



ORIGINAL ARTICLE

Received: 2020/11/16

Accepted: 2021/01/30

## Modeling Parameters Affecting Electrocutation Accidents: An 8-Year Study in Tehran Province

Seyedeh Masumeh Hosseini (M.Sc.)<sup>1</sup>, Ahmad Soltanzadeh (Ph.D.)<sup>2</sup>, Samira Ghiyasi (Ph.D.)<sup>3</sup>

1. M.Sc., Department of Environmental Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Occupational Safety & Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran. Email: soltanzadeh.ahmad@gmail.com Tel: 09120187486

3. Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### Abstract

**Introduction:** Electrocutation is one of the most important accidents that lead to death. Considering the factors related to the electrocutation accidents can reduce the incidence of this type of accidents and their consequences. This study was designed and conducted with the aim of analyzing and modeling the parameters affecting electrocutation accidents.

**Method:** This study was a retrospective descriptive-analytical study that was conducted in Tehran province in 2019-2020. This study was performed on electrocutation accidents over a period of 8 years (2011-2018). The data collection tool included the report of 220 cases studied in Tehran Labor Office. In this study, multinomial logistic regression analysis has been used. Significance level in this study was considered 0.05.

**Results:** The findings of modeling the factors affecting the consequences of electrocutation accidents showed that six parameters including age, work experience, education, time of accident, unsafe acts and the set of causes of accidents had a significant relationship with the type of damage caused by electrocutations ( $p < 0.005$ ). The greatest impact on the consequences of electrocutation accidents were related to unsafe acts, the causes of the accident and the time of the accident per day with an odds ratio of 4.8, 2.19 and 1.84, respectively.

**Conclusion:** The results indicated that electrocutation accidents and their consequences can be affected by various parameters and factors and their severity can be intensified or reduced due to the role of these factors. The most important factors influencing the consequences were included unsafe acts such as perceptual errors and skill-based errors.

**Keywords:** Accident, Electrocutation, Modeling, Unsafe Acts.

**Conflict of interest:** The authors declared that there is no Conflict interest.



**This Paper Should be Cited as:**

Author: Seyedeh Masumeh Hosseini, Ahmad Soltanzadeh, Samira Ghiyasi .  
Modeling Parameters Affecting Electrocutation Accidents... .....Tolooebehdasht  
Journal.2021;20(2):39-52.[Persian]



## مدل سازی پارامترهای تاثیرگذار بر حوادث برق گرفتگی: یک مطالعه ۸-ساله در استان تهران

نویسندگان: سیده معصومه حسینی<sup>۱</sup>، احمد سلطانزاده<sup>۲</sup>، سمیرا قیاسی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد HSE، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

۲. نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

تلفن تماس: ۰۹۱۲۰۱۸۷۴۸۶ Email: soltanzadeh.ahmad@gmail.com

۳. استادیار، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

### طلوع بهداشت

#### چکیده

**مقدمه:** برق گرفتگی یکی از مهمترین حوادثی است که منجر به مرگ و میر می‌شود. توجه به عوامل مرتبط با برق گرفتگی می‌تواند باعث کاهش بروز این نوع حوادث و پیامدهای آن شود. این مطالعه با هدف تحلیل پارامترهای تاثیرگذار بر حوادث برق گرفتگی طراحی و انجام شده است.

**روش بررسی:** این مطالعه یک بررسی و تحلیل گذشته نگر از نوع توصیفی-تحلیلی بود که در استان تهران در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام شده است. این مطالعه بر روی حوادث برق گرفتگی طی بازه زمانی ۸ ساله (۱۳۹۰-۱۳۹۷) انجام شد. ابزار جمع‌آوری داده‌های این مطالعه شامل گزارش ۲۲۰ حادثه مورد مطالعه در اداره کار استان تهران بود. در این مطالعه از تحلیل رگرسیونی لجستیک چندمتغیره استفاده شده است. سطح معنی داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج مدل سازی عوامل موثر بر پیامد حوادث برق گرفتگی نشان داد شش پارامتر سن، سابقه کار، میزان تحصیلات، زمان حادثه در روز، اعمال نایمن و مجموعه علل بروز حادثه با نوع آسیب ناشی از حوادث برق گرفتگی دارای ارتباط معنی دار بودند ( $p < 0/05$ ). بیشترین تاثیر بر پیامد حوادث برق گرفتگی به ترتیب مربوط به پارامترهای اعمال نایمن، علل بروز حادثه و زمان حادثه در روز با نسبت شانس ۴/۸، ۲/۱۹ و ۱/۸۴ بود.

**نتیجه گیری:** یافته‌های این مطالعه بیانگر این بود که حوادث برق گرفتگی و پیامد ناشی از آن می‌توانند تحت تاثیر پارامترها و عوامل مختلف قرار گرفته و شدت آن‌ها ناشی از نقش این عوامل تشدید یافته و یا کاهش یابد. مهمترین فاکتورهای موثر بر پیامد حوادث برق گرفتگی شامل اعمال نایمن مانند خطای درک و خطای مبتنی بر مهارت بود.

**واژه های کلیدی:** حادثه، برق گرفتگی، مدل سازی، اعمال نایمن.

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال بیستم

شماره دوم

خرداد و تیر ۱۴۰۰

شماره مسلسل: ۸۶

تاریخ وصول: ۱۳۹۹/۰۸/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱



## مقدمه

به دلیل گستردگی کاربردهای جریان الکتریسیته در همه جنبه های زندگی انسان، خطرات ناشی از مواجهه با برق و پیامدهای مرتبط با آن در کمین همه افراد جامعه می باشد (۱، ۲). یکی از منابع خطرناک که منجر به حادثه می شود انرژی الکتریسیته می باشد. هم زمان با رشد انرژی الکتریکی، این تکنولوژی باعث افزایش حوادثی گردیده و هر روز هزاران حادثه برق گرفتگی رخ می دهد که موجب مرگ افراد و درد و رنج برای خانواده ها می گردد. اگرچه حوادث الکتریکی در مقایسه با انواع دیگر حوادث کمیاب تر بوده، اما به دلیل شدت بالای آن ها این حوادث جایگاه مهمی را به خود اختصاص داده است.

طبق اعلام سازمان ملی حفاظت از حریق آمریکا به طور متوسط سالانه ۱۹۵۲ نفر از کارگران دچار آسیب های غیر کشنده ناشی از جریان برق می شوند. این سازمان پس از بررسی های مرتبط طی یک دوره پنج ساله گزارش کرد که هر هفته نزدیک به ۳ کارگر بر اثر حوادث الکتریکی جان خود را از دست می دهند (۳). بنیاد بین المللی ایمنی برق (Electrical Safety Foundation International) مرگ ناشی از تماس با جریان برق را ششمین عامل اصلی مرگ و میر در محل کار اعلام نموده است. خطرات برق هر ساله بیش از ۳۰۰ کشته و ۴۰۰۰ مجروح در محل کار ایجاد می کند. حوادث برق گرفتگی به طور متوسط منجر به ۱۳ روز دور شدن از محیط کار و نزدیک به یک مرگ روزانه می گردد. قریب به ۶۲ درصد از ۳۲۸۰۷ حادثه الکتریکی که در فاصله سال های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۸ در ایالات متحده رخ داده تحت عنوان شوک الکتریکی و ۳۸ درصد نیز سوختگی

الکتریکی بوده است. در طول روز کاری یک کارگر، هر ۳۰ دقیقه یک کارگر به دلیل برق گرفتگی آنقدر دچار آسیب می شود که منجر به تعطیلی کار می گردد. طبق آمار منتشره بنیاد بین المللی برق در سال ۲۰۱۷ در آمریکا ۱۳۶ مورد تلفات ناشی از برق گرفتگی رخ داده است که تماس یا قرار گرفتن در معرض جریان الکتریکی ۲/۶ درصد از تلفات محل کار را به خود اختصاص داده است (۴). یافته های مطالعه Cawley & Brenner در سال ۲۰۱۲ نشان می دهد با وجود اینکه حوادث ناشی از سقوط دارای بیشترین فراوانی در بین حوادث شغلی می باشد، اما میزان مرگ و میر ناشی از حوادث الکتریکی ۲۵ برابر میانگین کل حوادث می باشد (۵). طبق آمارهای پزشکی قانونی از سال ۹۷-۹۰ تعداد ۵۳۹۴ حادثه برق گرفتگی در ایران رخ داده است که از این تعداد ۹۳۴ مورد مربوط به حوادث برق گرفتگی تهران بوده است. طبق اعلام سازمان پزشکی قانونی ایران، در هشت ماه اول سال ۹۸، تعداد قربانیان ناشی از حوادث برقی حدود ۴۵۷ نفر برآورد شده که این مقدار در پایان سال ۹۷ عددی معادل ۶۶۵ نفر بوده است. این در حالی است که در بسیاری از حوادث، آسیب های ناشی از جریان برق منجر به مرگ نمی شوند، اما هزینه ها و خسارات زیادی را به افراد و جامعه وارد می سازد.

به طور کلی می توان خطرات ناشی از انرژی الکتریکی را به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم نمود. خطرات مستقیم شامل صدماتی است که خود نیروی الکتریسیته می تواند بر بدن انسان وارد کند. خطرات غیرمستقیم برق نیز شامل خساراتی است که به صورت فرایندهای ثانویه مانند سقوط، انفجار و یا آتش سوزی ایجاد می شود. آسیب هایی که جریان برق می تواند بر بدن انسان



برای پیشگیری از این حوادث شدید و فاجعه‌بار می‌باشد. یکی از ابزارهای مهم در ارتباط با پیشگیری، تجزیه و تحلیل و مدل سازی حوادث می‌باشد که برای درک عوامل موثر بر حوادث مورد تبیین قرار گرفته و در مطالعات مختلف نیز توسعه داده شده‌اند (۱۳، ۱۲).

بنابراین، این مطالعه با هدف تحلیل و مدل سازی پارامترهای تاثیرگذار بر حوادث الکتریکی بر اساس داده‌های حوادث برق گرفتگی شغلی ۸ ساله در استان تهران طراحی و انجام شده است.

### روش بررسی

این مطالعه یک بررسی و تحلیل گذشته‌نگر از نوع توصیفی-تحلیلی بود که در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ انجام شده است. جامعه آماری مطالعه شامل همه حوادث برق گرفتگی بود که طی دوره هشت ساله مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۹۷) در استان تهران اتفاق افتاده بود. نمونه‌گیری در این مطالعه شامل روش سرشماری و انتخاب همه نمونه‌های در دسترس در جامعه مورد مطالعه بود. در این مطالعه برای تجزیه و تحلیل حوادث برق گرفتگی همه حوادث ثبت شده طی این بازه زمانی انتخاب شدند. حجم نمونه اولیه شامل ۴۸۷ حادثه برق گرفتگی بود که بایستی برای احراز همه معیارهای مطالعه مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. لازم به ذکر است، تنها حوادثی در این مطالعه باقی ماندند که همه فاکتورها و متغیرهای مورد بررسی در آن گزارش شده یا تیم تحقیق توانست با انجام مراحل جمع آوری، داده‌های مربوطه را بدست آورد. در نهایت از ۴۸۷ حادثه برق گرفتگی گزارش شده، ۲۲۰ حادثه به عنوان نمونه نهایی، واجد شرایط برای مطالعه بود. انتخاب تنها ۴۵ درصد از حوادث، به دلیل عدم

وارد سازد شامل آسیب‌های روانی، سوختگی جسمی، آسیب عصبی، فیبریلاسیون بطنی و در نهایت مرگ می‌باشد که در ولتاژها و جریان‌های مختلف منجر به بروز اثرات متفاوتی می‌شوند. البته برق در هر ولتاژی خطرناک است و لازمه کار کردن با آن وجود عوامل کنترلگر برای به حداقل رساندن میزان حوادث می‌باشد (۷، ۶).

در شدت علایم و عوارض ناشی از برق گرفتگی عوامل مختلفی نظیر نوع جریان، اختلاف پتانسیل، شدت جریان، مقاومت بافت‌ها، مسیر جریان و مدت عبور آن دخیل می‌باشند. برق گرفتگی می‌تواند باعث بروز عوارضی نظیر فلج، سنکوپ، انواع شکستگی‌های استخوانی، عوارض ناشی از پرتاب شدن و در نهایت مرگ شود (۸). یافته‌های برخی مطالعات نشان می‌دهد عوامل انسانی شامل انواع اعمال نایمن و فاکتورهای بوجود آورنده اعمال نایمن در بیشتر حوادث دارای نقش تاثیرگذار می‌باشند. بر اساس یافته‌های مطالعات مختلف، انواع خطای انسانی مانند خطاهای مبتنی بر مهارت و عدم آگاهی و هم چنین بروز انواع تخلفات نمونه‌هایی از علل بروز حوادث برق گرفتگی بوده که دارای اهمیت بسیار بالایی در ایمنی برق و همچنین میزان بروز حوادث برق گرفتگی و پیامدهای آن در مشاغل و محیط‌های مختلف می‌باشد (۹-۱۱).

از آن جا که برق گرفتگی یکی از مهم ترین حوادثی است که منجر به مرگ و میر در جهان می‌شود، در نظر گرفتن عوامل دخیل در حوادث برق گرفتگی و پیامدهای ناشی از آن می‌تواند باعث کاهش بروز این نوع حوادث شود. شناسایی عوامل تاثیرگذار، مشارکت کننده و مرتبط با این نوع حوادث یک موضوع مهم و اساسی در علت‌یابی حوادث برق گرفتگی و راهی



این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی با کد رهگیری ۱۶۵۶۴۴ می باشد. قابل ذکر است که در این مطالعه داده های انسانی بدون نام جمع آوری شده و در آن ملاحظات اخلاقی مطالعه رعایت شده است.

### یافته ها

نتایج توصیفی مرتبط با کارگاه ها و مشاغل که در آن حوادث برق گرفتگی بوقوع پیوسته بود نشان داد بیشترین فراوانی حوادث در این مطالعه به ترتیب متعلق به حوزه ساختمان (۵۵/۵ درصد)، تولید (۱۹/۱ درصد) و خدمات عمومی و اجتماعی (۱۱/۴ درصد) می باشد. کمترین فراوانی حوادث برق گرفتگی در این مطالعه نیز مربوط به حوزه های کشاورزی و جنگل، ماهیگیری، استخراج معدن، فروش و تعمیرات کالاها و وسایل نقلیه، حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، واسطه گری های مالی، مستغلات، اجاره، فعالیت های کسب و کار، اداره امور عمومی، دفاع و تامین اجتماعی (۰/۵ درصد) بود. بعلاوه، بیشترین حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه در کارگاه های کمتر از ۲۵ نفر بوقوع پیوسته بود (۸۲/۳۰ درصد).

نتایج توصیفی مربوط به افراد حادثه دیده در این مطالعه نشان داد بیشترین فراوانی حوادث برق گرفتگی در این مطالعه به ترتیب برای افراد با گروه سنی ۲۴-۲۰ (۳۱/۸ درصد)، ۳۰-۳۴ سال (۱۷/۳ درصد) و ۲۹-۲۵ سال (۱۶/۸ درصد) بوقوع پیوسته است. کمترین حوادث نیز به ترتیب برای گروه های سنی ۴۹-۴۵ سال، ۴۴-۴۰ سال و ۵۰ سال به بالا شامل ۳/۶ درصد، ۴/۱ درصد و ۶/۸ درصد بوقوع پیوسته بود. بعلاوه، میانگین و انحراف معیار

کفایت و تکمیل مناسب چک لیست حوادث برق گرفتگی و عدم وجود گزارش کامل این حوادث برای اهداف مطالعه (شامل عدم دسترسی به اطلاعات) بود. داده های مطالعه بر اساس گزارش حوادث ناشی از کار مطابق فرمت گزارش حوادث در اداره کار استان تهران جمع آوری شد.

طراحی مطالعه بر اساس متدولوژی این مطالعه و هدف اصلی آن شامل مدل سازی پارامترهای تاثیرگذار بر حوادث برق گرفتگی انجام شده است. داده های مربوط به حوادث برق گرفتگی طی هشت سال و با مراجعه به بانک داده های حوادث ثبت شده در اداره کار استان تهران و اداره بازرسی کار وزارت کار جمع آوری شد. جمع آوری داده ها با استفاده از چک لیست حوادث، گزارشات مختلف حوادث و سوابق ثبت شده همه این حوادث انجام شد. سپس، این حوادث برق گرفتگی غربالگری و طبقه بندی شده و استخراج اطلاعات مورد نیاز انجام شد. در این مرحله، ابتدا بر اساس معیار های ورود و خروج مطالعه، حوادث مورد نظر غربالگری و مشخص شده و سپس حوادث منتخب بر حسب معیارهای مورد بررسی مانند نوع حادثه، محل وقوع حادثه، شدت حادثه و غیره طبقه بندی شده و اطلاعات مورد نیاز استخراج شد.

تحلیل و مدل سازی بر اساس رویکرد تجزیه و تحلیل رگرسیونی لجستیک چندمتغیره انجام شد. در این مرحله نقش و تاثیر هر یک از پارامترهای محیطی، سخت افزاری و انسانی در بروز حوادث برق گرفتگی مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل در این مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری IBM SPSS نسخه ۲۳ انجام شد. آزمون های آماری بکار گرفته شده در این مطالعه دو طرفه بوده و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.



نتایج توصیفی پیامدهای حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه شامل عضو آسیب دیده و نوع آسیب نشان داد بیشترین عضو آسیب دیده در این حوادث شامل دست (۲/۲ درصد)، پا (۱۵/۱ درصد) و تنه (۸/۹ درصد) و کمترین نیز شامل دستگاه عصبی (۰/۷ درصد)، گردن (۱/۶ درصد) و دستگاه گوارش (۳/۶ درصد) بوده است. بعلاوه، بررسی فراوانی نوع آسیب در این حوادث برق گرفتگی نشان داد بیشترین فراوانی مربوط به فوت (۳۰/۲ درصد) و سوختگی (۲۸/۹ درصد) بوده است. کمترین فراوانی آسیب نیز به ترتیب مربوط به قطع عضو (۴/۶ درصد)، سایر (۵/۵ درصد) و جراحی (۶/۶ درصد) بوده است (جدول ۲).

نتایج مربوط به علل مرتبط با حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه نشان داد بیشترین فراوانی علل در این حوادث به ترتیب مربوط به علل عدم رعایت موارد ایمنی مطابق آیین نامه ها (۵۳/۶ درصد)، نقص در حفاظ یا سیستم حفاظتی (۳۱/۴ درصد) و عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی (۱۲/۷ درصد) و کمترین فراوانی نیز مربوط به عللی مانند عدم آموزش کارگر (۵/۹ درصد) و عدم تهیه تجهیزات حفاظت فردی (۹/۵ درصد) بوده است (شکل ۱).

نتایج بررسی اعمال ناایمن مرتبط با حوادث برق گرفتگی نشان داد خطای ناشی از درک و دانش بر ۶۶/۸ درصد حوادث تاثیر گذار بوده است. میزان اثر خطای مبتنی بر مهارت ۵۰/۹ درصد و خطای تصمیم گیری ۲۱/۸ درصد و میزان اثر دو عامل انسانی تخلفات روتین و استثنایی به ترتیب ۱۳/۲ درصد و ۵/۰ درصد برآورد شد (شکل ۲).

سابقه کار کارگران حادثه دیده ۴/۱۰±۵/۱۹ سال بوده، ۴۰/۵ درصد این افراد مجرد و نزدیک سه-پنجم نیز متأهل بودند (۵۹/۵ درصد).

تحلیل توصیفی حوادث مورد مطالعه بر اساس میزان تحصیلات افراد حادثه دیده نیز نشان داد که بیش از نیمی از این افراد دارای تحصیلات ابتدایی یا بی سواد (۵۰/۴ درصد) و کمتر از ۵/۰ درصد نیز دارای تحصیلات دانشگاهی بودند (۰/۹ درصد فوق دیپلم و ۲/۷ درصد لیسانس).

نتایج مربوط به پارامتر زمان بروز حوادث برق گرفتگی نشان داد بیشترین درصد این حوادث به ترتیب مربوط به نوبت های صبح (۱۴-۶)، عصر (۱۴-۲۰) و شب (۲۰-۶) شامل ۴۹/۵ درصد، ۳۹/۱ درصد و ۱۱/۴ درصد می باشد. بعلاوه، بیشترین درصد این حوادث به ترتیب مربوط به دهه سوم، دهه اول و دهه دوم ماه شامل ۳۶/۴ درصد، ۳۳/۶ درصد و ۳۰/۰ درصد بود. بررسی زمان بروز حوادث برق گرفتگی در فصول مختلف سال نشان داد بیشترین فراوانی این حوادث به ترتیب مربوط به فصول تابستان، بهار، زمستان و پاییز شامل ۳۱/۴ درصد (۶۹)، ۲۵/۵ درصد (۵۶)، ۲۲/۷ درصد (۵۰) و ۲۰/۴ درصد (۴۵) برآورد شده است. نتایج مربوط به بررسی پارامتر زمان بروز حوادث برق گرفتگی در هشت سال مورد مطالعه نیز نشان داد بیشترین درصد این حوادث به ترتیب مربوط به سال ۱۳۹۲ (۱۵/۹ درصد)، ۱۳۹۱ (۱۴/۵ درصد)، ۱۳۹۶ (۱۳/۶ درصد) و ۱۳۹۴ (۱۲/۷ درصد) و کمترین درصد این حوادث به ترتیب مربوط به سال ۱۳۹۳ (۱۰/۵ درصد) و سال های ۱۳۹۰، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ (۱۰/۹ درصد) برآورد شده است (جدول ۱).

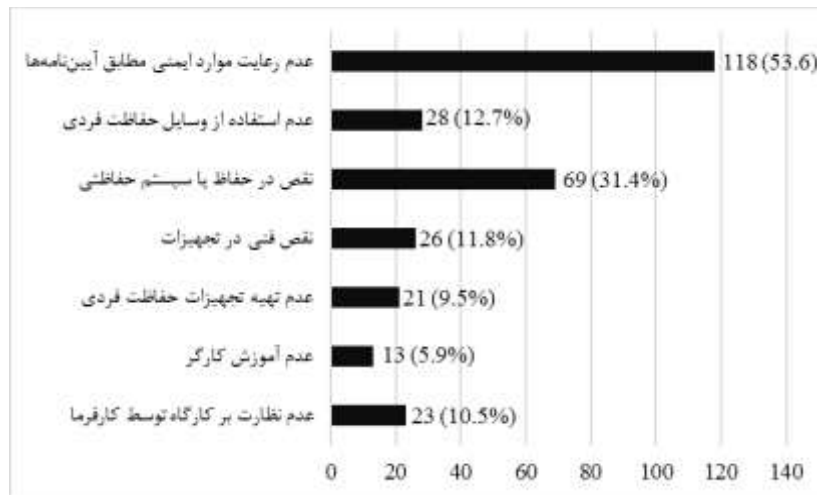


جدول ۱: یافته‌های پارامتر زمان بروز حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه

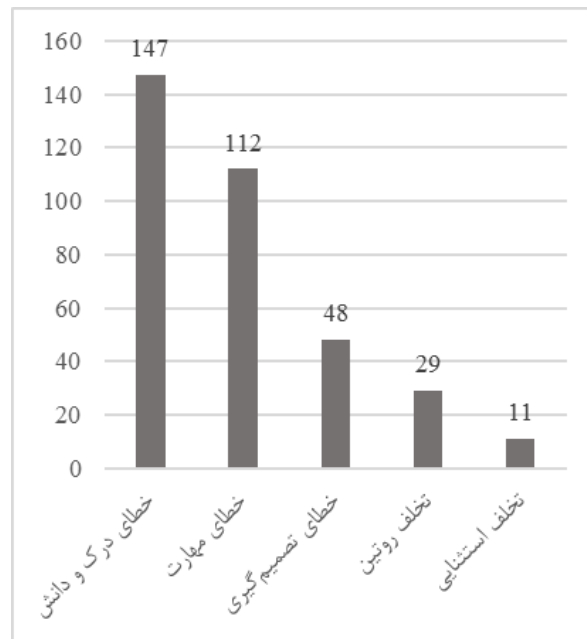
پارامتر	فراوانی (درصد)
زمان بروز حادثه	صبح (۶-۱۴) ۱۰۹ (۴۹/۵)
در روز	عصر (۱۴-۲۰) ۸۶ (۳۹/۱)
	شب (۲۰-۶) ۲۵ (۱۱/۴)
زمان بروز حادثه	دهه اول ۷۴ (۳۳/۶)
	دهه دوم ۶۶ (۳۰/۰)
	دهه سوم ۱۰۹ (۴۹/۵)
در ماه	بهار ۵۶ (۲۵/۵)
	تابستان ۶۹ (۳۱/۴)
در فصل	پاییز ۴۵ (۲۰/۴)
	زمستان ۵۰ (۲۲/۷)
زمان بروز حادثه	۱۳۹۰ ۲۴ (۱۰/۹)
	۱۳۹۱ ۳۲ (۱۴/۵)
	۱۳۹۲ ۳۵ (۱۵/۹)
	۱۳۹۳ ۲۳ (۱۰/۵)
	۱۳۹۴ ۲۸ (۱۲/۷)
	۱۳۹۵ ۲۴ (۱۰/۹)
	۱۳۹۶ ۳۰ (۱۳/۶)
	۱۳۹۷ ۲۴ (۱۰/۹)

جدول ۲: نتایج توصیفی پیامدهای حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه

متغیر	فراوانی (درصد)
سر	۲۶ (۸/۵)
گردن	۵ (۱/۶)
تنه	۲۷ (۸/۹)
عضو	دست ۷۷ (۲۵/۲)
آسیب	پا ۴۶ (۱۵/۱)
دیده	دستگاه تنفسی ۱۵ (۴/۹)
	دستگاه گوارش ۱۱ (۳/۶)
	دستگاه گردش خون ۱۲ (۳/۹)
	دستگاه عصبی ۲ (۰/۷)
فوت	۹۲ (۳۰/۲)
قطع عضو	۱۴ (۴/۶)
نوع	شکستگی ۲۴ (۷/۹)
	سوختگی ۸۸ (۲۸/۹)
	جراحت ۲۰ (۶/۶)
	سایر ۱۷ (۵/۵)



شکل ۱: نتایج توصیفی علل مرتبط با حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه



شکل ۲: نتایج توصیفی اعمال نایمن مرتبط با حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه



جدول ۳: نتایج مدل سازی رگرسیونی پیامد حوادث برق گرفتگی

متغیر	OR	CI <sub>95%</sub>	p
سن	۱/۴۵	۱/۱۶-۱/۷۴	۰/۰۰۱
سابقه کار	۱/۴۵	۱/۲۹-۱/۶۱	۰/۰۱۵
میزان تحصیلات	۱/۲۸	۱/۲۲-۱/۳۴	۰/۰۱۰
زمان حادثه در روز	۱/۸۴	۱/۰۲-۲/۶۶	۰/۰۰۱
علل بروز حادثه	۲/۱۹	۱/۳۱-۳/۰۷	۰/۰۲۰
اعمال نایمن	۴/۸	۲/۸-۶/۸	۰/۰۰۱

نتایج مدل سازی حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه با هدف تعیین و تحلیل نقش هر یک از متغیرهای مورد مطالعه بر حسب پیامد حادثه و نوع آسیب بر اساس روش تحلیل رگرسیونی لجستیک چندمتغیره نشان داد در مدل نهایی شش پارامتر سن، سابقه کار، میزان تحصیلات، زمان حادثه در روز، اعمال نایمن و مجموعه علل بروز حادثه در مدل نهایی باقی مانده و با نوع آسیب ناشی از حوادث برق گرفتگی دارای ارتباط معنی دار بودند ( $p < 0/005$ ). بیشترین تاثیر بر این متغیر وابسته به ترتیب مربوط به متغیرهای اعمال نایمن، علل بروز حادثه و زمان حادثه در روز با نسبت شانس ۴/۸، ۲/۱۹ و ۱/۸۴ برآورد گردید (جدول ۳).

### بحث و نتیجه گیری

یافته های این مطالعه نشان داد که ۲۲۰ حادثه برق گرفتگی بوقوع پیوسته طی بازه زمانی هشت ساله مورد مطالعه از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی بوقوع پیوسته است و هم چنین نوع آسیب ناشی از این حوادث برق گرفتگی می توانستند تحت تاثیر پارامترها و عوامل مختلف قرار گرفته و شدت آن ها ناشی از نقش این عوامل تشدید یافته و یا کاهش یابد. یافته های مربوط به تحلیل و مدل سازی رگرسیونی عوامل موثر بر نوع

آسیب به عنوان یکی از پیامدهای حوادث برق گرفتگی بیانگر این بود که عوامل موثر بر حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه شامل شش متغیر سن، سابقه کار، میزان تحصیلات، زمان حادثه در روز، اعمال نایمن و علل بروز حادثه بوده که با این پیامد حادثه دارای ارتباط معنی دار بودند ( $p < 0/005$ ).

یافته های این مطالعه بیانگر این بود که اعمال نایمن به عنوان مهم ترین و تاثیرگذارترین متغیرها در بروز حوادث برق گرفتگی بر نوع آسیب ناشی از این حوادث محسوب می شود. نتایج این مطالعه نشان داد دو خطای انسانی مهم شامل خطای مبتنی بر درک و ناشی از کمبود دانش و آگاهی نسبت به انواع مخاطرات جریان الکتریسته و هم چنین خطای مبتنی بر مهارت در کار با تجهیزات و سیستم های الکتریکی در بیش از نیمی از این حوادث دارای نقش بوده و مشارکت دارند. یافته های مدل سازی صورت گرفته نیز بیانگر این بود که اعمال نایمن به عنوان تاثیرگذارترین عوامل بر نوع آسیب ناشی از حوادث برق گرفتگی برآورد شده است (نسبت شانس = ۴/۸). اعمال نایمن به عنوان یکی از دلایل کلیدی حوادث در صنعت، دارای بیشترین سهم در حوادث شغلی می باشند. نتایج برخی مطالعات نشان می دهد که کارگر یا تیم کاری در بیشتر حوادث شغلی به



تراشی از قبیل این که فقط افراد ضعیف و ترسو از تجهیزات ایمنی استفاده می‌کنند. این چنین کارگرانی هیچگاه درک درستی از اینکه تمامی کارها بایستی در تمامی زمان‌ها به صورت ایمن انجام گیرد، بدست نیاورده‌اند. پیشگیری از این نوع نگرش که در نهایت می‌تواند منجر به حادثه شود، کار دشواری است (۱۷-۱۹).

یافته‌های این مطالعه نشان داد زمان بروز حادثه با نسبت شانس ۱/۸۴ به عنوان سومین عامل تاثیرگذار بر نوع آسیب بوقوع پیوسته با حوادث برق گرفتگی دارای ارتباط معنی‌دار می‌باشد. زمان بروز حادثه عامل بسیار مهمی در پیش بینی و تحلیل حوادث می‌باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که حوادث و آسیب‌های شغلی معمولاً در دوره‌های زمانی اوایل شیفت به دلایل عدم تسلط بر کار و قرار گرفتن در فاز تغییر و اواخر شیفت کاری به دلیل خستگی ناشی از ساعت‌های پایانی کار بوقوع می‌پیوندد (۲۰-۲۳). یافته‌های برخی از مطالعات نیز نشان داده است که حوادث و آسیب‌های شغلی مرتبط با متغیرهایی مانند زمان، محل حادثه، روز کاری هفته و ماه می‌باشد (۲۴).

پارامترهای فردی مانند سن و سابقه کار به عنوان یکی از علل مهم در حوادث مطرح می‌باشند (۲۵-۲۹). در این مطالعه، پارامترهای سن و سابقه کاری و میزان تحصیلات افراد حادثه‌دیده به عنوان عوامل تاثیرگذار بر نوع آسیب‌ها و نتایج حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه تشخیص داده شدند. برای مثال در مطالعه Amotz Perlman و همکاران توانایی سرپرستان برای شناسایی خطرات و درک و ارزیابی ریسک به عنوان یک مهارت پایه ای و اساسی برای حفظ شرایط ایمنی مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه میزان آگاهی ۶۱

دلیل بروز انواع خطای انسانی و اعمال نایمن دارای نقش مستقیم می‌باشند. بعلاوه، نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که رفتارهای فردی نایمن می‌تواند تحت تاثیر دیگر فاکتورهای مهم مانند عوامل دموگرافیک، سازمانی، شرایط محیط کار، موقعیت زمانی و جغرافیایی و نوع فعالیت‌های شغلی در محیط کار باشد (۱۴، ۱۵).

حوادث برق گرفتگی به عنوان حوادثی که دارای احتمال وقوع پایین و شدت پیامد بسیار بالا می‌باشند دارای اهمیت فراوانی در موضوع تحلیل حوادث و ریسک و هم چنین ارائه اقدامات پیشگیرانه برای کاهش تلفات انسانی می‌باشد. عدم استفاده از تجهیزات ایمنی فراهم شده مانند انواع تجهیزات حفاظت فردی متناسب با شرایط فعالیت‌های مرتبط با جریان زنده الکتریسیته یکی از متغیرهای مهم می‌باشد که بایستی در بررسی اعمال نایمن و هم چنین دیگر فاکتورها مانند علل و عوامل بروز این نوع حوادث مورد توجه قرار گیرد. با وجود اینکه حذف حوادث برق گرفتگی و مرتبط با جریان الکتریسیته تقریباً غیرممکن است، اما تکرارپذیری وقوع چنین حوادثی را می‌توان در صورتی که کارگران در محیط‌های صنعتی به صورت دائم تحت پایش و نظارت قرار گرفته و زمان‌هایی را که از تجهیزات ایمنی به درستی استفاده نشده را فوراً شناسایی کند، کاهش داد. همچنین واحدهای شغلی در صنعت بایستی بر رفتار کارگران از طریق تأثیرات مثبت، اختراهای شفاهی و کتبی و در صورت نیاز با تنبیهات تأثیر بگذارد (۱۶).

نقش خطای مبتنی بر مهارت در حوادث برق گرفتگی و پیلمدهای آن بسیار حائز اهمیت می‌باشد. نگرش، جو و یا فرهنگ ضعیف ایمنی انعکاسی است از استدلال‌هایی مانند دلیل



لذا، یافته های این مطالعه می تواند برای دیگر استان ها و محیط های صنعتی در سطح کشور نیز مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این مطالعه بیانگر این بود که نوع آسیب ناشی از حوادث برق گرفتگی می تواند تحت تاثیر عوامل و پارامترهای مختلف و متعدد قرار گیرد.

این یافته ها بیانگر این بود که پیامد حوادث برق گرفتگی مورد مطالعه شامل فوت، قطع عضو، شکستگی، سوختگی و جراحت تحت تاثیر شش متغیر سن، سابقه کار، میزان تحصیلات، زمان حادثه در روز، اعمال ناایمن و مجموعه علل بروز حادثه قرار گرفته است. بر این اساس، اقدامات ایمنی مورد نیاز برای پیشگیری از بروز حوادث برق گرفتگی و کاهش پیامدهای احتمالی آن می تواند از طریق انواع فرآیندها اعم از آموزش های ایمنی مختلف در زمینه پیشگیری از بروز حوادث الکتریکی، الزامات ایمنی حریق های الکتریکی و آموزش ایمنی تجهیزات حفاظت فردی، بعلاوه سیستم های سخت افزاری مانند سیستم اتصال به زمین، انواع کلیدهای قطع کننده ایمن مانند قطع کننده های مدار و دیگر سیستم های ایمنی مانند هم بندی و اتصال زمین موقت همراه با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب بکار گرفته شود.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود از معاونت پژوهش این دانشگاه و هم چنین واحد بازرسی کار وزارت کار و همچنین اداره کار استان تهران اعلام می نماید.

### تضاد منافع

نویسندگان مقاله تعهد می نمایند هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

سرپرست نسبت به مخاطرات و چگونگی درک و ارزیابی ریسک های مرتبط با صنعت و تخمین احتمال و شدت حوادث مورد سنجش قرار گرفت.

یافته های این مطالعه نشان داد که علی رغم تایید ارتباط سابقه کاری و میزان آموزش های ارائه شده با میزان کاهش شدت و میزان حوادث شغلی، اما به دلیل پیچیدگی و تنوع بیش از حد در فعالیت ها، سرپرستان با سابقه کاری بالا قادر به شناسایی همه ریسک های موجود در محیط کار خود نمی باشند (۳۰).

این مطالعه با هدف تجزیه و تحلیل و مدل سازی پارامترهای تاثیرگذار بر حوادث برق گرفتگی بر اساس داده های حوادث برق گرفتگی شغلی ۸-ساله در استان انجام شده است.

بعلاوه، بر اساس پایگاه داده حوادث وزارت کار و پزشکی قانونی، نتایج بررسی توصیفی حوادث برق گرفتگی در استان های کشور نشان می دهد در مجموع ۲۴۷۴ حادثه برق گرفتگی طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ در کشور بوقوع پیوسته است.

نتایج این بررسی نشان می دهد طی این ۸ سال شیب بروز حوادث برق گرفتگی رو به نزول بوده است و از ۴۵۷ حادثه برق گرفتگی در سال ۱۳۹۰ به ۲۲۰ حادثه در سال ۱۳۹۷ تقلیل یافته است. به عبارتی نرخ بروز این حوادث به کمتر از یک-دوم کاهش یافته است. ارزیابی استان های کشور نشان می دهد که استان تهران با میزان ۴۸۷ حادثه دارای بیشترین نرخ بروز حوادث برق گرفتگی در استان های کشور بوده است و نسبت به رتبه دوم حدود سه برابر دارای حوادث برق گرفتگی بیشتری می باشد (استان خوزستان با ۱۶۹ حادثه برق گرفتگی). بنابراین، این مطالعه در استانی با بیشترین میزان فراوانی حوادث برق گرفتگی در سطح کشور انجام شده است.



## References

- 1-Gammon T, Lee WJ, Intwari I. Reframing Our View of Workplace “Electrical” Injuries. IEEE Transactions on Industry Applications. 2019; 55(4): 4370-6.
- 2-Ichikawa N. Electrical Fatality Rates in Japan.2002-2011: New Preventive Measures for Fatal Electrical Accidents. IEEE Industry Applications Magazine.2016; 22(3): 21-6.
- 3-Cawley JC, Homce GT. Occupational electrical injuries in the United States, 1992–1998, and recommendations for safety research. Journal of safety research. 2003; 34(3): 241-8.
- 4-Bailey C. Electrical and Lightning Injuries.
- 5-Cawley JC, Brenner BC, editors. Occupational electrical injuries in the US. 2012 IEEE IAS Electrical Safety Workshop.2012.
- 6-Kumar S, Verma AK, Singh US. Electrocution-related mortality in northern India–A 5-year retrospective study. Egyptian Journal of Forensic Sciences.2014;4(1):1-6.
- 7-Tirasci Y, Goren S, Subasi M, Gurkan F. Electrocution-related mortality: a review of 123 deaths in Diyarbakir, Turkey between 1996 and 2002. The Tohoku journal of experimental medicine. 2006;208(2):141-5.
- 8-kiyani M, bazmi S. Electrocution and complications. Iranian Journal of Forensic Medicine. 2007;13(1):38-44.
- 9-Castillo-Rosa J, Suarez-Cebador M, Rubio-Romero JC, Aguado JA. Personal factors and consequences of electrical occupational accidents in the primary, secondary and tertiary sectors. Safety science. 2017; 91: 286-97.
- 10-Ichikawa N. Editor Statistical accident analysis and electrical fatality rate in Japan, 2002–2011- Causes and preventive measures of fatal electrical accidents. IEEE IAS Electrical Safety Workshop. 2015; IEEE: 1-5.
- 11-Panaro P, Amatucci S. Analysis of work accidents with electrical origin. 2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe). 2017; IEEE: 1-4.
- 12-Barrett M, OConnell K, Sung C, Stokes G. Analysis of electrical accidents in UK domestic properties. Building services engineering research and technology. 2010; 31(3): 237-49.



- 13-Suarez-Cebador M, Rubio-Romero JC, Lopez-Arquillos A. Severity of electrical accidents in the construction industry in Spain. *Journal of safety research*. 2014; 48: 63-70.
- 14-Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A, Ghasvand R. Key factors contributing to accident severity rate in construction industry in Iran: a regression modelling approach/Primjena regresijskog modela u analizi kljucnih cimbenika koji pridonose tezini nesreca u gradevinskoj industriji u Iranu. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*. 2016;67(1):47-53.
- 15-Chan APC, Wong FKW, Hon CKH, Choi TNY. A Bayesian Network Model for Reducing Accident Rates of Electrical and Mechanical (E&M) Work. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018;15(11): 2496.
- 16-Pisharody N, Bahukhandi KD, Rawat PS, Elangovan R. Analysis of Industrial Accidents in a Public Sector Power Company-Causes and Preventive Measures. *Advances in Industrial Safety: Springer*.2020;173-90.
- 17-Tong DYK, Rasiah D, Tong XF, Lai KP. Leadership empowerment behaviour on safety officer and safety teamwork in manufacturing industry. *Safety science*. 2015; 72: 190-8.
- 18-Toole TM. Construction site safety roles. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2002;128(3):203-10.
- 19-Vinodkumar MN, Bhasi M. Safety climate factors and its relationship with accidents and personal attributes in the chemical industry. *Safety Science*.2009;47(5):659-67.
- 20-Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Akbarzadeh M. Studying Disabling Occupational Accidents in the Construction Industry During Two Years. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2014;1(2):57-66.
- 21-Lopez MAC, Ritzel DO, Fontaneda I, Alcantara OJG. Construction industry accidents in Spain. *Journal of Safety Research*. 2008;39(5):497-507.
- 22-Hamid A, Rahim A, Majid A, Zaimi M, Singh B. Causes of accidents at construction sites. *Malaysian Journal of Civil Engineering*.2008;20(2):242-59.
- 23-Haslam RA, Hide SA, Gibb AG, Gyi DE, Pavitt T, Atkinson S, et al. Contributing factors in construction accidents. *Applied ergonomics*. 2005;36(4):401-15.
- 24-Arquillos AL, Romero JCR, Gibb A. Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. *Journal of Safety Research*.2012;43(5):381-8.



- 25-Chi CF, Chang TC, Ting HI. Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied ergonomics*.2005; 36(4): 391-400.
- 26-Oliver A, Cheyne A, Tomas JM, Cox S. The effects of organizational and individual factors on occupational accidents. *Journal of Occupational and Organizational psychology*.2002; 75: 473.
- 27-Hakkanen H, Summala H. Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers. *Accident Analysis & Prevention*.2001;33(2):187-96.
- 28-Sawacha E, Naoum S, Fong D. Factors affecting safety performance on construction sites. *International Journal of Project Management*.1999; 17(5): 309-15.
- 29-Salminen S. Have young workers more injuries than older ones? An international literature review. *Journal of Safety Research*.2004;35(5):513-21.
- 30-Perlman A, Sacks R, Barak R. Hazard recognition and risk perception in construction. *Safety Science*. 2014; 64: 22-31.