Iranian Journal of Ergonomics | E-ISSN: 2345-5365

Original Research

Introducing a New Model for Individual Cognitive Factors Influencing Human Error Based on DEMATEL Approach

Mahnaz Shakerian[1], Alireza Choobineh[*2], Mehdi Jahangiri[3], Moslem Alimohammadlou[4], Mohammad Nami[5]

1. PhD Student, Department of Occupational Health Engineering, Research Center for Health Sciences, Institute of health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
2. Professor, Department of Occupational Health Engineering, Research Center for Health Sciences, Institute of health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
3. Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
4. Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Economics, Management and Social Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran
5. Assistant Professor, Department of Neuroscience, School of Advanced Medical Sciences and Technologies, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Article Info

Original Article

Received: 2019/02/12
Accepted: 2019/03/16
Published Online: 2019/03/16

DOI: 10.30699/jergon.6.4.66

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Information

Alireza Choobineh, Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Email:
alrchoobin@sums.ac.ir

Abstract

Background and Objectives: The recognition of a system failure causes and their related factors are considered as the most important factor in preventing accident occurrence in different organizations including industries. Human error is a known important factor in unpredictable events of which cognitive factors are the most influential ones. The purpose of this study was to introduce a new model for individual cognitive factors influencing human error as well as determining the interactions between the factors and their intensity using DEMATEL approach.

Methods: First a qualitative study was performed in order to identify and elicit the individual cognitive factors influencing human error among the workers of different industries. To ensure the adequacy and comprehensiveness of the elicited factors, then, the experts' opinion was applied. DEMATEL method was used for understanding the interactions among the individual cognitive factors influencing human error. Finally, using these relationships, a new model of the study was proposed.

Results: Calculating D-R and D+R relating to the factors in terms of being cause or effect factor, D-R was -1.213 for C5 as the highest negative value, and D+R was 2.294 for the same factor (C5). Also, threshold level was calculated as 0.087 in the current study

Conclusion: In this study, the factors of failure in problem solving and decision making (C5) and difficulty in predicting possible hazards in the workplace are effects and the other factors were the cause factors. The factor of C5 was the highest interactive factor.

Keywords: Cognitive factors, Human error, DEMATEL, Multi criteria decision making methods

Copyright © 2019, Journal of Ergonomics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited

How to Cite This Article:

Shakerian M, Choobineh A, Jahangiri M, Alimohammadlou M, Nami M. Introducing a New Model for Individual Cognitive Factors Influencing Human Error Based on DEMATEL Approach. Iran J Ergon. 2019; 6 (4) :66-74

مجلهٔ ارگونومی | سال ۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۷ | E-ISSN: 2345-5365

مقالهٔ پژوهشی

ارائهٔ الگویی جدید برای عوامل شناختی فردی مؤثر بر خطای انسانی براساس روش دیمتل

مهناز شاکریان[۱]، علیرضا چوبینه[۲*]، مهدی جهانگیری[۳]، مسلم علی محمدلو[۴]، محمد نامی[۵]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکدهٔ سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکدهٔ سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکدهٔ سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۴. استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکدهٔ اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۵. استادیار، گروه علوم اعصاب، دانشکدهٔ علوم و فناوری‌های نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵
انتشار آنلاین: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

نویسندهٔمسئول:
علیرضا چوبینه
استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران

پست الکترونیک:
alrchoobin@sums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: مهم‌ترین عامل جلوگیری از حوادث در نهادهای مختلف از جمله صنایع گوناگون، تشخیص دلایل ایجاد نقص در سیستم و عوامل مربوط به آن پیش از وقوع رویدادهای پیش‌بینی نشده است. خطای انسانی مهم‌ترین عامل بروز رویدادهای ناخواسته به شمار می‌آید که عوامل شناختی از علل اصلی وقوع آن هستند. این مطالعه با هدف ایجاد الگویی جدید برای عوامل شناختی مؤثر بر خطای انسانی، بیان روابط میان عوامل تشکیل‌دهندهٔ آنها و شدت اثر روابط مذکور با استفاده از روش دیمتل طراحی و اجرا شد.

روش کار: در مرحلهٔ اول پژوهش، مطالعه‌ای کیفی برای شناسایی و استخراج عوامل شناختی-فردی مؤثر بر وقوع خطای انسانی در میان کارگران صنایع مختلف انجام شد. سپس برای حصول اطمینان از جامعیت و صحت عوامل مذکور، نظرات متخصصان در این زمینه به کار رفت. درنهایت تکنیک دیمتل برای یافتن روابط میان عوامل شناختی-فردی مؤثر بر وقوع خطای انسانی به کار گرفته و با استفاده از روابط مربوط، الگوی پیشنهادی مطالعه ارائه شد.

یافته‌ها: پس از محاسبهٔ D-R و D+R در ارتباط با تأثیرپذیری یا تأثیرگذاری عوامل، D-R برای عامل C۵ بیشترین مقدار و ۱/۲۱۳- و D+R برای همان عامل ۲/۲۹۴ به دست آمد. به علاوه در مطالعهٔ حاضر، ارزش آستانه ۰/۰۸۷ بود.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش، عوامل ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) و نداشتن قابلیت پیش‌بینی خطرات احتمالی در محیط کار (C۹)، از نوع معلول و بقیهٔ عوامل علت هستند. عامل C۵ بیشترین ارتباط را با دیگر عوامل دارد.

واژه‌های کلیدی: عوامل شناختی، خطای انسانی، دیمتل، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

مقدمه

یکی از ارزشمندترین دارایی‌های هر جامعه، منابع انسانی آن است که مهم‌ترین عامل دستیابی به توسعهٔ پایدار تلقی می‌شود. براساس برآورد سازمان بهداشت جهانی، ۴۵ درصد جمعیت جهان را نیروی کار تشکیل می‌دهد که با طیف وسیعی از حوادث و بیماری‌های شغلی مواجهه هستند. حوادث محیط کار سالیانه به وقوع هزاران تلفات جانی، بیلیون‌ها دلار خسارت مالی و زمان کاری ازدست‌رفته زیادی در سراسر دنیا منجر می‌شوند. مهم‌ترین عامل جلوگیری از حوادث در نهادهای مختلف از جمله صنایع گوناگون، تشخیص دلایل ایجاد نقص در سیستم و عوامل مربوط به آن پیش از وقوع رویدادهای پیش‌بینی‌نشده است.

طی یک قرن گذشته، پژوهشگران بسیاری درصدد بررسی حوادث شغلی، عوامل مرتبط با آن و راهکارهای کنترلی برای پیشگیری و کاهش رخداد آنها بوده‌اند. براساس نتایج مطالعات گذشته، مشخص شد که ۸۸ درصد از علل بروز حوادث به رفتارهای ناایمن، ۱۰ درصد به شرایط ناایمن و ۲ درصد نیز به فاکتورهای پیش‌بینی‌نشده مربوط است. بیشتر رویدادها شامل حوادث و شبه‌حوادث به اعمال ناایمن انسان برمی‌گردند که در عوامل سیستمی، سازمانی یا فردی ریشه دارند [۱،۲].

از سوی دیگر، Reason معتقد است این سهم بالا و چشم‌گیر عامل انسانی (خطای انسانی) در وقوع حوادث را نمی‌توان تنها به شانس نسبت داد [۳]؛ بنابراین، طی چند دههٔ اخیر، به‌منظور بررسی‌های دقیق و موشکافانه‌تر، مطالعاتی دربارهٔ عوامل انسانی مؤثر در رخداد حوادث متمرکز شده و براساس آن تعاریف و مدل‌های گوناگونی ارائه شده است.

Hollnagel خطای انسانی را این‌گونه تعریف می‌کند: خطای انسانی فعالیت نادرستی است که به شکست در دستیابی به نتیجهٔ مورد انتظار منجر می‌شود و پیامد ناخواسته‌ای را به دنبال دارد [۴].

در یکی از تعاریف جدیدتر که Dhillon در سال ۲۰۰۷ ارائه کرد، خطای انسانی ناکامی در انجام کاری معین (انجام کاری ممنوع) است که می‌تواند به اختلال فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده یا آسیب به دارایی‌ها و دستگاه‌ها بینجامد [۵]. در مدل‌های گوناگونی نیز سعی شده است تا شرایط مناسبی برای فهم بهتر عوامل مؤثر بر وقوع خطای انسانی ایجاد شود؛ برای نمونه می‌توان به طبقه‌بندی Kumar اشاره کرد که در آن خطاها شامل خطای ارتکاب، خطای غفلت یا سهل‌انگاری، خطای انتخاب، خطای توالی، خطای زمان و خطای کیفی هستند [۶].

از دیدگاه برخی پژوهشگران، خطاها علل درونی دارند و با مکانیسم‌های روان‌شناختی مرتبط هستند. این خطاها شکست‌های شناختی (شکست در تفکر و استدلال) را شامل می‌شوند و در زمرهٔ خطاها با علل درونی قرار می‌گیرند. علل درونی نیز می‌تواند در قالب سه عامل مدنظر قرار بگیرد:

۱. ویژگی‌های شخصیتی افراد (روان‌رنجوری)، بی‌ثباتی هیجانی (برون‌گرایی، انعطاف‌پذیری، توافق‌پذیری و وجدانی‌بودن)؛

۲. کنترل درونی که بیان‌کنندهٔ ادراک افراد از توانایی خود برای اعمال کنترل بر محیط پیرامون خود است [۷،۸]. افرادی که معتقدند در خود کانون کنترل درونی دارند، بر این باورند که بر محیط خویش احاطه و کنترل دارند و عموماً افرادی فعال هستند و رفتارهایی سازنده از خود نشان می‌دهند. درحالی‌که افراد با کانون کنترل بیرونی معتقدند زندگی آنها به‌صورت کامل تحت کنترل محیط و عواملی خارج از کنترل فرد است. این دسته از افراد موفقیت‌ها و شکست‌های خویش را به عواملی مانند شانس، قدرت دیگران، سرنوشت و... نسبت می‌دهند و در اغلب موارد مسئولیت رفتار خود را به عهده نمی‌گیرند. آنها بسیار واکنشی هستند و از موقعیت‌های تنش‌زا و تا حدودی نامطمئن خودداری می‌کنند.

۳. استعداد حادثه‌پذیری یا حس حادثه‌جویی که دربارهٔ افرادی صدق می‌کند که از این استعداد کمتر بهره‌مند هستند. این افراد پیامدهای عمل را پیش از عمل می‌سنجند و برای دستیابی به پاداش‌های بهتر و بیشتر در آینده از پاداش‌های ناچیز و فوری صرف‌نظر می‌کنند. بالعکس افرادی با درجهٔ حادثه‌پذیری بالا، به‌طور ناگهانی و بدون دوراندیشی دقیق عمل می‌کنند و پیامدهای کوتاه‌مدت و فوری را ترجیح می‌دهند [۹،۱۰].

با وجود ارائهٔ مدل‌های ذکرشده، نبود مدلی که به‌طور جامع به درک عوامل شناختی مؤثر بر رویداد خطای انسانی کمک کند و از آن مهم‌تر، به بیان روابط میان عوامل دخیل در آن بپردازد، به‌خوبی احساس می‌شود [۱۰-۱۲]؛ بنابراین این مطالعه با هدف ایجاد الگویی جدید و بیان روابط میان عوامل تشکیل‌دهندهٔ آنها و شدت اثر روابط مذکور با استفاده از روش دیمتل به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شد.

مواد و روش‌ها

در مرحلهٔ اول پژوهش، مطالعهٔ کیفی برای تعیین و شناخت عوامل شناختی-فردی مؤثر بر خطای انسانی در میان کارگران صنایع مختلف انجام شد. سپس برای حصول اطمینان از جامعیت و صحت عوامل مذکور، نظرات متخصصان در این زمینه جمع‌آوری شد. پنل متخصصان شامل ۱۰ استاد از دانشگاه‌های سراسر کشور در زمینه‌های ایمنی، ارگونومی شناختی، روانشناسی صنعتی و مدیریت صنعتی و ۱۰ کارشناس ایمنی و بهداشت حرفه‌ای شاغل در صنایع مختلف از جمله صنعت فولاد بود.

در مرحلهٔ بعد، از تکنیک دیمتل برای یافتن روابط میان عوامل شناختی فردی مؤثر بر وقوع خطای انسانی استفاده شد. این تکنیک که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری براساس مقایسه‌های زوجی است، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آنها با به‌کارگیری اصول نظریهٔ گراف‌ها، ساختاری سلسله‌مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر و تأثر متقابل ارائه می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور را به‌صورت امتیاز عددی معین می‌کند. روش دیمتل برای شناسایی و بررسی رابطهٔ متقابل میان معیارها و ساختن الگویی برای روابط شبکه استفاده می‌شود. از آنجا که گراف‌های جهت‌دار بهتر می‌توانند روابط عناصر یک سیستم را نشان دهند، تکنیک دیمتل مبتنی بر نمودارهایی شکل گرفته است که می‌تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم کند و رابطهٔ میان آنها را به مدل ساختاری قابل‌درک تغییر دهد. به‌منظور مقایسهٔ معیارها با یکدیگر از ۵ مقدار و عبارات کلامی متناظر استفاده شد که نام این مقادیر در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. عبارات کلامی و اعداد متناظر روش دیمتل

تام	مقدار
بدون تأثیر	۰
تأثیر کم	۱
تأثیر متوسط	۲
تأثیر زیاد	۳
تأثیر بسیار زیاد	۴

برای انجام‌دادن تکنیک دیمتل چهار مرحله وجود دارد:

۱. تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم (Z): زمانی که از دیدگاه چندنفر استفاده می‌شود، میانگین سادهٔ دیدگاه‌ها مدنظر قرار می‌گیرد و ماتریس ارتباط مستقیم Z تشکیل می‌شود.

رابطهٔ ۱:

$$z = \frac{x^1 + x^2 + x^3 + \ldots + x^p}{p}$$

در این رابطه، P تعداد خبرگان و x^p، x^2،x^1 به‌ترتیب ماتریس مقایسهٔ زوجی خبرهٔ ۱، خبرهٔ ۲ و خبرهٔ P هستند.

۲. نرمال‌کردن ماتریس ارتباط مستقیم:

رابطهٔ ۲:

$$N = k * M$$

در رابطهٔ ۲، k حاصل عبارت زیر است. ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه و سپس معکوس بزرگ‌ترین عدد سطر و ستون k تشکیل می‌شود.

رابطهٔ ۳:

$$K=\frac{1}{\max \sum_{j=1}^{n} a_{ij}}$$

۳. محاسبهٔ ماتریس ارتباط کامل

رابطهٔ ۴:

$$T=N\times(I-N)^{-1}$$

۴. ایجاد نمودار علی

در این مرحله با استفاده از جمع عناصر سطر (D) و جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل، میزان تأثیرپذیری و تأثیرگذاری هر عامل به دست آمد؛ به‌طوری‌که بردار افقی (D + R)، میزان تأثیر و تأثر عامل مورد نظر در سیستم را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هرچه مقدار D + R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری به سایر عوامل سیستم دارد. همچنین، بردار عمودی (D - R) قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. به‌طورکلی اگر D - R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی، و اگر منفی باشد معلول محسوب می‌شود. به همین منظور یک دستگاه مختصات دکارتی ترسیم شد که در آن محور طولی مقادیر D + R و محور عرضی براساس D - R است. موقعیت هر عامل با نقطه‌ای به مختصات (D + R, D - R) در دستگاه معین شد. به این ترتیب، نموداری گرافیکی نیز به دست آمد.

یافته‌ها

این پژوهش شامل ۱۰ معیار است که با مطالعهٔ عمیق و مرور متون در کنار نظر خبرگان به دست آمده و شامل معیارهای زیر است:

۱. درک نامناسب محرک‌ها در محیط کار به‌دلیل نقص در هوشیاری و تمرکز (C۱)؛
۲. کمبود توجه و ناتوانی در به‌کارگیری مهارت‌های کاری پیشین (C۲)؛
۳. ناتوانی در یادآوری اطلاعات مربوط به انجام کار (C۳)؛
۴. عدم درک و تفسیر صحیح دستورالعمل‌ها و قوانین کاری (C۴)؛
۵. ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵)؛
۶. غفلت عادت‌محور از قوانین و دستورالعمل‌های کاری (C۶)؛
۷. غفلت آگاهانه از قوانین و دستورالعمل‌های کاری در شرایط خاص (C۷)؛
۸. عدم قابلیت انطباق (فیزیکی-روانی) با شرایط پیرامون در محیط کار (C۸)؛
۹. عدم قابلیت پیش‌بینی خطرات احتمالی در محیط کار (C۹)؛
۱۰. عدم قابلیت مدیریت هیجانات و ناتوانی در تسلط نسبی بر محیط کار (C۱۰).

ماتریس ارتباطات مستقیم در جدول ۲ آمده است. این جدول ادغام نظرات ۷ خبره براساس میانگین حسابی است.

جدول ۲. ماتریس ارتباطات مستقیم

عامل	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	۰/۰۰۰	۱/۸۵۷	۱/۸۵۷	۰/۸۵۷	۲/۷۱۴	۰/۴۲۹	۰/۴۲۹	۰/۸۵۷	۳/۵۷۱	۰/۸۵۷
C۲	۱/۲۸۶	۰/۰۰۰	۰/۲۸۶	۱/۷۱۴	۳/۰۰۰	۰/۴۲۹	۰/۰۰۰	۰/۲۸۶	۱/۵۷۱	۰/۷۱۴
C۳	۱/۷۱۴	۲/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲/۲۸۶	۳/۵۷۱	۰/۲۸۶	۱/۵۷۱	۰/۷۱۴	۱/۷۱۴	۱/۲۸۶
C۴	۰/۲۸۶	۰/۵۷۱	۰/۸۵۷	۰/۵۷۱	۳/۴۲۹	۱/۸۵۷	۱/۵۷۱	۱/۵۷۱	۲/۲۸۶	۱/۵۷۱
C۵	۱/۱۴۳	۰/۲۸۶	۰/۴۲۹	۰/۴۲۹	۰/۰۰۰	۰/۸۵۷	۰/۲۸۶	۰/۱۴۳	۱/۴۲۹	۱/۲۸۶
C۶	۱/۰۰۰	۱/۲۸۶	۰/۵۷۱	۰/۷۱۴	۲/۲۸۶	۰/۰۰۰	۱/۴۲۹	۰/۲۸۶	۱/۲۸۶	۱/۰۰۰
C۷	۱/۰۰۰	۱/۱۴۳	۰/۷۱۴	۰/۸۵۷	۲/۱۴۳	۱/۱۴۳	۰/۰۰۰	۰/۴۲۹	۱/۱۴۳	۰/۸۵۷
C۸	۱/۲۸۶	۰/۷۱۴	۰/۷۱۴	۲/۲۸۶	۱/۵۷۱	۰/۴۲۹	۰/۵۷۱	۰/۰۰۰	۱/۴۲۹	۱/۷۱۴
C۹	۱/۱۴۳	۱/۱۴۳	۰/۵۷۱	۰/۲۸۶	۱/۴۲۹	۰/۵۷۱	۰/۷۱۴	۰/۴۲۹	۰/۰۰۰	۲/۲۸۶
C۱۰	۰/۷۱۴	۰/۲۸۶	۰/۴۲۹	۱/۴۲۹	۱/۴۲۹	۰/۸۵۷	۱/۰۰۰	۰/۱۴۳	۰/۵۷۱	۰/۰۰۰

به‌منظور نرمالیزه‌کردن ماتریس به‌دست آمده، از روابط ۲ و ۳ استفاده شده است. ماتریس نرمال‌شده در جدول ۳ آمده است.

پس از محاسبهٔ ماتریس‌های نرمال‌شده، ماتریس روابط کل با توجه به رابطهٔ ۴ به دست آمد. جدول ۴ ماتریس روابط کل (T) را نشان می‌دهد.

جدول ۳. ماتریس نرمال‌شدهٔ دیمتل

عامل	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	۰/۰۰۰	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶	۰/۰۴۰	۰/۱۲۶	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۴۰	۰/۱۶۶	۰/۰۴۰
C۲	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۷۹	۰/۱۳۹	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۷۳	۰/۰۳۳
C۳	۰/۰۷۹	۰/۰۹۳	۰/۰۰۰	۰/۱۰۶	۰/۱۶۶	۰/۰۱۳	۰/۰۷۳	۰/۰۳۳	۰/۰۷۹	۰/۰۶۰
C۴	۰/۰۱۳	۰/۰۲۶	۰/۰۴۰	۰/۰۲۶	۰/۱۵۹	۰/۰۸۶	۰/۰۷۳	۰/۰۷۳	۰/۱۰۶	۰/۰۷۳
C۵	۰/۰۵۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۰	۰/۰۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۶۶	۰/۰۶۰
C۶	۰/۰۴۶	۰/۰۶۰	۰/۰۲۶	۰/۰۳۳	۰/۱۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۱۳	۰/۰۶۰	۰/۰۴۶
C۷	۰/۰۴۶	۰/۰۵۳	۰/۰۳۳	۰/۰۴۰	۰/۰۹۹	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۵۳	۰/۰۴۰
C۸	۰/۰۶۰	۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۰/۱۰۶	۰/۰۷۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۷۹
C۹	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۰۲۶	۰/۰۱۳	۰/۰۶۶	۰/۰۲۶	۰/۰۳۳	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۱۰۶
C۱۰	۰/۰۳۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۶۶	۰/۰۶۶	۰/۰۴۰	۰/۰۴۶	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰

جدول ۴. ماتریس روابط کل دیمتل معیارها

عامل	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	۰/۰۵۴	۰/۱۲۹	۰/۱۱۴	۰/۰۹۰	۰/۲۲۲	۰/۰۵۶	۰/۰۵۷	۰/۰۶۳	۰/۲۳۱	۰/۱۰۷
C۲	۰/۰۹۱	۰/۰۳۰	۰/۰۳۸	۰/۱۰۶	۰/۲۰۲	۰/۰۴۸	۰/۰۲۷	۰/۰۳۲	۰/۱۲۶	۰/۰۷۹
C۳	۰/۱۳۲	۰/۱۳۷	۰/۰۳۹	۰/۱۵۵	۰/۲۷۴	۰/۰۶۰	۰/۱۱۰	۰/۰۶۲	۰/۱۶۶	۰/۱۲۹
C۴	۰/۰۶۸	۰/۰۷۲	۰/۰۷۲	۰/۰۷۸	۰/۲۵۴	۰/۱۲۵	۰/۱۱۲	۰/۰۹۵	۰/۱۷۷	۰/۱۴۰
C۵	۰/۰۷۵	۰/۰۳۷	۰/۰۳۷	۰/۰۴۳	۰/۰۵۱	۰/۰۵۶	۰/۰۳۳	۰/۰۱۹	۰/۱۰۱	۰/۰۸۸
C۶	۰/۰۸۲	۰/۰۹۰	۰/۰۵۰	۰/۰۶۸	۰/۱۷۶	۰/۰۲۹	۰/۰۸۹	۰/۰۳۰	۰/۱۱۳	۰/۰۹۰
C۷	۰/۰۸۱	۰/۰۸۳	۰/۰۵۶	۰/۰۷۳	۰/۱۶۸	۰/۰۷۸	۰/۰۲۷	۰/۰۳۷	۰/۱۰۷	۰/۰۸۳
C۸	۰/۰۹۷	۰/۰۶۹	۰/۰۶۱	۰/۱۴۲	۰/۱۵۸	۰/۰۵۵	۰/۰۶۰	۰/۰۲۳	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹
C۹	۰/۰۸۳	۰/۰۷۹	۰/۰۴۷	۰/۰۴۸	۰/۱۲۹	۰/۰۵۰	۰/۰۵۶	۰/۰۳۴	۰/۰۴۹	۰/۱۳۸
C۱۰	۰/۰۵۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۸۸	۰/۱۲۱	۰/۰۶۲	۰/۰۶۷	۰/۰۲۲	۰/۰۶۹	۰/۰۳۴

گام بعدی به دست آوردن مجموع سطرها (D) و مجموع ستون‌ها (R) با استفاده از ماتریس روابط کل است. سپس D+R و D-R محاسبه شدند (جدول ۵).

شکل ۱ نمودار علی معیارها را نشان می‌دهد. محور افقی نشان‌دهندهٔ D+R و محور عمودی بیانگر D-R است.

به‌منظور تعیین روابط درونی میان عوامل ابتدا از ماتریس روابط کل (جدول ۶)، مقدار آستانه محاسبه می‌شود. اعداد صفر در سلول‌ها نشان می‌دهد دو عامل با هم رابطه ندارند. عدد ۱ نشان‌دهندهٔ رابطهٔ دو عامل است. در اینجا ارزش آستانه ۰/۰۸۷ به دست آمده است. همچنین ماتریس روابط میان عوامل در جدول ۷ آمده است. درنهایت، روابط میان عوامل با توجه به جدول ۶ ترسیم شده است (شکل ۲).

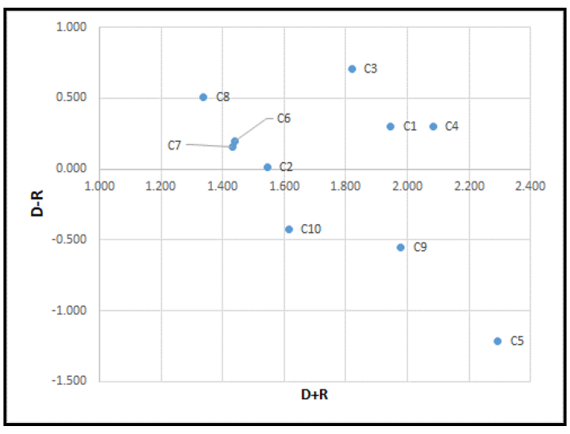
همان‌گونه که پیش‌تر ذکر شد، با توجه به جدول ۶ روابط درونی میان عوامل در شکل ۲ رسم شده است.

جدول ۵. مقادیر D و R

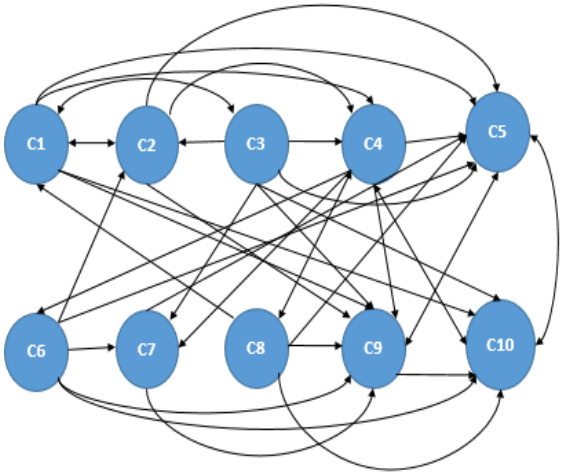
	D	R	D+R	D-R
C۱	۱/۱۲۲	۰/۸۲۲	۱/۹۴۴	۰/۳۰۰
C۲	۰/۷۸۰	۰/۷۶۴	۱/۵۴۴	۰/۰۱۵
C۳	۱/۲۶۵	۰/۵۵۴	۱/۸۱۹	۰/۷۱۰
C۴	۱/۱۹۲	۰/۸۹۱	۲/۰۸۲	۰/۳۰۱
C۵	۰/۵۴۱	۱/۷۵۴	۲/۲۹۴	-۱/۲۱۳
C۶	۰/۸۱۹	۰/۶۱۹	۱/۴۳۸	۰/۲۰۰
C۷	۰/۷۹۴	۰/۶۳۷	۱/۴۳۱	۰/۱۵۷
C۸	۰/۹۲۳	۰/۴۱۶	۱/۳۳۸	۰/۵۰۷
C۹	۰/۷۱۲	۱/۲۶۷	۱/۹۷۹	-۰/۵۵۵
C۱۰	۰/۵۹۶	۱/۰۱۸	۱/۶۱۴	-۰/۴۲۲

جدول ۶. ماتریس روابط عوامل پژوهش

عوامل	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷	C۸	C۹	C۱۰
C۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱
C۲	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰
C۳	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱
C۴	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
C۶	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱
C۷	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰
C۸	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱
C۹	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱
C۱۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰



شکل ۱. نمودار علی عوامل پژوهش



شکل ۲. روابط درونی عوامل پژوهش

بحث

این مطالعه با هدف ایجاد الگویی جدید برای عوامل شناختی مؤثر بر خطای انسانی، همچنین روابط میان عوامل تشکیل‌دهندهٔ آنها و شدت اثر روابط مذکور با استفاده از روش دیمتل انجام شد. عوامل شناختی و فردی تأثیرگذار بر شکل‌گیری یک رفتار همراه با خطا یا به عبارت بهتر خطای انسانی در محیط‌های شغلی عبارت‌اند از: درک نامناسب محرک‌ها در محیط کار به‌دلیل نقص در هوشیاری و تمرکز، کمبود توجه و ناتوانی در به‌کارگیری مهارت‌های کاری پیشین، ناتوانی در یادآوری اطلاعات مربوط به انجام‌دادن کار، عدم درک و تفسیر صحیح دستورالعمل‌ها و قوانین کاری، ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری، غفلت عادت‌محور از قوانین و دستورالعمل‌های کاری، غفلت آگاهانه از قوانین و دستورالعمل‌های کاری در شرایط خاص، نبود قابلیت انطباق (فیزیکی-روانی) با شرایط پیرامون در محیط کار، نبود قابلیت پیش‌بینی خطرهای احتمالی در محیط کار، عدم قابلیت مدیریت هیجانات و ناتوانی در تسلط نسبی بر محیط کار که با استفاده از پنل خبرگان و مرور متون استخراج شدند [۹، ۱۳، ۲۴]. با استفاده از روش دیمتل، روابط عوامل تحلیل شد. براساس اصول روش دیمتل، معیار D نشانهٔ تأثیرگذاری یک عامل است که با بیشترشدن این مقدار، عامل متناظر با آن تأثیرگذاری بیشتری دارد؛ بنابراین معیار ناتوانی در یادآوری اطلاعات مربوط به انجام کار (C۳) تأثیرگذارترین عامل است. در مطالعات گذشته نیز بارها بر اهمیت توانایی فرد در استفاده از اطلاعات قبل تأکید شده بود؛ به‌عنوان مثال Carpitella و همکاران در سال ۲۰۱۸ مطالعه‌ای را به‌منظور بررسی ارتباط علل منجر به رویداد خطای انسانی از دیدگاه خطر فاکتورهای سازمانی مؤثر در صنایع، با روش مشابه به روش استفاده‌شده در مطالعهٔ حاضر یعنی دیمتل انجام دادند و نتیجه گرفتند پردازش صحیح و به‌موقع اطلاعات و فراموش‌نکردن آنها نقش بسزایی در کاهش ریسک فاکتورها دارد [۲۵].

از سوی دیگر، نتایج نشان می‌دهد ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) تأثیرپذیرترین عامل است؛ زیرا با توجه به اینکه معیار R نشانهٔ تأثیرپذیری یک عامل محسوب می‌شود و با افزایش این مقدار، تأثیرپذیری آن نیز بیشتر خواهد شد، معیار ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) تأثیرپذیرترین عامل به شمار می‌آید. در پژوهش‌های مرتبط با حوزهٔ ارگونومی شناختی، تصمیم‌گیری آخرین حلقهٔ زنجیرهٔ پردازش اطلاعات در ذهن فرد است؛ به‌نحوی‌که در این فرایند عواملی مانند توجه، ادراک و پردازش در ذهن فرد، بر نحوهٔ تصمیم‌گیری که برآیند توانایی شخص در حل مسئله است، بسیار تأثیرگذار هستند [۱۳،۲۷]. یافته‌های این پژوهش با مطالعات گذشته از قبیل مطالعهٔ Olivares و همکاران در سال ۲۰۱۸ مطابقت دارد. در این مطالعه پس از ارائهٔ مدل کیفی برای ارزیابی خطای انسانی، عامل تصمیم‌گیری آخرین نتیجهٔ پردازش ذهن هنگام شکست شناختی انسان است [۱۲].

همچنین هرچه مقدار R+D بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل دارد و از اهمیت بیشتری برخوردار است. در این پژوهش عامل ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) بیشترین ارتباط را با دیگر عوامل دارد. همان‌گونه که پیش‌تر نیز ذکر شد، حاصل همهٔ فرایندهای ذهنی یک فرد در موقعیت‌های مختلف، تصمیم‌گیری اوست. وقتی فرد هنگام انجام‌دادن عملی با دستاوردی غیرمنطبق و با هدف از پیش تعیین شده، یا همان خطای انسانی، به‌صورت نامرتبط یا نادرستی تصمیم‌گیری می‌کند یا فرایند حل مسئله را به‌خوبی پیش نمی‌برد، حصول چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست [۲۸]. در مطالعات گذشته برداشت‌های متفاوتی از این حقیقت شناختی صورت گرفته است؛ به‌عنوان مثال، در مطالعهٔ Brehm و همکاران در سال ۲۰۱۷، تصمیم‌گیری‌های فردی، عامل اصلی در عدم اطمینان ایمنی سیستم به‌ویژه در زمان طراحی کارخانه و در هنگام بهره‌برداری و عملیات در ارتباط با نیروی کار است [۲۹].

با توجه به نتایج به دست آمده، در این پژوهش عوامل C۵ و C۹ از نوع معلول و بقیهٔ عوامل علت هستند؛ زیرا اگر مقدار R-D مثبت باشد آن عامل متغیر علت محسوب می‌شود و در صورت منفی‌شدن آن، عامل مدنظر متغیر معلول محسوب می‌شود؛ بنابراین منفی‌شدن عوامل ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری و عدم قابلیت پیش‌بینی خطرات احتمالی در محیط کار، نشان می‌دهد در صورت کنترل و پایش این دو عامل می‌توان از بروز رفتاری با ریشهٔ خطای انسانی پیشگیری کرد یا آن را به حداقل ممکن کاهش داد. در مطالعهٔ Schulz و همکاران در سال ۲۰۱۶، آگاهی موقعیتی مهم‌ترین عامل در وقوع خطای انسانی به‌ویژه در شرایط اضطراری شناخته شده است [۳۰].

به‌طورکلی، با نگاهی به نتایج این پژوهش می‌توان دریافت در تدوین الگو یا مدل‌های مختلف که با هدف درک بهتر عوامل تأثیرگذار بر مفهومی معین ارائه می‌شوند، توجه به روابط میان عوامل بسیار حیاتی است؛ به‌طوری‌که در مطالعهٔ حاضر، تأثیرپذیرترین و تأثیرگذارترین عوامل در حوزهٔ شکل‌گیری رفتاری بر پایهٔ خطای انسانی تعیین و تحلیل شدند. با چنین روندی می‌توان به اولویت‌بندی‌های بهتر در محیط‌های شغلی به‌ویژه به‌منظور تخصیص منطقی‌تر منابع و امکانات پرداخت. با وجود این، مدل ارائه‌شده در مطالعهٔ حاضر تنها براساس نظرات خبرگان است و می‌تواند برحسب داده‌های واقعی از انواع صنایع و با توجه به ماهیت متفاوت آنها تغییر کند؛ بنابراین استفاده از این روش در استخراج عوامل و روابط میان آنها در صنایع مختلف با ماهیت‌های گوناگون برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش معیارهای ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) و نبود قابلیت پیش‌بینی خطرات احتمالی در محیط کار (C۹) از نوع معلول و بقیه معیارهای علت هستند. معیار ناتوانی در حل مسئله و تصمیم‌گیری (C۵) بیشترین ارتباط را با دیگر عوامل دارد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی به شمارهٔ ۹۵۰۱۰۴۱۱۴۱۰ و تحت حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاهٔ علوم پزشکی شیراز انجام شده است.

تضاد منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارضی در منابع وجود ندارد.

References

1. Flin R, Mearns K, O'Connor P, Bryden R. Measuring safety climate: identifying the common features. Safety science. 2000;34(1):177-92. https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00012-6
2. Moura R, Beer M, Patelli E, Lewis J, Knoll F. Learning from major accidents to improve system design. Safety science. 2016;84:37-45. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.11.022
3. Reason J. Understanding adverse events:human factors. Quality in health care. 1995;4:80-9. https://doi.org/10.1136/qshc.4.2.80
4. Hollnagel E. Human reliability analysis:Context and Control. Academic Press; 1993.
5. Dhillon BS. Human reliability and error in transportation systems. Springer Science & Business Media. 2007.
6. Kumar P, Gupta S, Agarwal M, Singh U. Categorization and standardization of accidental risk-criticality levels of human error to develop risk and safety management policy. Safety science. 2016;85:88-98. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.01.007
7. Van Cott H. Human errors: Their causes and reduction. InHuman error in medicine 2018 Feb 6 (pp. 53-65). CRC Press.https://doi.org/10.1201/9780203751725-4
8. Castillo E, Calviño A, Grande Z, Sánchez-Cambronero S, Gallego I, Rivas A, et al. A Markovian–Bayesian network for risk analysis of high speed and conventional railway lines integrating human errors. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2016;31(3):193-218. https://doi.org/10.1111/mice.12153
9. Madigan R, Golightly D, Madders R. Application of Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) to UK rail safety of the line incidents. Accident Analysis & Prevention. 2016;97:122-31. https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.023
10. Abbassi R, Khan F, Garaniya V, Chai S, Chin C, Hossain KA. An integrated method for human error probability assessment during the maintenance of offshore facilities. Process Safety and Environmental Protection. 2015;94:172-9. https://doi.org/10.1016/j.psep.2015.01.010
11. Graziano A, Teixeira A, Soares CG. Classification of human errors in grounding and collision accidents using the TRACEr taxonomy. Safety science. 2016;86:245-57. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.026
12. Olivares RDC, Rivera SS, Mc Leod JEN. A novel qualitative prospective methodology to assess human error during accident sequences. Safety science. 2018;103:137-52. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.023
13. Akyuz E, Celik M. A methodological extension to human reliability analysis for cargo tank cleaning operation on board chemical tanker ships. Safety Science. 2015;75:146-55. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.02.008
14. Stanton NA, Salmon PM, Rafferty LA, Walker GH, Baber C, Jenkins DP. Human factors methods: a practical guide for engineering and design: CRC Press; 2017. https://doi.org/10.4324/9781351156325
15. Mandal S, Singh K, Behera R, Sahu S, Raj N, Maiti J. Human error identification and risk prioritization in overhead crane operations using HTA, SHERPA and fuzzy VIKOR method. Expert Systems with Applications. 2015;42(20):7195-206. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.05.033
16. Horberry T, Burgess-Limerick R, Steiner LJ. Human factors for the design, operation, and maintenance of mining equipment: CRC Press; 2016. https://doi.org/10.1201/9781439802335
17. Martinez MG, Zouaghi F, Garcia MS. Capturing value from alliance portfolio diversity: The mediating role of R&D human capital in high and low tech industries. Technovation. 2017;59:55-67. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.06.003
18. Akyuz E, Celik E. A modified human reliability analysis for cargo operation in single point mooring (SPM) off-shore units. Applied Ocean Research. 2016;58:11-20. https://doi.org/10.1016/j.apor.2016.03.012
19. Thiels CA, Lal TM, Nienow JM, Pasupathy KS, Blocker RC, Aho JM, et al. Surgical never events and contributing human factors. Surgery. 2015;158(2):515-21. https://doi.org/10.1016/j.surg.2015.03.053
20. Evans M, Maglaras LA, He Y, Janicke H. Human behaviour as an aspect of cybersecurity assur-

ance. Security and Communication Networks. 2016;9(17):4667-79.https://doi.org/10.1002/sec.1657

21. Woods DD, Dekker S, Cook R, Johannesen L, Sarter N. Behind human error: CRC Press; 2017. https://doi.org/10.1201/9781315568935
22. Reason J, Hobbs A. Managing maintenance error: a practical guide: CRC Press; 2017. https://doi.org/10.1201/9781315249926
23. Simpson G, Horberry T. Understanding human error in mine safety: CRC Press; 2018. https://doi.org/10.1201/9781315549194
24. Dekker S. The field guide to understanding'human error': CRC press; 2017. https://doi.org/10.1201/9781315239675
25. Carpitella S, Carpitella F, Certa A, Benítez J, Izquierdo J. Managing Human Factors to Reduce Organisational Risk in Industry. Mathematical and Computational Applications. 2018;23(4):67. https://doi.org/10.3390/mca23040067
26. Guo BH, Yiu TW, González VA. Predicting safety behavior in the construction industry: Development and test of an integrative model. Safety science. 2016;84:1-11.
27. Shou W, Wang J, Wang X, Chong HY. A comparative review of building information modelling implementation in building and infrastructure industries. Archives of computational methods in engineering. 2015;22(2):291-308. https://doi.org/10.1007/s11831-014-9125-9
28. Aalipour M, Ayele YZ, Barabadi A. Human reliability assessment (HRA) in maintenance of production process: a case study. International Journal of System Assurance Engineering and Management. 2016;7(2):229-38. https://doi.org/10.1007/s13198-016-0453-z
29. Brehm E, Hertle R, Wetzel M, editors. Influence of Human Error on Structural Reliability. IABSE Symposium Report; 2017: International Association for Bridge and Structural Engineering.
30. Schulz CM, Krautheim V, Hackemann A, Kreuzer M, Kochs EF, Wagner KJ. Situation awareness errors in anesthesia and critical care in 200 cases of a critical incident reporting system. BMC anesthesiology. 2015;16(1):4. https://doi.org/10.1186/s12871-016-0172-7