به سوی تدوین چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری جمعیت بازارهای تاریخی هنگام آتش‌سوزی[1]

سولماز ارژنگی[2]

دریافت: ۵ دی ۱۳۹۷
پذیرش: ۷ مرداد ۱۳۹۸
(صفحهٔ ۱۱۹-۱۰۱)

کلیدواژگان: چارچوب عملیاتی، تخلیهٔ اضطراری، بحران ازدحام جمعیت، شبیه‌سازی، بازارهای تاریخی.

چکیده

سانحهٔ آتش‌سوزی همواره تهدیدی برای بازارهای تاریخی ایران بوده است. در این میان، به دلیل ساختار پیچیده کالبدی، اجتماعی- فرهنگی و مطابق نبودن آن‌ها با استانداردهای ایمنی جدید، چگونگی تخلیهٔ اضطراری جمعیت بازارها موضوعی درخور تعمق بیشتر است. در این خصوص، به نظر می‌رسد شبیه‌سازی، به دلیل بهینه‌سازی عملکرد برنامه‌ریزی برای تخلیهٔ اضطراری، می‌تواند ابزار مناسبی محسوب گردد و به بازنمایی آتش‌سوزی و تخلیه در شرایط اضطرار کمک می‌کند. شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی که از گلوگاه‌ها و راسته‌های پرجمعیت و کم‌عرض، اجناس و کاربری‌ها و تأسیسات آتش‌زا تشکیل‌شده است، می‌تواند نقاط ضعف و قوت کالبدی و چگونگی تخلیه را برای مدیران و برنامه‌ریزان بحران قبل از رخداد سانحه آشکار کند؛ اما، پیش از شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری، تدوین چارچوب کاربردی از مدل تخلیهٔ اضطراری با در نظر گرفتن الگوهای رفتاری جمعیت بازار امری ضروری است. از آنجا که باید در چارچوب یادشده بر تعامل فضا و انسان در هنگام تخلیه تأکید شود، بنابراین، ویژگی‌های آتش، اعم از سرعت رشد آتش و دود در آن، لحاظ نشده است. هدف از طرح این چارچوبْ شناسایی مقولات مورد نیاز در شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی است. در این مقاله، مبتنی بر بررسی میدانی بازار تبریز و بازار استانبول و مطالعات کتابخانه‌ای متمرکز بر مفاهیم تخلیهٔ اضطراری و بحران ازدحام جمعیت و بازشناسی ویژگی‌های ساختمانی مؤثر، مقولات مورد نیاز شبیه‌سازی در قالب چارچوبی عملیاتی بیان می‌شود و در انتها نگارنده نتیجه می‌گیرد که، چون تخلیهٔ اضطراری متأثر از تعامل رفتار انسان با فضا است، باید در چارچوب یادشده محیط بیرونی (ویژگی‌های محیطی و ساختمانی) و عوامل روان‌شناختی و انسانی به منزلهٔ دو مقولهٔ مهم فرایند شبیه‌سازی تخلیه در نظر باشند.

مقدمه

بازارهای تاریخی ایران به‌کرات دچار آتش‌سوزی شده‌اند، از جمله بازار تهران در ۱۵مرداد ۱۳۹۳، بازار همدان در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۲، و بازار تبریز در ۱۳ آبان ۱۳۸۸. به طور مثال، بخش‌هایی از بازار تاریخی تبریز بارها در آتش سوخته است و آسیب‌های فراوانی اعم از کالبدی و غیر کالبدی بر آن وارد شده است. چنانچه در سال ۱۳۹۵،

۱. ایـن مقاله برگرفتـه از پایان‌نامهٔ دکتـری نگارنده اسـت، بـا عنوان *شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی در هنگام آتش‌سوزی، نمونهٔ موردی: بازار تاریخـی تبریز*، که به راهنمایی دکتر اکبـر حاجی ابراهیم زرگـر و دکتـر علیرضـا فلاحی در دانشـکدهٔ معمـاری و شهرسـازی دانشگاه شهید بهشتی در دست انجام است.

۲. دانشـجوی دکتـری معمـاری، دانشـکدهٔ معمـاری و شهرسـازی، دانشگاه شهید بهشتی
arzhangi.so@gmail.com

شاپا: X ۸۷۰-۱۶۸۳

پرسش‌های تحقیق

۱. مفاهیم، مقولات، و شاخص‌های مورد نیاز شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری چیست؟

۲. ویژگی‌های تأثیرگذار بازارهای تاریخی در شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری کدامند؟

۳. چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی چگونه است؟

۲۶ مورد آتش‌سوزی در محدودهٔ این بازار (بازار و کاربری‌های تجاری پیرامون) گزارش شده است.[۳] این مسئله اهمیت بررسی مسئله تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی را می‌رساند. یکی از رویکردهای مطرح در مطالعات تخلیهٔ اضطراری استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای است. شبیه‌سازی امکان دریافت نزدیک به واقعیت از تخلیهٔ پیش از وقوع سانحه و تدوین راهبردهای کاراترِ تخلیهٔ ایمن را برای برنامه‌ریزان و مدیران بحران فراهم می‌کند. یکی از چالش‌های مطرح در این مسیر تعریف پیوند مباحث نظری با حوزهٔ شبیه‌سازی و قابلیت‌هایی است که با نرم‌افزار در اختیار پژوهشگر قرار می‌گیرد. هدف از این مقاله طـرح چارچوب عملیاتی تخلیهٔ اضطراری جمعیت هنگام آتش‌سوزی احتمالی در بازارهای تاریخی است که نویسنده می‌کوشد این شکاف را پل زند و چارچوبی برای استفاده در شبیه‌سازی عرضه کند. در این خصوص، پاسخ به این سؤالات محقق را به هدف می‌رساند: مفاهیم، مقولات، و شاخص‌های مورد نیاز شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری چیست؟ ویژگی‌های تأثیرگذار بازارهای تاریخی در شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری کدامند؟ چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی چگونه است؟

ابتدا متون تخصصی با تمرکز بر تخلیهٔ اضطراری و مدیریت جمعیت در هنگام بحران بررسی می‌شود. سپس، ویژگی‌های محیطی و ساختمانی تأثیرگذار در تخلیهٔ اضطراری و بحران ازدحام جمعیت و مقولات مرتبط مطالعه می‌شود. با توجه به اینکه شبیه‌سازی بهینه با واردکردن اطلاعات فضایی و انسانی انجام می‌شود، پس از بررسی موضوعات یادشده، در بخش بعدی روش‌های شبیه‌سازی جمعیت معرفی می‌شود. از آنجا که در این چارچوب بر فضا و انسان تأکید می‌شود، تخلیهٔ اضطراری جمعیت در شرایط آتش‌سوزی، با تعامل میان انسان و فضا مطالعه می‌شود. تجربهٔ مشابهی در بازار بزرگ استانبول در حال انجام است، نتیجهٔ تحقیقات، مشاهدات میدانی محقق، و مصاحبه با دست‌اندرکار این پروژه نیز در این نوشتار منعکس شده است. در نهایت، پس از بیان روش تحقیق و مطالعهٔ بازار تاریخی تبریز، چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی بازارهای تاریخی معرفی و تبیین می‌شود.

۱. مرور مبانی و متون نظری

تحرک و سکون افراد در مراکز عمومی ممکن است منجر به آسیب‌های

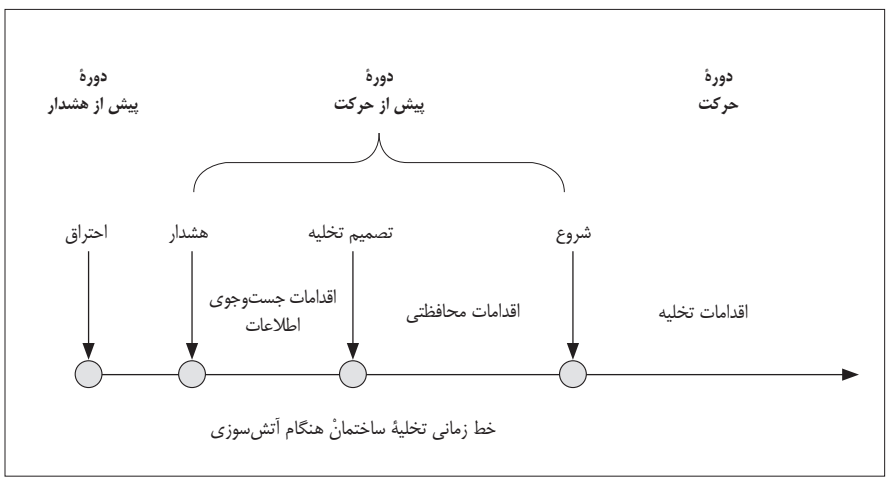
۳. در سـیزدهم آبان‌ماه سال ۱۳۸۸ راسـتهٔ تاریخـی «ایکـی قاپیلار» بازار تاریخـی تبریز که مرکز فروش انواع پوشـاک و لوازم آرایشی است، دچار آتش‌سوزی شـد. شواهد عینی در لحظـهٔ آغـاز حریـق حکایت از آن دارد که سـرنگون شـدن چراغ خوراک‌پـزی در یکـی از مغازه‌های لوازم آرایشـی و انفجار اسـپری‌ها و مـواد سریع‌الاشـتعال عامل اصلی حریق بوده اسـت (http://www.magiran.com/npview.asp?ID=1979593). مدیرعامـل آتش‌نشـانی و خدمـات ایمنی تبریز گفت: «در حادثهٔ آتش‌سـوزی بازار «ایکی‌قاپیلار» ۸ آتش‌نشـان هنگام اجـرای عملیات خاموش کردن آتش به‌شـدت مصدوم شـدند و به مراکز درمانی انتقـال یافتند. برای خاموش کردن آتش‌سوزی سرای ایکی‌قاپیلار تبریز ۱۵۰ نفر از آتش‌نشانان شرکت داشـتند که، با وجود ازدحام جمعیت و سـاعات اوج تردد بازاریان و مردم، امدادرسانی به‌سـرعت انجام گرفت (http://www.magiran.com/npview.asp?ID=1979593).

ایمنی و امنیتی به خروج اضطراری هنگام وقوع هرگونه حادثه‌ای از جمله آتش‌سوزی شود. بنابراین نادیده گرفتن ابعاد خطرزا، اعم از ساختاری و جمعیتی (رفتار افراد در تجمعات)، می‌تواند حادثه‌ای بزرگ‌تر را رقم بزند. در این حالت، بحران به وقوع پیوستهٔ ناشی از ازدحام جمعیت تشدید می‌شود و تلفات بیشتری رخ می‌دهد. ازاین‌رو، تخلیهٔ امن با کمترین میزان تلفات و جراحات وارده از جمله مهم‌ترین اهداف تخلیهٔ اضطراری به‌شمار می‌آید. درمجموع، در سناریوی بحران دو متغیر محیط ساختمان و رفتار تخلیهٔ افراد در دنیای واقعی وجود دارد.[۴] این دو از تأثیرگذارترین معیارهای شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری هستند که بر یکدیگر نیز اثر می‌گذارند. ازاین‌رو، نخست تخلیه و رفتار مردم در هنگام فرار و ویژگی‌های محیطی و ساختمانی بررسی می‌شود.

۱. ۱. بحران ازدحام جمعیت[۵] در هنگام تخلیهٔ اضطراری

تخلیهٔ اضطراری ایمن در مراکز جمعیتی از مهم‌ترین موضوعات برنامه‌های کاهش خطر است. تخلیه در مراکز پرجمعیت می‌تواند منجر به بحران ازدحام جمعیت شود و تخلیهٔ ایمن بدون در نظر گرفتن مخاطرهٔ ازدحام جمعیت امکان‌پذیر نیست. ویژگی‌های شخصیتی افراد یکی از تأثیرگذارترین است. اولین آن تمایز میان رهبران و دنبال‌کنندگان هنگام فرار است. در آتش‌سوزی بیشتر افراد دنبال‌کننده به سیگنال‌های خطر پاسخ نمی‌دهند و منتظر اقدام سایرین هستند. دومین ویژگی، سطح تاب‌آوری در برابر استرس است. افزایش استرس می‌تواند ظرفیت افراد را برای پردازش اطلاعات از بین ببرد و آن‌ها با وضعیت ناآشنا مواجه شوند. سومین ویژگی، اعتقاد به اثربخشی خود است که بر انتخاب‌های مردم و تلاش‌هایشان تأثیر می‌گذارد.[۶] درمجموع، هنگام رخداد آتش‌سوزی، واکنش‌های رفتاری افراد تحت تأثیر عوامل پیچیده‌ای خواهد بود. در تحقیقات وود در مواجهه با آتش‌سوزی، ۱۵٪ افراد تصمیم به اطفای حریق گرفتند، ۱۳٪ هشدار را افزایش دادند، و فقط ۹٫۵٪ بلافاصله به تخلیهٔ از مکان تصمیم گرفتند[۷]. مطابق با ادعای سیم مردم قبل از تخلیهٔ سریع، وجود خطر را تائید می‌کنند.[۸] پاول در آتش‌سوزی ساختمان، رفتار انسان را عمدتاً مشتمل بر پنج جنبهٔ حرکت نکردن، اطفای حریق، اطلاع‌رسانی دیگران، یافتن اطلاعات بیشتر، و تخلیه بیان می‌کند.[۹] کولیگوسکی فرایند رفتاری مقابله با آتش در ساختمان‌ها را نخست درک نشانه‌ها از سوی افراد، دوم تفسیر شرایط خطر، سوم تصمیم‌گیری برای اقدامات، و درنهایت عملیاتی کردن تصمیم می‌داند (تصویر ۱)، این فرایند خود مستلزم زمان است که بدان زمان تخلیه گفته می‌شود که مشتمل بر دو دورهٔ پیش از تخلیه و تخلیه است. دورهٔ تخلیه زمانی به اتمام می‌رسد که افراد به نقطهٔ ایمن، مثلاً خارج از ساختمان، برسند.[۱۰] زمان تخلیهٔ کل طولانی‌تر از زمانی است که معمارها محاسبه می‌کنند[۱۱].

یافته‌های سیم[۱۲] و نیز پرولکس و فاحی[۱۳] نشان می‌دهد که زمان پیش از حرکت مهم‌تر از زمان فرار مورد نیاز به مکان امن است. چنانچه امروزه زمان و رفتار قبل از حرکت جنبه‌های کلیدی فرایند تخلیه محسوب می‌شود[۱۴]. زمان پیش



تصویر ۱. فرایند رفتاری مقابله با آتش در ساختمان‌ها، مأخذ:
Kinateder, et al, "A Review of Risk Perception in Building Fire Evacuation".

۴. نک:
L. Tan & M. Hu & H. Lin , "Agent-based Simulation of Building Evacuation: Combininghuman Behavior with Predictable Spatial Accessibility in a Fire Emergency".

5. Crowd Crisis

۶. این امر به نظریهٔ شناخت اجتماعی Bandura's Social Cognitive Theory بانـــدارا بازمی‌گردد. در این نظریه فرض می‌شـــود که اکثر مردم یک سیستم داخلی دارند که آن‌ها را تا حدی به کنترل تفکرات، احساس، انگیزه‌های اقدامات خود قادر می‌کند. این کنترل داخلی بر اساس ←

از تخلیه زمان تأخیر در شروع است که از درک خطر (RP)[۱۵] و علائم آتش‌سوزی و دیگر عوامل انسانی[۱۶] آغاز و هنگام شروع به حرکت مردم برای خروج پایان می‌یابد.[۱۷] در مطالعهٔ سال ۲۰۰۷، که بر رفتار قبل از تخلیه متمرکز شده بود، مشخص شد بیشتر ساکنان (حدود ۸۰٪) در زمانی کمتر از ۵ دقیقه شروع به تخلیه می‌کنند.[۱۸] مردم در تخلیه به سمت مکان‌ها و افراد آشنا حرکت می‌کنند.[۱۹] ناآشنایی با محیط ممکن است سبب دنبال شدن مسیرهای مختلف فرار شود، که لزوماً کوتاه‌ترین مسیر نیستند. افرادی که آگاهی از قطعات جداشدهٔ فعال[۲۰] ندارند، ممکن است به مسیری مسدود برسند و چرخش و آشفتگی ایجاد شود. مطابق تجربیات، در صورت مشاهدهٔ محدود، مردم متمایل به حرکت در کنار دیوار برای هدایت هستند و سرعت پیاده‌روی افراد در معرض آتش و دود نسبت به شرایط عادی کندتر است و سیگنال‌های صوتی نزدیک خروجی‌ها سرعت فرار را افزایش می‌دهند.[۲۱] جنسیت و گروه‌های سنی در پاسخ به آتش عملکردهای متفاوتی دارند. درمجموع، رفتار انسانی با عوامل روان‌شناختی داخلی و محیطی بیرونی تعیین می‌شود[۲۲].

۱. ۲. ازدحام جمعیت[۲۳]

با افزایش تعداد افراد و متراکم شدن آن‌ها، تخلیهٔ اضطراری و دور شدن از منشأ خطر و پناه به مکانی امن می‌تواند سرمنشأ بحران دیگری شود، به طوری که افراد نه‌تنها به محیط امن نمی‌رسند؛ بلکه در اثر فشارهای ناشی از رفتار جمعیت دچار آسیب (تلفات و جراحات) می‌شوند.[۲۴] برای اینکه جمعیت[۲۵] مورد نظر را داشته باشیم، افراد باید در محیطی ناآشنا، بدون آنکه از قبل بر اساس ارزش‌ها و هنجارها در مورد آن آگاهی داشته یا تصمیم‌گیری کرده باشند، دور هم جمع شوند و به صورتی هماهنگ از نظر اجتماعی رفتار کنند[۲۶].

ظرفیت فضای طراحی‌شده یکی از مهم‌ترین عامل‌های تاثیرگذار در بحران ازدحام جمعیت است و این بحران معمولاً در شمار بحران‌های با منشأ انسانی طبقه‌بندی می‌شوند. استیل در بررسی‌های خود سه دلیل را برای بحران‌های ازدحام جمعیت شناسایی کرده است، بر این اساس، بحران‌ها به سبب طراحی نادرست فضا (اشتباه محاسباتی محاسبهٔ فضا و جریان جمعیت)، اطلاعات نادرست (تأثیر اثر خارجی بر رفتار)، و مدیریت نادرست رخ می‌دهند.[۲۷] به نظر می‌رسد که عوامل بروز بحران‌های جمعیتی منشأ مدیریتی، کالبدی- فضایی، و رفتاری دارند ولی خطر ازدحام جمعیت از ترکیب جمعیت و فضا ایجاد می‌شود که با تعداد افراد در متر مربع نشان داده می‌شود. بخشی از این مخاطره در ارتباط با فضا (شکل فضا، طراحی فضا، پیچیدگی طرح) قابل توضیح است، هرچند تحرک، ابعاد، و درک افراد از خطر نیز اهمیت دارند. بنابراین «تراکم»، اعم از ایستاده و یا در حرکت، مفهومی کلیدی در شناخت این مخاطره است و پاسخ به دو پرسش که آیا فضای کافی برای جمعیت وجود دارد؟ آیا فضای موردنظر مناسب است یا خیر؟ کمک شایانی در کاهش مخاطره ازدحام جمعیت می‌کند. فرایند این بحران، عواملی نظیر رعب و وحشت و هیجان، شرایط مکانی، زمانی و اطلاعاتی سبب می‌گردد تا افراد رفتارهای پیچیده‌ای بروز دهند و شرایط برای خروج دشوار شود[۲۸]. بر اساس نظر هل بینگ و همکارانش ترس دارای خصوصیاتی است، نظیر سرعت حرکت بیشتر از معمول، برخورد فیزیکی بیشتر افراد، حرکت ناهماهنگ هنگام عبور از مسیر باریک، ایجاد تراکم و شلوغی، بسته یا قفل شدن خروجی‌ها (جمعیت قوس‌شکل نزدیک خروجی‌ها)، کاهش فرار (افراد زیر دست و پا مانده به منزلهٔ مانع)، دنبال کردن رفتار یکدیگر، و کم‌توجهی به دیگر گزینه‌های خروج یا عدم استفادهٔ بهینه از آن‌ها (هجوم به سمت خروجی مشخص).[۲۹] با وجود مطالعات زیاد در مورد پیچیدگی رفتار جمعیت در هنگام بحران و تخلیه، هنوز ندانسته‌ها بسیار است؛ اما دسته‌ای از نظریه‌پردازان نتایج یافته‌هایشان را در قالب نظریه‌های رفتاری هنگام وقوع بحران عرضه کرده‌اند. در «جدول ۱» دسته‌بندی این نظریه‌ها

دانش شخصی، احساسات، و ویژگی‌های بیولوژیکی است؛ اما در این میان اقدامات و تأثیر محیط اطراف نیز نقش مهمی دارد (نک: M. Kobes & I. Helsloot & B. de Vries & J.G. Post , "Building Safety and Human Behaviour in Fire: A Literature Review").

۷. نک: P.G. Wood, "A Survey of Behavior in Fires".

۸. نک: J. Sim, *Human Behaviour in Fires, Summary Report. Portsmonth Polytechnic*.

۹. نک: J. Pauls, "A Personal Perspective on Research, Consulting and Codes/ Standards Development in Fire-related Human Behaviour, 1969–1999, with an Emphasis on Space and Time Factors"; M. H La, et al, "Pre-evacuation Human Reactions in Fires: An Attribution Analysis Considering Psychological Process".

۱۰. نک: E. Kuligowski, "Predicting Human Behavior During Fires".

۱۱. نک: Kobes & Helsloot & de Vries & Post, ibid.

۱۲. نک: J. Sime, "Perceived Time Available: The Margin of Safety in Fires".

مشاهده می‌شود. این نظریه‌ها کمک می‌کنند تا شناختی نسبی از رفتار جمعیت در هنگام اضطرار ایجاد شود و برنامه‌ریزی و اقدامات مدیریت ازدحام در تخلیهٔ ایمن کاراتر باشند.

۱. ۳. ویژگی‌های محیطی و ساختمانی

ویژگی‌های محیطی و ساختمانی بر کیفیت و چگونگی تخلیه هنگام آتش‌سوزی و مسیریابی تأثیر می‌گذارد. خروجی‌ها از عناصر مهم ساختمانی به‌شمار می‌روند. برای خروجی‌ها آنچه اهمیت دارد خروج مؤثر و در دسترس بودن مسیر خروجی‌ها است که فراتر از عرض واقعی خروجی است. خروجی‌های قفل و منفصل از سیستم هشدار مؤثر نیستند. بر اساس نتایج تجربهٔ تخلیه در فروشگاه‌های زنجیره‌ای، درهای آتش، زمانی که باز باشند و فاصلهٔ پیاده‌روی تا ورودی اصلی دو برابر فاصله پیاده‌روی تا خروجی آتش باشد، استفاده می‌شوند، در دسترس بودن تسهیلات ایمنی آتش مانند مسیرهای فرار و خروجی‌های اضطراری عوامل بارز در تعیین شانس نجات از آتش هستند.[۳۰] طبقه‌بندی عامل‌های محیطی، که بر سهولت مسیریابی هنگام تخلیه استوار هستند، شامل دسترسی بصری، سطح تمایز معماری، مشخصات کمک‌کننده برای اهداف جهت‌گیری، طرح‌بندی[۳۱]، آشنایی با ساختمان، و نشانه‌ها و نشانه‌گذاری محل هستند.[۳۲] نشانه‌های معماری به عامل اطلاعاتی برای حرکت علامت می‌دهند که می‌توانند شامل دیوارها و نرده‌ها و دستگیره‌ها باشند. فرایند تخلیه از نگاه معماری می‌تواند مشتمل بر دریافت نشانه‌های معماری، تفسیر معانی و اقدام باشد (دیدن، انتخاب، و دنبال کردن سرنخ).[۳۳] محیط معماری یک محیط یادآورشونده[۳۴] و قابل مشاهده است. محیط قابل مشاهده شامل سرنخ‌های در پیش‌زمینه[۳۵] و پس‌زمینه[۳۶]ی خود است. در مطالعات پیشین در خصوص موجودیت معماری شامل

مدل	پایهٔ مدل	مقولات	توضیحات
ترس و وحشت عمومی (theories of mass panic)	برگرفته از نظریهٔ له بن احساس ترس و گیر افتادن	ـ غیر عقلایی ـ غریزی (فرار، فشار دادن و زیر دست و پا انداختن) ـ خودمحوری	سیمه معتقد است که مفهوم ترس غالباً برای مقصر دانستن جمعیت بعد از بحران‌ها استفاده می‌شود (ترس تنها در تعدادی از افراد)؛ برعکس در بسیاری از شرایط رفتار سازمان‌دهی‌شده، حس ازخودگذشتگی، و کمک دیده می‌شود.
هنجاری و وابستگی بین فردی (affiliation and normative approaches)	آرامش و جلوگیری از ترس و وحشت	ـ تنزل نکردن رفتار به سطح غیر عقلایی و خودخواهانه ـ حفظ بعد اجتماعی ـ بروز رفتارهای وابستگی بین افراد ـ حرکت به سمت مکان و افراد آشنا ـ تمرکز بر نجات کلی به‌جای نجات فردی ـ به تأخیر انداختن خروج تا رسیدن اعضای خانواده ـ پیروی از قواعد و هنجارهای اجتماعی در شرایط عادی و حفظ وظایف و نقش‌های سازمانی و اجتماعی	ـ در نظر نگرفتن نظریه‌های جدید رفتار جمعیت ـ فقدان توضیح برای کمک در افرادی که نسبت به هم آشنایی ندارند.
هویت اجتماعی خود طبقه‌بندی کردن social identity/) self-categorization approach)	توضیح رفتار اجتماعی و تاب‌آورانه در شرایط اضطراری و بحرانی	ـ کمک به یکدیگر بدون رقابت ـ تبدیل جمعیت فیزیکی به جمعیت روان‌شناختی واحد (تجربهٔ مشترک تهدید و تصور اتحاد و انتظار پشتیبانی از یکدیگر) ـ وجود فاکتورهای هویت‌بخش نظیر میزان آشنایی از گروه، زمینه	رفتار اجتماعی مثبت (مانند هماهنگی، همکاری، همدردی و ازخودگذشتگی) افراد آشنا و ناآشنا با یکدیگر را توضیح می‌دهد.

جدول ۱. مدل‌های تحلیل رفتار جمعیت در شرایط بحرانی، برگرفته از: عسگری و ارژنگی، *مدیریت بحران ازدحام جمعیت: مفاهیم، نظریه‌ها و روش‌ها*.

۱۳. نک:
R. Fahy & G. Proulxm, "Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Cvacuation Modelling".

۱۴. نک:
Kobes & Helsloot & de Vries & Post, ibid.

15. Risk Perception

۱۶. زمان پیش از تخلیه به طور خاص تحت تأثیر ویژگی‌های افراد است .(نک: C. Zhao & M. Liu, "A Post-fire Survey on the Pre-evacuation Human Behavior").

۱۷. محاسبهٔ زمان دقیق قبل از تخلیه بسیار دشوار است؛ زیرا در صورت مشاهده نکردن مستقیم زمان تخلیه و مصاحبه با افراد، پس از آن به خاطر آوردن زمان پیش از تخلیه برای مصاحبه‌شوندگان بسیار دشوار است.

۱۸. جمع‌آوری اطلاعات، آماده‌سازی برای تخلیه با جمع‌آوری وسایل شخصی، کمک یا نجات دیگران، هشدار به دیگران، تغییر پله‌ها و اطفای آتش موجب ایمنی دورهٔ پیش و حین تخلیه می‌شود (نک: Zhao & Liu, ibid; Kuligowski, ibid).

خروجی‌ها و پله‌ها می‌شد. ولی اخیراً موجودیت‌های پوستهٔ قابل راه رفتن[۳۷] نیز مطالعه می‌شود.[۳۸] همهٔ سرنخ‌های معماری با این چهار استراتژی تخلیه حمایت می‌شوند[۳۹] (تصویر ۲):

ـ رفتن به اهداف امنیتی قابل دید مانند خروجی‌ها و پله‌ها،
ـ پیروی کورکورانه مانند دنبال کردن راهروها یا سایر افراد،
ـ دنبال کردن نقاط تصمیم‌گیری متوالی،
ـ رفتن در امتداد مسیرهایی که به یاد دارند و بلد هستند.

درمجموع سرنخ‌های معماری می‌توانند شامل پله، نور بیرونی، و درونی، ستون، سقف بلند، پله‌برقی، دروازه، خروجی، آسانسور و شیب‌راهه‌ها باشند.

همان‌گونه که در «تصویر ۲» مشاهده می‌شود، برخی از فضاها در پس‌زمینهٔ خود سرنخ‌های بیشتری برای مسیریابی دارند و این سرنخ‌ها قابلیت هدایت افراد را در شرایط اضطرار دارند.

از طرفی، فراتر از طول واقعی، چگونگی درک مسیر است که بر انتخاب مسیر تأثیرگذار است. مثلاً، راهروها با گوشه‌ها و مسیرهای ناآشنا طولانی‌تر از راه‌های مستقیم و آشنا تجربه می‌شوند.[۴۰] وجود گوشه و زاویه در مسیر حرکت بر جریان و سرعت حرکت اثر می‌گذارد و سرعت حرکت را کند می‌کند. به طور مثال، دایاس و همکارانش معتقدند که نرخ جریان جمعیت در مسیری با پیچ ۹۰ درجه ۲۱٪ کاهش می‌یابد. ساکنان اغلب از مسیرهای آشنا و ورودی‌های اصلی استفاده می‌کنند. گلوگاه‌ها بر جریان جمعیت اثر می‌گذارند و سرعت حرکت ارتباط معکوسی با عرض معبر می‌یابد. پس از عبور افراد از گلوگاه، سرعتشان افزایش می‌یابد. حرکت جمعیت قبل، درون، و بعد از گلوگاه‌ها متفاوت است[۴۱].

همچنین استفادهٔ صحیح و مدیریت اتصالات فضایی عاملی حیاتی در تخلیه است. اتصالْ دسترسی فضایی را در ساختمان تأمین می‌کند. [۴۲] در شرایط اضطرار، ساختار اتصال ممکن است برای مقاصد آتش‌سوزی تغییر و امکانات ایمنی فعال شود که معمولاً به دسترسی فضایی متفاوت اما قابل پیش‌بینی منجر می‌شود، بازشوهای ساختمانی معمولاً با اجزای اتصال (درها، پنجره‌ها) یا اجزای جداکننده به هدف اطفای حریق مجهز می‌شوند.[۴۳] از جمله عناصر تأثیرگذار دیگر تأسیسات ساختمان است که شامل تجهیزات اطفای حریق، تهویه و سیستم اگزوز دود و گرما، آب و سیستم آب‌پاش، برق و روشنایی اضطراری، و گاز می‌شود (جدول۲).

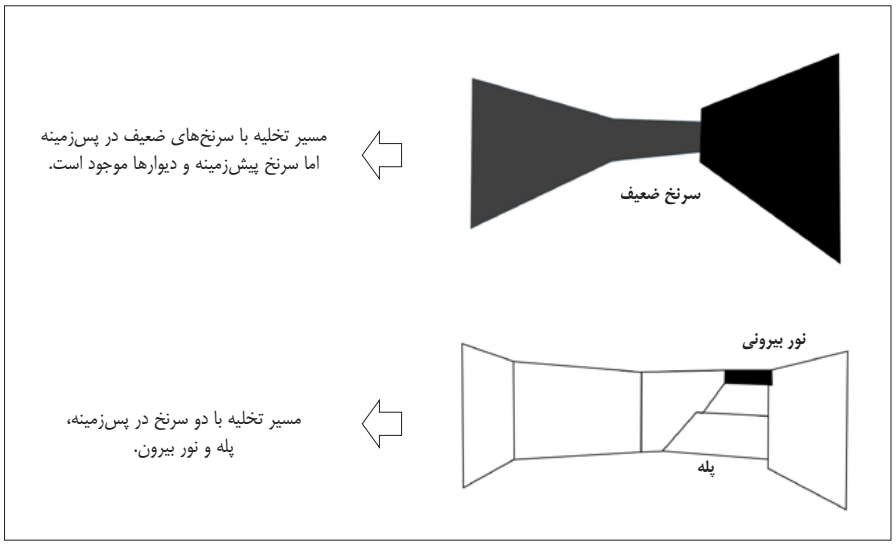
۱. ۴. شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری

مطالعات شبیه‌سازی به سه دستهٔ کلان، متوسط، و جزئی تقسیم می‌شوند.[۴۴] این شبیه‌سازی‌ها پویا هستند و معمولاً مدلی بصری از رفتار و حرکت جمعیت نشان می‌دهند. مدل‌های شبیه‌سازی جمعیت را می‌توان به دو دستهٔ کلیِ مدل‌های ماکروسکوپی[۴۵] و میکروسکوپی[۴۶] تقسیم کرد که با روش‌های نوین با رایانه شبیه‌سازی می‌شوند. مدل‌های ماکروسکوپیک متمرکز بر کل سیستم و رفتارهای کلانی جمعیت است. درعوض، مدل‌های میکروسکوپیک مبین سطوح فردی رفتارها، عمل‌ها، و تصمیمات

۱۹. نک:
E. Kuligowski & S. Gwynne, "The Need for Behavioral Theory in Evacuation Modeling".

۲۰. منظور از قطعات جداشدهٔ فعال بخش‌هایی از ساختمان هستند که این قابلیت را دارند تا در هنگام آتش‌سوزی از بقیهٔ ساختمان جدا شوند و مستقل عمل کنند.

تصویر ۲. سرنخ‌های معماری، مأخذ:
Sun & Vries, "AN ARCHITECTURE-BASED MODEL FOR UNDERGROUND SPACE EVACUATION SIMULATION".



موضوع	شاخص			سنجه	
ویژگی‌های کالبدی فضایی	اتصالات فضایی	گلوگاه		شکل	
				مساحت	
				خروجی‌های گلوگاه	تعداد، عرض، درب
		مسیر فرار و معابر	دسترسی	وجود و خوانایی علائم	
				ابعاد معابر	طول، عرض
				دشواری تردد	ترافیک مسیر، موانع
				کف‌سازی	نوع کف‌سازی
		در و پنجره		ابعاد	طول، عرض
				جنس	
				وضعیت	باز و بسته، قفل، جهت بازشو
	خوانایی			آشفتگی کالبدی	
				مسیریابی	مراکز جاذب سفر سطح تمایز معماری دسترسی بصری طرح‌بندی و پیچیدگی طرح وجود نشانه‌ها و نشانه‌گذاری محل
	پیکربندی (configuration) طبقات	طراحی داخلی		کاربری	نحوهٔ استفاده از فضا
				طراحی داخلی	مبلمان
				تقاطع‌ها	تعداد، تقاطع مسیر اصلی و فرعی
		گشایش‌های (گشودگی و گشادگی) ساختمان	خروجی (ساختمان، طبقه، اتاق)	خروج مؤثر (حداکثر ظرفیت جریان خروجی‌ها ۶۰ نفر در هر متر در دقیقه)	در دسترس بودن خروجی‌ها ویژگی‌های درب خروجی (ضد حریق، جنس، مجهز به حسگر) طراحی
					محل خروج اضطراری: فاصله تا خروجی
			ورودی	ورودی اصلی (در هنگام تخلیه بیشتر استفاده می‌شود)	
			فضای باز	تعداد، ابعاد، نوع دسترسی، فاصله از فضای باز	
	نشانه‌های معماری			نشانه‌های پیش‌زمینه	
				نشانه‌های پس‌زمینه	
ویژگی‌های سازه	سازه	سقف، دیوار،کف، راه‌پله		مقاومت و پایداری	
تأسیسات	ایمنی	اجزای اطفای حریق (آب‌پاش، اگزوز دود و گرما) هشدار (هشدار حریق و هشدار تخلیه)		طرح، نصب، جنس، اندازه	
	شبکهٔ گازرسانی			فرسودگی مکان عبور و قرارگیری دسترس بودن	
	شبکهٔ برق (روشنایی اضطراری، پست‌های فشارقوی)				
	شبکهٔ آب (کانال‌ها، لوله‌ها، دریچه‌های سقفی)				

جدول ۲. ویژگی‌های محیطی و ساختمانی مؤثر بر تخلیه ایمن، تدوین: نگارنده.

۲۱. جین معتقد اســت کمترین دید مورد نیاز در دود برای افراد آشــنا با مســیر ۳ تا ۵ متر و برای افرادی که با راه‌های خروجی ساختمان آشنایی ندارند، ۱۵ تا ۲۰ متر است. درمجموع حداقل ۱۰ متر فاصلــهٔ قابل دید در دود، بــدون در نظر گرفتن آشــنایی یا ناآشــنایی افراد بــا محیط اطراف پیشنهاد می‌شــود (نک: Kobes & Helsloot & de Vries & Post , ibid).

۲۲. نک: H La, et al, ibid.

23. Crowd Management

۲۴. زیر دســت و پا ماندن، به زمین افتادن در اثر هجوم جمعیت، خفگی، زخمی شــدن، و عــوارض روحی و معنوی از جمله آسیب‌های انسانی در این بحران به‌شمار می‌روند.

۲۵. به مجموعــه‌ای از افراد جمعیت گفته می‌شــود اگر: برای مدت زمانی مشــخص (بیشــتر از چند لحظه) با یکدیگر باشــند، تعداد قابل توجهی از افــراد، در مکانــی مشــخص یا محیط فیزیکی مشــابه جمع شوند، دارای تعامل با یکدیگر باشند، دارای رفتارهای و یا عمل مشــابه همانند یــک گــروه متحــد، دارای هدف و منافع مشترک باشند (علی عسگری و ســولماز ارژنگی، *مدیریت بحران ازدحام جمعیــت: مفاهیم، نظریه‌ها و روش‌ها*، ص ۲۸).

افراد و تعاملاتشان با یکدیگر است. در تحقیقات موجود استفادهٔ هم‌زمان مدل‌های کلان و خرد توصیه می‌شود؛ زیرا اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ الگوی رفتاری افراد قابل استخراج است که منجر به ظهور پدیدهٔ خاصی در کل سیستم می‌شود. به بیان دیگر، مدل‌سازیِ نحوهٔ حرکت و رفتار هر عامل کمک می‌کند که اطلاعات حرکت کل جمعیت را به دست آوریم[۴۷].

یکی دیگر از دسته‌بندی‌هایی که در این مورد و برای انتخاب مسیر خروج انجام شده است، به شرح زیر است[۴۸]:

ـ سریع‌ترین/ بهترین مسیر: مسیری که حداقل زمان سفر را می گیرد،

ـ کوتاه‌ترین مسیر: مسیری است که حداقل فاصله را از شروع تا خروج دارد،

ـ مسیر تعریف‌شدهٔ کاربر: مسیری که کاربر برگزیده،

ـ مسیر مشروط: مسیری که برحسب شرایط در ساختمان تعیین می‌شود، به طور مثال شرایط آتش‌سوزی یا رفتار دیگر ساکنان. این انتخاب مسیر معمولاً دارای یک تابع است که اجازه می‌دهد تا اشخاص، اگر نیاز است، تغییر مسیر خود را انتخاب کنند.

در دنیا نرم‌افزارهای بسیار برای شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری وجود دارد که هر یک مختص مطالعهٔ وجه خاصی از تخلیه است. به طور مثال، پیشگامان در شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بیشتر تمرکزشان بر محدودیت‌های فضایی ثابت محیط ساختمان با هدف بهینه‌سازی حرکت تخلیه‌شوندگان و به حداقل رساندن زمان تخلیه است. این تمرکز به‌ویژه برای مدل‌هایی مانند EVACNET4 [8,20]، EESAPE [19] و Exit89 [5] صادق است که در آن‌ها ساختار اتصال ساختمان به مثابهٔ یک شبکه ثابت طراحی شده‌اند. بااین‌حال، این فرض که دسترسی فضایی درون ساختمان‌ها می‌توانند به‌راحتی در یک وضعیت اضطراری آتش‌سوزی تخریب شود، همچنان باقی می‌ماند. به طور مثال خروج‌ها یا مسیرها ممکن است به علت شرایط خاص (مانند دود یا شعله‌های آتش) مسدود شوند. در مدل‌هایی مانند FDS + Evac [23] و STEPS [27] در دسترس بودن پویای خروجی‌ها یا مسیرها در شرایط اضطراری مورد نظر است. به‌علاوه، برای نشان دادن شرایط محیطی قابل اعتماد، شبیه‌سازهای آتش با مدل تخلیه همراه شده‌اند[۴۹]. در پایان قرن بیستم، تفسیر ایمنی ساختمان از فناوری به دیدگاه رفتاری تغییر یافت.[۵۰] یکی از این نرم‌افزارها که در شبیه‌سازی قابلیت عمل تحت مقولات کالبدی و رفتاری را دارد، نرم‌افزار شبیه‌سازی انی‌لاجیک[۵۱] است. این نرم‌افزار قدرتمندترین شبیه‌سازی در زمینه‌های مختلف[۵۲] استفاده می‌شود و بر روی سامانهٔ عامل‌های Linux، Mac OS، Windows، قابل نصب است. در دنیای مدرن شبیه‌سازی سه روش مشخص برای مدل‌سازی مبتنی بر شبیه‌سازی هست که در هر روش سطح خاصی از خلاصه‌سازی استفاده می‌شود. این سه روش، که با نرم‌افزار انی لاجیک نیز پشتیبانی می‌شوند، شامل پویایی سیستم (SD)[۵۳]، گسستهٔ پیشامد (DE)[۵۴] و عامل بنیان (AB)[۵۵] است[۵۶].

۲. تخلیهٔ اضطراری بازار استانبول

میراث فرهنگی در ترکیه شامل آثار فراوان ارزشمندی است که ساختار سازه‌ای اغلب آن‌ها مصالح بنایی است و از لحاظ معماری ساختاری فشرده و درهم‌تنیده دارند. بنابراین با وقوع هر نوع مخاطره‌ای، خسارات جانی به بیشترین حد ممکن افزایش می‌یابد. یکی از جلوه‌های این کشور گذشتن جادهٔ ابریشم از آن است که بزرگ‌ترین و کهن‌ترین بازارهای سنتی جهان، همانند بازار بزرگ تبریز و استانبول در آن واقع شده‌اند. از حدود ۵۰۰ سال است پیش بازار سرپوشیدهٔ استانبول مرکز تجاری- تاریخی شبه‌جزیرهٔ استانبول است.[۵۷] این بازار به مساحت ۴۵۰۰۰ متر مربع و دارای ۶۴ خیابان و ۱۶ بدستان است که در ۳۶۰۰ مغازه، ۹۷ نوع محصول به فروش می‌رسد. مرکز سلامت، ادارهٔ پست، ایستگاه پلیس، مسجد، و یک آتش‌نشانی خصوصی در همکاری با آتش‌نشانی شهرداری کلان‌شهر استانبول نیز

۲۶. نک:
J. Turner, "Towards a Cognitive Redefinition of the Social Group"; S. Reicher, "'The Crowd' Century: Reconciling Practical Success with Theoretical Failure".

۲۷. نک:
G. Still, *Crowd Dynamics*.

۲۸. نک: عسگری و ارژنگی، همان.

۲۹. نک:
D. Helbing & L. Farkas & T. Vicsek, "Simulating Dynamic Features of Escape Panic".

۳۰. نک:
Kobes & Helsloot & de Vries & Post, ibid.

31. Layout

۳۲. مسیریابی و جهت‌های مسیر به منزلهٔ حوزه‌های پژوهش مرکزی در علوم شناختی توسعه یافته است. تعداد کمی از تحقیقات در حوزهٔ مسیریابی بر روی تخلیهٔ آتش و مهندسی ایمنی آتش متمرکز شده است (نک: Ibid).

۳۳. نک:
C. Sun & B. Vries, "AN ARCHITECTURE-BASED MODEL FOR UNDERGROUND SPACE EVACUATION SIMULATION".

34. Remembered Environment

35. Foreground Clues

36. Background Clues

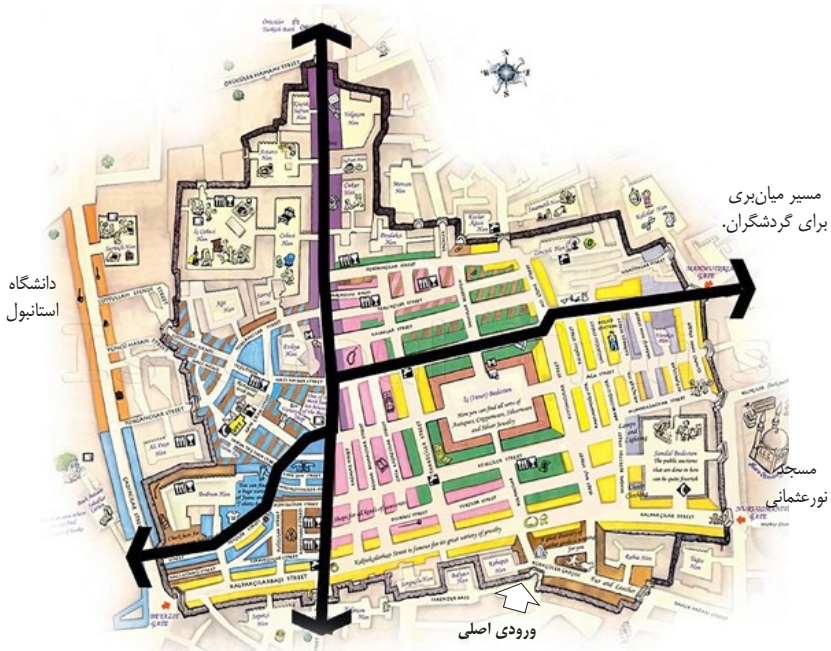
37. walkable surface

۳۸. نک:
Sun & Vries, ibid.

در مجموعهٔ بازار هست. بازار بین دو مسجد، مسجد سفید و نورعثمانی، ساخته شده است. بناهای این بازار، به‌جز خان‌ها و دباغچی‌ها که دو یا سه طبقه با صحن و محوطه هستند، فقط یک طبقه دارند. دیوارها سنگ و آجر با پرداخت گچ در دو طرف دیوار هستند. پوشش سقف بازار کاشی، طاق‌ها از آجر و گهواره‌ای و ستون‌ها از سنگ برش‌خورده است[۵۸].

همهٔ عناصر بازار مانند خیابان‌ها و گذرها موازی با توپوگرافی و منظم چیده شده‌اند. تهویهٔ طبیعی است و نور طبیعی روز از پنجره‌هایی در کناره‌های طاق‌ها تأمین می‌شود و مغازه‌ها و گذرها از نور مصنوعی استفاده می‌کنند. درهای خروجی در طول روز باز و سازمان‌دهی درهای بازار سبب جریان مناسب هوا در گذرها می‌شود؛ اما سیستم تهویه در مغازه‌ها تهویهٔ مصنوعی است که در بعضی مواقع سبب ایجاد مشکل در زیرساخت‌های الکتریکی و آتش‌سوزی می‌شود. در آتش‌سوزی ۲۶ نوامبر ۱۹۵۴، دوپنجم بازار سوخت که مرمت و تعمیرات آن ۵ سال طول کشید.[۵۹] بر اساس چزار[۶۰] ۱۹۸۵، وضعیت کنونی بازار بر اساس بازسازی و تعمیراتی است که در سال‌های ۱۷۰۱، ۱۷۵۰و ۱۷۶۶ انجام شده است. بازدیدکنندگان بازار روزانه بین ۲۵۰٬۰۰۰ تا ۴۰۰٬۰۰۰ نفر هستند و در سال ۲۰۱۴ رتبهٔ نخستین مکان پربازدید توریستی را کسب کرده است[۶۱]. همان‌طور که در «تصویر ۳» مشخص است، این بازار از دو مسیر حرکتی مهم میان‌برهای شهریِ مورد استفادهٔ مردم تشکیل شده است.

تراکم عابر پیاده بسته به گذرهای درونی و نوع بخش‌ها و صنف‌ها متغیر است (تصویر ۴). سوانح ثبت‌شده نشان می‌دهد که تخلیهٔ بازار استانبول با مشکل مواجه است، به طوری که، برای امنیت تخلیه، دروازهٔ اصلی و مسیرهای خروجی نیازمند سامان‌دهی هستند. عامل‌های افزایش آسیب‌پذیری تخلیه در بازار استانبول عرض، طول، نور طبیعی مسیرها، تعمیر و نگهداری نامطلوب سقف، وجود مواد خطرناک، مشخصات و ابعاد نامناسب درها، اجناس، جهت بازشوها، تعمیر و نگهداری نامنظم، و اختلاف ارتفاع مسیرها و خروجی‌ها (راه‌پله و آستانه‌ها) شناسایی شده‌اند. همان‌طور که در «تصویر ۵» مشخص است، خروجی‌های این بازار با مشکلات زیادی اعم از عرض کم، وجود پله، اختلاف ارتفاع، و موانع سر راه مواجه است. نحوهٔ استفاده از محیط بیرونی و درونی پیرامون درها و ویژگی‌ها



مسیری که استفادهٔ میان‌بر برای عموم دارد

تصویر ۳ (بالا). پلان بازار استانبول، مأخذ: http://www.istanbultrails.com/2008/10/the-grand-bazaar-maze-or-oriental-feast/
ترسیم مسیرهای میان‌بر: نگارنده.
تصویر ۴ (پایین). خیابانی که خروجی بازار به آن باز می‌شود، عکس: نگارنده.

و مشکلات کالبدی نظیر رطوبت و مشکلات ساخت درهای خروجی و پیرامون آن نظیر سقف، بام، دیوارها در ارزیابی تخلیهٔ اضطراری بازار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در گذشته خدمات نوشیدنی و خوراک به مغازه‌های چای محدود می‌شد؛ ولی اکنون شیرینی‌پزی و رستوران‌ها گسترش یافته‌اند و از برق و سوخت مایع استفاده می‌کنند. چنین مغازه‌هایی در اطراف درهای خروجی بر ایمنی تخلیه تأثیر منفی می‌گذارند و مکان‌یابی مسیر از آن‌ها اهمیت می‌یابد. این امر نشان‌دهندهٔ آن است که ایمنی درها و تأثیر آن‌ها بر گذرها باید مورد نظر باشد. به طور کلی طرح ایمن‌سازی بازار استانبول، که در سال‌های اخیر انجام‌شده است، شامل موارد زیر است[۴۲]:

ـ تعمیر بخش‌های تخریب‌شده و فرسوده،

ـ بازسازی و نوسازی بازار و محوطهٔ اطراف با مشارکت کسبه و ذی‌نفعان،

ـ توسعهٔ سیستم فاضلاب و اتصال آن به سیستم فاضلاب شهری،

ـ تقویت سیستم آب برای تجهیز سیستم آتش‌نشانی،

ـ توسعهٔ سیستم برق و تخصیص مبدل‌های الکتریکی به هر بخش از بازار به منظور کاهش ریسک حریق ناشی از اتصالات الکتریکی،

ـ ایجاد ایستگاه آتش‌نشانی در مجاورت بازار و توسعهٔ سیستم آب پرفشار برای اطفای حریق.

در مطالعه‌ای، ۲۱ عدد در با ویژگی‌های متنوع بررسی شد. عرض، ارتفاع، طول درها، و ارتفاع گذرهای داخلی و عرض‌گذرهای بیرونی و داخلی بررسی شد. ۱۲ در به صورت مستقیم به خیابان‌های فضای باز و ۷ در به خان‌ها گشوده می‌شدند. دو در نیز در بازار دباغچی‌ها قرار دارد. ساعت باز بودن درهای بازار نیز واجد اهمیت است. درهایی که به خیابان‌های اطراف دسترسی داشته باشند، در ساعات کاری باز، از دوشنبه تا پنجشنبه رأس ساعت ۷ بعدازظهر بسته می‌شوند. در این مطالعه تراکم عبور از درها با مشاهده و مصاحبه با عوامل امنیتی خصوصی بازار و پایش هرکدام از درها در دورهٔ زمانی مشخص ارزیابی و درهای با تراکم استفادهٔ بیشتر مشخص شد.

به منظور اقدامات امنیتی آتش‌نشانی بازار، زیر خیابان

تصویر ۵. دروازه‌های بازار استانبول، عکس‌ها: نگارنده.

۳۹. نک:
F. Ozel, *The Computer Model "BGRAF": A Cognitive Approach to Emergency Egress Simulation*.

۴۰. نک:
Kobes & Helsloot & de Vries & Post , ibid.

41. C. Dias & M. Sarvi & N. Shiwakoti & M. Burd, "Turning Angle Effect on Emergency Egress".

۴۲. فضاهای داخلی اتاق‌ها و راهروها با دریچه‌هایی مانند پنجره و در به یکدیگر متصل می‌شوند.

۴۳. نک: Tan & Hu & Lin, ibid.

۴۴. به طور کلی، مدل‌های شبیه‌سازی جمعیت و رفتار جمعیت برای مقاصد مختلفی از جمله مطالعات هوش مصنوعی، آموزش مدیریت و کنترل جمعیت توسط پلیس و نیروهای انتظامی، معماری و برنامه‌ریزی شهری برای تعیین میزان آسایش، ایمنی و سلامتی جمعیت در فضاهای بزرگ شهری، برنامه‌ریزی و آموزش خروج اضطراری تهیه می‌شوند.

۴۵. مدل ماکروسکوپی شامل رگرسیون، انتخاب مسیر، و دینامیک سیالات است.

۴۶. مدل میکروسکوپی بر مبنای قاعده، مبتنی بر نیروهای اجتماعی، پدیدهٔ خودسازمانی، سلول‌های هوشمند یا خودکار و عامل‌محور است.

سیستم لوله‌کشی دائمی تعبیه شده است، قفسه‌های اطفای آتش و شیرهای آتش‌نشانی واقع در خیابان‌ها، که به سمت درهای تخلیه گشوده می‌شود، ارزیابی شدند. مطابق با مشاهدات، شیرهای نزدیک به درِ خروجی زیر اجناس، لباس‌ها، یا فرش‌هایی متصل به دیوار پنهان‌شده است و استفاده از قفسه‌های اطفای آتش را دشوار می‌کند و نزدیکی ترانسفورماتورهای برق به درهای خروجی احتمال خطر را افزایش می‌دهد. چنانچه با توجه به موارد فوق به نظر می‌رسد که در شرایط اضطراری احتمال بروز مشکلات تخلیه در بازار زیاد است. ازاین‌رو، جاگیری اصناف و ایمنی تراکم پیاده‌روها، تعمیر و نگهداری پنجره‌ها برای کارآمدی تهویهٔ طبیعی بسیار مهم است. در ضمن اینکه به منظور تخلیهٔ اضطراری نقاط خروجی کافی در شرایط اضطرار و برای تخلیه در نقاط دیگر و تعریض گذرهای باریک، مطابق با استاندارد، خوانا کردن درها مورد نیاز است. مغازه‌داران باید از سوانح احتمالی، خطرات، و اقداماتی که در طول سوانح انجام می‌شود، آگاه شوند. بروشورهای بین‌المللی باید آماده و به بازدیدکنندگان داخلی و خارجی عرضه شود. درمجموع ارزیابی آسیب‌پذیری تخلیه بر چهار مقولهٔ بررسی استفاده‌کنندگان، مشکلات ساختاری، سازمان‌دهی تخلیه، و ایمنی استوار بوده است. مصاحبه با مغازه‌داران نشان می‌دهد که آماده‌سازی بازار در شرایط اضطراری ناکافی هست و با توجه به اهمیت تخلیهٔ اضطراری در بازار پروژه‌ای پژوهشی در دانشگاه گلشیم به این

شاخص		سنجه	
تراکم جمعیت		مکان شلوغ و خلوت	
تخلیه	نقاط تخلیه	انتخاب نقطه تخلیه	
	مسیر تخلیه	ابعاد	طول، عرض
		توپوگرافی (مردم در هنگام تخلیه تمایل دارند به سمت شیب کمتر فرار کنند توپوگرافی بازار استانبول از مثبت۵ متر تا مثبت ۱۰ متر بالاتر از سطح دریا است)	میزان شیب
	دروازه (بازار استانبول داری ۲۰ دروازه است، در مطالعهٔ اخیر ۱۰نقطهٔ آن به دلیل اهمیت (دروازه‌های اصلی و قابل‌کنترل در ورود و خروج) انتخاب شده است)	فاصله از دروازهٔ فرعی و اصلی(قابل‌کنترل) تعداد و مکان دروازه فاصله با تقاطع‌ها (هنگام فرار در تقاطع‌ها برای افراد مشکل انتخاب ایجاد می‌شود)	
اتمسفر بازار		نحوهٔ زندگی مردم در بازار لایه‌های اجتماعی، فرهنگی	
ارتباط بازار با شهر		مسیر میان‌بر (کشف انواع ارتباط بازار با شهر ـ ریسک ساختمان‌های اطراف)	
فضای باز(سرا-خان-حیاط)		ابعاد	طول، عرض
		دسترسی	طول
تجهیزات (آب، فاضلاب و ساختار، مسیرهای مهم و دیوارها)		فرسودگی-آسیب‌پذیری	
کاربری‌ها		نوع کاربری نحوهٔ عرضهٔ کالا	
تأسیسات (پست برق، شبکه برق)		فاصله از خروجی‌ها	

جدول ۳. شاخص‌های شبیه‌سازی بازار استانبول؛ تدوین: نگارنده.

۴۷. نک: عسگری و ارژنگی، همان.
۴۸. نک: Kuligowski, "Computer Evacuation Models for Buildings".
۴۹. نک: Tan & Hu & Lin, ibid.
۵۰. نک: Kobes & Helsloot & de Vries & Post , Building safety and human behaviour in fire: A literature review, "Building Safety and Human Behaviour in Fire: A Literature Review".
51. AnyLogic
۵۲. شامل بازار و رقابت در آن، سامانه‌های درمانی، سامانه‌های تولیدی، زنجیرهٔ عرضه، سامانه‌های لجستیکی، خرده‌فروشی، فرایندهای تجاری، پویایی اجتماعی و بوم‌سازگانی، صنایع دفاع، مدیریت پروژه و دارایی‌ها، زیربنای فناوری اطلاعات، شبیه‌سازی سامانه‌های ترافیکی و شبیه‌سازی عابرین پیاده، و سامانه‌های فضایی.
53. System Dynamics
در این روش سطح انتزاع بالا و جزئیات واردشده کم و این روش در سطح ماکرو استراتژیک است.
54. Discrete Event
در این روش سطح انتزاع وجزئیات واردشده متوسط و این روش در سطح میانی و تاکتیکی است.

موضوع پرداخته است[۶۳]. هدفْ عرضهٔ راهکارهای لازم با منظور تخلیهٔ بازار در زمان بحران است.

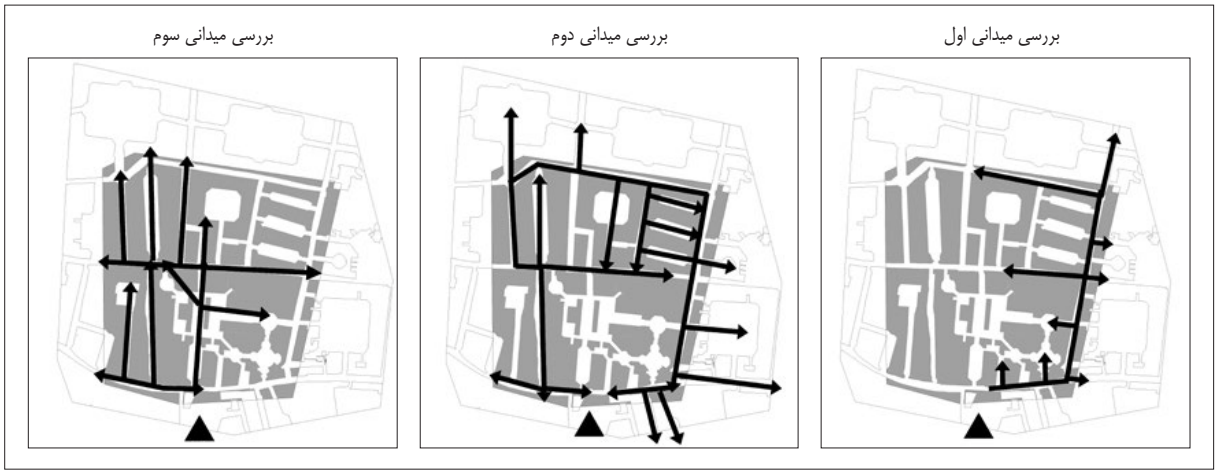
در این پروژه از یک نرم‌افزار و مدل ریاضی استفاده شده است. یکی از این مدل‌ها «مشکل انتساب درجهٔ دو» است. مشکل انتساب درجه دوم شرایطی را فراهم می‌کند تا زمانی که ظرفیت محل اجازه می‌دهد، امکانات متعدد برای به یک مکان واحد اختصاص داده شود. دیگری، استفاده از نرم‌افزار نحو فضا[۶۴] است. برای استفاده از این نرم‌افزا از معیارهای مندرج در «جدول ۳» بهره گرفته شده است. در مطالعهٔ تخلیهٔ اضطراری استانبول تمرکز بر شاخص‌های محیطی است.

۳. روش تحقیق و چارچوب نظری

رویکرد این پژوهش کیفی و منظور تبیین چارچوبی عملیاتی برای شبیه‌سازی تخلیهٔ بازارهای تاریخی است. اطلاعات و داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبهٔ عمیق با استادان و دست‌اندرکاران[۶۵]، و برداشت‌های میدانی جمع‌آوری شده است. در برداشت‌های میدانی بازار تبریز و استانبول بررسی شده‌اند. این مشاهده بیشتر مبتنی بر شناسایی رفتار و نوع جمعیت و مقولات کالبدی و غیر کالبدی ایجاد ازدحام و گلوگاه‌ها، بررسی گروه‌های خرید، نسبت جنسیت در بازار، و الگوی حرکت آن‌ها و تأثیر احتمالی آن‌ها بر تخلیه بوده است. محدودهٔ مورد مطالعه بخشی از بازار تبریز است که شامل ۷۹۶ واحد تجاری، ۱۰ تیمچه و راسته، ۱۰ کاربری مختلف، و دو بانک و مسجد است. جامعهٔ مورد مطالعه شامل خریداران و کسبه است که رفتار آن‌ها در بازار پایش شده است. این بررسی در سه مرحله مطابق با «تصویر ۶» انجام شده است. از همهٔ مسیرها عکس و فیلم تهیه شده و با تحلیل آن‌ها محیط کالبدی و فضایی بازار و رفتار افراد مطالعه شده است.

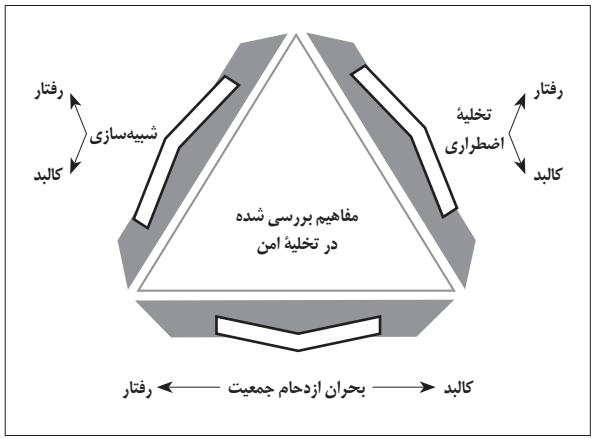
به‌علاوه، طی سفری به استانبول، با دست‌اندرکار پروژهٔ تخلیهٔ اضطراری بازار استانبول مصاحبهٔ عمیق صورت گرفت و بازار بزرگ استانبول به صورت هدفمند پیمایش شده است. در این تحقیق با پیوندی که میان مفاهیم تخلیهٔ اضطراری، بحران ازدحام جمعیت، و شبیه‌سازی ایجاد کرده است، تعامل میان انسان و کالبد را در عرضهٔ چارچوب عملیاتی برای شبیه‌سازی رایانه‌ای تخلیهٔ اضطراری مطالعه می‌شود (تصویر ۷).

در جمع‌آوری مقولات مرتبط با عوامل تأثیرگذار بر شبیه‌سازی و تخلیهٔ امن بازارهای سنتی، مطالعات گسترده‌ای در حوزهٔ رفتار جمعیت و نقش کالبد به‌ویژه در هنگام آتش‌سوزی



تصویر ۶. مراحل بررسی میدانی محدودهٔ مورد مطالعه بر روی نقشهٔ بازار تاریخی تبریز؛ طرح و ترسیم: نگارنده (نقشهٔ زمینه: ادارهٔ کل میراث فرهنگی و گردشگری استان).

55. Agent Based
این روش انتزاع بالا تا پایین، جزئیات کم تـا زیاد، سـطح کلان تا خرد و اسـتراتژیک تا عملیاتی را پوشـش می‌دهد.
۵۶. نک:
A. Borshchev, *The Big Book of Simulation Modeling*.
۵۷. نک:
W. Müller-Wiener, *Bildlexikon zur Topographie Istanbuls: Byzantion-Konstantinupolis-Istanbul bis zum Beginn des 17*.
۵۸. نک:
G. YÜCEL & A. Görün. "Istanbul Grand Bazaar Evacuation System Vulnerability Assessment".
۵۹. نک: Ibid.
60. Cezar
۶۱. نک:
G. YÜCEL, *Istanbul Grand Bazaar Evacuation*.
۶۲. شـرکت کندوکاو توسعهٔ پایدار، مهرماه ۱۳۹۴.
63. YÜCEL & Görün, ibid.



صورت گرفته است. سپس به روش توصیف تحلیلی، مفاهیم استخراج و طبقه‌بندی‌شده است و ارتباط بین مفاهیم و مقولات تخلیهٔ اضطراری، بحران ازدحام جمعیت، و شبیه‌سازی یارانه‌ای بررسی‌شده است. در ادامه به روش اکتشافی، چارچوبی عملکردی از شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای تاریخی عرضه شده است. شیوهٔ ایجاد چارچوب توصیفی- تحلیلی و استنتاج مبتنی بر تحلیل مفاهیم و مقولات مرتبط است.

۴. مورد مطالعاتی: بازار تاریخی تبریز

بازار تبریز از مهم‌ترین بازارهای سرپوشیده و تاریخی ایران و جهان است.[۶۶] کشیدگی این بازار شمالی- جنوبی و دو راستهٔ اصلی آن (راستهٔ قدیم و جدید) در جهت کشیدگی بازار، شاهرگ اصلی بازار محسوب می‌شوند که جمعیت زیادی در آن‌ها جاری است. توجه بسیار کم به دستورالعمل‌های ایمنی استفاده از تجهیزات و لوازم، همچنین آسیب‌پذیری‌های تأسیساتی و الکتریکی مانند آسیب‌دیدگی یا فرسودگی کابل‌ها و شبکهٔ برق یا مجاورت تجهیزات با مواد قابل اشتعال احتمال آتش‌سوزی بازار تبریز را افزایش می‌دهد. چنانچه کاربری‌های پرخطر نظیر آشپزخانه‌ها و رستوران‌ها (به دلیل وجود گاز و شعله)، همچنین تأسیسات الکتریکی، که در دهه‌های اخیر به بازارها اضافه‌شده‌اند، عامل‌های مهمی در شروع آتش‌سوزی شناخته می‌شوند. به‌علاوه، اکثر اجناس بازار قابل اشتعال و محرکی برای تشدید و تسریع رشد آتش‌سوزی هستند. در این پیمایش بخشی از بازار تبریز انتخاب شده است. مهم‌ترین معیارها در انتخاب این بخش از بازار مذکور از مصاحبهٔ تخصصی حضوری محقق پژوهش حاضر با محقق مطالعهٔ پروژه تخلیهٔ اضطراری بازار بزرگ استانبول (طی سفری پژوهشی به ترکیه) استخراج شده است[۶۷] (تصویر ۸).

مطابق با پیمایش انجام‌شده، ویژگی‌های کالبدی‌ای نظیر دالان‌های نسبتاً باریک و طولانی، وجود تقاطع‌های متعدد در راسته‌ها، گلوگاه‌ها، تعداد و مکان خروجی‌ها، نوع دسترسی و فاصله تا خروجی‌ها، پله‌ها، الحاقات بدنهٔ بازار و اجناس چیده‌شده در فضاهای تردد سبب می‌شوند که در صورت آتش‌سوزی، تخلیهٔ جمعیت بازار تبریز با مشکل مواجه باشد و با جدا شدن الحاقات و آویزهای موجود (اجناس و تابلوها) سد معبر ایجاد و اجناسی در حال آتش مانع تخلیهٔ امن سریع مردم شود (تصویر ۹). برخی از آن‌ها مثل راستهٔ بازار قدیم و جدید در شرایط عادی نیز بسیار پرجمعیت هستند، تردد دشوار و عبور گاری دستی‌ها بر مشکل تردد نیز دامن می‌زند. ممکن است با بسته شدن گلوگاه‌ها یا خروجی‌ها یا ایجاد گره‌های جمعیتی در تقاطع‌ها، سرعت تخلیه کاهش یابد و عبور از راسته‌ها با ایمنی و سرعت کمتر صورت گیرد و برخی زیر دست و پا بمانند و متعاقب آن آمار تلفات و جراحات افزایش یابد. فرهنگ و اجتماع بازار نقشی مهم در تخلیهٔ اضطراری دارند. بازار هرساله پذیرای گردشگران بسیاری است. به سبب اینکه بازار تبریز مرکزی پویا در قلب شهر تبریز است و مواد مورد نیاز اولیه و بعضاً ارزشمند مانند فرش را به مردم عرضه می‌کند، همواره راسته‌های اصلی آن مملو از جمعیت است و در حالت عادی و در ساعاتی از صبح و بعدازظهر، که ساعات اوج خرید هستند، تردد در آن‌ها دشوار است.

از طرفی، سرنخ‌های معماری بخش مهمی از شبیه‌سازی تخلیه است و می‌تواند در مسیریابی افراد در شرایط اضطرار

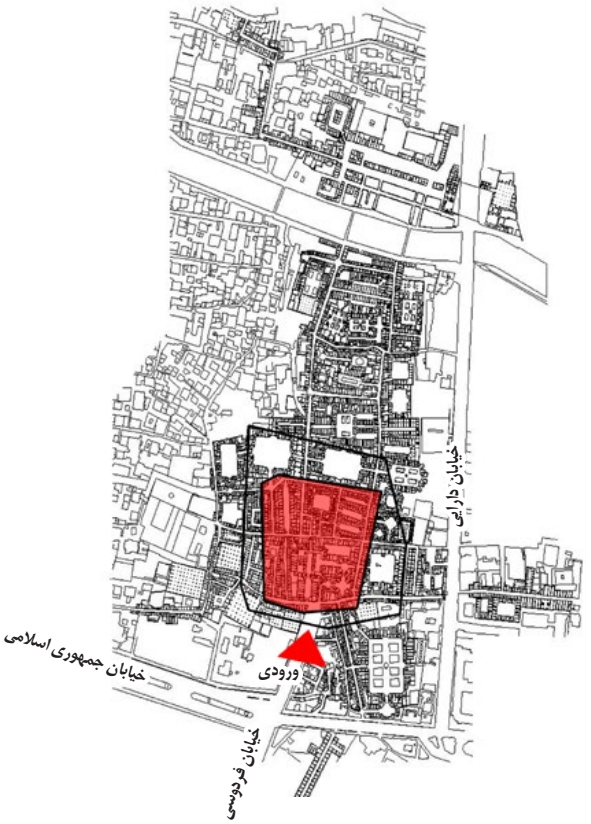
تصویر ۷. قلمروی مفهومی پژوهش، طرح: نگارنده.

۶۴. space syntax: نحو فضا مجموعه‌ای از نظریه‌ها و روش‌های در مورد پدیدارشناسی فضا و یکی از مهم‌ترین روش‌های معاصر ریخت‌شناسی فضا است.

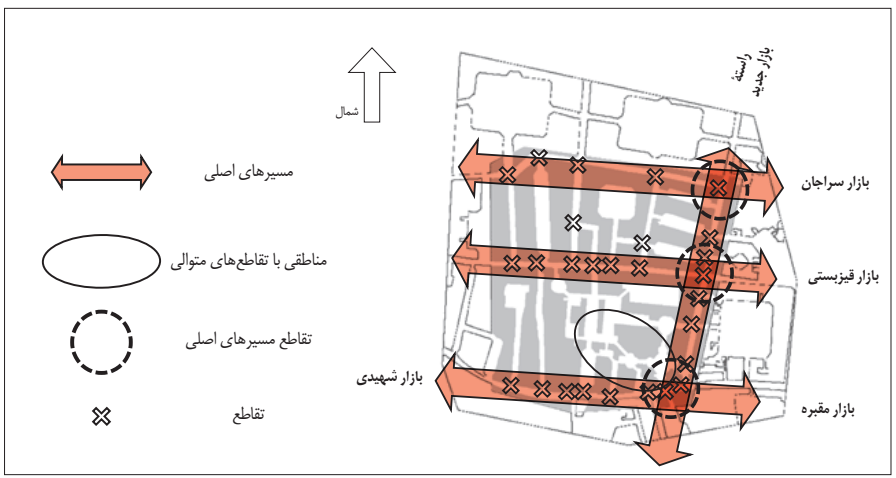
۶۵. Gül Yücel: استادیار دانشگاه گلشیم (Gelişim) استانبول، و Zeynep Gül: استادیار دانشگاه فنی ییلدیز (Yildiz) استانبول؛ حوزهٔ تخصصی: مدیریت ریسک سانحه در میراث فرهنگی.

۶۶. در این بازار ۵۵۰۰ باب حجره، ۴۰ گونه شغل، ۳۵ سرا، ۲۵ تیمچه، ۳۰ مسجد، ۲۰ راسته، مدارس، ۱۱ دالان، ۵ حمام و ۱۲ مدرسه قرار دارند (*دانشنامهٔ جهان اسلام*، ۲۰۱۱).

۶۷. از جملهٔ این معیارها می‌توان به وجود فضاهای باز، تقاطع‌ها، و نوع دسترسی به خروجی‌ها اشاره کرد. در این خصوص، بخشی از بازار تاریخی تبریز، که درمجموع شامل ۷۹۶ واحد تجاری است، محدودهٔ مورد مطالعه انتخاب شده است که شامل مسجد، کتابخانه، و بانک نیز هست.



تصویر ۸ (بالا). بازار تاریخی تبریز و محدوده مورد مطالعه، مأخذ نقشه: ادارهٔ کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان آذربایجان شرقی، عکس‌ها: نگارنده.
تصویر ۹ (پایین). بازار تاریخی تبریز و محدودهٔ مورد مطالعه، طرح و ترسیم: نگارنده (نقشهٔ زمینه: ادارهٔ کل میراث فرهنگی و گردشگری استان).



کمک کند. این سرنخ‌ها که می‌توانند «قابل دید» باشند یا نباشند توسط محیط معماری، موقعیت انسانی، جهت‌گیری، میدان و زاویهٔ دید، و حداکثر فاصلهٔ قابل دید تعریف می‌شوند. در بازار تبریز انواع سرنخ‌های پیش‌زمینه و پس‌زمینه وجود دارد. در این مطالعه، سرنخ‌های پس‌زمینه عناصری هستند که در صورت نبود سرنخ پیش‌زمینه بر حرکت افراد تأثیر می‌گذارند. از جمله عناصر پس‌زمینه‌ای بازار تبریز طاق‌های مکرری هستند که سازه و معماری بازار را شکل می‌دهند و در صورت نبود نشانه‌های پس‌زمینه، می‌توانند در مسیریابی به افراد کمک کند (تصویر ۱۰).

سرنخ‌های پس‌زمینه از جمله مهم‌ترین عناصر معماری و

فضایی و در فضا قابل درک هستند و عامل‌ها از آن‌ها به مثابهٔ عناصر درک‌شونده در هنگام فرار و تشخیص جهت حرکت استفاده می‌کند. یکی از آن‌ها روشنایی‌های در بازار تبریز، روشنایی مصنوع و طبیعی (دریچه‌های سقفی)، هستند. از جمله دیگر نقاطی که می‌توانند به فرار افراد در هنگام آتش‌سوزی جهت و معنا دهند، کاربری‌های خاص داخل بازار نظیر بانک‌ها و مساجد هستند. به‌علاوه در هنگام حرکت، افراد فضاهای باز، درها، و دروازه‌ها را به منزلهٔ نشانه‌هایی برای نجات از فضای گیرافتاده دنبال می‌کنند. بنابراین می‌توان اذعان داشت که سرنخ‌های پس‌زمینه در بازار مشتمل بر سه بخش زیر است:

ـ روشنایی (مصنوعی و طبیعی)

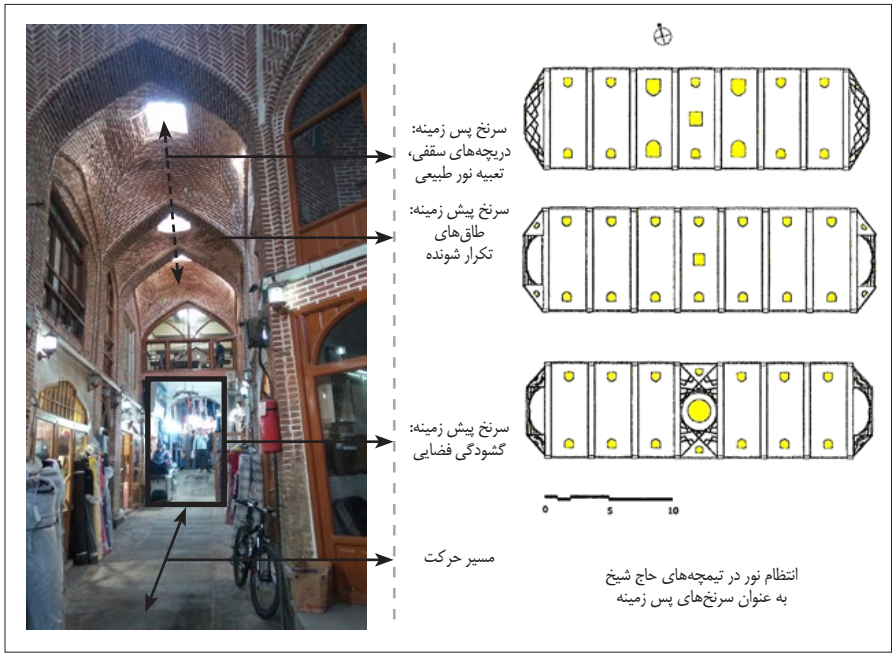
ـ نقاط شاخص و جاذب سفر (مساجد و بانک)

ـ گشایش (گشودگی و گشادگی‌های فضایی اعم از درها و دروازه‌ها، سراها، و حیاط‌ها)

اما در بازار تاریخی تبریز، موانعی سبب می‌شوند که سرنخ‌های فضایی در هنگام فرار به‌خوبی درک نشوند. از جملهٔ این موانع می‌توان به انباشت اجناس در مسیرهای تخلیه اشاره کرد که، با مسدود کردن افق دید، مسیرهای فرار را ناخوانا می‌کنند (تصویر ۱۱).

تصویر ۱۰ (بالا). سرنخ پیش‌زمینه، دیوار، و طاق‌های تکرارشونده؛ عکس‌ها: نگارنده، طرح‌ها: ذوالفقارزاده و جابری، *تحلیلی بر بازار تبریز*.

تصویر ۱۱ (پایین). سرنخ پیش‌زمینه و پس‌زمینه؛ عکس: نگارنده، نقشه‌ها: ذوالفقارزاده و جابری، همان.

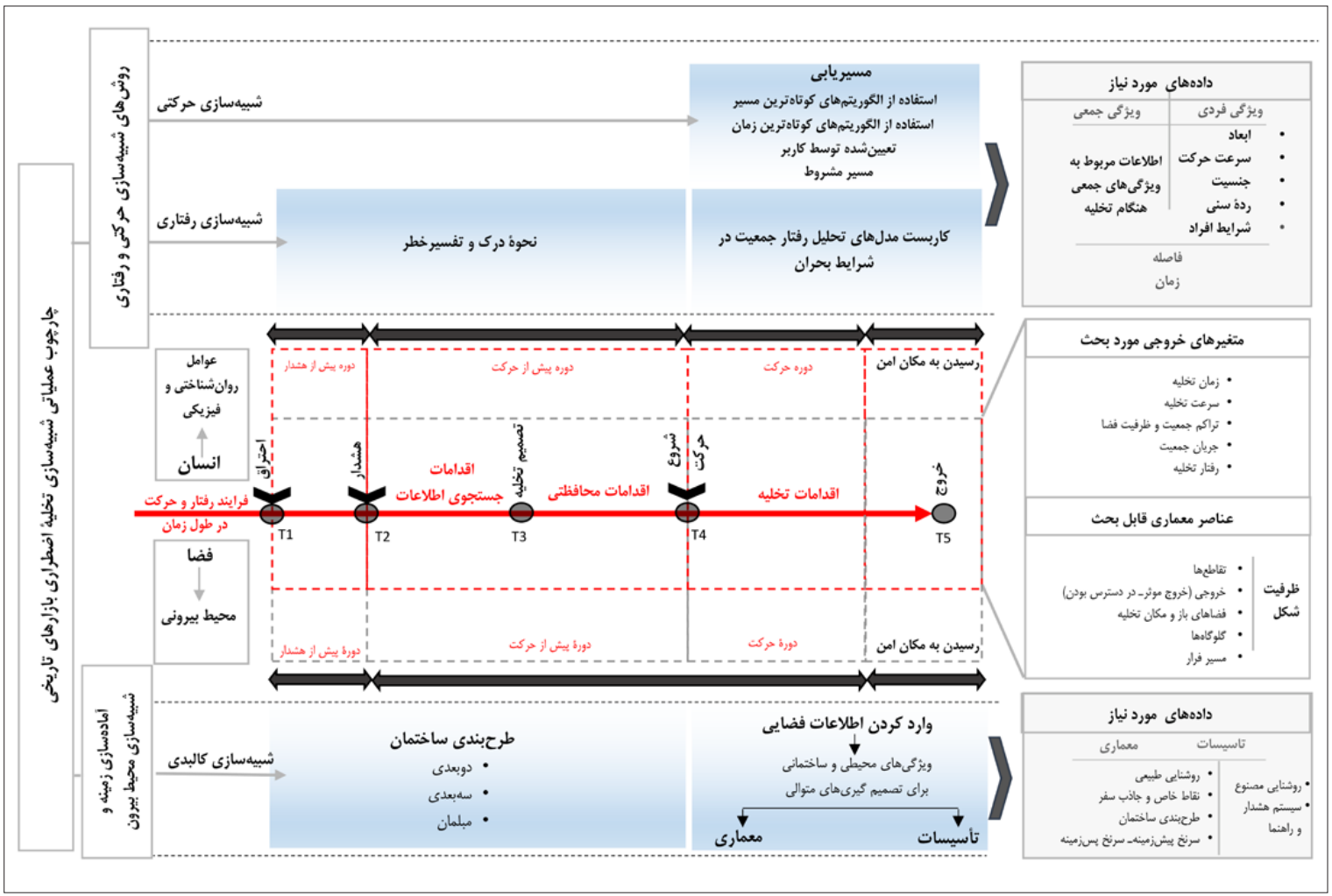


۵. تبیین چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی بازارهای سنتی

در چارچوب مورد نظر (تصویر ۱۲) فرایند تخلیه را در بازهٔ زمانی مشخصی در نظر است که از زمان شروع آتش تا انتقال و تخلیهٔ افراد به مکانی امن خاتمه می‌یابد. این فرایند شامل ۵ نقطهٔ زمانی مشخص، زمان احتراق T_1، زمان هشدار T_2، زمانی تصمیم برای تخلیه T_3، زمان شروع حرکت T_4، و زمان خروج T_5 است. از آنجا که در فرایند تخلیه تعامل انسان و فضا نقش بسزایی در خروج ایمن جمعیت دارد، به طور کلی در طول این فرایند دو معیار اصلی انسان و فضا لحاظ شده است که

دو دستهٔ اطلاعاتی لازم برای شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری را فراهم می‌کند. در دستهٔ اطلاعاتی و داده‌های مورد نیاز انسانْ ویژگی‌های کالبدی و روان‌شناختی فردی و جمعی مقولاتی مهم در دخیل کردن معیار انسانی در شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری هستند. به طور مثال، بررسی تاریخی رفتار افراد در بازارهای سنتی در هنگام آتش‌سوزی و گردآوری آمار مربوط به نرخ ورود زن و مرد و کودک به بازار می‌تواند برای شبیه‌سازی داده‌هایی مفید باشند. با توجه به مطالعات انجام‌شده، بین بازهٔ زمانی T_1 تا T_2، که فاصلهٔ شروع آتش‌سوزی تا هشدار است، درک و تفسیر خطر مقوله‌ای حایز اهمیت است. با توجه به اینکه افراد حاضر در بازار کارکنان و کسبه، مشتریان و بازدیدکنندگان هستند، میزان درک و تفسیر خطر[۶۸] میان این سه گروه می‌تواند متفاوت باشد؛ زیرا تجربهٔ قبلی افراد در درک و تفسیر آتش‌سوزی عنصری تأثیرگذار است و بازاریانی که آتش‌سوزی را در بازار تجربه

تصویر ۱۲. چارچوب عملیاتی شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری جمعیت بازار تاریخی تبریز، طرح و پیشنهاد: سولماز ارژنگی.



کرده‌اند و آشنایی بیشتری با فضای بازار دارند، درک بیشتر و نزدیک‌تری به واقعیت از خطر دارند. درک و تفسیر خطر همچنان از هنگام تصمیم به تخلیه تا تخلیهٔ کامل تداوم می‌یابد و منشأ شکل‌گیری و بروز رفتارهایی است که افراد در هنگام بروز بحران از خود نشان می‌دهند که در چارچوب مدل‌های تحلیل رفتار جمعیت قابل شبیه‌سازی است. ضمناً، از آنجا که طرح‌بندی بازارهای تاریخی پیچیده و این بازارها اغلب وسیع هستند، بر اهمیت مسیریابی، که در تخلیهٔ اضطراری مقوله‌ای مهم است، افزوده می‌شود. تخلیه و مسیریابی از زمان شروع حرکت T_4 تا خروج T_5 را پوشش می‌دهد، ازاین‌رو اقدامات محافظتی، جست‌وجوی اطلاعات، و ویژگی‌های افراد می‌تواند به صورت عامل‌محور در شبیه‌سازی در نظر گرفته شود. در شبیه‌سازی عامل‌محور امکان وارد کردن خصایص و ویژگی‌های متعددِ عوامل وجود دارد.

فضا به معنای محیط بیرونی و وارد کردن داده‌های فضایی می‌تواند در فراهم کردن زمینه[۶۹] در شبیه‌سازی استفاده شود. با توجه به مقولات کالبدی مطرح در تخلیهٔ اضطراری و بحران ازدحام جمعیت، همچنین پیمایش بازار استانبول و مطالعهٔ پروژهٔ تخلیهٔ اضطراری این بازار که بیشتر متمرکز بر ابعاد کالبدی است، مقولات کالبدی و تأسیسات را برجسته می‌کند که، بسته به خواسته‌ها و اهداف پژوهش، بارگذاری داده‌ها و اطلاعات می‌تواند سطوح مختلفی از تجرید را داشته باشد. به طور کلی، می‌تواند شامل طرح‌بندی ساختمان، سرنخ‌های پیش‌زمینه و پس‌زمینه باشد. مراکز جاذب سفر، پلان طبقات (طرح‌بندی، تقاطع، ورودی، گشایش‌ها، طراحی داخلی و مبلمان، خروجی)، مسیریابی (نشانه‌ها و سطح تمایز معماری)، ارتباط مجموعه با شهر، ایمنی (شبکهٔ گاز، آب، برق، حریق)، فضای باز، و اتصالات فضایی از جمله مواردی هستند که در شبیه‌سازی فضای بیرونی اهمیت دارند. به‌علاوه، هرگونه اطلاعات فضایی، ازجمله تابلوهای خروجی، که بر تخلیهٔ اضطراری اثرگذار است، نیز می‌تواند در نظر گرفته شود.

۶. نتیجه‌گیری

بازارهای تاریخی به سبب رفتارهای اجتماعی جاری در آن و کالبد منحصر به فردشان با مسائل پیچیده‌ای در هنگام تخلیهٔ اضطراری مواجه می‌گردند که نصب کپسول‌های اطفای حریق به‌تنهایی نمی‌تواند منجر به پاسخ‌گویی اثرمند و کاهش تلفات و مجروحان در هنگام آتش‌سوزی و تخلیه ایمن شود. تعامل ویژگی‌های انسانی با محیط است که نحوهٔ تخلیه پس از آتش‌سوزی را رقم می‌زند و در نظر نگرفتن ویژگی‌های کالبدی و رفتاری و تعامل این دو با یکدیگر در هنگام فرار پس از رخداد آتش‌سوزی در برنامه‌های تخلیه سبب می‌شود تا الگوهای موجود به اندازهٔ کافی کارآمد نباشند. ازاین‌رو، عرضهٔ چارچوبی عملیاتی برای شبیه‌سازی و ارزیابی فضا و جریان جمعیت در بازارهای تاریخی به منظور پاسخ به پرسش‌های پژوهش هدف این پژوهش بوده است، قلمرو مفاهیم و مباحث نظری برگرفته از حوزه‌های تخلیهٔ اضطراری و ایمن، مدیریت و برنامه‌ریزی بحران ازدحام جمعیت، و شبیه‌سازی است. چارچوب عرضه‌شده در این پژوهش از دانش مدیریت جمعیت در مواقع بحران است که در این پژوهش، به‌طور خاص، از نظریه‌های رفتاری جمعیت در شرایط بحران برای شبیه‌سازی بهره گرفته شده است. چارچوب عرضه‌شده برای شبیه‌سازی عامل‌محور و قابل استفاده است و این امکان را فراهم می‌کند که نمودار حالات انسانی در شرایط اضطرار بر مبنای آن ترسیم شود. این به دو بخش حالت پیش از هشدار و حالت پس از هشدار تقسیم بندی می‌شود. در حالت پیش از هشدار و تا دریافت پیام حریق، افراد عمدتاً به فعالیت طبیعی خود می‌پردازند که در بازار می‌تواند خریدوفروش، تجارت، یا تفریحی توریستی باشد؛ اما این حالات از لحظهٔ دریافت هشدار به خود، با شرایط اضطرار منطبق می‌شوند. از طرفی این چارچوب این امکان را فراهم می‌آورد تا کاربر به فراخور مسئله و سناریوی تعریف‌شده، در حالت حرکت از الگوریتم‌های مختلف مسیریابی در بخش مدل‌سازی حرکتی

۶۸. از آنجا که درک و تفسیر خطر مبحث پیچیده‌ای است و در بازاهای سنتی مطالعه نشده است، در این مدلْ زمانی که افراد نیاز دارند تا خطر اولیه را دریافت و شروع به تخلیه کنند در نظر گرفته می شود (این زمان می‌تواند بر اساس مطالعات جهانی در مورد میانگین زمان لازم برای تخلیه باشد). پس از آن استفاده از مدل‌های تخلیهٔ رفتاری موجود پیشنهاد شده است که بر اساس نظریه‌های رفتاری در تخلیه است.

69. Ground

استفاده کند. به‌علاوه با این چارچوب داده‌های فضایی مورد نیاز از پیش برای کاربر تعیین می‌شود و مشخص می‌گردد که از لحظهٔ دریافت هشدار تا رسیدن به مکان امن چه داده‌های فضایی‌ای اهمیت بیشتری دارند. تحت این چارچوب مهم‌ترین متغییرهای لازم برای سنجش و بررسی تخلیهٔ اضطراری بازار تاریخی فراهم می‌شود و در نتایج متغیرهای قابل بررسی مشخص می‌گردد. درنتیجه، عرضهٔ الگو با بهره جستن از روش پیش‌بینی‌های نرم‌افزاری و با ورود به قلمرو دانش معماری، بحران، و علوم رفتاری کمک می‌کند تا عملکرد فضا را در تخلیه معین و تنگناهای تخلیه شناسایی شود. این مدل که محور اصلی آن را زمان تشکیل می‌دهد و مؤلفه‌های انسانی و فضایی در آن در طول زمان تخلیه مد نظر است، می‌تواند چارچوبی مناسب برای شبیه‌سازی تخلیهٔ اضطراری بازارهای سنتی باشد. این چارچوب، بسته به اهداف شبیه‌سازی، قابلیت رشد و تغییر دارد.

منابع و مآخذ

دانشنامهٔ جهان اسلام، ۲۰۱۱، قابل دسترسی در:
http://www.encyclopaediaislamica.com/madkhal2.php?sid=3222.

ذوالفقارزاده، حسن و صنم جابری. *تحلیلی بر بازار تبریز*، قزوین: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، ۱۳۹۴.

Kinateder, M.T. & E.D. Kuligowski & P.A. Reneke & R.D. Peacock. "A Review of Risk Perception in Building Fire Evacuation", in *NIST Technical Note*, 1840 (2014, September), p. 9.

Kobes , M. & I. Helsloot & B. de Vries & J. G. Post. "Building Safety and Human Behaviour in Fire: A Literature Review", in *Fire Saf J*, (2009), pp. 53-66.

Kobes , M. & I. Helsloot & B. de Vries & J. G. Post. "Building Safety and Human Behaviour in Fire: A Literature Review", in *Fire Saf J*, 45(1) (2010), pp. 1-11.

Kuligowski, E. & S. Gwynne. "The Need for Behavioral Theory in Evacuation Modeling", in *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, 2010, pp. 721-732.

Kuligowski, E. "Computer Evacuation Models for Buildings", in *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, NewYork: Springer, 2016, pp. 2152-2180.

Kuligowski, E. "Predicting Human Behavior During Fires", in *Fire Technology*, 49(1) (2013), pp. 101-120.

Müller-Wiener, W. *Bildlexikon zur Topographie Istanbuls:* شرکت کندوکاو توسعهٔ پایدار، مهرماه ۱۳۹۴.

عسگری، علی و سولماز ارژنگی. *مدیریت بحران ازدحام جمعیت: مفاهیم، نظریه‌ها و روش‌ها*، همدان: نورعلم، ۱۳۹۶.

فلاحی، علیرضا. *تأملاتی بر رویکردها و مدل‌های بازسازی پس از سانحه*، تهران: سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، ۱۳۹۶.

Borshchev , Andrei. *The Big Book of Simulation Modeling*, Visit Amazon's Andrei Borshchev Page, 2013.

Bryan, J. "A Selected Historical Review of Human Behavior in Fire", in *Fire Protection Engineering*, 16 (2002), pp. 4-10.

Dias, C. & M. Sarvi & N. Shiwakoti & M. Burd. "Turning Angle Effect on Emergency Egress", in *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Issue 2312 (2012), pp. 120-127.

Fahy, R. & G. Proulxm. "Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Cvacuation Modelling", in *HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE,* 2001, pp. 175–183.

H La, M. & W. J Ha & M. Z La & S. J Ha & L. S Mb & W. Q Sa. "Pre-evacuation Human Reactions in Fires: An Attribution Analysis Considering Psychological Process", in *Procedia Engineering*, 52 (2013), pp. 290-296.

Helbing, D. & L. Farkas & T. Vicsek. "Simulating Dynamic Features of Escape Panic", in *Nature*, 407(6803) (2000), pp. 487-490.

Byzantion-Konstantinupolis-Istanbul bis zum Beginn des 17, Jahrhunderts, Germany: Ernst Wasmuth Verlag, 1977.

Ozel, F. *The Computer Model "BGRAF": A Cognitive Approach to Emergency Egress Simulation*, A dissertation for the degree of Doctor of Architecture in The University of Michigan, 1987, pp. 78-83.

Pauls, J. "A Personal Perspective on Research, Consulting and Codes/ Standards Development in Fire-related Human Behaviour, 1969–1999, with an Emphasis on Space and Time Factors", in *FAM, Fire and Materials*, 23(6,Human Behaviour in Fire) (1999, November/December), pp. 265-272.

Reicher, S. "'The Crowd' Century: Reconciling Practical Success with Theoretical Failure", in *British Journal of Social Psychology*, 1996, pp. 535-553.

Sim, J. *Human Behaviour in Fires, Summary Report. Portsmonth Polytechnic*, UK, 1992.

Sime, J. "Perceived Time Available: The Margin of Safety in Fires", in *Fire Safety Science – Proceedings of The First International Symposium*, New York: Hemisphere Publishing Corp, 1986, pp. 561-569.

Still, G. *Crowd Dynamics*, PhD Thesis, University of Warwick, UK, 2000.

Sun, C. & B. Vries. "AN ARCHITECTURE-BASED MODEL FOR UNDERGROUND SPACE EVACUATION SIMULATION", in W. Borutzky, A. Orsoni, and R. Zobel (eds), Proceedings of the 20th European Conference on Modelling and Simulation ECMS, Bonn, 2006, pp. 578-583.

Tan , L. & M. Hu & H. Lin. "Agent-based Simulation of Building Evacuation: Combininghuman Behavior with Predictable Spatial Accessibility in a Fire Emergency", in *Information Sciences*, 295 (2015, February 20), pp. 53-66.

Turner, J. "Towards a Cognitive Redefinition of the Social Group", in *Social Identity and Intergroup Relations*, 0(1988), pp. 1-18.

Wood, P.G. "A Survey of Behavior in Fires", in *Fires and Human Behaviour*, Chichester, U.K.: John Wiley and Son, 1980, pp. 83-96.

YÜCEL , G. & A. Görün. "Istanbul Grand Bazaar Evacuation System Vulnerability Assessment", in *Advanced Materials Research*, Vol. 133-134 (October 2010), pp. 611-616, at doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.133-134.611

YÜCEL, G. *Istanbul Grand Bazaar Evacuation* (S. Arzhangi, Interviewer).

Zhao, C. & M. Liu. "A Post-fire Survey on the Pre-evacuation Human Behavior", in *Fire Technology*, 45(1) (2009), pp. 71-95.

http://www.hamshahrionline.ir/details/94563/Society/socialnews. (۱۳۸۸, ۱۵ آبان).

http://www.magiran.com/npview.asp?ID=1979593. (۱۳۸۸, ۱۶ آبان).