به مولکول های ماده جذب شونده است (۲۵-۲۲).

مطالعات ترمودینامیکی: ترمودینامیک فرایند جذب، اطلاعات وسیعی را در مورد تغییرات آنتالپی استاندارد (ΔH) و آنتروپی استاندارد (ΔS) ارائه می نماید. از روی داده های ترمودینامیکی می توان به شاخص انرژی آزاد Gibbs (ΔG) دست یافت که میزان خود به خودی بودن فرایند جذب را نشان می دهد. هرچه مقادیر عددی ΔG منفی تر باشد، نشان می دهد که فرایند جذب خود به خودی تر است (۱۹). با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۳، مقادیر ΔS و ΔH در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مثبت بود. همچنین، میزان انرژی آزاد

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد گروه محیط زیست با

شماره ۱۰۳۵۳، مصوب دانشگاه گیلان می‌باشد. بدین وسیله از حمایت بخش‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Anbia M, Salehi S. Removal of acid dyes from aqueous media by adsorption onto amino-functionalized nanoporous silica SBA-3. *Dyes Pigment* 2012; 94(1): 1-9.
2. Kaykioglu G, Gunes E. Comparison of acid red 114 Dye adsorption by Fe_3O_4 and Fe_3O_4 impregnated rice husk ash. *J Nanomater* 2016; 2016: 6304096.
3. Nandi BK, Goswami A, Purkait MK. Removal of cationic dyes from aqueous solutions by kaolin: Kinetic and equilibrium studies. *Appl Clay Sci* 2009; 42(3): 583-90.
4. Ozdemir O, Turan M, Turan AZ, Faki A, Engin AB. Feasibility analysis of color removal from textile dyeing wastewater in a fixed-bed column system by surfactant-modified zeolite (SMZ). *J Hazard Mater* 2009; 166(2-3): 647-54.
5. Ghanizadeh G, Asgari G. Removal of methylene blue dye from synthetic wastewater with bone char. *Iran J Health Environ* 2009; 2(2): 104-13. [In Persian].
6. Chen AH, Huang YY. Adsorption of Remazol Black 5 from aqueous solution by the templated crosslinked-chitosans. *J Hazard Mater* 2010; 177(1-3): 668-75.
7. Patel R, Suresh S. Kinetic and equilibrium studies on the biosorption of reactive black 5 dye by *Aspergillus foetidus*. *Bioresour Technol* 2008; 99(1): 51-8.
8. Kyzas GZ, Travlou NA, Kalogirou O, Deliyanni EA. Magnetic Graphene Oxide: Effect of Preparation Route on Reactive Black 5 Adsorption. *Materials (Basel)* 2013; 6(4): 1360-76.
9. Mittal H, Parashar V, Mishra SB, Mishra AK. Fe_3O_4 MNPs and gum xanthan based hydrogels nanocomposites for the efficient capture of malachite green from aqueous solution. *Chem Eng J* 2014; 255: 471-82.
10. Moussavi G, Mahmoudi M. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. *J Hazard Mater* 2009; 168(2-3): 806-12.
11. Sheshmani S, Ashori A, Hasanzadeh S. Removal of Acid Orange 7 from aqueous solution using magnetic graphene/chitosan: A promising nano-adsorbent. *Int J Biol Macromol* 2014; 68: 218-24.
12. Yazdanbakhsh M, Khosravi I, Goharshadi EK, Youssefi A. Fabrication of nanospinel ZnCr_2O_4 using sol-gel method and its application on removal of azo dye from aqueous solution. *J Hazard Mater* 2010; 184(1-3): 684-9.
13. Mohagheghian A, Vahidi-Kolur R, Pourmohseni M, Yang JK, Shirzad-Siboni M. Application of Scallop shell- Fe_3O_4 Nano-Composite for the Removal Azo Dye from Aqueous Solutions. *Water Air Soil Pollut* 2015; 226: 321.
14. Ballav N, Debnath S, Pillay K, Maity A. Efficient removal of Reactive Black from aqueous solution using polyaniline coated ligno-cellulose composite as a potential adsorbent. *J Mol Liq* 2015; 209: 387-96.
15. Mohammadi S, Khayatani G, Atashkar B, Rostami A. Synthesis and application of magnetic nanoparticle supported ephedrine as a new sorbent for preconcentration of trace amounts of Pb and Cu in water samples. *J Braz Chem Soc* 2014; 25(11): 2039-47.
16. Alizadeh A, Khodaei M M, Beygzadeh M, Kordestani D, Feyzi M. Biguanide-functionalized $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ magnetic nanoparticles: An efficient heterogeneous organosuperbase catalyst for various organic transformations in aqueous media. *Bull Korean Chem Soc* 2012; 33(8): 2546.
17. Reynhardt JP, Yang Y, Sayari A, Alper H. Periodic mesoporous silica-supported recyclable rhodium-complexed dendrimer catalysts. *Chem Mater* 2004; 16(21): 4095-102.
18. Shariati S, Faraji M, Yamini Y, Rajabi AA. Fe_3O_4 magnetic nanoparticles modified with sodium dodecyl sulfate for removal of safranin O dye from aqueous solutions. *Desalination* 2011; 270(1): 160-5.
19. Aravindhnan R, Fathima NN, Rao JR, Nair BU. Equilibrium and thermodynamic studies on the removal of basic black dye using calcium alginate beads. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp* 2007; 299(1): 232-8.
20. Galangash MM, Kolkasaraei ZN, Ghavidast A, Shirzad-Siboni M. Facile synthesis of methyl propylaminopropanoate functionalized magnetic nanoparticles for removal of acid red 114 from aqueous solution. *RSC Advances* 2016; 6(114): 113492-502.
21. Zarrabi M, Rahmani AR, Samarghandi MR, Barjasteh Askary F. Investigation the zero-valent iron (ZVI) performance in the presence of uv light and hydrogen peroxide on removal of azo dyes acid orange 7 and reactive black 5 from aquatic solutions. *Iran J Health Environ* 2013; 5(4): 469-78. [In Persian].
22. Begum HA, Mondal AK, Muslim T. Adsorptive removal of reactive black 5 from aqueous solution using chitin prepared from shrimp shells. *Bangladesh Pharmaceutical Journal* 2012; 15(2): 145-52.
23. Zhou L, Jin J, Liu Z, Liang X, Shang C. Adsorption of acid dyes from aqueous solutions by the ethylenediamine-modified magnetic chitosan nanoparticles. *J Hazard Mater* 2011; 185(2-3): 1045-52.
24. Cardoso NF, Lima EC, Calvete T, Pinto IS, Amavisca CV, Fernandes TH, et al. Application of aqai stalks as biosorbents for the removal of the dyes reactive black 5 and reactive orange 16 from aqueous solution. *J Chem Eng Data* 2011; 56(5): 1857-68.
25. Gautam RK, Rawat V, Banerjee S, Sanroman MA, Soni S, Singh SK, et al. Synthesis of bimetallic FeZn nanoparticles and its application towards adsorptive removal of carcinogenic dye malachite green and Congo red in water. *J Mol Liq* 2015; 212: 227-36.

26. Eren Z, Acar FN. Adsorption of Reactive Black 5 from an aqueous solution: Equilibrium and kinetic studies. *Desalination* 2006; 194(1): 1-10.
27. Saygi B, Tekin D. Photocatalytic degradation kinetics of Reactive Black 5 (RB5) dyestuff on TiO_2 modified by pretreatment with ultrasound energy. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis* 2013; 110(1): 251-8.
28. Ozcan AS, Erdem M. Adsorption of Reactive Black 5 onto quaternized 2-dimethylaminoethyl methacrylate based polymer/clay nanocomposites. *Adsorption* 2016; 22(4-6): 767-76.
29. Xu Z, Li W, Xiong Z, Fang J, Li Y, Wang Q. Removal of anionic dyes from aqueous solution by adsorption onto amino-functionalized magnetic nanoadsorbent. *Desalination and Water Treatment* 2016; 57(15): 7054-65.

Investigation of the Efficiency of Silica-Ester Magnetic Nanoparticles ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$) for the Removal of Anionic Dye from Aqueous Solutions: Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies

Mohsen Mohammadi-Galangash¹, Zahra Bozorgpanah-Kharat², Ali Mohammad Sanati³

Original Article

Abstract

Background: Removal of reactive azo dyes has been recognized as one of the major problems in textile wastewater treatment process. In recent years, the use of nanoparticles has been highly considered for the removal and reduction of contaminants in aquatic environments. In this survey, after synthesis of magnetic nanoparticles with a functional group of ester ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$ silica-ester nanoparticles), their efficiency to remove the Reactive Black 5 (RB-5) dye from aqueous solutions was investigated.

Methods: The synthesis of magnetic silica-ester nanoparticles was carried out with co-precipitation method in alkaline conditions. Transmission electron microscopy (TEM) analysis was used to identify the nanoparticle size. The effect of independent variables of pH, initial concentration of dye, and amount of nanoparticles on dye removal efficiency were evaluated. Kinetic, isotherm, and thermodynamic analysis were implemented to determine the mechanism and rate of absorption. Finally, the efficiency of recycled nanoparticles to remove the RB-5 dye was investigated.

Findings: 100% of the dye was removed at pH of 2, dye concentration of 20 mg/l, and silica-ester nano-absorbent concentration of 0.3 g/l during 80 minutes. Kinetic studies of RB-5 removal in the optimal conditions demonstrated that the pseudo-second-order equation kinetic model corresponded to the adsorption process, and also represented the chemical absorption procedure. The absorption equilibrium data were in good agreement with the Langmuir isotherm model. Thermodynamic studies showed that the process of dye absorption was feasible, spontaneous, and endothermic. The synthesized nano-adsorbents had a five-fold suitable recycle efficiency.

Conclusion: The silica-ester nanoparticles are effective in removing RB-5 dye from aqueous solutions, and these nanoparticles, due to proper recycling capability and chemical stretcher, can be noticed as an active absorbent for other anionic dyes.

Keywords: Dyes, Esters, Silicon dioxide, Water pollutions, Magnetite nanoparticles

Citation: Mohammadi-Galangash M, Bozorgpanah-Kharat Z, Sanati AM. Investigation of the Efficiency of Silica-Ester Magnetic Nanoparticles ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-MPAP}$) for the Removal of Anionic Dye from Aqueous Solutions: Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies. J Health Syst Res 2018; 14(3): 410-8.

1- Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering, School of Natural Resources, University of Guilan, Sowme'eh Sara, Iran

2- Department of Environmental Science and Engineering, School of Natural Resources, University of Guilan, Sowme'eh Sara, Iran

3- Assistant Professor, Department of Environmental Science, Persian Gulf Research Institute, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

Corresponding Author: Mohsen Mohammadi-Galangash, Email: m_mohammadi@guilan.ac.ir