

## بررسی رابطه بین نوبت کاری با خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی بر اساس نمره Framingham با استفاده از مدل آمیخته تصادفی چند سطحی

فاطمه بازیار<sup>۱</sup>، محمد غلامی فشارکی<sup>۲</sup>، محسن روضاتی<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** تشخیص مدل مناسب برای توزیع صفت جامعه مورد بررسی در بسیاری از مسایل کاربردی اهمیت ویژه‌ای دارد. در مطالعه حاضر سعی گردید تا با ترکیب توزیع‌های آمیخته به عنوان یکی از روش‌های داده کاوی و تحلیل چند سطحی به عنوان روشی کارا در تحلیل داده‌های آشیانه‌ای، با رویکرد Bayesian به بررسی رابطه نوبت کاری و نمره خطر Framingham پرداخته شود.

**روش‌ها:** مدل ساخته شده با هدف بررسی رابطه نوبت کاری و نمره Framingham، بر روی داده‌های یک مطالعه واقعی که به صورت مقطعی در شش ماهه اول سال ۱۳۹۴ بر روی ۳۲۴۳ نفر از کارکنان کارخانه فولاد مبارکه اصفهان انجام شده بود، مورد استفاده قرار گرفت.

**یافته‌ها:** مشارکت کنندگان مطالعه شامل ۱۶۹۰ نفر کارگر روز کار با میانگین سنی  $42/13 \pm 6/13$  سال، ۱۳۵۶ نفر نوبت کار گردش معمولی با میانگین سنی  $40/75 \pm 6/09$  سال و ۱۹۷ نفر نوبت کار هفتگی با میانگین سنی  $41/60 \pm 6/10$  سال بود. در مطالعه حاضر با کنترل عوامل مخدوشگر، نوبت کاری با نمره Framingham رابطه معنی داری را نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج به دست آمده از مدل‌سازی حاضر، حاکی از بیشتر بودن نمره Framingham در میان نوبت کاران نسبت به روز کاران می‌باشد که این نتیجه با مطالعات گذشته همخوانی دارد.

**واژه‌های کلیدی:** مدل آمیخته، تحلیل چند سطحی، نوبت کاری، Framingham

**ارجاع:** بازیار، فاطمه، غلامی فشارکی، محمد، روضاتی محسن. بررسی رابطه بین نوبت کاری با خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی بر اساس نمره Framingham با استفاده از مدل آمیخته تصادفی چند سطحی. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۱): ۹۲-۸۵

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۵/۲۴

### مقدمه

بیماری‌های قلبی - عروقی (Cardiovascular disease یا CVD) یکی از مهم‌ترین علل مرگ و میر و ناتوانی در جوامع مختلف بشری است؛ به طوری که شناسایی زود هنگام افراد در معرض خطر ابتلا به آترواسکلروز، از اهداف اصلی بهداشت عمومی در بسیاری از جوامع می‌باشد (۱). بر اساس آمارهای موجود، شیوع این بیماری در مردان ۲ تا ۵ برابر زنان است. افزایش سن، خطر CVD را در هر دو جنس افزایش می‌دهد، اما در زنان بیشتر از ۵۰ سال، احتمال خطر بیماری شتاب بیشتری را نشان می‌دهد (۲).

طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization یا WHO) در سال ۲۰۰۵، اولین عامل منجر به مرگ در کشورهای مختلف با درآمدهای بالا، متوسط و پایین، CVD بوده است (۳). طبق گزارش انجمن قلب آمریکا، پرفشاری خون، بالا بودن قند و کلسترول خون، اضافه وزن و چاقی، رژیم غذایی نامناسب، باورهای غذایی غلط، استعمال سیگار و نداشتن فعالیت بدنی، از جمله عوامل قابل اصلاحی می‌باشند که فرد را در معرض خطر

ابتلا به CVD قرار می‌دهد (۴، ۵).

به منظور ارزیابی مستقیم خطر CVD، یک ابزار تشخیصی برای شناسایی افراد در معرض خطر واقعی مورد نیاز است. در میان بسیاری از سیستم‌های موجود در برآورد خطر CVD، امتیاز خطر Framingham (Framingham risk score) به طور گسترده‌ای در سطح جهانی استفاده می‌شود. همچنین، الگوریتم Framingham در رتبه‌بندی افراد و کمی‌سازی خطر و راهنمای مراقبت‌های پیشگیرانه در افراد بالغ ایرانی نیز مؤثر بوده است (۶). این امتیاز ابزاری است که به منظور برآورد خطر واقعی و بر اساس یافته‌های هم‌گروهی Framingham طراحی شده است و با استفاده از اطلاعات مربوط به سن، جنس، میزان کلسترول تام، High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)، فشار خون سیستولیک، سابقه مصرف دخانیات و سابقه ابتلا به دیابت، خطر ابتلا به CVD در ۱۰ سال آینده را پیش‌بینی می‌کند (۷).

ناتوانی و مرگ و میر ناشی از CVD، از جمله مشکلات عمده بهداشت عمومی کشور به شمار می‌رود و شناسایی افراد در معرض خطر نیز از

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، ایران

نویسنده مسؤول: محمد غلامی فشارکی

Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir

اولویت‌های نظام بهداشتی می‌باشد و از طرف دیگر، یکی از پدیده‌های صنایع امروزی، وجود پدیده نوبت کاری است که به صورت کار در ساعات غیر از ساعات طبیعی روزانه (۷ صبح تا ۶ بعدازظهر) (۸) تعریف می‌شود و به نوبه خود می‌تواند یکی از عوامل خطر ساز محتمل برای افزایش خطر بروز CVD باشد. از سویی دیگر، نوبت کاری بر خلاف عوامل زمینه‌ای همچون سن و جنسیت که امکان مدیریت آن در صنعت وجود ندارد، به خوبی قابل برنامه‌ریزی با هدف کمترین آثار سو بر سلامت کارکنان می‌باشد. با توجه به مهم بودن CVD از یک سو و مطالعات بسیار اندک انجام شده در ایران و جهان در زمینه بررسی رابطه بین نوبت کاری و نمره Framingham، مطالعه حاضر با هدف بررسی واقعی رابطه بین نوبت کاری با خطر ابتلا به CVD بر اساس نمره Framingham با استفاده از مدل آمیخته تصادفی چند سطحی انجام گرفت.

## روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی بود که جامعه آن را کلیه کارکنان شاغل در کارخانه فولاد مبارکه اصفهان، طی شش ماهه اول سال ۱۳۹۴ تشکیل داد. جهت انتخاب نمونه‌ها، در ابتدا با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای از نواحی کاری، ناحیه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس از بین نواحی انتخاب شده، نمونه‌ای از کارگران شاغل به صورت تصادفی انتخاب گردیدند. منظور از نواحی کاری، قسمتی است که یک فرد در آن مشغول به کار می‌باشد (مانند ناحیه فولاد گرم، نورد سرد، تأسیسات). معیارهای ورود به مطالعه شامل استخدام رسمی و یا پیمانی فرد طی شش ماهه اول سال ۱۳۹۴ و داشتن حداقل دو سال سابقه به شرط عدم ثبت وجود بیماری خاص در پرونده پزشکی بود. معیارهای خروج نیز باز نشستگی، مرگ و یا عدم تمایل به همکاری فرد در مطالعه در نظر گرفته شد.

در مطالعه حاضر همه نمونه‌ها با رضایت کامل شرکت کردند و محرمانه بودن اطلاعات افراد از سوی پژوهشگران رعایت شد. همچنین، کمیته اخلاق پزشکی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، ملاحظات اخلاقی این مطالعه را مورد تأیید قرار داد. متغیر نوبت کاری در 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 عصر کار، ۲ روز شب کار و ۲ روز استراحت می‌باشد. در نوبت کار هفتگی نیز افراد به صورت چرخشی، سه روز صبح کار و سه روز عصر کار هستند و به طور متناوب به ازای هر دو هفته، یک روز و هر هفته جمعه‌ها در استراحت می‌باشند (نوبت صبح، عصر و شب به ترتیب در ساعات ۷ صبح، ۳ بعد از ظهر و ۱۱ شب آغاز می‌گردد). افراد روز کار نیز از شنبه تا چهارشنبه از صبح تا بعد از ظهر مشغول به کار هستند و پنج شنبه و جمعه‌ها تعطیل می‌باشند.

در مطالعه حاضر متغیرهای دموگرافیک (سن، سابقه، تأهل، وضعیت سیگار کشیدن و وضعیت تحصیلات) به عنوان متغیر کنترل؛ کلسترول، HDL، فشار خون سیستولیک و فشار خون دیاستولیک به عنوان متغیر کمکی؛ نمره خطر Framingham به عنوان متغیر وابسته و نوبت کاری به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد. نمره خطر Framingham روشی جهت تعیین شانس فردی در پیشرفت CVD در یک بازه زمانی اغلب بین ۱۰ تا ۳۰ سال است. این شاخص بر اساس پنج متغیر سن، وضعیت سیگاری بودن، میزان کلسترول، HDL و

فشار خون سیستولیک، به تفکیک جنسیت و بر اساس ضرایب ارایه شده در جدول ۱ محاسبه می‌گردد. هرچه این شاخص بالاتر باشد، نشان دهنده بیشتر بودن خطر ابتلای ۱۰ ساله یک فرد به CVD و هرچه این نمره کمتر باشد، بیانگر کمتر بودن احتمال این خطر خواهد بود (۹). همچنین، علاوه بر روش مدل آمیخته تصادفی چند سطحی، از روش‌های آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد) و استنباطی (آزمون‌های ANOVA، Kruskal-Wallis و  $\chi^2$ ) در نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) و OpenBUGS نسخه 3.2.1 استفاده گردید.

یکی از روش‌های کاربردی در تحلیل داده‌های آشپانه‌ای، تحلیل چند سطحی می‌باشد. این روش در واقع حالت بسط داده شده مدل‌های خطی تعمیم یافته است که در آن علاوه بر مدل‌بندی متغیر پاسخ، ضرایب رگرسیونی نیز مدل‌بندی می‌شود (۱۰). از آن جایی که داده‌های استفاده شده در مطالعه حاضر به دلیل تعلق افراد به نواحی کاری با شرایط یکسان، دارای ساختار آشپانه‌ای بود، از این روش استفاده از روش تحلیل چند سطحی در مورد داده‌ها توصیه می‌شود. از طرف دیگر، یکی از متداول‌ترین فرض‌ها در به کارگیری تحلیل چند سطحی، بر اساس نرمال بودن خطا استوار شده است که گاهی به دلیل مشاهدات دور افتاده و یا فرم نامتقارن توزیعی، برآورد درستی از ضرایب را در اختیار محقق قرار نمی‌دهد. در پژوهش حاضر جهت برطرف کردن این مشکل، به جای توزیع نرمال از روش توزیع آمیخته متناهی استفاده گردید. توزیع‌های آمیخته متناهی به صورت  $f(y, \theta) = \sum_{k=1}^G p_k f_k(y, \theta_k)$  تعریف می‌گردد (۱۱).

رابطه ۱

$$F(E, \lambda_1, \lambda_2, \Sigma^2) = p \times F_{N(\lambda_1, \sigma^2_1)} + (1 - p) \times F_{N(\lambda_2, \sigma^2_2)}$$

در پژوهش حاضر فرض بر این است که متغیر پاسخ (نمره خطر Framingham)  $(FR_{ij})$  دارای توزیع آمیخته می‌باشد. اندیس  $ij$  مربوط به کارگر  $i$  در ناحیه کاری  $j$  است. در رابطه مذکور،  $\varepsilon_{ij}$  مؤلفه خطا با توزیع آمیخته رابطه ۱،  $u_j$  اثر تصادفی نواحی کاری،  $\beta_2$  تفاوت نمره Framingham نوبت کاران معمولی نسبت به روز کاران،  $\beta_1$  تفاوت نمره Framingham نوبت کاران هفتگی نسبت به روز کاران،  $\beta_0$  عرض از مبدأ و  $FR$  نمره خطر Framingham می‌باشد.

رابطه ۲

$$FR_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Shift}_{\text{روز کار هفتگی}} + \beta_2 \text{Shift}_{\text{روز کار معمولی}} + u_j + \varepsilon_{ij}$$

$$j = 1, 2, \dots, 50 \quad i = 1, 2, \dots, n_j$$

با تعریف  $t_{ij}$  به عنوان یک متغیر پنهان با دو تکیه‌گاه صفر [تعلق مشاهده به توزیع  $N(\lambda_1, \sigma^2_1)$ ] و یک [تعلق مشاهده به توزیع  $N(\lambda_2, \sigma^2_2)$ ]، روابط ۳ و ۴ تعریف می‌شود.

$$\lambda_T = \begin{cases} \lambda_1 & \text{if } t = 0 \\ \lambda_2 & \text{if } t = 1 \end{cases} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\mu_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Shift}_{\text{روز کار هفتگی}} + \beta_2 \text{Shift}_{\text{روز کار معمولی}} \quad \text{رابطه ۴}$$

از طرف دیگر، می‌توان رابطه ۲ را به شکل رابطه ۵ نوشت.

$$FR_{ij} | t_{ij}, u_j \sim N(\mu_{ij} + \lambda_T, \sigma^2) \quad \text{رابطه ۵}$$

جدول ۱. ضرایب مورد محاسبه برای شاخص Framingham بر اساس سن و جنسیت

| فشار خون سیستولیک |                 |                 |                 | HDL                            |                                        | کلسترول                                 | سیگاری بودن | سن       | سن (سال) |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|----------|----------|
| $X_0$             |                 |                 |                 | $X_1$                          |                                        | $X_2$                                   | $X_3$       | $X_4$    |          |
| مرد (درمان نشده)  | مرد (درمان شده) | زن (درمان نشده) | زن (درمان شده)  | مرد یا زن ( $< 40$ ، $40-49$ ) | زن ( $< 160$ ، $160-199$ ، $200-239$ ) | مرد ( $< 160$ ، $160-199$ ، $200-239$ ) | مرد (زن)    | زن (مرد) |          |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۱۳، ۱۱، ۸، ۴، ۰)                      | (۱۱، ۹، ۷، ۴، ۰)                        | ۹ (۸)       | -۷ (-۹)  | ۲۰-۳۴    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۱۳، ۱۱، ۸، ۴، ۰)                      | (۱۱، ۹، ۷، ۴، ۰)                        | ۹ (۸)       | -۳ (-۴)  | ۳۵-۳۹    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۱۰، ۸، ۶، ۳، ۰)                       | (۸، ۶، ۵، ۳، ۰)                         | ۷ (۵)       | ۰ (۰)    | ۴۰-۴۴    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۱۰، ۸، ۶، ۳، ۰)                       | (۸، ۶، ۵، ۳، ۰)                         | ۷ (۵)       | ۳ (۳)    | ۴۵-۴۹    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۷، ۵، ۴، ۲، ۰)                        | (۵، ۴، ۳، ۲، ۰)                         | ۴ (۳)       | ۶ (۶)    | ۵۰-۵۴    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۷، ۵، ۴، ۲، ۰)                        | (۵، ۴، ۳، ۲، ۰)                         | ۴ (۳)       | ۸ (۸)    | ۵۵-۵۹    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰)                        | (۳، ۲، ۱، ۰، ۰)                         | ۲ (۱)       | ۱۰ (۱۰)  | ۶۰-۶۴    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰)                        | (۳، ۲، ۱، ۰، ۰)                         | ۲ (۱)       | ۱۲ (۱۱)  | ۶۵-۶۹    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۲، ۲، ۱، ۰، ۰)                        | (۱، ۰، ۰، ۰، ۰)                         | ۱ (۱)       | ۱۴ (۱۲)  | ۷۰-۷۴    |
| (۲، ۱، ۱، ۰، ۰)   | (۳، ۲، ۲، ۱، ۰) | (۴، ۳، ۲، ۱، ۰) | (۶، ۵، ۴، ۳، ۰) | (-۱، ۰، ۱، ۲)                  | (۲، ۲، ۱، ۰، ۰)                        | (۱، ۰، ۰، ۰، ۰)                         | ۱ (۱)       | ۱۶ (۱۳)  | ۷۵-۷۹    |

Framingham =  $X_1 + X_2 + X_3 + X_4$  نمره

HDL: High-density lipoprotein

$$\begin{cases} \lambda_1 \sim N(0, \sigma_{\lambda_1}^2), \lambda_2 \sim N(0, \sigma_{\lambda_2}^2) \\ \text{یا} \\ \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_{\lambda_1}^2 & \sigma_{\lambda_1 \lambda_2} \\ \sigma_{\lambda_1 \lambda_2} & \sigma_{\lambda_2}^2 \end{bmatrix} \right) \end{cases} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

### یافته ها

مطالعه حاضر بر روی ۳۲۴۳ نفر از کارگران شاغل در مجتمع فولاد مبارکه اصفهان انجام شد. متوسط سن و سابقه کار مشارکت کنندگان به ترتیب  $43/06 \pm 7/11$  و  $7/12 \pm 7/11$  سال بود. ۲۹۷۸ نفر (۹۱/۸ درصد) متأهل و ۴۷۶ نفر سیگاری (۱۴/۷ درصد) بودند. ۲۳۰۶ نفر (۷۱/۱ درصد) مدرک زیر دیپلم و پایین تر داشتند. از نظر توزیع الگوی کاری، ۱۳۵۶ نفر (۴۱/۸ درصد) نوبت کار معمولی، ۱۶۹۰ نفر (۵۲/۱ درصد) روز کار و ۱۹۷ نفر (۶/۱ درصد) نوبت کار هفتگی بودند. در جدول ۲ میانگین متغیرهای سن، سابقه کار، میزان کلسترول، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI) و نمره Framingham برای هر فرد به همراه توزیع فراوانی وضعیت مصرف سیگار، تأهل و تحصیلات به تفکیک الگوی کاری ارائه شده است. بر اساس داده های جدول ۲، نوبت کاران هفتگی دارای سابقه بیشتری نسبت به دو گروه دیگر بودند. همچنین، روز کاران میانگین کلسترول، HDL، فشار خون دیاستولیک، نمره Framingham و تحصیلات بالاتری نسبت به بقیه داشتند. از نظر میزان مصرف سیگار نیز نوبت کاران معمولی دارای بیشترین درصد مصرف سیگار در میان روز کاران و نوبت کاران گردشی بودند.

از آنجایی که متغیر  $t_{ij}$  یک متغیر پنهان با دو تکیه گاه صفر و یک با احتمال وقوع  $p$  و  $1-p$  می باشد، می توان  $t_{ij}$  را یک توزیع Bernoulli با پارامتر  $p$  در نظر گرفت (رابطه ۶).

$$T \sim \text{ber}(p) \quad \text{رابطه ۶}$$

از طرف دیگر، با توجه به این که  $u_j$  یک متغیر تصادفی پنهان با میانگین صفر و واریانس  $\sigma_u^2$  می باشد، می توان رابطه ۷ را برای مؤلفه تصادفی  $u_j$  نوشت.

$$u_j \sim N(0, \sigma_u^2) \quad \text{رابطه ۷}$$

اکنون جهت برآورد پارامترها، می توان با استفاده از روش Bayesian آشیانه ای و با در نظر گرفتن توزیع های پیشین، روابط ۸ تا ۱۲ را محاسبه کرد و همچنین، در روابط ۵ تا ۷ به برآورد پارامترهای  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \sigma_{\beta_0}^2, \sigma_{\beta_1}^2, \sigma_{\beta_2}^2$  و  $\sigma_u^2$  اقدام نمود.

$$\sigma^2 \sim \text{Gamma}(\alpha_{\sigma^2}, \eta_{\sigma^2}) \quad \text{رابطه ۸}$$

$$\beta_0 \sim N(0, \sigma_{\beta_0}^2), \beta_1 \sim N(0, \sigma_{\beta_1}^2), \beta_2 \sim N(0, \sigma_{\beta_2}^2) \quad \text{رابطه ۹}$$

$$\sigma_u^2 \sim \text{Gamma}(\alpha_{\sigma_u^2}, \eta_{\sigma_u^2}) \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$p \sim \text{beta}(\delta_{1p0}, \delta_{2p0}) \quad \text{رابطه ۱۱}$$

جدول ۲. متغیرهای دموگرافیک شرکت کنندگان به تفکیک الگوی کاری

| متغیر                                  | الگوی کاری                 |                            |                            |
|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                        | نوبت کار هفتگی             | نوبت کار معمولی            | روز کار                    |
| P                                      | میانگین $\pm$ انحراف معیار | میانگین $\pm$ انحراف معیار | میانگین $\pm$ انحراف معیار |
| <b>متغیرهای پیوسته</b>                 |                            |                            |                            |
| سن (سال)                               | $44/08 \pm 6/66$           | $43/11 \pm 6/95$           | $42/90 \pm 7/10$           |
| سابقه کار (سال)                        | $19/57 \pm 6/76$           | $18/78 \pm 6/84$           | $17/34 \pm 7/26$           |
| کلسترول (میلی گرم بر لیتر)             | $183/89 \pm 37/98$         | $185/106 \pm 37/14$        | $188/89 \pm 37/58$         |
| HDL (میلی گرم بر لیتر)                 | $47/31 \pm 9/75$           | $46/95 \pm 9/08$           | $47/87 \pm 10/58$          |
| فشار خون سیستولیک (میلی متر جیوه)      | $118/42 \pm 11/78$         | $117/93 \pm 11/14$         | $117/62 \pm 11/39$         |
| فشار خون دیاستولیک (میلی متر جیوه)     | $85/36 \pm 79/07$          | $100/11 \pm 130/39$        | $101/48 \pm 135/67$        |
| BMI (کیلوگرم بر مترمربع)               | $26/47 \pm 3/62$           | $26/74 \pm 3/34$           | $26/55 \pm 3/21$           |
| نمره خطر Framingham                    | $1/63 \pm 2/30$            | $1/63 \pm 2/59$            | $1/34 \pm 2/50$            |
| <b>متغیرهای گسسته</b>                  |                            |                            |                            |
| جنسیت (مرد) [تعداد (درصد)]             | ۱۹۷ (۱۰۰)                  | ۱۳۵۶ (۱۰۰)                 | ۱۶۹۰ (۱۰۰)                 |
| وضعیت تأهل (متأهل) [تعداد (درصد)]      | ۱۸۵ (۹۳/۹)                 | ۱۲۴۱ (۹۱/۵)                | ۱۵۵۲ (۹۱/۸)                |
| سیگار (بله) [تعداد (درصد)]             | ۲۶ (۱۳/۲)                  | ۲۸۱ (۲۰/۷)                 | ۱۶۹ (۱۰/۰)                 |
| تحصیلات (دیپلم به بالا) [تعداد (درصد)] | ۱۳ (۶/۶)                   | ۸۰ (۵/۹)                   | ۸۴۴ (۴۹/۹)                 |

HDL: High-density lipoprotein cholesterol; BMI: Body mass index

سطح معنی داری بر اساس آزمون ANOVA و یا آزمون های Kruskal-Wallis و  $\chi^2$

جدول ۳. نتایج تحلیل Bayesian دو سطحی با توزیع آمیخته نرمال

| نام پارامتر                            | برآورد Bayesian<br>(میانگین توزیع پسین) | خطای معیار<br>توزیع پسین | خطای<br>Monte Carlo | میان توزیع<br>پسین | فاصله تحمل<br>۹۵ درصد |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| عرض مبدأ                               | ۰/۶۶۱                                   | ۰/۲۶۲                    | ۰/۰۱۹               | ۰/۶۸۲              | (۰/۰۳۰-۰/۰۹۸)         |
| نوبت کار معمولی / روزکار ( $\beta_1$ ) | ۰/۴۷۱                                   | ۰/۰۹۱                    | ۰/۰۰۱               | ۰/۴۷۱              | (۰/۲۹۴-۰/۶۴۸)         |
| نوبت کار هفتگی / روزکار ( $\beta_2$ )  | ۰/۳۸۰                                   | ۰/۱۶۲                    | ۰/۰۰۲               | ۰/۳۸۱              | (۰/۰۶۶-۰/۶۹۴)         |
| P                                      | ۰/۶۹۵                                   | ۰/۲۱۱                    | ۰/۰۲۱               | ۰/۷۹۶              | (۰/۲۸۶-۰/۹۴۳)         |
| $\sigma^2_1$                           | ۵/۹۹۷                                   | ۰/۴۱۰                    | ۰/۰۱۷               | ۵/۹۸۸              | (۵/۱۵۳-۶/۸۷۰)         |
| $\sigma^2_2$                           | ۵/۹۴۰                                   | ۱/۱۲۹                    | ۰/۰۶۴               | ۵/۹۷۶              | (۳/۴۷۵-۰/۲۵۱)         |
| $\sigma^2_u$                           | ۰/۹۳۰                                   | ۰/۷۱۰                    | ۰/۰۳۲               | ۰/۷۴۴              | (۰/۲۸۵-۲/۷۰۹)         |

همچنین، نتایج بیشتر نشان دهنده یکسان بودن سن، فشار خون، شاخص BMI و درصد افراد متأهل در میان سه گروه دیگر بود.

نتایج حاصل برآورد و فاصله تحمل ۹۵ درصد ضرایب با کنترل متغیرهای ناهمسان میان سه گروه در جدول ۳ ارائه شده است. با کنترل بقیه متغیرهای مخدوشگر، نوبت کاران معمولی و نوبت کاران هفتگی نسبت به روزکاران، تفاوت معنی داری از نظر شاخص نمره Framingham نشان دادند، به خصوص در میان نوبت کاران معمولی نسبت به روزکاران تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. همچنین، نتایج بیشتر نشان دهنده معنی دار بودن واریانس سطح دوم و یا  $\sigma^2_u$  بود و این امر بیانگر وابسته بودن نمره Framingham افراد نمونه به یکدیگر و نشانه درست انتخاب شدن تحلیل چند سطحی بود. از طرف دیگر، معنی دار شدن احتمال P و دو واریانس  $\sigma^2_1$  و  $\sigma^2_2$ ، نشان دهنده ساختار آمیخته مؤلفه خطا و تأییدی بر انتخاب مدل آمیخته دو نرمال برای مؤلفه خطا می‌باشد.

### بحث

نوبت کاری نوعی پدیده اجتماعی می‌باشد که از زمان قدیم وجود داشته است و امروزه نیز به دلایل اقتصادی و فن‌آوری‌های نوین، لزوم آن در جوامع بشری احساس می‌گردد (۱۲). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، رابطه معنی داری میان کار در نوبت کاری و نمره Framingham به دست آمد که با نتایج تحقیقات Pimenta و همکاران (۱۳) و Kubo و همکاران (۱۴) همخوانی داشت. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده وجود ارتباط معنی دار میان نوبت کاری با زیرمؤلفه‌های تشکیل دهنده نمره Framingham بود. ارتباط معنی داری بین نوبت کاری و چاقی در مطالعه حاضر مشاهده نگردید که از این نظر نتایج حاصل با یافته‌های تحقیقات McGlynn و همکاران (۱۵)، Oike و همکاران (۱۶)، Peplonska و همکاران (۱۷)، Kim و همکاران (۱۸) و غلامی فشارکی و همکاران (۱۹) همسو بود.

نتایج مطالعه حاضر مانند برخی از پژوهش‌های گذشته (۲۲-۲۰)، نشان دهنده عدم ارتباط بین نوبت کاری با فشار خون سیستمیک بود، اما از آنجایی که این تفاوت از لحاظ بالینی قابل ارزش نمی‌باشد، نمی‌توان مقدار به دست آمده را به عنوان مقدار قابل ارزشی قلمداد نمود. در تحقیق حاضر بین فشار خون دیاستولیک و نوبت کاری رابطه‌ای مشاهده نگردید که با نتایج برخی از مطالعات (۲۵-۲۳) همسو بود. این عدم وجود رابطه را می‌توان به این دلیل دانست که اصولاً افراد سالم‌تر، نوبت کار و افراد ضعیف‌تر، روز کار می‌شوند. همچنین، از

آنجایی که بیشتر روزکارها در کارهای دفتری که خصوصیت مهم این نوع کارها، کم‌حرکی و افزایش چاقی (به عنوان عامل افزایشی در فشار خون) است، مشغول به کار می‌باشند، از این رو باعث شده است تا اثر افزایشی چاقی با اثر افزایشی کار در نوبت کاری خنثی شود. البته باید گفت از آنجایی که میزان تأثیر نوبت کاری بر افراد به طور عمده به شغل فرد، خصوصیات فردی، محیط سازمانی و اجتماعی و خصوصیات برنامه نوبت کاری وی بستگی دارد (۲۶)؛ بنابراین، عدم وجود رابطه را می‌توان به دلایل دیگری مانند تنوع‌پذیری زمان کار، درآمد و زمان بیشتر استراحت نوبت کارها نسبت به روزکارها نسبت داد. از طرف دیگر، در همه مطالعاتی که رابطه افزایشی بین نوبت کاری و فشار خون مشاهده شده است، نمونه‌ها یک نوع محیط کاری را نداشته‌اند (۲۷). دوم این که در همه تحقیقات تعریف واحدی از نوبت کاری وجود ندارد (۲۸) و علاوه بر این، نوع چرخش نوبت کاری‌ها نیز با یکدیگر متفاوت می‌باشد و در مطالعات متعدد نوع شغل‌های متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته است و در نهایت، این که در مطالعات متعدد متغیرهای مخدوشگر تأثیرگذار بر روی فشار خون مانند سبک زندگی، فعالیت بدنی، تعداد سیگار و... به یک میزان کنترل نشده‌اند (۲۷).

در پژوهش حاضر بین نوبت کاری و سطح کلسترول رابطه معنی داری مشاهده گردید. که از این نظر با برخی مطالعات (۳۲-۲۹) همسو و با بعضی مطالعات دیگر (۳۶-۳۳) ناهمسو بود. از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به استفاده از مدل Bayesian چند سطحی با توزیع آمیخته نرمال در برآزش داده‌ها، استفاده از حجم نمونه مناسب، همگن بودن افراد مورد مطالعه، محاسبه شاخص‌های آزمایشگاهی و شاخص BMI در کلینیک با اندازه‌گیری قد و وزن افراد توسط پزشکان اشاره نمود. عدم دسترسی به سابقه کار در شغل قبلی، فعالیت بدنی، رژیم غذایی، اندازه‌گیری سطح خواب و میزان درآمد و رضایت شغلی از جمله نقاط ضعف مطالعه بود که البته بنا به اطلاعات مطالعات مروری، جزء محدودیت‌های بیشتر مطالعات مرتبط با نوبت کاری محسوب می‌گردد.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مدل‌سازی مطالعه حاضر، حاکی از بیشتر بودن نمره Framingham در میان نوبت کاران نسبت به روزکاران می‌باشد که این نتیجه با یافته‌های مطالعات گذشته همخوانی داشت. از این رو، انجام اقدامات پیشگیرانه برای نوبت کاران در جهت کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی توصیه می‌گردد.

حمایت مالی و معنوی برای انجام این طرح، تشکر و قدردانی به عمل می آید.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کارمندان و کارگران و کادر درمان شرکت فولاد مبارکه اصفهان برای همکاری در انجام مطالعه و همچنین، از دانشگاه تربیت مدرس به جهت

## References

1. Azizi F, Rahmani M, Emami H, Mirmiran P, Hajipour R, Madjid M, et al. Cardiovascular risk factors in an Iranian urban population: Tehran lipid and glucose study (phase 1). *Soz Praventivmed* 2002; 47(6): 408-26.
2. Moller-Leimkuhler AM. Gender differences in cardiovascular disease and comorbid depression. *Dialogues Clin Neurosci* 2007; 9(1): 71-83.
3. Imanipour M, Bassampour S, Haghani H. Relationship between preventive behaviors and knowledge regarding cardiovascular diseases. *Hayat* 2008; 14(2): 41-9. [In Persian].
4. Crouch R. Perception, knowledge & awareness of coronary heart disease among rural Australian women 25 to 65 years of age-a descriptive study [Thesis]. Adelaide, Australia: School of Population Health and Clinical Practice, University of Adelaide; 2008.
5. Smith SC, Jr., Allen J, Blair SN, Bonow RO, Brass LM, Fonarow GC, et al. AHA/ACC guidelines for secondary prevention for patients with coronary and other atherosclerotic vascular disease: 2006 update endorsed by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47(10): 2130-9.
6. Bozorgmanesh M, Hadaegh F, Azizi F. Predictive accuracy of the 'Framingham's general CVD algorithm' in a Middle Eastern population: Tehran Lipid and Glucose Study. *Int J Clin Pract* 2011; 65(3): 264-73.
7. Eichler K, Puhon MA, Steurer J, Bachmann LM. Prediction of first coronary events with the Framingham score: a systematic review. *Am Heart J* 2007; 153(5): 722-31, 731.
8. Rosa RR. Plain Language about Shiftwork. Washington, DC: Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health; 1997.
9. 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.
10. Hox JJ, Moerbeek M, van de Schoot R. Multilevel Analysis: Techniques and Applications. 2<sup>nd</sup> ed. London, UK: Routledge; 2010.
11. McLachlan GJ, Chang SU. Mixture modelling for cluster analysis. *Stat Methods Med Res* 2004; 13(5): 347-61.
12. Lillie JK. Shift work and circadian rhythm disorders. In: Golbin A, Kravitz H, Keith LG, Editors. *Sleep psychiatry*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2004. p. 97-104.
13. Pimenta AM, Kac G, Souza RR, Ferreira LM, Silqueira SM. Night-shift work and cardiovascular risk among employees of a public university. *Rev Assoc Med Bras* (1992) 2012; 58(2): 168-77.
14. Kubo T, Fukuda S, Hirata K, Shimada K, Maeda K, Komukai K, et al. Comparison of coronary microcirculation in female nurses after day-time versus night-time shifts. *Am J Cardiol* 2011; 108(11): 1665-8.
15. McGlynn N, Kirsh VA, Cotterchio M, Harris MA, Nadalin V, Kreiger N. Shift work and obesity among canadian women: a cross-sectional study using a novel exposure assessment tool. *PLoS One* 2015; 10(9): e0137561.
16. Oike H, Sakurai M, Ippoushi K, Kobori M. Time-fixed feeding prevents obesity induced by chronic advances of light/dark cycles in mouse models of jet-lag/shift work. *Biochem Biophys Res Commun* 2015; 465(3): 556-61.
17. Peplonska B, Bukowska A, Sobala W. Association of rotating night shift work with BMI and abdominal obesity among nurses and midwives. *PLoS One* 2015; 10(7): e0133761.
18. Kim MJ, Son KH, Park HY, Choi DJ, Yoon CH, Lee HY, et al. Association between shift work and obesity among female nurses: Korean Nurses' Survey. *BMC Public Health* 2013; 13: 1204.
19. Gholami Fesharaki M, Kazemnejad A, Zayeri F, Rowzati M, Akbari H. Relationship between shift work and obesity a retrospective cohort study. *J Mil Med* 2012; 14(2): 93-7. [In Persian].
20. Gholami-Fesharaki M, Kazemnejad A, Zayeri F, Sanati J, Akbari H. Multicenter historical cohort study of the relationship between shift work and blood pressure. *ARYA Atheroscler* 2014; 10(6): 287-91.
21. 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.
22. Gholami FM, Kazemnejad A, Zayeri F, Sanati J, Akbari H. Historical cohort study on the factors affecting blood pressure in workers of polyacryl Iran corporation using bayesian multilevel modeling with skew T distribution. *Iran Red Crescent Med J* 2013; 15(5): 418-23.
23. Su TC, Lin LY, Baker D, Schnall PL, Chen MF, Hwang WC, et al. Elevated blood pressure, decreased heart rate variability and incomplete blood pressure recovery after a 12-hour night shift work. *J Occup Health* 2008; 50(5): 380-6.
24. Lo SH, Liao CS, Hwang JS, Wang JD. Dynamic blood pressure changes and recovery under different work shifts in young women. *Am J Hypertens* 2008; 21(7): 759-64.
25. Knutsson A, Boggild H. Shiftwork and cardiovascular disease: Review of disease mechanisms. *Rev Environ Health* 2000; 15(4): 359-72.

26. Smith L, Folkard S, Tucker P, Macdonald I. Work shift duration: A review comparing eight hour and 12 hour shift systems. *Occup Environ Med* 1998; 55(4): 217-29.
27. Inoue M, Morita H, Inagaki J, Harada N. Influence of differences in their jobs on cardiovascular risk factors in male blue-collar shift workers in their fifties. *Int J Occup Environ Health* 2004; 10(3): 313-8.
28. Boggild H, Knutsson A. Shift work, risk factors and cardiovascular disease. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25(2): 85-99.
29. Theorell T, Akerstedt T. Day and night work: Changes in cholesterol, uric acid, glucose and potassium in serum and in circadian patterns of urinary catecholamine excretion. A longitudinal cross-over study of railway workers. *Acta Med Scand* 1976; 200(1-2): 47-53.
30. Ghiasvand M, Heshmat R, Golpira R, Haghpahan V, Soleimani A, Shoushtarizadeh P, et al. Shift working and risk of lipid disorders: a cross-sectional study. *Lipids Health Dis* 2006; 5: 9.
31. Ha M, Park J. Shiftwork and metabolic risk factors of cardiovascular disease. *J Occup Health* 2005; 47(2): 89-95.
32. Dochi M, Sakata K, Oishi M, Tanaka K, Kobayashi E, Suwazono Y. Relationship between shift work and hypercholesterolemia in Japan. *Scand J Work Environ Health* 2008; 34(1): 33-9.
33. Morikawa Y, Nakagawa H, Miura K, Ishizaki M, Tabata M, Nishijo M, et al. Relationship between shift work and onset of hypertension in a cohort of manual workers. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25(2): 100-4.
34. Tenkanen L, Sjoblom T, Kalimo R, Alikoski T, Harma M. Shift work, occupation and coronary heart disease over 6 years of follow-up in the Helsinki Heart Study. *Scand J Work Environ Health* 1997; 23(4): 257-65.
35. Knutsson A, Akerstedt T, Jonsson BG, Orth-Gomer K. Increased risk of ischaemic heart disease in shift workers. *Lancet* 1986; 2(8498): 89-92.
36. Romon M, Nuttens MC, Fievet C, Pot P, Bard JM, Furon D, et al. Increased triglyceride levels in shift workers. *Am J Med* 1992; 93(3): 259-62.

## The Relationship between Shift Work and Risk of Cardiovascular Diseases Based on Framingham Risk Score Using a Mixture Multilevel Model

Fatemeh Bazyar<sup>1</sup>, Mohammad Gholami-Fesharaki<sup>2</sup>, Mohsen Rowzati<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** Detection of appropriate models for the distribution of property population is very important. In the present study, the combined mixture distributions and multi-level analysis with Bayesian approach were used to determine the relationship between shift work and Framingham Risk Score (FRS).

**Methods:** The model designed to evaluate the relationship between shift work and the Framingham score was utilized on the data obtained in a cross-sectional study on 3243 workers of Mobarakeh Steel Company, Iran, in the first 6 months of 2015.

**Findings:** The workers consisted of 1690 day workers with a mean age of  $42.13 \pm 6.13$ , 1356 routine rotating shift workers with mean age of  $40.75 \pm 6.09$ , and 197 weekly rotating shift workers with mean age of  $41.60 \pm 6.10$ . In this study, by controlling the confounding factors, shift work showed a statistical relationship with FRS.

**Conclusion:** According to the results of this study, the FRS was higher among shift workers than day workers. This result has been supported by previous studies.

**Keywords:** Mixture model, Multilevel analysis, Shift work, Framingham

**Citation:** 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.

1- Department of Biostatistics, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biostatistics, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3- Physician of Occupational Medicine, Worksite Follow-Up Unit, Occupational Health Center, Mobarakeh Steel Company, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mohammad Gholami-Fesharaki, Email: mohammad.gholami@modares.ac.ir