پنجمین همایش فن آوری های نوین صنعت ساختمان
با رویکرد بلندمرتبه سازی
۱۶ و ۱۷ اسفند ماه
The 5th National Conference on Modern Construction Technologies
HIGH-RISE BUILDING
March 07-08 2019

ارزیابی مکانی ساختمان‌های بلندمرتبه شهر مشهد به کمک مدل‌سازی سه بعدی چند مقیاسه در GIS

روزبه شاد[۱]*،حسین اعتمادفرد[۲]، مرجان قائمی[۳]

۱- استادیار گروه عمران دانشگاه فردوسی مشهد، r.shad@um.ac.ir
۲- استادیار گروه عمران دانشگاه فردوسی مشهد، etemadfard@um.ac.ir
۳- مدرس گروه مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، mghaemi270@gmail.com

چکیده

فرآیند بلندمرتبه‌سازی در شهر مشهد قبل از انقلاب و از اوایل دهه ۵۰ با کاربری هتل و آپارتمان‌های مسکونی رونق پیدا کرد. این روند تا به امروز با شتاب فراوانی درحرکت بوده، به طوری که امروزه در هر گوشه شهر مشهد برج‌ها و ساختمان‌های بلندمرتبه فراوانی با کاربری‌های متفاوت رویت می‌شوند. عامل مهمی که در ساختمان‌های بلندمرتبه باید به آن توجه نمود، ارزیابی توزیع بهینه ساختمان‌های بلند مرتبه در سطح شهر می باشد. این عامل بر مورفولوژی شهری تاثیر گذار بوده، به‌طوری که با اختصاص هدفمند و برنامه‌ریزی شده فضاهای شهری، پیامدهای زیان بار تراکم شهری را در راستای اهداف توسعه پایدار می‌توان کاهش داد. لذا در این مقاله با توجه به هدف حرکت به سوی تحقق توسعه پایدار شهری، پس از ارزیابی معیارهای تاثیرگذار در مکان‌های ساختمان‌های بلند مرتبه در شهر مشهد، راهکارهایی مشخص برای مدیریت و سازماندهی تصمیم‌های شهر ارائه می‌گردد. در این راستا، ابتدا وضعیت موجود ساختمان‌های بلند مرتبه در شهر مشهد از دیدگاه‌های مختلف بررسی شده و پارامترهای طراحی و برنامه‌ریزی توزیع بهینه در سطح شهر مشخص می‌گردند. سپس، معیارهای احداث ساختمان‌های بلندمرتبه به کمک تصمیم‌گیری چند معیاره رتبه‌بندی شده و پس از تلفیق، بهترین گزینه‌ها با استفاده از مدل‌سازی سه بعدی چند مقیاسه تعیین می‌گردد. نتایج پیاده‌سازی در ناحیه ۲ منطقه ۹ شهرداری مشهد نشان دهنده آن است که روش OWA در محیط GIS راهکارهای عملیاتی مناسبی را پیشنهاد می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: ساختمان بلندمرتبه، مدل‌سازی سه‌بعدی، تصمیم‌گیری چندمقیاسه، سیستم اطلاعات مکانی.

۱- مقدمه

روند شتابان افزایش جمعیت شهری و در نتیجه رشد سریع شهرنشینی باعث نیازمندی هر چه بیشتر توسعه فضایی شهرها شده است. شهرها به صورت افقی یا عمودی توسعه می‌یابند. از این طریق، فضای لازم را جهت سکونت و فعالیت در اختیار ساکنین شهری قرار می‌دهند. گسترش افقی و پراکنده شهرها باعث از بین رفتن اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی اطراف شهرها شده و همچنین فشار اکولوژیکی بر محیط را افزایش می‌دهد، علاوه براین در بسیاری از موارد عوارض طبیعی امکان رشد افقی شهر رامحدود می‌کنند. بنابراین امروزه مفهوم شهر فشرده در پاسخ به مسائل فوق مطرح شده است. رشد فشرده شهری مستلزم رشد در ارتفاع و تغییر الگوی ساخت و ساز شهری می‌باشد. بنابراین می‌توان‌گفت که استفاده بهینه از زمین و رفع مشکلات مربوط به سیما، فضا و حمل و نقل شهری و نظیر آن، بلندمرتبه سازی و یا الگوی شهر فشرده را در راستای توسعه پایدار دربسیاری ازکشورهای پیشرفته و درحال توسعه مطرح کرده است. در بسیاری از شهرهای این کشورها، تعریف و ساخت ساختمانهای بلند مرتبه در راستای تحقق اهداف فوق،

اجرا شده است. به عنوان نمونه در شهر مکه که اولین کلان شهر مذهبی دنیا می باشد و از نظر ساختار و بافت فرهنگی به شهرمشهد نزدیک است، طبق طرح توسعه شهری MACCE2020تا سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۱۰ آسمان خراش در آن ساخته خواهد شد. در نتیجه نیاز رو به فزونی این کلان شهر مذهبی دنیا را پاسخگو خواهد بود. بنابراین در راستای حل مسائل امروزی و آینده شهری،راهبرد شهر فشرده و یا ساخت پروژه های بلندمرتبه را می توان محور توسعه آتی شهرها قرار داد [1]. هرچندکه این گونه بناها، اغلب مورد انتقاد واقع می شوند،اما با توجه به ضرورت های توسعه شهری، ظهور دائمی خود را به اثبات رساند و به عرصه فعالیت خود نیز افزوده‌اند[2]. به این ترتیب ساختمان‌های بلند مرتبه به یکی از نمادها و الزامات کلان شهرهای قرن ۲۱ تبدیل شده‌اند. اما سوالی که پیش خواهد آمد این است که ساختمان‌های مذکور باید در چه مکان هایی بنا شوند. در حقیقت چه مکان‌هایی برای بلندمرتبه‌سازی مناسب بوده و در انتخاب مکان چه معیارهایی حائز اهمیت می‌باشند. لذا،در آینده شهرها، نحوه مکانیابی ساختمان‌های مذکور از اهمیت خاصی برخوردار است. در سال‌های اخیر بلندمرتبه‌سازی درکشور ایران گسترش زیادی یافته است. در این راستا، به مشخصات مکانی پدیده مذکورکمتر توجه شده است. بی توجهی به این گونه مسائل، نتایج منفی و زیانباری را (بیش از اثرات مثبت بلندمرتبه‌سازی) به همراه خواهد داشت. چه بسا، عدم توجه به مکان گزینی صحیح بلند مرتبه‌ها موجب نارساهایی از قبیل ایجاد بارترافیکی شدید، عدم تامین امکانات مورد نیاز شهری، مغایرت با بافت منطقه و نظیرآن، شده و اتفاقی فاجعه‌انگیز در اثر ایجاد این‌گونه بناها رخ دهد[3]. همچنین، پدیده مذکور ممکن است که خود باعث ایجادگره‌های کور شهری و ایجاد چرخه‌های معیوب مدیریت شهری گردد[4]. لذا، تمرکز پژوهش پیش‌رو، انتخاب بهترین محل ممکن برای احداث ساختمان‌های بلندمرتبه با استفاده از مدل‌سازی چند مقیاسه ساختمان‌ها و روش مرتب سازی وزن‌ها (OWA) می‌باشد. این فرآیند در محیطGIS سه بعدی و در ناحیه ۲ منطقه ۹ شهرداری مشهد انجام می‌گیرد.

۲- پیشینه تحقیق

در سال ۱۳۸۰، مهندسین مشاور شهرساز و معمار پارت طرح منطقه‌بندی و تعیین محدوده‌های دارای پتانسیل بلندمرتبه‌سازی درشهر مشهد را انجام دادند. این طرح وضع موجود شهر مشهد را با توجه به مناطق مختلف شهری مورد مطالعه قرار داده است. بدین نحو که مناطق ۱۲ گانه به لحاظ معیارهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کالبدی، فضایی و زیست محیطی مورد مطالعه قرار گرفتند. این معیارها هر یک دارای زیرشاخه‌هایی هستند که با توجه به آن‌ها تحلیل و رتبه بندی می‌شوند. نتایج نشان دادند که منطقه ۱ شهرداری مشهد، دارای بیشترین پتانسیل برای بلندمرتبه سازی بوده و منطقه ۹ و ۱۱ نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین عزیزی [5] درکتابی 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 می‌گیرد. همچنین، ابعاد مختلف تراکم شهری از نظر اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، فضایی و زیست محیطی تحلیل گردیده و عوارض ناشی از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در سال ۱۳۸۴، طلایی و همکاران در مقاله-ای سازگاری زمین با تراکم شهری را ارزیابی نمودند. در این پژوهش، توسعه شهر در جهت عمودی، در یکی از مناطق پرتراکم شهر تهران درمحیط GIS بررسی گردید. در نهایت نتایج به دست آمده نشان دادند که در مناطق با تراکم شهری بالاتر احداث ساختمان-های بلندمرتبه تصمیم مناسبتری خواهد بود. منعام در سال ۱۳۸۶ در پایان نامه کارشناسی ارشد خود اثرات کالبدی- فضایی بلندمرتبه سازی را در شهر همدان بررسی نمود. سپس مشکلات بلندمرتبه سازی مانند افزایش ازدحام، آلودگی زیست محیطی، کاهش دسترسی به هوای آزاد و نور خورشید را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. ضیافتی بافراست درکتابی تحت عنوان اصول و معیارهای شهری در برج سازی، مباحثی مانند انواع ساختمان‌های بلندمرتبه، پیشینه احداث آنها، اصول و معیارهای شهری مرتبط و عوامل تاثیرگذار در سازه‌های بلند را مطرح نمود[6]. ولفگانگ در سال ۱۹۹۶ در کتابی تحت عنوان"مسائل اساسی بلندمرتبه‌سازی"

به طورکلی مسائل فنی و مهندسی مانند: تاثیرات نیروی باد، زلزله، بارهای دینامیکی و ترکیب بارها را در احداث ساختمان های بلندمرتبه مورد بررسی قرار داد. سپس، عوامل مهندسی موثر بر رفاه ساکنین ساختمان‌های مرتفع شامل سیستم تاسیسات، تهویه مطبوع ، نحوه نورگیری و حمل و نقل درون ساختمان را بیان کرد. در نهایت، بااستفاده از موارد مذکور و بررسی معضلات بعضی از ساختمان‌های بلندمرتبه احداث شده در کلان شهرهای دنیا، شاخص‌هایی جهت طراحی اشکال و مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه پیشنهاد گردید. کروس در سال ۲۰۰۳، ساختمان‌های مختلف و مهم شهری مانند: موزه‌ها، اماکن تاریخی، شهرداری، مکان‌های خرید و تفریح و نظیر آن را در محیطGIS سه بعدی مدل سازی نمود. در این راستا، از فرآیند مذکور جهت مکان‌یابی دقیق و موثر ساختمان‌ها در دو کلاس "مهم" و "با اهمیت زیاد" استفاده نمود. محقق مذکور سعی نمود که فضای بسیار نزدیکی را به واقعیت منطقه مورد مطالعه مدل‌سازی نماید. همچنین، در همان سال بیلن و زلاتانوا، نقشه سه بعدی از زمین‌های مزروعی را تهیه کرده و از آن برای مصارف مالیاتی استفاده نمودند. در پژوهش مذکور عواملی نظیر املاک مزروعی، حجم و میزان ساختمان-های موجود و همچنین وسعت و مساحت زمینهای مزروعی را به عنوان معیارهای مالیاتی در نظر گرفتند. با توجه به معیارهای مذکور و مدل‌سازی انجام شده، محققین بدین نتیجه رسیدند که رابطه مستقیمی بین میزان مالیات برای واحدهای مزروعی و معیارهای مذکور وجود دارد. به عنوان نمونه می‌توان گفت که ابعاد بزرگتر زمین مزروعی مشمول مالیات بیشترخواهد بود. همچنین، اطلاعات مکانی دقیقی از زمین‌های مزروعی منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شده و پس از مدل‌سازی در محیط GIS، آنالیز گردید. در ادامه، میزان مالیات هر واحد مزروعی به صورت دقیق و مناسب معلوم گردید. فرآیند مدل‌سازی سه بعدی با داشتن مزایایی نظیر ایجاد تصویر بصری نزدیک به واقعیت از محیط مورد مطالعه، قابلیت بررسی وضعیت موجود در چندین بعد، کاهش حجم داده‌های مورد نیاز و بررسی آسان و سریع معیارهای شهرسازی (مانند حفظ خط آسمان، سایه‌اندازی و مورفولوژی شهری)، روشی مناسب جهت آنالیز های مکانی می‌باشد.کومن و همکاران، تحقیقی پیرامون بررسی شاخص مورفولوژی شهری در تمامی ابعاد در محیط GIS سه بعدی انجام دادند[7]. دراین پژوهش، حجم تراکم ساختمان‌های مرتفع شهری (ترکیبی از نقشه‌های کاربری زمین و جزئیات ساختمان‌های مرتفع) به عنوان شاخص اصلی تغییرات مورفولوژی شهری (در ۵۰ سال اخیر) در شهر آمستردام ذکر شد. 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 ساختمان های بلندمرتبه بسیار حائز اهمیت می باشد[8]. 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 روشAHP معیارهای وزن‌دار شده و پس از آنالیز در محیط GIS، بهترین گزینه ممکن جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه پیشنهاد داده شد. در سال ۲۰۱۳ میلادی، بن سل کاربردهای GIS در صنعت ساختمان، بلند مرتبه‌سازی و صنعتی‌سازی مورد بررسی قرار داد و توانست رابطه مستقیم بین مکان یابی مناسب پروژه‌ها و منابع توزیع یا تولید مصالح، در هنگام تعریف پروژه‌های بلندمرتبه سازی را نشان دهد. در شهر کوالالامپور با استفاده از مدل‌سازی سه بعدی و GIS توانستند محدوده‌ای را جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه مشخص کنند[9]. بدین ترتیب که محدوده مذکور تعارضی با حفظ خط آسمان شهر نداشته باشد.

۳- مواد و روشها

ساخت بناهای بلند از ابتدای شکل‌گیری تمدن‌های بشری، تاکنون توجه انسان را به خود معطوف داشته است. جایگاه این توجه عمدتا منشأ مذهبی، سیاسی و اجتماعی داشته است(به عنوان مثال اهرام‌ثلاثه مصر،کولوسیوم روم و تخت جمشید). ساخت بناهایی مانند معابد،کاخ‌ها و قلعه‌ها به صورت تک‌بنایی مرتفع در مرکز شهر، نشانگر تسلط و حاکمیت مطلق در فضای شهری پیرامون بنا مذکور، بوده است. همچنین، امروزه بسیاری از سازه‌های بلندمرتبه با طراحی متفاوت و خاص، به عنوان نشانه یک شهر یا کشور مدنظرقرارمی‌گیرد. به عنوان نمونه، برج میلاد نشانه شهر تهران و برج ایفیل شاخصه پاریس می‌باشد. براساس نظر مورخان، نخستین

ساختمان‌های بلند مسکونی مربوط به روم باستان است که در قرن سوم قبل از میلاد به تدریج با افزایش جمعیت شهرها احداث شده است[10]. وقوع انقلاب صنعتی اروپا و تحولاتی که به دنبال آن در قرون هیجده و نوزده میلادی روی داد، تغییرات بنیادین در روش زندگی مردم به وجود آورد. همزمان با پدیده مذکور، وقوع اختراعات و اکتشافات متعدد این روند را تسریع نمود.این تحولات سبب ایجاد شهرهای جدید وگسترش سریع بسیاری ازشهرهای موجودگردید. به دنبال آن بهره‌گیری از ساختمان‌های بلند با شیوه امروزی به عنوان یکی از راه‌حل‌های توسعه شهری مورد توجه قرارگرفت[3]. ساختمان‌های بلندمرتبه در اثر رشد روزافزون جمعیت،کمبود وگرانی زمین و مشکلات ناشی از توسعه افقی شهرها،به منظور بهره‌برداری از زمین‌های مرکزی شهر و توجه به اقتصاد رو به رشد شهرها رواج یافتند. مزایای و محسنات این روش، علاوه برکاربری‌های اداری و تجاری در مراکز شهرها، به تدریج دامن-گیرکاربری-های مسکونی نیز شده و به مناطق پیرامونی شهر گسترش یافت[11]. به طورکلی می‌توان بیان کرد که توسعه عمودی شهر یا الگو شهر فشرده می‌تواند به بسیاری از معضلات شهری مانندکمبود زمین، ترافیک، هزینه‌های تأسیسات شهری، رشد بی رویه افقی شهرها و آسیب وارده بر محیط زیست پاسخ دهد[12]. به این ترتیب ساختمان‌های بلند مرتبه به یکی از نمادها و الزامات کلان شهرهای قرن۲۱ تبدیل شده‌اند. 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 می‌توان امکان استفاده مناسب‌تر از بناهای بلندمرتبه را ایجاد نمود. به طورکلی 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 فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی در شهرهای بزرگ است[3]. در ایران نیز بیش از نیم قرن است که بلند مرتبه سازی خصوصا درکلان شهرها و شهرهای بزرگ به-کارگرفته 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 قرارگرفته است. همچنین، موضوع مذکور به عنوان یکی از سیاست ها مناسب در جهت پاسخ به نیاز مسکن جمعیت رو به رشد شهرها، گسترش یافته است. ایجاد ساختمان ها و برج های بلند مسکونی در انواع مختلف، بلند و نیمه بلند و به شکل گسسته و پیوسته درشهرهای گوناگون کشور گویای صحت این موضوع می باشد[11]. 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 تأترها، مراکز خریداختصاصی و حتی فضاهای عمومی (مانندپارکینگ متناسب با زیربنای واحد یا فضای سبزکافی) به عنوان صرفه جویی از طرح های اولیه حذف شده و به واحدهای مسکونی تبدیل شده اند. در این میان حتی بحث تداخل و تعارض های فرهنگی نیز مورد بی توجهی قرارگرفته است[10].

در آغاز این دوره تا اواخر سال ۱۳۶۸ به دلیل عواملی نظیر وقوع انقلاب اسلامی و جنگ تحمیلی، امنیت کافی جهت سرمایه گذاران داخلی و خارجی در صنعت ساختمان موجود نبود. دراین سال ها، تقریبا هیچ پروژه بلندمرتبه ای احداث نشده و فقط پروژه های ناتمام قبلی تکمیل شدند. پروژه های نیمه تمام مذکور با توجه به این که مالکان آنها ازکشور خارج شده بودند، غالبا توسط ارگان ها و نهادهای دولتی تکمیل و مورد بهره برداری قرارگرفتند. پایان این دوره با پایان جنگ تحمیلی همزمان شد و پس از آن شرایط اقتصادی کشور به گونه ای تغییر یافت که مقدمات ورود به دوره ای دیگر را در تاریخ بلندمرتبه سازی مهیا ساخت. از جمله ساختمان-های بلندمرتبه ای که در این دوره در تهران احداث شده اند می توان به مجتمع مسکونی-تجاری-اداری ۲۷ طبقه اسکان، مجتمع آ.اس.ب ۲۶ طبقه، مجموعه پارک پرنس۱۶، ۱۹و۲۵ طبقه، ساختمان وزارت کشاورزی، آپارتمان های۲۰ طبقه الهیه، مجموعه مسکونی۲۰ طبقه ونک پارک و شهرک های امید، اکباتان وآپادانا اشاره نمود. همچنین آپارتمان های۴۷۰ واحدی شیراز و آپارتمان-های۱۰ طبقه مرتفع مشهد در این دوره احداث شدند[3].

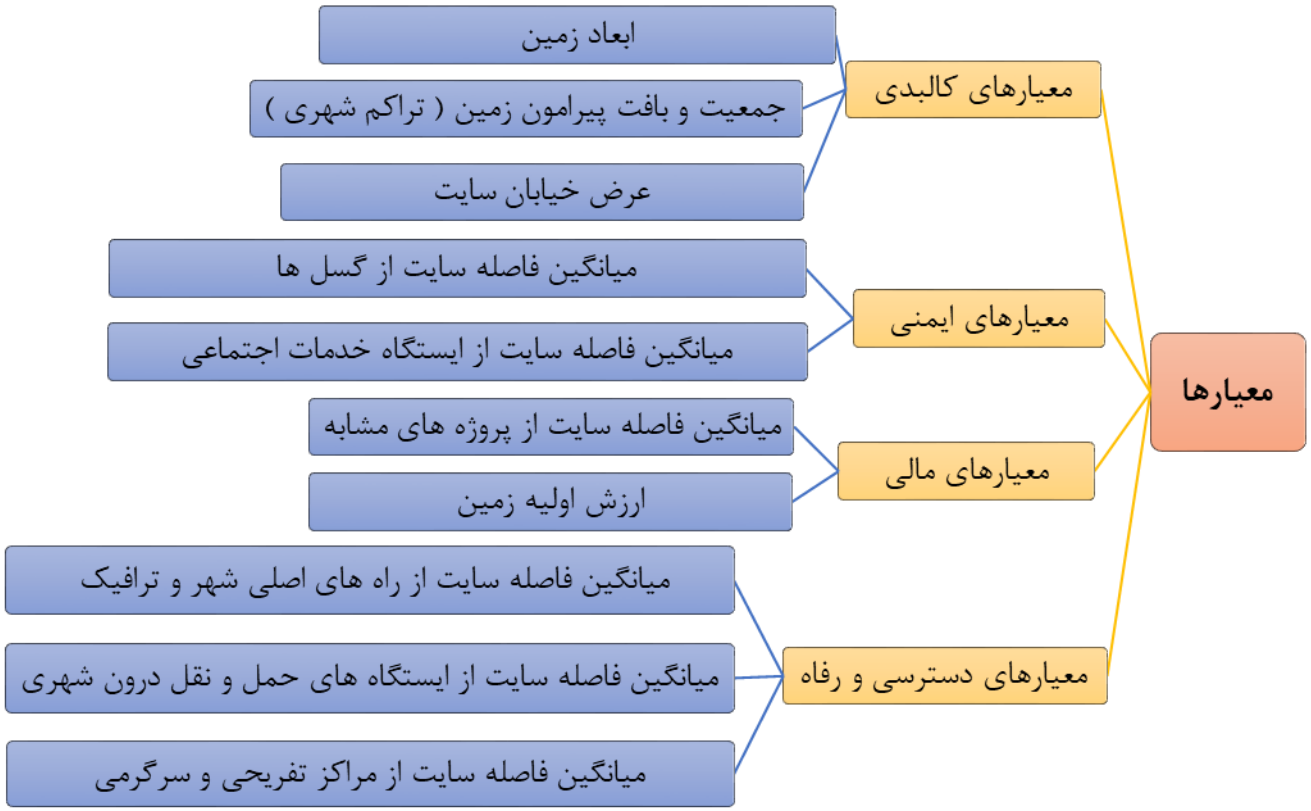
با شروع دهه ۷۰، با توجه به شرایط اقتصادی پس از جنگ تحمیلی و از سرگرفتن فعالیت های عمرانی و ساخت و ساز درکشور، موج جدید احداث ساختمان های بلند مرتبه درکاربری های اداری-تجاری و مسکونی آغاز شد. در پی افزایش قیمت زمین

در تهران و فروش تراکم از سوی شهرداری، موج جدید بلند مرتبه سازی در سال های پایانی دهه ۱۳۶۰ تهران آغاز شد. رونق برج سازی خصوصی، نهادهای دولتی مانند بنیاد مستضعفان را نیز تشویق به برج سازی های تازه یا افزودن بلوک های جدید به مجموعه های مسکونی تحت پوشش خود (بدون توجه به ضوابط طرح های اصلی) نمود[6].

مهمترین ویژگی این دوره افزایش بی رویه قیمت زمین و فروش تراکم در پی تقاضای فزآینده جهت احداث ساختمان های بلندمرتبه می باشد. همچنین، درکنار این موضوع باید به گسترش بی رویه افقی شهر تهران نیز در این دوره، اشاره نمود که بیش از هر زمان دیگری استفاده بهینه از زمین وگسترش عمودی شهر، به جای توسعه افقی مد نظر قرار گرفت[6]. به دنبال آن در بهمن ماه سال ۱۳۷۷، ضوابط بلند مرتبه سازی تصویب و به دستگاه های اجرایی ابلاغ گردید. امروزه برج ها و مجموعه های بزرگ تجاری، اداری و مسکونی در تهران (بالغ بر ۴۰۰۰۰۰ متر مربع زیربنا) احداث می گردند. یکی از بناهای بلندمرتبه قابل توجه در این دوران که به عنوان نماد شهر تهران شناخته می شود، برج مرکز ارتباطات تهران (برج میلاد) می باشد[13]. جالب توجه است که در حال حاضر طبق مصوبه شورای شهر تهران اخذ پروانه احداث ساختمان های بلندمرتبه برای یک سال در تهران به دلیل ساخت و سازه های بدون ضابطه و مکان یابی مناسب، تعلیق شده است. تصویب طرح مذکور، بیانگر ضرورت و اهمیت مکان یابی ساختمان-های بلندمرتبه در طرح جامع شهری می باشد.

۳-۱- معیارهای بلندمرتبه سازی

با گذشت چند دهه از ظهور بلندمرتبه سازی در شهرهای بزرگ ایران، گسترش روز افزون این گونه بناها ادامه دارد. از طرف دیگر، به دلیل عدم مطالعات پژوهشی مناسب و تحقیقات پیش از احداث ساختمان های بلندمرتبه (فاز مطالعاتی)، امروزه تضادهای فرهنگی، معماری، اجتماعی و کالبدی بین بناهای مذکور و بافت قدیمی تر شهرها ایجاد شده است. بدون تردید بیشترین مشکلات روند مذکور، ناشی از نبود ضوابط و قوانین الزام آور برای سازندگان و سرمایه گذاران، جهت تعیین مکان بهینه و فقدان شناخت لازم از پارامترها و معیارهای موثر بر آن است . در این قسمت از پژوهش حاضر، با بررسی تاریخچه ساختمان های بلندمرتبه و ارزیابی نظرات و معیارهای ۱۵ نفر از سرمایه گذاران و مهندسان مرتبط با احداث ساختمان های بلندمرتبه شهر مشهد، ۱۰ معیار اساسی در ۴ کلاس زیر که بیشترین تأثیر را بر مکان یابی ساختمان های بلندمرتبه دارند، در نظر گرفته شدند (شکل (۱)).



شکل ۱ : کلاس بندی و معیارهای اساسی در مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه

۳-۲- مدل‌سازی چندمقیاسه

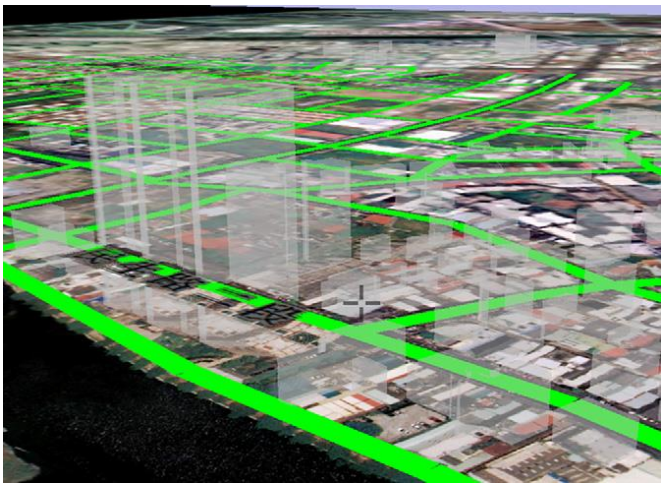
امروزه، وسعت اکثر شهرها بیش از ۱۰ کیلومتر مربع می باشد. از همین جهت، مدل سازی سه بعدی نزدیک به واقعیت شهرهای مذکور مستلزم بکارگیری نیروی انسانی متخصص و صرف بودجه و زمان زیادی است. همچنین، اگر بخواهیم مدلی سه بعدی تحت وب ارائه شود، پارامترهای از قبیل: هزینه زیاد اینترنت، محدودیات پهنای باند، قابلیت های سرور و عملکرد کارت گرافیک مشتریان نیز بر مشکلات مذکور اضافه می گردد. لذا، ایجاد مدل سه بعدی شهری نباید بر یک مقیاس ثابت یا جزئیات محدود باشد[14]. در نتجیه، ارائه مدلی سه بعدی بر اساس چندین سطح یا مقیاسه متفاوت با توجه به مشخصات و کاربری ساختمان ها، راهکاری موثر و کاربردی می باشد. اصلی ترین وظیفه بازسازی سه بعدی یک شهر در واقع مدل سازی ژئومتریک ساختمانی و طرح یا نقشه بافت نمای خارجی ساختمان های درون منطقه مورد مدل سازی می باشد. کاربران می توانند مدل های واقعی سه بعدی شهری مبتنی بر GIS را از هر زاویه و وضعیت مشاهده نمایند و همچنین به جستجو و آنالیز در مدل مذکور بپردازند. در مدل سازی چند مقاسیه ساختمان ها ، ابتدا منطقه مورد مطالعه را با توجه به ضریب اهمیت ساختمان های موجود در هر ناحیه کلاس بندی نموده و سپس بااستفاده از لایه GIS دو بعدی و تعریف فاکتور ارتفاع (H) برای ساختمان ها، مدلی نزدیک به واقعیت ترسیم می کنیم(شکل(۲)). در نهایت برای تفکیک معیارها در محیط سه بعدی از یکدیگر ، می توان رنگ بندی بلوک های متمایز نمود. در پژوهش حاضر، منطقه مورد مطالعه به سه طبقه جهت مدل سازی چند مقیاسه تقسیم می گردد :

- *مدل بسیارنامناسب ساخت*: مناطقی از ناحیه ای مورد مطالعه که تراکم شهری آن کم تعریف شده است و عرض معابر آن مناطق کمتر از ۱۲ متر می باشد. رنگ مدل این مناطق سبز و ارتفاع ساختمان ها ۱۰ تا ۱۴متر خواهدبود و تعریف و احداث ساختمان های بلند مرتبه در این مناطق توصیه نمی گردد.

- *مدل نامناسب ساخت*: به مناطقی گفته خواهد شد که تراکم شهری متوسط و عرض معابر بین ۱۲ تا ۲۰ متر دارند. ارتفاع ساختمان ها ۱۴ تا ۱۸ متر لحاظ می گردد. همچنین، رنگ این مناطق آبی خواهد بود.
- *مدل مناسب ساخت*: مدل مذکور بهترین و مناسب ترین مناطق جهت احداث ساختمان های بلندمرتبه را در بر می گیرد. مناطقی با تراکم زیاد و عرض معابر بین ۱۲ تا ۳۰ متر را پوشش می دهد. رنگ پوشش این مدل قرمز رنگ خواهد بود و ارتفاع مدل مذکور را ۱۷ تا ۲۵ تعریف می گردد. همچنین برای نزدیک تر شدن به مدلی واقعی، برج های در حال احداث و یا احداث شده را با تعریف ارتفاع میانگین ۸۰ متر در منطقه مدل سازی می کنیم.

جدول۱: طبقه بندی مدل سازی چندمقیاسه منطقه مورد مطالعه

مدل	تراکم	ارتفاع
بسیار نامناسب ساخت	کم	۱۰ تا ۱۴
نامناسب ساخت	متوسط	۱۴ تا ۱۸
مناسب ساخت	زیاد	۱۷ تا ۲۵



شکل ۲ : نمونه از مدل‌سازی چندمقیاسه [14]

۳-۳- موقعیت جغرافیایی شهر مشهد

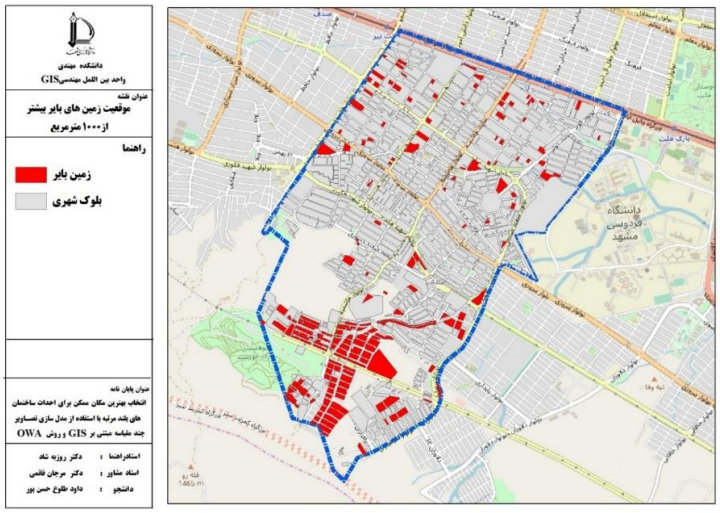
مشهد مرکز استان خراسان رضوی است و درشمال شرقی این استان قرار دارد.این شهر در۳۶ درجه و۱۷ دقیقه عرض شمالی ۵۹ درجه و۳۶ دقیقه طول شرقی نسبت به میدان گرینویچ واقع شده است[15].

شکل ۳: موقعیت ناحیه مشهد در خراسان رضوی (منبع : استانداری خراسان رضوی)

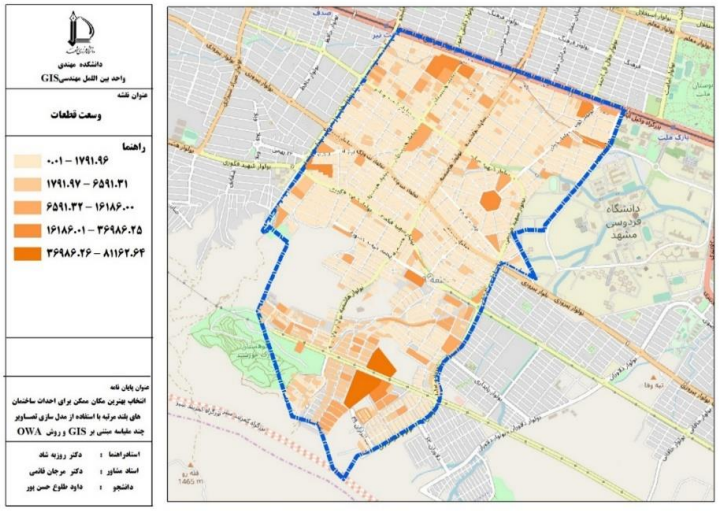
این شهر در جنوب‌شرقی دره‌کشف رود بین‌کوه‌های هزار مسجد وکوه‌های بینالود قرار دارد که بخشی از دامنه‌های شرقی و شمال‌شرقی‌کوه‌های هزار مسجد را نیز در قلمرو نفوذ خود دارد. ارتفاع این شهر از سطح دریا حدود۱۰۰۰ متر است. مساحت شهرستان ۱۰۳۲۹,۲۸ کیلومتر مربع است و دارای ۵ بخش(کلات، مرکزی، احمد آباد، رضویه و طرقبه)،۴ شهر و ۱۵ دهستان و ۶۳۹ آبادی دارای سکنه می‌باشد[16]. شهرستان مشهد از شمال با ترکمنستان و از شمال‌شرق با شهرستان درگز و از شرق با شهرستان چناران و از جنوب‌شرق با شهرستان نیشابور هم مرز می‌باشد. منطقه خراسان در ناحیه لرزه خیزی قرارگرفته است و به واسطه شکستگی‌های و گسل‌های فعال و بزرگی‌که خصوصا در حاشیه ارتفاعات وجود دارد، از مناطق نسبتا مستعد لرزه به شمار می‌رود. ژرفای‌کانونی زمین‌لرزه‌ها در این استان کم و محدود به ۲۰ کیلومتر فوقانی می‌باشد [15]. اکثر زلزله‌های شمال خراسان درکپه داغ - غربی و سراسر بینالود به وقوع پیوسته است. وجود دو گسل فعال و لرزه خیز در فاصله تقریبی۲۰ کیلومتری جنوب غربی مشهد و یک‌گسل فشاری معکوس به موازات دوگسل مزبور در فاصله تقریبی ۴۰ کیلومتر از مشهد نشان دهنده آن است‌که این ناحیه در منطقه زلزله خیزی قرارگرفته است و از مناطق پر زلزله به شمار می‌آید [15]. در بررسی بافت خاک محدوده شهر مشهد، بافت‌های متنوعی مشاهده می‌گردد. خاک‌های مشهد تا عمق ۳۰ متری به دو دسته ریزدانه و درشت دانه طبقه‌بندی می‌شوند. خاک‌های ریزدانه متشکل از رس لاغر(CL)، رس سیلتی (CL-ML) و سیلت لاغر (ML) می‌باشند. خاک‌های ماسه‌ای و شنی، خاک‌های درشت‌دانه را تشکیل می‌دهند که برخی از آن‌ها شامل : GP- , GM , GC-GM , SW-SM , SW, SP-SM , SP, SM GW- , GP, GM می‌باشد. علاوه بر این‌ها پرکننده‌های سطحی یا خاک‌های دست ریز نیز وجود دارند[2] . زمین‌های غرب مشهد شامل اراضی الهیه، امامیه، قاسم‌آباد، آزاد شهر و بخشی از سجاد متاثر از رسوب‌گذاری مسیل‌هایی هستند که از ارتفاعات جنوب غرب مشهد سرچشمه می‌گیرند و پوشیده از آبرفت درشت‌دانه شن و ماسه‌ای می‌باشند. بافت خاک در بخش‌غربی درشت دانه(شنی)، و به سمت شرق به دلیل فاصله‌گرفتن از ارتفاعات به ترتیب سیلت و ماسه سیلتی و ماسه‌ای، تغییر می‌کند. همچنین در جنوب بافت خاک شنی و به سمت شمال به ترتیب سیلت و ماسه و سیلتی و ماسه‌ای می‌باشد. به طورکلی می‌توان‌گفت با حرکت از بخش‌های- غربی به سمت شرق خاک ریزدانه می‌شود و نفوذپذیری آن کاهش می‌یابد. با مطالعه و بررسی بافت خاک درگمانه‌های حفر شده مشخص می‌گردد که در لایه‌های زیرین، بافت خاک یکپارچه نیست و میان‌آن‌ها لایه‌های اغلب ریزدانه‌تر وجود دارد. جنس خاک دره مشهد از آبرفت‌های‌کوهستانی تشکیل شده که مخلوطی از سنگهای رسی و خاک‌های ریز ماسه‌ای و خاکستری رنگ می‌باشد. عمق خاک در ناحیه مشهد به ضخامت ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر می‌رسد و به همین دلیل خاک این دره از نظرکشاورزی بسیار حاصلخیز و از غنی‌ترین زمینهای استان خراسان است[15].

۳-۴-داده‌ها مورد استفاده در پژوهش

باتوجه به مطالب بیان شده در پژوهش پیش رو و همچنین بررسی معیارهای بیان شده در فصل ۳، داده مورد نیاز جهت پیاده - سازی و ارائه نتیجه‌گیری نهایی در ۹ لایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابعاد زمین‌های خالی (بایر) و زمین‌های با مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع باشد. در دوشکل (۴) و (۵)، زمین‌های بایر موجود در منطقه مورد مطالعه و همچنین وسعت قطعات موجود در منطقه مشخص شده‌است. همانطور که پیش‌تر بیان شد، گزینه‌های نهایی در این پژوهش از زمین‌های با مساحت بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع انتخاب خواهد شد.



شکل ۴: موقعیت زمین‌های بایر (منبع: شهرداری منطقه۹)



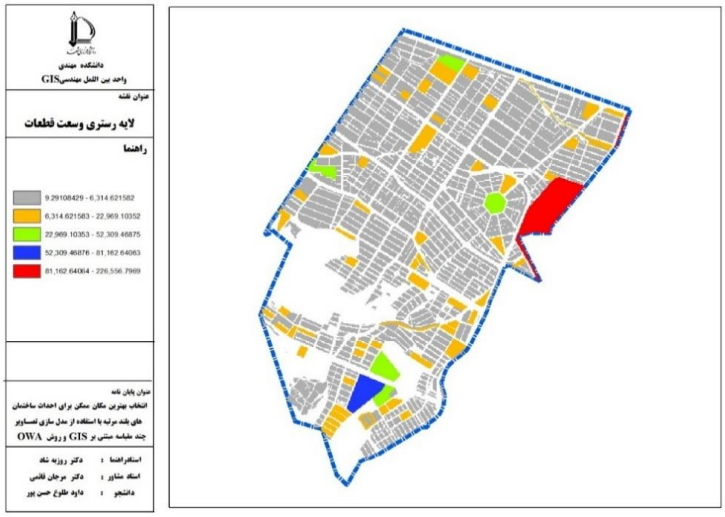
شکل ۵: موقعیت وسعت زمین‌های منطقه مورد مطالعه (منبع: شهرداری منطقه۹)

احداث ساختمان های بلند مرتبه براساس ضوابط شهرسازی در قطعات زمین‌های با وسعت کمتر از۱۰۰۰ مترمربع امکان پذیر نمی باشد. از همین رو، در این پژوهش تلاش بر آن شده است که قطعات که دارای وسعت لازم می باشد شناسایی و امتیازدهی مجدد گردند. همچنین بر اساس ضوابط لایه رستری وسعت قطعات به طبقات زیر تقسیم و امتیازدهی مجدد گردید (جدول (۲)). هر یک از شاخص‌های مورد نظر در تعیین مکان مناسب جهت احداث ساختمان‌های بلندمرتبه اهمیتی متفاوت نسبت به دیگر شاخص‌ها

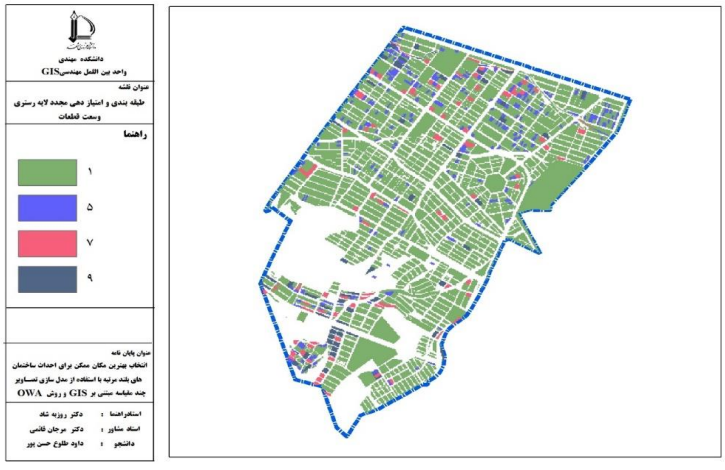
دارا می باشد. از همین رو، مشخص نمودن وزن یا میزان اهمیت هر یک ازشاخصها نسبت به یکدیگر گریز ناپذیراست. جهت تعیین میزان اهمیت هر یک از شاخص از روش تحلیل فرایند سلسله مراتبی استفاده شده است

جدول ۲ : طبقه‌بندی مجدد فایل رستری ابعاد زمین

ردیف	طبقه بندی	امتیازدهی مجدد
۱	کمتر از ۱۰۰۰ متر مربع	۱
۲	بین ۱۰۰۰ متر ۲۰۰۰ متربع	۹
۳	بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مربع	۷
۴	بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ متر مربع	۵
۵	بیشتر ۴۰۰۰ مترمربع	۳

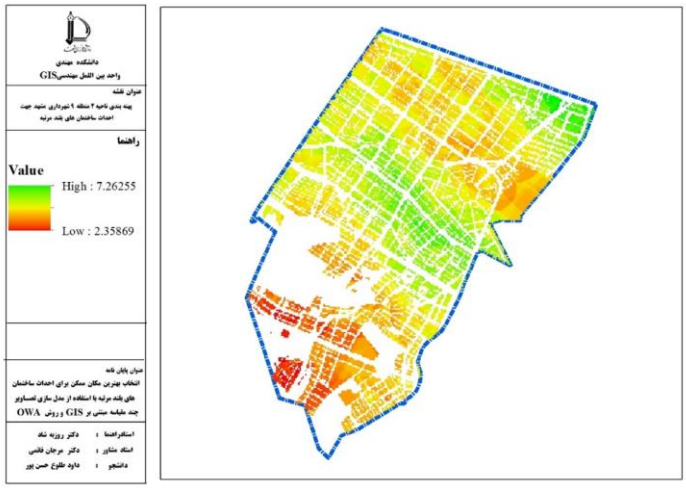


شکل ۶: نقشه فایل رستری ابعاد زمین



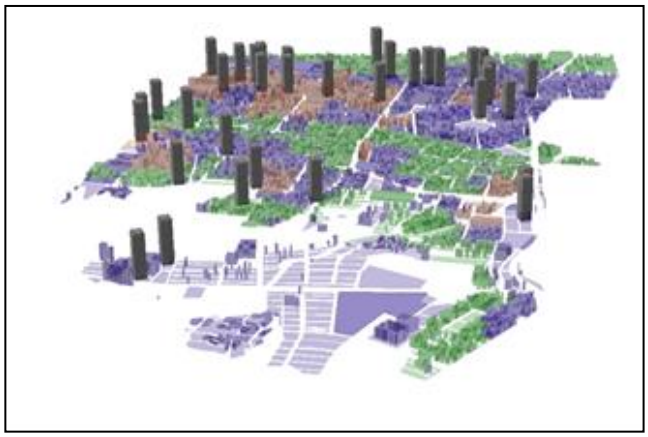
شکل۷: نقشه کلاس‌بندی و امتیازدهی مجدد فایل رستری ابعادزمین

با استفاده از پهنه‌بندی نهایی و مشخص نمودن میزان ریسک‌پذیری محدوده‌های مختلف به لحاظ احداث ساختمان‌های بلندمرتبه، از نرم‌افزار SAGA و مدل OWA استفاده شده است. نتیجه به دست آمده در در نقشه شکل(۹) قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، پیرامون بلوار پیروزی و اطراف ایستگاه کوثر در حاشیه بلوار وکیل آباد دارای بالاترین میزان امتیاز نسبت به مابقی نقاط می‌باشد. بر اساس نقشه به دست آمده مشخص شد که نیمه جنوبی محدوده دارای بالاترین میزان ریسک نسبت به مناطق دیگر منطقه مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۹: پهنه‌بندی نهایی منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش OWA

با توجه به مطالب ذکر شده قبلی و کلاس‌بندی ساختمان‌ها بر اساس تراکم شهری و همچنین، مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه در حال احداث یا احداث شده، مدل سه بعدی چندمقیاسه منطقه مورد مطالعه را ارائه می‌کنیم. این مدل بسیار نزدیک به واقعیت موجود می‌باشد و می‌توان به کاربر، مشتریان و تصمیم‌گیرندگان دیدی واقعی با قابلیت آنالیز مکانی ارائه نمود. در این مدل، بررسی مکان منتخب با توجه به تمامی معیارهای کاربران یا سرمایه‌گذاران امکان پذیر است که این مزیت، در سایر نرم‌افزارهای گرافیکی مکانی وجود ندارد. در شکل ۱۰ نمونه از مدل‌سازی چندمقیاسه مذکور، نشان داده شده است.



شکل ۱۰ : مدل سه‌بعدی چندمقیاسه منطقه مورد مطالعه از سمت بلوار نماز

۴- نتیجه گیری

با گذشت چند دهه از ظهور بلندمرتبه‌سازی در شهرهای بزرگ ایران، گسترش روز افزون این‌گونه بناها ادامه دارد. از طرف دیگر، به دلیل عدم مطالعات پژوهشی مناسب و تحقیقات پیش از احداث ساختمان‌های بلندمرتبه (فاز مطالعاتی)، امروزه تضادهای فرهنگی، معماری، اجتماعی و کالبدی بین بناهای مذکور و بافت قدیمی‌تر شهرها ایجاد شده است. بدون تردید بیشترین مشکلات روند مذکور، ناشی از نبود ضوابط و قوانین الزام آور برای سازندگان و سرمایه‌گذاران، جهت تعیین مکان بهینه و فقدان شناخت لازم از پارامترها و معیارهای موثر بر آن است. در این پژوهش، با بررسی تاریخچه ساختمان‌های بلندمرتبه و ارزیابی نظرات و معیارهای ۱۵ نفر از سرمایه‌گذاران و مهندسان مرتبط با احداث ساختمان‌های بلندمرتبه شهر مشهد، ۱۰ معیار اساسی در ۴ کلاس زیر که بیشترین تأثیر را بر مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه دارند، در نظر گرفته شدند. با تلفیق لایه‌های عرض معابر، مکان‌یابی ایستگاه‌های خدمات عمومی و مکان‌یابی ساختمان‌های بلندمرتبه در حال احداث یا احداث شده در قالب مدل‌سه‌بعدی چندمقیاسه شهر مشهد، نقشه بحران برای شهر تعریف شود. در صورت بروز حوادثی از قبیل آتش‌سوزی برج سلمان می‌توان جهت کنترل ترافیک و سرعت بخشیدن به حرکت تیم‌های امداد رسانی از مدل مذکور استفاده شایانی نمود.

مراجع

[۱] م. مبهوت، و ن.سروش، س.رحمانی ،(۱۳۹۲)، ارزیابی اثرات مثبت و منفی بلند مرتبه‌سازی با توجه به اهداف توسعه پایدار شهری،نمونه موردی:منطقه ۹ شهرداری مشهد.

[۲] م.کمالی پور ،(۱۳۸۸)،مکان‌یابی بلند مرتبه‌سازی با استفاده ازروش چند معیاری نمونه موردی منطقه ۹ شهرداری مشهد،پایان‌نامه‌کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد واحد شیروان.

[۳] ز.عادلی، و ع.سردره، ،(۱۳۹۰)،مکان‌یابی ساختمانهای بلند مسکونی در قزوین با استفاده ازفرایند سلسله مراتبی(AHP) و GIS،مقاله ارائه شده در سومین‌کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری،مشهد.

[۴] م.طبیبی،س.تجری،م.فرخ زاد،(۱۳۹۲)،تحلیل فضاهای شهری در بلندمرتبه‌سازی پایدار با استفاده از AHP، SAW و GIS مقاله ارائه شده در اولین‌کنفرانس ملی معماری و فضاهای شهری پایدار،مشهد.

[۵] م.عزیزی،(۱۳۸۳)،تراکم در شهرسازی (اصول و معیارهای تعیین تراکم شهرها)،انتشارات دانشگاه تهران،تهران.

[۶] ع .ضیافتی‌بافراست،(۱۳۸۷)،اصول و معیارهای شهرسازی در برج سازی،انتشارات سخن‌گستر و معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.

[7] 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

[8] M.Zhang,G.Han,(2012),Application of Spatial Decision Support System in Real Estate Appraisal,Yangzhou University,China

[9] N.Yusofi,A.Noor,(2014),City skyline conservation sustaining the premier image of Kuala Lumpur,University Technolgy MARA,Malaysia

[۱۰] م.عزیزی، و م. متوسلی،(۱۳۹۱)،ارزیابی انواع ساختمانهای بلند مرتبه مسکونی از لحاظ تأثیر بر سیما و منظر شهری،نمونه موردی بافت-های جدید شهر مشهد،مقاله ارائه شده در مجله مدیریت شهری، شماره ۳۰.

[۱۱] م.رهنما، و غ.عباس زاده ،(۱۳۸۷)،اصول مبانی و مدل‌های سنجش فرم‌کالبدی شهر،انتشارات جهاد دانشگاهی،مشهد.

[۱۲] ت. فرهید،(۱۳۷۸) ،اثر احداث برجها بر جریان ترافیک در شبکه معابر،مجموعه مقالات‌کنفرانس مهندسی ترافیک.

[۱۳] ع.متکان و ع.شکیبا و ح.پورعلی،(۱۳۹۰)، کاربردGIS در ماکان‌یابی ÷ارگینگ‌های طبقاتی با استفده از OWA در منطقه ۱ تهران، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

[14] J.Yeou Rau, C.Cheng,(2014),A cost-effective strategy for multi-scale photo-realistic building modeling and web-based 3D GIS applications in real estate,Chemg Kung University

[۱۵] مهندسین مشاور شهرساز و معمار پارت،(۱۳۸۰)،منطقه‌بندی و تعیین محدوده‌های دارای پتانسیل برای بلند مرتبه سازی در شهر مشهد،شهرداری مشهد.

[۱۶] مرکز آمار ایران،(۱۳۹۵- ۱۳۳۵)،نتایج سرشماری عمومی۱۳۹۵- ۱۳۳۵،تهران.