نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۰، شماره ۵، سال ۱۳۹۷، صفحات ۱۰۰۳ تا ۱۰۱۴
DOI: 10.22060/ceej.2017.13055.5318

بهینه‌سازی زمان و هزینه در استقرار سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران

سیدفتح اله ساجدی[1*]، سیدحمید هاشمی[2]، سیدمحسن کالوندی[2]

[1] گروه عمران، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
[2] گروه عمران، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران

چکیده: در ایران سابقه وقوع حوادث و بحران‌های طبیعی و غیرطبیعی زیادی وجود دارد. از جمله بحران‌های طبیعی می‌توان به زلزله، سیل، طوفان، ریزگرد، رانش زمین و آتش‌سوزی اشاره کرد. معمولاً در هر بحران، منازل و سکونت‌گاه‌های عده زیادی از افراد دچار خسارت می‌شوند و عده‌ای نیز دچار صدمات مالی و جانی می‌گردند. موضوع اسکان موقت آسیب‌دیدگان هر بحران، از جمله دغدغه‌ها و وظایف اصلی مسئولان هرکشور می‌باشد. عملیات اسکان موقت بایستی با رعایت موازینی صورت گیرد که از جمله آن‌ها می‌توان به بهینه‌سازی زمان و هزینه ساخت و بهره‌برداری محل اشاره کرد. امروزه پیشرفت‌های زیادی در دنیا جهت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت حاصل شده که این پیشرفت‌ها سبب گردیده تا سرعت ساخت و کیفیت آن‌ها تا حد زیادی بهبود یابد. هم‌چنین با بررسی شرایط کشور امکان بهینه‌سازی زمان و هزینه احداث سکونت‌گاه‌ها و توسعه آن‌ها با "الگوریتم بهینه‌سازی اندازه ذرات" و نرم‌افزار MATLAB در ایران مورد بررسی واقع شد. هدف از این تحقیق، آرایش بهینه بلوک‌های جمعیتی در سکونت‌گاه‌ها است به نحوی که، اولا بیش از ظرفیت هر سکونت‌گاه در آن اسکان داده نشوند و ثانیاً کم‌ترین فاصله و هزینه جهت جابجایی جمعیت صرف گردد. نتایج تحقیق نشان داد که هر بلوک جمعیتی به کدام سکونت‌گاه بایستی حرکت کند تا در نهایت هزینه و زمان عملیات بهینه گردند. با توجه به ظرفیت محدود سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، اضافه جمعیت برخی از بلوک‌های جمعیتی بایستی به چندین سکونت‌گاه حرکت کنند. از مزایای سازه‌های سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، نصب سریع، هزینه کم و انبارداری راحت آن‌ها در مقایسه با سایر سازه‌ها می‌باشد.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۳ تیر ۱۳۹۶
بازنگری: ۲۴ شهریور ۱۳۹۶
پذیرش: ۸ مهر ۱۳۹۶
ارائه آنلاین: ۱۲ مهر ۱۳۹۶

کلمات کلیدی:
سکونت‌گاه‌های اسکان موقت
بحران
زمان
هزینه
الگوریتم بهینه‌سازی اندازه ذرات

۱- مقدمه

امروزه بحث مقابله با بحران طیف گسترده‌ای از مفاهیم و اقدامات برنامه‌ریزی، طراحی و اجراء را در سه مرحله قبل از بحران (به صورت آمادگی و هشدار)، حین بحران (به صورت شیوه‌های مواجهه) و بعد از بحران به صورت شیوه‌های بازسازی، ترمیم و بازتوانی شامل می‌شود [۱]. در هنگام احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت نیز رعایت اصول برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی هزینه و زمان به عنوان اقداماتی موثر، عملکرد این سکونت‌گاه‌ها را بالا برده و سبب می‌شوند تا علاوه بر کاهش تهدیدها و خسارت‌ها، بازگشت به وضع اولیه و بهسازی اوضاع بحرانی فعلی نیز سریع‌تر صورت گیرد. این اصول باید در تمام سطوح برنامه‌ریزی و طراحی از موضوعات کلان جانمایی و معماری تا کوچک‌ترین جزئیات فنی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت مد نظر قرار گیرند. به صورت کلی، اصول و نکات مهم در احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت را بایستی در مراحل زیر رعایت کرد [۲]:

• مرحله برنامه‌ریزی: شامل مواردی از قبیل مکان‌یابی و آرایش سکونت‌گاه‌ها، زلزله‌خیزی محل، موانع و عوارض طبیعی موجود در محل، پراکندگی اماکن موجود در سکونت‌گاه‌ها، دوری یا نزدیکی به گسل‌ها و مسیل‌ها، اقدامات حفاظتی، امنیتی و اقدامات بهداشتی.

• مرحله طراحی: شامل مواردی مثل معماری داخلی سکونت‌گاه‌ها و سازه‌های موجود در آن‌ها، طراحی فضاهای چند-عملکردی، ورودی و خروجی‌های سکونت‌گاه‌ها، راه‌های دسترسی، اماکن عمومی، کاربری فضاها، مرمت‌پذیر بودن سکونت‌گاه‌ها، نمای سکونت‌گاه‌ها و طراحی زیر ساخت‌ها.

• مرحله ساخت: شامل مواردی از قبیل ساخت سازه‌های مسکونی و غیرمسکونی، احداث زیرساخت‌ها (راه، برق، آب،گاز و...) و احداث فضاهای عمومی (درمانگاه، مدرسه، حمام و...).

• مرحله بهره‌برداری: شامل مواردی مثل تامین امنیت، خدمات‌رسانی مطلوب و بی‌وقفه، نگهداری و بهره‌برداری مناسب و مطمئن زیرساخت‌ها و برقراری ارتباطات مناسب.

در هریک از مراحل فوق لازم است تا با رعایت موارد مهم کیفیت خدمت‌رسانی سکونت‌گاه‌ها را بالا برده وآسیب‌پذیری آن‌ها را در برابر حوادث احتمالی در آینده کاهش داد [۳].

از نگاه مدیریت و برنامه‌ریزی، اسکان موقت افراد در شرایط بحران، معمولاً با یکی از سناریوهای زیر محقق می‌شود [۴].

سناریوی اول: در این سناریو مردم پس از بروز بحران در خانه‌های خود باقی می‌مانند. افرادی هم که در اثر تخریب منازل خود مجبور به جابجایی باشند، تمایل دارند در نزدیکی محل سکونت اولیه خود اسکان داده شوند.

*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: sajedi@iauahvaz.ac.ir

این سناریو معمولاً در بحران‌هایی که صدمات و خسارات ناشی از بحران کم یا در حد قابل تحمل بوده و خطرات امنیتی و جانی نظیر جنگ یا زلزله مجدد منطقه را تهدید نکند، رخ می‌دهد. بحران‌های ناشی از زلزله‌های خفیف نمونه‌ای از این موارد می‌باشند.

سناریوی دوم: در این سناریو مردم پس از بروز بحران، محل سکونت خود را ترک کرده و در محلی دیگر اما در شهر خود اسکان می‌یابند. به این افراد آواره می‌گویند. هنگام وقوع برخی بحران‌ها گاهی تمام افراد مجبور به ترک خانه و محل سکونت خود می‌شوند. در این سناریو، اغلب افراد، خانه و بیش‌تر دارایی خود را از دست می‌دهند و جابجایی به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت معمولاً با استفاده از خدمات ترابری و وسایل نقلیه صورت می‌گیرد. هم‌چنین در این سناریو مردم معمولاً فقط می‌توانند وسایل سبک قابل حمل و لباسی را که به تن دارند، همراه ببرند.

سناریوی سوم: از منظر مدیریت ساخت، در این سناریو احتمال مجدد بحران یا حوادث سنگین وجود داشته و یا اینکه شدت تخریب–ها به حدی است‌که از بقایا و زیرساخت‌های قبلی نمی‌توان استفاده کرد. در این سناریو مردم به خارج از منطقه سکونت فعلی خود منتقل می‌شوند. این افراد پناهنده نامیده می‌شوند. دراین حالت دولت و دیگر نهادها سکونت‌گاه‌های اسکان موقت را در محل جدید احداث می‌نمایند که فاصله آن‌ها تا محل سکونت اولیه معمولاً قابل ملاحظه می‌باشد.

اهداف موردنظر از انجام این تحقیق، بهینه‌سازی زمان و هزینه در استقرار سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران است. اهداف تحقیق ابتدا به صورت کلی تبیین شده و سپس به صورت موردی در نواحی ۹ گانه منطقه ۲ شهرداری تهران دنبال شده است. به طور دقیق‌تر می‌توان گفت که هدف، آرایش بهینه بلوک‌های جمعیتی در سکونت‌گاه‌های در نظر گرفته شده در منطقه مورد مطالعه است، به نحوی که اولاً بیش از ظرفیت هر سکونت‌گاه در آن اسکان داده نشود، و ثانیاً کم‌ترین فاصله و هزینه جهت جابجایی جمعیت صرف گردد.

۲- نوع سکونت‌گاه‌های اسکان موقت

سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در دو نوع زیر موجود می‌باشند:

۲- ۱- سکونت‌گاه‌های پراکنده

در این روش به افراد اجازه داده می‌شود در محلی که مورد نظر خودشان است اقدام به اسکان نمایند و با توجه به شرایط اقلیمی و سایر ملاحظات، سرپناهی جهت اسکان موقت در اختیار افراد بی‌سرپناه قرار می‌گیرد تا اقدام به برپایی یا نصب آن در محل مورد نظر نمایند [۴].

۲- ۲- سکونت‌گاه‌های مجتمع یا اردوگاهی

یکی از روش‌های شناخته شده و متداول اسکان پس از بحران، سکونت‌گاه‌های مجتمع یا اردوگاهی می‌باشند. در این سکونت‌گاه‌ها ابتدا محوطه‌ای باز تا حد امکان نزدیک محل بحران در نظر گرفته می‌شود، سپس اقدامات تسطیح و آماده‌سازی بر روی آن انجام می‌گردد. با تخمین جمعیت نیازمند اسکان و با عنایت به مدت زمان اسکان، شرایط اقلیمی و محیطی، منابع موجود و بودجه، اردوگاهی متشکل از چادر، سازه‌های پیش‌ساخته مثل کانکس یا سازه‌های موقتی ساخته‌شده با مصالح در دسترس، مطابق حداقل استانداردهای مربوطه تاسیس می‌گردد [۵].

الف: محل اسکان موقت پراکنده

A: Scattered temporary placement

ب: محل اسکان موقت مجتمع

B: Temporary accommodation complex

شکل ۱: سکونت‌گاه‌های اسکان موقت [۵]

Fig. 1. Temporary Resettlements [5]

۲- ۳- انواع سازه‌های اسکان موقت

سازه‌هایی که غالباً جهت ایجاد سرپناه برای سکونت‌گاهای اسکان موقت کاربرد دارند، عبارتند از [۶]:

- برپایی چادر
- احداث سازه‌های پیش‌ساخته با مصالح صنعتی
- احداث سازه‌هایی با حداقل استانداردها با استفاده ازمصالح بومی
- توزیع مصالح بین مردم و ساخت سرپناه توسط آن‌ها
- احداث خانه‌های مقاوم با استانداردهای مناسب

۳- تاریخچه تحقیق

عمده تحقیقات انجام شده در این زمینه یا به صورت مطالعات موردی

بوده است و یا اینکه سعی گردیده تا به صورت کلی به بررسی نکات مهمی که در اسکان موقت حائز اهمیت است، پرداخته شود. بیش از پنج دهه از عمر مطالعات احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران در جهان می‌گذرد، و این مطالعات عمدتاً بر پایه بررسی موضوعات فنی استوار بوده و این مقوله مورد بحث سازمان‌ها و نهادهای مرتبط و مسئولان و کارشناسان این حوزه بوده است.

از جمله اولین پژوهش‌های جامع در این زمینه، مطالعه‌ای با عنوان" تامین سرپناه اضطراری، دورنماها و موارد" در سال۱۹۷۷ می‌باشد، که توسط تعدادی از کارشناسان حوادث در آمریکا انتشار یافت. در این پژوهش نقش عوامل مهم موثر در اسکان موقت مورد بررسی قرار گرفت. هاس[1] در سال ۱۹۷۷ کتابی را با عنوان بازسازی پس از فاجعه منتشر کرد و در آن موارد مهمی که پس از هر فاجعه در اسکان موقت بایستی مد نظر قرار گیرند، را برشمرد [۱]. در سال ۱۹۹۸ کتابی با عنوان "سوانح با طراحی "به موضوع اسکان موقت پس از بحران پرداخته و نقش آن در روند توسعه پایدار جوامع را بیان نمود [۶].

در سال ۱۹۷۹ تحقیقی با عنوان" اسکان موقت پس از سانحه" توسط اداره هماهنگی امداد سوانح سازمان ملل متحد در ژنو انتشار یافت و چهارسال بعد اداره هماهنگی امداد و سوانح سازمان ملل متحد، کتاب ارزشمند دیگری را با همین عنوان منتشر کرد [۷]. دیویس[2] در سال ۱۹۸۵ در تحقیقات خود اظهار داشت که آگاهی و دانش ما در باره اسکان پس از بلایا بسیار ناچیز است و نبود تحقیقات اصولی پیرامون سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، یک خلاء جدی در دانش مربوط به حوادث محسوب می‌شود [۸].

کورسلیس و ویتال[3] از مرکز سکونت‌گاه موقت بی‌خانمان‌ها در دانشگاه کمبریج در سال ۲۰۰۵ میلادی در تحقیقی نقش عوامل اجتماعی و فرهنگی را در احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت تشریح نمودند [۹].

گوهری و خمر در سال ۱۳۹۲ به موضوع برنامه‌ریزی و طراحی و نقش آن‌ها در مکان‌یابی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در مناطق شهری پرداختند. آن‌ها در این تحقیق با استفاده از منطق فازی به مطالعه موردی منطقه یک در شهر کرمان پرداخته و مکان‌های مناسب جهت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت شهری را تعیین نمودند [۱۰]. احدی‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۰ به بررسی وضعیت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت با دیدگاه پدافند غیرعامل با توجه به ساختارهای جغرافیایی، اقتصادی و اجتماعی شهریار پرداختند و رعایت این موارد را در طرح جامع شهر مورد بررسی قرار دادند [۱۱]. اصغریان و همکاران در سال ۱۳۸۳ در تحقیقی ملاحظات معماری و شهرسازی در سکونت‌گاه‌های اسکان موقت را مورد بررسی قرار داده و سوابق اجرای آن در کشورهای مختلف دنیا از جمله ایران را مطالعه نمودند. در این تحقیق آن‌ها نکات مهمی را در طراحی معماری و شهرسازی سکونت‌گاه‌ها ارائه نمودند [۱۲].

1 Haas
2 Davis
3 Corsellis and Vitale

تانگ و همکاران[4] در سال ۲۰۰۹ در تحقیقی سیستم شبیه‌ساز هوشمند زلزله در شهر دیانگ چین و نکات مهم در طراحی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در این شهر را مورد مطالعه قرار دادند [۱۳]. اسمیتلین و همکاران[5] در سال ۲۰۱۱ در پژوهشی مدل‌سازی خسارات زلزله، آسیب‌پذیری اجتماعی و نحوه اسکان موقت پس از زلزله را در منطقه کارولینای جنوبی آمریکا مورد بررسی قرار دادند [۱۴]. لی و همکاران[6] در سال ۲۰۱۲ موقعیت سکونت‌گاه‌های اسکان موقت و برنامه‌ریزی آن‌ها را در شرایط بحران توفان مورد مطالعه قرارداده و نکات مهمی را جهت طراحی آن‌ها در شرایط مذکور بیان نمودند [۱۵].

سوادکوهی‌فر و همکاران در سال ۱۳۸۹ بحث اسکان موقت پس از زلزله در شهر تهران را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نکات مهمی که از منظر زمان، هزینه و کیفیت در سکونت‌گاه‌ها بایستی مد نظر قرار گیرند را بیان کردند [۱۶]. لیو و همکاران در تحقیقی در سال ۲۰۱۱ زلزله مخرب ۷ ریشتری سال ۲۰۱۰ چین را مورد بررسی قرار داده و ضمن بیان عوامل موثر بر تشدید خسارات، نحوه ایجاد سکونت‌گاه‌های اسکان موقت و بازسازی شهر را بررسی نمودند. آن‌ها در این تحقیق نقش نهادهای دولتی و کمبود امکانات زیر ساختی برای امدادرسانی را دلیل افزایش شدت تلفات بیان داشتند [۱۷].

تودس و همکاران[7] در سال ۲۰۱۰ بحث بحران‌های زلزله در شهر آدانا در کشور ترکیه را مورد بررسی قرار داده و به نقش عوامل مختلف جهت مکان‌یابی و احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پرداختند [۱۸]. بویانگ شی[8] در تحقیقی در سال ۲۰۱۴ موضوع اسکان موقت پس از بحران زلزله را در کشور چین مورد مطالعه قرار داد. او در این تحقیق، ابتدا وضعیت مناطق مختلف کشور چین را به لحاظ وقوع زلزله مطالعه نمود و در ادامه نکات مهمی را که در هر منطقه جهت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت بایستی مد نظر قرار گیرد، را ارائه نمود. هم‌چنین در این تحقیق روش‌های جدید جهت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت و نحوه به‌کارگیری مصالح محلی تشریح شده است [۱۹].

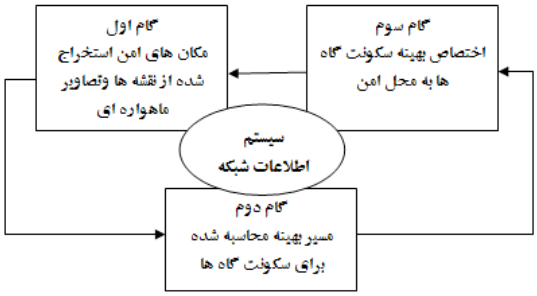
تاکاکی‌ایشی و همکاران[9] در سال ۲۰۱۵ موضع وضعیت بهداشتی و سلامتی افراد را در سکونت‌گاه‌های اسکان موقت مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در این تحقیق به بررسی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران زلزله ژاپن پرداختند و نقاط ضعف و قوت این سکونت‌گاه‌ها را مطالعه نمودند. هم‌چنین راهکارهایی را نیز جهت بهبود وضع سلامتی و بهداشت در سکونت‌گاه‌های اسکان موقت ارائه کردند [۲۰]. گیومین و همکاران[10] در سال ۲۰۱۴ موضوع استفاده از کانتینرهای قابل استفاده در کشتی‌ها را

4 Tang et al.
5 Schmidtlein et al
6 Liu et al.
7 Tudes et al.
8 Boyang shi
9 Takeaki Ishii et al.
10 Guomin et al.

در سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران بررسی نمودند. آن‌ها در تحقیق خود، بحران‌هایی از قبیل زلزله و توفان را مورد مطالعه قرار دادند و به بیان نقاط ضعف و قوت این کانتینرها به عنوان سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پرداختند، و راهکارهایی جهت بهینه‌سازی زمان و کیفیت در این سکونت‌گاه‌ها ارائه کردند [۲۱]. هوآنگ و لوهانگ[1] در سال ۲۰۱۵ به مطالعه موارد مهم در معماری و طراحی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پرداختند. آن‌ها در این تحقیق به مطالعه سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران زلزله ونچوان[2] در چین اقدام نمودند و نکات مهمی که در طراحی و معماری سکونت‌گاه‌های اسکان موقت با گنجایش تعداد نفرات زیاد بایستی مد نظر قرار گیرد، را ارائه کردند [۲۲].

۴- فرآیند اسکان موقت

بیش از ۸۰ درصد داده‌ها و اطلاعاتی که در مدیریت بحران استفاده می‌شوند، مکانی یا منصوب به مکان هستند[۲۳]. بر اساس شکل ۲، فرآیند سکونت‌گاه موقت در سه گام متوالی برای این تحقیق طراحی شده است.



شکل ۲: فرآیند اسکان موقت در سکونت‌گاه‌ها

Fig. 2. The process of temporary accommodation in settlements

در گام اول، مکان‌های امن مناسب جهت سکونت‌گاه آسیب‌دیدگان با استفاده از داده‌های حاصل از سیستم‌های اطلاعات مکانی و فن‌آوری سنجش از دور از تصاویر و نقشه‌های موجود استخراج شدند. از آنجایی که بحث تعیین سکونت‌گاه موضوع اصلی این تحقیق نیست، لذا برای سادگی مسأله تنها از پارک‌ها که به راحتی از نقشه‌های موجود استخراج می‌شوند، به عنوان مکان امن استفاده گردید. در گام دوم، مسیر بهینه بین هر ساختمان و مکان امن با استفاده از الگوریتم اندازه ذرات به‌دست آمد. تعیین مسیرهای ممکن بین ساختمان‌ها و مکان‌های امن دارای سه حالت مختلف به شرح زیر هستند:

۱. مسیر مستقیم فضایی (اقلیدسی)
۲. مسیر بهینه روش شبکه معابر با توجه به طول مسیر
۳. مسیر بهینه روی شبکه معابر با در نظر گرفتن معیارهای طول، امنیت و ترافیک (در این تحقیق از حالت اول استفاده گردید).

در گام سوم، در نهایت تعیین گردید که هر سکونت‌گاه به کدام مکان امن اختصاص داده شود. برای دست‌یابی بهینه به این هدف، لازم است که از "روش‌های بهینه‌سازی" و به طور خاص از "روش بهینه‌سازی چند معیاره" استفاده شود. هدف اصلی این تحقیق، بررسی این گام از فرآیند سکونت‌گاه‌های اسکان موقت است.

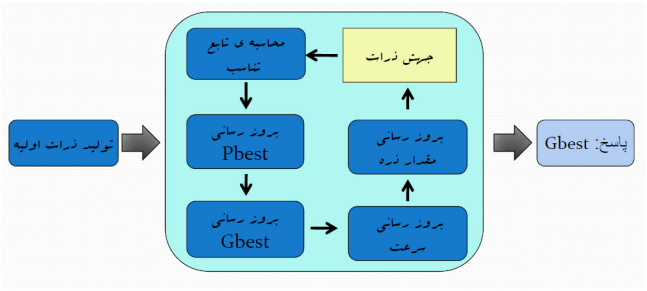
۵- معرفی اجمالی الگوریتم‌های بهینه‌سازی

این روش در سال ۱۹۹۵ برای اولین بار توسط ابرهات و کندی[3] به عنوان یک روش جستجوی غیرقطعی برای بهینه‌سازی یک تابع مطرح گشت. این الگوریتم از حرکت دسته‌جمعی پرندگانی که به دنبال غذا میباشند، الهام گرفته شده است. الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات[4]، یک الگوریتم جستجوی اجتماعی است که از روی رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان مدل شده است. در ابتدا این الگوریتم به منظور کشف الگوهای حاکم بر پرواز همزمان پرندگان و تغییر ناگهانی مسیر آن‌ها و تغییرشکل بهینه دسته، به کار گرفته شد. در این الگوریتم، ذرات در فضای جستجو جاری می‌شوند. تغییرمکان ذرات در فضای جستجو تحت تأثیر تجربه و دانش خودشان و همسایگان آن‌ها است. بنابراین موقعیت دیگر ذرات روی چگونگی جستجوی یک ذره اثر می‌گذارد. نتیجه مدل‌سازی این رفتار اجتماعی، فرآیند جستجویی است که ذرات به سمت نواحی موفق میل می‌کنند. ذرات از یکدیگر می‌آموزند و بر مبنای دانش به دست‌آمده به سمت بهترین همسایگان خود می‌روند. اساس کار PSOA بر این اصل استوار است که در هر لحظه، هر ذره، مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته است و بهترین مکانی که در کل همسایگی‌اش وجود دارد، تنظیم می‌کند. با توجه به موضوع این تحقیق که بهینه‌سازی زمان و هزینه سکونت‌گاهای اسکان موقت با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌باشد، ابتدا معرفی مختصری از انواع الگوریتم‌های بهینه‌سازی ارائه می‌شود. در ادامه به تشریح مبانی الگوریتم PSO که مورد استفاده در این تحقیق شکل ۳ می‌باشد، اقدام خواهد شد. مسائل مختلف بهینه‌سازی به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند[۲۴]:

الف) مسائل بهینه‌سازی بی‌محدودیت: در این مسائل، هدف، بیشینه یا کمینه‌کردن تابع هدف بدون هرگونه محدودیتی بر روی متغیرهای طراحی می‌باشد.

ب) مسائل بهینه‌سازی با محدودیت: بهینه‌سازی دراغلب مسائل کاربردی، با توجه به محدودیت‌هایی صورت می‌گیرد؛ محدودیت‌هایی که در زمینه رفتار و عملکرد یک سیستم می‌باشند، محدودیت‌های جانبی نامیده می‌شوند.

1 Huang and Luhong
2 Vnchvan
3 Eberhart and Kennedy
4 Particle Size Optimization Algorithm (PSOA)



شکل ۳: روش کار در الگوریتم بهینه‌سازی توده ذرات [۲۴]

Fig. 3. Working method in particle mass optimization algorithm [24]

۶- کاربردهای PSOA در بهینه‌سازی زمان و هزینه سکونت‌گاه‌های اسکان موقت

طبق بررسی‌ها، عملیات سکونت‌گاه‌های اسکان موقت پس از بحران و بهینه‌سازی زمان و هزینه آن‌ها با استفاده از الگوریتم PSO، از جمله مواردی است که تاکنون در کشور در باره آن مطالعات خاصی انجام نشده است. با توجه به این‌که در هر منطقه‌ای پس از وقوع حوادث و بحران‌ها مکان‌های متعددی جهت احداث سکونت‌گاه‌های اسکان موقت وجود دارد، و زمان و هزینه مربوطه نیز از جمله مواردی است که پاسخ قطعی و صریح ندارد، لذا استفاده از روش‌های فراابتکاری جهت بهینه‌سازی زمان و هزینه در آن کاربرد خواهد داشت. چنانچه خواسته شود به صورت کلی کاربرد و مراحل مدل‌سازی با این روش بیان شود، بایستی به موارد زیر اشاره نمود:

۱. مکان‌یابی مناسب تابع هدف در عملیات اسکان موقت و کمینه نمودن زمان و هزینه برپایی سکونت‌گاه و انتقال افراد به آن.
۲. تهیه نقشه‌های کامل محل حادثه‌دیده یا بحران‌زده.
۳. تعین دقیق تعداد افراد آواره و بی‌خانمان در مناطق مختلف ناحیه موردنظر با توجه به میزان خسارت.
۴. در نظرگرفتن سکونت‌گاه‌های متعدد و انتقال افراد آواره به آن‌ها. این سکونت‌گاه‌ها دارای محدودیت‌هایی به شرح زیر می‌باشند:

- جزو فضاهای عمومی یا دولتی مثل مدرسه یا فضاهای باز همانند پارک باشند که امکان احداث سکونت‌گاه در آن‌ها موجود باشد و نباید جزو فضاهای در تملک اشخاص باشند.
- تعیین دقیق ظرفیت هر سکونت‌گاه
- سکونت‌گاه‌ها فاصله کافی تا نواحی خطرناک مثل خطوط انتقال نفت و گاز، مسیل‌ها، گسل‌ها و... داشته باشند.
- سکونت‌گاه‌ها دسترسی مناسب به راه‌ها و زیرساخت‌های اصلی مثل آب و برق و.. داشته باشند.
- فاصله سکونت‌گاه‌ها تا محل افراد آواره حداقل باشد و حداقل زمان جابجایی جهت انتقال افراد منظور گردد.
- هزینه تسطیح محل احداث واحدها و زیرساخت‌ها در هر سکونت‌گاه به دقت تعیین گردد.

۵. تعیین مقدار تابع هدف: در تابع هدف ابتدا مکان‌هایی به صورت تصادفی انتخاب و محدودیت‌های فوق در تابع تعیین شده و زمان و هزینه‌ها محاسبه می‌شوند.
۶. با استفاده از الگوریتم PSO میزان شایستگی مکان‌های مختلف تعیین شده و در نهایت میزان هزینه‌ها و زمان جابجایی محاسبه گردد.
۷. با استفاده از الگوریتم PSO تشخیص و تعیین مناسب تعداد افراد آواره به دقت صورت گیرد.
۸. محاسبه تابع هدف و تعیین زمان و هزینه سکونت‌گاه‌ها. تداوم این کار تا جایی است که میزان تغییرات تابع هدف نسبت به مکان‌های مختلف حداقل گردد [۲۱].

در این تحقیق سعی خواهد شد تا روند کاربرد الگوریتم بهینه‌سازی ذرات در مکان‌یابی و بهینه‌سازی زمان و هزینه احداث این سکونت‌گاه‌ها تشریح گردد.

۷- محاسبه تابع هدف و کمینه نمودن زمان و هزینه عملیات اسکان موقت

در بحث عملیات اسکان موقت تابع هدف متشکل از مجموع حاصل ضرب عوامل مرتبط با هر یک از نواحی جمعیتی که لازم است تا جهت آن‌ها عملیات اسکان موقت صورت گیرد، می‌باشد. کمینه‌سازی تابع هدف بر اساس رابطه ۱ انجام می‌گردد [۲۴]:

$$W = \sum_K L_k T_k S_k \rightarrow min \qquad (۱)$$

$$T_k = D_k C_k \qquad (۲)$$

در روابط ۱ و ۲، L_k بیانگر هزینه‌های اسکان موقت برای هر ناحیه جمعیتی در سکونت‌گاه‌های مختلف، T_k زمان لازم جهت عملیات اسکان موقت در هر سکونت‌گاه، S_k محدودیت‌های سکونت‌گاه اسکان موقت، D_k فاصله هر بلوک جمعیتی تا سکونت‌گاه اسکان موقت مربوطه و C_k نیز مربوط به زمان تجهیز یا احداث سکونت‌گاه اسکان موقت می‌باشد [۱۰].

- چنانچه اسکان در سوله‌های مدیریت بحران باشد، L_k برابر ۱ در نظر گرفته می‌شود.
- چنانچه اسکان در پارک و بوستان‌ها باشد، L_k برابر ۲/۵ لحاظ می‌شود.
- چنانچه اسکان در سوله‌های مدیریت بحران باشد، C_k برابر ۱ منظور می‌گردد.
- چنانچه اسکان در پارک و بوستان‌ها باشد، C_k برابر ۴ لحاظ می‌گردد.

S_k از رابطه ۳ محاسبه می‌شود:

$$S_k = (3 - F_k/1000)(3 - P_k/1000)(E_k) \qquad (۳)$$

در رابطه ۳، F_k بیانگر فاصله هر سکونت‌گاه اسکان موقت تا گسل‌های فعال منطقه، P_k فاصله هر سکونت‌گاه تا مراکز پر خطر مثل پمپ بنزین و پمپ گاز و E_k نیز فاصله سکونت‌گاه اسکان موقت تا مراکز امدادی و خدمات‌رسانی می‌باشد. به این ترتیب حاصل ضرب طول مسیر بهینه هر ناحیه امن و ساختمان در جمعیت تحت خطر آن، برابر هزینه جابجایی جمعیت هر ساختمان خواهد شد. هدف از بهینه‌سازی، کمینه نمودن مجموع این هزینه‌ها (تابع معیار V) برای تمام سکونت‌گاه‌ها است به شرطی که ظرفیت (تابع معیارU) نواحی امن C به‌طور یکنواخت و متعادل در سطح شهر پر شده باشد. بر اساس روابط ۴ و ۵ می‌توان این معیار را به‌طور متوسط برای تمام مکان‌های امن بهینه‌سازی نمود [۲۵].

$$V = \sum_j \sum_i P_{ij} W_{ij} \rightarrow min \qquad (۴)$$

$$U = \sum_j \left| \frac{\sum_i P_{ij}}{C_j} - 1 \right| \Rightarrow \min \qquad (۵)$$

در روابط ۴و ۵، W_{ij} هزینه مسیر و P_{ij} جمعیت منتقل شده از بلوک جمعیتی i به سکونت‌گاه j با ظرفیت C می‌باشد. مقادیر V و U باید کمینه گردند.

در این تحقیق برای بررسی و ارزیابی الگوریتم موردنظر، از داده‌های شبیه‌سازی شده با ٪۲۵ سرریز جمعیتی نامتعادل استفاده شده است. دلیل چنین فرضی در شبیه‌سازی داده‌ها، این است که معمولاً در واقعیت، ظرفیت سکونت‌گاه‌های اسکان موقت دقیقاً با جمعیت بلوک جابجا شده همخوانی نداشته و ممکن است بیش‌تر یا کم‌تر باشد، که در این صورت دچار کم‌ریز یا سرریز جمعیت خواهد شد.

شکل ۴: مراحل فرآیند بهینه‌سازی و اثبات یا رد فرضیه‌ها

Fig. 4. Processes of optimization process and proving or rejecting hypotheses

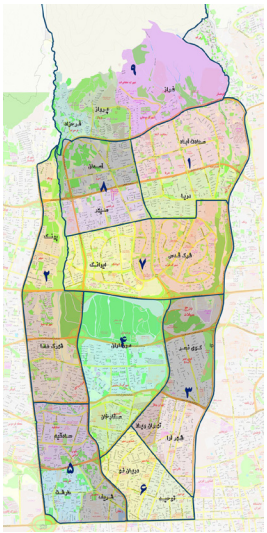
در شکل ۴ مراحل فرآیند بهینه‌سازی و اثبات یا رد فرضیه‌ها برای ارائه پاسخ نهایی نشان داده شده است.

۸- مطالعه موردی

۸- ۱- معرفی منطقه ۲ شهر تهران

منطقه ۲ شهر تهران، یکی از مناطق ۲۲ گانه شهر بوده شکل ۵ که از مناطق نسبتاً پرجمعیت شهر نیز محسوب می‌شود. این منطقه که در ابتدای شکلگیری به عنوان منطقه ییلاقی سکونتی و خوش آب و هوا مورد استفاده قرار می‌گرفت، به‌تدریج به سمت حوزه سکونتی برای جمعیت رو به رشد تهران پیش رفته است. منطقه ۲ جزو مناطق توسعه‌یافته در محدوده میانی و شمالی شهر تهران است. از شمال به دامنه جنوبی ارتفاعات البرز، از غرب به بزرگراه آیت‌الله اشرفی اصفهانی و منطقه ۵، از جنوب به خیابان آزادی و مناطق ۹ و ۱۰ و از شرق به بزرگراه چمران و مناطق ۱، ۳ و ۶ تهران، محدود شده است. در شکل ۵ موقعیت این منطقه نسبت به سایر مناطق شهر تهران نشان داده شده است. این منطقه با مساحت تقریبی ۶۴ کیلومترمربع که ۴۸ کیلومتر مربع آن زیر خط تراز ۱۸۰۰ و مابقی بالاتر از آن می‌باشد، دارای جمعیت تقریبی ۶۵۰ هزار نفر مشتمل بر ۹ ناحیه شهری بوده و به ۱۴محله ممیزی و ۳۱ محله شورایاری تقسیم شده است. این منطقه متشکل از حدود ۲۰۵۸۸۳ خانوار می‌باشد که میانگین تعداد نفرات در هر خانواده ۳/۱۵ نفر است [۲۶].

منطقه ۲ شهر تهران به واسطه محصورشدن بین بزرگراههای شهید چمران، محمدعلی جناح و اشرفی اصفهانی و هم‌چنین گذر بزرگراه‌هایی نظیر شهید همت، شهید حکیم، یادگار امام و نیایش و نیز دربرداشتن تعداد ۲۹ شریان اصلی در حدود ۱۳۰۰۰ کیلومتر طول، یکی از مناطق مهم از لحاظ شبکه معابر شهر تهران محسوب می‌گردد. گذر ۴ خط اتوبوس تندرو[1] در این منطقه، ۵ ایستگاه مترو، ۵۴ خط اتوبوسرانی و ۶۰۰ ایستگاه اتوبوس در سطح این منطقه، باعث تسهیل قابل ملاحظه عبور و مرور و کاهش ترافیک درون شهری شده است [۲۶].



شکل ۵: موقعیت نواحی منطقه ۲ شهر تهران [۲۶]

Fig. 5. Location of district 2 in Tehran [26]

1 Bus Rapid Transit (BRT)

جدول ۱. مشخصات نواحی منطقه ۲ شهر تهران [۲۶]

[Table 1. Specifications of district 2 in Tehran [26

ناحیه	مساحت (هکتار)	جمعیت (نفر)	نسبت جمعیت به مساحت (نفر در هکتار)
۱	۸۹۵	۷۴۰۳۳	۸۲/۷
۲	۷۶۵	۹۱۰۳۳	۱۱۹/۰
۳	۴۳۳	۷۹۳۱۳	۱۸۳/۲
۴	۷۲۳	۹۵۵۳۳	۱۳۲/۱
۵	۳۲۲	۷۲۳۳۳	۲۲۴/۶
۶	۲۷۰	۷۹۳۱۳	۲۹۳/۸
۷	۶۴۹	۷۹۳۱۳	۱۲۲/۲
۸	۴۲۷	۵۲۵۵۳	۱۲۳/۱
۹	۲۷۷	۲۷۸۱۳	۱۰۰/۴
جمع	۴۷۶۱	۶۵۱۲۳۷	۱۳۶/۸ میانگین

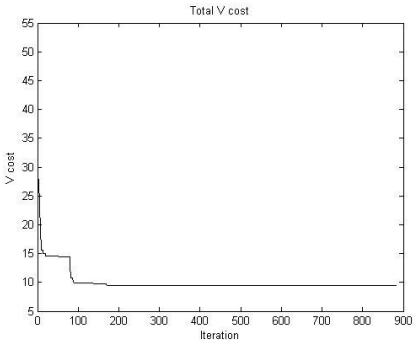
جدول ۲: مشخصات و مختصات بلوک‌های جمعیتی جهت اسکان موقت

Table 2. Specifications and coordinates of demographic blocks for temporary accommodation

شماره بلوک	نام بلوک	مختصات جغرافیایی محور x (متر)	مختصات جغرافیایی محور y (متر)	جمعیت آوارگان (نفر)
۱	طرشت	۲۶۴۰	۴۹۶	۷۲۱۵
۲	شریف	۳۶۸۰	۴۸۸	۷۲۱۵
۳	توحید	۴۶۱۶	۸۴۸	۱۱۸۷۷
۴	دریان نو	۴۰۹۲	۱۶۰۴	۱۱۸۷۷
۵	صادقیه	۲۴۶۸	۲۱۹۶	۷۲۱۵
۶	شهرآرا	۵۲۰۰	۲۰۴۴	۷۹۱۳
۷	ستارخان	۳۶۹۲	۲۶۰۰	۱۴۳۰۹
۸	تهران‌ویلا	۵۲۴۰	۲۹۶۰	۷۹۱۳
۹	کوی نصر	۵۴۸۰	۳۸۴۰	۷۹۱۳
۱۰	مرزداران	۳۹۸۰	۴۱۴۰	۱۴۳۰۹
۱۱	شهرک هما	۲۴۸۰	۴۳۷۲	۱۳۶۴۷
۱۲	پونک	۲۶۵۶	۷۰۰۰	۱۳۶۴۷
۱۳	ایوانک	۳۴۰۰	۶۰۴۰	۱۱۸۷۸
۱۴	شهرک قدس	۵۲۴۰	۶۴۴۰	۱۱۸۷۸
۱۵	سپهر	۳۴۸۰	۷۴۰۰	۷۸۶۵
۱۶	بلوار دریا	۵۳۶۰	۷۷۲۰	۱۱۰۸۵
۱۷	آسمان	۳۳۶۰	۸۴۴۰	۷۸۶۵
۱۸	سعادت‌آباد	۵۵۲۰	۹۰۰۰	۱۱۰۸۵
۱۹	فرحزاد	۲۹۶۰	۹۲۴۰	۲۷۶۵
۲۰	پرواز	۳۷۲۰	۹۵۶۰	۲۷۶۵
۲۱	کوی فراز	۵۰۰۰	۹۷۲۰	۲۷۶۵
			جمع	۱۹۵۰۰۲

۸- ۲- بهینه‌سازی سکونت‌گاه‌های اسکان‌موقت بر مبنای معیار هزینه

معیار هزینه کلی (V)، مربوط به جابجایی بلوک های جمعیتی است و دارای رابطه مستقیم با فاصله می‌باشد. هدف بهینه‌کردن معیار فاصله است. در شکل ۶ روند بهینه‌سازی معیار هزینه به صورت نمودار ارائه شده است. به راحتی قابل درک است که روند معیار هزینه، کاهشی است. هرچه طول خط کوتاه‌تر باشد، نشان از کوتاهی زمان در دسترسی به سکونت‌گاه دارد.



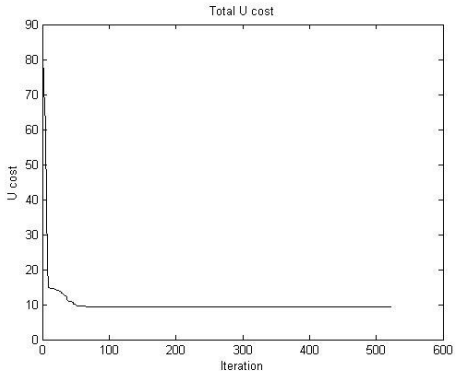
شکل۶: بهینه‌سازی بر مبنای معیار هزینه کلی

Fig. 6. Optimization based on overall cost benchmark

شکل ۶ نحوه بهینه‌سازی تابع هدف بر مبنای هزینه‌های عملیات را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشخص است، پس از حدود ۲۰۰ تکرار در الگوریتم، هزینه‌ها به صورت خط صاف تبدیل و بهینه شده‌اند. به راحتی قابل درک است که روند معیار هزینه، کاهشی است. همان‌طور که گفته شد معیار هزینه کلی، معیار هزینه جابجایی افراد است و دارای رابطه مستقیم با فاصله می‌باشد. هدف، بهینه‌کردن همین معیار فاصله است.

۸- ۳- بهینه‌سازی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت بر مبنای معیار ظرفیت

معیار ظرفیت کلی (U)، مربوط به ظرفیت هر سکونت‌گاه اسکان موقت، محدودیت‌ها و توانایی پذیرش جمعیت بلوک‌ها است. بهترین حالت برای تامین این معیار، زمانی است که جمعیت وارد شده به هر سکونت‌گاه اسکان موقت، برابر ظرفیت همان منطقه باشد و سرریز و یا کم‌ریز جمعیتی، وجود نداشته باشد. هدف کمینه‌کردن این سرریز و کم‌ریز است. اگر جمعیت بلوک‌های هر منطقه معادل ظرفیت سکونت‌گاه نزدیک همان منطقه باشد، بنابراین اختصاص بلوک‌ها به سکونت‌گاه‌های دیگر وجود ندارد. اما از آنجایی که معمولا این جمعیت و ظرفیت دارای توازن و تعادل نیستند، برای تامین این معیار، ناگریز تعدادی از بلوک‌های جمعیتی باید به سکونت‌گاه اسکانی اختصاص داده شوند که از منطقه خارج هستند و با آن‌ها فاصله دارند. در این حالت معیار هزینه، فدای معیار ظرفیت می‌شود. در اینجا، هدف برای تامین معیار ظرفیت، این است که از بین تمام حالاتی که برای معیار هزینه می‌تواند وجود داشته باشد، حالتی انتخاب گردد که علاوه بر کم‌ترین سرریز و کم‌ریز، بلوک‌های جمعیتی به سکونت‌گاه نزدیک‌تر اختصاص یابند. بنابراین، می‌توان این‌طور استنباط کرد که تابع معیار ظرفیت، مستقل از تابع هزینه جابجایی نیست.



شکل ۷: بهینه‌سازی بر مبنای معیار ظرفیت کلی

Fig. 7. Optimization based on overall capacity benchmark

در شکل ۷ نحوه بهینه شده تابع هدف بر مبنای ظرفیت هر سکونت‌گاه، نشان داده شده که دیده می‌شود پس از حدود ۱۰۰ تکرار با توجه به ظرفیت هر سکونت‌گاه، زمان و هزینه‌های عملیات کاهش یافته‌اند. در این حالت، ابتدا الگوریتم به صورت غیربهینه سکونت‌گاه‌هایی را به هر بلوک جمعیتی اختصاص می‌دهد و در ادامه بر مبنای کمینه‌سازی معیار ظرفیت یا معیار هزینه، نقاط بهینه دیگری را به هر بلوک جمعیتی اختصاص می‌دهد. در جداول ۳ و ۴ مقادیر سرریز و کم‌ریز بلوک‌های جمعیتی به ترتیب در حالت‌های غیربهینه و بهینه ارائه شده‌اند. دراین جداول ستون اول شماره سکونت‌گاه اسکان موقت، ستون دوم ظرفیت، ستون سوم جمعیت وارد شده به مکان امن، ستون چهارم تابع معیار هزینه و ستون پنجم تابع معیارظرفیت را بیان می‌کنند.

در جدول ۳ ظرفیت هر سکونت‌گاه و جمعیت جابجا شده و توابع هدف در حالت غیربهینه، ارائه شده‌اند. این موضوع زمانی اتفاق می‌افتد که جمعیت آوارگان بدون هیچ نمونه ساماندهی و صرفاً به صورت تصادفی به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت مراجعه می‌کنند، که باعث ایجاد شلوغی و عدم کارایی آن سکونت‌گاه به دلیل حجم زیاد آسیب‌دیدگان می‌شود و همین مسأله باعث پایین آمدن خدمت‌رسانی به آسیب‌دیدگان می‌گردد. در مسأله سکونت‌گاه‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان، هدف اختصاصی بلوک‌های ساختمانی به اماکن امن، به نحوی است که جمعیت آسیب‌دیده برای رسیدن به مکان امن مسافت کوتاهی را جابجا شده و از طرفی سکونت‌گاه‌های امن هم، طرفیت لازم جهت خدمات را دارا باشند.

جدول ۳. هزینه و ظرفیت سکونت‌گاه اسکان موقت در حالت غیربهینه

Table 3. Cost and capacity of temporary resettlement residence in non-optimal mode

شماره بلوک	سکونت‌گاه اسکان موقت	جمعیت وارده	هزینه	ظرفیت
۱	۱۰۰۰	۱۱۱۵	۰/۰۰۵۵۴۶	۰/۱۰۳۱۳۹
۲	۱۰۰۰	۱۲۳۰	۰/۰۰۶۱۱۸	۰/۱۸۶۹۹۲
۳	۱۰۰۰	۹۰۲	۰/۰۰۴۴۸۷	-۰/۱۰۸۶۵
۴	۱۰۰۰	۱۵۰۲	۰/۰۰۷۴۷۱	۰/۳۳۴۲۲۱
۵	۱۰۰۰	۱۲۴۸	۰/۰۰۶۲۰۸	۰/۱۹۸۷۱۸
۶	۱۰۰۰	۸۶۵	۰/۰۰۴۳۰۳	-۰/۱۵۶۰۷
۷	۱۰۰۰	۸۹۷	۰/۰۰۴۴۶۲	-۰/۱۱۴۸۳
۸	۱۰۰۰	۱۲۸۲	۰/۰۰۶۳۷۷	۰/۲۱۹۹۶۹
۹	۷۳۵۰	۷۹۵۶	۰/۰۳۹۵۷۵	۰/۰۷۶۱۶۹
۱۰	۶۰۷۵	۶۰۶۰	۰/۰۳۰۱۴۴	-۰/۰۰۲۴۸
۱۱	۴۶۹۳	۴۳۶۲	۰/۰۲۱۶۹۸	-۰/۰۷۵۸۸
۱۲	۱۱۴۵	۱۶۹۹	۰/۰۰۸۴۵۱	۰/۳۲۶۰۷۴
۱۳	۹۳۸۲	۱۰۴۸۸	۰/۰۵۲۱۷	۰/۱۰۵۴۵۴
۱۴	۷۹۱۶۶	۷۷۰۲۱	۰/۳۸۳۱۲	-۰/۰۲۷۸۵
۱۵	۳۶۱۴۵	۳۹۰۵۲	۰/۱۹۴۲۵۴	۰/۰۷۴۷۳۹
۱۶	۵۰۰۰	۴۵۸۹	۰/۰۲۲۸۲۷	-۰/۰۸۹۵۶
۱۷	۴۵۰۰	۳۷۲۶	۰/۰۱۸۵۳۴	-۰/۲۰۷۳۳
۱۸	۳۳۶۸	۳۶۱۲	۰/۰۱۷۹۶۷	-۰/۰۶۷۵۵۳
۱۹	۱۹۶۲	۲۱۵۹	۰/۰۱۰۷۳۹	۰/۰۹۱۲۴۶
۲۰	۲۵۰۰	۲۳۰۱	۰/۰۱۱۴۴۶	-۰/۰۸۶۴۸
۲۱	۵۷۵۰	۵۵۱۶	۰/۰۲۷۴۳۸	-۰/۰۴۲۴۲
Sum	۲۰۱۰۳۶	۲۰۱۰۳۶	۱	۰/۵۷۱۹۱۸

در جدول ۴ مقادیر توابع هدف در حالت بهینه ارائه شده‌اند. این موضوع زمانی اتفاق می‌افتد که جمعیت به صورت ساماندهی شده و بر اساس کم‌ترین زمان و هزینه به سمت سکونت‌گاه‌ها جابجا می‌شوند. در شکل ۸ موقعیت بلوک‌های جمعیتی و سکونت‌گاه‌های اسکان موقت منطقه ۲، نشان داده شده است. در این شکل، نقاط قرمز مربوط به موقعیت بلوک‌های جمعیتی و نقاط آبی مربوط به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت موجود در منطقه هستند.

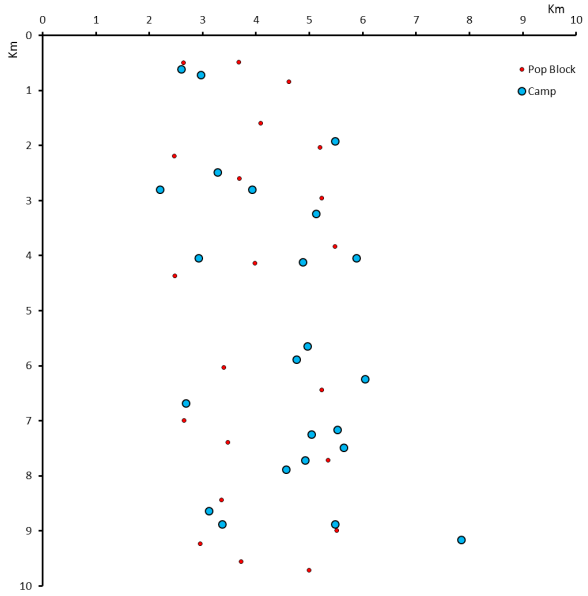
هدف، آرایش بهینه بلوک‌های جمعیتی در این سکونت‌گاه‌ها می‌باشد به نحوی که اولاً، بیش از ظرفیت هر سکونت‌گاه در آن اسکان داده نشود و ثانیاً، کم‌ترین فاصله و هزینه جهت جابجایی جمعیت صرف گردد. در

جدول ۴: هزینه و ظرفیت سکونت‌گاه اسکان موقت در حالت بهینه

Table 4. Cost and capacity of temporary resettlement residence in optimal mode

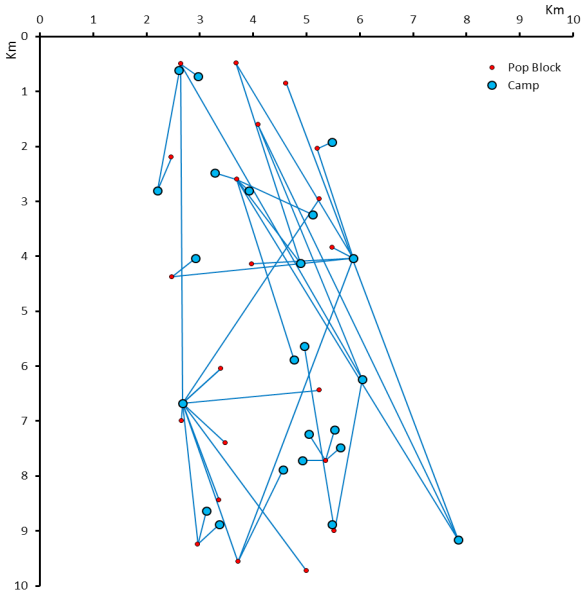
شماره بلوک	سکونت‌گاه اسکان موقت	جمعیت وارده	هزینه	ظرفیت
۱	۱۰۰۰	۱۰۱۲	۰/۰۰۵۰۳۴	۰/۰۱۱۸۵۸
۲	۱۰۰۰	۹۸۴	۰/۰۰۴۸۹۵	-۰/۰۱۶۲۶
۳	۱۰۰۰	۹۹۳	۰/۰۰۴۹۳۹	-۰/۰۰۷۰۵
۴	۱۰۰۰	۱۱۰۸	۰/۰۰۵۵۱۱	۰/۰۹۷۴۷۳
۵	۱۰۰۰	۱۰۵۱	۰/۰۰۵۲۲۸	-۰/۰۴۸۵۲۵
۶	۱۰۰۰	۹۳۷	۰/۰۰۴۶۶۱	-۰/۰۶۷۲۴
۷	۱۰۰۰	۹۶۸	۰/۰۰۴۸۱۵	-۰/۰۳۳۰۶
۸	۱۰۰۰	۱۰۳۵	۰/۰۰۵۱۴۸	۰/۰۳۳۸۱۶
۹	۷۳۵۰	۷۳۵۴	۰/۰۳۶۵۸۱	۰/۰۰۰۵۴۴
۱۰	۶۰۷۵	۶۱۵۵	۰/۰۳۰۶۱۶	-۰/۰۱۲۹۹۸
۱۱	۴۶۹۳	۴۶۷۱	۰/۰۲۳۲۳۵	-۰/۰۰۴۷۱
۱۲	۱۱۴۵	۱۲۳۷	۰/۰۰۶۱۵۳	۰/۰۷۴۳۷۳
۱۳	۹۳۸۲	۹۴۰۵	۰/۰۴۶۷۸۳	۰/۰۰۲۴۴۶
۱۴	۷۹۱۶۶	۷۹۰۳۲	۰/۳۹۳۱۲۴	-۰/۰۰۱۷
۱۵	۳۶۱۴۵	۳۶۴۳۷	۰/۱۸۱۲۴۶	۰/۰۰۸۰۱۴
۱۶	۵۰۰۰	۴۹۱۲	۰/۰۲۴۴۳۳	-۰/۰۱۷۹۲
۱۷	۴۵۰۰	۴۳۹۸	۰/۰۲۱۸۷۷	-۰/۰۲۳۱۹
۱۸	۳۳۶۸	۳۴۶۷	۰/۰۱۷۲۴۶	۰/۰۲۸۵۵۵
۱۹	۱۹۶۲	۱۹۷۱	۰/۰۰۹۸۰۴	-۰/۰۰۴۵۶۶
۲۰	۲۵۰۰	۲۴۸۷	۰/۰۱۲۳۷۱	-۰/۰۰۵۲۳
۲۱	۵۷۵۰	۵۶۲۷	۰/۰۲۷۹۹	-۰/۰۲۱۸۶
Sum	۲۰۱۰۳۶	۲۰۱۰۳۶	۱	-۰/۰۵۳۱۱۴

شکل ۹، نتایج جابجایی بلوک‌های جمعیتی به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت بهینه با استفاده از الگوریتم پرندگان، ارائه گردیده است. در این شکل اندازه مکان‌های امن متناسب با ظرفیت و رنگ آن‌ها نیز، نشان‌دهنده درصد سرریز جمعیت می‌باشد. برای تعیین میزان سرریز یا کم‌ریز از نوار رنگی در کنار دایره‌ها کمک گرفته شده است. دایره‌های رنگ آبی بیانگر صفر درصد سرریز یا کم‌ریز می‌باشند و دایره‌های قهوه‌ای رنگ نیز بیانگر صد درصد سرریز یا کم‌ریز هستند. هم‌چنین، رنگ خطوط واصل بین سکونت‌گاه‌های اسکان موقت امن، نشان‌دهنده مقدار هزینه نسبت به بدترین حالت ممکنه است. حالت مطلوب زمانی است که رنگ سکونت‌گاه‌های امن و خطوط واصله همگی آبی باشند.



شکل ۸: موقعیت بلوک‌های جمعیتی و سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در سطح منطقه ۲ تهران

Fig. 8. Situation of Demographic Blocks and Temporary Resettlements in District 2 of Tehran



شکل ۹: نتایج جابجایی بلوک‌های جمعیتی به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت بهینه در سطح منطقه ۲ تهران

Fig. 9. The results of displacement of demographic blocks to optimal temporary settlement settlements in District 2 of Tehran

شکل ۹، نشان می‌دهد که هر بلوک جمعیتی به کدام سکونت‌گاه بایستی حرکت کند تا در نهایت هزینه و زمان عملیات بهینه گردند. با توجه به محدودیت ظرفیت سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، اضافه جمعیت برخی از بلوک‌های جمعیتی بایستی به چندین سکونت‌گاه حرکت کنند. در صورتی که آرایش این سکونت‌گاه‌های امن در سطح منطقه مناسب نباشد، بهینه‌سازی هم چندان مفید نبوده و نتایج آن غیرکاربردی خواهد بود. لذا جهت بهینه‌سازی اسکان موقت، باید روی آرایش سکونت‌گاه‌های امن در سطح منطقه نیز کار شود. با توجه به شکل ۹، سکونت‌گاه‌های اسکان موقت متناسب با طرفیت و رنگ آن‌ها، نیز نشان‌دهنده درصد سرریز جمعیت می‌باشند. برای تعیین میزان سرریز یا کم‌ریز جمعیت، می‌توان از خطوط رنگی در شکل کمک گرفت. رنگ آبی بیانگر صفر درصد سرریز یا کم‌ریز و رنگ قهوه‌ای بیانگر صد درصد سرریز یا کم‌ریز است. حالت مطلوب، زمانی است که رنگ مکان‌های امن و خطوط واصله همگی آبی باشند که هر چه قدر اندازه طول شاخک‌ها به هم نزدیک‌تر و برابر باشند، بهتر است. در واقع شکل ۹، نحوه حرکت و بهینه‌سازی زمان و هزینه عملیات را نشان می‌دهد.

۹- بحث در نتایج

با رخداد هر سانحه در جوامع آسیب‌پذیر، خسارات مالی و جانی و بحران‌های متعددی به وقوع می‌پیوندد. یکی از مسائل مهم و مورد توجه، پس از زلزله، چگونگی وضعیت بازماندگان پس از سانحه است. این امر خصوصاً در کلانشهرها موضوع مهمی محسوب می‌شود. در این میان اسکان موقت آسیب‌دیدگان به دلیل طولانی‌شدن مرحله بازسازی و اسکان دائم از جمله چالش‌های عمده خواهد بود. در این تحقیق تلاش شده تا با فرض برخوردار بودن از توان بالقوه ایجاد شرایط اسکان موقت به جهت دارا بودن فضای باز وسیع در داخل شهر، توصیه‌های مناسبی جهت اسکان موقت در آن‌ها ارائه گردد. با توجه به نتایج این مطالعه، پارک‌ها در مقیاس شهری چنانچه از اثربخشی لازم برخوردار بوده و با سازماندهی مناسب از کارایی مورد نیاز جهت اسکان موقت بهره‌مند گردند، قادر خواهند بود به عنوان یک فضای شهری مناسب جهت برآورد نمودن این نیاز اساسی پس از وقوع زلزله مورد استفاده قرار گیرند. در این تحقیق، یک روش سه مرحله‌ای برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان ارائه گردیده است. درگام اول، مکان‌های مناسب جهت اسکان آسیب‌دیدگان با توجه به عوامل امنیت و دسترسی تعیین می‌گردند، لذا برای تعیین این سکونت‌گاه‌ها، باید از اطلاعات مکانی و توصیفی استفاده شود. درگام دوم، مسیرهای بهینه بین بلوک‌های ساختمانی و سکونت‌گاه‌های امن با استفاده از الگوریتم‌های مسیریابی موجود تعیین می‌شوند. در گام سوم، با توجه به معیارهای متفاوت (ظرفیت و هزینه جابجایی جمعیت) آرایش بهینه‌ای از جمعیت نسبت به اماکن امن با با استفاده از الگوریتم اندازه ذرات صورت می‌گیرد. الگوریتم اندازه ذرات، یکی از الگوریتم‌هایی است که براساس هوش ذرات عمل کرده و مانند الگوریتم ژنتیک با استفاده از تلاش جمعی و در تکرارهای بالا، به جواب مورد نظر نزدیک می‌شود. هدف اصلی این تحقیق، تمرکز بر گام سوم در فرآیند سه‌گانه سکونت‌گاه‌های اسکان موقت است. در این تحقیق برای صحت‌سنجی عملکرد الگوریتم، می‌توان از

"دیاگرام ورونوی" استفاده کرد، زیرا که در این دیاگرام، فضا بر اساس عامل فاصله سلولی می‌شود.

از نظر کاربردهای عملی حاصل از نتایج این تحقیق، می‌توان گفت با توجه به اینکه در بحث سامان‌بخشی به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، هزینه برای دولت‌ها مهم است تا اینکه بتوانند با هزینه کم‌تری سامان‌بخشی را به پایان رسانند و هم‌اینکه در زمان زودتری این کار انجام گردد، تا آوارگان با مشکلات کم‌تری روبرو شوند و رضایت‌مندی بیش‌تری داشته باشند. بنابراین اگر بتوان هم زمان و هم هزینه را به صورت توأم به حداقل رساند، درخور ستایش و تقدیر است. پس، می‌توان انجام بررسی‌ها و مطالعات تکمیلی در خصوص دو موضوع بهینه‌سازی هزینه و زمان را در بحث سامان‌بخشی به امور آوارگان قابل‌توجه و بسیار مهم دانست، و لذا از این منظر، شایسته است گفته شود که این تحقیق و تحقیقات مشابه برای کمک به حل مشکلات آوارگان، پس از بحران، بایسته و شایسته هستند.

۱۰- نتیجه‌گیری

در ایران وقوع بحران‌ها و آوارگان ناشی از آن‌ها نسبتا بیش‌تر از کشورهای دیگر بوده و هر ساله عده زیادی از هموطنان دچار خسارات مالی وجانی فراوانی می‌شوند. عملیات اسکان موقت پس از بحران‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این موضوع هم‌چنین جهت کشور نیز هزینه‌های سنگینی دارد و ضمن اعمال خسارات مالی و جانی فراوان، سبب کاهش تولید ملی نیز می‌شود. نظر به اهمیت بهینه‌سازی زمان و هزینه در بحث اسکان موقت پس از بحران‌ها، تاثیر عوامل دخیل مورد مطالعه قرار گرفتند. در این تحقیق در ابتدا الگوریتم اجماع ذرات برای تخصیص مکان امن به سکونت‌گاه‌های اسکان موقت طراحی و ایجاد شده، اعمال گردید و در ادامه به نقش پارامترهای متفاوت در عملکرد آن‌ها پرداخته شد. نتایج کلیدی حاصل از تحقیق به شرح زیر می‌باشند:

۱. وضعیت احداث و کیفیت زیرساخت‌های اولیه مثل آب و برق در بسیاری از سکونت‌گاه‌ها مطلوب نبوده و زیرساخت‌ها دارای اطمینان و پایداری مناسب نیستند. در برخی سکونت‌گاه‌ها، این وضعیت به مراتب بهتر ارزیابی شده است.

۲. اکثر سازه‌های موجود در سکونت‌گاه‌های کشور جهت اسکان آوارگان از نوع چادر می‌باشد که از منظر کاربری، سازه مناسبی نیست و مشکلات زیادی در گرما، سرما، بارندگی، تامین امنیت، مقاومت و حملات دشمن دارد. تنها مزایای این سازه نصب سریع، هزینه کم و امکان انبارداری راحت آن در مقایسه با سایر سازه‌ها می‌باشد.

۳. کارشناسان رضایت بیش‌تری از کیفیت سازه‌های ساخته شده توسط خود مردم داشتند، زیرا هماهنگی بیش‌تری با نیازها و شرایط طبیعی منطقه دارا بودند.

۴. وضعیت تامین آب و غذای سالم در اکثر سکونت‌گاه‌ها، مناسب ارزیابی شدند. کارشناسان، وضعیت تامین امنیت و نظم داخلی سکونت‌گاه‌های اسکان موقت را ضعیف و نامناسب ارزیابی نمودند. موضوع امنیت و نظم نامناسب و آشفتگی در تجربیات قبلی آن‌ها خصوصا در روزهای اولیه پس از بحران، مشهود بوده است.

۵. وضعیت بهداشت عمومی و کنترل بیماری‌ها در اکثر سکونت‌گاه‌ها مناسب ارزیابی گردید. این نتیجه، به دلیل حساسیت مسئولان به منظور جلوگیری از شیوع بیماری‌ها و مستقربودن گروه‌های بهداشتی و درمانی در محل بحران، می‌باشد.

۶. در خصوص ساخت و تامین اماکن و فضاهای عمومی از قبیل پارک، مسجد، سالن اجتماعات و... در اکثر سکونت‌گاه‌های اسکان موقت، ضعیف عمل شده است. دلیل اصلی این موضوع نیز محدودیت بودجه و اولویت دادن به ساخت سازه‌ها جهت اسکان خانوارها اعلام گردید.

۷. روش بهینه‌سازی الگوریتم پرندگان در بهینه‌سازی زمان و هزینه سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در منطقه ۲ شهر تهران، کاربرد مناسبی داشته است.

۸. در صورتی که آرایش سکونت‌گاه‌های اسکان موقت در سطح یک منطقه مناسب نباشد، نتایج بهینه‌سازی نیز چندان مطلوب نخواهد بود، بنابراین جهت بهینه‌سازی این سکونت‌گاه‌ها، باید بر روی آرایش و پراکندگی آن‌ها در سطح منطقه دقت بیش‌تری صورت پذیرد.

۹. مدل بهینه‌سازی تهیه شده بسیار وابسته به نحوه آرایش بلوک‌های جمعیتی است و کوچک‌تر کردن بلوک‌های جمعیتی و دقت در آرایش آن‌ها، سبب بهبود نتایج خواهد شد.

مراجع

[1] After-incident shelter, United Nations Disaster Relief Coordination Organization, Geneva, translation and publication by the Center for Building and Housing Research, (1366).

[2] M. Asadi, Planning and Locating Temporary Accommodation Sites, Master's Thesis, Tarbiat Modarres University, (2004).

[3] A. Asgharrin Jedi, Architectural Requirements for Sustainable Non-Defensive Defense, PhD thesis, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, (2004).

[4] R. Khaki, A Study of Temporary Resettlement Method after Tehran Earthquake in Parks, Master's Thesis, Shahid Beheshti University, (2009).

[5] H. Gohari, K. Gholamali, Non-operational defense planning and location of urban sanctuaries using fuzzy logic-Case study: Kerman city, Geography quarterly and environmental studies, (1392).

[6] S. Swatkouhiffer, S. Mirzaii, S.Y. Jafari, Introduction to Temporary Residential Accommodation Approach; Case Study: Earthquake Crisis in Tehran, Scientific Defense Science and Technology Sciences Magazine Inactive, (2010).

[7] M. Hosseini, crisis management, Tehran city crisis management and prevention organization, (2008).

[8] M. Ahad-Nezhad Roosti, K. Jalili, A. Zalfi, Optimal Location of Temporary Residential Housing Bodies in Urban Areas Using Multi-criteria and GIS Methods; Case study: Zanjan City, Journal of Applied Geosciences Research, 20(23) (2011).

[9] A.A. Methane, A. Ali Mohammadi, B. Mirbagheri, M. Ghotbalddini, Evaluation of the spatial fitness of temporary shelters after an earthquake using the WLC method in combination with the system Geographic Information, National Conference on Sustainable Architecture and Urban Development, Bookan, (1392).

[10] J. Boyang shi, Development of High Performance Semi Temporary Disaster Relief Shelters in China, Master of Science Thesis, University of Arizona, (2014).

[11] J. Liu, Y. Fan, Response to a High Altitude Earthquake: The Yushu Earthquake Example, International Journal of Disaster Risk Science, 2(1) (2011) 43-53.

[12] S. Tudes, N. Duygu, Preparation of land use planning model using GIS based on AHP: case study Adana-Turkey, Geology Environmental Bulletin, 69(2) (2010) 235-245.

[13] A. Li, L. Nozick, Conditions, School of Civil and Environmental Engineering, Cornell University, Transportation Research, Part 48 (2007) 715–729.

[14] A. Tang, A. Wen, An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences, 35(5) (2009) 871– 879.

[15] I. Davis, Shelter after Disaster, Master's Thesis, University of College London, Development Institute, London, (1985).

[16] H. P. Friesma, J. Caporaso, G. Goldstein, R. Linberry, R. McCleary, Aftermath: Communities after Natural Disasters. Beverly Hills, CA: Sage, (1979).

[17] M. Comerio, Disaster Hits Homes. New Policy for Urban House Recovery, London, University of California Press, (1998).

[18] T. Corsellis, A. Vitale, Transitional Settlement, Displaced Populations. University of Cambridge, shelter project, Shelter Center, Oxfam, (2005) 11 – 17.

[19] H. Luhong, Architecture and Planning Design Strategy of Post-disaster Temporary Settlement with High Building Density, Analysis Based on the Questionnaire in Dujiangyan after Wenchuan Earthquake, 9th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning (ISHVAC) and the 3rd International Conference on Building Energy and Environment (COBEE), (2015) 101-106.

[20] I. Takeaki, O. Sae, T. Masaharu, Physical performance deterioration of temporary housing residents after the Great East Japan Earthquake, Preventive Medicine Reports, (2015) 916-919.

[21] Z. Guomin, S. Sujeeva, V. E. Stefanie, using shipping containers to provide temporary housing in post-disaster recovery, Social case studies, 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience, UK, (2014) 618-625.

[22] M.C. Schmidtlein, J.J.M. Shafer, M. Berry, S.L. Cutter, Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina, Applied Geography, 31(1) (2011) 269- 281.

[23] S.L. Cutter, D.B. Richardson, T.J. Wilbanks, The Geographic Dimension of Terrorism, New York and London: Toutledge, (2003).

[24] M. Oohidi-Kashkakh, A Look at Particle Swarm Optimization Algorithm, Ferdowsi University of Mashhad, (2011).

[25] K. Naghdi, A. Mansourian, M.J. Valadanzoej, M. Saadatseresht, Evaluation planning in earthquake disasters, using RS & GIS, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 307, Part B4. Beijing. (2008).

[26] Saravand Consulting Engineers detailed plan of Tehran 2nd District, Ministry of Housing and Urban Development - Tehran Municipality, (1393).

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:

Please cite this article using:

S. F. Sajedi, S. H. Hashemi, S. M. Kalvandi, Optimization of time and cost in establishment of temporary accommodations after the crisis, *Amirkabir J. Civil Eng.*, 50(5) (2018) 1003-1014.

DOI: 10.22060/ceej.2017.13055.5318