تحلیل رویت‌پذیری ساختمان‌های بلندمرتبه در منظر شهری با استفاده از GIS

مطالعه موردی: شهر سنندج[1]

محمدآزاد احمدی - دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
مهرداد کریمی‌مشاور[2] - دکتری معماری، استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

مسئله ارزیابی رویت‌پذیری و تأثیر بصری (اشراف) یک ساختمان بر بافت اطراف خود یکی از مسائل مهم حوزه منظر شهری محسوب می‌شود. بر این اساس، در این مقاله رویت‌پذیری دو ساختمان بلندمرتبه مسکونی در مناطق مرکزی و غرب شهر سنندج با دریافت اطلاعات خام ورودی، به کمک سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) مورد پردازش و تحلیل قرار می‌گیرند. برای بررسی بهتر تفاوت در میزان و روند رویت‌پذیری، بافت اطراف هر دو ساختمان بلندمرتبه (بافت شماره۱ نسبتاً مسطح و دارای یک رود ـ دره با عمق کم و بافت شماره۲ شیب‌دار و دارای تپه‌ماهور) به بخش‌های نزدیک، میانی و دور حوزه‌بندی گردیدند. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد، روند رویت‌پذیری طبقاتِ مختلف این دو ساختمان یک روند ثابت و خطی نیست و در برخی طبقات دارای تغییر آهنگ می‌باشد، بنابراین در این طبقات رویت‌پذیری و تأثیر و تأثر آنها نسبت به بافت اطراف خود در حوزه‌های سه‌گانه، مهم‌تر از بقیه طبقات دیگر می‌باشند. پس نوع طراحی این طبقاتِ خاص (نقاط عطف در منحنی رویت‌پذیری آنها) نیز در ساختمان‌های بلندمرتبه می‌تواند حائز اهمیت باشد؛ همچنین روند تغییرات رویت‌پذیری تمام طبقات و میزان آن در دو ساختمان با بافت‌های مختلف با هم متفاوت بودند. با ارزیابی نمودارهای مربوطه، دلایل این تفاوت در سه مورد مشخص گردید؛ نخست، تفاوت در میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف دو بنا، دوم، وجود تفاوت در شیب بافت اطراف دو بنا و سوم، وجود تپه‌ماهورها در بافت شماره۲. در نهایت باید گفت، تحلیل رویت‌پذیری روش مؤثری برای تخمین این موضوع می‌باشد که یک طبقه یا واحد خاص در یک ساختمان بلندمرتبه بعد از اتمامِ ساخت دارای دید خوبی خواهد شد یا خیر؛ و ارزش‌گذاری طبقات در این‌گونه ساختمان‌ها به لحاظ دید و منظر به چه صورت خواهد بود. همچنین در تصمیم‌گیری‌های مربوط به تعیین ارتفاع ساختمان‌های بلندمرتبه نسبت به بافت اطراف خود (خصوصاً در شهرهای دارای بافت‌های باارزش تاریخی و یا دارای منظر توریستی) این مسئله که ساختمان تا چه میزان رویت‌پذیر باشد یا نباشد بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

واژگان کلیدی: رویت‌پذیری، ساختمان بلندمرتبه، منظر شهری، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنندج.

۱ این مقاله مستخرج از مطالعات رساله دکتری نگارنده نخست با عنوان «ارزیابی دیدهای شهری و تأثیرات بصری آنها بر شهروندان، مطالعه موردی: شهر سنندج» بوده که با راهنمایی نگارنده دوم در دانشکده هنر و معماریِ دانشگاه بوعلی سینا همدان در حال انجام است.

۲ نویسنده مسئول مقاله: mkmoshaver@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه در مباحث مربوط به منظر شهری، یکی از مسائلی که همواره دغدغه بسیاری از متخصصان این حوزه از جمله معماران، طراحان و حتی برنامه‌ریزان شهری بوده، مسئله رویت‌پذیری و میزان تأثیر بصری ساختمان‌های موجود یا طراحی شده بر بافت اطراف خود می‌باشد. عامل رویت‌پذیری[1] ساختمان مشخص می‌کند که آیا در هر نقطه خاص از بافت اطراف، ساختمان دیده می‌شود یا خیر. این که چه مقدار از ساختمان و با چه فاصله‌ای دیده شود، مربوط به عامل دوم یعنی اشراف[2] بصری است، تا مشخص کند قدرت تأثیر و نفوذ بصری ساختمان به اطراف خود چقدر می‌باشد (Rod & Meer, 2009: 709). البته عوامل مختلفی از قبیل ساختمان‌های اطراف، منظر پس‌زمینه ساختمان، تضاد رنگی[3]، آب‌ـوهوا، میزان آلودگی هوا، عناصر فیزیکی غیرساختمانی متحرک و ثابت مانند درختان، خودروها، تابلوها و ... در مسئله ارزیابی رویت‌پذیری و میزان تأثیر بصری دخیل می‌باشند. عمده روش‌های تحقیق در خصوص تحلیل رویت‌پذیری به صورت کمی بوده و می‌توانند در دو دسته کلی تقسیم‌بندی شوند (Koltsova et al., 2013: 375). دسته نخست ارزیابی علمی منظر (LE[4]) که روش‌هایی را برای توصیف کمی کیفیت بصری منظر و یا پیش‌بینی تأثیرات بصری به کار می‌گیرد. این روش‌ها ادراک انسانی را در تحلیل‌ها دخالت نمی‌دهند. دسته دوم روش‌هایی مانند ایزوویست[5] هستند که بر روی رویت‌پذیری عناصر محیطی از نقاطی خاص تأکید می‌کنند، در حالی که از منابع اصلی منظر غفلت می‌کنند (He et al., 2005: 125).

در این پژوهش به معرفی بحث رویت‌پذیری و آشنایی با آن در حوزه شهرسازی پرداخته می‌شود و تحقیقاتی که در این زمینه، به‌ویژه در ارتباط با ساختمان‌های بلندمرتبه صورت پذیرفته، معرفی می‌گردند. هدف اصلی این پژوهش، بررسی چگونگی رویت‌پذیری یک ساختمانِ بلندمرتبه مسکونی در بافت شهری می‌باشد و میزان تغییرات دید و منظرِ طبقات به بافت و برعکس، با افزایش ارتفاع ساختمان مورد بررسی قرار می‌گیرد. بررسی دید و منظر در ساختمان‌های بلندمرتبه مسکونی، به‌ویژه در ارزش‌گذاریِ طبقات و واحدهای آپارتمانی، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. همچنین از این تحقیق می‌توان برای کمک به ارگان‌های مدیریت شهری استفاده نمود و با در اختیار قرار دادن اطلاعاتی درخصوص فضای سه‌بعدی شهر و رویت‌پذیری ساختمان‌ها در بافت از آن بهره برد. سئوال اصلی این تحقیق درخصوص بررسی روند و تغییرات رویت‌پذیری طبقات یک ساختمان بلندمرتبه با افزایش ارتفاع ساختمان، از طریق مقایسه دو ساختمان بلندمرتبه در دو گونه بافت مختلف شهر سنندج (یکی نسبتاً مسطح و دیگری شیب‌دار و دارای تپه ماهور) است. بنابراین در این تحقیق به این سئوال پاسخ داده می‌شود که رویت‌پذیری و تاثیرات بصری یک ساختمان بلندمرتبه با افزایش ارتفاع آن به صورت خطی افزایش می‌یابد یا تصاعدی و یا به گونه‌ای دیگر؟ بافت شهری سنندج دارای تنوع مناسبی به لحاظ توپوگرافی است، به گونه‌ای که در برخی نواحی به صورت مسطح و کم‌شیب بوده و در برخی جاهای دیگر شیب‌دار و دارای تپه‌ماهور است و برای رسیدن به اهداف تحقیق بافت مناسبی می‌باشد. با توجه به ذهنیتی که از رویت‌پذیری یک ساختمان بلندمرتبه و بافت شهری اطراف آن می‌توان داشت، فرضیه تحقیق این است که روند تغییرات رویت‌پذیری یک ساختمان بلندمرتبه با افزایش ارتفاع، به صورت خطی و ثابت است. یعنی با افزایش هر مقدار به ارتفاع ساختمان به همان مقدار رویت‌پذیری ساختمان به بافت و برعکس، بیشتر خواهد شد.

۲. چارچوب نظری

در مباحث مربوط به رویت‌پذیری فضاهای شهری، واژه «نقاط رویت‌پذیر[6]» کاربرد خاص خود را یافته است؛ به گونه‌ای که اغلب تحلیل رویت‌پذیری و نقاط رویت‌پذیر با همدیگر به طور مترادف به‌کار برده می‌شوند. بعدها واژه نقاط رویت‌پذیر به وسیله طراحان منظر استفاده شد تا به منطقه‌ای اشاره شود که از آنجا خطوط دید بدون مانع از یک نقطه واحد (ناظر) می‌آیند. منشأ این واژه به دهه ۱۹۷۰ بر می‌گردد و ظاهراً در ابتدا به وسیله اداره جنگلبانی ایالات متحده آمریکا مورد استفاده قرار گرفت (Ervin and Steinitz, 2003). آنها از تحلیل رویت‌پذیری استفاده کردند تا مناطق قابل مشاهده عاری از درخت یعنی قسمت‌هایی که درختان قطع شده و منظر زشتی ایجاد نموده را به حداقل برسانند (Dean and Blackard, 2007: 121). و یا از این روش برای یافتن مکان‌های بهینه برج‌های مراقبت برای نظارت برآتش‌سوزی جنگل استفاده می‌کنند؛ همچنین از این روش در تحقیقات باستان‌شناسی استفاده می‌شود. برای مثال با این روش بررسی می‌کنند که آیا انسان‌های قدیم سنگ‌های خاص، مقابر و ... را با هدف خاصی جانمایی کرده‌اند که از شهر، دریا یا مکان خاصی قابل رویت باشند یا خیر. امروزه در ارتباطات راه دور از طریق امواج، از روشی مشابه همین، برای یافتن مکان‌های بهینه برای دکل‌های انتقال استفاده شده است (به خاطر ایجاد دید متقابل بین دکل‌ها برای ارتباط‌گیری) و همین‌طور از این روش به وسیله صنایع نظامی و ... به طور وسیعی استفاده می‌شود.

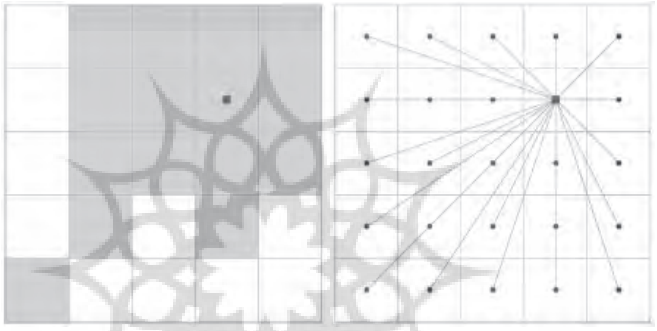
از تحلیل رویت‌پذیری در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای استفاده شده است تا مکانیابی توسعه پروژه‌های با رویت‌پذیری زیاد مانند توربین‌های بادی یا شاه‌تیرهای با ولتاژ قوی را ارزیابی کنند. چرا که این پروژه‌ها احتمالاً از مناطق وسیعی قابل رویت می‌باشند و از این جهت اهمیت ویژه‌ای در خصوص تأثیر بر مناظر طبیعی می‌گذارند (Turnbull and Gourlay, 1987: 197). در بریتانیای کبیر (UK)، تمایل بر این است که اغلب طرح‌های توسعه در شرایط قانون‌های برنامه‌ریزی شهر و روستا و قانون‌های مربوطه بررسی شوند. VIA[7]

1 Visibility
2 Dominance
3 Color Contrast
4 Landscape Evaluation
5 Isovist
6 viewsheds
7 Visual Impact Assessment

(ارزیابی تأثیرات بصری) همواره به عنوان اقدامی لازم و مورد نیاز در نمونه‌های مختلف توسعه، یا فعالیت‌هایی که در دایره دیگر قانون‌ها قرار می‌گیرند (شامل جنگلداری و نظام زهکشی زمین) و فعالیت‌هایی که موجب بهبود زمین خواهد شد (مانند اتوبان‌ها، خط لوله‌های انتقال، بنادر و عملیات برق‌رسانی) استفاده می‌شود (Landscape Institute, 2002: 3). در بافت‌های شهری خصوصاً بافت‌های تاریخی به عنوان مثال میدان نقش جهان در شهر اصفهان، با استفاده از این روش می‌توان نقشه‌ای تهیه کرد که مشخص کند در هر نقطه و مکانی در اطراف میدان یا کل شهر، تا چه ارتفاعی مجاز به ساخت‌وساز باشیم تا از درون میدان دیده نشود و می‌توان برای بسیاری دیگر از کاربردهای گوناگون از این روش در حوزه منظر شهری بهره گرفت.

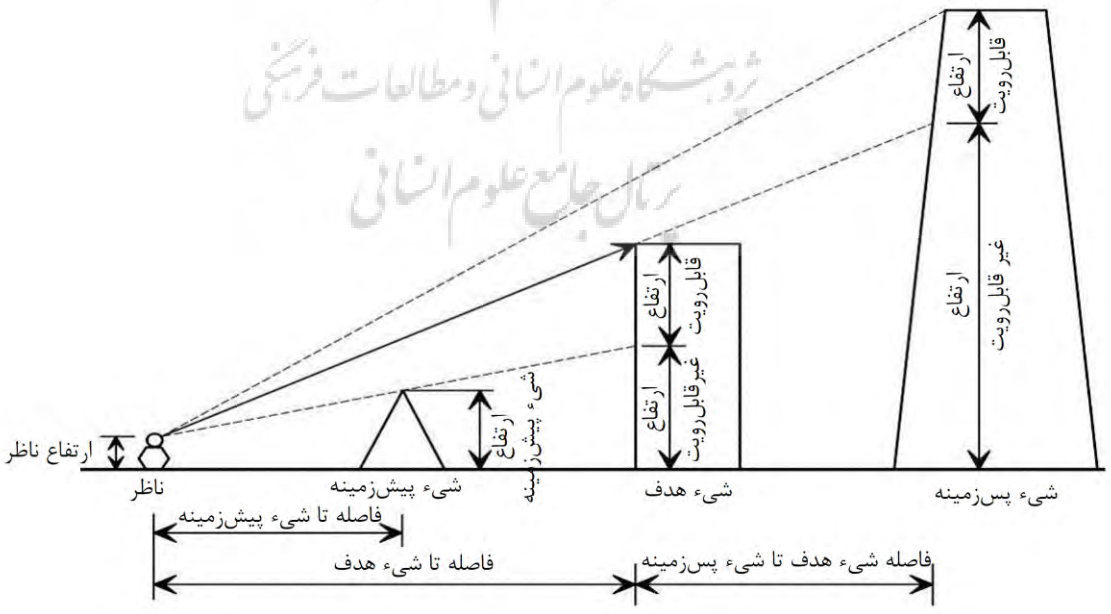
در بسیاری از پژوهش‌هایی که در زمینه رویت‌پذیری صورت گرفته، از GIS و نرم‌افزارهای مربوط به آن بهره گرفته شده است. GIS این امکان را به پژوهشگر می‌دهد که لایه‌های مختلفی از اطلاعات را بر روی منطقه مورد نظر خود پیاده‌سازی کند و به وسیله عملیات‌های مختلفی که بر روی این لایه‌های اطلاعاتی انجام می‌دهد، نتایج مورد نظر را به‌دست آورد. برای تحلیل رویت‌پذیری ساختمان‌ها از بافت اطراف آن به صورت واقعی، در برخی از کشورهای غربی از سیستم LIDAR[1] (ردیابی نور و مسافت‌یابی) استفاده می‌شود که یک سیستم بسیار دقیق ولی پرهزینه می‌باشد و این کار با دقت بالا و در محیط نرم‌افزارهای پیشرفته و با مقیاس اجرایی صورت می‌گیرد. در اشکال زیر قاعده اصلی مناطق قابل رویت و بازنمایی خطوط دید از سوی ناظر به سمت شیء هدف به صورت شماتیکی آمده است (اشکال شماره‌های ۱ و ۲).

در حوزه منظر شهری و در زمینه بحث رویت‌پذیری و اشراف پژوهش‌هایی صورت گرفته است. «کتیل راد و وان درمیر» درخصوص رویت‌پذیری و اشراف یک ساختمان بلندمرتبه به کمک سیستم GIS در تروندهیم نروژ پژوهشی انجام داده‌اند (Rod & Meer, 2009). آنها به تحلیل حوزه‌های قابل دید متقابل بین



شکل شماره۱: قاعده اصلی مناطق قابل رویت در GIS

(الف) خطوط دید از دیدگاه ناظر به سمت نقاط هدف در نمونه. (ب) نتیجه کار: سلول‌های خاکستری مناطق قابل رویت (viewshed) و سلول‌های سفید مناطق غیرقابل رویت می‌باشند (ماخذ: Rod & Meer, 2009).



شکل شماره۲: الگوریتم مورد استفاده برای خطوط دید (مأخذ: Bartie et al., 2008)

1 LIght Detection And Ranging

یک ساختمان بلند و فضای شهری اطراف آن پرداخته‌اند. ایشان به کمک GIS و اطلاعاتی که از منطقه مورد نظرشان در دست داشتند، به تولید نقشه‌هایی پرداختند که میزان اشراف ساختمان بلندمرتبه را نشان می‌داد. همچنین این محققان در پژوهش خود، مناطق رویت‌پذیر را با و بدون درختان تحلیل نموده و شفافیت را به عنوان تابع وزنی بین این دو بیان کرده‌اند. رویت‌پذیری کل (V) در هر نقطه را با استفاده از این فرمول عنوان کرده‌اند: $V = w_{bf} V_{bf} + w_b V_b$. در این معادله V_{bf} عبارتست از رویت‌پذیری مبتنی بر سطحی که در آن هم ساختمان و هم درختان منظور گردیده‌اند، V_b عبارتست از رویت‌پذیری مبتنی بر سطحی که در آن فقط ساختمان‌ها منظور می‌گردند و w_{bf} و w_b به ترتیب عبارتند از وزن‌های منتسب شده برای V_{bf} و V_b که شدت سدکنندگی نسبی‌شان را بیان می‌کنند. آنها رویت‌پذیری از لابلای درختان را ۱۰ درصد و میزان سدکنندگی درختان را ۹۰ درصد در نظر گرفته‌اند (Rod & Meer, 2009). در پژوهشی دیگر، فیل بارتی و همکارانش، چند روش برای محاسبه رویت‌پذیری نشانه‌های مهم شهری درون بافت ارائه کردند. آنها به این سئوال که چه مقدار از یک ساختمان از اطرافش دیده می‌شود پرداختند، درحالی‌که مدل‌های رویت‌پذیری موجود عمدتاً به این مسئله می‌پردازند که از یک موقعیت چه چیزهایی را می‌توان دید. در واقع درجات رویت‌پذیری را از طریق بسط دادن تعدادی از معیارهای بصری ارائه کردند که به صورت تئوری به وسیله یک شبه‌برنامه کامپیوتری محاسبه شده و آن را روی نمونه‌های واقعی نشانه‌های مهم شهری نشان دادند (Bartie et al., 2010). کولتسوا و دیگران در خصوص تحلیل رویت‌پذیری در فضای شهری در یک مدل سه‌بعدی ولی محدود به تعدادی ساختمان و فاقد توپوگرافی تحقیق نمودند. آنها از سیستم ارسال پرتوها در نرم‌افزار Rhino برای محاسبه میزان رویت‌پذیری سطوح نمای ساختمان‌ها از درون خیابان‌ها استفاده کردند. ایشان این کار را در واقع برای ارزیابی بهترین دیدها از یک خیابان به یک ساختمان یا ساختمان‌ها انجام دادند (Koltsova et al., 2013). در پژوهشی دیگر دانسه و دیگران در مورد رویت‌پذیری و قابلیت دید متقابل بین ساختمان‌های تاریخی و بافت‌های اطراف آنها در ایتالیا تحقیق نمودند. سه ساختمان شامل برج کج پیزا، کلیسای سنت ماریا و قلعه ونوسا در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند و ایجاد پروژه‌های پیشنهادی جدید را از نظر میزان رویت‌پذیری از این محوطه‌های تاریخی مورد بررسی قرار دادند (Danese et al, 2009). در پژوهشی که به وسیله تاورنر و گسنر در مورد خط آسمان شهری لندن در قالب طرح جامع چارچوب مدیریت دید لندن[1] که از سال ۲۰۰۰ به بعد اجرا شده، انجام پذیرفت، به بررسی طرح پیشنهادی برج هرون[2] و ارزیابی رویت‌پذیری و تأثیرات بصری آن بر بنای تاریخی کلیسای جامع سنت پل[3] که از نظر توریستی و مسائل منظر شهری می‌توانست مخرب باشد، پرداختند (Tavernor & Gassner, 2010). چینسکا در تحقیقی در خصوص خط آسمان شهری و تحلیل رویت‌پذیری ساختمان‌های بلندمرتبه، از طریق مدل‌سازی سه‌بعدی بخشی از شهر شچتسین[4] در لهستان اقدام نمود. وی چند ساختمان بلندمرتبه (مهمترین آنها برج هانزا[5] با ۱۲۵ متر ارتفاع) را که قرار بود طراحی شوند، برای مکان‌یابی مناسب از نظر رویت‌پذیری از خط آسمان بافت تاریخی شهر مورد ارزیابی قرار داد (Czynska, 2014). همچنین فابریزیو و گارنرو در خصوص رویت‌پذیری بناهای بلندمرتبه در شهر تورین ایتالیا پژوهشی انجام دادند. آنها رویت‌پذیری دو ساختمان بلندمرتبه به ارتفاع‌های ۱۴۶ و ۱۹۶ متر را که قرار بوده طراحی شوند، تقریباً برای تمام نقاط شهر مورد ارزیابی قرار دادند تا میزان رویت‌پذیری و تأثیرات احتمالی بصری آنها را از نقاط مختلف شهر پیش‌بینی نمایند (Fabrizio & Garnero, 2014). پنسلی درخصوص ارزیابی و پیش‌بینی رویت‌پذیری در طراحی یک مجموعه مسکونی تحقیق نمود. او برای سه آلترناتیو طراحی مجتمع مسکونی متشکل از ۲۹ بلوک آپارتمانی که از ترکیب اشکال U به‌دست آمده، دید واحدهای مسکونی به همدیگر و همچنین دید فضاهای باز به همدیگر و به بیرون از مجتمع را مورد ارزیابی و کنترل قرار داد و آلترناتیو بهینه را معرفی نمود (Shach-Pinsly, 2010). همچنین فیل بارتی و همکارش در کاری دیگر، به جواب این سئوال پرداختند که در برنامه‌های گوشی‌های هوشمند جدید که محیط‌های شهری را به صورت سه‌بعدی مدل‌سازی کرده‌اند، چگونه می‌توانند به کاربر این امکان را بدهند که در هر زاویه دیدی که نسبت به منظر شهری قرار می‌گیرد بتواند مکان مورد علاقه خود را انتخاب کند. پژوهش آنها بهینه‌سازی یک الگوریتم برای تعیین خط دید نقطه‌به‌نقطه در تحلیل رویت‌پذیری است (Bartie et al., 2011). در پژوهشی دیگر در خصوص رویت‌پذیری و ارزیابی کیفیت بصری، استفونکوا و سبساور در سال ۲۰۰۶، براساس مدل دیجیتالی عوارض زمین (DMR[6]) و ویژگی‌های انتخاب شده از ساختار منظر ثانویه (SLS[7]) ارزیابی خود را از کیفیت بصری رویت‌پذیری توپوگرافی ارائه دادند. آنها تحلیل خود را به کمک GIS و با داده‌های رستری (تصویری) انجام دادند. نتایج آن ارزش‌گذاری پتانسیل‌های بصری و همچنین میزان اشراف بصری برای هر سلول در شبکه توپوگرافی بود (Stefunkova et al., 2006).

۲،۱. رویت‌پذیری ساختمان‌های بلندمرتبه

شهرهای اروپایی که قبلاً به دلیل تاریخی بودن در برابر بلندمرتبه‌سازی خصوصاً در نزدیکی بافت‌های ارزشمند از خود مقاومت نشان می‌دادند، در سال‌های اخیر موجی از رقابت درخصوص ساختن بناهای بلندمرتبه در آنها ایجاد شده است. از طرفی آنها برای حفظ ارزش‌های یگانه تاریخی خود در تلاشند و از طرف دیگر مایل به ایجاد یک تصویر معاصر (که نماد آن ساختمان‌های بلندمرتبه است) هستند (Czynska, 2014).

1 London View Management Framework (LVMF)
2 Heron Tower
3 St Paul's Cathedral
4 Szczecin
5 Hansa Tower
6 Digital Model of Relief
7 Secondary Landscape Structure

بنابراین رویت‌پذیری ساختمان‌های بلندمرتبه در منظر شهری به یکی از موضوعات مهم محققان (خصوصاً اروپایی به دلیل دارا بودن بافت‌های تاریخی شهرها) تبدیل گردید. برای ارزیابی‌های رویت‌پذیری و اشراف بصری ساختمان‌های بلندمرتبه، روش معمول عکس‌برداری می‌باشد که از یک ضعف اصلی برخوردار است؛ این روش، تأثیر بصری یک ساختمان بلند را فقط از یک نقطه خاص درون بافت نشان می‌دهد (زاویه دید عکاس). در حالی که ارزیابی رویت‌پذیری و اشراف بصری به شیوه‌های جدید و به کمک نرم‌افزار برای تمامی نقاط بافت اطراف محاسبه می‌گردد. اما مزیت واضح و مهم استفاده از عکس‌برداری این است که از میزان واقعیت‌گرایی (ملموس) بالایی برخوردار می‌باشد. تعیین دقیق مناطق قابل رویت به این موضوع بستگی دارد که آیا داده‌های ورودی که غالباً داده‌های مدل ارتفاع دیجیتالی (DEM[1]) می‌باشد، به اندازه کافی دقیق هستند یا خیر. چون داده‌های غیردقیق در مورد ارتفاع وجود دارند، معمولاً مقدار کمی از عدم قطعیت در مورد این موضوع وجود دارد که آیا یک مکان خاص به طور واقعی از مکان دیگر قابل دیدن است، حتی اگر محاسبات مناطق قابل رویت نشان بدهند که این چنین است (Fisher, 1994). همچنین این موضوع مهم است که آیا موانع بصری مانند درختان و ... به دقت کافی در جای خود لحاظ شده‌اند؟ واضح است که تحلیل رویت‌پذیری و اشراف بصری برای تمام نقاط شهر دارای وزن و ارزش یکسانی نیستند و برای نقاط توریستی، تاریخی، فرهنگی، طبیعی و ... مهم‌تر است. بنابراین می‌توان این مسئله را در تحلیل‌ها درنظر گرفت، اما در این تحقیق لزومی به انجام آن نبوده و تحلیل در خصوص تمام نقاط بافت انجام شده است.

۳. روش

با توجه به این که ماهیت رویت‌پذیری عمدتاً یک مسئله کمی است و نه کیفی، این تحقیق به روش کمی انجام پذیرفته و مبنای آن نیز روش‌های محاسباتی و نرم‌افزاری می‌باشد. در این تحقیق، با توجه به این که رویت‌پذیری دو ساختمان بلندمرتبه در بافت‌های اطراف خود بررسی و تحلیل می‌گردند، از GIS بهره گرفته شده است. برای انجام تحقیق، نقشه‌ها و داده‌های مختلف مربوط به شهر سنندج برای پردازش و تحلیل از سازمان راه و شهرسازی استان، شهرداری سنندج و سازمان نقشه‌برداری کشور دریافت شدند. برای بررسی رویت‌پذیری در این پژوهش، در محیط نرم‌افزار Arc GIS، از تابع Viewshed استفاده گردید. همچنین از مدل TIN [2] (شبکه مثلثی نامنظم) برای نمایش سطوح ترکیبی شامل ویژگی‌های طبیعی (مانند توپوگرافی و...) و ساختارهای مصنوعی (مانند ساختمان‌ها و...) استفاده شد. از آنجا که مبنای داده‌ها در محیط نرم‌افزاری ۲٫۵ بعدی هستند (یعنی برای هر x,y خاص فقط یک مولفه z وجود دارد)، آماده‌سازی دیوارهای عمودی ساختمان‌ها با این وضعیت میسر نبود؛ زیرا در یک دیوار عمودی، هر نقطه x,y تعداد بسیار زیادی مؤلفه z می‌تواند داشته باشد. برای حل این مشکل، دیوارهای عمودی مقدار کمی شیبدار در نظر گرفته شدند. به این صورت که لبه بامِ هر ساختمان به اندازه ۱۰ سانتی‌متر به بیرون آفست [3] شد و مؤلفه z این خطوطِ آفست شده با مؤلفه z پلان همان ساختمان (روی سطح زمین) جایگزین شدند. در نتیجه دیوارهای شیبدار بسیار نزدیک به عمودی ایجاد شدند که برای هر x,y یک مؤلفه z جداگانه دارند. نهایتاً از نقاط زمین و سایر نقاط دیگر (که دارای مؤلفه ارتفاع هستند)، خطوط منحنی تراز[4]، خطوط کف و بام ساختمان‌ها مدل TIN تهیه گردید. سپس مدل TIN به مدل DEM شطرنجی-مبنا در بزرگنمایی نیم متر تبدیل شد، چون مدل شطرنجی افزودن ارتفاع‌ها برای درختان را ساده می‌سازد. مسئله دیگری که در این تحقیق باید مد نظر قرار می‌گرفت، وجود درختان و تأثیر آنها در میزان رویت‌پذیری بود. درختان در قیاس با ساختمان‌ها دارای میزانی از شفافیت هستند که می‌تواند در مسئله رویت‌پذیری تأثیرگذار باشد، هر چند که این تأثیر بسیار کم باشد. از آنجا که فعلاً هیچ شیوه علمی‌ای برای تعیین میزان شفافیت و رویت‌پذیری از لابلای درختان وجود ندارد، در این تحقیق برخی از درختانِ موجود در منطقه مورد مطالعه به‌طور میدانی مورد بررسی قرار گرفت و به طور میانگین ضرایب مربوط به شفافیت درختان ۱۰ درصد تخمین زده شد. همچنین موقعیت درختان در نقشه‌های دریافت شده به عنوان بخشی از داده‌های موجود بود و برای تعیین ارتفاع‌های حدودی درختان از برداشت میدانی و تقریبی استفاده شد. برای تعریف درختان در نرم‌افزار از ترسیم چندضلعی‌هایی و دادن ارتفاع به آنها بهره برده شد که در این مورد نیز به همان شیوه آماده‌سازیِ دیوارهای ساختمان‌ها عمل شد و با مدل TIN ترکیب گردید. بعد از مرحله آماده‌سازی داده‌ها، برای ساختمانِ شماره۱ که ۱۷ طبقه می‌باشد، به تعداد ۱۷ نقشه و برای ساختمانِ شماره۲ که ۱۴ طبقه می‌باشد به همان تعداد نقشه خروجی رویت‌پذیری از نرم‌افزار استخراج گردید. در نهایت، رویت‌پذیری این دو ساختمان بلندمرتبه در بافت‌های اطراف خود تحلیل شده و خروجی‌های موردنظر به صورت شکل و نمودار تهیه گردیدند.

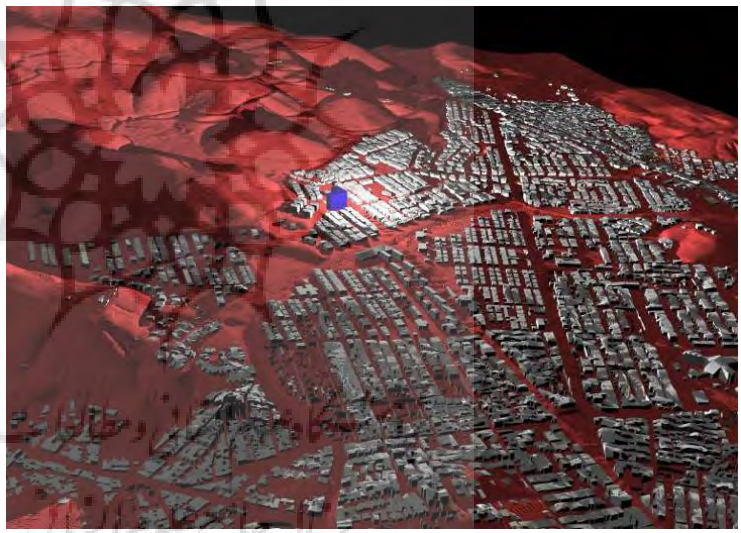
۴. مطالعه موردی: دو ساختمان بلندمرتبه در شهر سنندج

ساختمان بلندمرتبه شماره۱ ساختمانی است با ارتفاع حدود ۵۶ متر که نزدیک به بافت مرکز شهر سنندج قرار گرفته است (تصاویر شماره ۱و۲). ارتفاع این ساختمان نسبت به بافت اطراف خود نامتعارف بوده و به گونه‌ای است که از بسیاری از نقاط شهر قابل رویت است. این ساختمان یک ساختمان مسکونی است و نماد یا نشانه شهری سنندج محسوب نمی‌شود، اما جزو بلندترین ساختمان‌های شهر بوده و از این نظر حائز اهمیت است. بافت اطراف آن نسبتاً مسطح بوده و یک رود-دره با عمق کم در آن قرار گرفته است.

1 Digital Elevation Model
2 Triangulated Irregular Networks
3 Offset
4 Contour lines

تصویر شماره۱: تصویر سه‌بعدی از ساختمان بلندمرتبه شماره۱ (آبی‌رنگ) و بخشی از شهر سنندج - تصویر شماره۲: ساختمان شماره۱ از نزدیک

ساختمان بلندمرتبه شماره۲ ساختمانی مسکونی است با ارتفاع حدود ۴۶ متر در سمت غرب سنندج و پای کوه آبیدر (تصاویر شماره ۳و۴). اختلاف ارتفاع این ساختمان از نظر تعداد طبقات نسبت به بافت اطراف خود باعث شده تا دید و منظر برخی از ساختمان‌های اطراف آن و معابری که قبلاً به کوه آبیدر داشتند، از بین برود. بافت اطراف آن دارای شیب بوده و تپه‌ماهورها و پستی و بلندی‌هایی در آن وجود دارند.

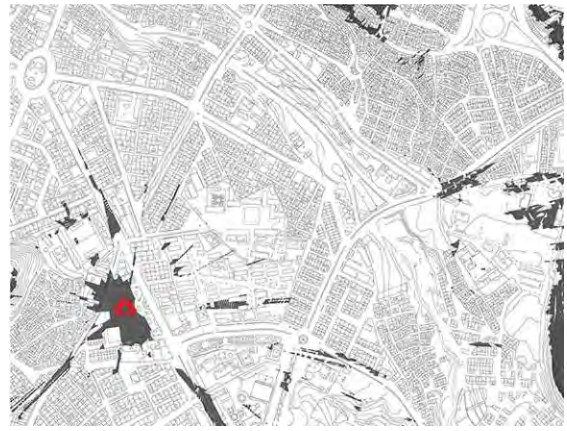


تصویر شماره۳: تصویر سه‌بعدی از ساختمان بلندمرتبه شماره۲ (آبی‌رنگ) و بخشی از شهر سنندج - تصویر شماره۴: ساختمان شماره۲ از نزدیک

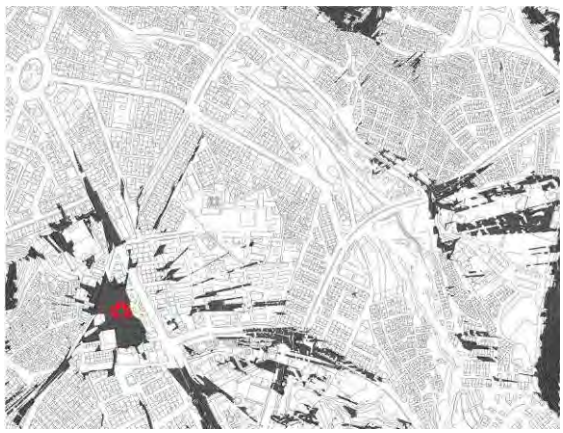
۵. بحث و یافته‌ها

در این تحقیق رویت‌پذیری هر دو ساختمان بلندمرتبه در منظر شهری سنندج به کمک GIS در قالب تصاویر خروجی، برای تمام طبقات این بناها به صورت جداگانه محاسبه گردیدند. یعنی برای ساختمان شماره۱ که ۱۷ طبقه می‌باشد، ۱۷ عدد نقشه خروجی رویت‌پذیری به بافت اطراف، از نرم‌افزار دریافت شده و همین‌طور برای ساختمان شماره۲ برای ۱۴ طبقه، ۱۴ عدد نقشه خروجی رویت‌پذیری به دست آمد. خروجی‌های رویت‌پذیری برای هر کدام از ساختمان‌ها در طبقه آخر و سه طبقه مهم دیگر که در مرحله بعدی تحلیل مشخص شده‌اند، در تصاویر شماره ۵ تا ۱۲ آورده شده است.

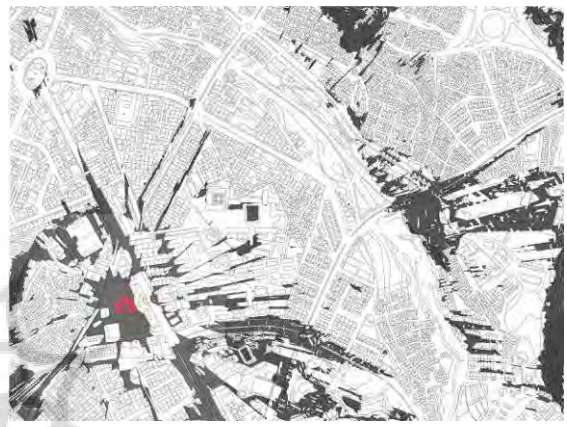
قبل از تحلیل رویت‌پذیری طبقات ساختمان‌های بلندمرتبه، ابتدا بافت اطراف هر دو ساختمان برای بررسی بهتر تفاوت در میزان و روند رویت‌پذیری حوزه‌بندی گردیدند (تصاویر شماره ۱۳و۱۴). سپس برای استفاده‌های بعدی در تحلیل‌ها، میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت هر کدام از حوزه‌ها به تفکیک، با استفاده از نرم‌افزار محاسبه شدند. با توجه به این که داده‌های ساختمان‌ها در مدل سه‌بعدی دارای ارتفاع می‌باشد، ارتفاع تمامی ساختمان‌های یک حوزه به سادگی به وسیله نرم‌افزار برحسب متر تعیین گردیده و از آنها میانگین‌گیری شد (نمودار شماره۱).



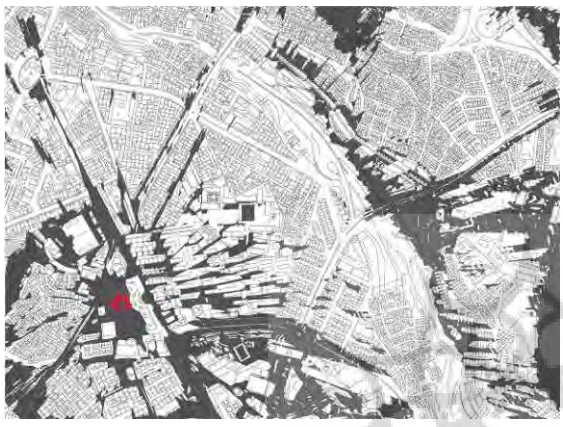
تصویر شماره۵: رویت‌پذیری طبقه چهارم ساختمان شماره۱



تصویر شماره۶: رویت‌پذیری طبقه ششم ساختمان شماره۱



تصویر شماره۷: رویت‌پذیری طبقه دهم ساختمان شماره۱



تصویر شماره۸: رویت‌پذیری طبقه هفدهم ساختمان شماره۱

تصویر شماره۹: رویت‌پذیری طبقه سوم ساختمان شماره۲

تصویر شماره۱۰: رویت‌پذیری طبقه پنجم ساختمان شماره۲

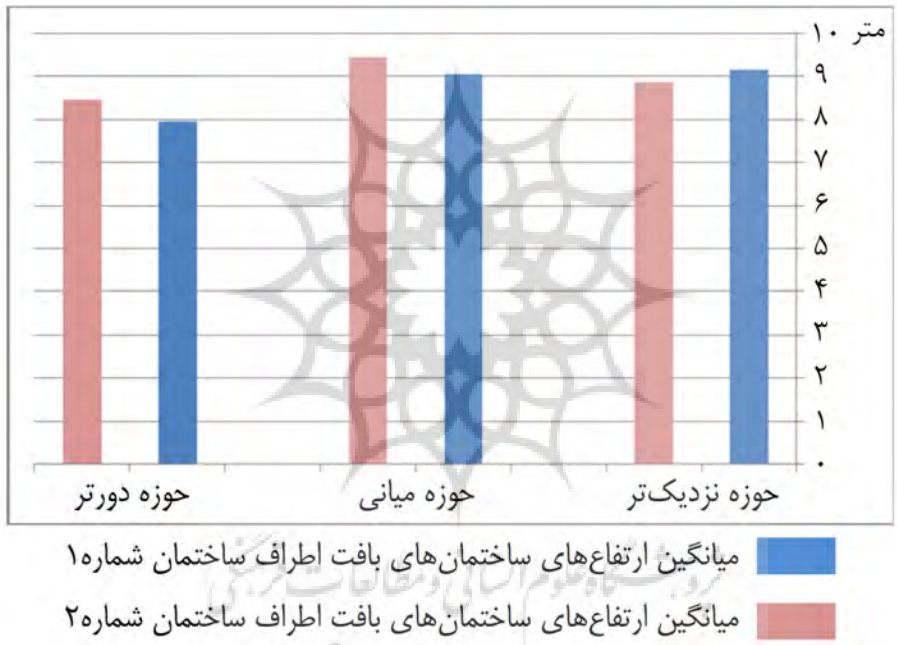
تصویر شماره۱۱: رویت‌پذیری طبقه هشتم ساختمان شماره۲

تصویر شماره۱۲: رویت‌پذیری طبقه چهاردهم ساختمان شماره۲

(مناطقی که با لکه‌های تیره نشان داده شده‌اند، مناطق رویت‌پذیر با دید متقابل بین بافت و ساختمان بلندمرتبه می‌باشند).

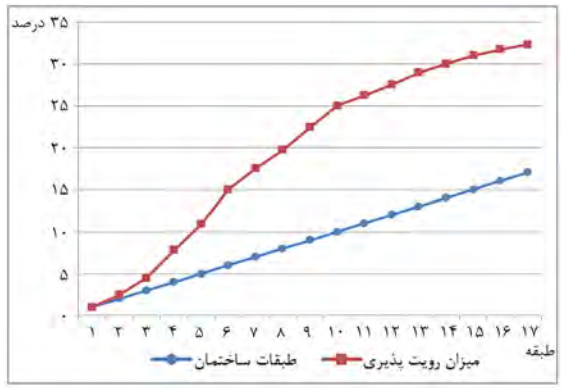
تصویر شماره۱۳: حوزه‌های بافت اطراف ساختمان شماره۱

تصویر شماره۱۴: حوزه‌های بافت اطراف ساختمان شماره۲

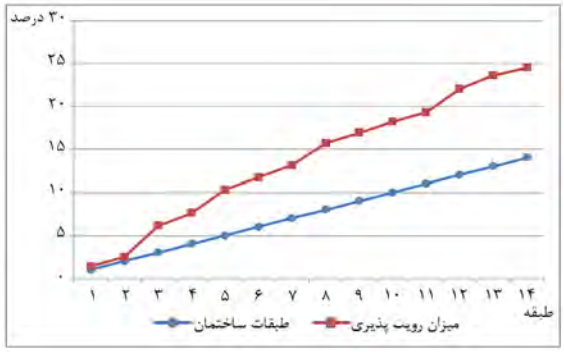


نمودار شماره۱: میانگین ارتفاع‌های ساختمان‌های بافت اطراف دو بنا (بر حسب متر)

با تحلیل نقشه‌های رویت‌پذیری ساختمان شماره۱ از طبقه نخست تا آخر، یک منحنی به‌دست آمده است که گویای روند تغییر رویت‌پذیری بین ساختمان بلندمرتبه و بافت اطراف آن می‌باشد (نمودار شماره۲). در این نمودار روند تغییرات رویت‌پذیری در طبقات مختلف ساختمان در سه نقطه دچار تغییر آهنگ شده است. میزان رویت‌پذیری در طبقه چهارم بنا دچار تغییر شیب و افزایش ناگهانی شده و این نشان می‌دهد که در این ساختمان رویت‌پذیری طبقه چهارم در حوزه بافت نزدیک به ساختمان نسبت به طبقات نخست تا سوم بسیار بیشتر می‌باشد. این اتفاق در ساختمان شماره۲ در طبقه سوم افتاده است (نمودار شماره۳). با بررسی موضوع، دلیل این تفاوت در کمتر بودن میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف ساختمان شماره۲ ارزیابی شد (نمودار شماره۱). چراکه هر قدر میانگین ارتفاع ساختمان‌های اطراف کمتر شود، روند رویت‌پذیری طبقات پایین‌تر سریع‌تر اتفاق خواهد افتاد. با وسیع‌تر در نظر گرفتن حوزه بافت اطراف ساختمان شماره۱، یعنی حوزه میانی (تصویر شماره۱۳)، طبقه ششم بنا نقطه عطف دیگری در روند رویت‌پذیری بوده که می‌تواند شاخص مهمی در این حوزه محسوب گردد و این طبقه می‌تواند از نظر رویت‌پذیری تأثیر بیشتری بر مناطق مختلف بافت در این حوزه داشته باشد. این اتفاق در ساختمان شماره۲ در طبقه پنجم افتاده است (مقایسه نمودارهای شماره ۲و۳).



نمودار شماره۲: روند تغییرات رویت‌پذیری طبقات ساختمان شماره۱



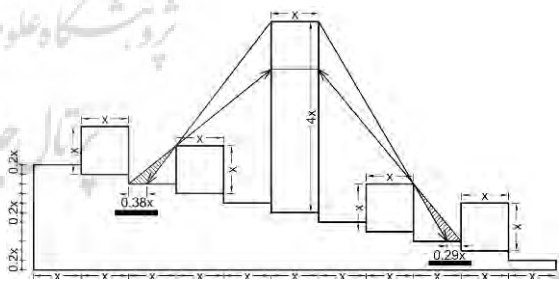
نمودار شماره۳: روند تغییرات رویت‌پذیری طبقات ساختمان شماره۲

رویت‌پذیری طبقات ساختمان‌های شماره ۱ و ۲ از فضاهای باز شهری و برعکس، بر حسب درصدی از کل فضاهای باز شهری در محدوده مورد مطالعه. (در تصاویر شماره ۵ تا ۱۲ بام ساختمان‌ها در محاسبه درصد رویت‌پذیری لحاظ نمی‌گردند و فقط فضاهای باز شهری درنظر گرفته شده‌اند).

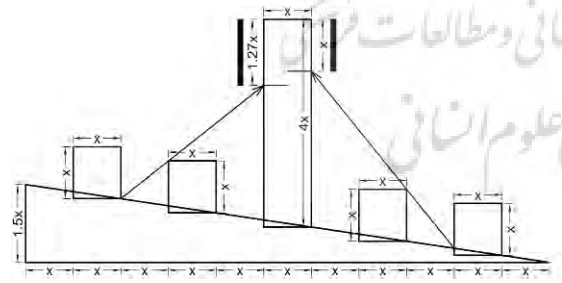
میزان تفاوت در رویت‌پذیری دو ساختمان در حوزه میانی زیاد می‌باشد، به طوری که میزان رویت‌پذیری در بافت شماره۱ بسیار بیشتر از بافت شماره۲ شده است. با ارزیابی موضوع مشخص شد که این تفاوت در میزان رویت‌پذیری به سه دلیل اتفاق افتاده است؛ نخست، تفاوت در میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف دو بنا (نمودار شماره۱، حوزه میانی)و دوم، وجود تفاوت در شیب بافت اطراف دو بنا. بافت اطراف ساختمان شماره۱ در این حوزه (حوزه میانی) دارای شیب بسیار کمی است. اما ساختمان شماره۲ در پای کوه آبیدر و یک بافت شیب‌دار قرار گرفته است. بنابراین با توجه به این که این ساختمان در قسمت بالایی شیب و بخش اعظم بافت اطراف آن در قسمت پایینی شیب قرار گرفته است، میزان رویت‌پذیری متقابل بین بافت و این ساختمان به طور نسبی کمتر از ساختمان شماره۱ شده است (اشکال شماره ۳ و ۴).

دلیل سوم این اتفاق را باید در تپه‌ماهورهای بافت اطراف ساختمان شماره۲ جست‌وجو کرد. با توجه به این که همیشه حدود نصف یک تپه ماهور پشت به ساختمان موردنظر است، حدوداً نصف بافت روی هر تپه ماهور فاقد رویت‌پذیری به آن ساختمان می‌شود؛ حتی اگر شیب تپه‌ماهور نیز کم باشد، بازهم بخش زیادی از رویت‌پذیری ساختمان از دست خواهد رفت.

با در نظر گرفتن بافت کلی‌تری از شهر (ناحیه دورتر)، در ارتفاع مهم دیگری از ساختمان شماره۱، در روند رویت‌پذیری در طبقه دهم تغییر آهنگ روی داده، تسلط نسبی این طبقه را بر مناطق وسیع‌تری از اطراف خود نشان می‌دهد. این اتفاق در ساختمان شماره۲ در طبقات هشتم و دوازدهم افتاده است (مقایسه نمودارهای شماره ۲و۳). میزان رویت‌پذیری بافت شماره۱ نسبت به بافت شماره۲ در این حوزه نیز مانند حوزه میانی بسیار بیشتر می‌باشد. با ارزیابی این مطلب، دلیل این تفاوت همانند بافت میانی، همان دلایل سه‌گانه‌ای بودند که در بالا توضیح داده شدند.



شکل شماره۳: رویت‌پذیری ساختمان در شیب. نیمه پایینی شیب رویت‌پذیری کمتری از نیمه بالایی شیب دارد.



شکل شماره۴: رویت‌پذیری ساختمان در شیب. نیمه پایینی شیب رویت‌پذیری کمتری از نیمه بالایی شیب دارد.

۶. نتیجه‌گیری

در این تحقیق، روشی برای رویت‌پذیری دو ساختمان بلندمرتبه در دو گونه بافت مختلف شهری اطراف آنها معرفی شد. همچنین روند تغییرات رویت‌پذیری برای تمامی طبقات این دو ساختمان تحلیل شده و خروجی‌های موردنظر به صورت نقشه و نمودار به‌دست آمدند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که فرضیه ابتدای تحقیق مبنی بر این که روند تغییرات رویت‌پذیری ساختمان‌های بلندمرتبه و بافت اطراف آن یک روند ثابت و خطی است، صحیح نبوده و این روند برای طبقات هر دو ساختمان مورد بررسی، روندی خطی نبوده و در برخی نقاط دارای تغییر آهنگ می‌باشد. همچنین روند تغییرات رویت‌پذیری و میزان آن در دو ساختمان با بافت‌های مختلف (بافت شماره۱ نسبتاً مسطح و

دارای یک رود-دره با عمق کم و بافت شماره۲ شیب‌دار و دارای تپه‌ماهور) با هم متفاوت شده‌اند. با ارزیابی موضوع مشخص شد که این تفاوت‌ها به سه دلیل اتفاق افتاده است؛ نخست، تفاوت در میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف دو بنا، دوم، وجود تفاوت در شیب بافت اطراف دو بنا و سوم، وجود تپه‌ماهورها در بافت.

برای بررسی بهتر دلایل تفاوت در میزان و روند رویت‌پذیری در دو ساختمان، بافت اطراف آنها هر کدام به سه حوزه یعنی حوزه نزدیک‌تر، حوزه میانی و حوزه دورتر تقسیم‌بندی شدند (تصاویر شماره‌های ۱۳و۱۴). با بررسی روند تغییرات رویت‌پذیری طبقات دو ساختمان، نقطه عطف نخست در ساختمان شماره۱ در طبقه چهارم بود، در حالی که برای ساختمان شماره۲ در طبقه سوم اتفاق افتاد (مقایسه نمودارهای شماره ۲و۳). دلیل این تفاوت در کمتر بودن میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف ساختمان شماره۲ ارزیابی شد (نمودار شماره۱، حوزه نزدیک‌تر). چراکه هر قدر میانگین ارتفاع ساختمان‌های اطراف کمتر شود، میزان رویت‌پذیری بیشتر خواهد شد. با ادامه ارزیابی این منحنی، نقطه عطف بعدی برای ساختمان شماره۱ در طبقه ششم بوده، اما برای ساختمان شماره۲ در طبقه پنجم اتفاق افتاده است. دلیل این تفاوت به دلایل سه‌گانه اشاره شده در بالا بر می‌گردد. نخست، میانگین ارتفاع ساختمان‌های بافت اطراف ساختمان شماره۱ کمتر از ساختمان شماره۲ است (نمودار شماره۱، حوزه میانی). دوم، بافت اطراف ساختمان شماره۱ در این بخش (حوزه میانی) دارای شیب بسیار کمی است. اما ساختمان شماره۲ در پای کوه و یک بافت شیب‌دار و در قسمت بالایی شیب قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اشکال شماره ۳و۴، میزان رویت‌پذیری متقابل بین بافت و ساختمان شماره۲ کمتر شده است. سوم، توپوگرافی بافت اطراف ساختمان شماره۲ دارای تپه ماهورها و پستی و بلندی‌های بسیار بیشتری نسبت به بافت اطراف ساختمان شماره۱ می‌باشد. از آنجا که همیشه حدود نصف یک تپه ماهور پشت به ساختمان موردنظر است، حدوداً نصف بافت روی هر تپه‌ماهور فاقد رویت‌پذیری به آن ساختمان شده است. درنتیجه بخش دیگری از میزان رویت‌پذیری ساختمان شماره۲ به این دلیل نسبت به ساختمان شماره۱ کمتر شده است.

با ادامه ارزیابی منحنی رویت‌پذیری دو ساختمان، نقطه عطف مهم دیگر ساختمان شماره۱ طبقه دهم و ساختمان شماره۲ طبقات هشتم و دوازدهم می‌باشند. با بررسی منحنی‌ها (نمودارهای شماره ۲و۳) دلایل آن کاملاً مشابه دلایل سه‌گانه اشاره شده ارزیابی گردیدند.

نکته مهمی که درخصوص روند رویت‌پذیری طبقات دو ساختمان باید گفت اهمیت نقاط عطف آنهاست که در بالا به آنها اشاره گردید. این نقاط که در آنها منحنی رویت‌پذیری دچار تغییر آهنگ، تغییر شیب و افزایش ناگهانی شده‌اند، نشان‌دهنده اهمیت بیشتر رویت‌پذیری آنها نسبت به سایر طبقات و تسلط نسبی آنها می‌باشد و این طبقات می‌توانند از نظر بصری تأثیر بیشتری بر مناطق مختلف اطراف خود داشته باشند. بنابراین نوع طراحی این طبقات خاص (نقاط عطف در منحنی رویت‌پذیری) در ساختمان‌های بلندمرتبه می‌تواند حائز اهمیت باشد. همچنین این مسئله که یک ساختمان تا چه میزان رویت‌پذیر باشد یا نباشد، در تصمیم‌گیری‌های مربوط به تعیین ارتفاع ساختمان‌ها نسبت به بافت اطراف خود (خصوصاً در شهرهای دارای بافت‌های باارزش تاریخی و منظر توریستی) می‌تواند بسیار مورد توجه واقع گردد.

از نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که تحلیل رویت‌پذیری به عنوان ابزاری برای مدل کردن مقدار دیدها در طراحی ساختمان‌های بلند و قبل از ساخت آنها، روش مؤثری برای تخمین این موضوع می‌باشد که یک طبقه یا واحد خاص بعد از اتمام ساخت، دارای دید خوبی خواهد شد یا خیر و همچنین آیا این دیدها دارای ارزش مثبت (خصوصاً در شهرهای دارای بافت‌های باارزش تاریخی و دارای منظر توریستی و یا دید به مکان‌های خاص، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، پارک‌ها، درختان و...) هستند یا ارزش منفی (مانند دید به جاده‌ها، مخروبه‌ها، نواحی صنعتی و...). بنابراین یکی از مواردی که برای پژوهش در آینده در این مورد پیشنهاد می‌گردد، اضافه کردن ارزش‌گذاری مثبت و منفی دیدهای متقابل بین ساختمان بلندمرتبه و بافت در منظر شهری می‌باشد.

Refrences:

- Bartie, P. & Mackaness, w. (2011). «Optimal Sampling Strategies for Line-Of-Sight Calculations in Urban Regions», The University of Edinburgh, The EC's 7th Framework Programme (SpaceBook project).
- Bartie, P. Mills, S. & Kingham, S. (2008). «An egocentric urban viewshed: A method for landmark visibility mapping for pedestrian location based services». In A. Moore & I. Drecki (Eds.), Geospatial vision – New dimensions in cartography, New Zealand: Springer, (pp. 61–85).
- Bartie, p. & Reitsma, F. & Kingham, S. & Mills, S. (2010). «Advancing visibility modeling algorithms for urban environments», Computers, Environment and Urban Systems, Elsevier, (pp. 518-531).
- Bishop, I.D. (2002). «Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines», Environment and Planning B: Planning and Design, No.29, (pp. 707-718).
- Czynska, K. (2014). «Geometrical aspects of city skyline, tall building analysis», 16th International Conference on Geometry and Graphics, Innsbruck, Austria.
- Danese, M. & Nolè, G. & Murgante, B. (2009).

«Visual Impact Assessment in Urban Planning», Geocomputation & Urban Planning, SCI 176, (pp. 133–146).

- Dean, D.J. & Blackard, A.C. (2007). «Modeling the magnitude and spatial distribution of aesthetic impacts», Environment and Planning B:Planning and Design, No.34, (pp. 121-138).
- Ervin, s. & Steinitz, C. (2003). «Landscape visibility computation: necessary, but not sufficient», Environment and Planning B: Planning and Design, No.30, (pp. 757-766).
- Fabrizio, E. & Garnero, G. (2014). «Visual impact in the urban environment, the case of Out-of-Scale buildings», Journal of Land Use, Mobility and Environment, Special Issue: Eighth International Conference INPUT Smart City - Planning for Energy, Transportation and Sustainability of the Urban System, (pp. 377-388).
- Fisher, P.F. (1991). «First experiments in viewshed uncertainty: the accuracy of the viewshed area», Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, No.57, (pp. 1321-1327).
- Fisher, P.F. (1994). «Probable and fuzzy models of viewshed operation», Innovations in GIS 1 Eds M.F. Worboys, Taylor and Francis, London, (pp. 161-175).
- He, J. Tsou, & JY Xue, Y. & Chow, B. (2005). «A Visual Landscape Assessment Approach for High-density Urban Development», Proceedings of the 11th International CAAD Futures Conference, Austria, (pp. 125-134).
- Koltsova, A. & Tuncer, B. & Schmitt, G. (2013). «Visibility Analysis for 3D Urban Environments», Computation and Performance, Proceedings of the 31th International eCAADe Conference, No.2, (pp. 375-383).
- Landscape Institute & Institute of Environmental Management and Assessment. (2002). Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment, Translation by Manouchehr Tabibian, Tehran: Publication of Tehran University.[in Persian]
- Rod, J.K. & Meer, D.v. (2009). «Visibility and dominance analysis: assessing a high-rise building project in Trondheim», Environment and Planning B: Planning and Design 2009, No.36, (pp. 698-710).
- Shach-Pinsly, D. (2010). «Visual openness and visual exposure analysis models used as evaluation tools during the urban design development process», Journal of Urbanism, Vol. 3, No. 2, (pp. 161–184).
- Stefunkova, D. & Cebecauer T. (2006). «Visibility analysis as a part of landscape visual quality assessment», Ekologia (Bratislava), No.25, (pp. 229-239).
- Tavernor, R. & Gassner, G. (2010). «Visual consequences of the plan: Managing London's changing skyline», City, Culture and Society, No.1, (pp. 99-108).
- Turnbull, W.M. Gourlay, I. (1987). «Visual impact analysis: a case study of a computer-based system», Computer-Aided Design, No.19, (pp. 197-202).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴۲
شماره بیست‌وششم
بهار ۱۳۹۷
فصلنامه
علمی-پژوهشی
مطالعات شهری