

Identification and Assessment of Human Errors in Car Driving Using Cognitive Reliability Error Analysis Method

Zahra Najafi¹, Shirazeh Arghami^{2,*}

¹ MSc, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

² Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

* **Corresponding Author:** Shirazeh Arghami, Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran. Email: arghami@zums.ac.ir

Abstract

Received: 08/10/2018

Accepted: 11/12/2018

How to Cite this Article:

Najafi Z, Arghami S. Identification and Assessment of Human Errors in Car Driving Using Cognitive Reliability Error Analysis Method. *J Occup Hyg Eng.* 2018; 5(3): 63-75. DOI: 10.21859/johe.5.3.63

Background and Objective: Road accidents are among the major problems of transportation in Iran. There are four factors involved in road accidents, including the human, road, vehicle, and environment. Among these, human (driver) error has an important role in 70-90% of the accidents. Therefore, the present study aimed to identify and examine driver's errors using the Cognitive Reliability Error Analysis Method (CREAM).

Materials and Methods: This descriptive cross-sectional study was carried out to examine a specific scenario involving driving tasks. First, driving tasks for the scenario were analyzed using the Hierarchical Task Analysis. Then, using the primary and broad CREAM techniques, possible driver controls and cognitive errors were determined for the tasks.

Results: Based on the obtained results of the scenario using the primary CREAM technique, nine driver tasks were determined, including wearing a seat-belt, controlling the indicators, acceleration changing, direction changing, adjusting the distance, stopping the car, turning off the car, unbuckling the seat belt, and the light type of tactical control. Then, using the broad CREAM technique, the error levels of execution, observation, and interpretation were reported as 71.87%, 18.75%, and 9.38%, respectively.

Conclusion: In the present study, four items were identified regarding the performance-reducing conditions using the primary CREAM technique. In this regard, the factor of working conditions with one case and performing two or more tasks simultaneously with three cases were introduced as the most effective performance-reducing factors that can decrease the risk of driver's errors through their reduction. Moreover, 32 driver's errors were identified according to the broad CREAM technique. Based on the results, the most common cognitive errors included execution and observation errors. With regard to the proposed controls, the risk of human errors can be reduced for the analyzed subtasks.

Keywords: CREAM Technique; Driver; Human Error; Performance Reliability; Road Traffic Safety

شناسایی و واکاوی خطاهای راننده با استفاده از تکنیک CREAM

زهرا نجفی^۱، شیرازه ارقامی^{۲*}

^۱ دانشجوی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
^۲ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

* نویسنده مسئول: شیرازه ارقامی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.
ایمیل: arghami@zums.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: امروزه تصادفات و خسارات ناشی از آن یکی از مشکلات عمده حمل و نقل جاده‌ای در کشور می‌باشد. چهار عامل انسان، جاده، وسیله نقلیه و محیط در پدید آمدن تصادفات رانندگی تأثیر دارند که در این میان، سهم عامل انسان (راننده) ۷۰ تا ۹۰ درصد می‌باشد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی خطاهای راننده با استفاده از روش CREAM (Cognitive Reliability Error Analysis Method) انجام شد.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۱۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۲۰

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

مواد و روش‌ها: مطالعه توصیفی-مقطعی حاضر برای یک سناریوی مشخص از وظایف رانندگی اجرا گردید. بدین منظور ابتدا با استفاده از روش واکاوی سلسله‌مراتبی (HTA: Hierarchical Task Analysis)، وظایف شغلی رانندگی برای سناریوی مورد نظر واکاوی شدند.

یافته‌ها: براساس نتایج سناریوی مورد نظر، نه وظیفه برای راننده شامل: بستن کمربند ایمنی، کنترل نشانگرها، شروع حرکت، تغییر شتاب، تغییر مسیر، تنظیم فاصله، توقف خودرو، خاموش کردن و بازکردن کمربند ایمنی به‌عنوان سبک کنترل تاکتیکی تعیین گردید. براساس نتایج روش گسترده CREAM نیز میزان خطای اجرا معادل ۷۱/۸۷ درصد، میزان خطای مشاهده برابر با ۱۸/۷۵ درصد و میزان خطای تفسیر معادل ۹/۳۸ درصد تعیین گردید.

نتیجه‌گیری: در مطالعه حاضر مطابق با روش اولیه CREAM، چهار مورد به‌عنوان شرایط کاهنده عملکرد شناسایی شدند. در این ارتباط، عامل شرایط کار با یک مورد و انجام دو یا چند کار به‌طور هم‌زمان با سه مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل کاهنده عملکرد معرفی گردیدند که می‌توان با کاهش آن‌ها موجب کاهش احتمال خطای راننده شد. عامل شرایط کار با یک مورد و انجام دو یا چند کار به‌طور هم‌زمان با سه مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل کاهنده عملکرد شناسایی شدند که می‌توان با کاهش آن‌ها موجب کاهش احتمال خطای راننده شد. همچنین مطابق با روش گسترده CREAM، ۳۲ خطا برای راننده شناسایی گردید. بر مبنای نتایج، بیشترین خطاهای شناختی دربردارنده خطای اجرا و مشاهده بودند که با توجه به کنترل‌های پیشنهاد شده می‌توان زمینه کاهش احتمال خطای انسانی را فراهم آورد.

واژگان کلیدی: اعتمادپذیری عملکرد؛ ایمنی ترافیک؛ تکنیک CREAM؛ خطای انسانی؛ راننده

مقدمه

جهانی بهداشت بیانگر این حقیقت است که سالانه حدود ۱/۲۵ میلیون نفر در سراسر دنیا در اثر سوانح رانندگی جان خود را از دست می‌دهند. همچنین براساس پیش‌بینی‌های این سازمان در صورت عدم اتخاذ تصمیمات جدی در زمینه کاهش این سوانح تا سال ۲۰۲۰، میزان مرگ و میرهای ناشی از آن‌ها تا حدود ۶۷ درصد افزایش می‌یابد [۳،۴].

متأسفانه این آمار در ایران وخامت بیشتری دارد و سوانح جاده‌ای دومین علت مرگ و شایع‌ترین دلیل مصدومیت می‌باشند

تصادفات خودرو و پیامدهای آن به‌عنوان یکی از علل عمده مرگ و صدمات محسوب می‌شود. تصادفات ممکن است بر اثر برخورد دو وسیله نقلیه، یک وسیله نقلیه و یک انسان یا حیوان، انحراف از مسیر وسیله نقلیه و برخورد با اجسام کنار جاده، واژگونی و غیره به وجود آید. در تمامی این موارد احتمال دخالت دو عامل انسانی و غیرانسانی وجود دارد [۱]. عمده این تصادفات و حوادث جاده‌ای (ترافیکی) روندی رو به رشد در کشورهای درحال توسعه دارند [۲] و آمارهای گزارش شده از سوی سازمان

وظیفه انجام می‌شود را بیش از ویژگی‌های وظیفه دانسته‌اند که این امر منجر به تغییر روند واکاوی شکست انسان گردید. اگر زمینه/محیط عامل اصلی مؤثر در شکست عملکرد انسان باشد، رابطه میان زمینه و احتمال شکست انسان باید مدل‌سازی گردد. این اصل اساسی به اصطلاح روش‌های نسل دوم از HRA همانند روش واکاوی خطا و اعتمادپذیری شناختی CREAM و تکنیک واکاوی خطای انسانی (ATHEANA: A Technique for Human Error Analysis) می‌باشد. تمرکز اصلی روش‌های نسل دوم فرایند ارزیابی اعتمادپذیری انسان بر خطاهای اولیه انسانی است [۱۶-۱۸]. روش واکاوی خطا با تأکید بر اعتمادپذیری شناختی انسان (CREAM) که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت، از روش‌های نسل دوم می‌باشد که توسط Hollangel در سال ۱۹۹۸ به‌عنوان روش دقیق و با ساختار مناسب برای واکاوی اعتمادپذیری و خطای شناختی انسانی معرفی گردیده است [۱۷]. روش CREAM از یک روش اولیه و یک روش توسعه‌یافته تشکیل شده است که هدف روش اولیه، افزایش اعتمادپذیری عملکرد و کاهش احتمال کلی خطای شناختی می‌باشد که برای این منظور باید نوع سبک کنترلی از نوع کنترل لحظه‌ای به سوی کنترل استراتژیک حرکت کند. هدف نسخه توسعه‌یافته نیز نشان‌دادن غربالگری اولیه از تعامل انسان می‌باشد که در آن وظایف بر مبنای سبک کنترلی طبقه‌بندی شده‌اند [۱۷].

از مهم‌ترین مزیت‌های روش CREAM نسبت به دیگر روش‌های ارزیابی خطاهای انسانی، ساختار نظام‌مند آن برای تعریف و کمی‌سازی خطاهای انسانی به‌صورت آینده‌نگر (پیش‌بینی خطاهای انسانی) و گذشته‌نگر (واکاوی رخدادها)، رویه‌های طبقه‌بندی‌شده، مدل کنترلی شناختی بر حسب موقعیت و تعریف علت خطای‌های انسانی بر پایه عوامل مرتبط با انسان، فناوری و سازمان می‌باشد [۱۷، ۱۹، ۲۰].

در این پژوهش از روش CREAM با رویکرد ارگونومی شناختی به‌منظور تعیین سبک‌های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی و نیز تعیین پروفایل نیازهای شناختی به‌منظور بررسی ریشه‌های دلایل وقوع خطاهای شناختی در راننده خودروی سواری هنگام رانندگی استفاده گردید.

سناریوی مورد مطالعه

در این مطالعه برای شناسایی خطاهای راننده، یک راننده حرفه‌ای دارای ۲۰ سال سابقه در این شغل انتخاب شد که با خودروی سواری پژو پارس رانندگی می‌کند و شرایط کار پیچیده و مشغله ذهنی فراوانی دارد. در سناریوی مورد نظر، این راننده قصد حرکت در یک مسیر مستقیم را دارد. این راننده در یک روز آفتابی از پارک خارج شده و به مسیر اصلی که دارای ترافیک می‌باشد وارد می‌شود. در میانه راه برای ادامه حرکت از یک خودروی سبقت می‌گیرد و سرعت خود را افزایش می‌دهد. با نزدیک‌شدن

[۵، ۶]؛ به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۹۶ تعداد متوفیان جاده‌ای در ایران معادل ۱۶۲۰۱ هزار نفر و تعداد مصدومین بیش از ۳۳۵۹۹۵ هزار نفر بوده است. باید خاطر نشان ساخت که این آمار نسبت به میانگین آمار جهانی چندین برابر بالاتر می‌باشد [۷].

براساس بررسی‌های انجام‌شده، چهار عامل اصلی تصادفات رانندگی عبارت هستند از: انسان (راننده)، جاده، وسیله نقلیه و محیط. بررسی‌های انجام‌شده درباره سوانح جاده‌ای در ایران بیانگر این حقیقت هستند که عامل انسان (راننده) مهم‌ترین علت بروز تصادفات رانندگی در ایران می‌باشد [۸]. به بیان دقیق‌تر، در ۷۰ تا ۹۰ درصد از تصادفات رانندگی در ایران، عامل انسانی مسئول رخداد تصادفات شناخته شده است [۹].

رفتار رانندگی خودرو فعالیت می‌باشد که به ایمنی بالا نیاز دارد. ایمنی رانندگی توسط بسیاری از عوامل مانند شرایط جاده، آب و هوا، طراحی خودرو، وضعیت راننده، خطاهای وی و غیره تحت تأثیر قرار می‌گیرد. خطاهای انسانی به‌عنوان عامل اصلی ایمنی رانندگی به وسیله عوامل درونی و عوامل محیط خارجی ایجاد می‌شوند. با این وجود، خطای انسانی به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تخلفات رانندگی محسوب می‌گردد [۱۰، ۱۱]. منظور از خطاهای انسانی، تمامی حالات و حرکات انسانی است که می‌تواند به‌طور بالقوه ایجاد خطر نماید. این خطاها در برخی از موارد نه‌تنها برای خود فرد، بلکه برای افراد جامعه زبان‌بار می‌باشند [۱۲]. در حقیقت، خطای انسانی شکست ناخواسته فعالیت‌های هدفمند و برنامه‌ریزی‌شده در دستیابی به یک نتیجه مطلوب است [۱۳، ۱۴]. علاوه‌براین، خطا نتیجه محدودیت‌های فیزیولوژیک و روان‌شناختی انسان بوده و به‌گونه‌ای چشمگیر پیچیده می‌باشد [۱۵]. ارزیابی خطای انسانی به وسیله تکنیک‌هایی صورت می‌گیرد که در ارزیابی‌های ارگونومیک بسیار به کار می‌روند؛ اما این تکنیک‌ها به‌ندرت برای خطای راننده مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این پژوهش برای شناسایی خطاهای احتمالی راننده از تکنیکی با عنوان "روش واکاوی خطا با تأکید بر اعتمادپذیری شناختی انسان" (CREAM) استفاده شد.

مواد و روش‌ها

روش CREAM

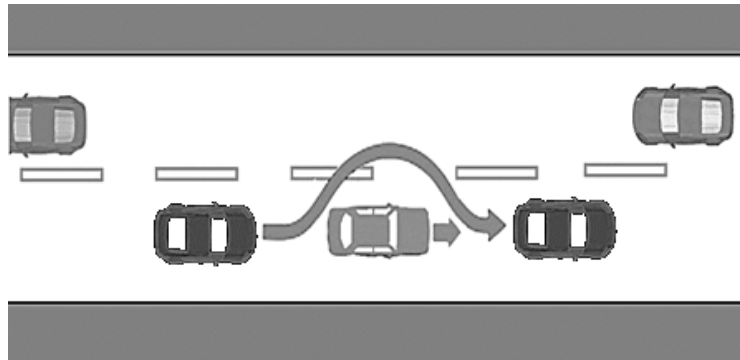
روش‌های ارزیابی اعتمادپذیری (HRA: Human Reliability Assessment) در اوایل دهه ۱۹۷۰ برای ارزیابی خطر به وجود آمدند. تا پیش از مقاله Dogherty (۱۹۹۰)، روش‌های ارزیابی اعتمادپذیری انسانی به‌عنوان روش‌های نسل اول و پس از آن به‌عنوان روش‌های نسل دوم فرایند ارزیابی اعتمادپذیری انسان (HRA) نام‌گذاری گردیدند. روش‌های اولیه HRA که به اصطلاح نسل اول نامیده می‌شوند، مانند تکنیک پیش‌بینی نرخ خطای انسانی (THERP: Technique for Human Error Rate) حول محور خطای انسانی شکل گرفته‌اند. نتایج مطالعات گسترده در مورد عملکرد انسان در حوادث، اهمیت شرایطی که در آن

واکاوی شد. در ادامه، از روش CREAM به‌عنوان یکی از تکنیک‌های ارزیابی خطاهای انسانی و اعتمادپذیری انسان برای شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی استفاده گردید. شایان ذکر می‌باشد که تکنیک CREAM از یک نسخه اولیه و یک نسخه توسعه‌یافته تشکیل شده است و مطابق با مراحل زیر انجام می‌شود (شکل ۲).

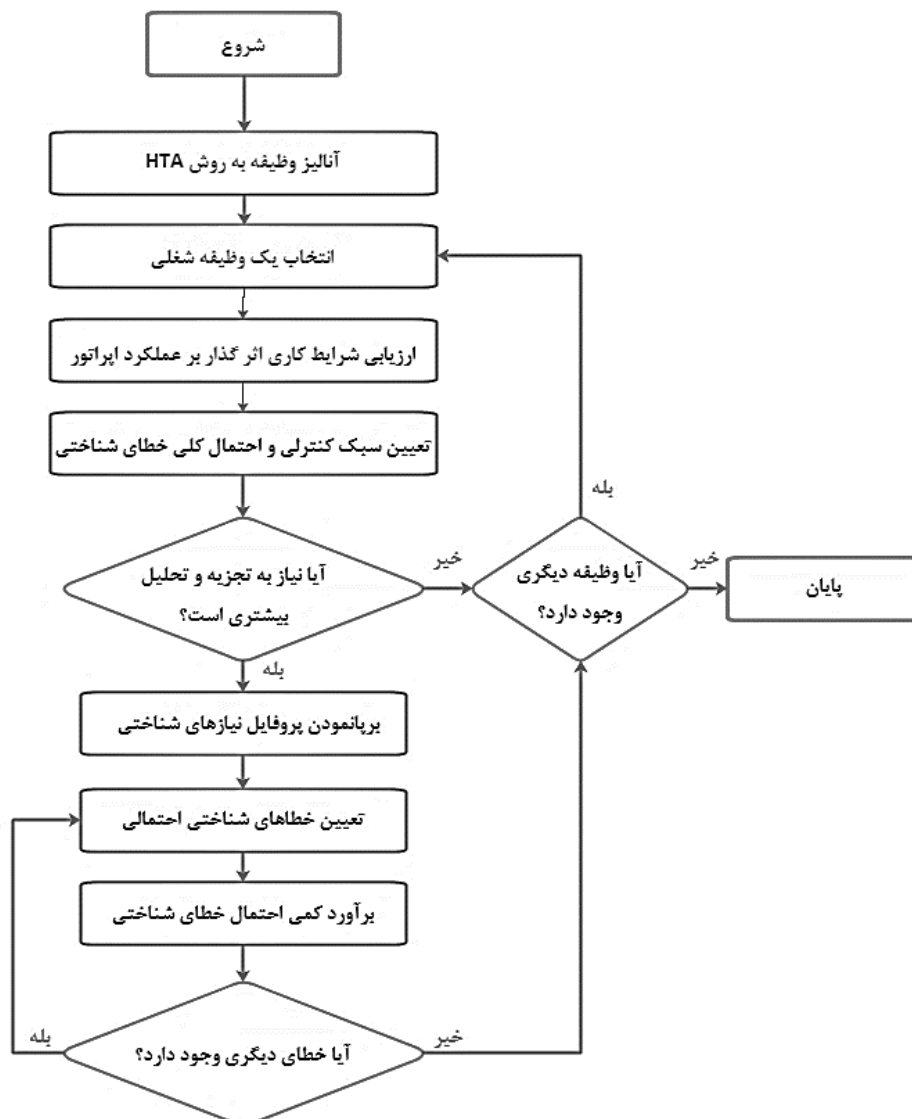
به مقصد، سرعت خود را کاهش داده و در کنار خیابان پارک می‌کند (شکل ۱).

روش انجام کار

پس از مصاحبه با راننده و مشاهده تمامی مراحل کاری در سناریوی مورد نظر، وظیفه شغلی راننده براساس روش HTA



شکل ۱: نمایی از سناریوی مورد بررسی



شکل ۲: مراحل اجرای روش CREAM

مرحله ۱: واکاوی خطا با استفاده از روش اولیه CREAM
تجزیه سلسله‌مراتبی وظایف شغلی (HTA)

روش واکاوی سلسله‌مراتبی شغلی (HTA) در سال ۱۹۷۱ توسط Annett و همکاران طراحی گردید و Stanton و Yang در سال ۱۹۹۹ آن را برای واکاوی تمامی وظایف شغلی در نیروگاه‌های اتمی و کارخانجات شیمیایی به کار گرفتند که نتایج آن در قالب چارت و جدول ارائه گردید [۲۱-۲۳]. این روش با در نظر گرفتن هدف نهایی، شغل مورد نظر را به مرتبه‌های لازم تجزیه می‌سازد و جهت دستیابی به آن هدف، وظیفه به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌گردد [۲۴]. مهم‌ترین مزیت این روش، تجزیه وظیفه به زیروظایف برای پیش‌بینی خطا می‌باشد که برای این منظور از مصاحبه با اپراتورها و مشاهده فرایند کاری در روزهای متوالی استفاده می‌گردد [۲۵].

با استفاده از این روش تمامی وظایف اصلی و زیروظیفه‌های مربوط به شغل رانندگی استخراج گردید.

بررسی شرایط کار اثرگذار بر عملکرد کاربر (CPCs):
Common Performance Conditions) و شناسایی اثر

مورد انتظار بر سطح قابلیت اطمینان عملکرد

شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد، ساختار جامعی از ویژگی‌های محیط کار را شامل می‌شوند که بر عملکرد فرد و احتمال وقوع خطا تأثیرگذار می‌باشند [۱۷]. این شرایط دربرگیرنده چهار عامل مدیریتی، فردی، فنی و تجهیزاتی هستند که شامل: توانمندی سازمان، شرایط کار، تناسب سامانه‌های انسان-خودرو، دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها، انجام دو یا چند کار به‌طور هم‌زمان، زمان در دسترس برای انجام کار، زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)، کیفیت آموزش و تجربیات کاری، همکاری و تعامل میان همکاران می‌باشند [۱۷].

تمامی این عوامل پس از انجام واکاوی وظایف شغلی و مصاحبه با راننده مورد نظر توسط تحلیل‌گر در جدول ارائه شده (جدول ۱) در روش CREAM تکمیل شدند. شایان ذکر

جدول ۱: بررسی شرایط کار اثرگذار بر عملکرد راننده

ردیف	شرایط کار اثرگذار بر عملکرد (CPCs)	توصیف	اثر مورد انتظار بر سطح قابلیت عملکرد انسان	شاخص تأثیر عملکرد
۱	توانمندی سازمان	بسیار کارآمد	بهبود	-۰/۶
		کارآمد	بی‌تأثیر	۰/۰
		ناکارآمد	کاهش	۱/۰
۲	شرایط کار	عالی	بهبود	-۰/۶
		متناسب	بی‌تأثیر	۰/۰
		نامتناسب	کاهش	۱/۰
۳	تناسب سیستم‌های انسان-خودرو؛ حمایت‌های عملیاتی مؤثر	عالی	بهبود	-۱/۲
		کافی	بی‌تأثیر	-۰/۴
		تاب‌آوردنی	بی‌تأثیر	۰/۰
۴	دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها	نامناسب	کاهش	۱/۴
		مناسب	بهبود	-۱/۲
		تاب‌آوردنی	بی‌تأثیر	۰/۰
۵	انجام دو یا چند کار به‌طور هم‌زمان	کمتر از توان فرد	بهبود	۰/۰
		متناسب با توان فرد	بی‌تأثیر	۰/۰
		بیش از توان فرد	کاهش	۱/۲
۶	زمان در دسترس برای انجام کار	کافی	بهبود	-۱/۴
		ناکافی (به‌طور موقت)	بی‌تأثیر	۱/۰
		ناکافی (به‌طور دائم)	کاهش	۲/۴
۷	زمان انجام کار (ریتم سیرکادین)	نوبت کار (منظم)	بی‌تأثیر	۰/۰
		نوبت کار (نامنظم)	کاهش	۰/۶
		کافی (با تجربه بالا)	بهبود	-۱/۴
۸	کیفیت آموزش و تجربیات کاری	کافی (با تجربه محدود)	بی‌تأثیر	۰/۰
		ناکافی	کاهش	۱/۸
		عالی	بهبود	-۱/۴
۹	همکاری و تعامل میان همکاران	خوب	بی‌تأثیر	۰/۰
		ضعیف	بی‌تأثیر	۰/۴
		نیبود همکاری	کاهش	۱/۴
		عالی	بهبود	-۱/۴

رانندگی در آن انجام می‌شوند. علاوه بر این، نشان‌دهنده آن است که آیا رانندگان با زمان فعلی سازگار هستند یا خیر؟

۸. کفایت آموزش (CPC8)

این CPCs بیانگر سطح مهارت رانندگی می‌باشد. بر خلاف دیگر اقدامات، وظیفه رانندگی باید توسط افرادی که دارای صلاحیت لازم هستند، انجام شود. سطح افراد در زمینه‌هایی مانند تجربه و میزان آشنایی با مسیر رانندگی متفاوت می‌باشد.

۹. کیفیت همکاری خدمه (CPC9)

این مهم به معنای توزیع وظایف رانندگی و همکاری دیگر کاربران مسیر بوده و برای آن دسته از اقدامات رانندگی می‌باشد که کار زیادی داشته و به زمان زیادی برای تکمیل شدن نیاز دارند.

تعیین سطح کنترلی و تعیین احتمال خطای کلی (CFPt: Cognitive Failure Probability Total)

شاخص سطح کنترلی برای CPCs ارزش عددی داشته و عددی صحیح در بازه اعداد -۷ تا +۹ می‌باشد. با کسر تعداد کل فعالیت‌هایی که منجر به بهبود عملکرد ($\Sigma Improve$) می‌شوند از تعداد کل فعالیت‌هایی که باعث کاهش عملکرد ($\Sigma Reduce$) می‌گردند، شاخص سطح کنترلی به دست می‌آید [۱۷]:

$$CFPt = \Sigma Reduce - \Sigma Improve$$

با استفاده از دیاگرام (شکل ۳) و شاخص سطح کنترلی (β)، سطح کنترلی به دست می‌آید که عملکرد کنترلی فرد در برابر خطا با شرایط قرارگیری در آن را نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که با پایین آمدن درجه کنترل فرد بر کارکرد خود، احتمال خطای انسانی افزایش می‌یابد [۱۷]. کنترل‌ها در روش CREAM در بردارنده چهار سطح می‌باشند که به ترتیب افزایش درجه کنترل عبارت هستند از:

- کنترل اتفاقی: بیانگر محیطی است که در آن فرد درباره کاری که می‌خواهد انجام دهد، بدون تفکر و یا با تفکر اندک تصمیم می‌گیرد.

- کنترل لحظه‌ای: معرف شرایطی است که در آن فرد وظیفه خود را براساس طرح و برنامه انجام نمی‌دهد؛ بلکه آن را براساس عادت و یا تجربه انجام می‌دهد.

- کنترل تاکتیکی: نشان‌دهنده وضعیتی است که در آن عملکرد مبتنی بر برنامه‌ریزی شکل می‌گیرد و فرد براساس قواعدی که در اختیار دارد، فعالیت خود را انجام می‌دهد.

- کنترل استراتژیک: شرایط بسیار سازماندهی شده‌ای است که به موجب آن، اپراتور کنترل مؤثری بر عملکرد خود دارد [۱۷، ۲۶].

است که CPCs برای توصیف وضعیتی استفاده می‌شوند که راننده وظایف خود را در آن وضعیت انجام می‌دهد. از سوی دیگر، هر CPC عواملی را شرح می‌دهد که رفتارهای رانندگی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

۱. کفایت سازمان (CPC1)

توصیف‌کننده کیفیت پشتیبانی و منابعی است که برای اقدامات هنگام رانندگی در نظر گرفته شده‌اند. اقدامات در اینجا در بردارنده نگهداری خودرو، تبادل اطلاعات، تنظیم سیستم سیگنال جاده‌ای و غیره می‌باشد.

۲. شرایط کاری (CPC2)

این مهم منعکس‌کننده شرایطی است که اقدامات هنگام رانندگی در آن شرایط انجام می‌شوند. این مورد علاوه بر عوامل محیط داخلی مانند ارتعاش، نویز، روشنایی، دما و رطوبت، تهویه و غیره، در بردارنده عوامل بیرونی مانند شرایط جاده، آب و هوا و غیره می‌باشد.

۳. کفایت MMI (Man-Machine Interface) و پشتیبانی عملیاتی (CPC3)

این مهم بیانگر منطقی بودن رابط کاربری (وسایلی که راننده به کمک آن با خودرو تعامل برقرار می‌کند؛ مانند فرمان، دنده، کلاچ و دیگر کنترل‌ها) در داخل کابین است؛ زیرا بیشتر اقدامات هنگام رانندگی در محیط کابین انجام می‌شوند. این بخش نشان می‌دهد که آیا طراحی هر بخش از کابین با اصول مهندسی سازگار و منطبق می‌باشد یا خیر؟

۴. دردسترس بودن رویه‌ها یا برنامه‌ها (CPC4)

منطقی بودن راهنماهای ایجادشده برای اقدامات رانندگی در این CPCs توصیف می‌شوند و در بردارنده ترتیب اقدامات، مسیریابی رانندگی و غیره می‌باشند.

۵. تعداد/هدف همزمان (CPC5)

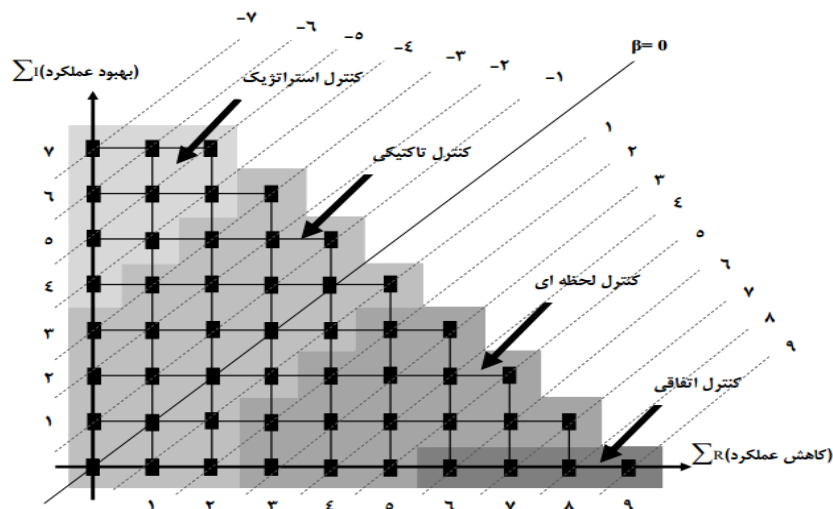
این مورد شامل تعداد اقدامات و اطلاعاتی است که راننده با آن‌ها سر و کار دارد.

۶. زمان در دسترس (زمان موجود) (CPC6)

این مهم در بردارنده زمان موجود برای انجام اقدامات رانندگی بوده و بیانگر آن است که زمان موجود برای انجام اقدامات هنگام رانندگی برای راننده کافی می‌باشد یا خیر؟

۷. زمان انجام کار (CPC7)

این CPCs بیانگر زمانی از شبانه‌روز است که اقدامات هنگام



شکل ۳: تعیین سبک‌های کنترلی با استفاده از ضریب کنترل β (β)

مرحله ۲. واکاوی خطا با استفاده از روش گسترده CREAM

احتمال خطای شناختی کلی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه

شناسایی نیازهای شناختی متناسب با هریک از زیروظایف

می‌شود [۱۷].

شغلی

$$CFPt = 0.056 \times 10^{-25\beta}$$

رابطه ۱

با استفاده از جدول ۲ نیازهای شناختی متناسب با هریک از

جدول ۲: فهرست فعالیت و نیازهای شناختی برای انجام وظیفه

فعالیت‌های شناختی	شرح کلی
همانگی (Co-Ordination)	قراردادن وضعیت‌های سامانه‌ای (کنترل‌ها) برای انجام یک کار یا بخشی از آن تخصیص یا انتخاب منابع به‌منظور آماده‌سازی کار/شغل، تجهیزات و غیره
ارتباط (Communication)	تبادل اطلاعات مورد نیاز برای عملیات سامانه میان افراد به‌صورت کلامی، مکانیکی و یا الکتریکی (ارتباطات یک بخش اساسی از سامانه مدیریت است)
مقایسه (Comparison)	بررسی ویژگی‌های دو یا چند متغیر به‌منظور آشکارسازی شباهت‌ها و یا تفاوت‌ها (مقایسه ممکن است نیاز به محاسبه داشته باشد)
تشخیص (Diagnosis)	شناسایی، تعیین ماهیت یا علت شرایط توسط واکاوی علائم، نشانه‌ها و یا اجرای برخی از آزمایش‌ها
ارزشیابی (Evaluation)	برآورد یا ارزیابی موقعیت‌های فرضی یا واقعی براساس اطلاعات موجود (در دسترس) بدون نیاز به عملیات خاص (واژه‌های مشابه با آن عبارت هستند از: بازرسی و بازبینی)
اجرا (Execute)	اجرای یک برنامه یا عمل از پیش تعیین‌شده (اجرا دربردارنده فعالیت‌های باز و بسته‌کردن، شروع و پایان، تخلیه و پرکردن و غیره می‌باشد)
شناسایی (Identification)	شناسایی حالت سامانه یا زیرسامانه‌ها (اجزا) (شناسایی نیازمند عملیات ویژه برای بازیابی اطلاعات و بررسی جزئیات می‌باشد)
حفظ و نگهداری (Maintain)	حفظ یک حالت عملیاتی ویژه (با عملیات تعمیر و نگهداری که در زمان خارج از خط بودن سامانه انجام می‌شود، متفاوت می‌باشد)
پایش (Monitoring)	پیگیری مجموعه فعالیت‌ها و فرایندها هنگام کار سامانه
مشاهده (Monitoring)	قرائت مقادیر ویژه یا کمیت‌های مرتبط با سامانه
برنامه‌ریزی (Planing)	تدوین یا سازماندهی مجموعه‌ای از اقدامات برای دستیابی کامل به اهداف از پیش تعیین‌شده (این برنامه ممکن است کوتاه‌مدت یا بلندمدت باشد)
ثبت (Record)	نگارش/ثبت رخدادهای مربوط به سامانه، مقادیر و غیره
تنظیم (Regulation)	تغییر سرعت برای کنترل سامانه به‌منظور دستیابی به اهداف مورد نظر
اسکن (Scan)	بازنگری سریع نمایشگرها یا دیگر منابع اطلاعاتی برای درک حالت کلی سامانه یا زیرسامانه‌ها
تأیید و تصدیق (Verification)	تأیید صحت شرایط یک سامانه و یا مقادیر و اندازه‌های مربوطه از طریق بازرسی یا انجام آزمایش (این مرحله دربردارنده بررسی بازخوردهای مربوط به عملیات قبلی نیز می‌باشد)

می‌شود [۱۷].

محاسبه احتمال خطای شناختی برای هریک از زیروظایف

شغلی (CFPi: Cognitive Failure Probability)

با استفاده از رابطه ۲ و امتیازات به‌دست‌آمده از مراحل پیشین، احتمال خطای شناختی برای هریک از زیروظایفها تعیین می‌گردد [۱۷].

$$CFPi = CFP \times 10^{-25PII} \quad \text{رابطه ۲}$$

$$PII = \text{مجموع امتیازات CPCi}$$

زیروظایف‌های شغلی به‌منظور ایجاد یک شناسنامه شناختی و تعیین احتمال خطای شناختی مورد نیاز برای هریک از وظایف شغلی تعیین می‌شوند [۱۷].

شناسایی و تعیین خطاهای شناختی احتمالی برای هریک از زیروظایف شغلی

با استفاده از جدول ۳ خطاهای شناختی احتمالی برای هریک از زیروظایف شغلی در چهار دسته مشاهده (Observation)، تفسیر (Interpretation)، برنامه‌ریزی (Planning) و اجرا (Execution) شناسایی گشته و نمرات مربوط به هریک تعیین

جدول ۳: خطاهای بالقوه شناختی مرتبط با کارکردهای شناختی

نمره (CFP)	نوع خطاهای شناختی	کارکردهای شناختی
۰/۰۰۱	01. مشاهده نادرست موارد	خطای مشاهده
۰/۰۰۷	02. شناسایی نادرست	
۰/۰۰۷	03. عدم مشاهده	
۰/۰۲	I1. تشخیص نادرست	خطای تفسیر
۰/۰۱	I2. خطای تصمیم‌گیری	
۰/۰۱	I3. تفسیر همراه با تأخیر	
۰/۰۱	P1. خطا در ترتیب انجام کار	خطای برنامه‌ریزی
۰/۰۱	P2. نقص در برنامه‌ریزی	
۰/۰۰۳	E1. نقص در چگونگی اجرا	خطای اجرا
۰/۰۰۳	E2. زمان نادرست اجرا	
۰/۰۰۰۵	E3. نقص در موارد اجرایی	
۰/۰۰۳	E4. نقص در توالی و ترتیب اجرا	
۰/۰۰۳	E5. عدم اجرا	

یافته‌ها

به‌طور هم‌زمان با سه مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل کاهشده عملکرد معرفی گردیدند.

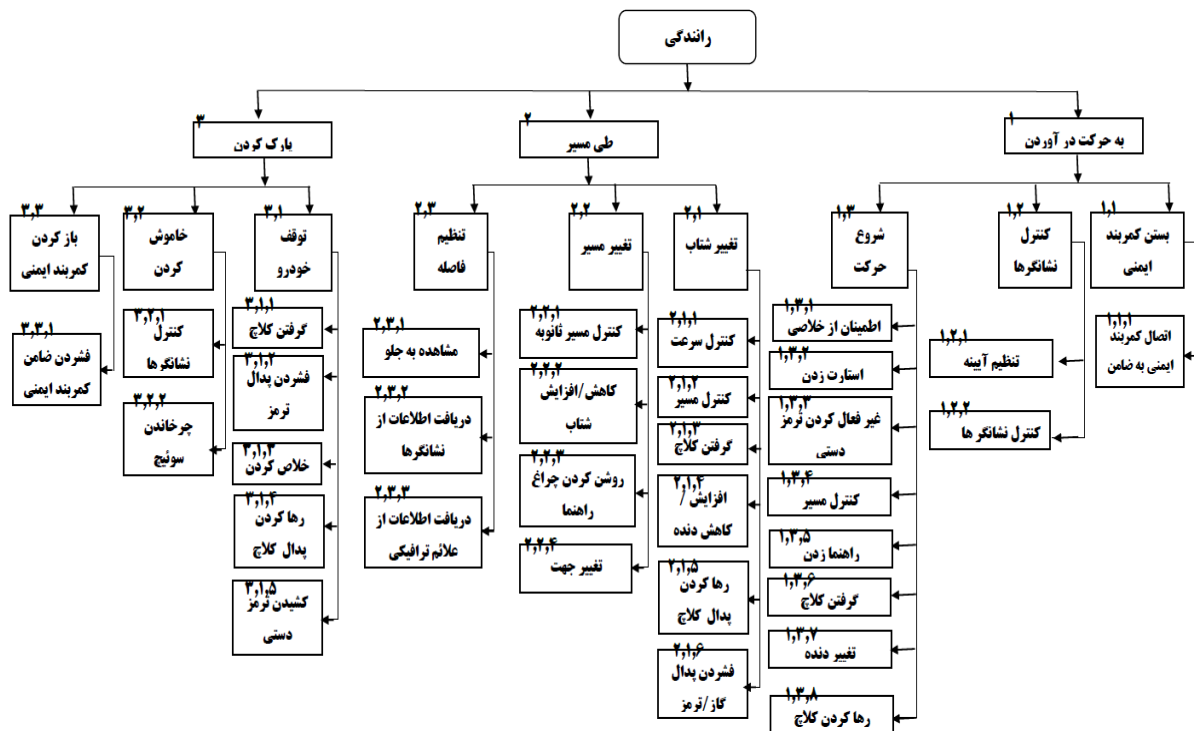
در ارتباط با نتایج مربوط به روش اولیه CREAM همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، برای پنج وظیفه بستن کمربند ایمنی، کنترل نشانگرها، شروع حرکت، خاموش کردن و بازکردن کمربند ایمنی، احتمال کلی خطای شناختی (CFPt) برابر با ۰/۰۰۰۹۹۵ به‌دست آمد و نوع سبک کنترلی، کنترل تاکتیکی بود. همچنین مقدار CFPt برای دو وظیفه تغییر شتاب و توقف خودرو معادل ۰/۰۰۱۷۷۱ به‌دست آمد و نوع سبک کنترلی برای آن‌ها کنترل تاکتیکی بود. علاوه‌براین برای وظیفه تغییر مسیر، مقدار CFPt معادل ۰/۰۰۰۵۶ و برای وظیفه تنظیم فاصله، احتمال کلی خطای شناختی برابر با ۰/۰۰۳۱۴۹ به‌دست آمد و نوع سبک کنترلی برای آن‌ها کنترل تاکتیکی بود.

در ارتباط با نتایج مربوط به روش گسترده CREAM که در آن نیازهای شناختی متناسب با هریک از زیروظایف‌های شغلی، شناسایی خطاهای شناختی هریک از زیروظایف شغلی و برآورد کمی احتمال خطاهای شناختی (CFPi) تعیین

براساس مشاهده فرایند کار و مصاحبه با راننده، واکاوی فعالیت‌های اجرایی با استفاده از روش HTA انجام شد. نتایج این واکاوی سلسله‌مراتبی در شکل ۳ ارائه شده است. در این واکاوی نه زیروظیفه اصلی شناسایی گردید.

در ادامه، روش CREAM به‌صورت جداگانه برای هریک از وظایف شغلی انجام شد. جدول تحلیل عوامل CPCs مربوط به وظیفه شروع حرکت در جدول ۴ و نتایج مربوط به روش اولیه CREAM در جدول ۵ ارائه شده است.

با توجه به نتایج بررسی نه شرایط کار اثرگذار بر عملکرد در مجموع نه زیروظیفه اصلی راننده (بستن کمربند ایمنی، کنترل نشانگرها، شروع حرکت، تغییر شتاب، تغییر مسیر، تنظیم فاصله، توقف خودرو، خاموش کردن و بازکردن کمربند ایمنی)، ۲۴ شرایط بهبوددهنده عملکرد و چهار شرایط کاهشدهنده عملکرد شناسایی شدند که عامل زمان در دسترس برای انجام کار با هفت مورد، کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری با نه مورد و دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها با هشت مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل بهبوددهنده عملکرد شناسایی شدند. همچنین عامل شرایط کار با یک مورد و انجام دو یا چند کار



شکل ۴: تجزیه سلسله‌مراتبی وظایف راننده (HTA)

جدول ۴: نتایج شرایط کاری اثرگذار بر عملکرد و وظیفه شروع حرکت

ردیف	شرایط اثرگذار بر عملکرد فرد	شاخص تأثیر عملکرد (PII)	اثر مورد انتظار بر سطح قابلیت اطمینان عملکرد	توصیف‌کننده‌ها
۱	توانمندی سازمان	کارآمد	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۲	شرایط کار	متناسب	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۳	متناسب بودن سامانه‌های انسان-ماشین	تاب‌آوردنی	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۴	قابلیت دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها	مناسب	بهبود عملکرد	۱/۲-
۵	انجام دو یا چند کار به‌طور همزمان	متناسب با توان فرد	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۶	زمان در دسترس برای انجام کار	کافی	بهبود عملکرد	۱/۴-
۷	زمان انجام کار (ریتیم سیرکادین)	نوبت کار (منظم)	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۸	کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات و تجربیات کاری	کافی (با تجربه بالا)	بهبود عملکرد	۱/۴-
۹	نحوه همکاری و تعامل بین همکاران	خوب	بی‌تأثیر بر عملکرد	۰
۱۰	جمع تعداد کل			

$$\sum I = 3 \quad \sum R = 0$$

$$\beta = \sum R - \sum I$$

$$\beta = 0 - 3 = -3$$

$$\sum (PII) = -4$$

$$CFP_t = 0/0056 \times 10^{0/25\beta} = 0/0056$$

$$\times 10^{0/25 \times -3} = 0/000995$$

تحلیل‌شده، میزان فعالیت‌های شناختی مرتبط با این وظایف عبارت بودند از: ۲۸/۱۳ درصد فعالیت هماهنگی، ۲۸/۱۲ درصد فعالیت اجراء، ۱۲/۵ درصد فعالیت ارزشیابی، ۱۵/۶۳ درصد فعالیت مشاهده، ۶/۲۵ درصد فعالیت تنظیم، ۶/۲۵ درصد فعالیت ارتباط و ۳/۱۲ درصد فعالیت.

در این مطالعه از نمودار برای نشان‌دادن یک نمای کلی از فعالیت‌های شناختی و درصد خطاهای شناسایی‌شده مرتبط با نه زیروظیفه شغلی تحلیل‌شده استفاده گردید (نمودار ۱).

می‌شود، به دلیل زیادبودن جداول، جدول نتایج مربوط به روش گسترده CREAM برای وظیفه شروع حرکت (جدول ۶) ارائه گردیده است.

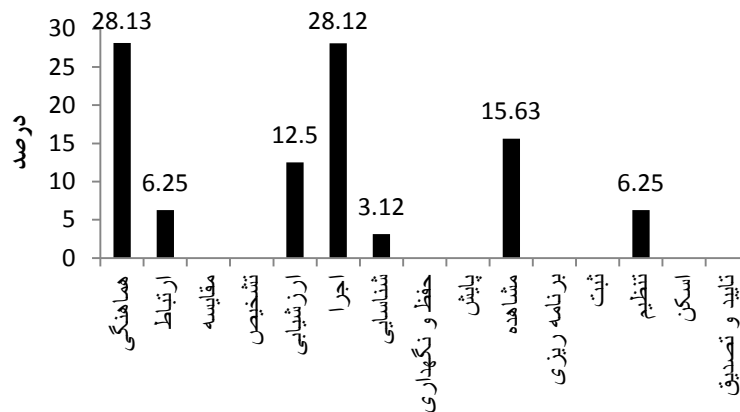
در این مطالعه ۳۲ خطا برای راننده شناسایی شد که از مجموع خطاهای شناسایی‌شده برای نه زیروظیفه اصلی راننده، ۷۱/۸۷ درصد مربوط به خطای اجراء، ۱۸/۷۵ درصد مربوط به خطای مشاهده و ۹/۳۸ درصد مربوط به خطای تفسیر بودند (نمودار ۲). با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای نه وظیفه کاری

جدول ۵: نتایج مربوط به روش اولیه CREAM در رانندگی

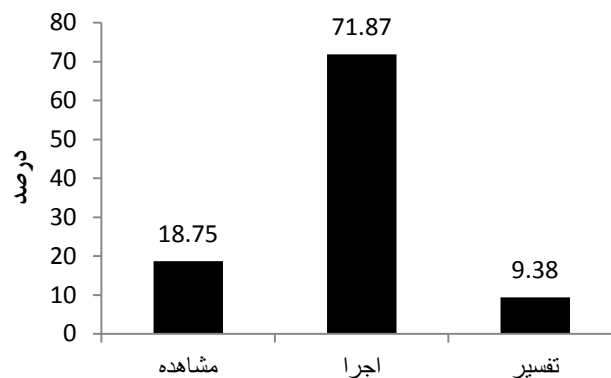
وظایف	ضریب کنترل (β)	احتمال کلی خطای شناختی (CFPT)	سبک کنترلی
بستن کمربند ایمنی	-۳	۰/۰۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی
کنترل نشانگرها	-۳	۰/۰۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی
شروع حرکت	-۳	۰/۰۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی
تغییر شتاب	-۲	۰/۰۰۱۷۷۱	کنترل تاکتیکی
تغییر مسیر	۰	۰/۰۰۵۶	کنترل تاکتیکی
تنظیم فاصله	-۱	۰/۰۰۳۱۴۹	کنترل تاکتیکی
توقف خودرو	-۲	۰/۰۰۱۷۷۱	کنترل تاکتیکی
خاموش کردن	-۳	۰/۰۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی
باز کردن کمربند ایمنی	-۳	۰/۰۰۰۹۹۵	کنترل تاکتیکی

جدول ۶: نتایج مربوط به روش گسترده CREAM برای وظیفه شروع حرکت

ردیف	زیروظیفه	نوع فعالیت شناختی	نوع کارکرد شناختی	نوع خطای شناختی	CFP0	CFPI
۱	اطمینان از خلاصی	اجرا	خطای اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۲	استارت زدن	اجرا	خطای اجرا	E1. نقص در چگونگی اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۳	غیرفعال کردن ترمز دستی	هماهنگی	خطای اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۴	کنترل مسیر	ارزشیابی	خطای تفسیر	I2. خطای تصمیم گیری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
۵	راهنما زدن	ارتباط	خطای اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۶	گرفتن کلاچ	هماهنگی	خطای اجرا	E1. نقص در چگونگی اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۷	تغییر دنده	هماهنگی	خطای اجرا	E1. نقص در چگونگی اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
۸	رها کردن کلاچ	هماهنگی	خطای اجرا	E5. عدم اجرا	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳



نمودار ۱: فعالیت‌های شناختی مرتبط با نه زیروظیفه شغلی تحلیل شده



نمودار ۲: خطاهای شناختی شده برای نه زیروظیفه اصلی تحلیل شده

بحث

عملکرد خود را براساس برنامه‌ریزی و قواعدی که در اختیار دارد انجام می‌دهد. با این وجود می‌بایست ماهیت کار از کنترل تاکتیکی به سوی کنترل استراتژیک که در آن خطای انسانی در مقایسه با نوع تاکتیکی محدودتر می‌شود، ارتقا پیدا کند [۱۷].

در مطالعات مختلف از روش CREAM برای شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی استفاده شده است که نتایج این مطالعات با توجه به وظایف شغلی، شرایط و محیط کاری متفاوت می‌باشد. یکی از دلایل تفاوت در بروز خطاهای انسانی، تفاوت در مشاغل و وظایف می‌باشد. در مطالعه انجام‌شده توسط Wikstrand در مورد بررسی و تحلیل تصادف قطار با استفاده از تکنیک CREAM، نوع سبک کنترلی، کنترل لحظه‌ای و اتفاقی به دست آمد و پس از واکاوای حادثه مشخص شد که زمان ناکافی برای سفر، پی‌نبردن به اشتباهات توسط راننده و سوزن‌بان، کنترل کیفی ناکافی و مشکلات مدیریتی از دلایل بروز این حادثه بوده‌اند [۳۰]. علاوه‌براین، در مطالعه دیگری که به‌منظور بررسی خطای انسانی در عملیات مین‌زدایی با استفاده از روش CREAM انجام شد، نتایج نشان دادند که بیشترین تأثیر بر کاهش قابلیت اعتماد انسان مربوط به سه شرایط کار اثرگذار بر عملکرد شامل: تناسب سیستم‌های انسان-خودرو، شرایط کار و زمان در دسترس برای انجام کار در عملیات مین‌زدایی می‌باشد [۲۹].

از سوی دیگر، در مطالعه حاضر مشخص شد که بیشترین تأثیر بر کاهش اعتمادپذیری انسان مربوط به دو شرایط کار اثرگذار بر عملکرد شامل: شرایط کار و انجام دو یا چندکار به‌طور همزمان می‌باشد. علت اصلی تفاوت نتایج مطالعه Wikstrand و پژوهش محمدمدام با مطالعه حاضر را می‌توان وجود تفاوت‌های ذاتی در وظایف شغلی رانندگی خودروی سواری با حرفه مین‌زدایی، رانندگی قطار و سوزن‌بانی دانست.

علاوه‌براین، مطابق با مطالعه‌ای که در آن به بررسی رفتار رانندگی در دو گروه رانندگان باتجربه و کم‌تجربه برای پیش‌بینی خطای رانندگی براساس تکنیک CREAM پرداخته شد، نتایج نشان دادند که رانندگان باتجربه نسبت به رانندگان کم‌تجربه، کمتر دچار خطا شده‌اند [۱۱]. شایان ذکر است که در مطالعه حاضر، کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری با نه مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل بهبوددهنده عملکرد شناسایی شدند.

از آنجایی که مطالعه در زمینه ارزیابی خطاهای انسانی با استفاده از تکنیک CREAM در حرفه رانندگی به‌ندرت انجام شده است، مطالعه حاضر می‌تواند به بررسی و پژوهش برای شناسایی خطاهای انسانی با استفاده از تکنیک CREAM در زمینه رانندگی کمک کند.

در مطالعه حاضر مطابق با روش اولیه CREAM، چهار مورد شرایط کاهنده عملکرد شناسایی شد که عامل شرایط کار با یک مورد و انجام دو یا چند کار به‌طور همزمان با سه مورد به‌عنوان مؤثرترین عوامل کاهنده عملکرد معرفی گردیدند. شایان ذکر

در این پژوهش از روش واکاوای خطا با تأکید بر اعتمادپذیری شناختی انسان (CREAM) به‌منظور تعیین سبک‌های کنترلی و احتمال کلی خطای شناختی و نیز تعیین پروفایل نیازهای شناختی به‌منظور بررسی ریشه‌ای علل وقوع خطاهای شناختی استفاده شد. مطابق با نتایج مشاهده گردید که از مجموع خطاهای شناسایی‌شده برای نه زیروظیفه اصلی شغلی تحلیل‌شده، ۷۱/۸۷ درصد مربوط به خطای اجرا، ۱۸/۷۵ درصد مربوط به خطای مشاهده و ۹/۳۸ درصد مربوط به خطای تفسیر می‌باشند. همچنین با بررسی پروفایل نیازهای شناختی برای نه زیروظیفه اصلی شغلی، ۲۸/۱۲ درصد از فعالیت‌ها مربوط به اجرا بودند و فعالیت مشاهده ۱۵/۶۳ درصد، فعالیت هماهنگی ۲۸/۱۳ درصد، فعالیت ارزشیابی ۱۲/۵ درصد، فعالیت ارتباط ۶/۲۵ درصد، فعالیت تنظیم ۶/۲۵ درصد و فعالیت شناسایی ۳/۱۲ درصد را به خود اختصاص داده بودند.

مطابق با مطالعه‌ای که با استفاده از روش CREAM برای شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل در صنعت پتروشیمی انجام شد، از میان خطاهای شناسایی‌شده، بیشترین خطای شناختی مربوط به خطای اجرا بود و مهم‌ترین فعالیت‌های شناختی مرتبط با فرایند کاری در اتاق کنترل، فعالیت‌های ارتباط، اجرا، تشخیص، پایش، برنامه‌ریزی و هماهنگی بودند [۲۷]. در مطالعه‌ای دیگر که به‌منظور شناسایی و بررسی خطای انسانی با استفاده از روش CREAM در فرایند بارگیری محموله از تانکر LPG انجام شد، برای شروع تحلیل از شرایط کار اثرگذار بر عملکرد کاربر استفاده گردید. نتایج نشان دادند که نوع سبک کنترلی، کنترل تاکتیکی می‌باشد [۲۸]. از سوی دیگر، در مطالعه‌ای که در آن به بررسی خطاهای انسانی در عملیات مین‌زدایی با استفاده از تکنیک CREAM پرداخته شد، نتایج نشان دادند که سبک کنترل کارکنان در تمامی وظایف مین‌زدایی از نوع کنترل تاکتیکی می‌باشد [۲۹]. در مطالعه حاضر با استفاده از روش اولیه تکنیک CREAM مشخص شد که نوع سبک کنترلی برای نه زیروظیفه اصلی کاری تحلیل‌شده از نوع کنترل تاکتیکی می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که با توجه به جدول ۵، مقدار احتمال کلی خطای شناختی (CFPt) برای پنج وظیفه بستن کمربند ایمنی، کنترل نشانگرها، شروع حرکت، خاموش کردن و بازکردن کمربند ایمنی برابر با ۰/۰۰۹۹۵ بوده و نوع سبک کنترلی، کنترل تاکتیکی می‌باشد. همچنین مقدار CFPt برای دو وظیفه تغییر شتاب و توقف خودرو معادل ۰/۰۱۷۷۱ به‌دست آمد و نوع سبک کنترلی برای آن‌ها کنترل تاکتیکی بود. علاوه‌براین، احتمال کلی خطای شناختی برای وظیفه تغییر مسیر معادل ۰/۰۰۵۶ و مقدار CFPt برای وظیفه تنظیم فاصله برابر با ۰/۰۰۳۱۴۹ به‌دست آمد و نوع سبک کنترلی برای آن‌ها کنترل تاکتیکی بود؛ بنابراین در مطالعه انجام‌شده، خطاها از نوع سبک کنترلی تاکتیکی بودند که در این نوع سبک کنترلی، اپراتور

فشاردادن پدال ترمز/گاز: طراحی بسیار متفاوت پدال گاز و ترمز روشن کردن چراغ راهنما: طراحی سیستم چراغ راهنما به صورتی که هنگام زدن چراغ راهنما، ابتدا به صورت صوتی عبارت "گردش به راست" و یا "گردش به چپ" متناسب با جهت انتخاب شده پخش شود و یا طراحی دکمه راهنمای سمت راست و چپ بر روی فرمان در محلی که هنگام قراردادن چرخها در حالت مستقیم (در حالت عادی فرمان)، دکمه راهنما در محل قرارگیری دستها قرار داشته باشد.

اطمینان از خلاص بودن: وجود سیستم هشداردهنده عدم خلاصی برای هشدار به محض اقدام برای استارت

نتیجه گیری

روش واکاوی خطا با تأکید بر اعتمادپذیری شناختی انسان (CREAM) با داشتن یک پشتوانه نظری مشروح و تمرکز بر زمینه‌های شناختی رفتار انسانی و حساسیت بالای این روش در شناسایی خطاهای شناختی می‌تواند به عنوان روشی مؤثر و سودمند برای مطالعه خطاهای انسانی در بخش رانندگی به کار گرفته شود. نتایج مطالعه حاضر منجر به شناسایی و ارزیابی انواع خطاهای انسانی و تعیین نقش شرایط مختلف اثرگذار بر عملکرد راننده در اجرای وظایف خود گردید.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مایل هستند مراتب قدردانی خود را از مشارکت‌کننده محترمی که رفتارهای ایشان مورد مشاهده قرار گرفت، ابراز کنند.

است که می‌توان با کاهش عوامل کاهنده عملکرد موجب کاهش احتمال خطای انسانی راننده شد. همچنین مطابق با روش گسترده CREAM، در مطالعه حاضر ۳۲ خطا برای راننده شناسایی گردید که بیشترین خطاهای شناختی در بردارنده خطای اجرا و مشاهده بودند. با توجه به کنترل‌های پیشنهاد شده می‌توان موجبات کاهش احتمال خطای انسانی را برای زیروظیفه‌های رانندگی فراهم آورد. کنترل‌های پیشنهادی در این مطالعه برای تعدادی از زیروظیفه‌ها که منجر به خطاهای اجرایی و مشاهده می‌شوند، در بردارنده موارد زیر می‌باشند:

کنترل سرعت: طراحی سیستم هشدار گویا به گونه‌ای که متناسب با هر دنده، به راننده برای حداکثر سرعت مجاز برای آن دنده هشدار دهد.

تغییر دنده: استفاده از سیستم دنده اتوماتیک کنترل مسیر با آینه: علت قراردادن آینه در وسط و بالای شیشه مقابل، افزایش میدان دید عقب می‌باشد. این در حالی است که امروزه با توجه به وجود دوربین می‌توان به جای آینه از نمایشگر استفاده کرد و آن را در بالای فرمان قرار داد تا هنگام مشاهده آن، حواس راننده از نگاه به مقابل پرت نشود.

بستن کمربند ایمنی: افزودن سیستم هشدار و جلوگیری از افزایش سرعت بیش از ۴۰ کیلومتر در صورتی که کمربند بسته نباشد.

تغییر جهت: تجهیز خودروها به سیستمی که به کمک ارسال چند سیگنال و دریافت انعکاس آن‌ها توسط خودروی مقابل و محاسبه زمان رفت و برگشت سیگنال‌ها، تخمینی از فاصله و سرعت خودروی مقابل ارائه داده و برای خطر حرکت در لاین مقابل هشدار دهد.

REFERENCES

- Jamali J. Identification and ranking of factors affecting traffic accidents in Bushehr province. *Res Stud Rahvar*. 2015;3(10):79-101. [Persian]
- Garg N, Hyder AA. Exploring the relationship between development and road traffic injuries: a case study from India. *Eur J Public Health*. 2006;16(5):487-91. PMID: 16641159 DOI: 10.1093/eurpub/ckl031
- Taravatmanesh S, Hashemi-Nazari SS, Ghadirzadeh MR, Taravatmanesh L. Epidemiology of fatal traffic injuries in the Sistan and Baluchistan province in 2011. *Safety Promot Injury Prev*. 2015;3(3):161-8. [Persian]
- World Health Organization. Traffic safety. Geneva: World Health Organization; 2017.
- Entezami N, Hashemi-Nazari SS, Soori H, Khosravi A, Ghadirzadeh MR. Epidemiology of fatal road traffic accidents in Northern provinces of Iran during 2009 to 2010. *Safety Promot Injury Prev*. 2015;3(1):1-8. [Persian]
- Zargar M, Khaji A, Karbakhsh M, Zarei MR. Epidemiology study of facial injuries during a 13 month of trauma registry in Tehran. *Indian J Med Sci*. 2004;58(3):109-14. PMID: 15051905
- Statistical information on accidents. Organization of Municipalities and Government Agencies. Available at: URL: WWW.Imo.ir; 2017.
- Yaghoobi H. The role of human factors in car accidents in Iran. *Iran J Psychiatry Clin Psychol*. 2000;6(1):60-7. [Persian]
- Young KL, Salmon PM. Examining the relationship between driver distraction and driving errors: A discussion of theory, studies and methods. *Safety Sci*. 2012;50(2):165-74. DOI: 10.1016/j.ssci.2011.07.008
- Kennedy BP, Isaac NE, Graham JD. The role of heavy drinking in the risk of traffic fatalities. *Risk Analysis*. 1996;16(4):565-9. PMID: 8819346
- Yan XY, Song ZH, Zhu ZX, Mao ER. Driver behavior failure probability prediction based on CREAM. Information Engineering and Computer Science, International Conference, Canada; 2009.
- Vahabzadeh E. Seatbelt importance in driving accidents. Proceeding of the 1st International Congress of Road Accidents, Tehran, Iran; 2005.
- Heidari Farsani E. Quantitative human error assessment by using HEART technique in the most important control. Rooms of Isfahan Steel Industry. Kerman: Kerman University of Medical Sciences; 2011.
- Wiegmann D, Faaborg T, Boquet A, Detwiler C, Holcomb K, Shappell S. Human error and general aviation accidents: a comprehensive, fine-grained analysis using HFACS. Washington, DC: Federal Aviation Administration Oklahoma City Ok Civil Aeromedical Inst; 2005.
- Helmreich RL. On error management: lessons from aviation. *BMJ*. 2000;320(7237):781-5. DOI: 10.1136/bmj.320.7237.781
- Swain AD, Guttman HE. Handbook of human-reliability analysis with emphasis on nuclear power plant applications. Albuquerque, NM (USA): Sandia National Labs; 1983.
- Hollnagel E. Cognitive reliability and error analysis method (CREAM). New York: Elsevier; 1998.
- Seong PH. Reliability and risk issues in large scale safety-critical digital control systems. Berlin, Germany: Springer Science & Business Media; 2008.
- Harris D, Stanton NA, Marshall A, Young MS, Demagalski

- J, Salmon P. Using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. *Aerospace Sci Technol*. 2005;**6**(6):525-32. DOI: [10.1016/j.ast.2005.04.002](https://doi.org/10.1016/j.ast.2005.04.002)
20. Konstandinidou M, Nivolianitou Z, Kiranoudis C, Markatos N. A fuzzy modeling application of CREAM methodology for human reliability analysis. *Reliabil Eng Syst Safety*. 2006;**91**(6):706-16. DOI: [10.1016/j.res.2005.06.002](https://doi.org/10.1016/j.res.2005.06.002)
 21. Kirwan B, Scannali S, Robinson L. A case study of a human reliability assessment for an existing nuclear power plant. *Appl Ergon*. 1996;**27**(5):289-302. PMID: [15677070](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15677070/)
 22. Annett J, Stanton NA. Task analysis. Florida: CRC Press; 2000.
 23. Shepherd A. Hierarchical task analysis and training decisions. *Program Learn Educ Technol*. 1985;**22**(2):162-76.
 24. Lane R, Stanton NA, Harrison D. Applying hierarchical task analysis to medication administration errors. *Appl Ergon*. 2006;**37**(5):669-79. DOI: [10.1016/j.apergo.2005.08.001](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.08.001)
 25. Kirwan B, Ainsworth LK. A guide to task analysis: the task analysis working group. Florida: CRC Press; 1992.
 26. Kim MC, Seong PH, Hollnagel E. A probabilistic approach for determining the control mode in CREAM. *Reliabil Eng Syst Safety*. 2006;**91**(2):191-9. DOI: [10.1016/j.res.2004.12.003](https://doi.org/10.1016/j.res.2004.12.003)
 27. Mazlomi A, Hamzeiyan Ziarane M, Dadkhah A, Jahangiri M, Maghsodepor M, Mohadesy P, et al. Assessment of human errors in an industrial petrochemical control room using the CREAM method with a cognitive ergonomics approach. *J Sch Public Health Institute Public Health Res*. 2011;**8**(4):15-30.
 28. Akyuz E, Celik M. Application of CREAM human reliability model to cargo loading process of LPG tankers. *J Loss Prev Proc Indust*. 2015;**34**:39-48. DOI: [10.1016/j.jlp.2015.01.019](https://doi.org/10.1016/j.jlp.2015.01.019)
 29. Mohammadfam I, Amid M, Hajiakbari M. The study of human errors in de-mining operations using the CREAM. *J Mil Med*. 2016;**17**(4):241-7. [Persian]
 30. Wikstrand G. Cognitive reliability and error analysis-applying CREAM to. *Kollision Eksjö-Nässjö*. 1999;**10**:8.