DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 Published by Vesnu Publications

Journal of Health System Research Vol. 21, No. 4, Winter

Received: 27.07.2024 Accepted: 09.09.2024 Published: 05.01.2026

# Identifying Individual Cognitive Factors Influencing Human-Robot Collaboration in Industrial Settings: An Integrated Approach Utilizing Delphi and Meta-Synthesis Methodologies

Elnaz Heidari[1], Reza Esmaeili[2], Mahnaz Shakerian[3]

Original Article

## Abstract

**Background:** Human-robot collaboration in industrial environments is influenced by various human factors and cognitive ergonomics. Numerous categories of these factors have been examined in research within this field. This study systematically consolidates individual factors that affect cognitive performance in users of industrial robots.

**Methods:** This study employed a hybrid approach combining the Delphi method with a seven-stage meta-synthesis as the primary qualitative strategy to identify cognitive factors affecting cognitive performance in industrial robot users. The stages included formulating the research question, conducting a systematic literature review, screening relevant research articles, extracting research data, analyzing and synthesizing qualitative findings, performing quality control, and presenting the findings.

**Findings:** A total of 23 articles were screened through phased analyses, and an in-depth examination of these articles led to the identification of 15 distinct cognitive factors as primary dimensions influencing cognitive performance. To validate the agreement on the extracted items, the Kappa index was calculated at 0.857, indicating a satisfactory level of reliability. In this study, "cognitive fatigue" emerged as the most significant and impactful cognitive factor in the context of cognitive interactions between humans and industrial robots.

**Conclusion:** Various factors significantly influence the cognitive performance of industrial robot users. By improving these factors, it is possible to enhance their cognitive abilities.

**Keywords:** Cognition; Personal characteristics; Humans; Robots; Cognitive behaviour

**Citation:** Heidari E, Esmaeili R, Shakerian M. **Identifying Individual Cognitive Factors Influencing Human-Robot Collaboration in Industrial Settings: An Integrated Approach Utilizing Delphi and Meta-Synthesis Methodologies.** J Health Syst Res 2026; 21(4): 525-35.

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

2- PhD Student, Student Research Committee AND Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mahnaz Shakerian; Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: shakerian.mahnaz@gmail.com



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 Published by Vesnu Publications

# تعیین عوامل شناختی فردی تأثیرگذار بر همکاری‌های بین انسان و ربات‌های صنعتی: یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش‌های Delphi و فراترکیب

الناز حیدری[1]، رضا اسمعیلی[2]، مهناز شاکریان[3]

مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** همکاری انسان و ربات در محیط‌های صنعتی تحت تأثیر عوامل انسانی و ارگونومی شناختی متعددی قرار دارد که دسته‌های مختلفی از این عوامل در تحقیقات این حوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پژوهش حاضر با هدف تجمیع نظام‌مند عوامل فردی تأثیرگذار بر عملکرد شناختی در کاربران ربات‌های صنعتی انجام شد.

**روش‌ها:** در این مطالعه یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش‌های Delphi و فراترکیب هفت مرحله‌ای به عنوان رویکرد کیفی پایه برای استخراج عوامل شناختی مؤثر بر عملکرد شناختی در کاربران ربات صنعتی مورد استفاده قرار گرفت. این مراحل شامل «تدوین سؤال مطالعه، انجام یک بررسی سیستماتیک ادبیات، غربالگری مقالات پژوهشی مناسب، استخراج داده‌های تحقیق، تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی، انجام کنترل کیفیت و ارایه یافته‌ها» بود.

**یافته‌ها:** ۲۳ مقاله در تحلیل‌های مرحله‌ای غربال شد و با مطالعه و بررسی عمیق آن‌ها، ۱۵ عامل شناختی به عنوان ابعاد اصلی مؤثر بر عملکرد شناختی به صورت جداگانه استخراج گردید. به منظور اعتبارسنجی میزان توافق بر اقلام استخراجی، شاخص Kappa در سطح ۰/۸۵۷ مورد محاسبه قرار گرفت که نشان دهنده سطح مناسب اعتبار بود. در این مطالعه، عامل «خستگی شناختی» مهم‌ترین و تأثیرگذارترین عامل شناختی استخراج شده در بحث تعاملات شناختی میان انسان و ربات‌های صنعتی شناخته شد.

**نتیجه‌گیری:** عوامل مختلفی بر شکل‌گیری عملکرد شناختی مناسب کاربران ربات‌های صنعتی مؤثر می‌باشد که با بهبود وضعیت این شاخص‌ها، می‌توان نسبت به بهبود عملکرد شناختی آن‌ها اقدام نمود.

**واژه‌های کلیدی:** شناخت؛ ویژگی‌های فردی؛ انسان‌ها؛ ربات‌ها؛ رفتار شناختی

**ارجاع:** حیدری الناز، اسمعیلی رضا، شاکریان مهناز. **تعیین عوامل شناختی فردی تأثیرگذار بر همکاری‌های بین انسان و ربات‌های صنعتی: یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش‌های Delphi و فراترکیب.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۴۰۴؛ ۲۱ (۴): ۵۳۵-۵۲۵

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۵/۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۶/۱۹ تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۱۰/۱۵

## مقدمه

به تازگی مفهوم همکاری انسان و ربات، علایق تحقیقاتی بسیاری را برانگیخته است. به جای این که ربات‌ها جایگزین کارگران انسان در محل کار شوند، همکاری انسان و ربات به کارگران انسانی و ربات‌ها اجازه می‌دهد که در یک محیط تولید مشترک با هم کار کنند. اگر کانال‌های ارتباطی مؤثر بین انسان و ربات ایجاد شود، همکاری انسان و ربات می‌تواند کارگران انسانی را از وظایف سنگین با ربات‌های کمکی رها کند (۱). در واقع، ربات‌ها و انسان‌ها ویژگی‌های مکملی را برای توسعه وظایف مشترک ارایه می‌دهند. از یک طرف، ربات وظایف فرعی را که برای انسان طاقت‌فرسا یا خطرناک است، انجام می‌دهد. از سوی دیگر، انسان آن دسته از وظایف فرعی را انجام می‌دهد که به دلیل پیچیدگی آن‌ها، توسط ربات قابل اجرا نیست. به عنوان مثال، انسان قادر به انجام وظایف تخصصی است که نیاز به هوش و مهارت دارد. این هم‌افزایی بین انسان و ربات‌ها، توسعه وظایف انعطاف‌پذیرتر و پیچیده‌تر را امکان‌پذیر می‌سازد که نمی‌توانند به صورت جداگانه توسط یک انسان یا یک ربات انجام شوند (۲).

تعامل انسان و ربات اغلب شامل کمک یا ارایه بازخورد به عملکرد یک شریک انسانی یا همکاری برای تکمیل یک کار می‌شود (۳). در چنین سناریوی تعاملی، سیستم رباتیک نیاز به درک حالت شناختی هم‌تیمی انسان دارد که ممکن است بر عملکرد کار تأثیر بگذارد (۳). تعامل شناختی انسان و ربات یک حوزه تحقیقاتی است که با توسعه مدل‌های شناختی برای ربات‌ها و درک مدل‌های ذهنی انسان از ربات‌ها، به دنبال بهبود تعاملات بین ربات‌ها و کاربرانشان است (۴). از آن‌جایی که امروزه ربات‌های صنعتی به طور فزاینده‌ای با کارگران در مواجهه تعامل دارند، به ناچار به بخش جدایی‌ناپذیر از محیط کارکنان تبدیل خواهند شد (۵). ارزشمندترین دارایی هر سازمانی نیروی انسانی آن می‌باشد؛ چرا که نحوه عملکرد نیروی انسانی می‌تواند نقش بسزایی در بهبود بهره‌وری و بازدهی سیستم داشته باشد. در این بین، با توجه به جنبه‌های مختلف

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی دکتری تخصصی، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
**نویسنده مسؤول:** مهناز شاکریان؛ استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: shakerian.mahnaz@gmail.com



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]
[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

عملکرد انسان‌ها، عملکرد شناختی افراد در خصوص کارکنان صنعتی با توجه به ماهیت کاری‌شان از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. عملکرد شناختی به توانایی‌های فرد برای پردازش ذهنی اشاره دارد که باید در یک فرد سالم باشد و به صورت «توانایی‌های یک فرد برای انجام فعالیت‌های مختلف ذهنی که بیشتر مرتبط با یادگیری و حل مسأله است»، تعریف می‌شود.

یکی از عوامل اصلی مؤثر بر عملکرد شناختی، عوامل فردی و یا انسانی می‌باشد. عوامل فردی کاملاً مرتبط با توانایی افراد در انجام وظایف محول شده به آن‌ها هستند. منظور از توانایی‌ها، توانمندی‌های ذهنی و فیزیکی هر فرد است. ویژگی‌های فیزیکی و ذهنی بین افراد مختلف، متفاوت و در هر فردی به صورت اختصاصی است. تفاوت در ویژگی‌های فردی کارکنان، منجر به تفاوت در توانایی پذیرش اطلاعات، سرعت درک آن‌ها و مدت زمان مربوط به ارایه پاسخ خواهد شد. از سوی دیگر، در صورتی که اطلاعات در اختیار فرد، مبهم، ناکافی و یا پیچیده باشد، توانایی درک و پاسخ در زمان کوتاه به طور مؤثری تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (۶). در ادامه به صورت مختصر به تعدادی از عوامل شناختی فردی مختلفی که می‌توانند در بحث تعامل انسان و ربات‌ها تأثیر بسزایی داشته باشد، اشاره شده است.

می‌توان فرض کرد که انتظارات منفی نسبت به ربات‌های همکار، تأثیر منفی بر رفتار افراد دارد و می‌تواند منجر به طرد ربات شود. بیزاری از فن‌آوری‌های جدید به دلایل مختلف، ممکن است باعث عملکرد نادرست شود که در نهایت، کیفیت کار را کاهش می‌دهد. با این حال، انتظارات از فن‌آوری جدید را می‌توان تغییر داد. بنابراین، بیزاری را می‌توان با تجربیات مثبت خنثی کرد (۷). از سوی دیگر، تجربیات منفی می‌توانند انتظارات منفی را تأیید و تقویت کنند. نگرش‌ها اغلب منشأ تجربی دارند و می‌توان آن‌ها را در فرهنگ، خانواده یا تجربیات شخصی جستجو کرد (۸). نگرش نسبت به ربات‌ها به ویژه نگرش منفی، عامل مهمی است که بر ادراک و رفتار انسان نسبت به ربات‌ها تأثیر می‌گذارد (۹).

از سوی دیگر، دستیابی به سطح مناسبی از اعتماد برای تعاملات ایمن و کارامد بین انسان‌ها و ربات‌ها در محیط‌های کاری حیاتی است؛ به خصوص زمانی که یک کار مستلزم همکاری‌های پیشرفته بین آن‌ها باشد. هم اعتماد بیش از حد و هم عدم اعتماد، ممکن است باعث ایجاد تعاملات نامناسب انسان و ربات و رفتارهای ناایمن انسانی شود. اعتماد بیش از حد ممکن است منجر به سوء استفاده شود؛ زمانی که کاربران بیش از حد به ربات‌ها متکی هستند و رفتار ایمنی مرتبط و توجه مناسب به سیستم را حفظ نمی‌کنند. همچنین، اعتماد بیش از حد ممکن است به کارگران اجازه دهد تا موقعیت‌ها را به صورت کاذب قضاوت کنند. وقتی انسان‌ها به ربات‌ها اعتماد نمی‌کنند، ممکن است تصمیم بگیرند از آن‌ها استفاده نکنند؛ حتی زمانی که ربات‌ها عملکرد و ایمنی آن‌ها را بهبود می‌بخشند. این امر به ویژه در محل کار اهمیت دارد؛ چرا که استفاده از ربات‌های محل کار، برای کارگران اجباری است (۱۰). سه عامل تعیین‌کننده برای اعتماد یک فرد به ربات‌ها شامل «عوامل مرتبط به انسان (جمعیت‌شناسی، ویژگی‌های شخصیتی، تخصص و تجربیات)، عوامل مرتبط به ربات (قابلیت اطمینان، سطح اتوماسیون و انسان‌گرایی) و عوامل محیطی (عوامل فرهنگ و شخصیتی وظیفه)» است که مطالعات به طور عمده به بررسی اثرات عوامل محیطی و مرتبط بر اعتماد اپراتور به ربات‌ها متمرکز شده‌اند (۱۱). به عنوان مثال، زمانی که حرکات، اقدامات و عملکرد ربات قابل پیش‌بینی و اعتماد باشد، کاربران به احتمال بیشتری به یک ربات اعتماد می‌کنند (۱۲).

علاوه بر این، آگاهی موقعیتی به درک معنی عناصر محیطی و پدیده‌ها با توجه به زمان یا مکان و تجسم وضعیت آینده‌شان گفته می‌شود. توانایی به دست آوردن و حفظ آگاهی از موقعیت در وظیفه و کنترل ربات‌ها برای تعامل انسان و ربات حیاتی است (۱۳). آگاهی موقعیتی ظرفیت تصمیم‌گیری را افزایش و خطاها را کاهش می‌دهد و ویژگی‌هایی را برای بهبود روابط انسان و ربات اضافه می‌کند (۱۴). ربات‌ها به عنوان اعضای تیم در تکمیل وظایف پیچیده پذیرفته می‌شوند؛ اگرچه باید توسط اپراتورهای انسانی هدایت یا نظارت دقیق شوند. تعامل مؤثر بین اپراتور و ربات‌ها، به توانایی اپراتور برای توسعه آگاهی از موقعیت روی ربات و محیط بستگی دارد (۱۵).

در سال‌های اخیر، ادبیات مرتبط با عملکرد شناختی و تعامل انسان و ربات در ابعاد مختلف توسعه یافته است و مطالعات متعددی به شناسایی و بررسی عوامل گوناگون مؤثر بر این تعامل پرداخته‌اند. با این حال، یک تحقیق جامع که به طور سیستماتیک با استفاده از روش‌های ترکیبی مانند Delphi و فراترکیب این عوامل را شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل کند، در ادبیات موجود مشاهده نمی‌شود. توجه به نیازهای شناختی کارکنان در تعامل با ربات‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چرا که این امر می‌تواند به کاهش استرس، بهبود عملکرد، تسهیل یادگیری و انطباق‌پذیری کارکنان با فن‌آوری‌های جدید کمک کند. همچنین، در نظر گرفتن این نیازها، مقاومت کارکنان در برابر تغییرات را کاهش و همکاری بین انسان و ربات را ارتقا می‌دهد. این شکاف تحقیقاتی نشان دهنده نیاز به مطالعه‌ای است که با بهره‌گیری از رویکرد Delphi و فراترکیب، یافته‌های پژوهش‌های مختلف را تلفیق و عوامل شناختی فردی مؤثر بر همکاری‌های بین انسان و ربات‌های صنعتی را به طور جامع شناسایی و تحلیل کند. در مطالعه حاضر، علاوه بر شناسایی عوامل، تلاش شد تا چارچوب جامع و کارامدی از عوامل اصلی استخراج شده از منابع کتابخانه‌ای ارایه و کارکرد آن‌ها بررسی گردد که می‌تواند به درک بهتر از تعامل انسان و ربات در محیط‌های صنعتی و توجه به نیازهای شناختی کارکنان کمک نماید.

## روش‌ها

*طراحی:* این مطالعه یک رویکرد کیفی بود که به منظور شناسایی و معرفی عوامل تأثیرگذار بر همکاری‌های بین انسان و ربات‌های صنعتی بر مبنای دو روش Delphi و فراترکیب انجام شد. ابتدا شاخص‌ها بر اساس نظر متخصصان این حوزه با استفاده از روش Delphi شناسایی و استخراج گردید. سپس این شاخص‌ها با استفاده از رویکرد فراترکیب مورد تأیید قرار گرفت.

*روش Delphi:* این روش را می‌توان به عنوان روشی برای ساختاردهی فرایند ارتباطات گروهی دانست؛ به طوری که این فرایند، به گونه مؤثری به مجموعه افراد به عنوان یک کل، امکان می‌دهد تا با یک مسأله پیچیده مواجه شوند. روش Delphi فرایند ساختار یافته‌ای برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود نزد گروهی از خبرگان می‌باشد که از طریق توزیع پرسش‌نامه در بین این افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظرات دریافتی صورت می‌گیرد. روش Delphi رویکردی با روش سیستماتیک در تحقیق برای استخراج نظرات یک گروه از متخصصان در مورد یک موضوع با پرسش است. در واقع، پیمایشی مبتنی بر نظر خبرگان می‌باشد که در دو یا چند دور انجام می‌شود و در هر دور، نتایج پیمایش قبلی به عنوان بازخورد به پاسخ دهندگان ارایه می‌گردد. بنابراین،



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]
[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

پاسخ‌های خبرگان در دور دوم تحت تأثیر نظرات سایر متخصصان شرکت‌کننده در دور اول قرار خواهد گرفت (۱۶). بر همین اساس، در تحقیق حاضر، ۸ نفر از خبرگان حوزه ربات‌های صنعتی مورد کاربرد در صنایع نساجی به منظور شناسایی شاخص‌ها مشارکت کردند. میانگین سن شرکت‌کنندگان ۲ ± ۳۹ سال و میانگین سابقه کار آنان، ۳/۵ ± ۱۴/۰ سال بود.

*روش فراترکیب:* فراترکیب روش مفیدی است که یافته‌های پژوهش‌های تحقیقاتی متعدد را برای ارتقای اطلاعات موجود در مورد یک موضوع خاص و همچنین، استخراج عوامل مهم مشترک در بین مطالعات مربوطه را ترکیب می‌کند (۱۷). این روش به ادغام یافته‌های پژوهش‌ها با استفاده از رویکردهای متنوع کمک می‌کند تا به این ترتیب تفسیر جدیدی از یافته‌ها به دست آید. همچنین، فراترکیب به عنوان ترکیب تفسیری داده‌های کیفی شناخته می‌شود که چیزی فراتر از خلاصه‌ای از یافته‌های مطالعه است و به ایجاد تفسیری جدید، یکپارچه و جامع از یافته‌ها کمک می‌کند. برخی از محققان اعتقاد دارند که فراترکیب ارزش بیشتری برای مجموعه‌ای از مطالعات دارد (۱۸). این تکنیک بر اساس ۷ گام اصلی قابل اجرا می‌باشد که در ادامه آمده است.

### گام ۱: تدوین سؤال مطالعه

توسعه هدفمند یک سؤال تحقیقی خاص، مهم‌ترین وظیفه فراترکیب است. سؤالات تحقیق به پژوهشگر کمک می‌کند تا معیارهای ورود و خروج را بر اساس حوزه تحقیق، زمان و متغیرها تعیین کند. مطالعه حاضر به دنبال پاسخگویی به این سؤال اصلی بود که «از منظر تحقیقات و مطالعات حوزه ارگونومی شناختی، مهم‌ترین عوامل فردی اثرگذار بر عملکرد شناختی کارگران در چارچوب تعامل انسان ربات چیست؟» همچنین، اهمیت نسبی هر یک از این عوامل با توجه به مهم‌ترین معیارهای مورد توجه محققان و صنعتگران چیست و در کدام اولویت‌بندی قرار می‌گیرد.

### گام ۲: انجام یک بررسی سیستماتیک ادبیات

برای ایجاد فهرست دقیق و جامعی از مطالعات در فراتحلیل، پس از تعیین کلمات کلیدی، مطالعات در سه پایگاه الکترونیکی Web of Science، PubMed و Scopus تا سال ۲۰۲۳ میلادی جستجو شد. در این مرحله، با استفاده از کلمات کلیدی « Human robot interaction, Human robot collaboration, Cognitive performance, Cognitive factor(s), Cognitive function, Cognitive psychologist, Cognition, Individual cognitive factor, Individual cognitive function, Cognitive reaction» بر بررسی سیستماتیک مقالات منتشر شده تمرکز شد.

راهکاری بین ارجاعی برای رهگیری مقالات از طریق شناسایی مقالات ارجاع داده به هر مقاله استخراج شده در دستور کار قرار گرفت. این جستجو شامل مقالات غیر انگلیسی زبان، ارایه کنفرانس‌ها، کارهای چاپ نشده، مکاتبات، توصیه‌ها، مطالعات جانوری و گزارش‌های موردی نبود. در جستجوی اولیه ابتدا مقالاتی جمع‌آوری شد که کلمات کلیدی اشاره شده در عنوان آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد و در صورتی که محقق در ارتباط یک مقاله با مسأله تحقیق از طریق مطالعه عنوان آن دچار تردید شود، به چکیده آن مقاله مراجعه می‌گردد. در صورت رفع نشدن تردید، بدنه مقاله مورد بررسی قرار می‌گیرد.

برای مدیریت منابع، از نرم‌افزار Endnote به منظور سازماندهی و دسته‌بندی مقالات استفاده گردید و در مواردی که در انتخاب مقالات تردید وجود داشت، از جلسات گروهی و روش Delphi برای دستیابی به توافق استفاده شد.

معیارهای انتخاب شامل «تناسب با موضوع، کیفیت علمی و سال انتشار مقالات» بود. متغیرهای استخراج شده از مقالات نهایی شامل عوامل فردی بود که به شناسایی عوامل شناختی مؤثر بر همکاری بین انسان و ربات‌های صنعتی کمک کرد.

### گام ۳: غربالگری مقالات پژوهشی مناسب

نکته مهم در این مرحله، ارزیابی آن دسته از مطالعات واجد شرایط برای در نظر گرفتن ویژگی‌هایی است که باید در ارزیابی گنجانده شود. این مرحله شامل مراحل مختلفی از جمله ایجاد ابزاری برای ارزیابی شباهت‌های بین مطالعات با استفاده از معیارهایی مانند اهداف متمایز پژوهش، روش‌های جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های قطعی بود.

معیارهای صلاحیت یک مقاله برای شمول در مطالعه فراترکیب شامل:

۱- بررسی شاخص‌های شناختی در تعامل انسان و ربات در محیط‌های صنعتی، تولیدی و خدماتی انجام گرفته باشد.

۲- بررسی اثر شاخص‌های شناختی بر روی عملکرد شناختی نیروی کار انجام شده باشد.

۳- شاخص‌های مورد بررسی شامل عوامل فردی اثرگذار باشند و نه شاخص‌های محیطی و سازمانی.

در نهایت، بر اساس معیارهای صلاحیت ارایه شده و با استفاده از چک‌لیست Preferred reporting items for systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (۱۹)، ۲۳ مقاله برای ارزیابی در مراحل بعدی انتخاب گردید (شکل ۱).

### گام ٤: استخراج داده‌های تحقیق

در این مرحله، مقالات بر اساس ویژگی‌های آن‌ها (عنوان مقاله و نویسنده، سال انتشار) طبقه‌بندی شدند. هدف از اجرای این مرحله، دسته‌بندی منظم مطالعات به منظور استخراج عوامل شناختی فردی مؤثر بر همکاری‌های انسان و ربات‌های صنعتی بود.

### گام ٥: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی

در این مرحله، آنچه از طریق فرایند فراسنتز کیفی پدید آمده بود، ارایه گردید. با بررسی مقالات مرتبط، روش فراترکیب این اجازه را داد که یافته‌های کیفی با یکدیگر ترکیب و عوامل شناختی استخراج گردد.

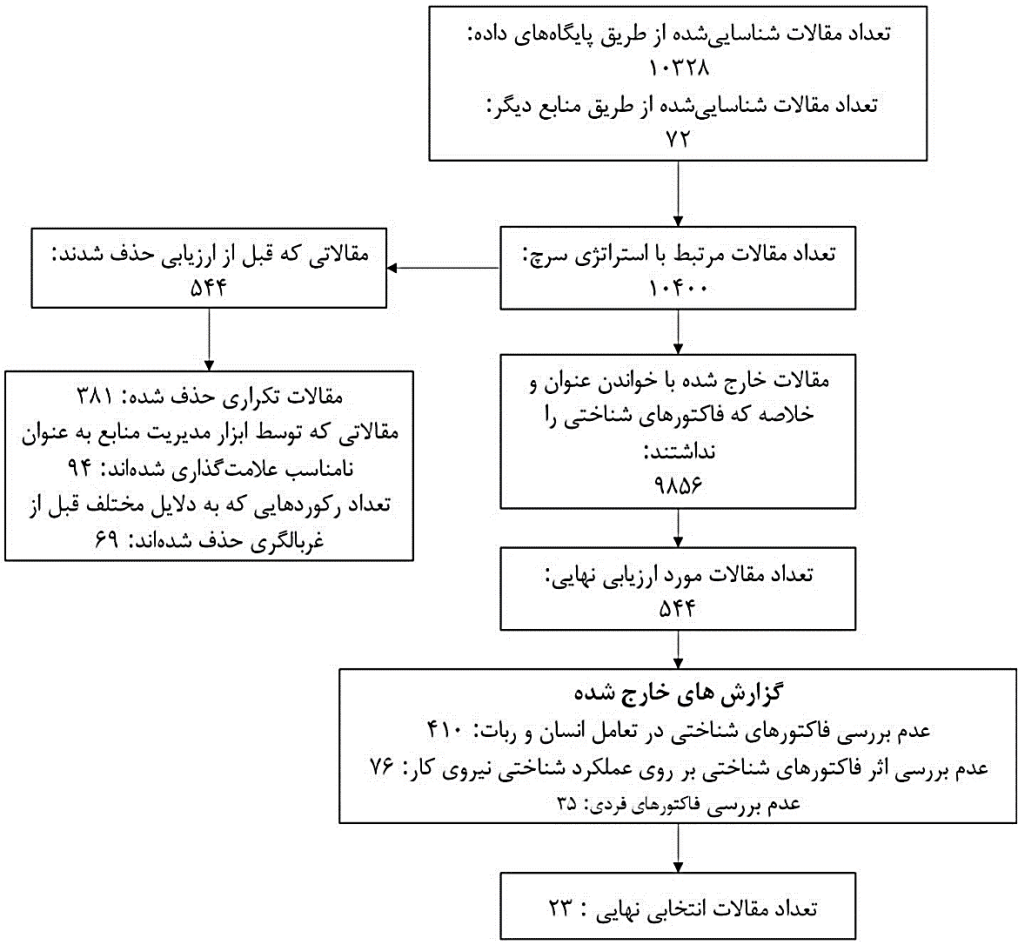
### گام ٦: انجام کنترل کیفیت

در روش فراترکیب، محققان باید کیفیت مطالعه خود را با استفاده از ابزارهای ارزیابی همچون شاخص Kappa مورد سنجش قرار دهند. ضریب Kappa یکی از روش‌های آمار ناپارامتریک است که به منظور بررسی و ارزیابی درجه و میزان توافق بین مقیاس‌های مختلف یا ارزیاب‌های متفاوت استفاده می‌شود. در پایان و پس از اجرای روش Kappa، یک ضریب به دست می‌آید که عددی بین ۱- تا ۱+ می‌باشد و هرچه به ۱+ نزدیک‌تر باشد، بیان‌کننده وجود توافق بیشتر بین مقیاس‌ها یا ارزیاب‌ها و هرچه به ۱- نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده وجود توافق کمتر بین آن‌ها است. از طرف دیگر، اگر ضریب توافق Kappa صفر شود، نشان دهنده عدم توافق کامل است (۱۸). در مطالعه حاضر با مقایسه مقوله‌های ساخته شده توسط محقق با مقوله‌های ساخته شده توسط متخصص، شاخص Kappa با در نظر گرفتن شباهت‌ها و تفاوت‌ها در دسته‌بندی دو نفر محاسبه گردید که بیانگر پایایی مدل است. فرایند محاسبه شاخص Kappa را می توان در رابطه ۱ مشاهده کرد.



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]




**شکل ۱. نتایج جستجوی مقالات، فرایند غربالگری و طبقه‌بندی مطالعات بر اساس دستورالعمل (PRISMA) Preferred reporting items for systematic reviews and Meta-Analyses**

$$\text{Kapa Score} = \frac{\text{observed agreement} - \text{agreement chance}}{1 - \text{agreement chance}}$$ رابطه ۱

### گام ۷: ارایه یافته‌ها

یافته‌ها باید در این مرحله نشان داده شود. در تحقیق حاضر، ۲۳ مقاله وارد و یافته‌های اصلی آن‌ها با توجه به هدف پژوهش استخراج گردید. یافته‌ها در پنج بعد طبقه‌بندی و توسط محقق بر اساس دستورالعمل روش فراترکیبی نامگذاری شد.

## یافته‌ها

### عوامل شناختی فردی تأثیرگذار بر همکاری‌های بین انسان و ربات‌های صنعتی

در پژوهش حاضر، پس انجام مطالعه Delphi، پنج عامل کلیدی «اعتماد، بار شناختی، نگرش، استرس و اضطراب و آگاهی موقعیتی» به عنوان عوامل شناختی فردی مؤثر بر تعاملات انسان- ربات تعیین گردید. سپس با اجرای یک مطالعه فراترکیب عمیق بر روی مقالات انتخاب شده، زیرشاخه‌های عوامل شناختی فردی اثرگذار بر عملکرد شناختی کاربران ربات صنعتی از آن‌ها استخراج شد که در جدول ۱ ارایه شده است.

در شکل ۲ تعداد مقالاتی که به هر کدام از عوامل استخراج شده اشاره داشته‌اند، ارایه شده است. مطابق شکل عامل، «خستگی شناختی» بیشترین تکرار را در مقالات داشت.

در مطالعه حاضر با مقایسه مقوله‌های ساخته شده توسط محقق با مقوله‌های ساخته شده توسط متخصص، شاخص Kappa با در نظر گرفتن شباهت‌ها و تفاوت‌ها در دسته‌بندی دو نفر محاسبه گردید که نشان دهنده پایایی مدل است (جدول ۲).

در تحقیق حاضر شاخص Kappa با وارد کردن اطلاعات مورد نظر (دسته‌بندی‌ها توسط محقق و متخصص) در نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید و مقدار آن ۰/۸۵۷ به دست آمد که نشان دهنده توافق بالای بین نظرات محقق و خبره می‌باشد (جدول ۳).



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]
[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

**جدول ۱. عوامل شناختی فردی شناسایی شده مؤثر بر تعاملات انسان- ربات با استفاده از مطالعات Delphi و فراترکیب**

| عامل کلیدی | | زیرشاخه‌های عامل | توضیحات و مثال‌ها |
|---|---|---|---|
| اعتماد | A | اعتماد کورکورانه به ربات (۱۱) | سیستم‌های رباتیکی هرگز دچار اشتباه نمی‌شوند.<br>اعتقاد به بهبود ایمنی شرایط کاری توسط ربات<br>اعتماد به ربات بر اساس انتظار از عملکرد آن در آینده |
| | B | عدم توجه و یادگیری از اشتباهات گذشته (۱۱) | درک اپراتور از اشتباهات و بی‌توجهی‌های گذشته |
| | C | تفاوت در ادراک کاربران (۲۳-۲۰، ۱۱) | اگر خطر درک شده از ربات بیشتر از سود درک شده از آن باشد، کاربران ربات تقریباً همیشه از استفاده از آن اجتناب می‌کنند.<br>اعتماد یک ساختار چند بعدی و به شدت به زمینه استفاده از آن بستگی دارد.<br>تعامل بین عوامل متناسب با تفاوت‌های بین فردی بزرگ<br>دشواری در استفاده از اتوماسیون بر اساس تفاوت‌های بین افرادی<br>رتبه‌بندی ذهنی اپراتورها از اعتماد به اتوماسیون<br>اساس درک اپراتور از شایستگی ربات.<br>تفاوت در اعتماد به ربات بر اساس تجربه اپراتور |
| بار شناختی | D | نحوه درک از میزان پیچیدگی عملکرد ربات (۲۵-۲۳) | افزایش پیچیدگی کار با ربات<br>تفاوت‌های کیفی از نظر نحوه درک گروه های سنی مختلف<br>سهولت استفاده درک شده |
| | E | خستگی شناختی (۲۷-۲۴، ۱۱، ۵) | کاهش فعالیت شناختی<br>اختلال در توجه و بازداری اطلاعات<br>دشواری در ادراک وظیفه شغلی و تغییرات رفتاری متناسب با خستگی<br>کاهش بهره‌وری از عملکرد سیستم<br>دشوار شدن بازیابی آگاهی از وضعیت<br>کاهش دقت<br>کاهش عملکرد شناختی کاربر ربات |
| | F | اضافه بار شناختی (۲۶، ۲۳) | محدودیت شناختی ذهن افراد<br>ناتوانی در اولویت‌بندی سیستم<br>تخریب طبقه‌بندی ادراکی کاربران ربات<br>اختلال در توجه و بازداری اطلاعات |
| نگرش | G | ربات هراسی (دلهره ارتباطی) (۲۹، ۲۸، ۲۳) | من می‌ترسم که ربات دستورات من را درک نکند.<br>استقلال عملکرد ربات از کاربر، منجر به افزایش هراس اپراتور خواهد شد.<br>میزان نظارت و کنترل عامل خارجی (انسان) بر میزان ربات هراسی مؤثر می‌باشد.<br>احساس امنیت در برابر ربات دورکار<br>میزان استقلال ربات یک چالش بزرگ در بحث همکاری انسان و ربات است.<br>سطوح بالاتر استقلال ربات ممکن است تعاملات بین افراد و وسایل فیزیکی را تقویت کند؛ با این حال افزایش استقلال ربات ممکن است کنترل و احساس استقلال انسان را نیز تهدید کند.<br>تشدید استرس کاربران |
| | H | ابهام نقش (۲۹) | آیا ربات‌ها به عنوان نیروی انسانی در نظر گرفته می‌شوند یا ابزارهای فنی پیشرفته برای استفاده کارگران انسانی هستند؟ |
| | I | نگرش اپراتور به عملکرد ربات (۳۰، ۲۳، ۲۲) | تأثیر سبک رفتاری اپراتور بر قابلیت اطمینان ربات<br>کاهش قابل توجه در اعتماد به ربات با مشاهده هر نشانه‌ای از بی‌کفایتی در اتوماسیون؛ حتی اگر نشانه تأثیری بر عملکرد کلی سیستم نداشته باشد.<br>باور دشوار و غیر مفید بودن استفاده از ربات<br>باور مفید و آسان بودن استفاده از فن‌آوری |



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

**جدول ۱. عوامل شناختی فردی شناسایی شده مؤثر بر تعاملات انسان- ربات با استفاده از مطالعات Delphi و فراترکیب (ادامه)**

| عامل کلیدی | زیرشاخه‌های عامل | توضیحات و مثال‌ها |
|---|---|---|
| | J | نگرش‌های دو سوگرایانه (۳۱، ۲۳، ۱۱) |
| | | افراد احساس می‌کنند بین مزایا (مثلاً دریافت کمک از ربات) و چالش‌های مرتبط با همکاری ربات دچار دوگانگی می‌شوند. |
| | | اعتماد نامناسب به ربات (اعتماد بسیار زیاد، اعتماد بسیار کم) |
| | | رد یا پذیرش سیستم رباتیک |
| استرس و اضطراب | K | اضطراب ذهنی ناشی از تعامل فیزیکی انسان و ربات (۳۴-۳۲، ۲۳) |
| | | ایجاد ترس و شگفتی حین تعامل فیزیکی با ربات |
| | | تعامل فیزیکی ایمن و قابل اعتماد انسان و ربات |
| | | زمانی که فرد قادر به حفظ عملکرد هم از نظر روانی و هم از نظر فیزیکی نباشد، دچار استرس می‌شود. |
| | | کاهش اضطراب در صورت تقویت عملکرد موفقیت‌آمیز ربات |
| | | استرس ادراک شده توسط بار کار شناختی پیش‌بینی می‌شود و هر دوی این‌ها به نوعی بر ایمنی و عملکرد تأثیرگذار می‌باشند؛ چرا که منجر به خطای انسانی می‌شوند. |
| | L | ظرفیت توجه و تمرکز فردی (۳۶، ۳۵) |
| | | تأثیر شرایط استرس‌زا بر عملکردهای اجرایی و فرایندهای تصمیم‌گیری |
| | | تأثیر شرایط استرس‌زا بر توجه بصری کاربران ربات |
| | | توانایی کنترل توجه و تجربه قبلی کار با ربات |
| | M | تخیل و تصمیم‌گیری خلاق (۳۶، ۱۴) |
| | | در فرایندهای تولید، ربات‌ها مزیت نسبی انجام حرکات دقیق با تکرار و یکنواختی را دارند؛ در حالی که انسان‌ها مزیت بهبود شناخت، تشخیص و تصمیم‌گیری خلاقانه را حفظ می‌کنند. |
| | | بهبود قدرت تصمیم‌گیری انسانی برگرفته از اتوماسیون انعطاف‌پذیر و عوامل مستقل موجود |
| | | ذهن تلاش می‌کند نحوه عملکرد ربات را به تصویر بکشد و برای دریافت محتویات تجربه‌های گذشته کار با ربات و ترکیب این محتویات در قالب الگوهای جدید تلاش کند. |
| | N | پیش‌آگاهی (تجسم ذهنی راه‌حل) (۳۷، ۱۴، ۱۱) |
| | | تجربه پیشین کار با ربات |
| | | ارایه دستورالعمل و روش کار با ربات |
| | | بالا رفتن کیفیت تعامل درک شده به دلیل تجربه‌های قبلی کاربر ربات |
| | | ممکن است در محیط پیرامون ربات، برای کاربران خطراتی وجود داشته باشد که در صورت عدم مراقبت و یا غفلت از آن‌ها، احتمال آسیب دیدن افزایش یابد، اما اگر انسان نسبت به تهدیدات محیطی آگاه و مراقب باشد، به طور قطع احتمال آسیب دیدن کاهش خواهد یافت. |
| | O | درک صحیح نمادها (بهبود عملکرد کاربر) (۳۸، ۳۴، ۲۵) |
| | | دریافت احساسات مثبت در کاربران |
| | | افزایش بهره‌وری در کاربران |
| | | طراحی صحیح رابط‌های کاربری بصری |
| | | سودمندی و قابلیت استفاده از سیستم‌های خودکار |

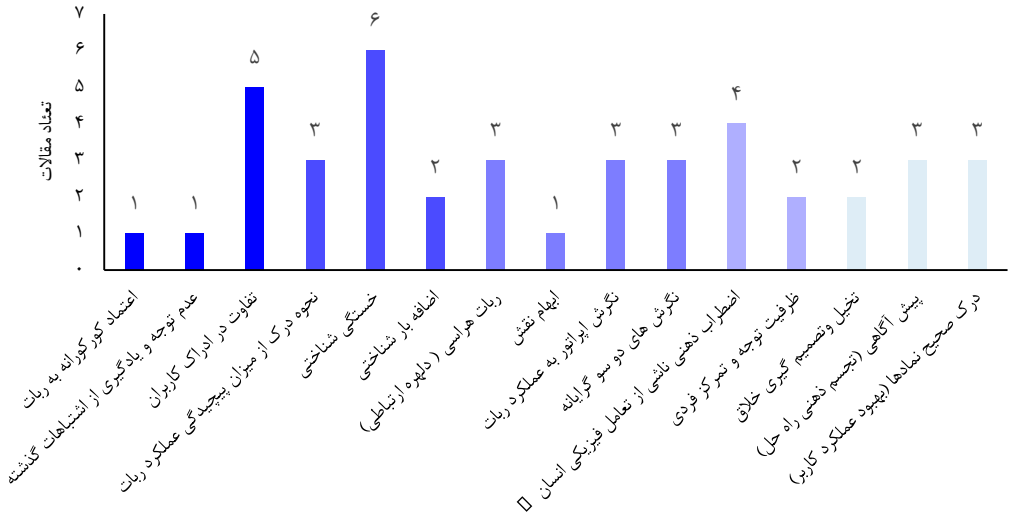
## بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، استخراج عوامل شناختی مؤثر بر عملکرد شناختی کاربران ربات‌های صنعتی بود. برای استخراج همه عوامل شناختی تأثیرگذار بر عملکرد شناختی کاربران ربات صنعتی، مطالعه کتابخانه‌ای گسترده‌ای بر اساس نظرات متخصصان این حوزه صورت گرفت. سپس اطلاعات از طریق نوعی فرامطالعه به نام فراترکیب، سازماندهی و عوامل شناختی مؤثر بر عملکرد شناختی کاربران ربات‌های صنعتی استخراج گردید. این عوامل بر اساس پنج عامل کلیدی «اعتماد، بار شناختی، نگرش، استرس و اضطراب و آگاهی موقعیتی» در ۱۵ زیرشاخه دسته‌بندی شد.

کیفیت محتوا و مفاهیم استخراج شده با استفاده از روش مقایسه نظر محقق و کارشناس دیگری در زمینه مقوله‌های ساخته شده توسط محقق با مقوله‌های ساخته شده توسط متخصص کنترل گردید.



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]
[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]




**شکل ۲. تعداد مقالات شناسایی شده مرتبط با هر کدام از عوامل شناختی فردی شناسایی شده مؤثر بر تعاملات انسان- ربات**

از آن‌جایی که شاخص Kappa، ۰/۸۶ به دست آمد، محققان توانستند اطمینان حاصل کنند که پایایی و روایی مفاهیم استخراج شده و طبقه‌بندی آن‌ها از نظر دقت و جامعیت، بالاتر از سطح توافق قابل قبول می‌باشد. این مقوله‌ها شامل توضیحاتی در خصوص عوامل شناختی تأثیرگذار بر عملکرد شناختی است که همگی رد پایی در نوع تأثیرگذاری آن‌ها بر تعامل میان انسان و ربات دارند.

عامل «خستگی شناختی» به عنوان یکی از عوامل فردی مؤثر در حیطه تعاملات شناختی میان انسان و ربات‌های صنعتی استخراج شد. همچنین، نقش اساسی عامل بار شناختی که دارای تأثیر بر عملکرد شناختی می‌باشد، در بسیاری از تحقیقات پیشین مورد توجه قرار گرفته است و این اشتراک از این منظر تأییدی بر اعتبار مدل مستخرج از این مطالعه است (۲۴). در پژوهش‌های صورت گرفته، خستگی اپراتور، جنسیت اپراتور و سطح کمک ربات، همه به عنوان عوامل بسیار مرتبط شناسایی شدند که در بهینه‌سازی طراحی‌های سیستم high rupturing capacity (HRC) مورد توجه هستند؛ به طوری که خستگی اپراتور از طریق افزایش سطح اتوماسیون، به طور قابل توجهی ترمیم می‌شود و اثرات منفی بر دقت و کارایی عملکرد را خنثی می‌سازد (۲۷). بنابراین، چنین می‌توان برداشت کرد که عوامل شناختی استخراج شده نسبت به یکدیگر تأثیر و تأثر دارند. در مطالعه حاضر، پنج عامل «ربات‌هراسی (دلهره ارتباطی)، ابهام نقش، نگرش اپراتور به عملکرد ربات، نگرش‌های دو سوگرایانه، پیش‌آگاهی (تجسم ذهنی راه‌حل)» از دیگر عوامل مهم بودند.

در تحقیق Latikka و همکاران این سؤال که آیا اتوماسیون جایگزین یا مکمل کار انسانی می‌شود، موضوع بحث داغی را به خود اختصاص داد. بحث در مورد جایگزین شدن توسط ربات‌ها، ارتباط نزدیکی با استقلال این دستگاه‌ها دارد و این که آیا آن‌ها به عنوان نیروی انسانی در نظر گرفته می‌شوند یا ابزارهای فن‌آوری پیشرفته برای استفاده کارگران انسانی؟ (۲۹). از روی یافته‌های پژوهش‌ها این‌گونه به نظر می‌رسد که نگرش‌ها بسته به جنسیت، تجربه پیشین کار با ربات، مذهب، شایستگی درک شده نسبت به فن‌آوری، می‌تواند متفاوت باشد (۳۹). میزان استقلال ربات، چالش بزرگی در بحث همکاری انسان و ربات است. سطوح بالاتر استقلال ربات ممکن است تعاملات بین افراد و وسایل فیزیکی را تقویت کند. با این حال، افزایش استقلال ربات ممکن است کنترل و احساس استقلال انسان را نیز تهدید نماید. همه مواردی که ذکر شد، چهار عامل شناختی استخراجی «دلهره ارتباطی، نگرش‌های دو سوگرایانه، ابهام نقش و نوع نگرش کاربر» را مانند یک زنجیر به یکدیگر متصل می‌کند و از نیروی نفوذ و نیروی وابستگی قدرتمندی میان آن‌ها خبر می‌دهد.

**جدول ۲. رابطه بین تعداد دسته‌های انتخاب شده توسط محقق و متخصص**

| | | خبره | | | | | | مجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | دسته صفر | دسته ۱ | دسته ۲ | دسته ۳ | دسته ۴ | دسته ۵ | دسته ۶ | |
| محقق | دسته ۱ | ۲ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ٤ |
| | دسته ۲ | ۰ | ۰ | ٥ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ٥ |
| | دسته ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳ |
| | دسته ٤ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۰ | ۰ | ۲ |
| | دسته ٥ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| | دسته ٦ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲ | ۲ |
| مجموع | | ۲ | ۲ | ٥ | ۳ | ۲ | ۱ | ۲ | ۱۷ |



[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

**جدول ۳. شاخص Kappa محاسبه شده بر اساس تفاوت نظرات محقق و خبره**

| | ارزش | خطای استاندارد مجانبی* | تقریبی T** | اهمیت تقریبی |
|---|---|---|---|---|
| معیار توافق (Kappa) | ۰/۸۵۷ | ۰/۰۹۱ | ۸/۱۰۲ | ۰/۰۰۰۱ |
| تعداد موارد معتبر | ۱۷ | – | – | – |

*استفاده از خطای استاندارد مجانبی با فرض صفر، **عدم فرضیه صفر

در وظایف مشترکی که شامل هم‌تیمی‌های انسانی و رباتیک می‌شود، ارتباط زنده بین عوامل، دارای پتانسیل افزایش قابل ملاحظه کارایی و روان بودن کار است. ارتباط مؤثر آگاهی، موقعیتی ضروری را برای انطباق موفقیت‌آمیز در شرایط نامطمئن و تشویق تصمیم‌گیری آگاهانه فراهم می‌کند. در مقابل، ارتباط ضعیف می‌تواند منجر به مدل‌های ذهنی نامتجانس و بی‌اعتمادی و شکست شود (۱۴). به نظر می‌رسد که آگاهی از موقعیت و عملکرد مربوط به آن، تحت تأثیر شرایط محیطی و استرس کار قرار می‌گیرد و به دنبال آن، قدرت تصمیم‌گیری کاربر را به چالش می‌کشد. در مطالعه Dos Santos و همکاران روی رابطهای آگاهی از موقعیت در تعامل میان انسان و ربات، دو راهنمایی تجویزی (تجسم اقدامات توصیه شده) و راهنمایی توصیفی (تجسم اطلاعات، ایجاد فضایی برای کمک به تصمیم‌گیری) را ارایه نمودند (۱۴) و این به نوعی تأیید تحقیق حاضر و پیوند عوامل مختلف شناختی را در موقعیت‌های مختلف و میزان تأثیرگذاری هر شاخص را نسبت به شاخص دیگر در حیطه تعاملات شناختی انسان و ربات نشان می‌دهد و تصدیق‌کننده وابستگی قوی میان اجزای مختلف عوامل شناختی و تأثیر آن‌ها بر عملکرد شناختی است. با این حال، بر اساس برخی زمینه‌های شناختی محققان، چگونگی اطمینان از سطح کافی ایمنی در محل کار مشترک مانند بی‌اعتمادی نسبت به اتوماسیون، استرس و اضافه بار شناختی که می‌تواند منجر به نارسایی‌هایی شناختی شود، متغیرهای ارگونومی شناختی نیز می‌توانند بر یکدیگر تأثیر بگذارند و به طور تصاعدی خطرات ایمنی را برای کارگران افزایش دهند (۲۳).

تحلیل فوق در تأیید نتایج مشاهده شده توسط مؤلفان مقالات مورد استفاده در پژوهش حاضر است. مقالاتی که تأثیرات چند عامل محدود را در مطالعه خود مورد بررسی قرار داده‌اند، به تأثیر و تأثر این عوامل در تحلیل‌های خود اشاره دارند (۴۰، ۳۰، ۲۳، ۲۲). هرچند این نوع تحلیل، شدت پیوند میان عوامل را اندازه‌گیری نمی‌کند، اما وجود این روابط را از منظر خبرگان مورد تأکید قرار می‌دهد که لازم است در تنظیم‌گری عملکردهای شناختی مورد توجه قرار گیرد.

از جمله نقش‌های پیش‌بینی شده برای ربات‌ها در آینده، هم‌تیمی بودن انسان است. جدای از تمام موانع تکنولوژیک که باید به کمک سخت‌افزار و اعمال کنترل بر آن‌ها برای ایجاد شرایط کار با ربات‌ها چیره شد، پیچیدگی اضافه شده در اینجا این است که انسان‌ها انتظارات آگاهانه و ناخودآگاه زیادی از هم‌تیمی‌های خود دارند (۴۱). تحقیقات اخیر به طراحی فضاهای کاری مشترک بین ربات‌ها و انسان‌ها اهتمام دارند و اشاره می‌کنند که عوامل انسانی و ارگونومی شناختی اغلب نادیده گرفته می‌شود (۲۷). این پژوهش‌ها میان طراحی ایستگاه کاری و عوامل شناختی همچون حجم کار شناختی، پذیرش کاربران و اعتماد به ربات‌ها ارتباطی را شناسایی می‌کند (۲۳) و سعی بر آن دارد که در طراحی ایستگاه‌های کاری، تعامل انسان با ربات را بیشتر یک فعالیت شناختی در نظر بگیرد تا یک هماهنگی فیزیکی. از آن‌جایی که مطالعه حاضر سلسله مراتبی از عوامل شناختی تأثیرگذار و مهم را ارایه داد، این پتانسیل را دارد که با ارایه بینش‌های ارزشمند و کمک به پر کردن شکاف بین محققان و متخصصان، سهم قابل توجهی در زمینه طراحی ایستگاه کاری از منظر شناختی داشته باشد. تحقیق حاضر به طور بالقوه می‌تواند بر شرکت‌هایی که به دنبال بهبود ایمنی، بهره‌وری و کارایی هستند، تأثیر بگذارد.

پژوهش حاضر به بررسی ۱۵ عامل شناختی که به طور مستقیم بر عملکرد شناختی کاربران ربات‌های صنعتی تأثیر می‌گذارد، پرداخت. با این حال، ممکن است برخی از این شاخص‌ها در صنایع خاص یا در محیط‌های کاری و فرهنگی متفاوت، تأثیرات متفاوتی داشته باشند. به ویژه در صورت طراحی مدل‌هایی برای صنایع خاص، ممکن است برخی شاخص‌ها حذف یا متغیرهای جدیدی اضافه شوند. علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر به طور عمده بر پایه داده‌های مربوط به صنایع تولیدی در ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه استوار است. بنابراین، امکان دارد که یافته‌های به دست آمده در جوامع و فرهنگ‌های مختلف به ویژه در کشورهای توسعه یافته یا سایر کشورهای در حال توسعه به طور کامل قابل تعمیم نباشد. تحقیقات آینده باید به بررسی کاربرد این عوامل در زمینه‌های جغرافیایی و فرهنگی مختلف بپردازند. همچنین، جستجو و دسترسی به مقالات و منابع تحقیقی به دلیل محدودیت‌های دسترسی ناشی از سیاست‌های انتشار دهندگان، ممکن است روند پژوهش را کند کند. این مشکل نیازمند شناسایی و اجرای راهکارهای جایگزین برای دسترسی به منابع تحقیقاتی است تا فرایند مطالعه سیستماتیک به تأخیر نیفتد و به طور مؤثری پیش برود.

پژوهش‌های آینده باید به طراحی و بررسی مدل‌های شناختی ویژه برای صنایع و محیطهای کاری خاص بپردازند و تأثیر شاخص‌های شناختی در فرهنگ‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار دهند. این امر می‌تواند به تعمیم یافته‌تر بودن نتایج کمک کند. همچنین، با توجه به پیشرفت‌های سریع در فن‌آوری رباتیک، ضروری است که تحقیقات آینده به طور مداوم مدل‌های شناسایی شده را به‌روزرسانی کنند و به تأثیرات جدید فن‌آوری‌های نوین توجه نمایند.

## نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، مهم‌ترین عوامل شناختی مؤثر بر عملکرد کارگران در تعامل با ربات‌ها با استفاده از مرور سیستماتیک و روش Delphi در زمینه ارگونومی شناختی بررسی شد. بر اساس نتایج، «خستگی شناختی» به عنوان تأثیرگذارترین عامل در تعاملات شناختی میان انسان و ربات‌های صنعتی شناسایی گردید. برای کاهش خستگی شناختی، پیشنهاد می‌شود از روش‌های استراحت منظم و طراحی محیط کار به گونه‌ای که نیاز به فعالیت ذهنی مداوم را کاهش دهد، استفاده شود. علاوه بر این، دو عامل دیگر به نام‌های «تفاوت در ادراک کاربران» و «اضطراب ذهنی ناشی از تعامل فیزیکی انسان و ربات» نیز به عنوان عوامل مهم شناخته شدند. برای بهبود تفاوت در ادراک کاربران، می‌توان با ارایه آموزش‌های جامع و طراحی رابطهای کاربری ساده و قابل فهم، این مشکل را کاهش داد. همچنین، به منظور کاهش اضطراب ذهنی ناشی از تعامل فیزیکی، توصیه می‌شود که طراحی ربات‌ها به گونه‌ای باشد که تعاملات فیزیکی به طور طبیعی و بدون فشار



https://hsr.mui.ac.ir
[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]
[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

اضـافی انجام شود و شرایط کاری به گونه‌ای تنظیم گردد که استرس کمتری به کـارگران وارد شـــود. بنـابراین، بـا اجرای این اقـدامات به منظور بهبود عوامل شناسایی شده، می‌توان عملکرد شناختی کاربران ربات‌های صنعتی را ارتقا داد.

## تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد با شماره ۳۴۰۲۰۶ و کد اخلاق IR.MUI.RESEARCH.REC.1402.045، مصـــوب دانشـــگاه علوم پزشـکی اصـفهان می‌باشـد که با حمایت مالی کمیته تحقیقات دانشـجویی معاونت تحقیقات و فن‌آوری این دانشگاه انجام شد. بدین وسیله از معاونت مذکور تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## References

1. Liu H, Wang L. Gesture recognition for human-robot collaboration: A review. International Journal of Industrial Ergonomics. 2018; 68: 355-67.
2. Corrales J, Gomez GG, Torres F, Perdereau V. Cooperative tasks between humans and robots in industrial environments. International Journal of Advanced Robotic Systems. 2012; 9(3): 94.
3. Rajavenkatanarayanan A, Kanal V, Kyrarini M, Makedon F, editors. Cognitive performance assessment based on everyday activities for human-robot interaction. Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction; 2020.
4. Chacón A, Ponsa P, Angulo C. Cognitive interaction analysis in human–robot collaboration using an assembly task. Electronics. 2021; 10(11): 1317.
5. Paluch S, Tuzovic S, Holz HF, Kies A ,Jörling M. "My colleague is a robot"–exploring frontline employees' willingness to work with collaborative service robots. Journal of Service Management. 2022; 33(2): 363-88.
6. Moser-Mercer B. Remote interpreting: assessment of human factors and performance parameters. Joint project International. 2003.
7. Komatsu T, Fraune MR, Tsui KM, Suda S, Kobayashi M. How did COVID-19 pandemic affect the older adults' needs for robot technologies in Japan?: comparison of participatory design workshops during versus after the COVID-19 pandemic. Frontiers in Robotics and AI. 2024; 11: 1363243.
8. Müller-Abdelrazeq SL, Schönefeld K, Haberstroh M, Hees F. Interacting with collaborative robots—a study on attitudes and acceptance in industrial contexts. Social robots: Technological, societal and ethical aspects of human-robot interaction. 2019: 101-17.
9. Nomura T, Suzuki T, Kanda T, Yamada S, Kato K. Attitudes toward robots and factors influencing them. New frontiers in human-robot interaction. 2011: 73-88.
10. Lewis M, Sycara K, Walker P. The role of trust in human-robot interaction. Foundations of trusted autonomy. 2018: 135-59.
11. Hancock PA, Billings DR, Schaefer KE, Chen JY, De Visser EJ, Parasuraman R. A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. Human factors. 2011; 53(5): 517-27.
12. Dragan AD, Bauman S, Forlizzi J, Srinivasa SS, editors. Effects of robot motion on human-robot collaboration. Proceedings of the tenth annual ACM/IEEE international conference on human-robot interaction; 2015.
13. Riley JM, Endsley MR, editors. Situation awareness in HRI with collaborating remotely piloted vehicles. Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting; 2005: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
14. Dos Santos CW, Nelson Filho L, Espíndola DB, Botelho SS. Situational awareness oriented interfaces on human-robot interaction for industrial welding processes. IFAC-PapersOnLine. 2020; 53(2): 10168-73.
15. Riley JM, Endsley MR, editors. The hunt for situation awareness: Human-robot interaction in search and rescue. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting; 2004: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
16. Skulmoski GJ, Hartman FT, Krahn J. The Delphi method for graduate research. Journal of Information Technology Education: Research. 2007; 6(1): 1-21.
17. Bondas T, Hall EO. Challenges in approaching metasynthesis research. Qualitative health research. 2007; 17(1): 113-21.
18. Shakerian M, Jahangiri M, Alimohammadlou M, Nami M, Choobineh A. Individual cognitive factors affecting unsafe acts among Iranian industrial workers: An integrative meta-synthesis interpretive structural modeling (ISM) approach. Safety Science. 2019; 120: 89-98.
19. Selcuk A. A guide for systematic reviews: PRISMA. Turkish Arch Otorhinolaryngol. 2019; 57 (1): 57-8.
20. Charalambous G, Fletcher S, Webb P. The development of a scale to evaluate trust in industrial human-robot

[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]

collaboration. International Journal of Social Robotics. 2016; 8: 193-209.
21. Parasuraman R, Riley V. Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. Human factors. 1997; 39(2): 230-53.
22. Muir BM, Moray N. Trust in automation. Part II. Experimental studies of trust and human intervention in a process control simulation. Ergonomics. 1996; 39(3): 429-60.
23. Panchetti T, Pietrantoni L, Puzzo G, Gualtieri L, Fraboni F. Assessing the relationship between cognitive workload, workstation design, user acceptance and trust in collaborative robots. Applied Sciences. 2023; 13(3): 1720.
24. Rabby KM, Khan M, Karimoddini A, Jiang SX, editors. An effective model for human cognitive performance within a human-robot collaboration framework. 2019 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC); 2019: IEEE.
25. Frazier S, McComb SA, Hass Z, Pitts BJ. The moderating effects of task complexity and age on the relationship between automation use and cognitive workload. International Journal of Human–Computer Interaction. 2024; 40(7): 1746-64.
26. Eker B, Eker A, editors. The impact of the use of industrial robots on efficiency increase. 3rd International Conference on Quality of Life http://cqm rs/2018/cd1/pdf/papers/focus_1/6 pdf; 2018.
27. Hopko SK, Khurana R, Mehta RK, Pagilla PR. Effect of cognitive fatigue, operator sex, and robot assistance on task performance metrics, workload, and situation awareness in human-robot collaboration. IEEE Robotics and Automation Letters. 2021; 6(2): 3049-56.
28. Koverola M, Kunnari A, Sundvall J, Laakasuo M. General attitudes towards robots scale (GAToRS): A new instrument for social surveys. International Journal of Social Robotics. 2022; 14(7): 1559-81.
29. Latikka R, Savela N, Koivula A, Oksanen A. Attitudes toward robots as equipment and coworkers and the impact of robot autonomy level. International Journal of Social Robotics. 2021; 13(7): 1747-59.
30. van den Brule R, Dotsch R, Bijlstra G, Wigboldus DH, Haselager P. Do robot performance and behavioral style affect human trust? A multi-method approach. International journal of social robotics. 2014; 6: 519-31.
31. Stapels JG, Eyssel F. Robocalypse? yes, please! the role of robot autonomy in the development of ambivalent attitudes towards robots. International Journal of Social Robotics. 2022; 14(3): 683-97.
32. Halpern Jelin DM. Attitudes towards robots suitability for various jobs as affected robot appearance.
33. De Santis A, Siciliano B, De Luca A, Bicchi A. An atlas of physical human–robot interaction. Mechanism and Machine Theory. 2008; 43(3): 253-70.
34. Eimontaite I, Gwilt I, Cameron D, Aitken JM, Rolph J, Mokaram S, et al. Language-free graphical signage improves human performance and reduces anxiety when working collaboratively with robots. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2019; 100: 55-73.
35. Paletta L, Pszeida M, Nauschnegg B, Haspl T, Marton R, editors. Stress measurement in multi-tasking decision processes using executive functions analysis. Advances in Neuroergonomics and Cognitive Engineering: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Neuroergonomics and Cognitive Engineering, and the AHFE International Conference on Industrial Cognitive Ergonomics and Engineering Psychology, July 24-28, 2019, Washington DC, USA 10; 2020: Springer.
36. Chen JY, Barnes MJ. Human–agent teaming for multirobot control: A review of human factors issues. IEEE Transactions on Human-Machine Systems. 2014; 44(1): 13-29.
37. Gervasi R, Mastrogiacomo L, Franceschini F. An experimental focus on learning effect and interaction quality in human–robot collaboration. Production Engineering. 2023; 17(3): 355-80.
38. Villani V, Pini F, Leali F, Secchi C. Survey on human–robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications. Mechatronics. 2018; 55: 248-66.
39. Katz JE, Halpern D. Attitudes towards robots suitability for various jobs as affected robot appearance. Behaviour & Information Technology. 2014; 33(9): 941-53.
40. Gualtieri L, Fraboni F, De Marchi M, Rauch E. Development and evaluation of design guidelines for cognitive ergonomics in human-robot collaborative assembly systems. Applied Ergonomics. 2022; 104: 103807.
41. Chakraborti T, Kambhampati S, Scheutz M, Zhang Y. AI challenges in human-robot cognitive teaming. arXiv preprint arXiv:170704775. 2017.

[ Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2025-12-25 ]

[ DOI: 10.48305/jhsr.v21i4.1635 ]