

کاربرد تحلیل‌های ایزووویست و خطوط دید در سنجش کیفیت بصری در مجتمع‌های مسکونی^۱

مطالعه موردی: شهر کرمانشاه

اکرم اسفندیاری^۲ - کارشناسی ارشد معماری دانشکده معماری و هنر دانشگاه گیلان.
عباس ترکاشوند - استادیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۵

چکیده

مجتمع‌های مسکونی همچون هر برساخته دیگری علاوه بر فضا و کالبد فیزیکی خود، حاوی بار ادراکی برای شهروندان هستند. کیفیت بصری، نقش مهمی در چگونگی شکل‌گیری این بار ادراکی دارد. بدین ترتیب، توجه به کارکرد ادراکی مجموعه‌های مسکونی به میزان زیادی وابسته به کیفیت بصری آن است که مقوله‌ای کیفی به شمار آمده و از این رو، تحلیل آن پیچیدگی‌های بسیاری به همراه دارد. در این راستا تحلیل‌های ایزووویست و خطوط دید ابزاری مؤثر در جهت تحلیل و در نتیجه سنجش کیفیت بصری، از طریق روش‌های کمی فراهم می‌آورند. بدین ترتیب هدف این پژوهش، ارائه روشی برای به کارگیری ابزار ایزووویست و خطوط دید در فرآیند سنجش کیفیت بصری در مجتمع‌های مسکونی است. این پژوهش، به طور موردی در شهر کرمانشاه انجام شده است. برای این منظور، ابتدا مجتمع‌های مسکونی واقع در شهر کرمانشاه با استفاده از تحلیل‌های فرمی، مبتنی بر یک روش کمی، گونه‌شناسی و دسته‌بندی شده‌اند. سپس به منظور جلوگیری از تأثیر فضای شهری ناهمخوان اطراف مجتمع‌ها به عنوان عامل مداخله‌گر، شکل‌گونه‌های حاصله با روش «نرمال کردن» همگن شده و کیفیت فضایی-کالبدی گونه‌های نرمالایز شده نیز با ابزار اسپیس میت مورد سنجش قرار گرفته است. در مرحله بعد، کیفیت بصری آنها با استفاده از ابزار ایزووویست، با تکیه بر شاخص‌های مساحت، مقدار زاویه راندگی، بیشترین خط شعاع دید و انحصار مورد سنجش قرار گرفته و داده‌های کمی استخراج شده است. در نهایت، همبستگی میان داده‌های حاصل از سنجش کیفیت بصری، با داده‌های حاصل از سنجش کیفیت فضایی-کالبدی گونه‌ها، مورد آزمون قرار گرفته و تحلیل شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هر یک از گونه‌های مجتمع‌های مسکونی، شاخص‌های کیفیت بصری و خطوط دید معینی دارد که به طور کمی و کیفی با سایر گونه‌ها قابل مقایسه است. همچنین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد شاخص‌های ایزووویست که مبین کیفیت بصری گونه‌ها هستند، با شاخص‌های اسپیس میت، دارای رابطه همبستگی هستند. این امر به معنای اعتبار روش پیشنهادی در سنجش کیفیت بصری مجتمع‌های مسکونی بوده و مبین کاربرد نمودارهای اسپیس میت در کیفیت بصری مجتمع‌های مسکونی نیز هست. نتایج این تحقیق می‌تواند به صورت بالقوه در طراحی سایت مجموعه‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفته و متعاقب آن بر کیفیت طرح‌های مسکونی مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: ایزووویست، خطوط دید، گونه‌های مجتمع مسکونی، نرمال کردن.

۱ این مقاله، برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خانم اکرم اسفندیاری است که به راهنمایی آقای دکتر عباس ترکاشوند در دانشگاه گیلان انجام شده است

۲ نویسنده مسئول مقاله: Tarkashvand@iust.ac.ir

۱. مقدمه

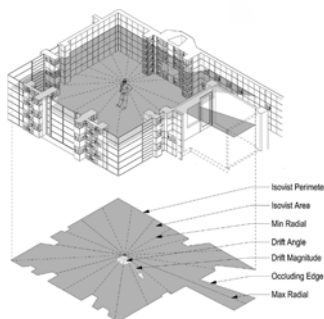
محیط بصری مجموعه های مسکونی، بخش مهمی از محیط قابل درک به وسیله انسان بوده و کیفیت آن تأثیر بسزایی بر تجربه ادراکی افراد از محیط دارد (Nasar, 1998) (Lynch, 1960). در همین حال افزایش کیفیت ادراکی فضاهای مسکونی - که خود مشتمل بر موارد متعددی، از جمله کیفیت بصری آنها می شود- ضرورتی رو به فزونی است که مورد انتظار بهره برداران بوده و طراحان (از جمله معماران و شهرسازان را به خود مشغول ساخته است. در این شرایط فراهم آوردن ابزاری برای سنجش کیفیت بصری مجموعه های مسکونی، ضرورت یافته و می تواند گام مؤثری در تکامل فهم طراحان از کیفیت ادراک بصری بهره برداران از محیط باشد. در این میان نظریه هایی از جمله «مدل اطلاعاتی کاپلان»، «سیمای ارزیابانه» و «نظریه چشم انداز پناهگاه» حاکی از آن است که تجربه انسان از محیط، از جمله تجربه ادراکی بصری او، وابسته به ویژگی های کالبدی و فضایی محیط است. بنابراین روش مورد نظر باید بتواند کیفیت بصری محیط را از طریق ویژگی های کالبدی و فضایی آن مورد ارزیابی قرار دهد. در این ارتباط نظریه «چیدمان فضا» ابزاری تحلیلی در معماری و شهرسازی است که امکان تحلیل محیط و درک آن را بر مبنای ویژگی های کالبدی-فضایی فراهم می آورد. همچنین تحلیل زمینه های بصری (یا ایزووویست) یکی از اجزای اصلی در نظریه چیدمان فضا است که در سنجش کیفیت بصری محیط کاربرد می یابد. پژوهش های متعددی ارتباط بین شاخص های ایزووویست و تجربه ادراکی افراد از محیط را تبیین کرده اند (Ostwald & Meilinger, Franz, & Bühlhoff, 2012) (Dawes, 2013). هرچند در کم و کیف این ارتباط و همچنین قابلیت تعمیم آن در تمام جوامع، احتمال بروز خطاهای اندکی محتمل است؛ ولی این امر از ارزش این ابزار و قابلیت کاربرد آن کم نکرده و تنها مبین ضرورت انطباق این ابزار با زمینه به کارگیری آن است. پژوهش حاضر با این هدف، یعنی به کارگیری و تدقیق ایزووویست به عنوان ابزاری برای سنجش کیفیت بصری مجموعه های مسکونی در شهر کرمانشاه شکل گرفته است. برای این منظور ابتدا به تبیین مدل ارتباطی میان کیفیت بصری و تکنیک های سنجش آن (ایزوویست و خطوط دید) پرداخته شده است. سپس تکنیک پیشنهادی در نمونه موردی (مجموعه های مسکونی در کرمانشاه) به کار گرفته شده است. برای این منظور ابتدا مجموعه های مسکونی این شهر گونه بندی شده و سپس با استفاده از ایزووویست و خطوط دید تحلیل شده اند. پس از آن رابطه همبستگی بین کیفیت بصری و ویژگی های کالبدی-فضایی مجموعه های مسکونی مورد آزمون قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا ویژگی های کالبدی-فضایی گونه های مجموعه های مسکونی در نمونه موردی با استفاده از نمودارهای اسپیس میت تحلیل شده و در نهایت آزمون همبستگی میان نتایج تحلیل های ایزووویست و تحلیل خطوط دید با نتایج حاصل از نمودارهای اسپیس میت انجام شده است.

۲. چارچوب نظری

ادبیات حوزه شهرسازی و معماری، حاکی از تلاش های پیوسته و مستمر در راستای دست یابی به روش هایی برای تحلیل محیط، از طریق ویژگی های کالبدی و فضایی آن است. جست و جو برای پیشنهاد ابزاری تحلیلی در این حوزه، در نظریه «چیدمان فضا» به نحو مؤثری به بار نشست. چیدمان فضا یک نظریه و ابزاری تحلیلی در معماری و شهرسازی است. زمینه های آغازین آن را می توان در نخستین کتاب بیل هیلیر به نام «منطق اجتماعی فضا» جست و جو کرد. در یک تعریف کلی، چیدمان فضا نظریه ای است که وجه ساختاری فضا را در مرکز توجه قرار می دهد. نکته مهم آن است که نظریه چیدمان فضا و روش (های) آن، تنها یک ابزار مدل سازی ساده نیست، بلکه روشی است برای درک پیچیدگی های شهر، منطق ریخت شناسی و الگوی توسعه آن و همچنین درک الگوهای رفتاری موجود در شهر (Hillier, Penn, Hanson, Grajewski, & Xu, 1993). بر مبنای این نظریه، روش های متعددی برای تحلیل وجوه گوناگون شهرها شکل گرفته اند. از جمله مواردی که در راستای تحلیل کیفیت بصری محیط ساخته شده، ابداع شده و توسعه یافته می توان به ایزووویست و تحلیل خطوط دید اشاره کرد.

۲.۱. ایزووویست

یکی از بخش های مهم در نظریه چیدمان فضا، زمینه های بصری است که عمدتاً برای تحلیل فضاهای معماری و محله های شهری به کار می رود. به نظر می رسد که کلمه ایزووویست (زمینه های بصری) ابتدا به وسیله تاندی به وجود آمد. از نظر او، ایزووویست روشی برای «ثبت دائمی اطلاعات سایت (معماری یا منظر) است» (Tandy, 1967). سال های بعد، بندیکت به بسط و توسعه مشخصات ایزووویست پرداخت تا بتواند محیط را با ابعاد کمی آن توصیف کند. از نظر او، زمینه های ایزووویست با توانایی اندازه گیری برخی کیفیت های فضایی پایه در محیط همراه است؛ کیفیاتی که دریافت آگاهانه یا ناخودآگاه آنها، ادراکی پایه ای تر و توصیفی کامل تر را از محیط ایجاد می کند. وی بر این اساس، فضا را به «مجموعه ای از نقاط قابل رؤیت از یک نقطه در همان فضا» تعریف کرد (M. L. Benedikt, 1979).



تصویر شماره ۱: ایزووویست (Dawes & Ostwald, 2014)

ایزوویست متشکل از یک چند ضلعی و مجموعه ای از مشخصات شامل محیط پیرامون، محدوده (یا منطقه) ایزووویست، حداقل

و حداکثر شعاع دید، زاویه راندگی، بزرگی راندگی و لبه هاست (تصویر شماره یک) (Dawes & Ostwald, 2014). ایزووویست یک شبکه هندسی منظم در ساختمان ایجاد می‌کند و چند ضلعی ایزووویست از مرکز هر مربع شبکه‌ای را تولید می‌کند، Christenson (2010) (Turner, 2004) که معمولاً در ارتفاع چشم ناظر واقع شده است. خواص ریاضی این چند ضلعی (مقادیر کمی مشخصات پیش‌گفته) ثبت شده و می‌تواند در مقایسه با مقادیر به دست آمده از ایزووویست مکان‌های دیگر تجزیه و تحلیل شود. در این تحلیل دید، شکل و اندازه ایزووویست‌ها با توجه به هندسه فضا و مکان ناظر یکتاست (تصویر شماره ۱) (Dawes & Ostwald, 2014). پس از بندیکت و دیویس، پژوهش‌های بعدی منجر به شکل‌گیری روشی دقیق برای تولید چندضلعی ایزووویست، اندازه‌گیری‌های ریاضی مشخص و بهبود ارائه گرافیکی داده‌ها شد و مفهوم دقیق‌تری از ایزووویست ایجاد کرد (Davis & Benedikt, 1979). در راستای یافتن کاربرد ایزووویست در حوزه‌های ادراکی، بندیکت و برنهام تأثیر اجزای ایزووویست را بر ادراک فضا نشان دادند و اثبات کردند که ادراک «فضامندی» با پیچیدگی زمینه‌های بصری فضا رابطه دارد (M. Benedikt & Burnham, 1985). در همین راستا، طاهر و براون خانه‌های سنتی ام زامبیت را تحلیل کرده و نشان دادند که زمینه‌های بصری خانه‌ها (مشخصات ایزووویست آنها) با نیاز خلوت ساکنان وابسته است (Taher & Brown, 2003). همچنین فرنز و واینر در جست‌وجوی ارتباط میان کیفیت‌های تجربی فضا و زمینه‌های بصری (ایزوویست) آنها برآمده و نشان دادند که بین خواص مکانی و پاسخ ادراکی به فضا ارتباط معنی‌داری وجود دارد، Franz, von der Heyde, & Bühlhoff (2005). ادامه پژوهش‌ها در خصوص کاربرد ایزووویست در حوزه معماری، ابزار تحلیلی قدرتمندی در اختیار پژوهشگران قرار داد. در این راستا داوز و همکاران نظریه چشم‌انداز-پناهگاه را با استفاده از ابزار ایزووویست در خانه‌های textile-block فرانک لوید رایت مورد بررسی قرار داده و نشان دادند به‌رغم آن که هیلدبراند این خانه‌ها را الگوی برجسته‌ای از چشم‌انداز-پناهگاه می‌داند، اما هیچ مدرک کمی که وجود این الگوی خاص را در آنها نشان دهد، وجود ندارد (Ostwald & Dawes, 2013). در ادامه دزبیک نشان داد که پاسخ ادراکی شرکت‌کنندگان در آزمایش‌های مجازی با شاخص‌های مساحت ایزووویست، دارای ارتباط و همبستگی معنی‌دار است. وی همچنین در پژوهش دیگری نشان داد که مساحت ایزووویست با درک فضامندی دارای همبستگی بوده و تعداد رئوس ایزووویست

با اجتماع‌پذیری، همبستگی منفی دارد (Dzubic, 2013). در همین چارچوب وینر و همکاران سودمندی تجزیه و تحلیل ایزووویست را تأیید کرده و نشان دادند که این روش، ابزاری نویدبخش برای پیش‌بینی کیفیت تجربی معماری و حرکت بهره‌بردار در فضا است (Wiener & Franz, 2004).

در پژوهش‌های داخلی، علی‌الحسابی و همکاران با استفاده از تحلیل‌های ایزووویست، ارتباط میان عملکرد فضاها در خانه‌های بافت قدیم بوشهر را با قابلیت دید آنها مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فضاها دارای عملکردهای متفاوت در ارتباط با عملکرد خود، دارای زمینه‌های بصری (ایزوویست) متفاوت هستند (Alalhesabi, Hosseini, & Nassabi, 2012). حسینی و همکاران در جست‌وجوی رابطه میان فرم کالبدی شهر و کیفیت بصری آن در شهر بوشهر با استفاده از ابزار ایزووویست نشان دادند که مسیرهای دارای فرم کالبدی متفاوت، از کیفیت بصری متفاوتی نیز برخوردارند (Hosseini, Alalhesabi, & Nassabi, 2011).

جمع‌بندی نظریه‌ها و پژوهش‌های انجام شده در خصوص ایزووویست، حاکی از اهمیت آن در تحلیل محیط ساخته شده بر مبنای ادراک بصری مخاطبان است. در عین حال، به‌رغم پژوهش‌های متعدد در این حوزه جست‌وجوی نگارندگان برای پژوهشی که به کاربرد ایزووویست در سنجش کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی پرداخته باشد، نتیجه‌ای در بر نداشت که مبین وجود خلأ پژوهشی در این حوزه است. در جدول شماره ۱۰ ارتباط شاخص‌های ایزووویست با تجربه فضایی، براساس مطالعات صورت گرفته تبیین شده است (Ostwald & Dawes, 2013) (Meilinger et al., 2012).

۲.۲. تحلیل خطوط دید (sightlines)

توجه به حریم بصری یکی از ارکان اصلی کیفیت بصری محیط محسوب می‌شود که با دید مشرف ارتباط می‌یابد. سطح رضایت افراد در خصوص میزان قرار گرفتن آنها در معرض دید مشرف، امری ذهنی است و بر اساس سن، شخصیت، زمان، نگرش فرد، محل، روابط با همسایگان و راه‌های حفظ حریم خصوصی متفاوت است (Newell, 1995). توجه به وجود دید مشرف به درون فضای مسکونی هنگام دید از بیرون به درون در بسیاری از پژوهش‌ها، عامل مهمی در تعیین کیفیت فضای داخل یک واحد مسکونی محسوب می‌شود (Demirbas & Demirkan, 2000).

جدول شماره ۱۰: شاخص‌های ایزووویست در ارتباط با تجربه فضایی در تحلیل‌های بصری

شاخص	تعریف	معادل	تجربه فضایی (بصری)
مساحت	تعداد نقاطی که از نقطه ایستگاهی ناظر قابل مشاهده است.	Isovist area (A)	چشم‌انداز-پناه، فضامندی و گشودگی
مقدار زاویه راندگی	فاصله نقطه ناظر به مرکز جرم چندضلعی ایزووویست است.	Drift magnitude (DM)	قدرت کشش بصری
بیشترین خط شعاعی	طول طولانی‌ترین خط شعاعی که از نقطه ایستگاهی ناظر دیده می‌شود.	Maximum radial line (RL(L))	چشم‌انداز
محصوریت	طول همه لبه‌های بسته است. (لبه‌هایی که سطوح آنها ناشناخته و یا تعریف نشده است).	Occlusivity (O)	رازآلودگی

بیترم و همکاران، باز بودن بصری، حفظ حریم خصوصی بصری و صمیمیت فضایی را از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت ادراکی فضا می‌دانند (Bittermann & Ciftcioglu, 2006). در همین راستا، پرستا و همکاران از سه پارامتر مکانی، مشتمل بر باز بودن بصری، حفظ حریم خصوصی و در دسترس بودن، برای مطالعه کیفیت فضایی استفاده کرده‌اند (Indraprastha & Shinozaki, 2012). همچنین فیشرگوبیرتزن و همکاران در پژوهش خود، باز بودن مکانی و قرار گرفتن در معرض دید بصری را به عنوان شاخص‌های مبین کیفیت فضای مسکونی، در تحلیل سه نمونه از الگوهای متفاوت مجتمع‌های مسکونی مورد استفاده قرار داده‌اند (Shach, Pinsky, Fisher-Gewirtzman, & Burt, 2011). در همین ارتباط، امینی و همکاران در بررسی میزان رضایت‌مندی ساکنان در مجتمع‌های مسکونی، سه عامل دید از داخل واحدها به اطراف، دیدهای خارج از واحدها و اشراف واحدها به هم را از عوامل مؤثر بر رضایت‌مندی ساکنان بر می‌شمارند (Djavaherpour, Hosseini, & Norouziyan, 2013). بدین ترتیب حریم بصری به معنای دید از بیرون واحدهای مسکونی به فضای داخلی که از آن به عنوان دید مشرف (یا اشراف) نام برده می‌شود، از مهمترین موارد حافظ حریم بصری و در نتیجه کیفیت فضای داخلی است. حریم بصری در مقابل مفهوم دیگری به نام گشودگی میدان دید قرار می‌گیرد که مبین وسعت دید از درون فضا به بیرون است. سنجش مفهوم دوم همان طور که پیش از این بدان اشاره شد، از طریق ایزوووست صورت می‌گیرد. اما برای سنجش حریم بصری، نیاز به ابزار و روش دیگری است. برای این منظور در پژوهش‌های حوزه شهرسازی و معماری، از تکنیک تحلیل خطوط دید استفاده می‌شود. این تکنیک به طور کلی عبارت از بررسی خطوط دید ناظر از تمام موقعیت‌های احتمالی است. بنابراین این شیوه قادر است با بررسی تمامی موقعیت‌های احتمالی برای ناظر بیرونی، شرایطی که ممکن است به شکل‌گیری اشراف (دید مشرف) به فضاهای داخلی بینجامد را شناسایی کرده و از این طریق، امکان سنجش کیفیت حریم بصری را به طور کمی فراهم آورد (Shach-Pinsky et al., 2011).

جمع‌بندی مباحث پیش‌گفته حاکی از آن است که کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی از طریق تکنیک‌هایی که طی پژوهش‌های مستمر و متوالی، بهینه‌سازی شده‌اند (از جمله ایزوووست و تحلیل خطوط دید) قابل سنجش و ارزیابی کمی است. به رغم آن که این دو روش، هر یک به طور جداگانه در پژوهش‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما جست‌وجوی نگارندگان برای یافتن پژوهش‌هایی که این دو شیوه را در ترکیب با یکدیگر در تحلیل کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی به کار برده باشد، نتیجه‌ای در بر نداشت. بدین ترتیب روش این پژوهش در خصوص تحلیل کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی، مبتنی بر خلأ پژوهشی در این حوزه است. در ادامه لازم است روش پیشنهادی این پژوهش، ابتدا در شهر منتخب (کرمانشاه) به کار برده شده و سپس روایی و قابلیت اطمینان آن مورد آزمون قرار بگیرد. این امر مبین ضرورت انجام پژوهش میدانی است. این پیمایش‌های میدانی از یک

سوداده‌های کمی لازم برای تحلیل کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی در کرمانشاه را فراهم می‌آورند و از سوی دیگر، امکان تحقیق در خصوص روایی روش بر پایه یک آزمون همبستگی را ایجاد می‌کنند.

۳. روش پژوهش

در پیمایش‌های میدانی، ابتدا به مطالعه مجموعه‌های مسکونی کرمانشاه با هدف گونه‌شناسی آنها و شناخت گونه‌های غالب پرداخته می‌شود. سپس این گونه‌ها برای کاهش نقش عوامل مداخله‌گر محیطی، نرمالیزی می‌شوند. پس از آن کیفیت بصری این گونه‌ها از طریق استخراج شاخص‌های ایزوووست و خطوط دید تحلیل می‌شود. در همین حال، شاخص‌های کیفیت این گونه‌ها از طریق نمودارهای تحلیلی اسپیس‌میت استخراج خواهد شد. در نهایت، رابطه همبستگی بین شاخص‌های ایزوووست و تحلیل خطوط دید (به عنوان متغیرهای مستقل) با شاخص‌های نمودار اسپیس‌میت (به عنوان متغیر وابسته) مورد آزمون قرار خواهد گرفت. بدین ترتیب پیمایش‌های میدانی در مراحل زیر انجام می‌شود.

۳.۱. روش گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی

با بررسی پژوهش‌ها در حوزه گونه‌شناسی مجموعه‌های مسکونی دو محور اصلی در این خصوص قابل بازشناسی است: (۱) نحوه ارتباط مجموعه‌های مسکونی (به عنوان بخشی از بافت شهری) با بافت شهری پیرامون خود و (۲) نحوه ارتباطات و سازمان‌دهی داخلی مجموعه مسکونی. هر دو محور، دارای اثرات مهمی بر شکل‌گیری گونه‌های شکل‌گیری مجموعه‌های مسکونی هستند. در هر دو حال، گونه‌های سازمان‌دهی، عمدتاً مبتنی بر نحوه ترکیب فضاهای باز و بسته شکل می‌گیرند. بر این اساس، بیدالف، گونه‌شناسی خاصی از مجموعه‌های مسکونی را بر پایه هم‌نشینی فضاهای باز و بسته در آنها ارائه کرده که شامل چهار الگوی «محیطی»، «خطی»، «منفرد» و «ترکیبی» است (تصویر شماره ۲) (Biddulph, 2007). اثر ترکیب‌های متفاوت میان فضای باز و بسته در مجموعه‌های مسکونی، علاوه بر تهویه طبیعی و تفاوت در تأمین نور و روشنایی فضاهای داخلی، باعث تفاوت در میزان اشراف و داشتن دید باز در واحدها به فضای باز مجتمع یا به اطراف آن خواهد شد. در عین حال به منظور شناخت ترکیب‌های متفاوت در مجتمع‌های مسکونی، دو دسته از تحلیل‌های ریخت‌شناسی شهری که شامل تحلیل‌های فرمی و کمی است، کاربرد دارد. در تحلیل‌های فرمی مجتمع‌های مسکونی، بیشتر بر کلیت سازمان‌دهی فرم مجتمع (نوع اجزای متشکله، تعداد اجزا و موقعیت نسبی آنها در مجتمع مسکونی) تأکید شده است (Whyte, Carmona, de Magalhães, & Hammond, 2008). بر این اساس و با توجه به مطالعات صورت گرفته می‌توان شاخص‌های مؤثر بر گونه‌شناسی مجتمع‌های مسکونی را بازشناسی کرد. اما به کارگیری هم‌زمان تمامی شاخص‌ها می‌تواند باعث تعدد و تکرار گونه‌ها شود. حال آن که بر طبق اصول پایه

گونه‌شناسی، تعداد گونه‌ها باید منطقی، محدود و در حد لازم باشند (Rapoport, 1990). بنابراین شاخص‌ها در دو دسته اصلی شاخص‌های کالبدی (شکلی و فرمی) و شاخص‌های کمی، به شرح زیر دسته‌بندی شده و در سه لایه سطح‌بندی شده‌اند (جدول شماره ۲). در سطح سوم این جدول با توجه به مطالعات کمی مؤثر بر گونه‌شناسی به شاخص‌های نمودار اسپیس میت که در سال ۲۰۰۲ موضوع پژوهش متا پونت و پرهاویت قرار گرفت، پرداخته شده است (جدول شماره ۲).

بدین ترتیب با هدف دستیابی به گونه‌های پایه، ابتدا در یک دسته‌بندی کلی و با اتکا به نتایج مطالعات قبلی، انواع مجموعه‌های مسکونی ابتدا از جنبه چگونگی ارتباط ساختمان با فضای باز، به دو دسته یک‌سویه و دوسویه طبقه‌بندی می‌شوند. گونه یک‌سویه، مجموعه‌هایی هستند که تنها از یک سو (درون یا بیرون بنا) با فضای باز ترکیب شده (با یا آن مرتبط‌اند) و سوی دیگر آنها بسته است. گونه‌های دوسویه، مواردی را شامل می‌شود که ساختمان‌های مجموعه از دو سو، از طریق پنجره، روزن، در و سایر عناصر با فضای باز در ارتباط باشند. در مرحله بعد، براساس سایر شاخص‌ها به تدقیق گونه‌ها پرداخته می‌شود.

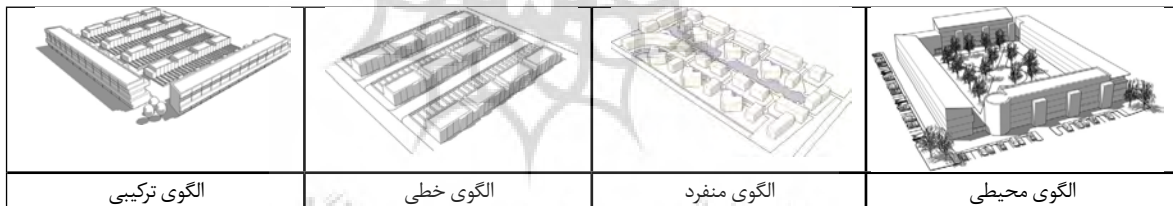
۳.۲. نرمالایز کردن گونه‌ها

برخی موارد، از جمله فضاهای ناهمخوان بین بلوک شهری و ساختمان‌های اطراف آن ممکن است اثرات ناخواسته بر گونه‌ها داشته باشند. این امر به عنوان یک عامل مداخله‌گر در نتایج شبیه‌سازی ممکن است کیفیت بصری واقعی آن گونه را منعکس

نکند. در مقابل، نرمالایز کردن گونه‌ها با حذف جزئیات، موارد نامرتب با شکل گونه و فضاهای ناهمخوان باعث ایجاد یک چارچوب همگن در تمامی گونه‌ها می‌شود. بدین ترتیب کیفیت بصری تمامی گونه‌ها بدون وجود عوامل مداخله‌گر در یک چارچوب همگن و قابل مقایسه قرار گرفته و بررسی آنها منجر به یافته‌های تعمیم‌پذیر می‌شود. از رایج‌ترین روش‌ها در نرمالایز کردن گونه‌ها می‌توان به روش ابداعی زانگ و همکاران به نام «نرمالایز کردن و جایگزین کردن»^۱ اشاره کرد. این شیوه در اغلب مطالعات شبیه‌سازی محیط که با هدف بررسی عملکرد آن از یک جنبه خاص و با تأکید بر پیکربندی فرمی انجام می‌شود، کاربرد دارد، (Ng, Zhang et al., (Ng, 2004) (Chan, Cheng, Wong, & Han, 2007) (2012). بنابراین در پژوهش حاضر نیز از شیوه پیشنهادی زانگ و همکاران برای نرمالایز کردن گونه‌ها استفاده شده است.

۳.۳. کیفیت بصری گونه‌ها

تبیین کیفیت بصری گونه‌ها از طریق استخراج مقادیر کمی شاخص‌های ایزووویست و خطوط دید و سپس تحلیل آنها حاصل می‌شود. از میان مجموعه شاخص‌های ایزووویست با توجه به هدف این پژوهش و همچنین نزدیک بودن و همپوشانی برخی از این شاخص‌ها و نیز جلوگیری از تکرار و در نهایت با توجه به نوع تجربه فضایی مرتبط با هر شاخص ایزووویست، چهار شاخص (مشمول بر ۱) مساحت^۲، مقدار راندگی^۳، حداکثر شعاع دید^۴ و محصوریت^۵ به طور مستقیم از نرم‌افزار محاسباتی دیپت‌مپ^۶ استخراج می‌شود. به منظور اندازه‌گیری این چهار شاخص پس



تصویر شماره ۲: گونه‌های فرمی مجتمع مسکونی (Biddulph, 2007)

جدول شماره ۲: شاخص‌های مؤثر بر گونه‌شناسی مجموعه‌های مسکونی

معیارها	شاخص‌های کالبدی		شاخص‌های کمی	
	سطح نخست		سطح دوم	
نوع	شکل کلی قطعه سازنده فرم	تعداد واحد ساختمانی در قطعه سازنده فرم	تراکم ساختمانی (بیانگر نسبت زیربنا به سطح کل بلوک)	سطح سوم (معیارهای دقیق تر)
		ابعاد واحد سازنده قطعه	میزان فضای باز (بیانگر شدت فشار وارده بر فضاهای باز درون بلوک از سوی طبقات)	سطح اشغال
	نحوه استقرار قطعه و سازماندهی بلوک	ساختار قطعه (خطی، محیطی، پراکنده، نقطه‌ای و ترکیبی)		سطح دوم
ابزار	مشاهده و ثبت از طریق کروکی، نقشه‌های مبتنی بر گوگل ارث		مشاهده و ثبت از طریق کروکی	مشاهده و ثبت با کروکی، نقشه‌های مبتنی بر گوگل ارث، اسپیس میت

- 1 Normalization and Replication
- 2 area
- 3 driftmagnatude

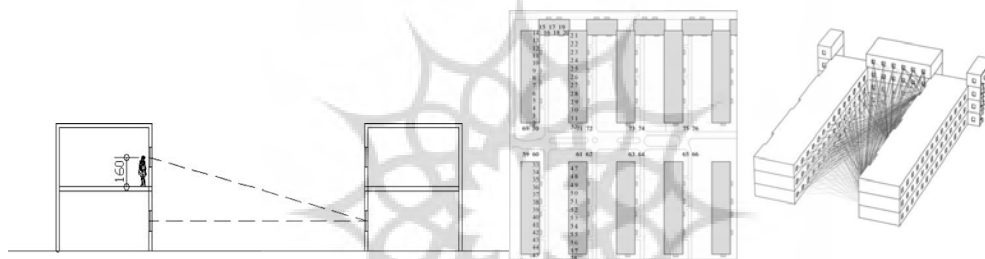
- 4 max radial
- 5 Occlusivity
- 6 Depthmap

از شبکه‌بندی الگوی زمینه ایزووینست به مربع‌های با ابعاد چهار متر در چهار متر، در مرکز هر مربع از شبکه، مقادیر کمی تمامی شاخص‌ها محاسبه و استخراج می‌شود. سپس داده‌ها برای آزمون آماری به نرم‌افزار spss انتقال می‌یابد. همچنین به منظور تحلیل خطوط دید (SL)، فواصل دید در مرکز پنجره هر واحد تا تمام واحدهای در معرض دید آن واحد به صورت افقی در هر سطح طبقه و همچنین بین سطوح مختلف و سایر طبقات (سه بعدی) اندازه‌گیری می‌شود. تفاوت در فاصله‌ها و تعداد خطوط دید، کیفیت‌های متفاوتی را اشراف را ارائه می‌دهد Fisher-Gewirtzman (Fisher & Wagner, 2003). روش تحلیل در این ابزار به صورتی است که فاصله بین دهانه نما در دو بعد (یک سطح) در نقاط دید مختلف در همان طبقه (2D) و در سه بعد (3D) بین طبقه‌های مختلف ساختمان اندازه‌گیری می‌شود (تصویر شماره ۳). در پژوهش حاضر، تحلیل خطوط دید از پنجره به پنجره واحدهای دیگر در نظر گرفته شده است. روند اقدامات منتهی به تولید داده‌های کمی در تصویر شماره ۴ نشان داده شده است.

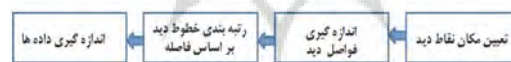
برای تحلیل نتایج، چهار دسته از رتبه‌بندی، مورد نظر قرار می‌گیرد:

- MaxSL, $X < 10m$ نشانگر سطح بالایی از قرار گرفتن در معرض دید.
- MedSL, $10 m < X < 25 m$ نشانگر سطح متوسط قرار گرفتن در معرض دید.
- MedLSL, $25 m < X < 50 m$ نشانگر سطح نسبتاً پایین از قرار گرفتن در معرض دید.
- MinSL, $X > 50 m$ سطح نشانگر سطح پایین قرار گرفتن در معرض دید.

پس از اندازه‌گیری داده‌ها، تحلیل‌های خطوط دید با توجه به تعداد آن در هر رده و طول آنها صورت می‌پذیرد. در انتها می‌توان با توجه به اندازه‌های به دست آمده در این روش، میزان قرار گرفتن در معرض دید را در انواع سازمان‌دهی‌ها آگونه‌های مجموعه مسکونی استخراج کرده و برای مقایسه مورد استفاده قرار داد (Shach-Pinsly et al., 2011).



تصویر شماره ۳: تحلیل خطوط دید به منظور ارزیابی میزان قرار گرفتن در معرض دید (Shach-Pinsly et al., 2011)



تصویر شماره ۴: نمودار روند اندازه‌گیری قرار گرفتن در معرض بصری (Shach-Pinsly et al., 2011)

۳.۴. تبیین ویژگی‌های کالبدی-فضایی گونه‌ها

تبیین ویژگی‌های کالبدی-فضایی گونه‌ها از طریق داده‌های کمی برای انجام آزمون همبستگی و همچنین ارزیابی روابی روش پیشنهادی این پژوهش در خصوص سنجش کیفیت بصری مجموعه‌های مسکونی، ضروری است. دانشگاه دلفت در هلند، در ترویج و توسعه روش‌های کمی در مطالعات کالبدی شهری‌ها گام‌های مفیدی برداشته و ابزاری نوین برای تحلیل کمی در مورفولوژی شهری و گونه‌شناسی به نام نمودار «اسپیس میت» (یا هم‌تای فضایی) عرضه کرده است. این ابزار رابطه میان تراکم و فرم شهر را روشن کرده و به بیانی ساده‌تر، پلی میان کیفیت و کمیت ایجاد می‌کند. نمودار اسپیس میت با دخالت دادن شاخص‌های مختلف تراکم این امکان را با دقتی بالا و قابل استناد فراهم می‌کند. این نمودار روابط بین چهار شاخص (۱) سطح اشغال^۳

(۲) میزان فضای باز^۴، (۳) تعداد طبقات^۵ و (۴) تراکم ساختمانی^۵ را تحلیل می‌کند. این چهار شاخص از داده‌های مشابهی استفاده می‌کنند؛ مساحت زیرینا، سطح اشغال و مساحت زمین که از نظر ریاضی نیز با هم مرتبطند (تصویر شماره ۵) (Haupt, Pont, & Moudon, 2005).

ترکیب این چهار متغیر برای هر مکان، «اثر انگشت» منحصر به فردی ایجاد می‌کند که با یک نقطه بر نمودار اسپیس میت مشخص می‌شود. آرایه‌بندی‌های مختلف فرم‌های ساخته شده، موقعیت‌های مختلفی بر این نمودار به خود اختصاص خواهند داد. در صورتی که اگر هر کدام از این شاخص‌ها به تنهایی به‌کار می‌رفت، ممکن بود نقاط نشانگر برخی از شکل‌های نامشابه نیز در این نمودار بر روی هم بیفتند.

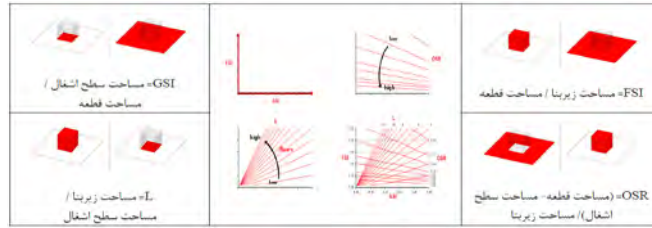
3 Open Space Ratio (OSR)

4 Layer (L)

5 Floor Space Index (FSI)

1 Spacemate

2 Ground Space Index (GSI)



تصویر شماره ۵: مؤلفه‌های نمودار اسپیس میت (Haupt et al., 2005)

موارد حذف شد. در این مرحله، تعداد نمونه‌ها به ۲۶ مجتمع مسکونی کاهش یافت. پس از آن، مجتمع‌هایی که ابعاد زمین آنها کمتر از شش هزار مترمربع بود نیز نادیده گرفته شدند. در سطح سوم، شاخص‌های کمی (شاخص فضای باز، تراکم ساختمانی و سطح اشغال) این مجتمع‌ها بر روی نمودار اسپیس میت انتقال یافته و مشخصات واحدهای سازنده نمونه‌ها بررسی شده است. سپس گونه‌ها با توجه به چهار مجموعه معیار پیش‌گفته، مشتمل بر ۱) معیارهای مربوط به گونه‌ها، ۲) معیارهای مربوط به ارتفاع و تعداد طبقات، ۳) معیارهای مربوط به شاخص‌های کمی (شاخص فضای باز، تراکم ساختمانی و سطح اشغال) و ۴) مشخصات واحد سازنده، مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت از میان نمونه‌های مورد مطالعه مجموعاً نه گونه شناسایی شد (تصویر شماره ۷) و (جدول شماره ۳).

به منظور نرمال کردن گونه‌ها در مرحله نخست، شکل نامنظم مرز سایت به یک مربع به ابعاد ۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر تبدیل شد. در حالی که جهت‌گیری، نسبت و فاصله بین ساختمان‌ها و نسبت فضاهای پرو خالی و طرح ساختمان‌ها و روابط فضایی میان آنها و همچنین رابطه با مرز سایت حفظ شدند. بدین ترتیب مجتمع مسکونی هندسی معادل (نرمالایز شده)، تقریباً با مشخصات هندسی و فضایی نمونه اصلی یکسان است. همچنین با توجه به این که همه گونه‌ها دارای چهار طبقه بودند، ارتفاع گونه نرمال شده نیز چهار طبقه در نظر گرفته شده است. بنابراین شاخص تعداد طبقات با توجه به ثابت بودن آن در تمامی گونه‌های مورد بررسی در نظر گرفته نشد. در تصویر شماره ۶، تصویر هوایی یکی از مجتمع‌های مسکونی (قبل از نرمالایز کردن) و در کنار آن، دیگرام این مجتمع، پس از نرمالایز کردن دیده می‌شود. در تصویر شماره ۷، تمامی گونه‌های نرمال شده مستخرج از نمونه‌های بررسی شده، مشاهده می‌شوند. در تصویر شماره ۸ نیز، با توجه به شاخص‌های نمودار اسپیس میت، جایگاه هر گونه بر روی این نمودار مشخص شده است.

در پژوهش حاضر، از این ابزار برای تحلیل ویژگی‌های کالبدی-فضایی گونه‌های استخراج شده استفاده می‌شود. به کمک مقادیر کمی مستخرج از این ابزار می‌توان همبستگی بین داده‌های بیانگر کیفیت بصری گونه‌های مجموعه مسکونی و ویژگی‌های کالبدی-فضایی آنها را مورد ارزیابی قرار داد.

۴. مطالعه موردی: مجتمع‌های مسکونی شهر کرمانشاه

برای استخراج گونه‌ها، ابتدا اطلاعات مجتمع‌های مسکونی شهر کرمانشاه جمع‌آوری شد. مجتمع‌های مسکونی در این پژوهش، به مجموعه‌هایی اطلاق می‌گردد که به وسیله یک تیم و به طور یکپارچه طراحی شده، دارای تعداد طبقات چهار و بیشتر بوده و در زمینی با ابعاد بیشتر از شش هزار مترمربع (به منظور اطمینان از داشتن یک ترکیب قابل مشاهده در فضای باز و بسته) ساخته شده باشند. بدین ترتیب تعدادی از مجتمع‌های مسکونی به دلیل این که کمتر از شش هزار متر بوده و دارای ترکیب فضایی منسجم نبوده‌اند، مورد گزینش اولیه قرار نگرفتند. همچنین با هدف حفظ ماهیت کاربردی پژوهش، معیار در دست بهره‌برداری بودن Ghare (Bagloo & Khaleghi Moghaddam, 2015) و با هدف تمییز دقیق مجموعه‌ها و پرهیز از عوامل مداخله‌گر ناخواسته، معیار منفک بودن محدوده مجتمع مسکونی از محیط شهری (داشتن مرز مشخص) نیز مورد نظر قرار گرفت (Einiifar & Ghazizadeh, 2010). در ادامه بلوک‌های مجتمع مسکونی با چهار نوع سازماندهی (خطی، پراکنده، محیطی و ترکیبی) با استفاده از نقشه‌های هوایی، نقشه‌های جی‌آی‌اس و تصاویر ماهواره‌ای استخراج شد که در کل، تعداد ۵۴ مجتمع مسکونی در مناطق هشت گانه شهری را شامل می‌شد. سپس تمامی مجتمع‌های مسکونی منتخب به وسیله پژوهشگران مورد بازدید میدانی قرار گرفت و مشخصات دقیق هر مجتمع برداشت شد. در ادامه به منظور محدود کردن دامنه پژوهش بر اساس شاخص‌های پیش‌گفته و همچنین با هدف قابل مقایسه بودن گونه‌ها از منظر ارتفاع، مجتمع‌هایی که دارای ۴، ۵ و ۶ طبقه (میان مرتبه) بودند، انتخاب شده و سایر



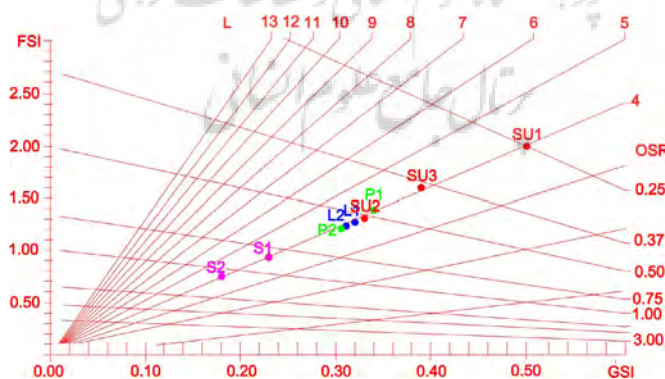
تصویر شماره ۶: نرمالایز کردن یک مجتمع مسکونی در قالب گونه ترکیبی شماره ۲

الگوی گونه‌ها	نمونه‌های گونه ترکیبی	نمونه‌های گونه خطی	نمونه‌های گونه منفرد	نمونه‌های گونه محیطی
نمونه ۱				
نمونه ۲				
نمونه ۳				

تصویر شماره ۷: گونه‌های نرمال شده مستخرج از مجتمع‌های مسکونی

جدول شماره ۳: شاخص‌های فرمی و عددی در گونه‌های مجتمع مسکونی براساس اسپیس میت

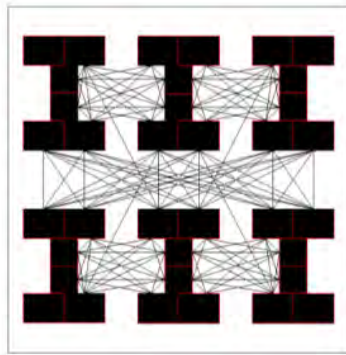
سطح اول (نوع سازماندهی)	الگوی نمونه	OSR	FSI	GSI	ابعاد قطعه سازنده کلیت	تعداد واحد در قطعه	نوع واحد
بلوک خطی (L)	نمونه ۱	۰,۵۲	۱,۲۸	۳۲,۱۶	۴*۲۸۰	۴ واحد	یک سوپه
	نمونه ۲	۰,۵۵	۱,۲۴	۳۱,۲	۳*۲۰۰	۲ واحد	دوسوپه
بلوک محیطی (S)	نمونه ۱	۰,۴۷	۱,۳۹	۳۴,۸۴	۲۰۰	۲ واحد	دوسوپه
	نمونه ۲	۰,۵۳	۱,۲۷	۳۱,۸۷	۴۰۰	۴ واحد	یک سوپه
بلوک پراکنده یا نقطه‌ای (P)	نمونه ۱	۰,۸۱	۰,۹۳	۲۳,۴	۲۰۰	۲ واحد	دوسوپه
	نمونه ۲	۱,۱۵	۰,۷۱	۱۷,۷۹	۳۰۰	۴ واحد	یک سوپه
بلوک ترکیبی (SU)	نمونه ۱	۰,۲۴	۲,۰۱	۵۰,۳۱	۲۸۰	۴ واحد	یک سوپه
	نمونه ۲	۰,۵۲	۱,۲۹	۳۲,۱۶	۲۰۴	۲ واحد	دوسوپه
	نمونه ۳	۰,۳	۲,۰۱	۳۹	۲۰۰	۲ واحد	یک سوپه و دو سوپه



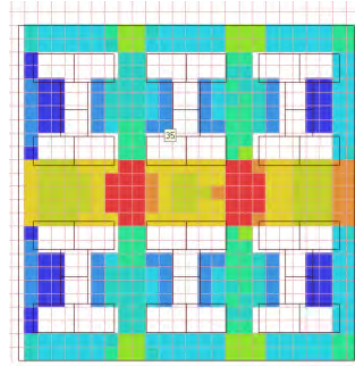
تصویر شماره ۸: جایگاه هرکدام از گونه‌ها در نمودار اسپیس میت

گونه‌های نرمال شده در نرم‌افزار دیپت‌مپ به دست آمده است. یک نمونه از این فرآیند در تصویرهای شماره ۹ و ۱۰ قابل مشاهده است.

در ادامه شاخص‌های ایزووویست و تحلیل خطوط دید برای هر کدام از این نُه گونه مجتمع مسکونی، محاسبه و استخراج شده است. شاخص‌های بررسی شده در تحلیل ایزووویست هر گونه، چهار شاخص است که مقادیر کمی آنها با استفاده از مدل سازی



تصویر شماره ۱۰: خطوط دید در گونه ترکیبی ۲



تصویر شماره ۹: گراف شاخص های ایزوویست در گونه ترکیبی ۲

جدول شماره ۴: نتایج آماری شاخص مساحت

انحراف معیار	میانگین داده‌ها	مجموع داده‌ها	میانگین داده	ماکزیمم داده	تعداد نقاط	گونه
۴,۲۵	۱۰,۷	۳۰۰۶,۹۶	۵,۴	۱۹,۲	۲۸۱	گونه ترکیبی ۱
۶,۳۸	۱۴,۰۱	۵۴۷۹,۹۶	۳,۷	۲۸,۳	۳۹۱	گونه خطی ۱
۴,۵۴	۱۱,۸۶	۴۷۲۳,۸۹	۳,۳۸	۲۳,۴۴	۳۹۸	گونه محیطی ۱
۶,۰۸	۱۹,۴۱	۹۲۲۲,۰۷	۶,۹۶	۲۸,۹۳	۴۷۵	گونه پراکنده ۱
۶,۶۹	۱۲,۸۶	۵۵۶۹,۳۹	۲,۱۸	۲۷,۲۴	۴۳۳	گونه ترکیبی ۲
۸,۰۵	۱۹,۰۵	۸۱۳۴,۷۹	۴,۳۶	۳۳,۰۸	۴۲۷	گونه خطی ۲
۸,۹۸	۲۰,۲۷	۸۸۱۹,۲۸	۵,۹	۳۵,۴۵	۴۳۵	گونه محیطی ۲
۱۱,۵۹	۳۲,۷۸	۱۷۵۴۰,۷۸	۸,۰۶	۵۰,۰۵	۵۳۵	گونه پراکنده ۲
۳,۸۳	۹,۰۹	۳۵۰۱,۹۶	۲,۰۴	۱۵,۹۵	۳۸۵	گونه ترکیبی ۳

۵.۲. مقدار زاویه راندگی

این شاخص مبین فاصله نقطه ناظر به مرکز جرم چندضلعی ایزوویست است که در حقیقت، قدرت کشش بصری و جهت‌دهی بصری در نقطه‌ای که ناظر در آن فرض شده را نشان می‌دهد. مطابق یافته‌ها، گونه‌های پراکنده ۲ و خطی ۲ دارای بیشترین میانگین عددی در شاخص مقدار زاویه راندگی هستند. گونه خطی ۱، کمترین میانگین داده و کمترین انحراف معیار را دارد. این امر نشان‌دهنده آن است که در این گونه، ناظر در هر نقطه درونی و تعیین شده مجتمع در مجموع، فاصله کمتری از مرکز جرم چند ضلعی ایزوویست دارد و قدرت جهت‌دهی فضایی در هر نقطه از این گونه، نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر است. همچنین بیانگر آن است که این مقدار، کمترین تنوع و تغییر را نیز با جابه‌جایی نقطه ناظر از جایی به جای دیگر خواهد داشت؛ زیرا داده‌ها از انحراف معیار کمی برخوردار بوده‌اند.

۵. یافته‌های تحقیق

برای بررسی رابطه همبستگی بین شاخص‌های ایزوویست و شاخص‌های نمودار اسپیس میت، مقادیر کمی آنها در نرم‌افزار SPSS وارد شده و آزمون‌های لازم انجام شده است. در ادامه داده‌های به دست آمده از هر یک از شاخص‌های ایزوویست، تحلیل خطوط دید در مقیاس واحد مسکونی (دید از پنجره به بیرون و درون) و رابطه همبستگی بین شاخص‌های ایزوویست و اسپیس میت در هر گونه نرمالایز شده، ارائه خواهند شد.

۵.۱. مساحت

این شاخص میزان گشایش دید را در نقطه قرارگیری ناظر بررسی می‌کند و با تجربه فضایی «گشایش و فضا مندی» مرتبط است. یافته‌ها حاکی از آن است که گونه پراکنده ۲ (واحدهای یک سوپه) دارای بیشترین میانگین عددی شاخص مساحت ایزوویست در ۵۳۵ نقطه تحلیل شده است. همچنین انحراف معیار این گونه، بیشترین مقدار در میان تمامی گونه‌ها بوده است. این موضوع نشان‌دهنده آن است که داده‌های این گونه، دارای بیشترین میزان پراکندگی هستند. الگوی ترکیبی ۳، کمترین میانگین داده و کمترین انحراف معیار را دارد. این موضوع نشان‌دهنده آن است که در این گونه ناظر در نقاط درونی فضا، احساس گشایش فضایی کمتری نسبت به سایر گونه‌ها خواهد داشت. در این گونه، ناظر کمترین تنوع و تغییر شاخص مساحت ایزوویست را با جابه‌جایی از جایی به جای دیگر داشته است؛ زیرا داده‌ها از انحراف معیار کمی برخوردار بوده‌اند. گونه پراکنده ۲ بیشترین ماکزیمم داده، بیشترین پراکندگی داده در بین چارک‌ها و بالاترین میانه را دارد که نشان‌دهنده آن است که علاوه بر داشتن بیشترین گشایش فضایی در نقاط اندازه‌گیری شده، بیشترین تنوع از لحاظ تغییر در گشایش‌های فضایی را نیز داراست. گونه ترکیبی ۳ که ترکیبی از گونه خطی و گونه محیطی است، کمترین مقدار ماکزیمم داده، کمترین فاصله بین چارک‌ها و کمترین میانه را دارد. این موضوع نشان‌دهنده کم بودن احساس گشایش فضایی در نقاط تحلیلی، در عین کم بودن تنوع گشایش فضایی از جایی به جای دیگر در این گونه نسبت به سایر گونه‌هاست. نتایج آماری این شاخص در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۵: نتایج آماری شاخص مقدار زاویه راندگی

گونه	تعداد نقاط	ماکزیمم داده	مینیمم داده	مجموع داده‌ها	میانگین داده‌ها	انحراف معیار
گونه ترکیبی ۱	۲۸۱	۴,۸۹	۰,۰۸	۵۵۶,۳۲	۱,۹۷	۱,۲۳
گونه خطی ۱	۳۹۱	۴,۱۷	۰,۱۳	۶۵۳,۲۱	۱,۶۷	۰,۹۱
گونه محیطی ۱	۳۹۸	۳,۸۸	۰,۰۵	۶۳۱,۱۱	۱,۵۸	۰,۸۴
گونه پراکنده ۱	۴۷۵	۴,۰۱	۰,۰۷	۱۰۶۵,۷۱	۲,۲۴	۱,۰۷
گونه ترکیبی ۲	۴۳۳	۴,۱۹	۰,۱۵	۹۱۵,۹۹	۲,۱۱	۱,۱۳
گونه خطی ۲	۴۲۷	۴,۴۲	۰,۲۱	۱۱۵۷,۸۲	۲,۱۷	۱,۰۵
گونه محیطی ۲	۴۳۵	۴,۰۷	۰,۱۲	۸۷۶,۹۲	۲,۰۱	۰,۹۵
گونه پراکنده ۲	۵۳۵	۴,۶۴	۰,۰۴	۱۳۷۷,۵۷	۲,۵۷	۱,۰۷
گونه ترکیبی ۳	۳۸۵	۴,۵۵	۰,۱۷	۷۴۴,۷۸	۱,۹۳	۱,۱۲

۵,۴. محصوریت

این شاخص معادل طول همه لبه‌های بسته است. لبه‌های بسته یا مسدود، لبه‌هایی هستند که سطوح آنها در تجربه فضایی، ناشناخته و یا تعریف نشده است. این شاخص با تجربه فضایی رازآلودگی مرتبط است. گونه پراکنده ۲ (واحدهای یک سویه) دارای بیشترین میانگین عددی این شاخص است. انحراف معیار این گونه، بیشترین انحراف معیار در بین گونه‌هاست. الگوی ترکیبی ۱، کمترین میانگین داده را دارد. این امر، نشان دهنده آن است که در این گونه، ناظر در هر نقطه درونی و تعیین شده مجتمع در مجموع، محصوریت ایزوویست کمتری نسبت به سایر گونه‌ها دارد و به تبع آن، رازآلودگی فضایی کمتری احساس می‌کند. گونه پراکنده ۲ بیشترین ماکزیمم داده، میانه داده‌ها و پراکنندگی داده‌ها را در بین گونه‌ها دارد. این موضوع نشان دهنده آن است که در این گونه ناظر در تعداد نقاط بیشتری، طول لبه‌های بسته‌ای که می‌بیند، از سایر گونه‌ها بیشتر است.

جدول شماره ۷: نتایج آماری شاخص محصوریت ایزوویست

گونه	تعداد نقاط	ماکزیمم داده	مینیمم داده	مجموع داده‌ها	میانگین داده‌ها	انحراف معیار
گونه ترکیبی ۱	۲۸۱	۱۳,۶۸	۰,۰۰	۱۶۶۸,۰۹	۵,۹۳	۳,۵۷
گونه خطی ۱	۳۹۱	۳۱,۳۴	۲,۸۲	۳۶۲۰,۳۲	۹,۲۵	۴,۵۲
گونه محیطی ۱	۳۹۸	۲۷,۳۳	۱,۷۱	۲۹۷۴,۹۵	۷,۴۷	۳,۲۵
گونه پراکنده ۱	۴۷۵	۲۶,۲۴	۴,۴۸	۶۶۶۵,۸۵	۱۴,۰۳	۴,۵۸
گونه ترکیبی ۲	۴۳۳	۲۵,۴۴	۱,۲۵	۴۹۲۱,۴۶	۱۱,۲۶	۵,۹۶
گونه خطی ۲	۴۲۷	۳۳,۸۸	۲,۶۵	۵۸۵۲,۴۴	۱۳,۷	۷,۸۳
گونه محیطی ۲	۴۳۵	۲۱,۵۸	۱,۹	۳۶۴۹,۰۳	۸,۳۸	۳,۳۲
گونه پراکنده ۲	۵۳۵	۶۰,۰۹	۵,۹۳	۱۵۲۶۵,۰۷	۲۸,۵۳	۱۱,۱۷
گونه ترکیبی ۳	۳۸۵	۲۰,۰۰	۱,۹۵	۲۹۹۵,۷۵	۷,۷۸	۳,۷۸

۵,۵. تحلیل خطوط دید

در تحلیل خطوط دید هر چقدر که این خطوط دارای فاصله کمتر و تعداد بیشتری باشند، در آن گونه میزان در معرض دید قرار گرفتن، بیشتر است. خطوط دید در این پژوهش از مرکز نمای هر واحد به نمای واحدهای دیگری که دید به آنها وجود دارد، ترسیم شده است. تعداد و اندازه خطوط دید هر واحد ثبت شده و برای کل واحدهای یک گونه، تعداد و اندازه خطوط دید به دست آمده است. در مرحله بعد، خطوط دید به شرح زیر کدگذاری شده‌اند:

۱. خطوط دید با طول کمتر از ۱۰ متر، با کد ۱
۲. خطوط دید با طول بین ۱۰ تا ۲۵ متر، با کد ۲
۳. خطوط دید با طول بین ۲۵ تا ۵۰ متر، با کد ۳
۴. خطوط دید با طول بیشتر از ۵۰ متر، با کد ۴

۵,۳. بیشترین خط شعاعی دید

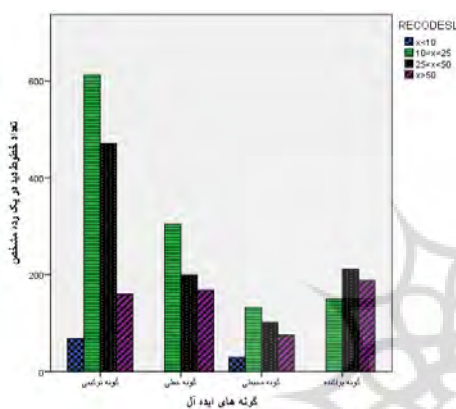
این شاخص به مطالعه بلندترین خط دید ممکن می‌پردازد و با تجربه داشتن چشم‌انداز مرتبط است. گونه پراکنده ۲ (واحدهای یک سویه) دارای بیشترین میانگین عددی این شاخص است. الگوی محیطی ۱، کمترین میانگین داده و انحراف معیار را دارد. این امر نشان دهنده آن است که در این گونه، بزرگترین شعاع دید ناظر در هر نقطه درونی و تعیین شده مجتمع، در مجموع کمتر از سایر گونه‌هاست. بنابراین چشم‌انداز کمتری به محیط اطراف خواهد داشت. گونه پراکنده ۲ بیشترین ماکزیمم داده و بیشترین میانه داده‌ها را در بین گونه‌ها دارد. این موضوع بیانگر آن است که در این گونه، ناظر در تعداد نقاط بیشتری، شعاع‌های دید بزرگ را دارد.

جدول شماره ۶: نتایج آماری شاخص بیشترین خط شعاعی دید

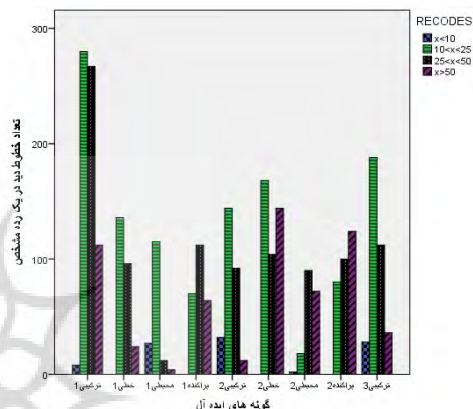
گونه	تعداد نقاط	ماکزیمم داده	مینیمم داده	مجموع داده‌ها	میانگین داده‌ها	انحراف معیار
گونه ترکیبی ۱	۲۸۱	۹,۸۹	۳,۶۱	۱۸۳۲,۶۹	۶,۵۲	۱,۸۱
گونه خطی ۱	۳۹۱	۱۰,۰۷	۲,۷۱	۲۶۳۲,۴۶	۶,۷۳	۱,۷۵
گونه محیطی ۱	۳۹۸	۱۰,۰۱	۲,۸۵	۲۵۸۹,۸۷	۶,۵	۱,۷۷
گونه پراکنده ۱	۴۷۵	۱۰	۵,۰۶	۳۷۶۴,۹۷	۷,۹۲	۱,۳۷
گونه ترکیبی ۲	۴۳۳	۱۰,۱۱	۱,۸۵	۳۰۶۹	۷,۰۸	۲,۰۲
گونه خطی ۲	۴۲۷	۱۰,۱۹	۵,۳۳	۳۴۰۸,۱۸	۷,۹۸	۱,۲۲
گونه محیطی ۲	۴۳۵	۱۰,۲۹	۲,۷۳	۳۱۵۳,۹۹	۷,۲۵	۱,۶۹
گونه پراکنده ۲	۵۳۵	۱۲,۶۴	۵,۱۹	۴۹۰۵,۷۹	۹,۱۶	۱,۶
گونه ترکیبی ۳	۳۸۵	۱۰,۱	۲,۰۱	۲۶۶۰,۴۶	۶,۹۱	۱,۹۶

جدول شماره ۸: تعداد و اندازه خطوط دید

تعداد کل خطوط	$x > 50$ (کد ۴)	$25 < x < 50$ (کد ۳)	$10 < x < 25$ (کد ۲)	$x < 10$ (کد ۱)	گونه
۶۶۷	۱۱۲	۲۶۷	۲۸۰	۸	گونه ترکیبی ۱
۲۵۶	۲۴	۹۶	۱۳۶	-	گونه خطی ۱
۱۵۸	۴	۱۲	۱۱۵	۲۷	گونه محیطی ۱
۲۴۶	۶۴	۱۱۲	۷۰	-	گونه پراکنده ۱
۲۸۰	۱۲	۹۲	۱۴۴	۳۲	گونه ترکیبی ۲
۴۱۶	۱۴۴	۱۰۴	۱۶۸	-	گونه خطی ۲
۱۸۲	۷۲	۹۰	۱۸	۲	گونه محیطی ۲
۳۰۴	۱۲۴	۱۰۰	۸۰	-	گونه پراکنده ۲
۳۶۴	۳۶	۱۱۲	۱۸۸	۲۸	گونه ترکیبی ۳



تصویر شماره ۱۲: نمودار تحلیل خطوط دید ۴ گونه اصلی



تصویر شماره ۱۱: نمودار میله‌ای تحلیل خطوط دید

می‌کند. به نحوی که ترکیب گونه محیطی و خطی اشراف بیشتری از ترکیب گونه محیطی و منفرد دارد.

۵.۶. همبستگی شاخص‌های ایزوویست و شاخص‌های نمودار اسپیس میت

برای تشخیص ارتباط بین متغیرهای پژوهش با توجه به ماهیت داده‌ها، آزمون همبستگی پیرسن در سطح معناداری $\alpha = 0.01$ انجام شده است. ضریب همبستگی بین دو متغیر با ρ نمایش داده می‌شود که هرچه مقدار آن به عدد ۱ نزدیکتر باشد، میزان همبستگی دو متغیر در جهت مستقیم بیشتر و هرچه مقدار ρ به عدد ۱- نزدیکتر باشد، میزان همبستگی در جهت معکوس بیشتر است. همچنین زمانی که $\rho = 0$ باشد، بین دو متغیر هیچگونه رابطه همبستگی وجود ندارد.

یافته‌های آزمون همبستگی پیرسون حاکی از آن است که در سطح معناداری 0.01 بین تمامی شاخص‌های ایزوویست و شاخص‌های نمودار اسپیس میت، رابطه همبستگی برقرار است. میزان فضای باز که شاخص نمودار اسپیس میت است با مساحت، مقدار زاویه راندگی، بیشترین خط شعاعی دید و محصوریت ایزوویست همبستگی مستقیم دارد. همچنین شاخص تراکم ساختمانی و سطح اشغال از مجموع شاخص‌های نمودار اسپیس میت با

یافته‌ها حاکی از آن است که گونه ترکیبی ۱ بیشترین تعداد خطوط دید را داشته است. تعداد ۸ خط آن، اندازه‌ای کمتر از ۱۰ متر و تعداد ۲۸۰ خط آن، فاصله‌ای بین ۱۰ تا ۲۵ متر داشته‌اند. با توجه به نمودار میله‌ای تصویر شماره ۱۱ می‌توان دریافت که به ترتیب گونه ترکیبی ۲، ترکیبی ۳ و محیطی ۱ بیشترین خطوط با فاصله دید کمتر از ۱۰ متر را داشته‌اند و گونه‌های ترکیبی ۱، ترکیبی ۳ و خطی ۲ به ترتیب بیشترین تعداد خطوط دید بین ۱۰ تا ۲۵ متر را داشته‌اند. همچنین با توجه به تصویر شماره ۱۲ که تحلیل خطوط دید در چهار گونه اصلی را نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که گونه‌های ترکیبی و محیطی، بیشترین تعداد خطوط دید کمتر از ۱۰ متر و گونه‌های ترکیبی و خطی، بیشترین تعداد خطوط دید بین ۱۰ تا ۲۵ متر را داشته‌اند.

همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که در زوایای گونه‌ها گوشه‌های L (و U)، کمترین فاصله خطوط دید و بیشترین میزان اشراف واحدها به هم وجود دارد. توجه به این موضوع در قرار دادن پنجره در این زوایا، می‌تواند به کنترل اشراف کمک کند. همچنین در گونه‌های محیطی، خطی و منفرد به ترتیب، بیشترین میزان اشراف و دید واحدها (تعداد خطوط بین کمترین ۱۰ تا ۲۵) به هم وجود دارد. در گونه‌های ترکیبی نیز بسته به نوع ترکیب که حاصل از ترکیب کدام ۳ گونه اصلی باشند، میزان اشراف و دید واحدها به هم تغییر

جدول شماره ۹: میزان همبستگی شاخص‌های ایزووویست و شاخص‌های نمودار اسپیس میت

	مساحت	مقدار زاویه راندگی	بیشترین خط شعاعی دید	محصوریت	OSR (فضای باز)	FSI (تراکم)	GSI (سطح اشغال)
مساحت	۱	۰,۲۳۳*	۰,۴۷۷*	۰,۷۹۶*	۰,۶۵۱*	-۰,۵۸۵**	-۰,۵۸۶**
مقدار زاویه راندگی	۰,۲۳۳*	۱	۰,۸۳۹**	۰,۱۸۷**	۰,۱۹۲**	-۰,۱۶۶**	-۰,۱۷۵**
بیشترین خط شعاعی دید	۰,۴۷۷*	۰,۸۳۹**	۱	۰,۴۲۳**	۰,۴۱۳**	-۰,۳۵۲**	-۰,۳۸۲**
محصوریت	۰,۷۹۶*	۰,۱۸۷**	۰,۴۲۳**	۱	۰,۷۰۳**	-۰,۵۷۹**	-۰,۶۲۳**
OSR (فضای باز)	۰,۶۵۱*	۰,۱۹۲**	۰,۴۱۳**	۰,۷۰۳**	۱	-۰,۹۱۶**	-۰,۹۴۱**
FSI (تراکم)	-۰,۵۸۵**	-۰,۱۶۶**	-۰,۳۵۲**	-۰,۵۷۹**	-۰,۹۱۶**	۱	۰,۹۴۴**
GSI (سطح اشغال)	-۰,۵۸۶**	-۰,۱۷۵**	-۰,۳۸۲**	-۰,۶۲۳**	-۰,۹۴۱**	۰,۹۴۴**	۱

افزایش تراکم و سطح اشغال، چشم‌انداز و میزان تنوع در داشتن خطوط دید گسترده در مجموعه‌ها کاهش می‌یابد؛ حال آن که با افزایش نسبت فضای باز، فرصت بیشتری برای تنوع‌بخشی به منظر و گستردگی چشم‌انداز فراهم خواهد شد.

همچنین شاخص محصوریت با تجربه فضایی رازآلودگی فضا در ارتباط است. میزان رازآلودگی در حقیقت وعده اطلاعات بیشتر در صورت عمیق شدن در محیط است. این شاخص در گونه پراکنده ۲، پراکنده ۱ و خطی ۲ به ترتیب، بیشترین مقدار را دارد. همچنین با بررسی انحراف معیار این شاخص در گونه‌ها می‌توان دریافت که تنوع در میزان این شاخص در گونه پراکنده ۲ دارای بیشترین مقدار است. در نتیجه ناظر در هر نقطه از این گونه، از نظر رازآلودگی، تنوع بیشتری را تجربه می‌کند.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ابزارهای ایزووویست و خطوط دید برای دستیابی به یک بیان کمی از کیفیت بصری در مجتمع‌های مسکونی استفاده شد. این ابزار با نمودار اسپیس میت مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته و ضمن تأیید روایی این روش، نشان داده شد که با استفاده از تحلیل شاخص‌های ایزووویست می‌توان رویکردی جدید در سنجش کیفیت بصری ساختارهای فضایی معرفی کرد. آزمون همبستگی حاکی از وجود رابطه معنادار بین شاخص‌های ایزووویست و شاخص‌های نمودار اسپیس میت بود. این امر، مبین دو موضوع اصلی است. نخست آن که نتایج حاصل از روش مورد استفاده در سنجش کیفیت مجموعه‌های مسکونی شهر کرمانشاه با نتایج یک روش معتبر همسو بوده و این امر می‌تواند گواهی بر صحت روش به کار رفته، هر چند به عنوان شرط لازم (و نه کافی) باشد. بدیهی است که این اثبات، مستلزم پژوهش‌های مفصل دیگری است. دوم آن که به نظر می‌رسد نمودار اسپیس میت، علاوه بر شاخص‌های کمی مربوط به شکل مجموعه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی در خصوص ویژگی‌های بصری محیط نیز باشد. این نمودار با ترکیب سه مشخصه تراکم، سطح اشغال و فضای باز، رابطه تراکم و فرم شهر را روشن می‌کند. یافته‌های این پژوهش ضمن تأیید این ارتباط، این شاخص‌ها را با کیفیت بصری محیط نیز مرتبط دانسته و دامنه کاربرد نمودار اسپیس میت را توسعه می‌بخشد. بدین ترتیب با تغییر شاخص‌های این نمودار می‌توان

شاخص‌های مساحت، مقدار زاویه راندگی، بیشترین خط شعاعی دید و محصوریت ایزووویست رابطه همبستگی معکوس دارد (جدول شماره ۹).

شاخص مساحت ایزووویست در گونه منفرد ۲ بیشترین میزان را داراست. در این گونه، حجم فضای درک شده در هر نقطه از فضای باز نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر است. این شاخص که با تجربه بصری گشایش و فضاامندی در ارتباط است (جدول شماره ۱)، با شاخص میزان فضای باز از نمودار اسپیس میت دارای همبستگی مستقیم و قوی بوده و با شاخص‌های تراکم و سطح اشغال همبستگی معکوس دارد. بدین ترتیب با افزایش تراکم و سطح اشغال در مجموعه‌های مسکونی، گشایش و فضاامندی آنها کاهش چشمگیری داشته و برعکس، با کاهش این موارد و همچنین با افزایش فضای باز این کیفیات در مجموعه‌ها افزایش می‌یابد.

همچنین مقدار زاویه راندگی در مجموع، در گونه‌های خطی و در گونه‌های ترکیبی که حاصل از ترکیب گونه‌های خطی با هر گونه دیگر (منفرد و یا محیطی) باشد، میزان بیشتری را نشان می‌دهد. به علاوه انحراف معیار این شاخص در گونه خطی ۱ کمترین مقدار است که این امر نشان دهنده عدم تنوع در میزان شاخص زاویه راندگی و در نتیجه قدرت جهت‌دهی بالا در این گونه است. این شاخص که نشان‌دهنده جهت در فضا است، با شاخص فضای باز در نمودار اسپیس میت دارای همبستگی مستقیم بوده و با شاخص‌های تراکم و سطح اشغال، همبستگی منفی نشان می‌دهد. این امر به معنای آن است که با افزایش تراکم و سطح اشغال، جهت و خوانایی مجموعه‌ها کاهش می‌یابد؛ حال آن که با افزایش نسبت فضای باز در مجموعه‌ها، جهت و خوانایی در آنها بهبود می‌یابد.

به علاوه بیشترین شعاع‌های دید در ساختار پراکنده ۲ مشاهده شده است. با توجه به این که انحراف معیار این شاخص به ترتیب در گونه‌های ترکیبی ۲، ترکیبی ۳ و ترکیبی ۱ مقدار بالایی دارد، می‌توان دریافت که بیشترین چشم‌انداز و میزان تنوع در داشتن خطوط دید گسترده در گونه‌های ترکیبی اتفاق افتاده است. این شاخص نیز با شاخص فضای باز در نمودار اسپیس میت دارای همبستگی مستقیم بوده و با شاخص‌های تراکم و سطح اشغال، همبستگی منفی نشان می‌دهد. این امر به معنای آن است که با

isovist fields. *Computer graphics and image processing*, 11(1), 49-72.

- Dawes, M. J., & Ostwald, M. J. (2014). Prospect-Refuge theory and the textile-block houses of Frank Lloyd Wright: An analysis of spatio-visual characteristics using isovists. *Building and Environment*, 80, 228-240.
- Demirbas, O. O., & Demirkan, H. (2000). Privacy dimensions: A case study in the interior architecture design studio. *Journal of environmental psychology*, 20(1), 53-64.
- Djavaherpour, H., Hosseini, S. B., & Norouzian, M. S. (2013). Residents' satisfaction from neighborhood open spaces and public amenities in high-density residential districts (Case study: 8 Th district of tehran). [in Persian]
- Dzebic, V. (2013). Isovist analysis as a tool for capturing responses towards the Built Environment. University of Waterloo,
- Einifar, A., & Ghazizadeh, S. (2010). The typology of tehran residential building based on open space layout. [in Persian]
- Fisher-Gewirtzman, D., & Wagner, I. A. (2003). Spatial openness as a practical metric for evaluating built-up environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(1), 37-49.
- Franz, G., von der Heyde, M., & Bühlhoff, H. H. (2005). Predicting experiential qualities of architecture by its spatial properties. Paper presented at the 18th International Association for People-Environment Studies (IAPS 2004).
- Ghare Bagloo, M., & Khaleghi Moghaddam, N. (2015). Typology of residential complexes, an effective step in designing the quality of contemporary residential complexes (case study: Residential complexes of Tabriz city). *Journal of Architecture and Urban Planning*, 7(14), 117-139. [in Persian]
- Haupt, P., Pont, M. B., & Moudon, A. V. (2005). Spacemate: the spatial logic of urban density: Ios Pr Inc.
- Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20(1), 29-66.
- Hosseini, S. B., Alalhesabi, M., & Nassabi, F.

تا حدود زیادی کیفیت بصری محیط را دستخوش تغییر کرده و آن را ارتقا داد. این نکته از دستاوردهای اختصاصی این پژوهش محسوب می‌شود. در همین حال اوود (Ode, 2003) ایده‌های وجوه بصری را در تضاد با یکدیگر می‌داند. به عقیده او با کم شدن رمز و راز، قابلیت دسترسی بصری بالاتر رفته و با افزایش تنوع، انسجام آن پایین‌تر می‌آید. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که این امر در تمامی شرایط و همیشه صحیح نیست. تحلیل داده‌های حاصل از آمار توصیفی و استنباطی نشان دهنده صحت بالای مقادیر کمی شاخص‌های ایزوویست در گونه‌هاست. این تحلیل‌ها نشان دهنده نکاتی در مورد میزان و نحوه تغییر شاخص‌ها در گونه‌های مجتمع مسکونی است که می‌تواند نکات مثبت و منفی هر گونه را نشان دهد؛ به نحوی که می‌توان از این شاخص‌ها، در تشخیص آلترناتیوهای مناسب در طراحی استفاده نمود. این پژوهش نمی‌تواند به هیچ یک از گونه‌ها، برتری مطلق یا نسبی از حیث کیفیت بصری بدهد؛ اما ویژگی‌های بصری هر یک را تحلیل کرده و از این طریق ابزاری در اختیار طراحان قرار می‌دهد که بتوانند کیفیات بصری مورد نظر خود را به طرح‌ها ببخشند.

References:

- Alalhesabi, M., Hosseini, S. B., & Nassabi, F. (2012). Housing visual quality in urban pattern Application of isovist method in old fabric of Bushehr city. *Iran University of Science & Technology*, 22(1), 60-64. [in Persian]
- Benedikt, M., & Burnham, C. A. (1985). Perceiving Architectural Space: From Optic Arrays to. Paper presented at the Persistence and change: Proceedings of the first international conference on event perception.
- Benedikt, M. L. (1979). To take hold of space: isovists and isovist fields. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 6(1), 47-65.
- Biddulph, M. (2007). Introduction to residential layout: Routledge.
- Bittermann, M., & Ciftcioglu, O. (2006). Real-time measurement of perceptual qualities in conceptual design.
- Carmona, M., de Magalhães, C., & Hammond, L. (2008). Public space: the management dimension: Routledge.
- Christenson, M. (2010). Registering visual permeability in architecture: isovists and occlusion maps in AutoLISP. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(6), 1128-1136.
- Davis, L. S., & Benedikt, M. L. (1979). Computational models of space: Isovists and

- Symposium, University College London, London.
- Tandy, C. (1967). The isovist method of landscape survey. *Methods of landscape analysis*, 10, 9-10.
 - Turner, A. (2004). *Depthmap 4: a researcher's handbook*.
 - Whyte, W. H. (1980). *The social life of small urban spaces*.
 - Wiener, J. M., & Franz, G. (2004). Isovists as a means to predict spatial experience and behavior. Paper presented at the International Conference on Spatial Cognition.
 - Zhang, J., Heng, C. K., Malone-Lee, L. C., Hii, D. J. C., Janssen, P., Leung, K. S., & Tan, B. K. (2012). Evaluating environmental implications of density: A comparative case study on the relationship between density, urban block typology and sky exposure. *Automation in construction*, 22, 90-101.
 - (2011). Analyzing urban environment regarding visual quality (Case study: Visibility in old fabric of Bushehr). [in Persian]
 - Indraprastha, A., & Shinozaki, M. (2012). Computational models for measuring spatial quality of interior design in virtual environment. *Building and Environment*, 49, 67-85.
 - Lynch, K. (1960). *The image of the environment. The image of the city*, 11, 1-13. [in Persian]
 - Meilinger, T., Franz, G., & Bülthoff, H. H. (2012). From isovists via mental representations to behaviour: first steps toward closing the causal chain. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(1), 48-62.
 - Nasar, J. L. (1998). *The evaluative image of the city*.
 - Newell, P. B. (1995). Perspectives on privacy. *Journal of environmental psychology*, 15(2), 87-104.
 - Ng, E. (2004). Optimise Urban Daylight Design Using Computational Simulations. Paper presented at the Architecture in the Network Society [22nd eCAADe Conference Proceedings].
 - Ng, E., Chan, T.-Y., Cheng, V., Wong, N.-H., & Han, M. (2007). 9 DESIGNING HIGH DENSITY CITIES-PARA-METRIC STUDIES OF URBAN MORPHOLOGIES AND THEIR IMPLIED ENVIRONMENTAL PERFORMANCE. *Tropical Sustainable Architecture*, 151.
 - Ode, Å. (2003). *Visual aspects in urban woodland management and planning* (Vol. 380).
 - Ostwald, M. J., & Dawes, M. (2013). Prospect-refuge patterns in Frank Lloyd Wright's Prairie houses: Using isovist fields to examine the evidence. *The Journal of Space Syntax*, 4(1), 136-159.
 - Rapoport, A. (1990). *Vernacular architecture. Current Challenges in the Environmental Social Sciences*, 24, 30-45.
 - Shach-Pinsly, D., Fisher-Gewirtzman, D., & Burt, M. (2011). Visual exposure and visual openness: an integrated approach and comparative evaluation. *Journal of Urban Design*, 16(2), 233-256.
 - Taher, B., & Brown, F. (2003). The visibility graph: An approach for the analysis of traditional domestic M'zabite spaces. Paper presented at the Proceedings of Space Syntax Fourth International