



دوینامه علمی فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



## ارائه روش مکان-زمان مبنا برای تنظیم کمیت تراکم ساختمانهای شهری بر اساس شرایط ساختمانهای بلندمرتبه در GIS

حسین اعتمادفرد<sup>۱\*</sup>، روزبه شاد<sup>۲</sup>، مرجان قائمی<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه عمران دانشگاه فردوسی مشهد، etemadfarid@um.ac.ir

۲- استادیار گروه عمران دانشگاه فردوسی مشهد، r.shad@um.ac.ir

۳- مدرس گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، mghaemi270@gmail.com

### چکیده

در دهه های اخیر کلان شهرها به نحو بی سابقه ای گسترش یافته اند، به طوریکه آلودگی های زیست محیطی، ترافیک بالای درون شهری، جدایی بیش از حد محل کار و مسکن، توسعه بی رویه شهرها بر روی اراضی زراعی، اتلاف وقت و نظیر آن، از نتایج گسترش ناموزون شهری می باشند. برای حل معضلات مذکور گسترش عمودی شهر و احداث ساختمانهای بلندمرتبه از جمله راهکارهای منطقی و اقتصادی میباشد. مساله "تراکم ساختمانی" به عنوان ابزار اصلی جهت کنترل گسترش و فشردگی شهر، مزایایی همچون استفاده بهینه و اقتصادی از زمین شهری، کوتاهی فاصله بین کاربری های شهری، کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف سوخت، کاهش اتلاف وقت و دستیابی به توسعه پایدار شهری را به دنبال خواهد داشت. لذا در این مقاله سعی بر آن است که بر اساس تراکم ساختمانی موجود و وضعیت ساختمانهای بلند مرتبه موجود، نقش و تاثیر ایجاد یک سازه بلند مرتبه در محیط سیستم اطلاعات مکانی ارزیابی گردد. بدین صورت که ابتدا در یک بازه زمانی مشخص نقشه تراکم ساختمانی موجود شهر مشهد تهیه شده و شاخص تراکم موجود به صورت منطقه ای تخصیص می یابد. در ادامه، بر اساس تغییر وضعیت ساختمانهای بلند مرتبه موجود در بازه زمانی مدل مکانی-زمانی تغییر شاخص تراکم با توجه به تغییرات کاربریها و سازه های اطراف پیشنهاد میگردد. در نهایت، بر اساس نتایج مدل پیشنهادی تاثیر و نقش احداث ساختمانهای بلند مرتبه در شهر مشهد بر تراکم ساختمانی موجود برآورد خواهد شد.

**واژه های کلیدی:** سیستم اطلاعات مکانی، ساختمان بلندمرتبه، تراکم ساختمانی، مدل مکانی-زمانی.

### ۱- مقدمه

در دهه های اخیر کلان شهرها به نحو بی سابقه ای گسترش یافته اند. این گسترش کالبدی در بسیاری از موارد بیش از روند افزایش جمعیت بوده است. آلودگی های زیست محیطی، ترافیک بالای درون شهری، جدایی بیش از حد محل کار و مسکن، توسعه بی رویه شهرها بر روی اراضی زراعی، اتلاف وقت و نظیر آن، همگی مولود گسترش ناموزون شهری می باشند [1]. به دنبال فرآیند گسترش پدیده مذکور، بخش هایی از اراضی شهری که از آن ها بتوان به عنوان محل مناسبی برای استقرار کاربری های مختلف استفاده نمود، در طی چند دهه اخیر به شدت کاهش یافته اند. این اتفاق باعث افزایش قابل توجه قیمت اراضی در برخی از مناطق شهر می گردد. به این ترتیب گسترش عمودی شهر دارای توجیه منطقی و اقتصادی خواهد بود. به همین جهت، احداث بناهای بلندمرتبه در جهان مطرح شده و متخصصان در عرصه شهرسازی و معماری به جستجوی راه کارهایی پرداختند که فرآیند احداث آن ها را با اصول شهرسازی و



طراحی شهری هماهنگ نماید[2]. بنابراین تئوری الگوی شهر فشرده (از سوی بسیاری از کارشناسان شهری) برای دستیابی به توسعه پایدار شهری مطرح شده است. در این زمینه، مساله تراکم و به خصوص "تراکم ساختمانی" به عنوان ابزار اصلی جهت کنترل-گسترش و فشردگی شهر یا به عبارتی شکل شهر مطرح می‌باشد. متخصصان شهری که طرفدار بلندمرتبه‌سازی هستند، مزایایی همچون استفاده بهینه و اقتصادی از زمین شهری، کوتاهی فاصله بین کاربری‌های شهری، کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف سوخت، کاهش اتلاف وقت و رسیدن به توسعه پایدار شهری را برای بلندمرتبه‌سازی عنوان می‌کنند. در مقابل، مخالفان این نظریه مشکلاتی نظیر هزینه و تکنولوژی سنگین احداث ساختمان‌ها، منحصربودن فن آوری مورد نیاز برای تعداد خاصی از کشورهای پیشرفته، تمرکز بیش از حد جمعیت، تراکم فعالیتهای اجتماعی، تعرض به حقوق شهروندی، مشکلات زیست محیطی، فشار بر زمین و نظیر آن را برای انتقاد از الگوی شهر فشرده مطرح می‌کنند. اما نکته‌ای که باید بیشتر از این موارد مورد بررسی قرارگیرد، آن است که در کشورهای در حال توسعه ساختمان‌های بلندمرتبه معمولاً بدون هیچگونه ارزیابی مکان و شرایط، تعریف و احداث می‌گردند. همچنین معیارهای موثر در مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه مشخص نیست. لذا، این پدیده نگرانی‌های بی‌شماری را برای کارشناسان و مدیران توسعه شهری به وجود آورده است. بی‌توجهی به پدیده مذکور در بسیار از موارد نتایج منفی و زیربنایی بیشتری نسبت به اثرات مثبت آن به همراه خواهد داشت[3]. سیاستهای شهرنشینی در ایران نیز با انگیزه صرفه‌جویی در مصرف زمین‌های -گران‌قیمت در مراکز شهرهای بزرگ، به سمت بلندمرتبه‌سازی روی آورده و به راهکارهای اجرایی جهت پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون جمعیت به مسکن تبدیل گردید[2]. کمبود زمین و به خصوص رشد غیرمنطقی قیمت آن در سراسر کشور و افزایش تقاضا جهت اسکان در کلان‌شهرها، سیاستمداران را بر آن داشت که ضوابط و مقررات افزایش تراکم و بلندمرتبه‌سازی را در سال ۱۳۶۹ تصویب کنند. در ضوابط مذکور، بر تدوین خط‌مشی کلی جهت تشویق بلندمرتبه‌سازی، تطبیق الگوی تفکیک زمین‌های شهری با مقتضیات بلندمرتبه‌سازی و تشویق به تجمیع قطعات در مناطق نوسازی شده، تاکید بوده است[4]. شهر مشهد نیز به عنوان دومین کلان‌شهر ایران از این قاعده مستثنی نبوده و به دلیل سیاست‌های تشویقی و واگذاری زمین شهری و عدم برنامه مناسب برای کنترل گسترش شهر، رشد افقی چشمگیری را بین سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ داشته است[5]. بنابر این سیاست‌های کنونی شهری به سمت ایده شهر فشرده با افزایش تراکم و احداث ساختمان‌های بلندمرتبه و توجه به کاربری مختلط و ترکیبی روی آورده است. هدف سیاست‌های مذکور آن است که تا حد ممکن از سطح اشغال ساختمان‌ها بکاهد [6]. به این ترتیب توسعه پایدار شهری در زمینه بلندمرتبه‌سازی در مشهد محقق خواهد شد. همچنین با انتخاب بهترین زمین ممکن و ارائه راهکارهای مناسب مشکلات موجود در بافت شهری قابل رفع می‌باشند. سیاستهای شهرنشینی در ایران نیز با انگیزه صرفه‌جویی در مصرف زمین‌های گران‌قیمت در مراکز شهرهای بزرگ، به سمت بلندمرتبه‌سازی روی آورده و به راهکارهای اجرایی جهت پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون جمعیت به مسکن تبدیل گردید[2]. کمبود زمین و به خصوص رشد غیرمنطقی قیمت آن در سراسر کشور و افزایش تقاضا جهت اسکان در کلان‌شهرها، سیاستمداران را بر آن داشت که ضوابط و مقررات افزایش تراکم و بلندمرتبه‌سازی را در سال ۱۳۶۹ تصویب کنند. در ضوابط مذکور، بر تدوین خط‌مشی-کلی جهت تشویق بلندمرتبه‌سازی، تطبیق الگوی تفکیک زمین‌های شهری با مقتضیات بلندمرتبه‌سازی و تشویق به تجمیع قطعات در مناطق نوسازی شده، تاکید بوده است[4]. شهر مشهد نیز به عنوان دومین کلان‌شهر ایران از این قاعده مستثنی نبوده و به دلیل سیاست‌های تشویقی و واگذاری زمین شهری و عدم برنامه مناسب برای کنترل گسترش شهر، رشد افقی چشمگیری را بین سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ داشته است[5]. بنابر این سیاست‌های کنونی شهری به سمت ایده شهر فشرده با افزایش تراکم و احداث ساختمان‌های بلندمرتبه و توجه به کاربری مختلط و ترکیبی روی آورده است. هدف سیاست‌های مذکور آن است که تا حد ممکن از سطح اشغال ساختمان‌ها بکاهد [6]. به این ترتیب توسعه پایدار شهری در زمینه بلندمرتبه‌سازی در مشهد محقق خواهد شد. همچنین با انتخاب بهترین زمین ممکن و ارائه راهکارهای مناسب مشکلات موجود در بافت شهری قابل رفع می‌باشند.

## ۲- پیشینه تحقیق



دیرین‌اندازه‌های فناوری‌های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



در سال ۱۳۸۴، طلایی و همکاران در مقاله‌ای سازگاری زمین با تراکم شهری را ارزیابی نمودند. در این پژوهش، توسعه شهر در جهت عمودی، در یکی از مناطق پرتراکم شهر تهران در محیط GIS بررسی گردید. در نهایت نتایج به دست آمده نشان دادند که در مناطق با تراکم شهری بالاتر احداث ساختمان‌های بلندمرتبه تصمیم مناسبتری خواهد بود. منعم در سال ۱۳۸۶ در پایان نامه کارشناسی ارشد خود اثرات کالبدی- فضایی بلندمرتبه‌سازی را در شهر همدان بررسی نمود. سپس مشکلات بلندمرتبه‌سازی مانند افزایش ازدحام، آلودگی زیست محیطی، کاهش دسترسی به هوای آزاد و نور خورشید را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. ضیافتی بافراست در کتابی تحت عنوان اصول و معیارهای شهری در برج‌سازی، مباحثی مانند انواع ساختمان‌های بلندمرتبه، پیشینه احداث آن‌ها، اصول و معیارهای شهری مرتبط و عوامل تاثیرگذار در سازه‌های بلند را مطرح نمود [7]. متولی در سال ۱۳۸۷، معیارهای شناخت مکان بهینه و تراکم برای احداث ساختمان‌های بلندمرتبه را در شهرسمنان مورد بررسی قرار داد. در مطالعه مذکور تاثیر عواملی نظیر باد، زلزله و حریق در فرآیند مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه بررسی گردیدند. لازم به ذکر است که شهر سمنان براساس معیارهای مانند بافت شهری، تاسیسات زیربنایی و ویژگی‌های ترافیکی طبقه‌بندی شده است. بر این اساس به ترتیب اولویت مناطق ۱، ۳ و ۲ حائز شرایط مناسبتری جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در شهر سمنان شناخته شدند. لازم به ذکر است که در فرآیند بهینه سازی تراکم و مکان‌یابی شهری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ای مانند تحلیل سلسله مراتبی، OWA و تلفیق وزنی ساده در تحقیقات مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به عنوان مثال متکان و همکاران، بهترین تراکم ممکن برای احداث پارکینگ‌های حاشیه‌ای و غیرحاشیه‌ای در منطقه ۱ تهران را با استفاده از روش‌های AHP و OWA (در محیط GIS) پیشنهاد نمودند [8]. محققین مذکور با استفاده از روش AHP، معیارهای موثر را وزن دهی کردند. سپس، با استفاده از روش OWA وزن معیارهای را باتوجه به میزان ریسک پذیری تصمیم گیرنده، مرتب نمودند. در نهایت، نتیجه آنالیز و تحلیل نشان داد که تلفیق دوروش OWA و AHP در محیط GIS برای انتخاب مکان‌های مناسب جهت احداث پارکینگ‌های طبقاتی حاشیه‌ای و غیر حاشیه‌ای در منطقه مورد مطالعه مناسب می‌باشد [9]. در همین زمینه، عادل و سرده در مقاله‌ای با عنوان "مکان‌یابی و بررسی تراکم ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی در شهر قزوین با استفاده از AHP و GIS به این نتیجه رسیدند که عدم توجه به شیوه‌های علمی و شاخصهای تراکمی مناسب در مکان‌یابی و ساخت سازه‌های بلندمرتبه باعث بروز مشکلات فراوانی برای ساکنین شهرهای کشور می‌شود [3].

هانگ و شانگ با استفاده از تلفیق GIS و سیستم پشتیبانی تصمیمات (DSS) سعی در بررسی و ارزش‌گذاری املاک و مستغلات نمودند، که در تعریف اولیه پروژه‌های انبوه‌سازی و پیش‌بینی فروش مناسب ساختمان‌های بلندمرتبه بسیار حائز اهمیت می‌باشد [10]. همچنین، محققین یادشده معیارهای جهت فروش موفق پروژه شامل: حداقل فاصله تا پروژه‌های مشابه، میزان قیمت اولیه ملک و میزان قیمت ملک پس از احداث را تعریف نمودند. در پروسه فرآیند مذکور، با استفاده از روش AHP معیارهای وزن‌دار شده و پس از آنالیز در محیط GIS، بهترین گزینه ممکن جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه پیشنهاد داده شد. دربنی و لیسک در مقاله‌ای با عنوان بررسی روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه شامل ترکیب وزنی ساده خطی (WLC) و میانگین وزن‌های مرتب شده (OWA) تراکم مناسب را برای احداث ساختمان‌های مسکونی بلندمرتبه ارزیابی نمودند [11]. در نهایت، به این نتیجه رسیدند که روشی مناسب‌تر و دقیق‌تر برای مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه با کاربری مسکونی می‌باشد. چن و همکاران، با استفاده از روش OWA مبتنی بر GIS بهترین شاخص تراکم را جهت توسعه و گسترش انبوه‌سازی در شهر تانگشن چین پیشنهاد کردند [12]. بدین صورت که پس از بررسی اهداف مختلف، چهار معیار جهت انبوه‌سازی شامل: زلزله، کاربری زمین، فروپاشی گویا و فروپاشی کارست تعریف شدند. سپس، معیارها وزن دهی شده و میزان مطلوبیت زمین‌های مورد مطالعه، با استفاده از روش OWA بررسی گردید تا بهترین جواب ممکن به دست آید. در نهایت، سه منطقه برای تعریف و احداث پروژه‌های انبوه‌سازی مشخص گردیدند.



دیریزاد واهی فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies  
HIGH-RISE BUILDING  
March 07-08 2019

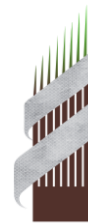


در سال ۲۰۰۹ میلادی Zhou و همکاران مدل سه بعدی منطقه مورد مطالعه خود را بر پایه داده های GIS ارائه دادند. محققین مذکور سعی نمودند که پیشنهادهای در مورد مکان یابی و تراکم احداث ساختمانها مرتبط با خدمات اجتماعی در شهر شانگهای چین ارائه نمایند. بدین صورت که با مدل سازی ساختمانهای بااهمیت و مرتبط با خدمات شهری-اجتماعی و تفکیک آنها با سایر ساختمانهای شهری، پیش بینی هایی جهت تراکم ساخت و احداث ساختمانهای خدمات شهری مورد نیاز شهر شانگهای ارائه گردید.

علاوه بر موارد عنوان شده، از جمله روش های مدل سازی در محیط GIS برای تعیین رابطه تراکم که حجم داده های ورودی را به شدت کاهش می دهد، مدل سازی چند مقیاسه تصاویر واقعی ساختمانها می باشد. از دیگر مزایای این روش، می توان به مدل سازی و طبقه بندی تراکم تمامی ساختمانهای موجود در منطقه مورد مطالعه، تفکیک مناطق با توجه به کاربری، کاهش حجم داده ها، افزایش سرعت آنالیز مکانی و ایجاد تصویر بسیار نزدیک به واقعیت (جزئیات معماری دقیق) اشاره نمود.

### ۳- مواد و روشها

در پژوهش پیش رو، اطلاعات موجود در شهرداری مشهد، مرکز آمار ایران و سایر نهادهای دخیل، گردآوری می شوند. بدین منظور، ابتدا با مصاحبه های حضوری معیارهای و سلايق سرمایه گذاران و کارشناسان صنعت ساختمان کسب کرده و ساختار معیارهای نهایی ایجاد می گردد. سپس، در قالب پرسشنامه های که توسط کارشناسان پر شده است، وزن معیارهای مذکور تعیین می شود. سپس، برای کاهش حجم داده ها و سرعت انجام عملیات تحلیلی و همچنین، دید نسبتاً واقعی از محیط مورد مطالعه مدل سازی چند مقیاسه ساختمانها در محیط GIS با الگو تراکم شهری مورد استفاده قرار می گیرد. در ادامه، با توجه به معیارهای مشتریان در مساله انتخاب زمین با بهترین شاخص تراکم ممکن جهت احداث سازه های بلندمرتبه، جستجو و آنالیز مورد نیاز در محیط GIS انجام می گیرد. در این حالت، اگر پس از جستجو و آنالیز، دو یا چندین جواب به دست آیند، بهترین گزینه ممکن از طریق اعمال روش OWA مشخص خواهد شد. نتایج بررسی ها و تحقیقات انجام شده نشان می دهند که استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره در مدل سازی مسائل شهری مانند بررسی شاخص تراکم برای بلند مرتبه سازی نتایج مطلوبی را دربر خواهد داشت. در کتابی تحت عنوان تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری)، مسئله تراکم شهری را به طور مفصل مورد بحث قرار داده است. بدین صورت که ابتدا مباحث نظری تراکم شهری و نکات مثبت و منفی آن بیان شده و سپس تجربیات سایر کشورها در این زمینه، مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین، ابعاد مختلف تراکم شهری از نظر اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، فضایی و زیست محیطی تحلیل گردیده و عوارض ناشی از آن مورد بررسی قرار می گیرد. علیرغم این که احداث ساختمانهای بلندمرتبه با مشکلاتی از قبیل سایه اندازی، تضادهای فرهنگی، تراکم شدید انسانی همراه است، اما با رعایت اصول و معیارهای معماری و شهرسازی می توان امکان استفاده مناسب تر از بناهای بلندمرتبه را ایجاد نمود. به طور کلی با توجه به شرایط خاص قرن حاضر، استفاده مشروط از ساختمانهای بلندمرتبه، راه حلی واقع گرایانه جهت اسکان مردم و تأمین سایر نیازهای مرتبط با فعالیت های اجتماعی و اقتصادی در شهرهای بزرگ است [3]. در ایران نیز بیش از نیم قرن است که بلند مرتبه سازی خصوصاً در کلان شهرها و شهرهای بزرگ به کار گرفته شده است. این موضوع در دهه های اخیر، متأثر از نیاز کاربری های مسکونی و با هدف صرفه جویی در مصرف زمین های گران قیمت، مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، موضوع مذکور به عنوان یکی از سیاستها مناسب در جهت پاسخ به نیاز مسکن جمعیت رو به رشد شهرها، گسترش یافته است. ایجاد ساختمانها و برج های بلند مسکونی در انواع مختلف، بلند و نیمه بلند و به شکل گسسته و پیوسته در شهرهای گوناگون کشور گویای صحت این موضوع می باشد [13]. البته هنوز تجارب کسب شده توسط دارندگان تکنولوژی بلند مرتبه سازی در ایران کسب نشده و شرایط و نظام لازم نیز به صورت هدفمند و منظم فراهم نیامده است. به عنوان مثال، امکاناتی از قبیل سالن های ورزشی، کتابخانه ها، آمفی تئاترها، مراکز خرید اختصاصی و حتی فضاهای عمومی (مانند پارکینگ متناسب با زیربنای



واحد یا فضای سبز کافی) به عنوان صرفه جویی از طرح‌های اولیه حذف شده و به واحدهای مسکونی تبدیل شده‌اند. در این میان حتی بحث تداخل و تعارض‌های فرهنگی نیز مورد بی‌توجهی قرار گرفته‌است [14].

### ۳-۱- بلندمرتبه‌سازی در جهان

ساخت ساختمان‌های مرتفع در ادوار مختلف حیات بشر و در همه فرهنگ‌ها و تمدن‌ها مورد توجه بوده است [15]. تا پیش از قرن نوزدهم، ساختمان‌های بلندمرتبه بیشتر برای تحقق مقاصد امنیتی مانند دژ و قلعه و یا به عنوان یک نماد قدرت و مذهب مانند مساجد، کلیساها، معابد و آرامگاه‌ها ساخته می‌شدند [1]. این بناها مظهر و نشانه‌ای از قدرت، عظمت، پیشرفت و حرکت به سوی مدرن شدن، در آن دوران بودند. نمونه ساده این طرز تفکر را می‌توان در بناهایی مانند: معابد یونانی و رومی، اهرام مصر و کلیساها و همچنین در تاریخ گذشته ایران در چغازنبیل، تخت جمشید، ایوان مدائن و گنبد قابوس مشاهده کرد [3]. نخستین ساختمان‌های مرتفع مسکونی مربوط به رم باستان هستند. در قرن سوم قبل از میلاد این شهر دچار کمبود شدید مسکن و مشکلات حمل و نقل و تاسیسات شهری شده بود. به موازات افزایش جمعیت ارتفاع ساختمان‌ها نیز افزایش یافت. رومی‌ها در زمان حکومت اگوستین با استفاده از چوب، ساختمان‌های مسکونی ۱۰ طبقه چند واحدی می‌ساختند. علاوه بر این، در رم باستان از مصالح آهکی و سیمانی نیز در ساخت و سازها استفاده شده است که بهترین نمونه آن بنای مشهور پانتئون<sup>۱</sup> در رم می‌باشد [15]. احداث ساختمان‌های بلندمرتبه با شیوه جدید ابتدا در شهرهای بزرگ آمریکا شروع شد و در اوایل قرن بیستم میلادی احداث این گونه بناها در شهرهای اروپا نیز آغاز گردید. این پدیده پس از گذشت چند دهه در کشورهای در حال توسعه نیز ظهور یافت [16]. می‌توان گفت که بلندمرتبه‌سازی از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم چهره جدید خود را نشان داده است. همچنین، نخستین گام‌ها در احداث آسمان-خراشها از حدود سال ۱۸۸۰ تا ۱۹۰۰ در شیکاگو برداشته شد [17]. از آن تاریخ تا به امروز همراه با رشد جمعیت در دنیا، احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در تمامی شهرها بزرگ دنیا رواج یافته است. امروزه، با گسترش سریع تکنولوژی طراحی و ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه و رشد روزافزون اقتصادی کشورهای در حال توسعه، رقابتی برای ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه با معماری خاص و منحصر به فرد بین کشورهای دنیا شکل گرفته است. به عنوان نمونه، برج الخیفه در دبی، با ارتفاع ۸۲۸ متر مقام بلندترین ساختمان در دنیا را داراست. برج شانگهای با ۶۳۲ متر، برج ساعت در مکه با ارتفاع ۶۰۱ متر، برج مالی پینگ آن در شهر شنژن چین با ارتفاع ۵۹۹ متر و برج ۱۱۷ طلایی در چین با ارتفاع ۵۹۶٫۵ متر در مکانهای بعد جای دارند. شایان ذکر است که برج میلاد تهران با ارتفاع ۴۳۵ متر در رده ششم بلندترین سازه‌های مخابراتی دنیا قرار دارد.

### ۳-۲- بلندمرتبه‌سازی در ایران

باشروع دهه ۷۰، با توجه به شرایط اقتصادی پس از جنگ تحمیلی و از سرگرفتن فعالیت‌های عمرانی و ساخت و ساز در کشور، موج جدید احداث ساختمان‌های بلندمرتبه در کاربری‌های اداری-تجاری و مسکونی آغاز شد. در پی افزایش قیمت زمین در تهران و فروش تراکم از سوی شهرداری، موج جدید بلندمرتبه‌سازی در سال‌های پایانی دهه ۱۳۶۰ تهران آغاز شد. رونق برج‌سازی خصوصی، نهادهای دولتی مانند بنیاد مستضعفان را نیز تشویق به برج‌سازی‌های تازه یا افزودن بلوک‌های جدید به مجموعه‌های مسکونی تحت پوشش خود (بدون توجه به ضوابط طرح‌های اصلی) نمود [7]. مهمترین ویژگی این دوره افزایش بی‌رویه قیمت زمین و فروش تراکم در پی تقاضای فزاینده جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه می‌باشد. همچنین، در کنار این موضوع باید به گسترش بی‌رویه افقی شهر تهران نیز در این دوره، اشاره نمود که بیش از هر زمان دیگری استفاده بهینه از زمین و گسترش عمودی شهر، به جای توسعه افقی مد نظر قرار گرفت [7]. به دنبال آن در بهمن ماه سال ۱۳۷۷، ضوابط بلندمرتبه‌سازی تصویب و به دستگاه‌های اجرایی ابلاغ گردید. امروزه برج‌ها و مجموعه‌های بزرگ تجاری، اداری و مسکونی در تهران (بالغ بر ۴۰۰۰۰۰ متر مربع زیربنا) احداث می‌گردند. یکی از بناهای بلندمرتبه قابل توجه در این دوران که به عنوان نماد شهر تهران شناخته می‌شود، برج مرکز ارتباطات تهران (برج

1-Pantheon



دیریندازه‌های فناوری‌های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



می‌باشد [8]. جالب توجه است که در حال حاضر طبق مصوبه شورای شهر تهران اخذ پروانه احداث ساختمان‌های بلندمرتبه برای یک سال در تهران به دلیل ساخت و سازه‌های بدون ضابطه و مکان‌یابی مناسب، تعلیق شده است. تصویب طرح مذکور، بیانگر ضرورت و اهمیت مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه در طرح جامع شهری می‌باشد.

### ۳-۳- تعریف ساختمان بلند مرتبه

هر بنایی که ارتفاع آن از ۲۳ متر (معادل فاصله قائم بین تراز کف بالاترین طبقه قابل تصرف تا تراز پایین‌ترین سطح قابل دسترس برای ماشین‌های آتش‌نشانی) بیشتر باشد، ساختمان بلندمرتبه محسوب می‌گردد. شایان ذکر است که بلند بودن ساختمان امری نسبی است که از جنبه‌های مختلف تعاریف گوناگونی برای آن ارائه شده است. برنامه‌ریزان و طراحان شهری غالباً ساختمان‌های بیش از ۱۰ طبقه را ساختمان‌های بلندمرتبه می‌نامند. شورای ساختمان‌های بلندمرتبه و سکونتگاه‌های شهری در آمریکا، به این نتیجه رسیده است که هرگونه تعریف مناسب برای ساختمان بلندمرتبه باید در ارتباط با طراحی و کارکرد یا تأثیرات شهری آن ساختمان تعریف شود. در نتیجه، با بررسی تعاریف ساختمان‌های بلندمرتبه کشورهای مختلف دنیا، مشاهده می‌گردد که معیارها و ارتفاعات متفاوتی برای تعیین مصادیق ساختمان‌های بلندمرتبه در نظر گرفته شده است [18].

### ۳-۴- بلند مرتبه‌ها و ضرورت بررسی شاخص‌های تراکم

باتوجه به پارامترهای شهرسازی، بین ساختمان‌های بلندمرتبه با بافت پیرامون و محیط شهر، رابطه متقابلی وجود دارد. از آنجا که این ساختمان‌ها به طور معمول در زمین‌های گران قیمت مرکز شهر واقع می‌شوند، لازم است که با توجه به معیارهای مانند کاربری، تراکم و کاربری بلوک‌های مجاور، مکان احداث ساختمان‌های مذکور بررسی گردد. همچنین، در تعیین مکان ساختمان‌های مرتفع، توجه به پارامترهای حفظ خط آسمان شهر و سایه‌اندازی (سایه ناشی از ارتفاع زیاد ساختمان‌های بلندمرتبه در زمین‌های مجاور)، بسیار حائز اهمیت می‌باشند. از این رو لازم است که سازندگان، سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران شهری، قبل از انجام هرگونه فعالیت و احداث ساختمان‌های بلندمرتبه، مکان احداث را براساس مطالعات امکان‌سنجی، مورد بررسی دقیق و جامع قرار دهند [19]. از سوی دیگر، هدف سرمایه‌گذاران در احداث ساختمان‌های بلندمرتبه، فروش موفق و بازگشت سرمایه در کوتاهترین زمان ممکن است. در نتیجه، مکان‌یابی مناسب و هدفمند در زمینه فروش بسیار مفید و موثر خواهد بود. بین بنا و انواع تراکم شهری یک رابطه مستقیم و خطی برقرار است. بر این مبنا با احداث هر واحد ساختمان بلندمرتبه در یک ناحیه شهری، میزان انواع تراکم در آن ناحیه افزایش خواهد یافت [20].

بنابراین، یکی از معیارهایی که در بحث بلندمرتبه‌ها بررسی آن ضروری می‌نماید معیار تراکم است. تراکم، در معماری، شهرسازی و مدیریت شهری معانی متفاوتی دارد که می‌توان در دو شاخه به اختصار آن‌ها را تفسیر نمود. این دو زمینه عبارت است از تراکم جمعیتی که با واحد نفر بر هکتار مشخص می‌گردد و تراکم ساختمانی که با درصد و یا بصورت مصطلح با کم، متوسط و زیاد تعریف می‌شود. در پژوهش حاضر، تراکم ساختمانی بعنوان پارامتری مهم در مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه ارزیابی می‌گردد. یکی دیگر از معیارهای اصلی در اخذ شرایط مناسب جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه عرض معبر یا خیابان سایت می‌باشد. اینجا، منظور از عرض خیابان، وضعیت موجود یا پیش‌بینی تعریض خیابان ( طرح تفصیلی شهر ) است. عواملی نظیر کنترل تراکم جمعیتی، کنترل ترافیک، تابش آفتاب، سایه اندازی، منظر ساختمان از دور، مشرفیت دید و دید درون واحدها از پارامترهای متأثر از عرض مناسب خیابان سایت است. بنابراین، بین مطلوبیت مکان احداث ساختمان بلندمرتبه و عرض بیشتر خیابان رابطه مستقیم و خطی وجود دارد [21].

### ۳-۵- معیار ارزش اولیه زمین

هدف از ایجاد ساختمان‌های بلندمرتبه، استفاده بیشتر از زمین به منظور پاسخگویی به نیازهای مختلف شهروندان است. علاوه بر این، ضمن صرفه‌جویی در مصرف زمین و تقسیم قیمت آن به نسبت استفاده کنندگان، راه‌حلی مناسب جهت جلوگیری از مصرف



دیریز دلهی فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

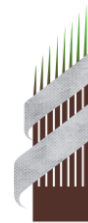
با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



بی رویه زمین و مقابله با کمبود آن محسوب می شود [22]. اگر چه در سطح شهرهای بزرگ جهان، ایجاد ساختمان های بلندمرتبه بیشتر در اراضی متراکم و گران قیمت شهرها و به ویژه در محدوده های تجاری و اداری و غالباً در جهت پاسخ به همین عملکردها صورت می گیرد. البته، در چند دهه اخیر ایجاد ساختمان های بلندمرتبه به منظور پاسخگویی به نیازهای مسکونی نیز مورد توجه قرار گرفته و در قسمت هایی از مناطق شهری، احداث چنین ساختمان هایی گسترش یافته است [23]. همانطور که پیش تر بیان شد، یکی از مهمترین دلایل رواج بلندمرتبه سازی و رشد عمودی شهرها، افزایش شدید قیمت زمین های مرکز شهر با کاربری تجاری-اداری بوده است. با شروع احداث برج ها و مجتمع های تجاری و اداری در مناطق مرکزی شهر، عواملی نظیر محدودیت زمین، تغییر بافت منطقه از ساختمان های با ارتفاع متدوال به بلندمرتبه ها، افزایش تقاضا جهت خرید ملک و افزایش تعرفه های صدور پروانه از طرف شهرداری قیمت ها زمین با هم افزایش یافته. پدیده مذکور، چرخشی معیوب و پایان ناپذیر است که تا اتمام تمامی زمین های مناسب جهت احداث ساختمان های بلندمرتبه ادامه دارد. همچنین، امکان سرایت این پدیده به سایر مناطق مجاور نیز وجود دارد. به عنوان نمونه، می توان از خیابان جانباز مشهد یاد کرد که با شروع تب احداث برج ها و مجتمع های تجاری، اکنون با ساخت ۱۰ ساختمان بلندمرتبه و تعریف ۸ برج دیگر، چهره این منطقه بطور کامل تغییر پیدا کرده است. بافت منطقه مذکور مسکونی و اقامتی تعریف شده است و هنوز در پشت برج های مرتفع، منازل مسکونی وجود دارد. امروزه، پارامترهای مانند افزایش هزینه های ساخت، افزایش تعرفه های صدور پروانه، رکود اقتصادی و رقابت شدید باعث شده که سرمایه گذاران به دنبال کاهش هزینه های اولیه باشند. مهم ترین بخش از هزینه های اولیه مربوط به خرید زمین است. سرمایه گذاران در شرایط اقتصادی خاص امروز کشور، از روش های سنتی انتخاب زمین فاصله گرفته و به دنبال جایگزین کردن متوذهای جدید (مهندسی خرید) هستند. روش های کارآمد جدید ارزیابی و انتخاب زمین جهت احداث ساختمان های بلندمرتبه، توانایی شناسایی و گزینش زمین موثر با قیمت اولیه مناسب را دارند. در پژوهش پیش رو، با در نظر گرفتن فاکتورهای مانند بافت اجتماعی منطقه، تراکم ساختمانی و قیمت هر مترمربع زمین در منطقه ارزیابی دقیقی از گزینه های ممکن انجام خواهد گرفت.

### ۳-۶- روش OWA

در یک مسئله تصمیم گیری چند معیاره، افراد ریسک پذیر بر روی خواص مطلوب یک گزینه و افراد ریسک گریز بر روی خواص نامطلوب یک گزینه تأکید می کنند و آنها را ملاک انتخاب خود قرار می دهند [24]. روش OWA یا روش میانگین گیری وزنی مرتب-شده قادر است میزان ریسک پذیری و ریسک گریزی افراد را محاسبه و آن را در انتخاب گزینه نهایی وارد نماید. این روش به وسیله یاگر معرفی شده است [25]. تابع عملگر OWA در ایجاد دامنه وسیعی از گزینه های تصمیم گیری برای نشان دادن عدم اطمینان، در ارتباط با اثر متقابل چندین معیار به کار می رود. مزیت این روش آن است که سناریوهای مختلف OWA مکان ساخت برای بلندمرتبه سازی را در مقیاس بین صفر و یک نشان می دهد. سناریوهای OWA برای تعیین کمیت سطوح ریسک پذیری یعنی خوشبینانه، بدبینانه و خنثی در نظر گرفته شده و برای تسهیل در درک بهتر، الگوهایی از گزینه های تصمیم گیری مرتبط در فرآیند تصمیم گیری را ارائه می کند [26-27]. به عبارت دیگر می توان گفت توانایی این روش آن است که منجر به درجه بندی پیوسته سناریوهای بین عملگر اشتراک (خطر ناسازگاری-ریسک ناپذیری) و عملگر اجتماع (ریسک پذیری) می شود. این درجه بندی پیوسته به وسیله وزن سراسری (کلی) و محلی انجام شده است. وزن سراسری ابتدا براساس قضاوت تصمیم گیرندگان و یا از طریق مقایسه زوجی برای کنترل سطح جبران پذیری معیارها نسبت به معیارهای دیگر تعیین می شوند، در حالی که وزن های محلی به طور تدریجی اضافه شده و حذف معیارها و قدرت نفوذ برای کنترل سطح عدم اطمینان و ریسک پذیری را فراهم می کند. روش OWA ترکیب نسبتاً جدید MCE است که مانند روش های WLC بوده، اما دو مجموعه از وزن ها را در بر می گیرد. اولین مجموعه از وزن ها سهم نسبی معیار خاص را کنترل می کند، در حالی که مجموعه دوم وزن ها رتبه تجمعی (اجتماع) معیارهای وزن دار را کنترل می کند [27]. جاذبه روش OWA این است که محقق می تواند به واسطه دوباره مرتب سازی و تغییر پارامترهای معیارها، دامنه وسیعی از نقشه ها و



دوره نهم فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



راه حل های مختلف و سناریوهای پیش بینی را تولید کند. برخلاف همپوشانی بولین که عملگر اشتراک (AND) ریسک پایین را نشان می دهد، عملگر اجتماع (OR) ریسک بالا در تصمیم گیری را نشان می دهد. این روش می تواند یک طیف کامل سناریوهای ریسک بین دو حد (مرز) عملگرهای اشتراک (AND) و اجتماع (OR) را به دست دهد [25]. ضرایب نسبی وزن های ترتیبی، سطح ریسک مرتبط با AND و OR را می توان در پیوستگی بین AND و OR از طریق معادلات در OWA به دست آورد. این معادلات شامل ANDness درجه ای است که عملگر OWA شبیه به AND منطقی و ORness درجه ای که عملگر OWA شبیه به OR منطقی است را اندازه گیری می کند. درجه پراکندگی وزن ها را سطح TRAD-OFF کنترل می کند که اندازه جبران پذیری را نشان می دهد [27]. روش OWA در بسیاری از موارد کاربردی مانند رتبه بندی شاخص های سلامت و میزان مناطق محروم شهری، تناسب کاربری اراضی و ارزیابی کیفیت مسکونی، فازی سازی کمیته های زمانی در توسعه مسکونی مناطق شهری، مدیریت آب شهری، نقشه خطر زمین لغزشو انتخاب محل دفن زباله استفاده شده است. نتایج بررسی نشان می دهد که با استفاده از این روش جواب و تصمیم نهایی با دقت بیشتری انتخاب شده و مسئله تصمیم گیری به واقعیت نزدیک تر می شود [25]. به عبارت دیگر روش OWA، یک عملکرد تجمیعی F با بردار وزن متناظر  $w \in [0,1]^n$ ،  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$  است به طوریکه بازنه یک مجموعه ورودی از داده ها  $X=(x_1, \dots, x_n)$  که قرار است با یکدیگر تجمیع گردند داریم:

$$F_w(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot b_i, \quad x \in I^n \quad (1)$$

که  $b_i$ ،  $i$  امین مقدار بزرگ مجموعه مرتب شده صعودی به نزولی مجموعه X است. عملگر OWA شامل دو مشخصه اصلی است [25]: درجه orness یا ریسک پذیری و میزان مصالحه بین شاخص ها. درجه orness یا ریسک پذیری، موقعیت عملگر OWA را در بین روابط and (می نیمم) و or (ماکزیمم) نشان می دهد. این درجه بیانگر میزان تأکید تصمیم گیر بر روی مقادیر بهتر و یا بدتر یک مجموعه از شاخص ها و یا همان ریسک پذیری و ریسک گریزی تصمیم گیر است. درجه orness به صورت زیر تعریف می شود [25]:

$$ORness = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (n-1) \cdot w_i, \quad 0 \leq ORness \leq 1 \quad (2)$$

هر چه مقدار orness بیشتر باشد، میزان خوش بینی و یا ریسک پذیری تصمیم گیر بیشتر خواهد بود و هر چه مقدار orness کمتر باشد، میزان بدبینی و یا ریسک گریزی تصمیم گیر بیشتر خواهد بود. بطور کلی یک اپراتور OWA با  $orness(w) > 0.5$  معرف یک تصمیم گیر ریسک پذیر و خوش بین و  $orness(w) = 0.5$  معرف یک تصمیم گیری خنثی و  $orness(w) < 0.5$  معرف یک تصمیم گیر ریسک گریز و بدبین خواهد بود. به بیان دیگر برای یک فرد ریسک پذیر  $orness(w) > 0.5$  و برای یک فرد ریسک گریز  $orness(w) < 0.5$  و برای یک فرد خنثی  $orness(w) = 0.5$  می باشد. لازم بذکر است که هر چه رفتار عملگر OWA به عملگر "OR" یا عملگر "MAX" نزدیکتر باشد. مقدار orness به یک نزدیکتر است. در حالیکه هر چه به رفتار عملگر "AND" یا عملگر "MIN" نزدیکتر باشد مقدار orness به صفر نزدیکتر است. بنابراین با ملاحظه بردارهای  $w_* = (0, 0, 0, \dots, 0, 1)^T$  به عنوان بردار وزن عملگر AND و  $w^* = (1, 0, 0, \dots, 0, 0)^T$  به عنوان بردار وزن عملگر OR و  $w_A = (\frac{1}{n}; \frac{1}{n}; \dots; \frac{1}{n})^T$  بعنوان بردار وزن عملگر میانگین گیری ساده وزنی و رابطه (2) داریم:

$$orness(w_*) = 0 \quad \text{و} \quad orness(w^*) = 1 \quad \text{و} \quad orness(w_A) = 0.5$$

یک معیار سنجش دیگر از orness به صورت  $andness = 1 - orness$  تعریف شده است. مشخصه دوم عملگر OWA، میزان "مصالحه" بین شاخص هاست. میزان "مصالحه"، میزان تبادل یا تأثیر پذیری یک شاخص از سایر شاخص ها را نشان می دهد. درجه "مصالحه" بصورت زیر تعریف می شود [27]:





$$trade\ off = 1 - \sqrt{\frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i - \frac{1}{n})^2}, \quad 0 \leq trade\ off \leq 1 \quad (3)$$

اپراتورهای متفاوت  $OWA$  از طریق تابع وزنی خود متمایز می شوند.  $Yager$  به سه مورد خاص و مهم عملگرهای  $OWA$  اشاره نموده است [27].

الف-  $f^*$  یا  $Max$ : که در این مورد داریم:

$$f^*(a_1; a_2; a_3; \dots a_n) = \max(a_1; a_2; a_3; \dots a_n); w = w^* = (1; 0; 0; 0; 0)^T$$

ب-  $f^*$  یا  $Min$ : در این مورد نیز داریم:

$$f_*(a_1; a_2; a_3; \dots a_n) = \min(a_1; a_2; a_3; \dots a_n); w = w^* = (0; 0; 0; 0; 0; 0; 1)^T$$

ج-  $f_A$  یا متوسط: که بصورت زیر نشان داده شده است:

$$f_A(a_1; a_2; a_3; \dots a_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i; w = w_A = (\frac{1}{n}; \dots; \frac{1}{n})^T \quad (4)$$

همانطور که در تعریف عملگر  $OWA$  مشاهده شد، یک مسأله مهم در تعریف این عملگر محاسبه بردار وزن  $w$  است. روش های متعددی برای محاسبه  $OWA$  وجود دارد. دو روش رایج برای محاسبه وزن عملگر  $OWA$  وجود دارد. در روش اول، بردار وزن با استفاده از داده های نمونه تعیین می شود. در روش دوم، بردار وزن با استفاده از کمیت سنج های زبانی محاسبه می شود. روش اول به  $neat\ OWA$  معروف است. در این روش، وزن داده ها به صورت تابعی از مقادیری که می خواهند با یکدیگر جمع گردند محاسبه می شود که از رابطه زیر بدست می آید:

$$w_i = \frac{x_i^a}{\sum_i x_i^a}, \quad a \geq 0 \quad (5)$$

در نتیجه فرمول (۶) حاصل می گردد:

$$neat\ OWA_n(x_1, \dots, x_n) = \frac{\sum_i x_i^{a-1}}{\sum_i x_i^a}, a \geq 0 \quad (6)$$

پارامتر  $a$ ، پارامتر تصمیم است که می تواند براساس تجربیات تصمیم گیر معین شده و یا جایگزین درجه عملگر  $orness$  و  $andness$  شود. اگر  $a=0$  در نظر گرفته شود، عملگر به یک عملگر میانگین گیری ساده تبدیل می شود و اگر  $a = \infty$  در نظر گرفته شود، عملگر به یک ماکزیمم تبدیل می شود. با استفاده از این روش می توان بردار وزن را مستقیماً از مقادیری که می خواهند با یکدیگر جمع شوند بدست آورد. این روش زمانی مناسب است که تصمیم گیر به طور تلویحی تمایل داشته باشد که عملگر جمع، هیچکدام از عملگرهای  $or$  و  $and$  نباشد. در روش دوم که توسط  $Yager$  پیشنهاد شده است، برای محاسبه بردار وزن از کمیت سنج های زبانی استفاده می گردد که از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{n}\right) - Q\left(\frac{i-1}{n}\right), \quad i = 1, \dots, n \quad (7)$$

که  $i$  شماره شاخص و  $n$  تعداد شاخص ها می باشد.  $Q$  نیز یک کمیت سنج زبانی است که مفهوم اکثریت فازی را منعکس نموده و برای محاسبه بردار وزن عملگر جمع می استفاده می شود و به صورت ذیل نشان داده می شود:



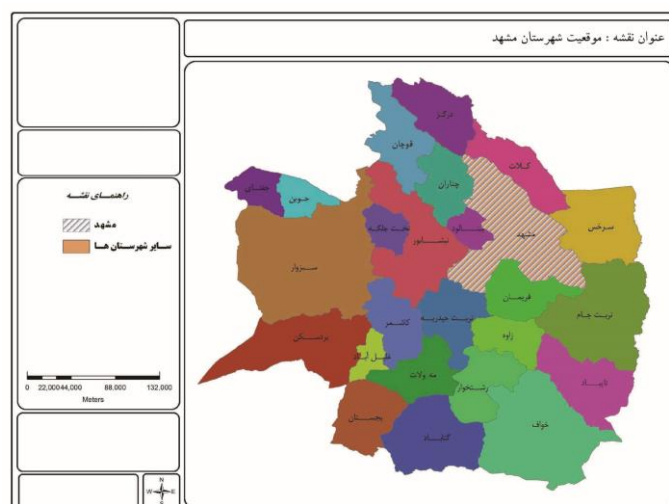
$$Q(r) = \begin{cases} 0 & \text{if } r < a \\ \frac{r-a}{b-a} & \text{if } a \leq r \leq b \\ 1 & \text{if } r > b \end{cases} \quad (8)$$

که (a,b) بازه کمیت سنج هستند. برای مثال، بازه کمیت سنج های «بیشترین»، «حداقل نمی»، «تا حد ممکن» به ترتیب برای (0/3,0/8) و (0,0/5) و (0/5,1) می باشد. برای تعیین شکل منحنی کمیت سنج ها، استخراج قوانینی از مطلوبیت های تصمیم گیران لازم است. براساس این قوانین که در یک سیستم هوشمند بررسی می شوند پارامترهای رابطه منحنی  $Q(r)$  با  $r$  مشخص می گردد. در صورتی که بتوان تابع  $Q$  را براساس ذهنیات تصمیم گیرنده تعریف کرد مقادیر وزن ها از روی منحنی آن قابل استخراج است. علاوه بر این، رابطه مطلقا یکنوای  $Q(r) = r^a$ ,  $a \geq 0$  نیز دارای کاربرد زیادی در محاسبه تابع عضویت یک کمیت سنج می باشد. لازم به ذکر است که تابع  $Q$  رابطه بسیار نزدیکی با مقدار خوش بینی دارد:

$$orness(w) = \int_0^1 Q(r) dr = \int_0^1 r^a dr = \frac{1}{a+1} \quad (9)$$

اگر  $a > 1$  باشد،  $orness(w) < 0.5$  خواهد شد که میزان بدبینی و یا ریسک گریزی تصمیم گیرنده را نشان می دهد. همچنین، اگر  $a = 1$  در نظر گرفته شود،  $orness(w) = 0.5$  خواهد شد که معرف تصمیم گیری خنثی است. و در نهایت اگر  $a < 1$  باشد،  $orness(w) > 0.5$  خواهد بود که معرف تصمیم گیری خوش بینانه و یا ریسک پذیر می باشد. یک ویژگی مهم عملگر OWA این است که می توان با استفاده از یک ماتریس تصمیم، جواب های متعددی براساس خصوصیات ذهنی تصمیم گیرندگان ایجاد کند. به بیان دیگر، عملگر OWA خصوصیات ذهنی تصمیم گیرنده را در برآورد مقادیر تجمیعی لحاظ می کند در حالیکه بسیاری از عملگرهای تجمیعی دیگر فاقد این خصوصیت مهم هستند [27].

### ۳-۷- منطقه مورد مطالعه



شکل ۱- موقعیت شهرستان مشهد (منبع: استانداری خراسان رضوی)

ویژگی اقلیمی این منطقه شامل تابستان های طولانی خشک و گرم و زمستان های سرد و کوتاه می باشد [28]. شهرستان مشهد حدود ۸۰۰ کیلومتر مرز مشترک با کشور ترکمنستان دارد و مهمتر آن که راه آهن سرخس- مشهد این شهر را با ترکمنستان مرتبط کرده



دوره نهم فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

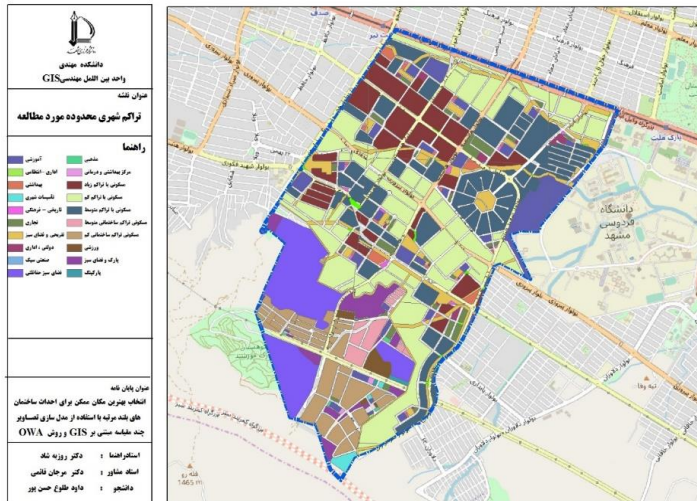
March 07-08 2019



است و یادآور جاده ابریشم در گذشته می باشد [29]. تراکم جمعیت در این شهر ۹۶ نفر در هکتار است. هرم سنی جمعیت شهر مشهد در سال ۱۳۹۵، نشان می دهد که بیشترین تعداد افراد در گروه های سنی ۲۹-۲۵ ساله و ۲۴-۲۰ ساله قرار دارند. موضوع مذکور بیان گر بالا رفتن قاعده هرم به سمت سنین بالاتر است [5]. با توجه به سرشماری های انجام شده در دهه های اخیر ملاحظه می شود که جمعیت شهر مشهد رشد بسیار چشمگیری داشته است. علت رشد سریع جمعیت این شهر علاوه بر استعدادهای طبیعی مناسب، تاثیر جاذبه های شهری، رشد صنایع و خدمات و همین طور جاذبه های زیارتی، تفریحی و توریستی بوده است. از طرف دیگر می توان سرعت شهرنشینی در مشهد را با دو مقوله جمعیت و مساحت بررسی کرد. برآوردهای انجام شده حاکی از آن است که جمعیت شهر مشهد در سال ۱۲۷۰ هجری شمسی حدود ۴۵ هزار نفر و مساحت آن حدود ۷,۵ کیلو متر مربع بوده است. طی یک دوره ۴۰ ساله یعنی در سال ۱۳۱۰ جمعیت شهر به ۱۰۰ هزار نفر و مساحت آن ۱,۵ برابر شده است. در سرشماری سال ۱۳۳۵ جمعیت شهر ۲۴۲ هزار نفر بوده است که در این زمان مساحتی معادل ۱۶ کیلومتر مربع داشته است. بدین ترتیب در دوره ۲۵ ساله ۱۳۱۰-۱۳۳۵ جمعیت حدود ۲,۵ برابر و مساحت ۱,۵ شده است. از دهه ۱۳۴۰ که آغاز رشد سریع شهرنشینی در ایران می باشد، رشد جمعیت شهر مشهد شتاب تازه ای پیدا می کند. در سرشماری های ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ مساحت شهر به ترتیب ۳۳ و ۷۸ و ۲۲۰ کیلومتر بوده است. به عبارت دیگر در دوران قبل از دهه ۱۳۴۰ جمعیت شهر مشهد در هر ۳۵ تا ۴۰ سال ۲ برابر می شد، در حالی که از این دوره به بعد جمعیت شهر طی هر ۱۰ سال ۲ برابر می شود. هماهنگ بودن آهنگ رشد جمعیت و افزایش میزان مساحت شهر که ناشی از افزایش میزان جمعیت شهر می باشد در توسعه و گسترش شهر بسیار حائز اهمیت است [5].

### ۳-۸- داده ها مورد نیاز

- نقشه تفکیکی کاربری و تراکم گذاری املاک: در لایه مذکور، نقشه منطقه مورد مطالعه با توجه به کاربری املاک و همچنین تراکم گذاری جهت اخذ پروانه ساخت نشان داده شده است. مطابق بر قوانین شهرداری مشهد، فقط در زمین های با تراکم زیاد امکان تعریف و ساخت ساختمان های بلندمرتبه وجود دارد که البته امروزه در زمین های با تراکم متوسط نیز، پروانه احداث ساختمان های بلندمرتبه صادر شده است (بعنوان نمونه: برج مسکونی نبش کوثر ۱۸ با ۲۱ طبقه).



شکل ۲- موقعیت زمین های مطابق با کاربری و تراکم شهری

- نقشه تفکیک عرض معابر عمومی منطقه مورد مطالعه: در این لایه، به بررسی عرض معابر منطقه مورد مطالعه می پردازیم. شایان ذکر است، هر چقدر عرض معبر بیشتر باشد امکان اخذ طبقات بیشتر، میسرتر است. همچنین، از نظر روانی مشتریان علاقه بیشتری برای خرید ملک در خیابان های پهن تر دارند.



دبیرخانه علمی فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

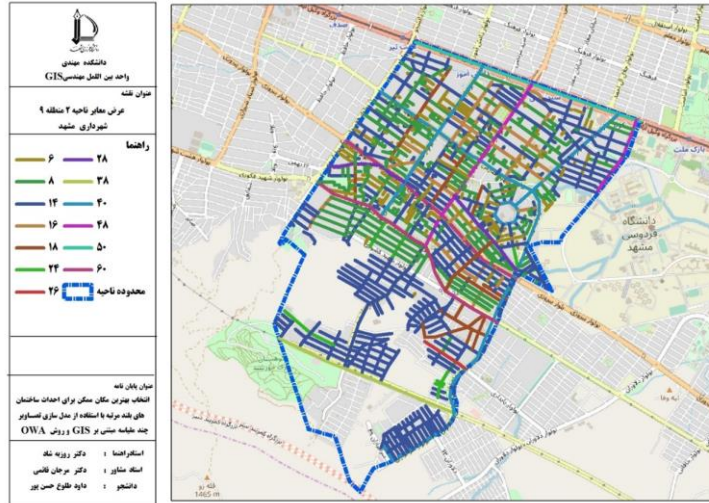
با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

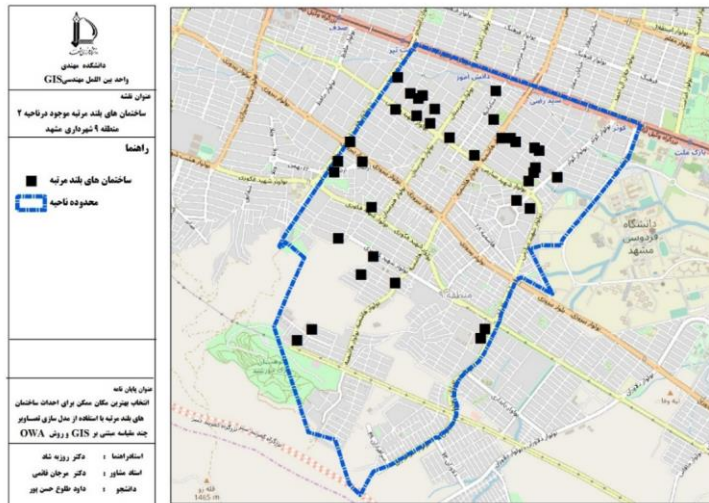
HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



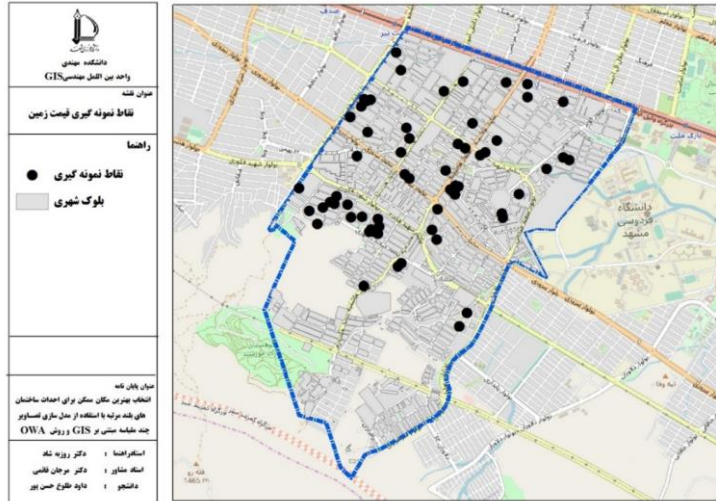
شکل ۳- نقشه تفکیکی عرض معابر در ناحیه ۲ منطقه ۹

- نقشه مکان یابی شده ساختمان های بلندمرتبه ( با طبقات بیشتر از ۱۰ ): جانمایی ساختمان های بلندمرتبه احداث شده اهمیت فراوانی در مکان یابی و تعریف و احداث ساختمان های بلندمرتبه جدید خواهد داشت. همانطور که در شکل (۴) مشخص شده، تراکم ساختمان های بلندمرتبه احداث شده و یا در حال احداث در محدوده خیابان های گلشن، هاشیمه ۱۰، حاشیه صارمی و کوثر بسیار زیاد می باشد. در نهایت، می توان گفت که محدوده های بیشترین تراکم ساختمان های بلندمرتبه احداث شده و یا در حال احداث حد فاصل بین خیابان صارمی و بلوار وکیل آباد واقع شده است.



شکل ۴- نقشه مکان یابی برج ها و ساختمانهای بلندمرتبه

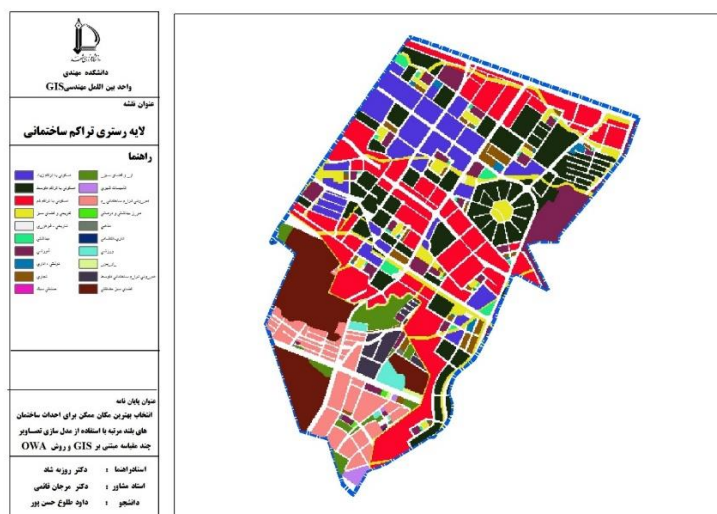
- نقشه محدوده قیمت گذاری شده زمین در ناحیه ۲ منطقه ۹: جهت قیمت گذاری در منطقه مطالعه به دو روش : گمانه زنی مناطق مختلف منطقه مورد مطالعه از کارشناس مرتبط ( فروشندگان املاک و مستقلات) و بررسی روند حرکت قیمت ها در فاصله زمانی ۵ ساله با استفاده از مقالات مرتبط در روزنامه خراسان و سایت های خبری معتبر ، انجام پذیرفت. شکل (۵)، نقاط گمانه زنی شده براساس روش های فوق می باشد.



شکل ۵- نقشه نقاط برداشت قیمت های زمین

۹-۳- خروجی پهنه بندی به کمک OWA

انتخاب جامعه آماری در این تحقیق نیازمند استفاده از نظرات گروه های مختلف از جمله افراد مرتبط با بحث احداث ساختمان ها بلندمرتبه می باشد. همچنین، روش نمونه گیری مورد استفاده نمونه گیری طبقاتی انتخاب شده است. در این پژوهش، با توجه به گزینه های مورد بررسی، نمونه ها در ۴ طبقه شامل: ۱- متخصصان دانشگاهی و مهندسی مشاور ۲- کارشناسان شهرداری ۳- کارشناسان اداره راه و شهرسازی خراسان رضوی ۴- سرمایه گذاران و فعالان اقتصادی در عرصه صنعت بلندمرتبه سازی در نظر گرفته شده است و در مجموع جهت انجام تحلیل سلسله مراتبی از ۵۰ نفر از کارشناسان و متخصصان شهرستان و استان خراسان رضوی با سابقه حرفه ای ۷ تا ۲۵ سال و بازه سنی ۳۵ تا ۵۵ سال، استفاده شد. در نهایت، با پهنه بندی به دست آمده از مدل AHP-OWA محدوده ناحیه ۲ منطقه ۹ شهرداری مشهد به ۵ طیف طبقه بندی می گردد.



شکل ۶- نقشه فایل رستری نهایی تراکم شهری به دست آمده



دیریناژ واهی فناوری های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

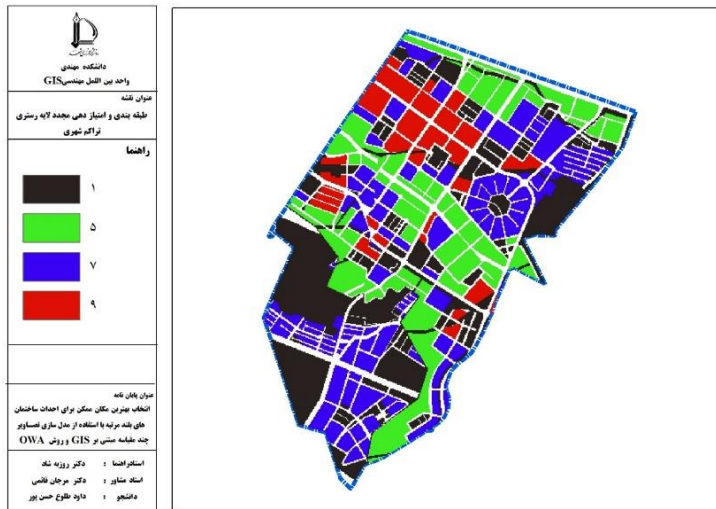
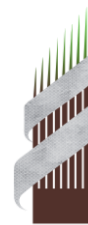
با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



شکل ۷- نقشه کلاس بندی و امتیازدهی نهایی فایل رستری تراکم شهری

#### ۴- نتایج

در این پژوهش، حجم تراکم ساختمان های مرتفع شهری (ترکیبی از نقشه های کاربری زمین و جزئیات ساختمان های مرتفع) به عنوان شاخص اصلی تغییرات مورفولوژی شهری (در ۱۰ سال اخیر) به کمک روش OWA محاسبه شد. پس از مدل سازی سه بعدی منطقه مورد مطالعه با طبقه بندی ساختمان ها و آنالیز شاخص مذکور در محیط GIS سه بعدی، میزان تغییرات تراکم گسترش احداث ساختمان های بلندمرتبه (شاخص حجم تراکم شهری) در ده سال اخیر به دست آمد. مهمترین ویژگی این دوره افزایش بی رویه قیمت زمین و فروش تراکم در پی تقاضای فزاینده جهت احداث ساختمان های بلندمرتبه می باشد. همچنین، در کنار این موضوع باید به گسترش بی رویه افقی شهر مشهد نیز در این دوره، اشاره نمود که بیش از هر زمان دیگری استفاده بهینه از زمین و گسترش عمودی شهر، به جای توسعه افقی مد نظر قرار گرفت. با توجه به معیارهای مانند کاربری، تراکم و کاربری بلوک های مجاور، مکان احداث ساختمان های مذکور بررسی گردد. همچنین، در تعیین مکان ساختمان های مرتفع، توجه به پارامترهای حفظ خط آسمان شهر و سایه اندازی (سایه ناشی از ارتفاع زیاد ساختمان های بلندمرتبه در زمین های مجاور)، بسیار حائز اهمیت می باشند. از این رو لازم است که سازندگان، سرمایه گذاران و سیاست گذاران شهری، قبل از انجام هرگونه فعالیت و احداث ساختمان های بلندمرتبه، مکان احداث را براساس مطالعات امکان سنجی، مورد بررسی دقیق و جامع قرار دهند.

#### مراجع

- [۱] م. مبهوت، و ن. سروش، س. رحمانی، (۱۳۹۲)، ارزیابی اثرات مثبت و منفی بلند مرتبه سازی با توجه به اهداف توسعه پایدار شهری، نمونه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد
- [۲] رف. هودی و ع. محمدی، (۱۳۸۰)، تأثیر احداث ساختمان های بلند مرتبه بر کاربری های شهری، منطقه ۱، ۲ و ۳ تهران، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴
- [۳] ز. عادل، و ع. سرده، (۱۳۹۰)، مکان یابی ساختمان های بلند مسکونی در قزوین با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP) و GIS، مقاله ارائه شده در سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد
- [۴] مقررات شهرسازی و معماری و طرح های توسعه و عمران مصوب شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، (۱۳۸۸)، انتشارات توسعه ایران، تهران
- [۵] مرکز آمار ایران، (۱۳۹۵ - ۱۳۳۵)، نتایج سرشماری عمومی ۱۳۹۵ - ۱۳۳۵، تهران.



دیریندازه‌های فناوری‌های نوین صنعت ساختمان

پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان

با رویکرد بلندمرتبه سازی

۱۶ و ۱۷ اسفند ماه

The 5<sup>th</sup> National Conference on Modern Construction Technologies

HIGH-RISE BUILDING

March 07-08 2019



- [۶] م. رهنما و ف. رزاقیان، (۱۳۹۲)، مکان‌یابی ساختمان‌های بلند مرتبه با تاکید بر نظریه رشد هوشمند شهری در منطقه ۹ شهرداری مشهد، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره ۹.
- [۷] ع. ضیافتی بافراسست، (۱۳۸۷)، اصول و معیارهای شهرسازی در برج سازی، انتشارات سخن گستر و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
- [۸] ع. متکان و ع. شکیبیا و ح. پورعلی، (۱۳۹۰)، کاربرد GIS در مکان‌یابی پارکینگ‌های طبقاتی با استفاده از OWA در منطقه ۱ تهران، دانشگاه شهید بهشتی تهران
- [۹] ز. عادل، و ع. سردره، (۱۳۹۰)، مکان‌یابی ساختمان‌های بلند مسکونی در قزوین با استفاده از فرایند سلسله مراتبی (AHP) و GIS، مقاله ارائه شده در سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، مشهد
- [10] M.Zhang, G.Han, (2012), Application of Spatial Decision Support System in Real Estate Appraisal, Yangzhou University, China
- [11] S.Drobne, A.Lisec, (2009), Multi-attribute Decision Analysis in GIS Weighted Linear combination and ordered weighted averaging, University of Ljubljana, Slovenia
- [۱۲] م. رهنما و ح. آقاجانی و م. فتاحی، (۱۳۹۱)، مکان‌یابی محل دفن زباله با ترکیب روش OWA و GIS در مشهد، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سوم
- [۱۳] م. رهنما، و غ. عباس زاده، (۱۳۸۷)، اصول میانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد
- [۱۴] م. عزیز، (۱۳۸۳)، تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تعیین تراکم شهرها)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- [۱۵] م. بمانیان، (۱۳۷۷)، بررسی عوامل موثر بر شکل‌گیری ساختمان‌های بلند مرتبه در ایران، پایان‌نامه.
- [۱۶] ح. تولایی، ب. نوین، (۱۳۷۱)، فضای شهری و روابط اجتماعی و فرهنگی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- [۱۷] م. عزیز، (۱۳۸۳)، تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تعیین تراکم شهرها)، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- [۱۸] م. متولی، (۱۳۸۷)، معیارهای شناخت مکان بهینه بلند مرتبه سازی، نمونه موردی: شهر سمنان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سمنان.
- [۱۹] ف. کازرونی حقیقت و ش. نوذری، (۱۳۷۲)، نگاهی به ساختمان‌های بلند تهران، انتشارات سازمان مشاور فنی و مهندسی شهرداری تهران، واحد تحقیقات
- [۲۰] م. وحیدی، (۱۳۸۰)، تاثیر افزایش ارتفاع در هزینه احداث بنا و کاربری زمین‌های شهری، فصلنامه آبادی، شماره ۷
- [۲۱] م. ادب‌خواه، (۱۳۸۱)، تعیین تراکم ساختمانی با توجه به ظرفیت شبکه سواره، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- [۲۲] مهندسين مشاور شهرساز و معمار پارت، (۱۳۸۰)، منطقه‌بندی و تعیین محدوده‌های دارای پتانسیل برای بلند مرتبه سازی در شهر مشهد، شهرداری مشهد.
- [۲۳] م. مهدی‌نیا، (۱۳۸۲)، معیارهای شناخت مکان بهینه بلند مرتبه سازی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- [24] P.Gorsevski, K.Donevska, (2012), Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection\_ A case study using ordered weighted average, Bowling Green University.
- [25] J.Chen, X.Zhang, Q.Zhu, (2011), Multi-Objective Decision Making for Land Use Planning with OWA method, Hebei united University, Tangshang
- [۲۶] ژ. طالبی، (۱۳۷۳)، راهنمای طراحی و معماری ساختمان‌های بلند تهران، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- [۲۷] م. طبیبی، س. تجری، م. فرخ زاده، (۱۳۹۲)، تحلیل فضاهای شهری در بلندمرتبه‌سازی پایدار با استفاده از AHP، SAW و GIS مقاله ارائه شده در اولین کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار، مشهد
- [28] C.Mignard, C.Nicolle, (2014), Merging BIM and GIS using ontologies application to urban facility management in ACTIVE3D, University of Bourgogne, France.
- [29] M.Jelokhani, J.Malczewski, (2015), A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem A case study, Western University, London.
- [30] E.Koomen, R.Kaufholz, (2004), 3D-GIS and urban volume Applying the third dimension in a morphological study of the amsterdam urban landscape, Vrije Universiteit Amsterdam
- [31] N.Yusofi, A.Noor, (2014), City skyline conservation sustaining the premier image of Kuala Lumpur, University Technology MARA, Malaysia.