

ارائه مدل تخلیه اضطراری ورزشگاه (نمونه موردی ورزشگاه نقش جهان)

امیر محمودزاده^۱، محمد مهدی رشیدی^۲، آرش زره تن لهونی^{۳*}

^۱ استادیار، عضو هیات علمی و رئیس سابق پژوهشگاه بحران های طبیعی شاخص پژوه.

^۲ استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه صنعت نفت، تهران، ایران.

^{۳*} دانش آموخته دکتری مدیریت گرایش بحران، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰

Presentation of the emergency evacuation model of the stadium (case example of Naqsh Jahan Stadium)

Amir Mahmudzadeh¹, Mohammad Mehdi Rashidi², Arash Zere Tan Lehoni^{3*}

¹ Assistant professor, member of the academic staff and former head of the Pajoh Institute of Natural Crisis Research,

² Assistant professor, member of the scientific faculty of Sanat Naft University, Tehran, Iran

^{3*} PhD student in crisis management, Isfahan, Iran

Received: (29/10/2021) Accepted: (11/12/2021)

شناسه یکتا: <https://dorl.net/dor/>

Abstract

In order to investigate and improve stadium evacuation programs, this research suggests evacuation simulators for predicting crowd behaviors for crowd evacuation scenarios based on dynamic walking multi-agent software solution, feature simulation model. It reflects the laws, regulations and standards of population evacuation and provides a simulation model capable of dynamic change for local conditions. This model can produce valuable statistical graphs of population dynamics and data such as population bottlenecks, density, population and The content of this research provides the possibility of analyzing the population evacuations in the stadium. The simulation results show that nearly 20 minutes of time is needed to evacuate the entire population from the stadium building when Naqsh Jahan Stadium is fully occupied. By using the density histogram or histogram, the creation of a population bottleneck in the area with accumulation can be determined. According to the results, the access routes and exits of the stadium have enough space to evacuate the population from the building, but some places, such as the access stairs to the platforms, did not function easily during the full-scale evacuation and were blocked. This research shows that the simulation results reflect the real discharge in an approximate way in Naqsh Jahan Stadium.

Keyword: population traffic, emergency evacuation model, Crisis Management, Naqsh Jahan Stadium

چکیده

به منظور بررسی و بهبود برنامه‌های تخلیه ورزشگاه‌ها این، پژوهش شبیه‌سازی‌های تخلیه‌ای برای پیش‌بینی رفتارهای جمعیت برای سناریوهای تخلیه جمعیت بر اساس راه حل نرم افزار چند عامله‌ی پیاده روی پویا پیشنهاد می‌دهد مدل شبیه‌سازی ویژگی‌ها، قوانین مقررات و استانداردهای تخلیه جمعیت را منعکس ساخته و مدل شبیه‌سازی قادر به تغییر پویا برای شرایط محلی ارائه می‌شود این مدل می‌تواند گراف‌های آماری ارزشمندی از پویایی جمعیت تولید کرده و داده‌هایی مانند مناطق تنگنای جمعیتی تراکم، جمعیت و سرعت میانگین جمعیت ارائه دهد محتوای این پژوهش امکان تجزیه و تحلیل تخلیه‌های جمعیت در استادیوم را فراهم می‌کند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که نزدیک به ۲۰ دقیقه زمان برای تخلیه کل جمعیت از ساختمان ورزشگاه وقتی که ورزشگاه نقش جهان کاملاً است نیاز است با استفاده از هیستوگرام یا بافت نگار تراکم، ایجاد یک تنگنای جمعیت در منطقه با انباشتگی را می‌توان مشخص نمود. با توجه به نتایج، مسیرهای دسترسی و خروجی‌های ورزشگاه فضای کافی برای تخلیه جمعیت از ساختمان را دارا هستند اما برخی از مکان‌ها مانند پله‌های دسترسی به سکوها به راحتی در طول تخلیه در مقیاس کامل عمل نکرده و به سوی مسدود شدن می‌روند. این پژوهش نشان می‌دهد که نتایج شبیه‌سازی تخلیه واقعی را به صورت تقریبی در ورزشگاه نقش جهان منعکس می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: ترافیک جمعیتی، مدل تخلیه اضطراری، مدیریت بحران، ورزشگاه نقش جهان

مقدمه

بلای طبیعی یا فاجعه‌های طبیعی به وقوع پیوسته‌اند و شامل رویدادهای طبیعی غیرمنتظره و غیرقابل پیش‌بینی می‌شوند که عواقب و خسارات جدی بر بشر و محیط زیست ایجاد می‌کنند. این رویدادها ممکن است در اثر عوامل طبیعی مانند زلزله، سیل، طوفان، آتشفشان، خسارت‌های آب‌وهوایی شدید، خشکسالی‌ها، زوبان‌زدایی‌ها و سایر پدیده‌های طبیعی بروز کنند.

این بلایا می‌توانند باعث ایجاد صدمات جسمانی و روحی به انسان‌ها شوند، خانه‌ها و زیرساخت‌های زیربنایی شهری را نابود کنند، باعث از دست دادن زندگی و دارایی‌ها شوند و به همین ترتیب تاثیرات اقتصادی و اجتماعی عمده‌ای را ایجاد کنند.

به منظور مقابله با بلایای طبیعی، بسیاری از کشورها و سازمان‌ها برنامه‌ها و طرح‌های اضطراری و پیشگیری را اجرا می‌کنند. این طرح‌ها به منظور کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی، آموزش و آگاهی‌بخشی به مردم در مورد رفتارها و اقدامات ایمنی، ایجاد سازمان‌ها و نهادهای مسئول در حوزه امداد رسانی و همکاری بین کشورها برای کمک به کشورهای متضرر می‌باشد.

این رویدادهای طبیعی گاه قابل پیش‌بینی نیستند و به همین دلیل باید برنامه‌ها و آمادگی‌های لازم برای مواجهه با آن‌ها را در نظر داشت و از مردم در مورد رفتارها و اقدامات ایمنی در شرایط بلایای طبیعی آگاهی بخشید.

شرایط اضطراری یا حوادث اضطراری به وقوع پیوستن رویدادها یا وقوع موقعیت‌های خطرناک و ناگهانی اشاره دارد که ممکن است به افراد، جوامع، و محیط‌ها آسیب برساند و نیازمند برخورد فوری و عجلولانه باشد. این شرایط می‌توانند در محدوده‌های مختلفی اتفاق بیفتند، از جمله:

طبیعی: زلزله، سیل، آب‌گرفتگی، طوفان، آتش‌سوزی طبیعی، برف‌باران شدید، خشکسالی، و جنگل‌سوزی.

انسانی: تروریسم، تیراندازی‌ها، حملات با گاز یا اسید، تصادفات ناگهانی، حملات سایبری و هکری، انفجارها، خطرات اتمی یا رادیواکتیو، و بحران‌های اقتصادی.

در هر یک از این حوادث، آسیب‌ها و خسارات به افراد، تسهیلات عمومی، محیط زیست، اقتصاد، و زندگی روزمره مردم می‌توانند جدی باشند. به همین دلیل، مدیریت شرایط اضطراری و توانایی انجام عملیات امداد و نجات و تخلیه افراد در این شرایط بسیار حائز اهمیت است.

حوادث را بر حسب منبع ایجاد آنها میتوان به طریق زیر تقسیم بندی کرد:

دو دسته منبع انسانی و منبع طبیعی تقسیم کنید:

منابع انسانی:

تروریسم: حملات تروریستی که به هدف قرار دادن ترس و وحشت در جامعه و ایجاد خسارت برای به‌دست‌آوردن اهداف سیاسی، اجتماعی، مذهبی یا ایدئولوژیک انجام می‌شوند.

تیراندازی‌ها: حوادث تیراندازی که ممکن است در مکان‌های عمومی یا نهادهای اجتماعی به وقوع بپیوندند. حملات با گاز یا اسید: حملات با گاز یا اسید که می‌توانند جنایات وحشتناکی با عواقب جدی برای افراد آسیب‌پذیر ایجاد کنند.

حملات سایبری و هکری: حملات سایبری به شبکه‌ها و سیستم‌های کامپیوتری، برقراری ارتباطات، بانک‌ها و سایر زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی می‌توانند از طریق نفوذ به سیستم‌های امنیتی و دزدیدن اطلاعات حساس و یا خرابی آنها انجام شوند.

انفجارها: انفجارها که ممکن است در نتیجه تروریسم، نقص‌های صنعتی، فروریختگی ساختمان‌ها یا حوادث دیگر اتفاق بیافتند. خطرات اتمی یا رادیواکتیو: حوادث هسته‌ای یا رادیواکتیو که ممکن است به علت حوادث هسته‌ای، فاجعه‌های محیط‌زیستی یا عدم ایمنی در تاسیسات هسته‌ای به وقوع بپیوندند.

منابع طبیعی:

زلزله: لرزه‌های زمین که ناشی از تکان‌های پوسته زمین هستند. سیل: افزایش ناگهانی حجم آب در رودخانه‌ها که می‌تواند مناطق ساحلی را غرق کند.

آب‌گرفتگی: اتلاف زیرزمینی منابع آب به دلیل کشاورزی غیرمتعادل و استفاده زائد از آب.

طوفان: وقوع هوایمایی‌های بادی شدید که مناطق ساحلی را تخریب می‌کنند.

آتش‌سوزی طبیعی: انفجار و گسترش آتش‌سوزی‌ها در مناطق چراگاه‌ها.

برف‌باران شدید: بارش شدید برف که مناطق شهری و روستایی را محروم می‌کند.

خشکسالی: مدت زمان بلندی که ناشی از کمبود آب برای کشاورزی و مصرف انسانی است.

وقوع ترک‌های دریاچه‌ها یا آب‌گذرها: وقوع ترک‌های ناگهانی دریاچه‌ها و آب‌گذرها که می‌تواند خسارت‌های عظیم به دامنه مناطق رودخانه‌ای یا شهری وارد کند.

این همه حوادث ممکن است باعث خسارت‌ها و آسیب‌های جدی به افراد و زیرساخت‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی شوند. به همین دلیل، برنامه‌ریزی مناسب، آماده‌سازی و هماهنگی میان نهادها در مواجهه با این حوادث بسیار مهم است.

برای انجام تخلیه سریع و موفق اماکن، نکات زیر را باید در نظر گرفت:

طرح تخلیه: باید برای هر اماکن، شرکت یا مکان مسیره‌های تخلیه امن تعیین شود و نقشه‌های تخلیه برای هدایت افراد در زمان خروج از مکان آماده شود.

آموزش: کارکنان و ساکنان اماکن باید آموزش‌های تخلیه و ایمنی دوره‌ای ببینند تا با رفتارهای صحیح در شرایط بحرانی آشنا شوند.

تنبیه‌ها و گردهم‌آبی‌ها: باید تنبیه‌ها و گردهم‌آبی‌ها روی بازدیدکنندگان و کارکنان برای اعلام فوری تخلیه تمرین شوند. تجهیزات اطفاء حریق: تجهیزات اطفاء حریق مناسب و کافی در اماکن نصب شود و کارکنان باید در استفاده از آنها آموزش داده شوند.

هدایت و توجیه: کارکنان باید در هدایت و توجیه بازدیدکنندگان و افرادی که به اماکن آشنا نیستند مهارت داشته باشند.

تواصل با ارگان‌های امدادی: در صورت لزوم، باید با ارگان‌های امدادی محلی هماهنگی شود تا کمک و پشتیبانی لازم در هنگام تخلیه ارائه شود.

آگاهی و اعلام: افراد باید آگاه باشند که چگونه از خطر فوراً اعلام کنند و همچنین اعلام‌های مرتبط با تخلیه باید به صورت صریح و واضح انجام شود.

تخلیه سریع و کارآمد از اهمیت بسیاری برخوردار است زیرا می‌تواند زندگی و سلامتی افراد را نجات دهد. برای اطمینان از موفقیت تخلیه، باید این فرآیند به طور دوره‌ای تمرین شود تا کارکنان و ساکنان به خوبی با رفتارهای صحیح و فوریت در شرایط بحرانی آشنا شوند.

حوادث استادیوم کمیاب است این حوادث اگرچه به ندرت رخ میدهند اما نسبت به تصادفات روزانه ماشینی که به کرات اتفاق می‌افتند اثرات مخرب بیشتری بر روی جامعه می‌گذارند.

حوادث در استادیوم‌ها می‌توانند از نوع‌های مختلفی باشند و در برخی موارد خطرات جدی برای حاضرین ایجاد کنند. به عنوان مثال: تروریسم و امنیت: استادیوم‌ها به عنوان محل‌های عمومی و پرجمعیتی هستند که می‌توانند هدف حملات تروریستی باشند. حملات ممکن است شامل انفجارها، تیراندازی‌ها یا حملات با گاز یا اسید باشند.

تصادفات و خرابی‌ها: ممکن است در استادیوم‌ها به دلیل نقص‌ها در تاسیسات، تجهیزات یا برنامه‌ریزی، تصادفات اتفاق بیفتد که ممکن است باعث آسیب به افراد و تجهیزات شود.

تخلیه بر اثر حوادث طبیعی: در صورت وقوع زلزله، سیل، آتش‌سوزی طبیعی یا شرایط طبیعی دیگر، نیاز به تخلیه فوری استادیوم‌ها پیش آید.

آسیب‌های هواداران: انفجارها، دعواها و مرگ می‌توانند ناشی از درگیری‌ها و تنش‌ها بین هواداران و یا تیم‌های مختلف باشند. برای مدیریت این حوادث و حفاظت از امنیت حاضرین، استادیوم‌ها نیازمند اجرای طرح‌های امنیتی جدی هستند. این طرح‌ها شامل ایجاد نقاط امنیتی، نیروهای امنیتی، آموزش کارکنان و حاضرین، نظارت مداوم، بررسی‌های امنیتی، ایجاد مسیره‌های تخلیه امن و تهیه طرح‌های اضطراری هستند. همچنین، همکاری میان مدیران استادیوم، ارگان‌های امدادی و نیروهای امنیتی محلی نیز بسیار مهم است تا بهترین برنامه‌ها و استراتژی‌ها برای مقابله با حوادث در استادیوم‌ها اجرا شود.

بیان مسئله:

استادیوم‌ها به عنوان مکان‌هایی که میزبانی رویدادهای بزرگ و تجمعات عمومی هستند، باید در مواقع اضطراری و حوادث بحرانی از جمله حریق، زلزله یا سایر وقایع ناگوار، قادر به تخلیه افراد به صورت سریع و ایمن باشند. این تخلیه در مقیاس بزرگ و با تعداد زیادی از افراد مشکلات و چالش‌های خاص خود را ایجاد می‌کند.

در مسئله مدل تخلیه اضطراری استادیوم، باید به مسائلی مانند مسیره‌های تخلیه، زمان تخلیه، تخصیص منابع و امکانات اضطراری، اثرات ترافیک و تداخل‌ها در طراحی مسیره‌ها و نقاط تجمع توجه شود. همچنین، ممکن است در نظر گرفتن ویژگی‌های مختلف افراد مثل سن، توانایی جسمی، تجربه و شرایط ویژه (مانند نیازهای افراد با نیازهای ویژه) نیز اهمیت داشته باشد.

هدف از این مدل، بهبود امنیت و کارایی در تخلیه استادیوم‌ها در مواجهه با وقایع اضطراری است. برای این منظور، باید از داده‌های مرتبط با استادیوم، نقشه‌ها، طراحی داخلی، زیرساخت‌های امنیتی، اطلاعات افراد و تجربیات گذشته استفاده کرده و مدلی دقیق و قابل اعتماد ایجاد کنیم تا بتوان بهترین راهکارها و استراتژی‌ها را برای تخلیه در صورت وقوع حوادث اضطراری پیشنهاد داد. این مدل می‌تواند به مسئولان امنیتی، تیم‌های امداد و نجات، مدیران استادیوم و افراد شرکت کننده در رویدادها کمک کند تا به طور بهینه و امن از مواجهه با وضعیت‌های اضطراری پیشگیری کنند.

اهداف مدل تخلیه اضطراری استادیوم:

به منظور بهبود امنیت و کارایی در مواجهه با وقایع اضطراری در استادیوم‌ها تعیین می‌شوند. این اهداف شامل موارد زیر می‌شوند:

تخلیه سریع و امن افراد: اصلی‌ترین هدف از مدل تخلیه اضطراری استادیوم، تضمین تخلیه سریع و امن افراد حاضر در استادیوم در صورت وقوع حوادث اضطراری مانند حریق یا زلزله است. این مدل باید بهبود امکانات تخلیه و مسیره‌های خروج را

تخلیه به اطلاعات دقیق در مورد نقاط ضعف و آسیب‌پذیری‌ها در استادیوم کمک می‌کند و اقدامات اصولی را برای کاهش این خطرات اتخاذ می‌کند.

تخلیه هماهنگ و سازمان‌دهی شده: تخلیه ناهماهنگ از استادیوم‌ها می‌تواند به ایجاد ترافیک ناخواسته، تداخل در جریان افراد و افزایش خطرات منجر شود. مدل تخلیه اضطراری به تخلیه هماهنگ و سازمان‌دهی شده کمک می‌کند.

بهبود زمان تخلیه: تعیین مسیرهای بهینه و ترتیب اولویت‌های تخلیه با استفاده از مدل، می‌تواند زمان تخلیه را بهبود دهد و از طریق بهبود جریان افراد، کمک به کاهش میزان خطر ایجاد کند.

آمادگی و آموزش: مدل تخلیه اضطراری به عنوان یک ابزار آموزشی برای آمادگی افراد و تیم‌های امداد و نجات در مواجهه با وقایع اضطراری عمل می‌کند. آموزش افراد به گونه‌ای که بتوانند به خوبی و به طور هماهنگ با دیگران در مواجهه با حوادث اضطراری عمل کنند، بسیار مهم است.

بهینه‌سازی منابع: مدیریت منابع و تخصیص بهینه آنها در شرایط اضطراری می‌تواند تاثیر مستقیمی بر کاهش خطرات و آسیب‌ها داشته باشد. مدل تخلیه اضطراری به تخصیص بهینه تجهیزات اطفاء حریق، اسکله‌ها و منابع دیگر کمک می‌کند.

به طور کلی، مدل تخلیه اضطراری در استادیوم‌ها به عنوان ابزاری قدرتمند برای افزایش امنیت و کاهش خطرات در مواجهه با وقایع اضطراری عمل می‌کند.

سئوالات پژوهش:

آیا نتایج محاسبه شده توسط مدل تخلیه اضطراری ورزشگاه با استفاده از نرم افزار Pedestrian Dynamic برای تحلیل و بررسی جمعیت منعکس کننده‌ی شرایط واقعی در ورزشگاه نقش جهان است؟

آیا تعیین معیارهای تخلیه اضطراری جمعیت (دوری از مرکز ورزشگاه، سرعت تماشاگر در خروج از پله‌ها، سرعت تماشاگر در کریدورها، عرض معابر، جمعیت تماشاگر در ناحیه مربوطه و ظرفیت ناحیه) با توجه به نوع رویداد منجر به تهیه طرح تخلیه اضطراری جمعیت می‌شود؟

۲-۷-۱- فرضیه‌های پژوهش:

در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Pedestrian Dynamic اقدام به پیش بینی زمان تخلیه ورزشگاه گردیده است. لذا فرضیه‌های این پژوهش به شرح زیر طراحی و آزمون شده است: فرضیه ۱: محاسبه زمان تخلیه ورزشگاه بر اساس نرم افزار Pedestrian Dynamic، مناسب ترین راهکار مدیریت بحران ورزشگاه‌ها است.

فرضیه ۲: تعیین معیارهای تخلیه اضطراری جمعیت (دوری از

بررسی کند تا از طریق طراحی بهینه تر مسیرها و مکان‌های تجمع، اطمینان حاصل شود که افراد به سرعت و بدون هیچگونه موانع به خروج بپردازند.

حداقل کاهش آسیب: مدل تخلیه باید به شکلی طراحی شود که در صورت وقوع حادثه، کاهش آسیب به افراد و تسهیل تخلیه آنها از استادیوم ممکن باشد. این شامل ارزیابی میزان ریسک‌های مختلف، ایجاد طرح‌های امنیتی و تعیین اقدامات اضطراری است.

مدیریت ترافیک و تداخل: مدیریت جریان افراد و خروج از استادیوم می‌تواند بهبود کارایی تخلیه را تضمین کند. این مدل باید مکان‌های تجمع، مسیرهای تخلیه و ترتیب افراد را به گونه‌ای طراحی کند که از ایجاد ترافیک یا تداخل جلوگیری شود.

استفاده بهینه از امکانات و منابع: مدل تخلیه اضطراری باید بهبود مدیریت منابع و امکانات اضطراری مانند اطفاء حریق، تجهیزات پزشکی و تخلیه تجهیزات را بررسی کند. این باعث استفاده بهینه از امکانات موجود و افزایش کارایی تخلیه می‌شود.

آمادگی و آموزش: این مدل می‌تواند ابزاری برای آموزش و آمادگی افراد، تیم‌های امداد و نجات، نیروهای امنیتی و مدیران استادیوم باشد. با تدریس به افراد چگونگی عملکرد در مواجهه با وقایع اضطراری، آنها برای مواجهه با وضعیت‌های بحرانی بهتر آماده می‌شوند.

بهبود طراحی و ساختار استادیوم: نتایج مدل تخلیه اضطراری می‌تواند به طراحان و مهندسان معماری کمک کند تا در طراحی استادیوم‌ها، عوامل ایمنی و تخلیه را بهبود بخشند. این شامل ایجاد مکان‌های تجمع مناسب، تعیین ترتیب اولویت خروج افراد و بهینه‌سازی ساختار استادیوم است.

به طور کلی، اهداف مدل تخلیه اضطراری استادیوم به جلب ایمنی و امنیت افراد، کاهش آسیب‌ها، بهبود مدیریت تخلیه، ایجاد آمادگی و آموزش، بهینه‌سازی منابع و بهبود طراحی و ساختار استادیوم متمرکز می‌شوند.

ضرورت استفاده از مدل تخلیه اضطراری در استادیوم‌ها بر اساس موارد زیر توجیه می‌شود:

حفظ امنیت افراد: استادیوم‌ها به دلیل جمع‌آوری تعداد زیادی افراد، به عنوان مکان‌های پرریسک برای وقوع حوادث اضطراری محسوب می‌شوند. استفاده از مدل تخلیه اضطراری باعث تضمین تخلیه ایمن و سریع افراد در صورت وقوع حادثه می‌شود.

کاهش خطرهای احتمالی: اطلاع از خطرات مختلف ممکن است به صورت ناگهانی باعث وقوع حوادث اضطراری شود. مدل

مرکز ورزشگاه، سرعت تماشاگر در خروج از پله‌ها، سرعت تماشاگر در کریدورها، عرض معابر، جمعیت تماشاگر در ناحیه مربوطه و ظرفیت ناحیه) با توجه به نوع رویداد منجر به تهیه طرح تخلیه اضطراری جمعیت می‌شود.

پیشینه پژوهش:

۱- پیشینه نظری:

تئوری‌ها و مدل‌ها در زمینه مدل تخلیه اضطراری در استادیوم‌ها به منظور تحلیل و پیش‌بینی عملکرد تخلیه افراد در شرایط بحران و حوادث اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تئوری‌ها به طور کلی به منظور بهبود طراحی و مدیریت تخلیه از استادیوم‌ها در مواجهه با وقایع اضطراری ایجاد می‌شوند. در زیر به برخی از تئوری‌ها و مدل‌های معروف در این زمینه اشاره می‌شود:

مدل تخلیه عمده: این مدل به تخلیه همزمان تعداد زیادی از افراد در یک بازه زمانی کوتاه می‌پردازد. این مدل در مواجهه با وقایعی نظیر کسرت‌ها یا مسابقات ورزشی که تعداد زیادی افراد حاضر دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مدل تخلیه تدریجی: در این مدل، تخلیه به صورت تدریجی و با ترتیب اولویت‌ها صورت می‌گیرد. افراد به ترتیب خطرات و میزان وابستگی به منابع خروجی از استادیوم خارج می‌شوند. **مدل تخلیه با استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی:** این مدل از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی و مدیریت تخلیه در شرایط اضطراری استفاده می‌کند.

مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های اجتماعی: این تئوری‌ها بر اساس تأثیرات اجتماعی و رفتار افراد در تخلیه در شرایط اضطراری تمرکز دارند. آنها معتقدند که رفتار یک فرد در حوادث اضطراری تا حد زیادی تحت تأثیر رفتار و تصمیمات دیگران قرار می‌گیرد.

مدل تخلیه با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری: در این مدل‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، تخلیه در شرایط مختلف مدل می‌شود تا تأثیرات مختلف اقدامات تخلیه بر جریان افراد و زمان تخلیه بررسی شود.

مدل تخلیه با استفاده از شبکه‌های پیچیده: این مدل‌ها به تحلیل جریان افراد در مسیرها و تعاملات میان آنها توجه دارند و تأثیر عوامل مختلفی نظیر عقب‌نشینی، رفتار گروهی و تأثیرات جمعیت را مورد بررسی قرار می‌دهند.

مدل‌های تحلیل خطر و امنیت: این تئوری‌ها بر اساس تحلیل ریسک‌ها و خطرات امنیتی در استادیوم‌ها تمرکز دارند و

سعی دارند راهکارهایی برای کاهش این خطرات ارائه دهند. در هر صورت، این تئوری‌ها و مدل‌ها هدف دارند تا با تحلیل و شبیه‌سازی موقعیت‌های مختلف، بهبود طراحی تخلیه و افزایش امنیت در مواجهه با وقایع اضطراری در استادیوم‌ها را ارتقاء دهند.

در زمینه تخلیه اضطراری استادیوم‌ها، دیدگاه‌ها و رویکردها می‌توانند از جهات مختلفی نظیر مدیریت امنیت، ترتیب اولویت‌ها، رفتار انسانی و استفاده از فناوری مورد بررسی قرار گیرند. در زیر به برخی از این دیدگاه‌ها و رویکردها اشاره می‌کنیم:

مدیریت امنیت و ریسک‌ها: این دیدگاه بر تحلیل و شناسایی خطرات امنیتی در استادیوم‌ها تمرکز دارد. این شامل شناسایی منابع خطر، ارزیابی آسیب‌پذیری‌ها و تدابیر امنیتی برای مقابله با تهدیدهای مختلف است.

ترتیب اولویت‌ها و مدیریت منابع: این رویکرد بر مدیریت منابع در مواجهه با وقوع اضطراری تمرکز دارد. با ترتیب اولویت‌ها و تخصیص منابع به شکل اثربخش، افزایش توانمندی تخلیه در شرایط اضطراری را هدف می‌گیرد.

تحلیل رفتار انسانی: این دیدگاه به بررسی رفتار افراد در شرایط اضطراری می‌پردازد. با تحلیل عواملی نظیر پنیک، تصمیم‌گیری انسانی، تأثیر ترس و همچنین تأثیر عوامل اجتماعی در تخلیه، تلاش می‌شود بهبود رفتارهای انسانی در مواجهه با بحران‌ها را ایجاد کند.

استفاده از فناوری و شبکه‌های ارتباطی: این رویکرد بر استفاده از فناوری‌های مدرن نظیر شبکه‌های ارتباطی، دستگاه‌های هوشمند و سامانه‌های اطلاعاتی در مدیریت تخلیه تمرکز دارد.

تربیت و آموزش افراد: این دیدگاه بر تربیت و آموزش افراد در زمینه رفتارهای ایمنی و تخلیه در مواجهه با وقایع اضطراری تمرکز دارد. آموزش به افراد نقش‌ها و پیشنهادات تخلیه را آموزش می‌دهد.

رویکرد مبتنی بر اطلاعات دقیق: این دیدگاه با استفاده از اطلاعات دقیق در مورد ظرفیت استادیوم، تعداد حاضران، مکان‌های خروج و ... به تخلیه افراد در شرایط اضطراری پرداخته و بهبود طراحی و مدیریت تخلیه را هدف می‌گیرد.

تعامل با ارگان‌ها و نهادها: این رویکرد به تعامل و همکاری با ارگان‌های مختلف نظیر اورژانس‌ها، پلیس، آتش‌نشانی و ... در مواجهه با وقایع اضطراری تمرکز دارد.

دیدگاه‌ها و رویکردهای مختلفی که در مدیریت تخلیه اضطراری استادیوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، هدف ایجاد محیطی امن برای تخلیه سریع و موثر افراد در شرایط اضطراری و وقوع

بحران‌ها است.

۲- پیشینه تجربی:

محمد طالعی و همکاران در (۱۳۹۰) در مقاله ای تحت عنوان مسیریابی بهینه در محیط GIS برای تخلیه اضطراری آسیب دیدگان، که در فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۸ به چاپ رسیده است عنوان می‌دارد توسعه‌ی یک مدل برپایه سامانه اطلاعات، مکانی به منظور پاسخگویی به مسئله‌ی جست وجوی مسیر بهینه برای تخلیه و انتقال سریع آسیب دیدگان حوادث ناگهانی به مناطق امن از پیش تعیین شده است در بسیاری از حوادث، جابه جایی افراد نجات یافته از بلایا به مناطق امن به عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌گردد پس چالش اصلی در مدیریت تخلیه اضطراری هدایت مردم در مسیرهای بهینه برای دست یابی به مناطق امن مورد نظر است از این رو به دلیل لزوم سرعت در تخلیه منطقه‌ی تحت خطر وجود یک طرح مسیریابی بهینه و، کارآمد بسیار ارزشمند است مدل پایه برای مسیریابی بهینه در این پژوهش، دایجسترا است که با مقید شدن به پاره ای شرایط خاص برای حادثه‌ی زلزله بهینه شده است. از آنجا که فرایند مسیریابی برای تخلیه اضطراری آسیب دیدگان می‌بایست به کرات برابر حاصل ضرب تعداد بلوک‌های ساختمانی در تعداد نواحی امن (مربوطه انجام، پذیرد مهمترین ویژگی الگوریتم پیشنهادی سرعت بالای آن است. قابلیت و سرعت روشن پیشنهادی در یک شبکه‌ی مجازی شبیه‌سازی شده و همچنین در یک شبکه‌ی واقعی معابر شهری واقع در منطقه‌ی ۷ شهرداری، تهران مورد آزمون قرار گرفته است. آزمایش‌های انجام شده حاکی از آن است که برای تعیین مسیر بهینه در یک شبکه واقعی شهری با ۴۳۲ گره بلوک ساختمانی، ۱۱ گره ناحیه‌ی امن و تعداد ۱۱۸۹ یال تنها نیاز به زمانی در حدود ۹۰ ثانیه است. قابلیت جست و جوی چند مقصدی مدل در یک بار اجرای، آن از دیگر ویژگی‌های روش پیشنهادی است طالعی و همکاران (۱۳۹۰).

حجت فرهودی در مطالعه‌ی تحت عنوان مدیریت تخلیه اضطراری در ساختمانهای بلند که در همایش مهندسی ایمنی و پیشگیری از آتش سوزی ارائه گردید عنوان میدارد: یکی از اهداف مهم حفاظت در برابر حریق در ساختمانها بویژه ساختمانهای، بلند حفظ جان و ایمنی ساکنان ساختمان است و یکی از مهمترین ابزارها برای رسیدن به این، هدف تدارک راههای خروج مناسب در ساختمان به منظور فرار از آتش سوزی می‌باشد. در سالهای اخیر با پیگیری و اشراف سازمان آتش نشانی تهران بر ساخت و سازهای ساختمانی بلندتر از شش طبقه و وسواس بیشتر در چگونگی ساخت راههای خروج و فرار از، حریق خوشبختانه سازندگان بنا و همچنین مسئولان شهرداریها

نیز همکاریهای شایان توجهی نموده‌اند البته نقش مردم در این مساله از آن جهت حائز اهمیت است که به ایمنی ساختمان محل سکونت خود اهمیت داده و بخصوص آن دسته از مردم که ساختمانهای بلند را جهت مسکن خود انتخاب میکنند حتما دقت کنند که هنگام ساخت و ساز یا خرید واحد مسکونی ساختمان دارای مجوز ایمنی از آتش سوزی باشد زیرا در زمان حاضر و پس از این باید ساختمانها جهت دریافت مجوز ایمنی تمهیدات خاصی را در ساختمان به مرحله اجرا در آورند که ضامن حفظ جان و ایمنی ساکنان ساختمان و ماموران نجات و آتش نشانی حفظ ساختمان و محتویات آن ساختمانها و اموالی که در مجاورت حریق قرار دارند باشد و در صورت عدم رعایت ساختمانها مجوز بهره برداری و پایان کار دریافت نخواهند کرد هنگامی که حریق روی می‌دهد ساکنان ساختمان باید بتوانند بی درنگ از ساختمان خارج شوند و از مکان‌هایی که امکان نفوذ دود به آنها وجود دارد دور گردند. به عبارت دیگر در همه حال باید این مکان برای کلیه متصرفان ساختمان فراهم باشد که به هنگام وقوع حریق و یا هر گونه وضعیت اضطراری، دیگر بدون تحمل صدمه یا جراحت و با کمترین اضطراب در اسرع وقت به محل امن و بی خطری خارج از ساختمان - و احيانا داخل ساختمان - دسترسی یابند. این مقاله سعی نموده ضمن آشنا کردن مردم با ضوابط و دستورالعملها و دادن اطلاعات در مورد پیامدهای آتش سوزی و اثرات زیان آور آن، آنها را از شیوه‌ها و روش‌های مطلوب خروج از ساختمان و به عبارت دیگر فرار از محیط حریق زده، آگاه نماید. (فرهودی، ۱۳۸۲).

جان بولاک و جورج هادو در کتاب "Introduction to Emergency Management" زمینه مدیریت بحران و اضطراری می‌پردازند. این کتاب به مبانی، روش‌ها و اصول مدیریت بحران و تخلیه اضطراری پرداخته. در این کتاب، موضوعاتی مانند پیش‌بینی و برنامه‌ریزی برای حوادث اضطراری، تجهیزات و فناوری‌های مورد استفاده در مدیریت بحران، مدل‌های تخلیه اضطراری، ارتباطات در مواقع بحران و موارد مشابه به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جان آ. سوکولوفسکی و کاترین ام. بنکس کتاب تحت عنوان "Modeling and Simulation Fundamentals: Theoretical Underpinnings and Practical Domains" در این کتاب به صورت جامع به اصول و مبانی مدل‌سازی و شبیه‌سازی پرداخته و به خوانندگان راهنمایی می‌کند تا مفاهیم اساسی این حوزه را فهمیده و در کاربردهای عملی مختلف از آن استفاده کنند. در این کتاب، اصول نظری و تکنیک‌های عملی در مورد مدل‌سازی و شبیه‌سازی در دامنه‌های مختلف ارائه شده است. تألیف‌کنندگان به توضیح

اضطراری در ورزشگاه نقش جهان را مقایسه کرد در این پژوهش نویسنده نرم افزار Pedestrian Dynamic را برای تحلیل و بررسی جمعیت مورد استفاده قرار داد.

وظیفه اصلی این پروژه محاسبه‌ی TET کل زمان (تخلیه برای هر سناریوی تخلیه بود نرم افزار شبیه‌سازی ظرفیت خروجی‌ها تراکم، جمعیت، TET و کوتاه‌ترین مسیر مشخص (SCP) را محاسبه کرد. محاسبات TETها و تراکم‌های جمعیت در شرایط واقعی حساس بودند و به صورت دستی انجام شدند. دقت محاسبه تراکم در مدت زمان ۱۰ ثانیه در چهارچوب‌های زمانی تنظیم شد اولین چارچوب زمانی شروع شد که اولین فرد از یک خروجی تخلیه شد برای محاسبه SCP برای جمعیت از موقعیت‌های اضطراری واقعی حرکات مشابه جمعیت در شرایط معمول را مورد استفاده قرار داد نرم افزار عابر پیاده پویا به صورت خودکار محاسباتی برای زمان) برای رسیدن به یک خروجی C ظرفیت خروجی‌ها V حجم جمعیت در یک خروجی و (SCP) کوتاه‌ترین مسیر خالی و واضح شده برای هر مرحله از پروژه تولید کرد.

یافته‌های پژوهش:

اولین گام شناسایی تعداد تخلیه شونده‌گان در ورزشگاه بود که آن را به سه گروه با توجه به تعداد تخلیه شونده‌گان طبقه‌بندی کرد (۱۰۰۰۰، ۲۵۰۰۰ و ۷۵۰۰۰) وقتی که تعداد طبقه‌بندی بالاتر رود ایجاد وضعیت‌های خطرناک خاص در مکان خطرناکتر خواهد بود اعداد بالا انتخاب شدند تا درکی خوب از رفتارهای جمعی در یک فرایند بزرگ تخلیه جمعیت ارائه دهند قدم بعدی در بررسی این بود که آیا داده‌ها از یک مشاهده واقعی بود و یا یک شبیه‌سازی نتایج شبیه‌سازی به صورت خودکار پس از انجام شبیه‌سازی تولید شدند. قدم بعدی انتخاب علت تخلیه، بود که می‌توانست یک تخلیه اضطراری یا معمولی باشد.

تعدد نقشه‌های پیمایش نشان دهنده‌ی پویایی رفتارهای جمعیت در ورزشگاه است. پیدا کردن تراکم جمعیت در یک محل در طول تخلیه مهم است مکان‌های نزدیک به خروجی تراکم بالاتری نسبت به هر مکان دیگری در ورزشگاه دارند بنابراین تراکم‌های جمعیت را در طول زمان در نزدیکی فضاهای خروجی اندازه گیری کرد تا عامل خطر حاصل از تنگنای جمعیتی را تجزیه و تحلیل کند. شکل ۱ یک طرح پیمایش از تعداد عوامل در هر متر مربع در طول زمان در نزدیکی یک فضای خروجی مشخص را نشان می‌دهد.

مبانی نظری مدل‌سازی، مفاهیم پایه‌ای در زمینه تصمیم‌گیری، شبکه‌های پیچیده، فرآیندهای تصادفی و سایر مباحث مرتبط می‌پردازند. این کتاب به طور گسترده به مباحث مرتبط با مدل‌سازی و شبیه‌سازی می‌پردازد و می‌تواند به عنوان یک منبع اصلی برای دانشجویان، پژوهشگران و افراد علاقه‌مند به این زمینه مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال، کتاب به بحث درباره مفاهیم مهمی مانند انواع مدل‌ها، تحلیل حساسیت، تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل‌سازی تصمیم‌گیری و تطبیق مدل با داده‌ها پرداخته و در این بین مطالب تئوری با مثال‌های عملی ترکیب شده است.

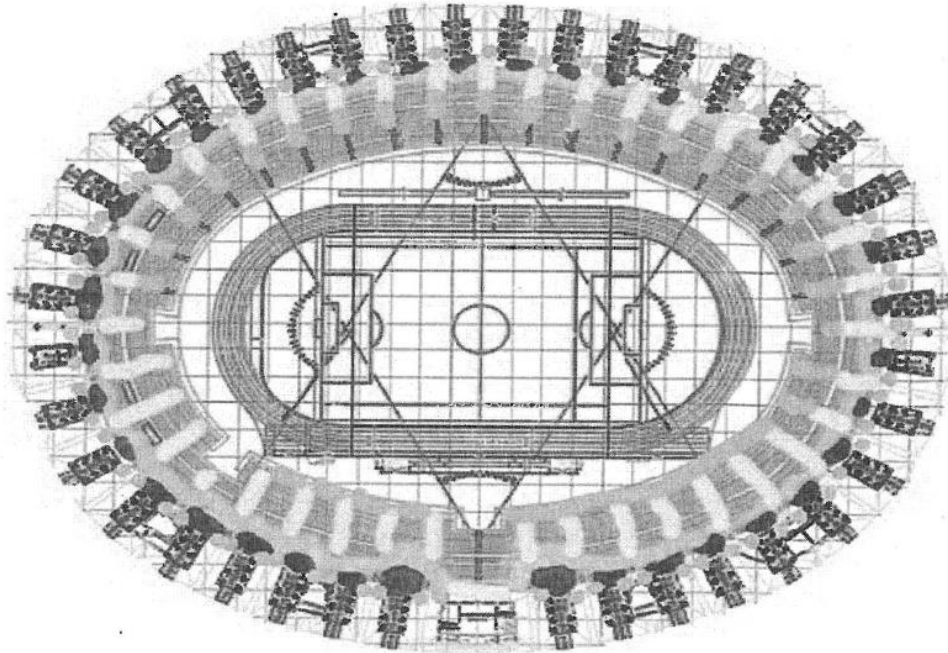
روش‌شناسی پژوهش:

رویکرد پیشنهادی برای توسعه یک مسیر تخلیه راه‌حل‌های بهینه‌ای بر اساس نتایج شبیه‌سازی برای برنامه‌های تخلیه مناسب تولید می‌کند مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها بر اساس تعداد تخلیه شونده‌گان طبقه بندی شدند. به طور خاص به ترتیب EVAC ۱۰۰۰۰ تخلیه شونده‌گان EVAC ۲۵۰۰۰ و EVAC ۷۵۰۰۰ برای گروه مخاطبان ۱۰۰۰۰؛ ۲۵۰۰۰؛ و ۷۵۰۰۰ نفر وجود دارد هر شبیه‌سازی یک فرایند تخلیه‌ی مختلف را تولید کرد که بهترین گزینه برای آن موقعیت بود الگوریتم دیکسترا برای پیدا کردن کوتاه ترین مسیر به یک خروجی مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم مسیر اول باز واضح برای اجرای کنترل جمعیت با حداقل تنگنا در کوتاه‌ترین مسیر استفاده شد ترکیب آن دو الگوریتم یک مسیر تخلیه ممکن را با کوتاه‌ترین زمان سفر تولید می‌کند.

با توجه به الگوریتم‌های، فوق مسیرهای دسترسی ورزشگاه نقش جهان به مسیرهای پیشنهادی تغییر مسیر خواهد داد هر یک از مسیرهای توصیه شده حرکت را در ۳ جهت تلطیف، کردند که عبارتند از محورهای X، Y و Z از یک سیستم مختصات مراحل و پله‌هایی که سکوها در ورزشگاه بدان چسبیده‌اند باعث حرکات ۳ جهته شد.

شبیه‌سازی در این پژوهش جمعیت با توجه به صندلی‌هایشان گروه بندی شدند. شدند نتایج شبیه‌سازی با تخلیه معمولی مقایسه شدند. مدل‌سازی و شبیه‌سازی طرح تخلیه برای ورزشگاه نقش جهان پلان طبقه و طراحی سه بعدی از ورزشگاه نقش جهان برای کسب اطلاعات از اندازه گیری‌های ساختمانی مورد نیاز بودند نمودارهای طرح صندلی نیز به تقسیم جمعیت به گروه‌هایی مفید بودند. در فاز دوم پژوهش داده‌های سایت برای تجزیه و تحلیل رفتار واقعی جمعیت جمع آوری شدند.

در مرحله نهایی این، پژوهش نویسنده تفاوتها بین شبیه‌سازی‌های جمعیت و پیشنهادات مطرح شده برای تخلیه



شکل ۱-۱ بررسی تراکم در مناطق مختلف

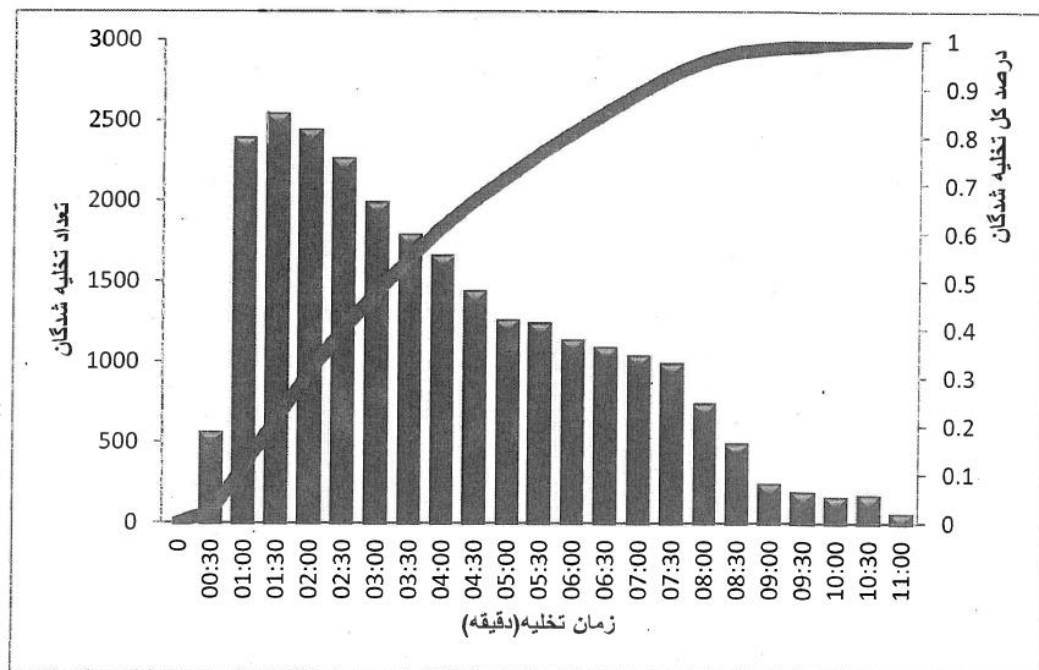
خروجی تصادفی مسدود ۶:۲۰ دقیقه است هنگامی که یکی از خروجی‌های غربی مسدود می‌شود ۲۰ ثانیه بیشتر برای تخلیه کل جمعیت زمان می‌گیرد. در این سناریوها تراکم خروجی‌ها در طول اولین ۱:۰۰ - ۰۲:۳۰ دقیقه از فرآیند تخلیه کمی افزایش می‌یابد. در طول این دوره‌ها متوسط تراکم یک خروجی ۰.۹ نفر در هر متر مربع است که شرایطی متراکم و انباشته تولید نمی‌کند.

مطالعات در نزدیکی خروجی‌ها بیشتر حساس می‌شوند جایی که مسیرهای خروج شلوغ تر از سناریوهای دیگر هستند با توجه به مطالعات TET برای سناریوی EVAC ۲۵۰۰۰، ۱۱:۰۰ دقیقه است. متوسط TET، ۳:۲۴ دقیقه است میانگین زمان تخلیه ۴:۴۶ دقیقه در سناریوی اصلی EVAC ۲۵۰۰۰ است. شکل ۱-۲ رفتارهای جمعیت را در طول زمان (نتایج در سناریوی EVAC ۲۵۰۰۰) را نشان می‌دهد جالب است که نزدیک به ۵۰٪ از جمعیت در طول چهار یا پنج دقیقه ی پس از شروع تخلیه، تخلیه می‌شوند.

یکی از اصلی ترین اهداف این پژوهش، محاسبه کل زمان تخلیه در هر سناریو تخلیه است. بهینه سازی داده‌ها از هر سناریو تخلیه می‌تواند فرصت‌های بهتری برای به دست آوردن اطلاعات دقیق فراهم کند داشتن مدارک اینکه چگونه مجموع مدت زمان تخلیه با تعداد تخلیه شوندگان تغییر می‌کند مهم است.

نتایج نشان می‌دهد که کل زمان تخلیه در بین ۵:۳۰ - ۶:۰۰ دقیقه می‌باشد با توجه به داده ها، یک فرد می‌تواند از ورزشگاه در عرض ۳۰ ثانیه بیرون، آید اگر تخلیه شونده در نزدیکی ردیف‌های بالای سکوها در طبقه پایین (نزدیکترین سکوها به خروجی) باشد. افراد از سکوهایی جایگاه زمان بیشتری برای تخلیه به دلیل طرح صندلی و طراحی استادیوم می‌گیرند نسبت به وضعیت ایده آل در واقعیت یک فرد تقریباً بیش از ۹۰ ثانیه زمان می‌گیرد تا ورزشگاه خارج شود.

دیگر زیر سناریو تحلیل جریان جمعیت در یک سناریوی اضطراری با یک خروجی تصادفی مسدود است. این سناریو یک درب خروج تصادفی مسدود می‌شود اما با همان تعداد تخلیه شوندگان TET متعلق به حالات در مواقع اضطراری با یک



شکل ۲-۱ رفتارهای تخلیه عوامل را در طول تخلیه‌ها در طول زمان (نتایج در سناریوی ۲۵۰۰۰ EVAC)

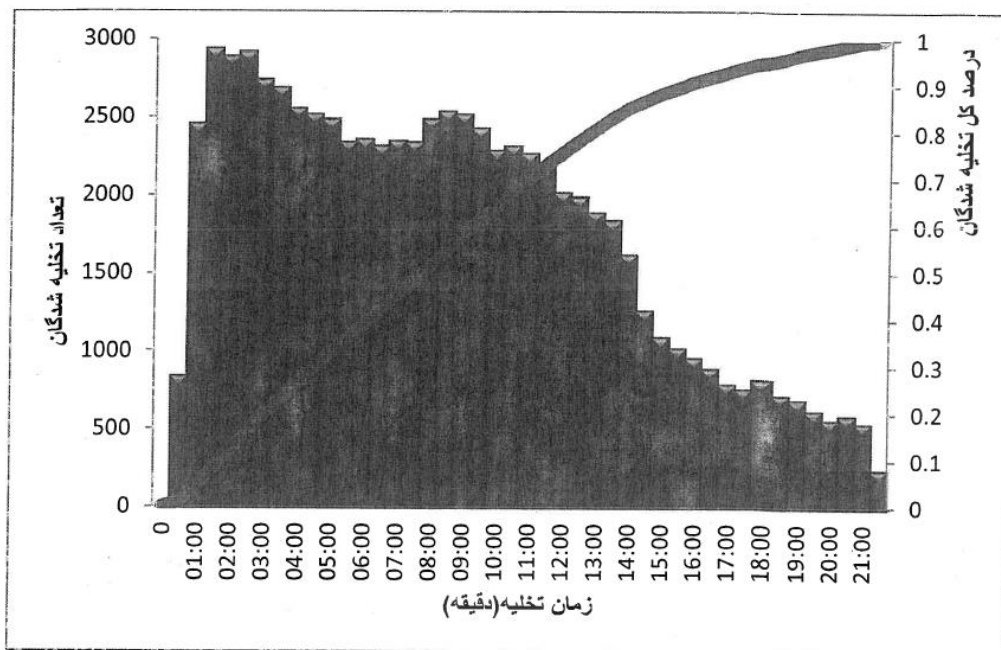
بر اساس این بررسی این منطقه طولانی‌ترین زمان تخلیه را در شرایط ایده آل می‌باشد و زمانی که یکی از خروجی غربی در زیر سناریوی ۲۵۰۰۰ EVAC مسدود می‌شود زمان تخلیه کل به ۱۱:۴۵ دقیقه، میرسد که ۴۵ ثانیه بیش از زمان تخلیه معمولی است.

همیشه وقتی تخلیه یک استادیوم پر انجام می‌شود مسئله حساس و چالش برانگیز است. ظرفیت اصلی ورزشگاه نقش جهان تا حدود ۷۵۰۰۰ نفر است ورزشگاه در رویدادهایی همچون دربی یا بازی‌های حساس شاید به ظرفیت کامل برسد بر خلاف دیگر سناریوها در ۷۵۰۰۰ EVAC، تقابل‌های بیشتر جمعیت و مسیرهای خروجی وجود دارد درب‌ها بیشتر از هر سناریو و حالت دیگری متراکم هستند. در شکل ۳-۱ رفتارهای تخلیه عوامل را در طول تخلیه‌ها در طول زمان (نتایج در سناریوی ۱۰۰۰۰ EVAC) را نشان می‌دهد. همچنین حداکثر و حداقل زمان صرف شده برای یک عامل برای تخلیه از مکان را به دست می‌آورد.

نتایج نشان می‌دهد برخی از خروجی‌ها را در طول تخلیه که تنگناهای جمعیت در خروجی‌های تصادفی در سناریوهای ۲۵۰۰۰ EVAC تا چه حد جدی هستند. پله‌ها در نزدیکی خروجی‌ها بین دقیقه دوم تا ششم فرآیند، تخلیه انباشته می‌شوند میانگین تراکم خروجی‌ها ۳۰۶ نفر در هر متر مربع در طول آن دوره از تخلیه می‌باشد که وضعیت خطرناک احتمالی را بر جایگاه ایجاد می‌کند.

ردیف‌های پایین سکوی طبقه دوم از مهم‌ترین مناطق در طول تخلیه هستند زیرا جریان جمعیت همیشه در طول تخلیه به پایین به سوی این مناطق حرکت می‌کند پله‌های میان مسیر دسترسی و پله‌های جایگاه که دسترسی اصلی را به خروجی‌های اصلی فراهم می‌کند پتانسیل گرفتاری و انباشتگی را در طول فرآیندهای تخلیه به دلیل طرح استادیوم دارا می‌باشد.

الگوی جالب جمعیتی زمانی که جمعیت شروع به حرکت در فضای سکوی ورزشگاه می‌کند ایجاد می‌شود در آغاز یک فرآیند، تخلیه آنها باید به سمت بالا حرکت کنند تا به پلکان دسترسی برسند و به پایین حرکت کنند تا به خروجی‌ها برسند.



شکل ۳-۱: رفتارهای تخلیه عوامل را در طول تخلیه‌ها در طول زمان (نتایج در سناریوی ۷۵۰۰۰ EVAC)

نرم افزار عابر پیاده دینامیک (PD) از شمایی متفاوت استفاده می‌کند اما همان نتایج را همچون آنچه الگوریتم‌های دیکسترا و SCP به دست می‌آورند را تولید می‌کند در این پژوهش متغیر سرعت تخلیه جمعیت را به منظور بهبود دقت شبیه‌سازی تغییر داده شد PD از توزیع مثلثی برای متغیر سرعت الگوریتم استفاده کند (($TRI(0,5, 1,75, 0,86)$) میانگین سرعت راه رفتن مردم بر روی پله‌ها ۰٫۵ متر در ثانیه است. سرعت میانگین راه رفتن مردم بر زمین ۱٫۷۵ متر بر ثانیه است سرعت میانگین حرکت جمعیت ۰٫۸۶ متر در ثانیه است (C, 2006, Browning, Baker, A.Herron, & Kram, این پژوهش توزیع طبیعی برای به دست آوردن سرعت راه رفتن دقیقتر برای شبیه‌سازی مورد استفاده قرار گرفت (($NOM(0,2,1,15)$)).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

به منظور بررسی و بهبود برنامه‌های تخلیه ورزشگاه‌ها این پژوهش شبیه‌سازی‌های تخلیه ای برای پیش‌بینی رفتارهای جمعیت برای سناریوهای تخلیه جمعیت براساس راه حل نرم افزار چند عاملی پیاده روی پویا پیشنهاد داد مدل شبیه‌سازی ویژگی‌ها، قوانین مقررات و استانداردهای تخلیه جمعیت را منعکس ساخت، مدل شبیه‌سازی قادر به تغییر پویا برای شرایط محلی بود این مدل می‌تواند گراف‌های آماری ارزشمندی از پویایی جمعیت تولید کند آن داده‌هایی مانند مناطق تنگنای جمعیتی تراکم، جمعیت و سرعت میانگین جمعیت ارائه می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهد که کل زمان تخلیه در بین ۲۱:۰۰ - ۲۲:۰۰ دقیقه می‌باشد سناریوی ۷۵۰۰۰ EVAC ۲۱:۰۰ دقیقه طول می‌کشد تا تخلیه کامل را انجام دهد که نزدیک به دو برابر طولانی‌تر از TET مربوط به سناریوی ۲۵۰۰۰ EVAC است TET با رشد تعداد تخلیه شوندگان افزایش می‌یابد هنگامی که تعداد تخلیه شوندگان بالاست زمان زیادی را برای تخلیه مردم به دلیل فضاهای محدود در مسیرهای تخلیه می‌گیرد. با توجه به نتایج جمعیت در طول ۱۵ دقیقه اول تخلیه، هنگامی که به پله‌ها برای رسیدن به خروجی‌ها دسترسی می‌یابد انباشته می‌شود. میانگین تراکم آن مکان‌ها حدود ۳٫۲ تخلیه شونده بر هر متر مربع است.

هنگامی که یک تخلیه شروع می‌شود تماشاگران در طبقه پایین از قسمت سکوها می‌بایست به سمت بالا برای پیدا کردن مسیر دسترسی به خروجی حرکت کنند در حالی که تماشاگران در طبقه بالا در حال حرکت رو به پایین هستند.

در مجموع TET (مجموع زمان تخلیه) از ۶:۳۰ تا ۲۱:۳۰ دقیقه بسته به تعداد تخلیه شوندگان و شرایط ورزشگاه متفاوت است. با توجه به نتایج شبیه‌سازی رفتارهای جمعیت شبیه‌سازی تقریباً مشابه با افراد در موقعیت‌های واقعی است میانگین تراکم دو دقیقه اول تخلیه‌ها در سناریوهای مختلف ۲٫۳ نفر بر هر متر مربع است. پله‌های دسترسی به خروجی‌ها از سکوهایی اصلی در طول چند دقیقه اول سناریوهای مختلف تخلیه تراکم و انباشته می‌شوند و زمانی که یک خروجی تصادفی مسدود شده است TET با میانگین ۴۰ ثانیه افزایش می‌یابد.

استفاده از اپلیکیشن موبایل و سیستم‌های هوشمند به عنوان فناوری‌هایی برای بهبود تخلیه اضطراری ورزشگاه می‌تواند به شکل قابل توجهی به عملکرد و کارایی در مدیریت حوادث اضطراری کمک کند، ویژگی‌های اپلیکیشن موبایل:

اطلاع‌رسانی فوری: اپلیکیشن موبایل می‌تواند اطلاعات اضطراری را به مخاطبان در زمان واقعی ارسال کند، از جمله اعلام حریق یا حوادث دیگر.

نقشه‌ها و مسیرهای تخلیه: اپلیکیشن می‌تواند نقشه‌های دقیقی از ورزشگاه و مسیرهای تخلیه را نمایش دهد و به کاربران کمک کند تا به سرعت به نقاط تجمع بروند.

اطلاعات تماس اضطراری: اطلاعات تماس با مراکز امداد و نجات یا ارتباط با مسئولان امنیتی در اپلیکیشن قرار گیرد تا در صورت لزوم کمک فوری فراهم شود.

آژیرهای آنلاین: اپلیکیشن می‌تواند از آژیرهای آنلاین برای اطلاع‌رسانی سریع‌تر و دقیق‌تر به کاربران استفاده کند.

اپلیکیشن تخلیه استادیوم (Stadium Evacuation

App) یک نرم‌افزار موبایل یا وب‌اپلیکیشن است که به منظور مدیریت و برنامه‌ریزی تخلیه اضطراری افراد از استادیوم‌ها و ورزشگاه‌ها طراحی و استفاده می‌شود. این نوع اپلیکیشن‌ها به منظور افزایش امنیت و کارآمدی در مواقع بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ویژگی‌ها و امکانات مختلفی در این اپلیکیشن‌ها وجود دارد که به برنامه‌ریزی و اجرای تخلیه اضطراری کمک می‌کنند، از جمله:

نقشه‌های استادیوم: این اپلیکیشن‌ها می‌توانند نقشه‌های دقیقی از استادیوم و ورزشگاه را نشان دهند. این نقشه‌ها شامل مسیرهای تخلیه، نقاط امان، مسیرهای اطفاء حریق و سایر جزئیات مهم می‌شوند.

اطلاعات اضطراری: اطلاعاتی نظیر نوع حادثه، مکان و زمان وقوع، دستورات ایمنی، شماره‌های تماس اضطراری و دیگر مشخصات مهم به کاربران ارائه می‌شود.

هشدارها و پیام‌ها: این اپلیکیشن‌ها می‌توانند با استفاده از پیام‌های هشدار و اطلاعیه‌ها، کاربران را از وقوع حوادث یا وقوع حوادث بحرانی مطلع کنند.

راهنمایی‌ها و دستورات تخلیه: اپلیکیشن می‌تواند توصیه‌ها و دستورات کارآمدی برای تخلیه افراد از استادیوم فراهم کند، از جمله نحوه استفاده از مسیرهای تخلیه و رفتار در مواقع بحرانی.

تعامل با مراکز کنترل بحرانی: برخی از اپلیکیشن‌ها این امکان را دارند که با مراکز کنترل بحرانی ارتباط برقرار کنند و اطلاعات را به اشتراک بگذارند.

گزارش‌ها و تحلیل‌ها: این اپلیکیشن‌ها می‌توانند اطلاعات مرتبط با تعداد افراد در مناطق مختلف، پیشرفت تخلیه و دیگر

نتایج پژوهش تغییر قابل توجه مدت زمان تخلیه را وقتی که تعداد جمعیت افزایش می‌یابد نشان داد خطر تنگنای جمعیتی در رویدادی مانند بازی‌های دربی و رویارویی با تیم‌های پرسپولیس و استقلال و در بازی‌های ملی، هنگامی که حدود هفتاد هزار نفر تماشاگر ورزشگاه را حضور دارند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که نزدیک به ۲۰ دقیقه زمان برای تخلیه کل جمعیت از ساختمان ورزشگاه نیاز است. با استفاده از هیستوگرام، تراکم ایجاد یک تنگنای جمعیت در منطقه با انباشتگی می‌توانست مشخص شود با توجه به مشاهدات، مسیرهای دسترسی و خروجی‌های ورزشگاه فضای کافی برای تخلیه جمعیت از ساختمان را دارا هستند اما برخی از مکان‌ها مانند پله‌های دسترسی به سکوها به راحتی در طول تخلیه در مقیاس کامل به سوی مسدود شدن می‌روند این پژوهش نشان داد که نتایج شبیه‌سازی تخلیه واقعی را به صورت تقریبی در ورزشگاه نقش جهان منعکس می‌نماید. پیشنهادات:

یک توصیه برای مدیریت ایمنی ورزشگاه نقش جهان این است که داده‌های ویدیویی زمان واقعی را برای ارزیابی رفتارهای جمعیت و برای مقایسه شرایط با شبیه‌سازی‌ها برداشت شود. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از فیلم‌هایی ویدئویی اعتبار سنجی می‌شوند که شبیه‌سازی را واقع‌گرایانه‌تر می‌سازد داشتن فیلم‌هایی ویدئویی از جمعیت همچنین فرصت‌هایی برای تشخیص حالات ذهنی تماشاگران همچون عصبانیت شادی و، هیجان با تجزیه و تحلیل بیان میکرو از بدن ایجاد می‌کند برخی نرم‌افزارها در بازار با قابلیت تشخیص حالات میکرو وجود دارد برخی سیستم‌های نرم‌افزاری می‌توانند حالات میکرو صورت یک انسان را تشخیص دهند. به عنوان مثال "Mortion" قادر به دست آوردن بینش احساسی از تجزیه و تحلیل حالات چهره یک فرد است آن می‌تواند احساساتی از جمله، شادی، خشم، ترس و غم و اندوه را تشخیص دهد (Inc 2015).

وضعیت حالت ذهنی یک انسان ممکن است بر زمانی که فرد تصمیمی ناگهانی می‌گیرد تأثیر گذارد. وظیفه دیگر پژوهشات آینده اعتبار سنجی سرعت راه رفتن و عوامل با ویژگی‌های، پیشرفته مانند رفتار مرتبط عاطفی است در این، مورد سرعت افراد یک عامل مهم تخلیه می‌شود سرعت راه رفتن یک انسان می‌تواند توسط عوامل بسیاری در طول تخلیه تغییر کند. برای مثال ویژگی‌های مسیر پیاده روی بینایی و دید، جریان، جمعیت و غیره همچنین با توجه به ویژگی‌های مکانی همچون پلکان فضاهای پیاده روی، مسیرهای دسترسی و غیره می‌توان در آینده در مدل اصلاحاتی را با تعریف پارامترهای راه رفتن بر اساس ویژگی‌های مسیرهای دسترسی و رفتار تماشاگران در حالت‌های مختلف ایجاد نمود.

- Chen, X., Meaker, J. W., & Zhan, F. B. (2006). Agent-based modeling and analysis of hurricane evacuation procedures for the Florida Keys. *Natural Hazards*, 38(3), 321-338. <http://doi.org/10.1007/s11069-005-0263-0>
- Chen, Y., & Xiao, D. (2008). Study on evacuation model and algorithm for emergency evacuation. In *Proceedings of the World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)* (pp.3727-3731). <http://doi.org/10.1109/WCICA.2008.4593524>.
- Church, R. L., & Sexton, R. (2002). Modeling Small Area Evacuation: Can existing transportation infrastructure impede public safety? *Transportation*, 22.
- Church, R. L., & Cova, T. J. (2000). Mapping evacuation risk on transportation networks using a spatial optimization model. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 8(1-6), [http://doi.org/10.1016/s0968-090x\(00\)00019-x](http://doi.org/10.1016/s0968-090x(00)00019-x).
- Cooper, L. Y. (1983). A concept for estimating available safe egress time in fires. *Fire Safety Journal*, 5(2), 135-144. [http://doi.org/10.1016/0379-7112\(83\)90006-1](http://doi.org/10.1016/0379-7112(83)90006-1).
- Cova, T. J., & Johnson, J. P. (2002). Microsimulation of neighborhood evacuations in the urban - wildland interface. *Environment and Planning A*. <http://doi.org/10.1068/a34251>.
- Dotson, L. J., & Jones, J. (2005). Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants.
- Dotson, L. J., & Jones, J. (2005). Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants.
- Fariborz Natiq, Elhi. (1390). *Earthquake crisis management in Iran, the structure of research and executive educational needs*, Tehran, Ministry of Foreign Affairs Printing and Publishing Center, International Research Institute of Seismology and Earthquake Engineering.
- George Haddow and Jane Bullock, *Introduction to Emergency Management*. publisher, Butterworth-Heinemann, 2012.
- Giachini, P., Gonsoulin, J. M., Hart, K. W.,

اطلاعات مهم را جمع‌آوری کرده و گزارش دهند.

نمایش وضعیت زنده: برخی اپلیکیشن‌ها می‌توانند وضعیت تخلیه در زمان واقعی را نشان داده و به کاربران کمک کنند تا وضعیت کلی را درک کنند. نمایش وضعیت زنده در اپلیکیشن‌های تخلیه استادیوم به معنای نمایش و آپدیت وضعیت تخلیه در زمان واقعی به کاربران است. این قابلیت به مدیران بحران و نیروهای امداد و اطفاء حریق کمک می‌کند تا به‌روزرسانی‌های لحظه‌ای از تخلیه اضطراری را در اپلیکیشن مشاهده کنند. در واقع، با استفاده از نمایش وضعیت زنده، اطلاعاتی مانند تعداد افراد در مناطق مختلف استادیوم، پیشرفت تخلیه، مسیرهای تخلیه و وضعیت مناطق امان به کاربران ارائه می‌شود.

این امکان به مدیران بحران و تیم‌های امداد اجازه می‌دهد که به صورت لحظه‌ای و پیگیری کنند که تخلیه اضطراری چگونه پیش می‌رود. در صورتی که ترافیک در مسیرهای تخلیه بلوغ حداکثر میزان خود را داشته باشد یا در مناطق خاصی تخلیه به مشکل خورده باشد، مدیران می‌توانند به سرعت واکنش نشان دهند و تصمیمات بهینه‌تری را اتخاذ کنند. همچنین این اطلاعات به تیم‌های امداد اطفاء حریق کمک می‌کند تا در صورت وقوع حادثه یا اختلالات، به طور موثر و سریع عمل کنند.

در کل، نمایش وضعیت زنده در اپلیکیشن‌های تخلیه استادیوم به کاربران امکان می‌دهد تا وضعیت کلی تخلیه را در زمان واقعی کنترل کنند و از تصمیمات بهتری برای مدیریت تخلیه اضطراری استفاده کنند.

استفاده از اپلیکیشن‌های تخلیه استادیوم، به تیم‌های مدیریت بحران و نیروهای امداد و اطفاء حریق کمک می‌کند تا در مواقع بحرانی بهترین تصمیمات را بگیرند و تخلیه اضطراری را به طور کارآمد انجام دهند.

منابع

- Chang, E. (2003). traffic simulation for effective emergency evacuation. *International Chinese Transportation Professional association, Th Asia - Pacific, Transportaion Development Conference*.
- Chen, X. (2003). Agent-Based Simulation of Evacuation Strategies under Different Road Network Structures. *University Consortium of Geographic Information*, (1),1-24. Retrieved from <http://www.ucgis.org/summer/studentpapers/xuweichen.pdf>

- Corridor-Based Emergency Evacuation System for Washington, D.C.: System Development and Case Study. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2041(1), 58_67. <http://doi.org/10.3141/2041-07>.
- Lu, Q., George, B., & Shekhar, S. (2005). Capacity constrained routing algorithms for evacuation planning: A summary of results. *Advances in Spatial and Temporal Databases*, (81655), 291-307. <http://doi.org/10.1007/11535331-17>.
- Meyer, M. D., & Miller, E. J. (2001). Urban activity system analysis. In *Urban transportation planning: a decision-oriented approach* (pp. 333-384).
- Muhammad, Talai; Mohammad, Saadat Sarasht; Ali, Mansourian and Samia, Ahmadian. (1390). Optimum routing in GIS environment for emergency evacuation of victims, *Natural Geography Research Quarterly*, No. 78.
- Pal, A., Graettinger, A. J., & Triche, M. H. (2003). Emergency evacuation modeling based on geographical information system data. CD-ROM Proceedings of the 2003 TRB Annual Meeting, Washington, DC, 1-16.
- Seyedjavad Hashemi, Fasharki and Amir, Mahmoudzadeh. (2011). *Descriptive culture of passive defense*, publisher: Alam Afarin.
- Tsai, J., Fridman, N., Bowering, E., Brown, M., Epstein, S., Kaminka, G., ... Tambe, M. (2011). ESCAPES: evacuation simulation with children, authorities, parents, emotions, and social comparison. *The International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - Volume*, 2,457-464. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2031682>
- Wolshon, B. (2009). *Transportation's Role in Emergency Evacuation and Reentry*. NCHRP Synthesis Report. <http://doi.org/10.17226/14222>.
- Yeung, P. G., Revenko, N. V., & Crowther, K. G. (2010). Risk-informed assessment of scott stadium evacuation through agent-based simulation. 2010. *IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium, SIEDS 10*, (2004), 163-168. <http://doi.org/10.1109/SIEDS.2010.5469663>.
- Giachini, P., Gonsoulin, J. M., Hart, K. W., Yeung, P. G., Revenko, N. V., & Crowther, K. G. (2010). Risk-informed assessment of scott stadium evacuation through agent-based simulation. 2010. *IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium, SIEDS 10*, (2004), 163-168. <http://doi.org/10.1109/SIEDS.2010.5469663>.
- Hojjat, Farhoudi. (1382). *Emergency Evacuation Management in Tall Buildings*, Farhan Eminni Journal, No. 5.
- John A. Sokolowski and Catherine M. Banks, *Modeling and Simulation Fundamentals: Theoretical Underpinnings and Practical*. publisher, John Wiley & Sons, 2019.
- Kaisar, E. I., Hess, L., & Palomo, A. B. P. (2012). An Emergency Evacuation Planning Model for Special Needs Populations Using Public Transit Systems. *Journal of Public Transportation*, 15,45-69.
- Kendik, E. (1983). Determination of the evacuation time pertinent to the projected area factor in the event of total evacuation of high-rise office buildings via Staircases. *Fire Safety Journal*, 5(3-4), 223-232. [http://doi.org/10.1016/0379-7112\(83\)90020-6](http://doi.org/10.1016/0379-7112(83)90020-6).
- Lindell, M. K., & Prater, C. S. (V). *Critical Behavioral Assumptions in Evacuation Time Estimate Analysis for Private Vehicles: Examples from Hurricane Research and Planning*. *Journal of Urban Planning and Development*, 133 (September 2015),18-29. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2007\)133:1\(18\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2007)133:1(18))
- Liu, Y., Chang, G.-L., Liu, Y., & Lai, X. (A).