

مقاله پژوهشی

مدلسازی خطای بصری «تغییر اندازه در مناظر شهری» بر ادراک نقاط کانونی شهر

مطالعه موردی: کریدور بصری پیاده‌راه آیت‌الله طبری به حرم مطهر امام رضا (ع)*

بی‌بی سارا میرحیدر توران

پژوهشگر دکتری، گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

مریم استادی**

استادیار گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

فاطمه محمدنیای قرائی

استادیار گروه شهرسازی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

آسیه احصائی

دانشیار گروه اپتومتری، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۷

تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۱

چکیده | رؤیت‌پذیری نقاط کانونی، حاصل اطلاعات تصویری بر شبکیه چشم و چگونگی ادراک فرم است. تدوین اصول رؤیت‌پذیری نقاط کانونی، مستلزم شناخت فضای بصری در «بُعد افق» و «بُعد فاصله» و سیگنال‌های محیط زمین‌های است. این پژوهش در پی پاسخگویی به این سؤال است که چگونه می‌توان با محاسبه خطای بصری و تأثیرات عناصر پیش‌زمینه (مزاحم)، نقاط کانونی (نشانه شهری) را جانمایی کرد؟ به‌طور کلی هدف این پژوهش تدوین روشی است که با استفاده از آن و به وسیله شیوه آرایش ابنیه و طراحی فضای شهری و معماری، می‌توان بر رؤیت‌پذیری نقاط کانونی شهر افزود. این پژوهش از نظر ماهیت و روش علمی، و از نظر هدف، توسعه‌ای است. جهت سنجش ارتباط میان ساختار کالبدی، ادراک بصری و محاسبه میزان خطای بصری، از مدلسازی هندسی و تکنیک واقعیت مجازی استفاده شد. نمونه موردی نقطه کانونی و نشانگر حرم مطهر رضوی و ساختمان‌های پیاده‌راه آیت‌الله واعظ طبری، با نرم‌افزار اسکچ‌آپ (sketch up)، مدلسازی شد. نتایج پژوهش نشان داد که نقطه‌ای (M) در کریدور بصری نقطه کانونی وجود دارد که در آن براساس دید دوچشمی، ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر، برابر و قبل از M ارتفاع نقطه کانونی بزرگتر و بعد از آن کوچکتر ادراک می‌شود. از این رو براساس محاسبات هندسی، موقعیت نقطه M با توجه به ارتفاع نقطه کانونی-نشانگر و فاصله نقطه کانونی تا نشانگر مدلسازی شد و صحت آن با توجه به تکنیک واقعیت مجازی، پیاده‌راه آیت‌الله واعظ طبری به سمت حرم مطهر امام رضا، مورد تأیید قرار گرفت. از این رو، چیدمان نشانه‌های شهری باید متناسب با این موضوع در فضای شهری صورت گیرد.

واژگان کلیدی | خطای بصری، رؤیت‌پذیری، نقاط کانونی منظر شهری، میدان دید، عمق و فاصله ادراکی.

مقدمه | مسئله آرایش فضایی منظر محیط ساخته‌شده به عنوان تجلی و رؤیت فضا و اشیاء، به اندازه وجود انسان

** نویسنده مسئول: ۰۰۹۱۵۱۱۰۰۱۸۰، ostadimr@gmail.com

قدیمی است. از زمانی که اولین سکونتگاه بشری شکل گرفت، «رؤیت‌پذیری» اهمیت زیادی در شیوه آرایش ابنیه و فضا داشته است. در دوره رنسانس «آلبرتی» مفهوم پرسپکتیو در طراحی شهری را معرفی کرد و «برنینی»

اندازه‌گیری آن را نیز مشخص کرده بود (Colonnese, 2017). نیجونس (Nijhuis, 2011)، در پژوهشی تحت عنوان «پژوهش بصری در معماری منظر»، مفاهیم پایه‌ی پرسپکتیو افقی مرتبط با معماری منظر را با استفاده از مدلسازی ریاضی و نرم‌افزارهای مرتبط در چشم‌انداز فضایی انجام داده است. فرمولر و مالم (Fermuller & Malm, 2004)، در پژوهشی تحت عنوان «عدم قطعیت در فرایندهای دیداری، خطاهای هندسی بصری را پیش‌بینی می‌کند» به بررسی اثر آمار مربوط به محاسبات بصری بر خطاهای هندسی بصری و الگوهای فریب‌دهنده ناشی از سیگنال‌های حرکتی در ترسیمات خطی پرداخته‌اند.

فرانکل (Frankle, 1968) تأکید می‌کند که طراحی شامل یک فضای ادراکی و واقعیت بصری است و به تجربه حسی که تنها با حرکت ظاهر شده، می‌پردازد. او در برابر فرم مادی، «فرم قابل مشاهده»^۴ را به عنوان یک جنبه مهم از ترکیب سه‌بعدی در طراحی پیشنهاد کرده است. «فرم قابل مشاهده»، ظهور بصری شکل سه‌بعدی و رابطه آن با فضای باز است. با توجه به اینکه ارگانسیم شناختی براساس اطلاعات تصویری که در شبکیه چشم تصویر می‌شود عمل می‌کند، بنابراین «فرم قابل مشاهده» را از نظر محتوا می‌توان، اطلاعاتی مسطح‌شده از فضای فیزیکی سه‌بعدی دانست.

مبانی نظری

• ابعاد ادراک بصری

ادراک بصری نقاط کانونی، متأثر از اطلاعات تصویری «فرم قابل مشاهده» بر شبکیه چشم است که دارای ابعادی بسیار متفاوت از فضای جغرافیایی یا اندازه‌گیری شده است و هر بُعد آن قابلیت محیطی متفاوتی دارد. این فضای ادراکی مطابق با تصویر ۱، شامل بُعد افقی-میدان دید (تصویر شبکیه‌ای یا صفحه تصویر) و بُعد فاصله (عمق) است (Nijhuis, 2011, 6-8) که در فضای شهری، ساختار ادراکی مذکور متأثر از مقایسه تطبیقی اطلاعات تصویری فرم پیش‌زمینه (نشانگر)، نقطه کانونی و اختلاف زاویه دید دوچشمی است و سیگنال‌های بصری ایجادشده موجب اختلال در ادراک اندازه و فاصله نقاط کانونی می‌شود.

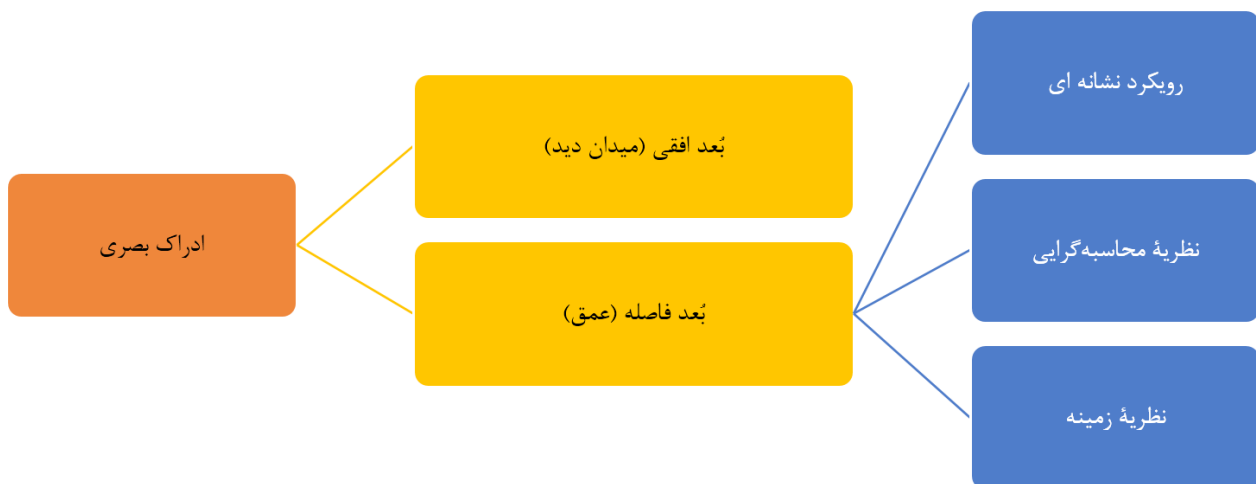
نظریه‌های چندگانه‌ای به این سؤال پاسخ داده‌اند که قوه بصری انسان چطور فاصله یا بُعد عمق را تحلیل کرده و تشخیص می‌دهد. ریچاردسون (Richardson, 2006) سه مورد از این نظریات را مورد بررسی قرار داده است: نظریه رویکرد نشانه‌ای^۵ (هلمهولتز، ۱۸۶۶)، نظریه محاسبه‌گرایی مار^۶ (۱۹۸۲) و نظریه زمینه^۷ (گیسون، ۱۹۵۰، ۱۹۷۹). از میان رویکردها و نظریات فوق، رویکرد نشانه‌ای از اهمیت بیشتری برخوردار است.

میدان «سن‌پتر» را به عنوان یک اتصال‌دهنده بین فضاها، محورها و ابنیه طراحی کرد تا نوعی تأثیر متقابل میان حرکت و ادراک ایجاد کند (Bada & Farhi, 2009, 2). یاربوس (Yarbus, 1967) نقاط کانونی فضای شهری را به عنوان عناصر اصلی و یا کانون استراتژیک در فضا معرفی کرده و بیان کرد که آنها اطلاعات بیشتری نسبت به سایر مؤلفه‌های منظر شهری ارائه و به عنوان «آهن‌ربای فضایی»^۱ یا مقصد حرکت عمل می‌کنند. یک نقطه کانونی اطلاعاتی مربوط به جهت و فاصله ارائه می‌دهد. این موضوع می‌تواند به عنوان یک ابزار طراحی منظر برای آغاز حرکت در نظر گرفته شود (Nijhuis, 2011, 12). اما آنچه در مباحث نظریات نوین حوزه روانشناسی ادراک بصری به‌ویژه در فضاهای شهری مطرح شده آن است که تسلط و تأکید نقاط کانونی در فضاها و صحنه‌های منظر شهری تنها محصول بُعددهی و چیدمان هندسی مؤلفه‌های منظر شهری نیست، بلکه این نقاط باید از حیث فیزیولوژی بصری نیز برجسته باشند. رؤیت‌پذیری نقاط کانونی محصول یک سازمان هندسی مناسب از ساختار فیزیکی مجموعه نزدیک‌تر/دورتر و یا بزرگتر/کوچکتر است که نیاز به درک یک تعامل پیچیده بصری با ناظران براساس اصول ادراک و خطاهای بصری است.

در این مقاله سعی شده با بهره‌گیری از نظریه نوین خطای بصری منظر شهری، شناخت ماهیت ادراکی ساختار مورفولوژیکی مؤلفه‌های منظر شهری، در نظر گرفتن پارامتر حرکت و ویژگی فیزیولوژی چشم، روشی تدوین شود که با استفاده از آن و از طریق شیوه آرایش ابنیه و طراحی فضای شهری و معماری، رؤیت‌پذیری نقاط کانونی شهر و افزایش شکوه آن افزود. در واقع سؤال اصلی این پژوهش این است که چگونه می‌توان با محاسبه خطای بصری و تأثیرات عناصر پیش‌زمینه (مزامح)، نقاط کانونی (نشانه شهری) را جانمایی کرد؟

پیشینه پژوهش

بهره‌گیری عامدانه خطاهای بصری در طراحی، از دوران باستان شناخته‌شده و کار علمی در مورد خطای بصری از قرن نوزدهم همزمان با مطالعه دانشمندان بر مباحث ادراک بصری آغاز شد و تاکنون ادامه دارد (Fermuller & Malm, 2004). در حوزه نظری و علمی، تحقیق «هرمان هلمهولتز»^۲ (۱۸۹۴-۱۸۲۱) در زمینه فیزیولوژی چشم و بینایی، توجهات را به سمت ادراک فضایی هنر، معماری و شهر جلب کرد و تبعات آن را در طراحی شهری مورد توجه قرار داد. تلاش اصلی هلمهولتز در این زمینه کتابی^۳ بود که در سال‌های ۱۸۵۶ تا ۱۸۶۷ چاپ و انتشار یافت. در این کتاب جامع، او نه‌تنها اشاره کرده بود که چشم انسان بخش کوچکی از جزئیات میدان دید را می‌بیند، بلکه چگونگی



تصویر ۱. ابعاد ادراک بصری و رویکردهای نظری آن. مأخذ: Richardson, 2006; Nijhuis, 2011.

• نظریه رویکرد نشانه‌ای

این نظریه برای نخستین بار توسط هرمان هلمولتز در سال ۱۸۶۶ بیان شد. به‌طور کلی هدف این رویکرد شناسایی منابعی از اطلاعات در محیط است که مردم را قادر می‌سازد تا فاصله را نسبت به آن استنباط کرده و تحلیل کنند. این منابع اطلاعات به عنوان نشانه‌هایی از عمق یا فاصله، دو نوع اطلاعات مجزا از فاصله و اندازه ارائه می‌دهند. اغلب نشانه‌های مربوط به ادراک فاصله، اطلاعاتی در مورد فاصله نسبی (ظاهری) به‌دست می‌دهند که ناظر را از فاصله نسبی میان اجسام مورد مشاهده در محیط پیرامون آنها مطلع می‌کند. شناخته‌شده‌ترین نشانه‌های مربوط به فاصله، معمولاً به عنوان «نشانه‌های تصویری» است که اطلاعاتی راجع به عمق ادراک‌شده توسط یک ناظر که در نقطه معینی ایستاده، به‌دست می‌دهند. در یک تقسیم‌بندی کلی، اطلاعات براساس حرکت ناظر در رویکرد نشانه‌ای به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱. اطلاعات فضایی قابل دسترس برای ناظر غیرمتحرک که عبارتند از: تطابق^۱، همگرایی^۲، ناهمخوانی دوچشم^۳، اندازه نسبی^۴، اندازه آشنا^۵، بافت^۶، ارتفاع در زمینه بصری، شیب زاویه‌دار^۷، پرسپکتیو (نمای هوایی)^۸؛

۲. اطلاعات در دسترس برای ناظر متحرک در فضا که شامل انسداد/عدم انسداد^۹، اختلاف زاویه دید حرکت^{۱۰} و پرسپکتیو حرکت^{۱۱} است (شکیبامنش، علی‌الحسابی و بهزادفر، ۱۳۹۳، ۵-۳).

• مؤلفه‌های رؤیت‌پذیری

تدوین اصول طراحی در مورد رؤیت‌پذیری نقاط کانونی (نشانه شهری)، شامل تعیین حدود، سازماندهی و کادربندی مؤلفه‌های منظر شهری است که تحقق این مهم، بسته به شناخت کافی نسبت به تمامی ابعاد فضای بصری در هر

دو بُعد افق و فاصله و سیگنال‌های محیطی (خطای بصری) است. مؤلفه‌های منظر شهری مطابق با تئوری گشتالت، شامل پس‌زمینه، پیش‌زمینه (نشانگر) و زمینه میانی (نقطه کانونی) است. خوانش یک تصویر در رویکرد نشانه‌ای، با توجه به تضاد میان شکل (سوژه-نقاط کانونی) و زمینه ممکن می‌شود. این اصل ادراکی به کنتراست و تباین وابسته است. در یک تصویر آنچه توجه ما را بیشتر جلب می‌کند و به عنوان کانون توجه دید مطرح می‌شود، شکل و غیر از آن زمینه است (شفیقی و رهبرنیا، ۱۳۹۷).

– **نقاط کانونی (F):** یک نشانه معماری و شهری (یا بخشی از آن) است که موضوع اصلی توجه ناظر بوده و در بخش مرکزی میدان دید قرار دارد. آنچه در مفاهیم گسترده چشم‌انداز در ماهیت شناختی «فرم قابل مشاهده» حائز اهمیت است، قابل تشخیص بودن نقاط کانونی به عنوان «شکل»، از پس‌زمینه در اصل «شکل-زمینه»^{۱۲} است. در این راستا نقاط کانونی باید با ایجاد وحدت، تأکید و جلب توجه مخاطب، قابلیت‌های زیادی از خود به نمایش بگذارند.

– **پیش‌زمینه (نشانگر بصری):** نشانگر بصری «R» متغیری است که در یک رابطه رقابتی دید با کانون اصلی قرار دارد. نشانگر بخشی از یک عنصر معماری/شهری نزدیکتر یا دورتر از کانون است که جزئی از صحنه چشم‌انداز منظر شهری باشد. حجم نشانگر غالباً از یک یا چند عنصر معماری و یا بخشی از آنها و یا پوشش گیاهی تشکیل شده است.

• نظریه‌های رؤیت‌پذیری

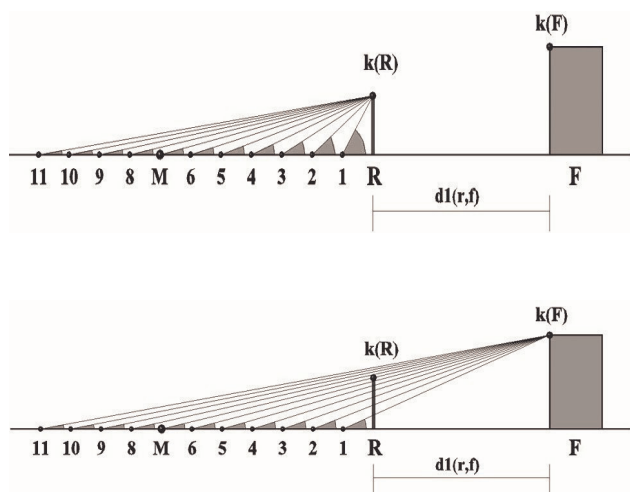
به‌طور کلی هدف از «رویکرد رؤیت‌پذیری»، شناسایی تأثیر چیدمان فضای شهری بر ادراک ناظر در حال حرکت است و این امکان را برای مردم فراهم می‌کند که منابع اطلاعاتی محیط را دریافت و تصویر ذهنی محیطی را ترسیم کنند. از

تغییری در اندازه آن احساس نمی‌شود (Gordon, 2005, 151) که بر آن انتقادهایی وارد است.

روش‌شناسی

این پژوهش از نظر ماهیت و روش، علی، و از نظر هدف، توسعه‌ای است. براساس ادبیات پژوهش، نقطه ایستگاهی با نام M در کریدور بصری وجود دارد که در آن زاویه دید به کانون و نشانگر برابر است و ارتفاع این دو، برابر ادراک می‌شود و قبل از نقطه M، به سمت نقطه کانونی، ارتفاع کانون بزرگتر از نشانگر، و بعد از آن کوچکتر ادراک می‌شود (Dordevic & Vujic, 2010). از این رو در این پژوهش به منظور دستیابی به آرایش ابنیه و طراحی فضای شهری-معماری مبتنی بر رؤیت‌پذیری نقاط کانونی شهر، موقعیت نقطه M در کریدور بصری، به صورت هندسی مدلسازی شد. قلمروی مکانی پیاده‌سازی مدلسازی هندسی پژوهش، پیاده‌راه آیت‌الله واعظ طوسی به عنوان کریدور بصری به سمت حرم مطهر امام رضا (ع) است. نقطه کانونی و نشانگر، شامل گنبد حرم مطهر رضوی و ساختمان بلافضل پیاده‌راه آیت‌الله واعظ طوسی است که با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی و نرم‌افزار Sketch Up، جهت اثبات صحت مدل هندسی موقعیت نقطه M، کریدور بصری به صورت سه‌بعدی مدلسازی شد.

مدلسازی موقعیت نقطه M با توجه به این واقعیت انجام می‌شود که ادراک مجموعه عناصر، با ادراک زاویه دید (V) آنها برابر است. در طول حرکت در مسیر، زوایای دید V متفاوت و با توجه به فاصله ناظر بین نشانگر/کانون و تغییر صفحات عمق، ادراک بصری آنها نیز مطابق با تصویر ۲ تغییر می‌کند. هنگام حرکت ناظر، درک اندازه‌های خطی کانون و نشانگر برخلاف قانون دیدگاه خطی به این صورت است که زاویه دید



تصویر ۲. زاویه دید به نشانگر و نقطه کانونی. مأخذ: نگارندگان.

میان رویکردهای نظری مرتبط با موضوع پژوهش، تحقیقات کاربردی «هرمان مارتنز»^{۲۰} با عنوان «نظریه هماهنگی»^{۲۱} و نظریه «ادراک مستقیم و بینایی محیطی»^{۲۲} گیبسون، اهمیت بیشتری به ویژگی‌های فیزیولوژی چشم و قوه بصری و تبعات آن در طراحی نقاط کانونی در منظرشهری و ادراک فضایی هنر و معماری می‌دهد. به همین منظور در ادامه این رویکردها با جزئیات بیشتر بررسی می‌شود.

- **نظریه هماهنگی مارتنز:** هرمان ادوارد مارتنز (۱۸۷۰) یک محدوده عمومی جهت نمایش نقاط کانونی با اصول متفاوت علمی (دید دو چشمی) و هنری (زیبایی‌شناسی بصری) مشخص کرد (Colonnese, 2017, 2). مارتنز نشان داد که مشاهده دقیق و کامل، تنها در قلمرویی ممکن است که از یک زاویه دید معین مورد مشاهده قرار بگیرد. این قلمروی بصری با حوزه و قلمروهایی که وضوح کمتری دارند گسترده‌تر می‌شود (Moravánszky, 2012). رویکرد مارتنز براساس دامنه و زاویه دید دو چشمی (توان دید افقی انسان) در ادراک بین نمای خارجی و دریافت جزئیات عناصر فضا است که منجر به دستیابی به تناسب ایده‌آل فاصله ناظر و ارتفاع (تناسبات عمودی) شد. او میدان دید در صفحه عمودی را مورد توجه قرار داد و با آزمایش زوایای بصری، دو متغیر فاصله و آستانه دید ناظر را سنجش کرده و سه زاویه برای دید ناظر به عناصر معماری تعریف کرد. وی این زوایا را درون مجموعه‌ای از تصاویر با زوایای مختلف قرار داد. در نهایت به این نتیجه رسید که زاویه ۱۸ درجه، زاویه‌ای مطلوب جهت نشان دادن کاره‌نری یا ساختمان است؛ به طوری که بخشی از محیط اطراف نیز در تصویر کامل باشد و زاویه ۲۷ درجه نیز جهت نمایش کامل بدون نقص تصویر به کار می‌رود و در نهایت با زاویه ۴۵ درجه، مشاهده کنندگان مغلوب جزئیات داخل تصویر می‌شوند (Colonnese, 2017, 5).

- **نظریه ادراک مستقیم گیبسون:** گیبسون در سال ۱۹۵۰ دیدگاه‌های خود را در کتابی با عنوان «ادراک جهان بصری» بیان کرد. رویکرد نظری او «ادراک مستقیم» است که در آن ثبات، یکی از مهمترین مفاهیم نظریه است. گیبسون در نظریه ادراک مستقیم بیان می‌کند که یک شی با فاصله گرفتن از آن با سرعت ثابت، کوچکتر دیده می‌شود. از این رو میزان کاهش مساحت را متناسب با مربع مسافت می‌داند. وی این رابطه را در صورت فاصله گرفتن منظم از شی بیان می‌کند و خروج از آن را تغییر سرعت ناظر و یا تغییر اندازه شی می‌داند. گیبسون با رویکرد نظری «ثبات» بیان کرد که «بینایی محیطی»، الگوهای مرتبه بالاتر یا روابطی هستند که علی‌رغم تغییر در تحریک، ثابت می‌مانند. بدین معنی که چنانچه در حال حرکت به جسم نزدیک شویم، علی‌رغم تغییر زاویه دید و تغییر اندازه تصویر در شبکیه، اندازه جسم به صورت ثابت ادراک می‌شود و

از این رو با توجه به فرمول بالا، موقعیت نقطه M ، براساس تناسب ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر و فاصله ناظر تا نقطه کانونی مشخص می‌شود و تابع ریاضی فاصله نقطه کانونی و نشانگر با نقطه M برابر است با رابطه زیر (شماره ۳) که تابع ریاضی فاصله نظری (Y) نقطه کانونی و نشانگر با نقطه M است.

$$d_M = \frac{h_F}{\sin \beta_M}$$

در رابطه فوق زاویه β برابر است با زاویه ادراک جزئیات در تناسبات ایده‌آل در فضای شهری که بنابر نظریه هرمان ادوارد مارتنز معادل ۲۷ درجه است. بنابراین ارتفاع نقطه کانونی (h) با توجه به متغیرهای فاصله نشانگر (پس زمینه) - نقطه کانونی و زوایای دید عمودی و افقی ناظر در رابطه زیر (شماره ۴) قابل محاسبه است.

$$\stackrel{D,C}{\Rightarrow} h = rR \sin \beta_M \times \cos \alpha$$

بحث

جهت تأیید اعتبار و صحت رابطه شماره ۲، کریدور بصری پیاده‌راه آیت‌الله واعظ طبسی و گنبد حرم مطهر رضوی، با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی و نرم‌افزار Sketch Up مطابق با تصاویر ۵ و ۶ مدل‌سازی شد. در این مدل‌سازی گنبد حرم مطهر رضوی به عنوان کانون و ساختمان‌های بلافاصله مسیر در کریدور بصری حرم مطهر، نشانگر محسوب می‌شوند. مسیر مورد آزمون، باید دید مستقیم، واضح، خوب و پیوسته در فواصل مختلف به کانون (نشانه شهری) داشته باشد که موقعیت انتخابی دارای ویژگی‌های مذکور است. همان‌طور که فضای درک‌شده توسط ناظر واقع‌گرایانه است. شکل، اندازه، رنگ و موقعیت عناصر تشکیل‌دهنده آن اکثراً ثابت هستند و سیستم بصری تمایل به حفظ و ثبات (ادراکی) آنها دارد. بر این اساس، کانون و نشانگر به عنوان متغیرهای ادراکی تلقی می‌شوند. در نتیجه نشانگر به یک نشانه عمق تبدیل می‌شود. در صورتی که ناظر نمی‌تواند سایر نشانه‌های عمق را درک کند، اندازه (ارتفاع) نشانگر تنها نشانه موجود است. از این

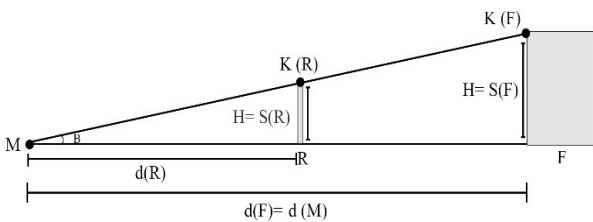
واقعی ناظر، $V(F)$ (زاویه دید ناظر به نقطه کانونی) و $V(R)$ (زاویه دید ناظر به نشانگر) تحت نفوذ سیگنال‌های زمینه‌ای موجود قرار می‌گیرد. سیگنال زمینه‌ای ناشی از اثرات تفاوت دید دوچشمی در ادراک بصری است که از آن به عنوان خطای بصری یاد می‌شود. تغییرات در اندازه‌های واقعی/فیزیکی زاویه دید V با «اندازه خط S » طبق اندازه ادراک شده S در رابطه $(V' = V \pm \Delta^\circ)$ مشخص می‌شود.

بنابراین به منظور محاسبه Δ° (میزان زاویه خطای بصری ناظر) براساس زاویه دید واقعی/فیزیکی V ، می‌توان از تفاضل دو زاویه بصری $K(F)$ و $K(R)$ و زاویه بصری نشانگر $K(R)$ برای هر موقعیت ناظر محاسبه کرد که برابر است با رابطه زیر (شماره ۱) که نحوه محاسبه میزان زاویه خطای بصری نسبت به زاویه بصری واقعی V است:

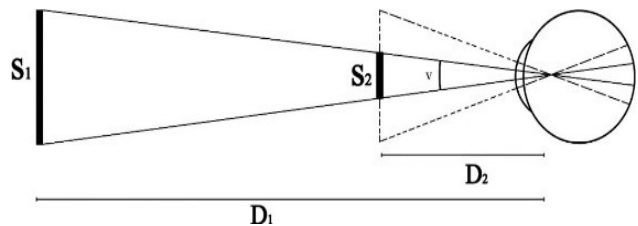
$$\Delta^\circ = V(F) - V(R)$$

با توجه به اینکه نقطه کانونی و نشانگر در نقطه M هم‌ارتفاع ادراک می‌شوند، بنابراین زاویه دید این دو در این نقطه برابر است و در نتیجه Δ° (میزان زاویه خطای بصری ناظر) یا خطای بصری ناظر، صفر است؛ و با توجه به اینکه در نقطه قبل از M به طرف نقطه کانونی، $V(R) < V(F)$ پس $\Delta^\circ > 0$ و کانون بزرگتر از نشانگر ادراک می‌شود و بعد از نقطه M به طرف نقطه کانونی، $V(R) > V(F)$ پس $\Delta^\circ < 0$ و کانون کوچکتر از نشانگر ادراک می‌شود. اندازه ثابت خطی نقطه کانونی در شبکیه چشم ناظر در حال حرکت « S » و فاصله ثابت ناظر به عنصر « D »، با زاویه بصری فیزیکی/ادراکی « $V(S)$ » مشخص می‌شود که تابع ارتباط بین اندازه‌ها « S » و « D » در تصویر ۳، $tgV(S) = S/D$ مشخص می‌شود. نقطه M ، نقطه‌ای است که در آن زاویه دید ناظر با نشانگر و نقطه کانونی برابر است و یا به عبارتی $V(S)$ آنها برابر است، در نتیجه با توجه فرمول $\Delta^\circ = V(F) - V(R)$ و تصاویر ۳ و ۴ رابطه زیر (شماره ۲) برقرار است که نشان‌دهنده تابع ریاضی نقطه M با توجه به ارتفاع نشانگر-نقطه کانونی و فاصله کانونی است:

$$\frac{S(R)}{d(R)} = \frac{S(F)}{d(F)}$$



تصویر ۴. نمای جانبی ارتفاع و موقعیت نقاط کانونی، نشانگر و M . مأخذ: نگارندگان.



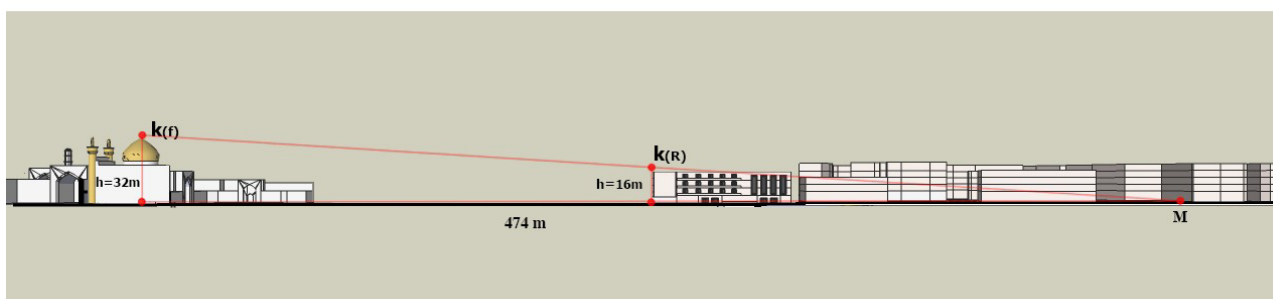
تصویر ۳. دید دوچشمی به نشانگر و نقطه کانونی. مأخذ: نگارندگان.

مدلسازی خطای بصری «تغییر اندازه در مناظر شهری» بر ادراک نقاط کانونی شهر

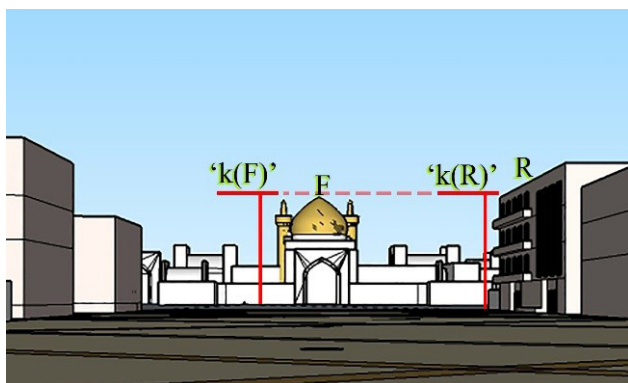
براین اساس، خط تراز ارتفاع کانون و نشانگر در موقعیت‌های مختلف بررسی شد و با توجه به رابطه شماره ۵، که موقعیت نقطه M در این مدل مشخص شد، این ویژگی براساس دید ناظر مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به تصویر ۶ ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر، نه تنها برابر ادراک می‌شود، بلکه ویژگی نقاط قبل و بعد از آن، مبنی بر بزرگ و یا کوچکتر دیده شدن (خطای بصری)، نقطه کانونی و نشانگر را مطابق با تصاویر ۷-۹ تأیید می‌کند. در نتیجه خطای بصری تغییر اندازه نقطه کانونی، نشانگر و نقطه M در ناظران، تأثیر قابل توجهی دارد و طراحی برنامه‌ریزی شده و هنرمندانه نقطه کانونی، باعث شکوه منظر شهری می‌شود.

رو، تغییر ظاهری حجم کانون F با توجه به حجم نشانگر R، با دنبال کردن تغییر ظاهری خط تراز بالای کانون و نشانگر مشخص می‌شود و باتوجه به ویژگی‌های هندسی چون فاصله متقابل بین کانون و نشانگر و ارتفاع این دو، موقعیت نقطه M مدلسازی می‌شود که در آن ارتفاع و فاصله نقطه کانونی و نشانگر نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود. رابطه نقاط کانونی و موقعیت M نسبت به تراز کانون حرم مطهر (F) و نشانگر R، از طریق رابطه زیر (شماره ۵) محاسبه می‌شود:

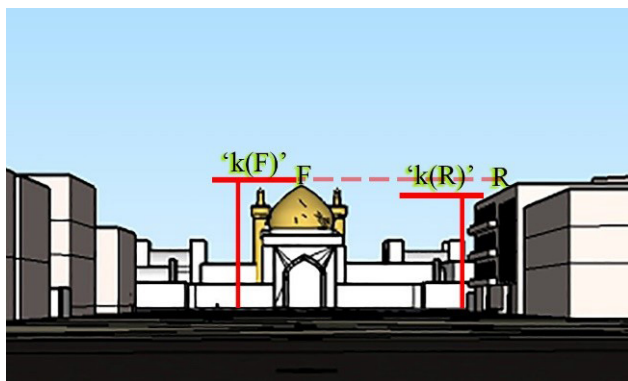
$$\frac{S(R)}{d(R)} = \frac{S(F)}{d(F)} \Rightarrow \frac{16}{237} = \frac{32}{474}$$



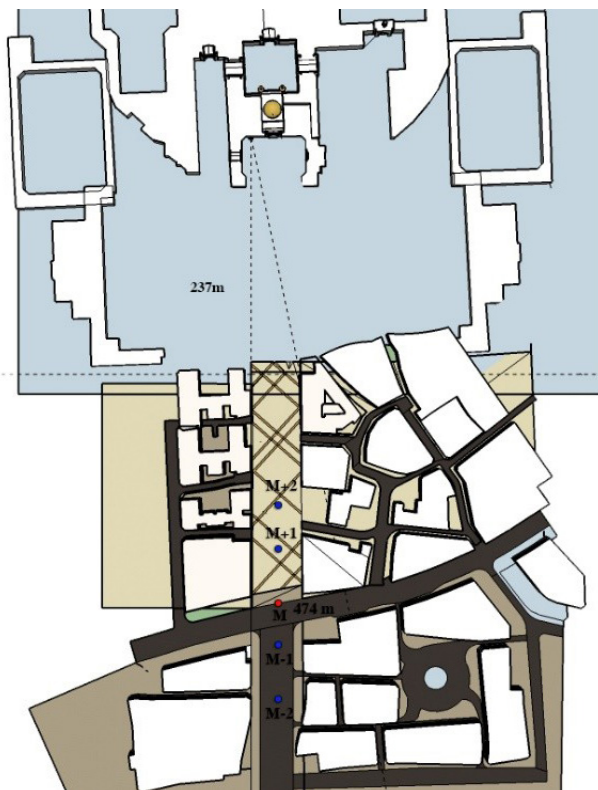
تصویر ۵. نمای جانبی نقطه کانونی، نشانگر و نقطه M پیاده‌راه آیت الله واعظ طبسی. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷. ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر، در نقطه M محاسبه شده. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۸. ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر، قبل نقطه M محاسبه شده است. مأخذ: نگارندگان.

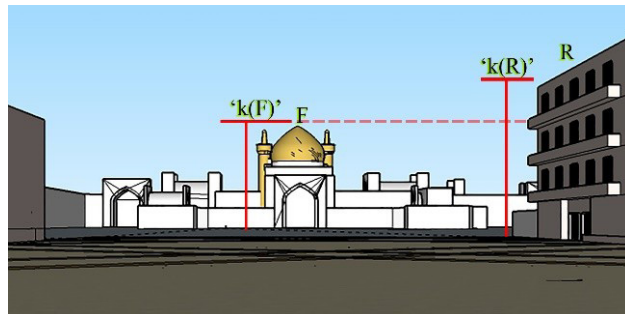


تصویر ۶. پلان مدلسازی پژوهش و موقعیت قرارگیری نقاط. مأخذ: نگارندگان.

مکان‌یابی نقاط کانونی و ویژگی فضایی-مکانی عناصر فضایی پس‌زمینه دارد و نمایانگر آن است که چیدمان عناصر شهری، نه‌تنها محصول بُعددهی، تحقق‌بخشیدن و یا پردازش مربوطه عناصر سازنده منحصر به فرد منظر (یا ترکیبات) نیست، بلکه در فرایند آن باید به خلق عناصر برجسته بصری توجه شود. این عناصر (نقاط کانونی) فضای شهری، محصول یک سازمان هندسی مناسب از ساختار فیزیکی مجموعه عناصر است که نیاز به درک یک تعامل پیچیده بصری با ناظران براساس خطاهای بصری وجود دارد. در نتیجه، با طراحی مناسب ساختار مورفولوژیکی شهری و در نظر گرفتن پارامتر حرکت، این امکان وجود دارد که برنامه‌ریزی پدیده‌ها/خطاهای بصری، برخی از اجزای منظر شهری با تجمع پیش‌شرط‌هایی که اثر افزایش حجمشان (یا کاهش) را با افزایش (کاهش) فاصله ناظر مقدور می‌سازند، ماندگارتر خواهند بود (یا به صورت ارادی تنزل پیدا کنند) که از نظر پدیدارشناسی خلاف قوانین در منظر خطی است. مدلسازی سه‌بعدی، حرکت ناظر در موقعیت مکانی حرکتی در محدوده خیابان آیت‌الله واعظ طبسی، تأثیر سیگنال پس‌زمینه را بر اندازه نقطه کانونی حرم مطهر رضوی (ع) ثابت کرد. در نهایت هنگام برنامه‌ریزی و طراحی، باید یک ماتریس شهری شامل طیفی از پارامترهای سازنده این خطاها ایجاد کرد و چیدمان فضای شهری را با یک مدل‌سازی مناسب، بُعددهی و موقعیت‌یابی طیف وسیعی از عناصر در یک محیط نزدیک‌تر یا فاصله بیشتر مکان‌یابی کرد.

تشکر و قدردانی

در انتها از سرکار خانم دکتر «گلمکانی» (دکتری ریاضی) و جناب آقای «تخعی» (کارشناس ارشد ریاضی) که در زمینه تدوین مدل و ساختار هندسی کمک شایانی فرمودند تقدیر و تشکر می‌شود.



تصویر ۹. ارتفاع نقطه کانونی و نشانگر، قبل نقطه M محاسبه شده است. مأخذ: نگارندگان.

نتیجه‌گیری

رؤیت‌پذیری نقاط کانونی شهر، اهمیت زیادی در شیوه آرایش ابنیه و طراحی فضای شهری و معماری دارد. نقاط کانونی در طراحی شهری یک هدف معماری و شهری (یا بخشی از آن) با ویژگی‌های قابل توجه یا نشان اختصاصی در فضا است که در بخش مرکزی میدان دید قرار دارد. از نظر مفاهیم ادراکی، نقاط کانونی به عنوان سازمان شکل-زمینه، نه جزئی از محرک فیزیکی، بلکه حاصل عمل فرایند ادراکی است که به واسطه موقعیت ناظر ادراک می‌شود و به عنوان شکل از سایر مؤلفه‌های منظر «زمینه و پس‌زمینه» قابل تشخیص است. اما مطابق با نظریات نوین طراحی محیطی در فضاهای شهری، سیگنال‌های مؤلفه‌های پس‌زمینه در درک زاویه‌های بصری نقاط کانونی و به موجب آن ادراک «اندازه‌های خطی/فاصله» فرم قابل مشاهده نقاط کانونی اثر می‌گذارند. نتایج تحقیق نمایانگر آن است که با افزایش فاصله ناظر نسبت به مؤلفه پس‌زمینه در منظر شهری، نقاط کانونی بزرگتر از اندازه واقعی خود ادراک می‌شود، که با مدل‌سازی عناصر فضایی منظر، موقعیت بهینه آن قابل محاسبه است. نتایج این مطالعه قابلیت کاربرد گسترده‌ای در

پی‌نوشت‌ها

- * این مقاله برگرفته از رساله دکتری «بی‌بی سارا میرحیدر توران» با عنوان «تدوین مدل طراحی در فضاهای شهری مبتنی بر خطاهای بصری-هندسی ناشی از عملکرد سیستم بینایی» است که به راهنمایی دکتر «مریم استادی و فاطمه محمدنیا قرائی» و مشاوره دکتر «آسیه احصائی» در بهمن ماه ۱۳۹۹، در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، به انجام رسیده است.
۱. Spatial Magnets
 ۲. Hermann von Helmholtz
 ۳. Handbuch der Physiologischen Optik
 ۴. Visible Form
 ۵. The cue approach
 ۶. Marr's computational theory
 ۷. Ground theory
 ۸. Accommodation
 ۹. Convergence
۱۰. Binocular Disparity or Stereopsis
 ۱۱. Relative distance
 ۱۲. Familiar size
 ۱۳. Texture
 ۱۴. Angular Declination
 ۱۵. Aerial Perspective
 ۱۶. Occlusion / Disocclusion
 ۱۷. Motion Parallax
 ۱۸. Motion Perspective
 ۱۹. اصل «رابطه شکل و زمینه» از مجموعه اصول گشتالت (Gestalt theory) است.
 ۲۰. Hermann Maertens
 ۲۱. Theory of harmony
 ۲۲. Ecological optics

فهرست منابع

- Shafiqi, N. & Rahnayeh, Z. (1397). خوانش چیدمان تعاملی تایپوگرافی «به منظور کنترل» از منظر اصول ادراک بصری گشتالت. هنرهای زیبا، ۲۳(۲)، ۸۷-۹۸.
- Shakiyamnash, Amir; Alihosseini, Mehran & Behzadfar, Mostafa. (1393). طراحی شهری نوین برپایه تحریف‌های عامدانه در ادراک عمق و فاصله؛ از رویکرد نشانه تا خطاهای کاربردی اپتیکی. نقش جهان، ۴(۲)، ۷۳-۸۴.
- Bada, Y. & Farhi, A. (2009). Experiencing urban spaces: Isovists properties and spatial use of Plazas. *Courrier du Savoir*, (9), 101-112.
- Colonnese, F. (2017). The geometry of vision: Hermann Maertens' optical scale for a deterministic architecture. *Zarch*, (9), 60-73.
- Dordevic, D. & Vujic, G. (2010). Visual illusion of the change of the size of architectural and urban objects observed upon a change of the observer's distance: Parameters that influence it phenomenologically. *Spatium*, (22), 38-46.
- Fermuller, C. & Malm, H. (2004). Uncertainty in visual processes predicts geometrical optical illusions. *Vision Research*, (44), 727-749.
- Frankl, P. (1968). *Principles of architectural history. The four phases of architectural style (1420-1900)*. Massachusetts and London: MIT press.
- Gordon, I. (2005). *Theories of visual perception*. New York: Wiley.
- Moravánszky, Á. (2012). The optical construction of urban space: Hermann Maertens, Camillo Sitte and the theories of 'aesthetic perception'. *The Journal of Architecture*, 17(5), 655-666.
- Nijhuis, S., (2011). Visual research in landscape architecture. *Research in urbanism Series*, (2), 103-145.
- Richardson, A.R. (2006). *The influence of prior interaction with an immersive virtual environment on user's distance estimates*. Unpublished doctoral thesis, Department of Psychology, Miami University, Ohio, USA.
- Yarus, A. (1967). Eye movements during perception of complex objects. In L. Riggs (Ed.), *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

میرحیدر توران، بی‌بی سارا؛ استادی، مریم؛ محمدنیای قرائی، فاطمه و احصائی، آسیه. (۱۴۰۰). مدلسازی خطای بصری «تغییر اندازه در مناظر شهری» بر ادراک نقاط کانونی شهر، مطالعه موردی: کریدور بصری پیاده‌راه آیت‌الله طوسی به حرم مطهر امام رضا(ع). منظر، ۱۳(۵۴)، ۴۶-۵۳.

DOI: 10.22034/MANZAR.2021.249822.2091

URL : http://www.manzar-sj.com/article_125785.html

