نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

ارزیابی انواع چیدمان فضاهای سبز شهری جهت کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها

علی بیطرفان[1*]؛ سید باقر حسینی [2]؛ غلامرضا جلالی[3]؛ سید عباس یزدانفر[2]؛ سعید نوروزیان[4]

۱- کارشناسی ارشد معماری مسکن دانشگاه علم و صنعت ایران
۲- دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران
۳- استادیار دانشگاه عالی دفاع ملی
۴- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۰/۱۰/۱۰؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

واژگان کلیدی

فضای سبز شهری،
پدافند غیرعامل،
انفجار، ساختمان

چکیده

مهم‌ترین مرحله در برنامه‌ریزی و طراحی فضای سبز شهری توسعه پایدار و ارتقای بهره‌وری فضاهای سبز شهر است. به همین منظور است که امروزه فضاهای سبز شهری را چندعملکردی طراحی می‌کنند. در همین راستا، یکی از کارکردهای مغفول فضاهای سبز شهری، کاربردهای دفاعی گیاهان در قالب حفاظت از ساختمان‌های کلیدی شهر و حتی فضاهای عمومی در برابر انفجارهای تصادفی و عمدی از جمله حملات تروریستی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به جمع‌آوری مطالب مرتبط با این زمینه پرداخته شد و به منظور کسب نظر سنجی از جامعه خبرگان، متشکل از ۲۶ نفر، پرسشنامه‌ای جهت وزن دهی به شاخص‌های مؤثر و همچنین امتیاز دهی به هر یک از گزینه‌ها، فراهم گردید. در ادامه با استفاده از روش *SWARA* نظر خبرگان تحلیل شده و میزان اهمیت و وزن هر یک از شاخص‌های تأثیرگذار بدست آمده و در نهایت با استفاده از روش *COPRAS*، انواع چیدمان درختان بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که بهترین چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها، چیدمان متراکم بوده و بعد از آن چیدمان توپوگرافی منطقه بوده است. چیدمان‌های عمودی و خطی به عنوان بدترین چیدمان‌ها برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها، شناخته شده‌اند.

۱- پیش‌گفتار

پرداختن به امنیت شهرها با توجه به اهمیت محیط‌های شهری در جنگ‌های اخیر بیش از پیش ضرورت پیدا کرده است. شهر به عنوان مرکز تجمع افراد غیرنظامی و تأسیسات و تجهیزات ضروری در ادامه حیات انسان در جنگ‌های امروزی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. لایهٔ سبز شهر به عنوان یکی از لایه‌های با اهمیتِ تشکیل‌دهنده شهر می‌تواند در تشکیل شهری ایمن و پایدار در برابر تهدیدات انسان ساخت و تهدیدات طبیعی کاربردهای فراوانی داشته باشد. لایه سبز شهر یا فضاهای سبز شهر متشکل از عناصر گیاهی متنوعی مانند گیاهان پوششی (مثل چمن)، انواع بوته‌ها، انواع درختچه‌ها و انواع درختان است که با توجه به هدف طراح می‌تواند کاربردهای متنوعی داشته باشند (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۴). کاربردهای متنوع در قرن اخیر از گیاهان و درختان درکنترل و کاهش‌فرسایش بادی و آبی و تثبیت خاک، کاهش آلودگی‌های صوتی و صداهای مزاحم، کاهش آلودگی هوا و پالایش ذرات آلوده‌کننده محیط، کنترل

* دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران؛ رایانامه: ali.bitarafn@gmail.com

انعکاس نورهای مزاحم در خیابان‌ها از جمله ویژگی‌های کاربردی گیاهان است (بزازی و همکاران، ۱۳۹۷).

مهم‌ترین مرحله در برنامه‌ریزی و طراحی فضای سبز شهری توسعه پایدار و ارتقای بهره‌وری فضاهای سبز شهر است که باید سرلوحه سیاست‌گذاری‌ها قرار گیرد. به همین منظور است که امروزه فضاهای سبز شهری را چندعملکردی طراحی می‌کنند. در همین راستا، یکی از کارکردهای مغفول فضاهای سبز شهری، کاربردهای دفاعی گیاهان در قالب حفاظت از ساختمان‌های کلیدی شهر و حتی فضاهای عمومی در برابر انفجارهای تصادفی و عمدی از جمله حملات تروریستی می‌باشد. استفاده از عناصر گیاهی در مراکز حیاتی و حساس شهر و به طور کلی در پیکره شهر موجب افزایش پایداری و کاهش آسیب‌پذیری در برابر انواع تهدیدات اعم از طبیعی و انسان ساخت می‌شود. بنابراین در این تحقیق سعی بر آن است که ابتدا معیارهای اثرگذار در نوع چیدمان درختان اولویت‌بندی شده و سپس گزینه‌های موجود با توجه به معیارهای انتخاب شده ارزیابی شده و بهترین چیدمان برای کاهش اثر انفجار بر ساختمان‌ها مشخص گردد.

می‌توان گفت در تمام تحقیقات گذشته بیشتر به بحث فضای سبز از نظر محیط زیست، طراحی، اثرات آن بر شهرها و از این قبیل موضوعات پرداخته شده است. به عنوان نمونه، *Huang* و همکاران (۲۰۰۹) تحقیقی در زمینه مدیریت یکپارچه فضای سبز شهری انجام داده است.

در این تحقیق، مدیریت یکپارچه به عنوان مکانیزم مؤثر بر مدیریت منابع طبیعی معرفی شده است. علاوه بر این، مطالعه موردی برای گوانگژو چین انجام شده است. *Threfall* و همکاران (۲۰۱۵) ارزش حفاظتی زیستگاه‌های فضای سبز شهری را برای کلونی‌های زنبورهای بومی استرالیا بررسی کرد که نتایج آن بر نیاز ایجاد مناطق شهری در طرح‌های حفاظت از گرده‌افشانی تأکید دارد، زیرا فراهم کردن منابع حیاتی برای کلونی‌های مختلف زنبور عسل می‌تواند به حفظ این گرده‌افشانی‌ها در مناظر شهری کمک کند. *Chen and Hu* (۲۰۱۵) با موضوع «تولید طبیعت برای مردم: شهرنشینی مبتنی بر زمین و تأمین فضای سبز عمومی در چین»، تحلیل داده‌های پانلی از تأمین فضاهای سبز عمومی در ۲۸۵ شهر چین ارائه کرد و یک رابطه منفی بین قیمت زمین و میزان فضاهای سبز عمومی شهری ارائه کرده است. علاوه بر این، *Zhang* و همکاران (۲۰۱۵) تحقیقی در مورد تأثیر تغییرات فضای سبز شهری بر نقش کاهش روان آب باران در پکن انجام داد که نتایج آن نشان داد که مساحت فضای سبز به میزان ۱۹۹ کیلومتر مربع کاهش یافته و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ تفکیک شده است. همچنین، میزان رواناب با تغییر پوشش زمین ۶ درصد کاهش یافته است، بنابراین فضای سبز با *LPI* و *AI* بزرگتر برای کاهش خطر سیل مناسب است. مقاله دیگری به ارزیابی ظرفیت مشارکت‌های فضای سبز در انگلستان، میزان ظرفیت گروه‌ها در مشارکت‌های بین‌بخشی برای پایداری فضای سبز، یا مدیریت پاسخگوی بلندمدت می‌پردازد (*Mathers et al*، ۲۰۱۵). این مقاله در مورد داده‌های جمع‌آوری شده در مورد نه مشارکت بین بخشی در شفیلد، هاکنی و استاکتون-آن-تیس گزارش داده است.

برخی از تحقیقات بر روی تأثیر الگوی فضای سبز بر دما متمرکز شده‌اند. *Maimaitiyiming* و همکاران (۲۰۱۴) در مورد اثرات الگوی فضای سبز بر دمای سطح زمین تحقیق کرد و مفاهیمی را برای برنامه‌ریزی شهری پایدار و سازگاری با تغییرات آب و هوایی ارائه کرد. نتایج این مطالعه می‌تواند درک ما را از رابطه بین *LST* و درختان خیابانی و پوشش گیاهی گسترش دهد و بینش‌هایی را برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری پایدار تحت شرایط آب و هوایی در حال تغییر ارائه دهد.

یکی از تحقیقات اخیر که در مورد درختان فضای سبز است، مقاله‌ای با عنوان "درختان رفاهی و ساختار فضای سبز در سکونتگاه‌های شهری *Kigali*، *Rwanda*" توسط *Seburanga* و همکاران است (۲۰۱۴) که نتایج آن نشان می‌دهد، درختان خیابانی و باغ‌های سازمانی طراحی‌شده‌ترین لایه فضای سبز هستند و هم توزیع و هم ترکیب گونه‌ها در باغ‌ها مبتنی بر اقتصادی-اجتماعی است. به عنوان مثال، درختان خرما از ویژگی‌های محله‌های مرفه، در حالی که میوه‌های زینتی مانند *Psidium guajava* و *Persea americana* در سکونتگاه‌های پراکنده و غیررسمی رایج بودند.

Zhang و همکاران (۲۰۱۳) در مورد درک منظره و نیازهای تفریحی در فضای سبز شهری در فویانگ، هانگژو، چین تحقیق کرد. هدف از این مطالعه تلاش برای تعیین کمیت نیازهای تفریحی مردم در فضای سبز شهری بوده است؛ شناسایی مؤلفه‌های منظر در فضای سبز شهری که می‌تواند بازدیدهای بیشتر در فضای باز و/یا فعالیت‌های تفریحی بیشتر را ایجاد کند؛ و ارائه پیشنهادات و راهبردهایی در زمینه برنامه‌ریزی، مدیریت و حفاظت از فضای سبز شهری تفریحی که با بهبود کیفیت

زیبایی منظر، عملکرد تفریحی و اکولوژیکی، لذت و رفاه مردم را افزایش می‌دهد. تحقیق دیگری که به صورت موردی می‌باشد، «رویکرد پایدار به چیدمان فضای سبز در محیط شهری با تراکم بالا: مطالعه موردی شبه جزیره ماکائو» توسط *Min* و همکاران است (۲۰۱۱). بر اساس مطالعه موردی شبه جزیره ماکائو، این مقاله یک رویکرد صحیح برای توسعه فضای سبز شهری در محیط شهری با تراکم بالا را بررسی کرد که می‌تواند پایداری شهر را افزایش دهد.

از دیگر مقالاتی که می‌توان به آن‌ها اشـــاره کرد عبارتند از: " سـهم فضـاهای سبز شهری در بهبود محیط زیست در شهرها: مطـالعـه موردی *Chania*، یونان" توســط (*Georgi and Dimitriou*، ۲۰۱۰). "ارزیـابی کیفیـت زیبـایی شـــنـاختی و عملکردهای چندگانه فضـای سـبز شـهری از دیدگاه کاربران: مطالعه موردی باغ گل هانگژو، چین" توسط *Chen* و همکاران. (۲۰۰۹)؛ و " اتخـاذ یـک دیـدگـاه اکولوژیکی مـدرن از منظر شـهری: مورد سیستم فضای سبز برای منطقه شهر نیویورک" توسط *Flores* و همکاران (۱۹۹۸).

از کتاب‌های منشر شده در زمینه فضای سبز می‌توان به "اصول طراحی فضای سبز در محیط‌های مسکونی" توسط رستم خانی و لقایی(۱۳۹۱) و "مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها" توسط مجنونیان (۱۳۷۴) اشاره نمود. با توجه به اینکه در این کتاب‌ها مباحث مفیدی در رابطه با قابلیت‌های فضای سبز شهری بیان شده است، به عنوان مطالعات پایه بسیار مورد استفاده واقع شده‌اند. . معروفی (۱۳۹۰) تحقیقی را با عنوان " راهبردها و اصول طراحی فضای سبز در برابر تهدیدات از منظر پدافند غیر عامل" انجام داده است که در آن به صورت کلی به فضای سبز و معرفی اجمالی برخی از کاربردهای آن پرداخته شده و با استفاده از روش *SWOT* به تحلیل نقاط قوت، ضعف و فرصت‌های موجود پرداخته است.

Federal Emergency Management Agency (FEMA) حاوی دستورالعمل‌هایی در حوزه طراحی شهری و ساختمان در برابر تهدیدات تروریستی می‌باشد. در بخشی از این مجموعه، روش‌هایی برای افزایش امنیت ساختمان‌ها به وسیله محوطه‌سازی بوسیله انواع مبلمان شهری، از جمله گیاهان معرفی شده است. خصوصاً در نشریه‌های شماره ۴۲۶،۴۲۷،۴۳۰،۴۵۲.

۲- روش تحقیق

این تحقیق از نظر هدف و محتوا جزء روش‌های تحقیق کاربردی و توسعه‌ای می‌باشد و روش تحقیق از نظر جمع‌آوری اطلاعات بصورت توصیفی- پیمایشی (دلفی) می‌باشد. در این تحقیق ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به جمع‌آوری مطالب مرتبط با این زمینه پرداخته شد و به منظور کسب نظر سنجی از خبرگان، پرسشنامه‌ای جهت وزن دهی به شاخص‌های مؤثر و همچنین امتیاز دهی به هر یک از روش‌ها در معرض دید ۲۶ فرد خبره که آشنا به زمینه‌های مربوطه بوده و سایر افراد متخصص قرار گرفت (مطابق جدول ۱). پرسشنامه فراهم شده به طور اختصاصی از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول به شناسایی اولویت شاخص‌های چیدمان درختان بمنظور کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها می‌باشد که این معیارها با مرور ادبیات حوزه مورد بحث و اسناد موجود انتخاب گردیده است. این معیارهای اصلی شامل مقاومت در برابر انفجار ($C1$)، کاهش دید بصری ($C2$)، گسترش آتش سوزی ($C3$) و اقتصادی ($C4$) می‌باشند. این معیارهای اصلی بایستی با اعداد ترتیبی براساس درجه اهمیت اولویت‌بندی گردد، به گونه‌ای که عدد یک نشان‌دهنده بالاترین اولویت می‌باشد. سپس به نمره دهی به گزینه‌های موجود، در هر یک از این شاخص‌ها پرداخته شده است. در واقع این گزینه‌ها انواع چیدمان درختان می‌باشد که عبارتند از خطی ($A1$)، نامنظم ($A2$)، متراکم ($A3$)، عمودی ($A4$)، زیگزاک ($A5$) و چیدمان توپوگرافی منطقه ($A6$). مبنای ارزیابی در این قسمت مقایسات کیفی می‌باشد که نمره ۹ بالاترین نمره و ۱ کمترین نمره است.

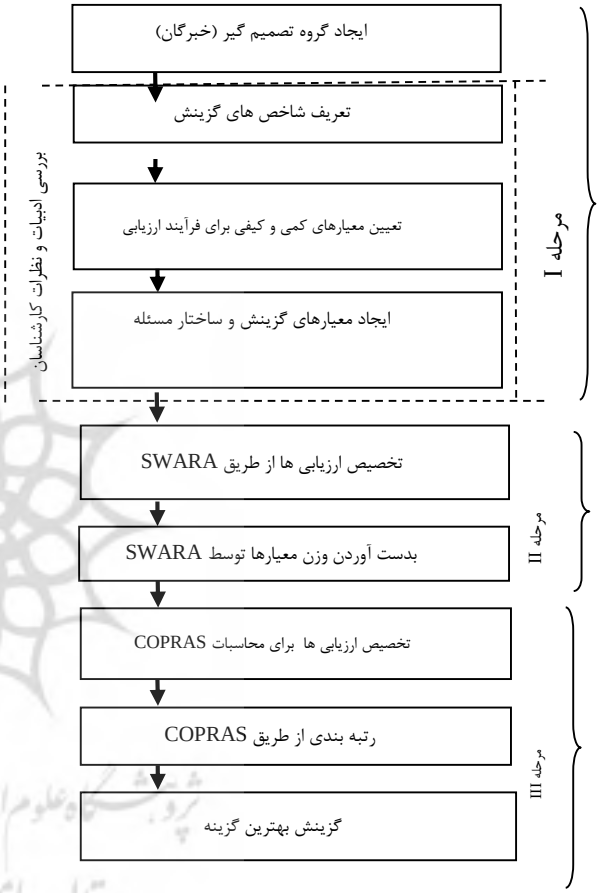
در ادامه با استفاده از روش *SWARA* نظر خبرگان تحلیل شده و میزان اهمیت و وزن هر یک از شاخص‌های تأثیرگذار بدست آمده است. در نهایت با استفاده از روش *COPRAS*، انواع چیدمان درختان بررسی شده و بهترین چیدمان درختان جهت کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها معرفی شده است.

جدول ۱- آمار جامعه خبرگان

تخصص	سطح تحصیلات	تعداد افراد
عمران	دکتری	۲
معماری	دکتری	۴
شهرسازی	کارشناسی ارشد	۵

محیط زیست	کارشناسی ارشد	۵
پدافند غیرعامل	کارشناسی ارشد	۵
مدیریت شهری	کارشناسی ارشد	۵

در شکل (۱) روند کلی روش تحقیق انجام شده نشان داده شده است.



شکل ۱- الگوریتم فرآیند انتخاب بهترین گزینه

۲-۱- تکنیک SWARA روش تحلیل منطقی ارزیابی وزنی

ارزیابی وزنی، مو ضوع مهمی در بسیاری از مسائل *MADM* می‌باشد. از جمله روش‌های ارزیابی وزنی شناخته شده در مقالات، عبارتند از: روش تحلیل سلسله مراتبی (*Wind and Saaty, ۱۹۸۰*)، روش تحلیل شبکه (*Saaty andVargas, ۲۰۰۷*)، انتروپی (*Shannon, ۲۰۱۵*) و (*Kersuliene and Turskis, ۲۰۱۴*)، فار (*Ginevicius et al., ۲۰۱۴*)، سوارا (*Zavadskas et al., ۲۰۰۸*) و غیره. در میان این روش‌ها، روش سوارا از جمله روش‌های جدید می‌باشد.

در این روش، یک کارشناس نقش مهمی در ارزیابی و محاسبه وزن‌ها بازی می‌کند. همچنین، هر کارشناس اهمیت هر معیار را انتخاب می‌کند. سپس، تمامی معیارها از اولین تا آخرین معیاررا رتبه‌بندی می‌کند و از معلومات تلویحی و تجربیات خود استفاده می‌کند. بر اساس این روش، با اهمیت‌ترین معیاررتبه۱ و کم اهمیت‌ترین آن‌ها رتبه آخر را کسب می‌کند. رتبه‌های کلی بر اساس مقدار میانگین امتیازات توسط گروه کارشناسان تعیین می‌شود.

توانایی تخمین نظر متخصصان در مورد اهمیت نسبی معیارها در فرآیند تعیین وزنشان، مهمترین المان در این روش می‌باشد. همچنین این روش برای هماهنگ‌سازی و جمع‌آوری داده‌ها از کارشناسان مناسب است، به علاوه، روش *SWARA* روش پیچیده‌ای نیست و کارشناس به آسانی می‌تواند از آسان استفاده کند. مزیت اصلی این روش در تصمیم‌گیری این است که در بعضی مسائل، اولویت‌ها بر اساس سیاست‌های شرکت‌ها یا کشورها تعریف می‌شوند و نیازی به ارزیابی برای رتبه‌بندی معیارها نمی‌باشد.

در دیگر روش‌ها مانند *AHP* یا*ANP*، مدل براساس معیارها ایجاد می‌شود وارزیابی کارشناسان بر اولویت‌ها و رتبه‌ها تأثیر خواهد داشت. بنابراین، *SWARA* در مواردی که اولویت‌ها بر اساس شرایط شناخته می‌شوند، کاربرد دارد و بالاخره، *SWARA* برای استفاده در محیط ویژه تصمیم‌گیری پیشنهاد می‌شود. درلیست زیر، تمامی پیشرفت‌های مدل‌های تصمیم‌گیری بر اساس روش *SWARA*را می‌توان مشاهده کرد:

بررسی عوامل موفق بازی‌های آنلاین بر اساس جستجوگر (*Hashemkhani Zolfani et al*. ۲۰۱۳)؛

- توسعه روش ترکیبی *MCDM* جدید برای انتخاب گزینه بهینه تهویه طولی مکانیکی آلاینده‌های تونل در هنگام تصادفات اتومبیل *Hashemkhani Zolfani et al*. ۲۰۱۳)؛
- تصمیم‌گیری در انتخاب ابزار ماشین: یک رویکرد یکپارچه با روش‌های *SWARA* و *COPRAS-G* (*Aghdaie et al*, ۲۰۱۳)؛
- توسعه پایدار سازه‌های ساختمانی مناطق روستایی بر اساس اقلیم محلی (*Hashemkhani Zolfani and Zavadskas*, ۲۰۱۳)

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{1,n} \text{ and } j = \overline{1,m} \qquad (۱)$$

۲-۲- تکنیگ COPRAS (ارزیابی نسبی پیچیده)

برای ارزیابی کارایی کلی یک گزینه، شناخت مهمترین معیارها ضروری است تا بتوان گزینه‌ها و اطلاعات را بادر نظر گرفتن این معیارها بررسی کرد و روش‌های مختلف برای ارزیابی معیارها جهت برآورده کردن نیازهای *DM* گسترش می‌یابند. تحلیل تصمیم‌گیری مربوط به موقعیتی است که در آن یک *DM* باید از میان گزینه‌های مختلف با درنظرگرفتن مجموعه ویژه‌ای ازمعمولاً معیارهای مغایر، انتخاب شود. به همین دلیل، روش *COPRAS* که توسط زاوادسکاس و همکاران (۲۰۰۸) گسترش یافت، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در موقعیت‌های واقعی بیشتر معیارها برای ارزیابی گزینه‌ها به شکل مبهم و نه به شکل اعداد دقیق بیان می‌شوند.

توسعه‌های اخیرمدل‌های تصمیم‌گیری براساس روش *COPRAS* در زیر فهرست شده است:

- رویکرد ارزیابی تناسبی پیچیده *SWARA* فازی مردد برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار *(HF-SWARA-COPRAS) Rani et al*. ۲۰۲۰)؛
- رویکرد جدید چند معیاره شهودی فازی *SWARA-COPRAS* برای ارزیابی پایداری فرآیند تولید انرژی زیستی (*Mishra et al*. ۲۰۲۰)؛
- رویکرد یکپارچه *SWARA* و *COPRAS* فازی برای رتبه‌بندی عوامل انتخاب تکنسین‌های تعمیر و نگهداری (*Ighravwe and Oke*, ۲۰۱۹)؛
- انتخاب مدیر کنترل کیفیت بر اساس روش‌های *AHP-COPRAS-G*: نمونه موردی در ایران (*Hashemkhani Zolfani et al*. ۲۰۱۲)؛
- ارزیابی روش‌های ساخت سازه‌های فولادی نورد سرد در بازسازی مناطق آسیب دیده در بحران‌های طبیعی با استفاده از روش‌های *AHP* و *COPRAS-G* (*Bitarafan et al*, ۲۰۱۲)؛

نحوه بکارگیری روش عبارتنداز مراحل زیر:

۱- انتخاب مجموعه‌ای از مهمترین معیارها وتشریح گزینه‌ها

۲- ساخت ماتریس تصمیم‌گیری X که درآن نسبت j در گزینه i از راه حل می‌باشد.

m تعداد نسبت‌ها و n تعداد گزینه‌های مقایسه شده است.

۳- تعیین اهمیت معیارها q

۴- نرمالسازی ماتریس تصمیم‌گیری x ارزش‌های نرمالسازی شده این ماتریس به شکل زیر محاسبه می‌شوند:

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}; \; i = \overline{1,n} \text{ and } j = \overline{1,m} \qquad (۲)$$

$$\overline{X} = \begin{bmatrix} \overline{x}_{11} & \overline{x}_{12} & \dots & \overline{x}_{1m} \\ \overline{x}_{12} & \overline{x}_{12} & \dots & \overline{x}_{2m} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ \overline{x}_{n1} & \overline{x}_{n1} & \dots & \overline{x}_{nm} \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

بعداز این مرحله ماتریس تصمیم‌گیری، نرمالسازی می‌شود.

۵- محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری نرمالسازی شده و وزن دهی شدهx. ارزش‌های نرمالسازی شده و وزن دهی شده Xij به شکل زیر محاسبه می‌شوند:

$$\hat{x}_{ij} = \overline{x}_{ij}.q_j; \; i = \overline{1,n} \text{ and } j = \overline{1,m}. \qquad (۴)$$

که درآن qi اهمیت معیار iام است. سپس ماتریس تصمیم‌گیری نرمالسازی شدهx به این صورت است:

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{11} & \hat{x}_{11} & \dots & \hat{x}_{11} \\ \hat{x}_{11} & \hat{x}_{11} & \dots & \hat{x}_{11} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{11} & \hat{x}_{11} & \dots & \hat{x}_{11} \end{bmatrix}; \quad i = \overline{1,n} \text{ and } j = \overline{1,m}. \qquad (۵)$$

۶- محاسبه مجموع p_iارزش‌های معیاری که مقدارهای بزرگتر برتری بیشتری دارند:

$$P_i = \sum_{j=1}^{k} \hat{x}_{ij} \qquad (۶)$$

۷- محاسبه مجموع p_i ارزش‌های معیاری که مقدارهای کوچکتر برتری بیشتری دارند:

$$R_i = \sum_{j=k+1}^{m} \hat{x}_j \qquad (۷)$$

در رابطه (۷)، تعداد (m-k) معیارهایی است که باید حداقل شوند.

۸- تعیین مقدار مینیمم شده R_i

$$R_{\min} = \min_i R_i ; i = \overline{1,n} \qquad (۸)$$

۹- محاسبه اهمیت نسبی هر گزینه Q_i

$$Q_i = P_i + \frac{R_{\min}\sum_{i=1}^{n} R_i}{R_i \sum_{i=1}^{n} \frac{R_{\min}}{R_i}} \qquad (۹)$$

Q_{max} و Q_i اهمیت گزینه‌های بدست آمده از $Eq(q)$ می‌باشند.

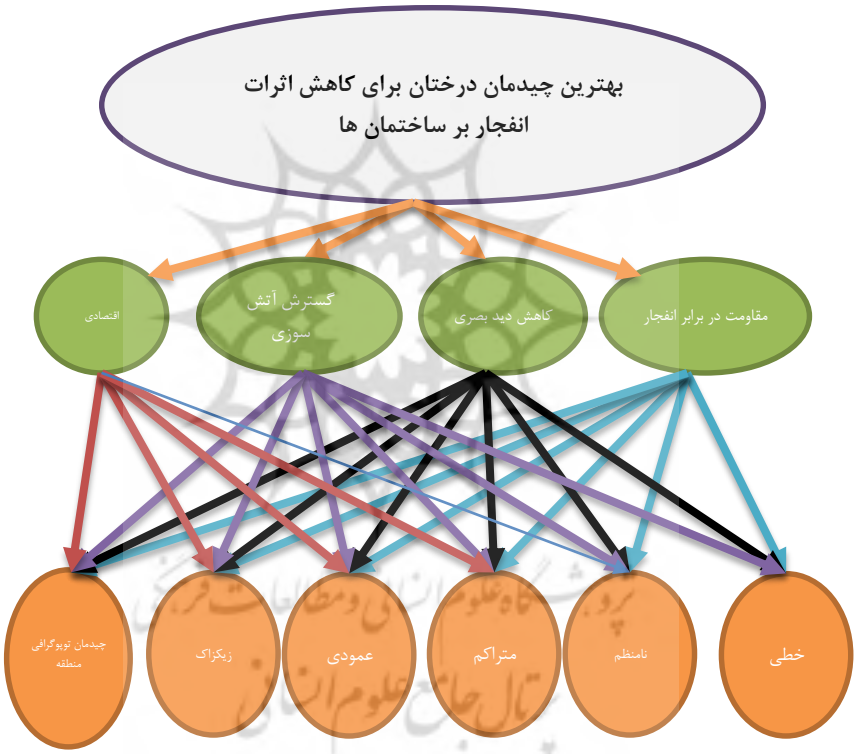
۱۰- تعیین معیار بهینه K

$$K_i = \max Q_i ; i = \overline{1,n} \qquad (۱۰)$$

۱۱- تعیین ترتیب اولویت گزینه‌ها

۱۲- محاسبه درجه سودمندی هر گزینه توسط فرمول:

$$N_j = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \times 100\% \qquad (۱۱)$$



شکل ۲- نمودار سلسله مراتبی تصمیم‌گیری

۳- نتیجه‌گیری

در این بخش، ابتدا به بیان نتایج حاصل از روش *SWARA* پرداخته شده که در آن به اولویت‌بندی شاخص‌های چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها اشاره شده، و در ادامه نتایج حاصل از وزن دهی گزینه‌ها که از روش *COPRAS* حاصل شده، بیان شده است.

۳-۱- نتایج حاصل از روش SWARA برای اولویت‌بندی شاخص‌ها

از خبرگان همکار تحقیق خواسته شد تا شاخص‌ها را در هر بخش اولویت‌بندی کنند. نتایج رتبه‌بندی‌ها بر اساس میانگین نظرات آن‌ها نتیجه‌گیری شده است. در جداول (۲) و (۳) معیارها و میانگین کسب شده آن‌ها توسط خبرگان ارائه شده است. براساس نظر خبرگان مقاومت در برابر انفجاربه عنوان اولویت

یکم شناخته شده است. اولویت دوم را گسترش آتش سوزی به خود اختصاص داده است. در ادامه شاخص‌های کاهش دید بصری و هزینه به ترتیب در اولویت‌های سوم و چهارم قرار گرفته‌اند که در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول(۲) اولویت چیدمان درختان در برابر حملات تروریستی

معیارها	نام شاخص	میانگین اولویت (خبرگان)	اولویت‌ها
مقاومت در برابر انفجار	C_1	۱/۱۰	۱
کاهش دید بصری	C_2	۲/۹۱	۳
گسترش آتش سوزی	C_3	۲/۱۳	۲
هزینه	C_4	۳/۷۲	۴

در جدول (۳)، اولین ستون از سمت چپ معیارها را نشان می‌دهد و در ضمن شاخص‌ها بر اساس اولویت‌های مشخص شده توسط خبرگان مرتب شده‌اند. ستون دوم از سمت چپ Sj مقایسه اهمیت ارزشی شاخص‌ها در مقایسه با هم می‌باشد. شیوه ارزیابی معیارها در طی پرسش‌نامه‌ای، توسط خبرگان صورت می‌پذیرد. خبرگان همکار در تحقیق پرسش‌نامه طراحی شده را پاسخ گفتند. توجه شود شاخصی که در بالاترین درجه اهمیت قرار دارد تنها مورد مقایسه با شاخص پایین‌تر از خود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شیوه ارزیابی در این روش بر این اصل استوار است که هر شاخص تنها با شاخص بالاتر (بهتر) از خود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. البته در ادامه رویکردی مدنظر قرار گرفته که در نهایت همه شاخص‌ها با هم مورد ارزیابی قرار گیرند. مبنای ارزیابی به صورت درصدی می‌باشد. مقیاس ارزیابی بر اساس بازه‌های ۵ درصدی است. برای مثال خبرگان می‌توانند تفاوت‌های مقایسه‌ای و ارزشی را بر مبناهای ۵ درصدی مانند ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪، ۲۰٪ و ... را ابراز کنند. اعداد نهایی در این قسمت از میانگین حسابی نظرات خبرگان محاسبه و در جدول قرار گرفته است.

ستون سوم Kj یکپارچه‌سازی اولیه برای ارزیابی و محاسبه وزن نهایی است. هر Sj با عدد ۱ جمع می‌شود تا در مرحله بعد ارزیابی اولیه روی آن‌ها صورت پذیرد. توجه شود عدد ۱ به این علت اضافه می‌شود که معیار اول Sj آن صفر است و با توجه به الگو مسأله در حالت عادی غیرقابل حل می‌شود.

ستون چهارم Wj از تقسیم Kj یکپارچه معیار اول بر Sj معیار دوم و الی آخر صورت می‌پذیرد. به این ترتیب ارزش شاخص‌ها در مقایسه با معیار بهتر از خود صورت می‌پذیرد و اینکه در نهایت به این ترتیب هر شاخص با همه شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و در واقع ارزیابی‌های اولیه را یکپارچه می‌سازد.

ستون پنجم Qj از تقسیم هر Wj بر جمع ستون Wj صورت می‌پذیرد. در واقع ارزش هر شاخص از کل ارزش شاخص‌ها وزن نهایی هر شاخص‌ها را مشخص می‌سازد.

بر اساس روش $Swara$ در جدول (۳)، شاخص $C1$ دارای وزن ۴۰,۲۰ درصد شده است. شاخص $C3$ با ۲۸,۷۱ درصد در جایگاه دوم قرار گرفته است. بعد از آن، شاخص‌های $C2$ و $C4$ به ترتیب با وزن‌های ۱۹,۵۸ درصد و ۱۱,۵۲ درصد قرار گرفته‌اند.

جدول (۳) اولویت‌ها و وزن نهایی شاخص‌های چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها

شاخص	s_j	$k_j = s_j + 1$	$w_j = \frac{x_{j-1}}{k_j}$	$q_j = \frac{w_j}{\sum w_j}$
C1		۱	۱,۰۰۰۰	۰,۴۰۲۰
C3	۰,۴۰۰	۱,۴۰۰	۰,۷۱۴۳	۰,۲۸۷۱
C2	۰,۴۶۷	۱,۴۶۷	۰,۴۸۷۰	۰,۱۹۵۸
C4	۰,۷۰۰	۱,۷۰۰	۰,۲۸۶۵	۰,۱۱۵۲

۳-۲- نتایج حاصل از روش Copras برای وزن هر یک از گزینه‌ها

با توجه به وزن شاخص‌های اصلی، جدول شماره (۴) میانگین نمره خبرگان برای انواع چیدمان درختان را در شاخص‌های اصلی نشان می‌دهد که شش چیدمان خطی ($1A$)، نامنظم ($2A$)، متراکم ($3A$)، عمودی ($4A$)، زیکزاک ($5A$) و چیدمان توپوگرافی منطقه ($6A$) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در ادامه جدول شماره (۵) وزن نرمال شده هریک از انواع چیدمان‌ها را در شاخص‌ها بیان می‌کند. در جدول شماره (۶) نتایج نهایی و رتبه‌بندی برای انواع چیدمان درختان در کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها آورده شده است که براساس آن، چیدمان متراکم ($3A$) دارای وزن ۲۱,۱ ٪ بوده ودر رتبه اول قرارگرفته است. بعد از آن چیدمان توپوگرافی منطقه ($6A$) با وزن ۱۷,۵ ٪ در اولویت دوم بوده است. با فاصله کمی از آن، چیدمان‌های نامنظم ($2A$) و زیکزاک ($5A$) با وزن‌های ۱۶,۴٪ و ۱۶,۱٪ بوده‌اند و در نهایت چیدمان‌های عمودی ($4A$) و خطی ($1A$) با وزن‌های ۱۴,۴ ٪ و ۱۴,۱ ٪ دارای کمترین وزن‌ها بوده و به عنوان بدترین چیدمان‌ها برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها شناخته شده‌اند.

جدول (۴) میانگین نمره خبرگان برای انواع چیدمان درختان

وزن معیارها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4
	۰,۴۰۲۰	۰,۱۹۵۸	۰,۲۸۷۱	۰,۱۱۵۲
	Max	Max	Min	Max
A1	۲,۱۲۰	۴,۰۹۰	۲,۶۵۰	۷,۱۴۰
A2	۵,۸۰۰	۲,۹۸۰	۳,۴۵۰	۴,۶۹۰
A3	۹,۰۰۰	۹,۰۰۰	۷,۵۹۰	۴,۰۵۰
A4	۵,۱۲۰	۴,۰۲۰	۵,۱۱۰	۴,۸۱۰
A5	۳,۱۸۰	۶,۸۹۰	۲,۸۳۰	۴,۵۵۰
A6	۴,۱۳۰	۷,۹۳۰	۳,۷۹۰	۷,۶۸۰
Σ	۲۹,۳۵۰	۳۴,۹۱۰	۲۵,۴۲۰	۳۲,۹۲۰

جدول (۵) وزن نرمال شده هریک از انواع انواع چیدمان درختان

معیارها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4
	Max	Max	Min	Max
A1	۰,۰۲۹	۰,۰۲۳	۰,۰۳۰	۰,۰۲۵
A2	۰,۰۷۹	۰,۰۱۷	۰,۰۳۹	۰,۰۱۶
A3	۰,۱۲۳	۰,۰۵۰	۰,۰۸۶	۰,۰۱۴
A4	۰,۰۷۰	۰,۰۲۳	۰,۰۵۸	۰,۰۱۷
A5	۰,۰۴۴	۰,۰۳۹	۰,۰۳۲	۰,۰۱۶
A6	۰,۰۵۷	۰,۰۴۴	۰,۰۴۳	۰,۰۲۷

جدول (۶) نتایج نهایی در رتبه‌بندی برای انواع چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها

گزینه‌ها	P	R	Q	N	رتبه بندی
A1	۰,۰۷۷	۰,۰۳۰	۰,۰۶۷	٪۱۴,۱	۶
A2	۰,۱۱۳	۰,۰۳۹	۰,۰۵۲	٪۱۶,۴	۳
A3	۰,۱۸۸	۰,۰۸۶	۰,۰۲۳	٪۲۱,۱	۱
A4	۰,۱۱۰	۰,۰۵۸	۰,۰۳۵	٪۱۴,۴	۵
A5	۰,۰۹۸	۰,۰۳۲	۰,۰۶۳	٪۱۶,۱	۴
A6	۰,۱۲۸	۰,۰۴۳	۰,۰۴۷	٪۱۷,۵	۲
	R_{min}	۰,۰۳۰		Σ = ٪۱۰۰	

۴- نتیجه‌گیری

۱) بر اساس نظر خبرگان در اولویت‌بندی شاخص‌های چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها و همچنین نتایج حاصل از روش *SWARA*، شاخص مقاومت در برابر انفجار دارای وزن ۴۰,۲۰درصد شده است. شاخص گسترش آتش سوزی با ۲۸,۷۱ درصد در جایگاه دوم قرار گرفته است. بعد از آن، شاخص‌های کاهش دید بصری و هزینه به ترتیب با وزن‌های ۱۹,۵۸ درصد، ۱۱,۵۲درصد قرار گرفته‌اند.

۲)در شاخص مقاومت در برابر انفجار، چیدمان متراکم بهترین گزینه و چیدمان خطی بدترین گزینه بوده است.

۳) در شاخص کاهش دید بصری، چیدمان متراکم به عنوان بهترین گزینه و چیدمان نامنظم به عنوان بدترین گزینه انتخاب شده است.

۴) در شاخص گسترش آتش سوزی، بهترین گزینه چیدمان خطی و بدترین گزینه چیدمان متراکم بوده است.

۵) در شاخص هزینه، چیدمان توپوگرافی منطقه به عنوان بهترین گزینه و چیدمان متراکم به عنوان بدترین گزینه انتخاب شده است.

۶) بهترین چیدمان درختان برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها، چیدمان متراکم با وزن ۲۱,۱ ٪ بوده ودر رتبه اول قرارگرفته است. بعد از آن چیدمان توپوگرافی منطقه با وزن ۱۷,۵ ٪ در اولویت دوم بوده است. با فاصله کمی از آن، چیدمان‌های نامنظم و زیکزاک با وزن‌های ۱۶,۴٪ و ۱۶,۱٪ بوده‌اند و در نهایت چیدمان‌های عمودی و خطی با وزن‌های ۱۴,۴ ٪ و ۱۴,۱ ٪ دارای کمترین وزن‌ها بوده و به عنوان بدترین چیدمان‌ها برای کاهش اثرات انفجار بر ساختمان‌ها شناخته شده‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۵- مراجع

[۱] بزازی، کامران؛ قدس ولی، مهستی؛ شمسی، حسین؛ ستوده‌نیا، یحیی. ارزیابی تناسب فضایی و مکانی پارک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل (مطالعه‌ی موردی: پارک‌های سطح شهر گرگان). فصلنامه علمی دانش انتظامی گلستان، مقاله ۲، دوره ۹، شماره ۳۶، شماره پیاپی ۴،۱۳۹۷، صفحه ۵۵-۶۶

[۲] رستم خانی، پروانه؛ لقایی، حسنعلی. اصول طراحی فضای سبز در محیط‌های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۹۱.

[۳] سعیدی، علی؛ شیوا، حسن؛ سواد کوهی فر، ساسان. ملاحظات دفاع غیر عامل و فناوری‌های زیست محیطی سکونتگاه‌های شهری(مطالعه موردی منطقه ۱۵). فصلنامه علمی-ترویجی پدافند غیرعامل، شماره ۳، پیاپی ۱۵،۱۳۹۴،۲۳-۳۰.

[۴] مجنونیان، هنریک. مباحثی پیرامون پارک‌ها، فضای سبز و تفرجگاه‌ها، انتشارات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران ۱۳۷۴تهران.

[۵] معروفی، علی رضا. راهبردها و اصول طراحی فضای سبز در برابر تهدیدات از منظر پدافند غیرعامل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مالک اشتر، ۱۳۹۰.

[6] Aghdaie, M. H. , Hashemkhani Zolfani, S. , Zavadskas, E. K. (2013). Decision making in machine tool selection: An integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods. Engineering Economics. Volume: 24, Issue: 1, 5-17.

[7] Aghdaie, M. H. , Hashemkhani Zolfani, S. , Zavadskas, E. K. (2013). MARKET SEGMENT EVALUATION AND SELECTION BASED ON APPLICATION OF FUZZY AHP AND COPRAS-G METHODS. Journal of Business Economics and Management, Volume: 14, Issue: 1, 213-233.

[8] Alejandro Flores, Steward T. A Pickett, Wayne C Zipperer, Richard V Pouyat, Robert Pirani. Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape: the case of a greenspace system for the New York City region. Landscape and Urban Planning, Volume 39, Issue 4, January 1998, Pages 295–308.

[9] Alice Mathers, Nicola Dempsey, Julie Frøik Molin. Place-keeping in action: Evaluating the capacity of green space partnerships in England. Landscape and Urban Planning, Volume 139, July 2015, Pages 126–136.

[10] Biao Zhang, Gao-di Xie, Na Li, Shuo Wang. Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. Landscape and Urban Planning, Volume 140, August 2015, Pages 8–16.

[11] Bitarafan, M. , Hashemkhani Zolfani, S. , Lale Arefi, S, Zavadskas, E. K. (2012). Evaluating the construction methods of cold-formed steel structures in reconstructing the areas damaged in natural crises, using the methods AHP and COPRAS-G. Archives of Civil Engineering and Mechanical Engineering, Volume: 12, 360-367.

[12] Bo Chen, Ochieng A. Adimo, Zhiyi Bao. Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: The case of Hangzhou Flower Garden, China. Landscape and Urban Planning, Volume 93, Issue 1, 30 October 2009, Pages 76–82.

[13] Caragh, G. Threlfall, Ken Walker, Nicholas S. G. Williams, Amy K. Hahs, Luis Mata, Nigel Stork, Stephen J. Livesley. The conservation value of urban green space habitats for Australian native bee communities. Biological Conservation, Volume 187, July 2015, Pages 240–248.

[14] Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2003). FEMA 426, Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings.

[15] Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2003). FEMA 427, Primer for Design of Commercial Buildings to Mitigate Terrorist Attacks.

[16] Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2005). FEMA 452, Risk Assessment: A How-To Guide to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings.

[17] Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2007). FEMA 430, Site and Urban Design for Security: Guidance against Potential Terrorist Attacks.

[18] Ginevičius, R. , K. Suhajda, V. Petraškevičius, J. Šimkūnaitė, (2014). Lithuanian Experience of Quantitative Evaluation of Socioeconomic Systems Position by Multicriteria Methods, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 110, Pages 952–960.

[19] Hashemkhani Zolfani, S. , Esfahani, M. H. , Bitarafan, M. , Zavadskas, E. K. , Lale Arefi, S. (2013). Developing a new hybrid MCDM method for selection of the optimal alternative of mechanical longitudinal ventilation of tunnel pollutants during automobile accidents. Transport, Volume: 28, Issue: 1, 89-96.

[20] Hashemkhani Zolfani, S. , Farrokhzad, M. , Turskis, Z. (2013). Investigating on successful factors of online games based on explorer. E & M EKONOMIE A MANAGEMENT, Volume: 16, Issue: 2, 161-169.

[21] Hashemkhani Zolfani, S. , Rezaeiniya, N. , Aghdaie, M. H. , Zavadskas, E. K. (2012). Quality control manager selection based on AHP-COPRAS-G methods: a case in Iran. Ekonomska istraživanja, Volume: 25, Issue: 1, 88-104.

[22] Hashemkhani Zolfani, S. , Zavadskas, E. K. (2013). Sustainable development of rural areas' building structures based on local climate. Procedia Engineering, Volume: 57, 1295-1301.

[23] Hua Zhang, Bo Chen, Zhi Sun, Zhiyi Bao. Landscape perception and recreation needs in urban green space in Fuyang, Hangzhou, China. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 12, Issue 1, 2013, Pages 44–52.

[24] HUANG, D. , LU, C, WANG, G. Integrated management of urban green space – the case in Guangzhou China, 45th ISOCARP Congress 2009.

[25] Ighravwe, D. E. , Oke, S. A. An integrated approach of SWARA and fuzzy COPRAS for maintenance technicians' selection factors ranking. Int J Syst Assur Eng Manag 10, 1615–1626 (2019). https://doi.org/10.1007/s13198-019-00912-8

[26] J. L. Seburanga, B. A. Kaplin, Q. -X. Zhang, T. Gatesire. Amenity trees and green space structure in urban settlements of Kigali, Rwanda. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 13, Issue 1, 2014, Pages 84–93.

[27] Julia N. Georgi, Dimos Dimitriou. The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. Building and Environment, Volume 45, Issue 6, June 2010, Pages 1401–1414.

[28] Keršulienė Violeta, Zenonas Turskis, (2014). An Integrated Multi-criteria Group Decision Making Process: Selection of the Chief Accountant, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 110, Pages 897–904.

[29] Li Min, Gong Fangying, Fu Jiawei, She Meixuan, Zhu He. The sustainable approach to the green space layout in highdensity urban environment: a case study of Macau peninsula. Procedia Engineering, Volume 21, 2011, Pages 922–928.

[30] Matthew Maimaitiyiming, Abduwasit Ghulam, Tashpolat Tiyip, Filiberto Pla, Pedro Latorre-Carmona, Ümüt Halik, Mamat Sawut, Mario Caetano. Effects of green space spatial pattern on land surface temperature: Implications for sustainable urban planning and climate change adaptation. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 89, March 2014, Pages 59–66.

[31] Mishra, A. R. ; Rani, P. ; Pandey, K. ; Mardani, A. ; Streimikis, J. ; Streimikiene, D. ; Alrasheedi, M. Novel Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy SWARA–COPRAS Approach for Sustainability Evaluation of the Bioenergy Production Process. Sustainability 2020, 12, 4155. https://doi.org/10.3390/su12104155

[32] Rani, P. ; Mishra, A. R. ; Krishankumar, R. ; Mardani, A. ; Cavallaro, F. ; Soundarapandian Ravichandran, K. ; Balasubramanian, K. Hesitant Fuzzy SWARA-Complex Proportional Assessment Approach for Sustainable Supplier Selection (HF-SWARA-COPRAS). Symmetry 2020, 12, 1152. https://doi.org/10.3390/sym12071152

[33] Saaty, Thomas L. , Luis G. Vargas, (2007). Dispersion of group judgments, Mathematical and Computer Modelling, Volume 46, Issues 7–8, Pages 918–925.

[34] Shannon J. Morales, Walid Chalhoub, Avantika Mishra, Neha Nigam, Joseph Alukal, Mohamed A. Sultan, Nadim Haddad, John E. Carroll, (2015). Tu1562 Identification of Risk Factors for the Development of Distal Esophageal Stricture Following Radiofrequency Ablation of Barrett's Esophagus, Gastrointestinal Endoscopy, Volume 81, Issue 5, Supplement, Pages AB510.

[35] Wendy Y. Chen, Fox Zhi Yong Hu. Producing nature for public: Land-based urbanization and provision of public green spaces in China. Applied Geography, Volume 58, March 2015, Pages 32–40.

[36] Wind, Y. , Saaty, T. L. (1980). Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process. Management Science, Volume 26, Issue 7, 641-658.

[37] Zavadskas, E. K. , Turskis, Z. , Tamošaitiene, J. , Marina, V. (2008). Multicriteria selection of project managers by applying grey criteria. Technological and Economic Development of Economy, 14, 462-477.

نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

Evaluation of types of layout of urban green spaces to reduce the effects of explosion on buildings

Ali Bitarafan[1*]; Seyyed Baqer Hosseini[2]; Gholamreza Jalali[3]; Seyyed Abbas Yazdanfar[2]; Saeed Norouzian[4]

1- Masters in Housing Architecture, Iran University of Science and Technology
2- Associate Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology
3- Assistant Professor of National Defense University
4- Assistant Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University

Abtract:

The most important step in planning and designing the urban green space is the sustainable development and improvement of the productivity of the city's green spaces. It is for this purpose that nowadays urban green spaces are designed with multiple functions. In this regard, one of the neglected functions of urban green spaces is the defensive uses of plants in the form of protecting key city buildings and even public spaces against accidental and intentional explosions, including terrorist attacks. In this research, first, by using library studies, materials related to this field were collected, and in order to obtain a survey from the community of experts, consisting of 26 people, a questionnaire for weighting the effective indicators and also giving points to each of Options are provided. In the following, using the SWARA method, the opinion of the experts was analyzed and the importance and weight of each of the influential indicators was obtained, and finally, the types of tree arrangement were examined using the COPRAS method. The results show that the best arrangement of trees to reduce the effects of explosions on buildings is a dense arrangement, followed by the topographical arrangement of the area. Vertical and linear layouts are known as the worst layouts for reducing blast effects on buildings.

Key Words: Urban Green Space, Passive Defense, Explosion, Building

* Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran; ***ali.bitarafn@gmail.com***