

A New Approach to the Analysis of Visual-Perception Illusion on the Spatial Layout of Urban Elements

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Mirheydar Turan B.S.¹ PhD,

Ostadi M.*¹ PhD,

Mohamad Niaye Qaraee F.¹ PhD,

Ehsaee A.² PhD

How to cite this article

Mirheydar Turan B.S, Ostadi M, Mohamad Niaye Qaraee F, Ehsaee A. A New Approach to the Analysis of Visual-Perception Illusion on the Spatial Layout of Urban Elements. Geographical Researches. 2021;36(4):407-417.

¹Department of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

²Department of Optometry, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

*Correspondence

Address: Department of Urban Planning, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. Postal Code: 9187147578.

Phone: +98 (513) 37688627

Fax: -

ostadimir@gmail.com

Article History

Received: February 28, 2021

Accepted: October 23, 2021

ePublished: November 30, 2021

ABSTRACT

Aims Visual illusions are the most common perceptual illusions, but in urban literature are less addressed. Therefore, the present study seeks to achieve a new approach to analyzing the visual illusion in the layout of urban space elements.

Methodology This research was conducted in 2021 and included scientific-research articles in the field of visual error perception during the years 2000-2020. In this meta-method analysis, all Google ScienceDirect, research gate, and GoogleScholar were examined for classification into research data. 30 related articles were chosen. Design based on meta-method analysis, for perceiving the mechanism of visual error perception in the arrangement of urban elements and locating the focal point in the city, visual error "change the size-distance of urban landscapes", as a developmental and experimental method, in a sample of urban space with focal point and background Visually modeled using SketchUp 2017 software.

Findings The main components of the methodology of the visual illusion studies were determined by using the metamethod combined method. Based on this methodology, a specific Visual illusion of the change of the size in 3d urban space and Landolt C visual acuity chart was modeled by using SketchUp software. The specific nature of this visual illusion was characterized, and the ability of the SketchUp software and the visual acuity chart of Landolt C in the analysis of the Visual illusion was determined.

Conclusion A Turning and design point, namely point M, was presented By modeling the size perception illusion. Hence the focal point of urban space with comparison its background before and after point M is perceived differently. This point and its specific illusion create a specific potential for planning the urban spatial system and the dominance of focal points in specific tourism and memorial corridors.

Keywords Optometry Chart; Spatial Layout; Visual Illusion; Metamethod

CITATION LINKS

[Blakeslee B, McCourt ME; 2001] A multiscale spatial filtering ...; [Boring EG; 1942] Sensation and perception ...; [Burge J, et al; 2010] Natural-scene statistics ...; [Carmi N, Kimhi S; 2015] Further than the eye can ...; [Chamilothori K, et al; 2019] Adequacy of immersive virtual ...; [Chi MT, et al; 2014] Optical illusion shape texturing ...; [Clouten NH; 2011] On visual perception of a spatial ...; [de Wit MM, et al; 2015] Visual illusions and direct perception ...; [Đorđević Đ, Vujić G; 2010] Visual illusion of the change ...; [Dyde RT, Milner AD; 2002] Two illusions of perceived orientation ...; [Ervin S, Steinitz C; 2003] Landscape visibility ...; [Fermüller C, Malm H; 2004] Uncertainty in visual processes ...; [Furman M, Gur M; 2012] And yet it moves: Perceptual illusions ...; [Ge S, et al; 2006] A study on some optical illusions ...; [Goto T, et al; 2007] Assimilation and contrast ...; [Gregory RL; 1997] Knowledge in perception ...; [Grzeczowski L, et al; 2017] About individual differences ...; [Hubbard HV, Kimball T; 1935] An introduction to the study of ...; [Ibbotson M, Krekelberg B; 2011] Visual perception and saccadic ...; [Karim AR, Kojima H; 2010] Configurational asymmetry in ...; [Kopiske KK, et al; 2017] Adaptation effects in grasping the Müller ...; [Kopiske KK, et al; 2017] Do visual illusions affect grasping ...; [Khuu SK, Kim DD; 2013] Using the kinetic Zollner illusion to ...; [Lavrenteva S, Murakami I; 2018] The ebbinghaus illusion in contrast ...; [Lo C, Dinov I; 2011] Investigation of optical illusions ...; [Luchins AS, Luchins EH; 2015] Isomorphism in Gestalt theory ...; [Martinez-Conde S, et al; 2004] The role of fixational eye movements ...; [Melcher D, Colby CL; 2008] Trans-saccadic ...; [Michaels CF; 2000] Information, perception, and action ...; [Nijhuis S; 2011] Visual research in landscape ...; [Oliver S; 2006] Optical illusions and their causes ...; [Peri Bader A; 2015] A model for everyday experience ...; [Rakcheeva T; 2018] Metric properties of the visual ...; [Repton; 1803] The theory and practice ...; [Shakibamanesh A, et al; 2014] Modern urban design: from cue ...; [Symeonidou I; 2016] Anamorphic experiences in 3D ...; [Tseng CS, et al; 2012] Perceptual edges preservation ...; [Wackermann J; 2010] Geometric-optical illusions ...; [Wang CF, Wang RWY; 2013] A study on the actual implementation ...;

خطای بصری و چیدمان عناصر شهری: تدوین رویکرد نوین در تحلیل خطای بصری موقعیت عناصر شهری

بی‌بی سارا میرحیدر توران PhD

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

مریم استادی* PhD

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

فاطمه محمدنایای قرایی PhD

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

آسیه احصایی PhD

گروه اپتومتری، واحد مشهد، دانشگاه علوم پزشکی، مشهد، ایران

چکیده

اهداف: خطاهای بصری رایج‌ترین خطاهای ادراکی هستند که در ادبیات شهری کمتر به آن پرداخته شده است. لذا پژوهش حاضر، به دنبال دستیابی به یک رویکردی نوین در تجزیه و تحلیل بهره‌گیری از خطای بصری در چیدمان عناصر فضای شهری است.

روش‌شناسی: این پژوهش در سال ۱۴۰۰ انجام شد و شامل مقالات علمی-پژوهشی خارجی در زمینه ادراک خطای بصری طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ بود. در این ارزیابی نظام‌مند فراروش، برای دستیابی به داده‌های پژوهش، تمامی پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل اسکالر، ریسرچ‌گیت و ساینس‌دایرکت مورد بررسی قرار گرفتند. ۳۰ مقاله مرتبط انتخاب شدند. مبتنی بر مدل فراروش، برای ادراک سازوکار ادراک خطای بصری در چیدمان عناصر شهری و جانمایی نقطه کانونی در شهر، خطای بصری "تغییر اندازه-فاصله مناظر شهری"، به صورت روش توسعه‌ای و استراتژی آزمایشی، در نمونه‌ای از فضای شهری با دارابودن نقطه کانونی و زمینه بصری به صورت سه‌بعدی با استفاده از نرم‌افزار SketchUp 2017، مدل‌سازی شد.

یافته‌ها: با استفاده از روش ترکیبی فراروش، مهم‌ترین مولفه‌های روش‌شناسی مطالعات ادراک خطای بصری تبیین و مبتنی بر آن، خطای خاص تغییر اندازه در فضای شهری سه‌بعدی با استفاده از نرم‌افزار SketchUp و چارت حد بینایی Landolt C، مدل‌سازی شد. ماهیت خاص خطای مذکور مشخص و قابلیت نرم‌افزار SketchUp و چارت حد بینایی Landolt C، در ارزیابی خطای بصری مشخص شد.

نتیجه‌گیری: با مدل‌سازی خطای ادراک اندازه، نقطه خاص طراحی یعنی نقطه عطف M، ارایه شد که با توجه به آن، کانون فضای شهری با توجه به پس‌زمینه آن در قبل و بعد از نقطه، متفاوت ادراک می‌شود. این نقطه و خطای خاص آن، ظرفیت ویژه‌ای برای برنامه‌ریزی نظام فضایی شهر و غلبه نقاط کانونی در کریدورهای خاص گردشگری و یادمانی ایجاد می‌کند.

کلیدواژه‌ها: چارت بینایی‌سنجی، چیدمان فضایی، خطای بصری، فراروش

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

*نویسنده مسئول: ostadimr@gmail.com

آن بوده است. موضوع مذکور، دامنه و طیف گسترده‌ای را معطوف به خود کرده است [Rakcheeva, 2018].

مفاهیم پایه ادراک بصری و هندسه ادراکی مبتنی بر تحقیقات در زمینه فیزیولوژی چشم و قوه بصری در اواخر قرن ۱۹ میلادی توجهات را به سمت ادراک فضایی هنر، معماری و شهر جلب کرد و به موجب آن، تلاش‌های فراوانی برای بهره‌برداری از اثرات زمینه بصری و پیش‌بینی آن‌ها در فعالیت‌های مختلف از تهیه طرح‌های توسعه شهری تا طراحی فضا و جانمایی مبلمان صورت گرفته است [Ervin & Steinitz, 2003].

فرانکل با تاکید بر مفاهیم پایه بصری، "طراحی فضا" را شامل طراحی فضای ادراکی مبتنی بر واقعیت‌های بصری می‌داند [Nijhus, 2011]. او در تعریف واقعیت بصری، "فرم قابل مشاهده" را در برابر فرم مادی به عنوان جنبه‌ای مهم از ترکیب سه‌بعدی در طراحی می‌داند. "فرم قابل مشاهده" از نظر محتوا، اطلاعاتی مسطح‌شده از فضای فیزیکی سه‌بعدی است که بر اساس اطلاعات تصویری که در شبکه چشم تصویر می‌شود، عمل می‌کند. اطلاعات تصویری که در شبکه چشم تصویر می‌شود، مبنای ادراک فضای سه‌بعدی توسط ناظر قرار می‌گیرد و دارای ابعادی بسیار متفاوت فضای جغرافیایی یا اندازه‌گیری شده است و هر بعد آن قابلیت محیطی متفاوتی دارد. این فضای ادراکی شامل بعد جانبی (میدان دید) و بعد فاصله (عمق) است [Nijhus, 2011].

مطالعات متعدد نشان داده است که ادراک بصری از فضا، همواره صحیح نیست و می‌تواند توسط برخی عوامل تحریف شود. از نظر روان‌شناسان، فضای بیرونی فرافکنی شده و تناقض‌های فزاینده‌ای میان ادراک و واقعیت‌های اولیه وجود دارد [Gregory, 1997]. بنا به گفته اسکال، خطاهای بصری، «... ابزارهایی بسیار کاربردی در علوم بصری هستند چون می‌توانند محدودیت‌های پنهان سیستم ادراکی و سازوکار قوه بصری بشر را به شیوه‌ای افشا کنند که ادراک معمولی قادر به انجام آن نیست» [Oliver, 2006].

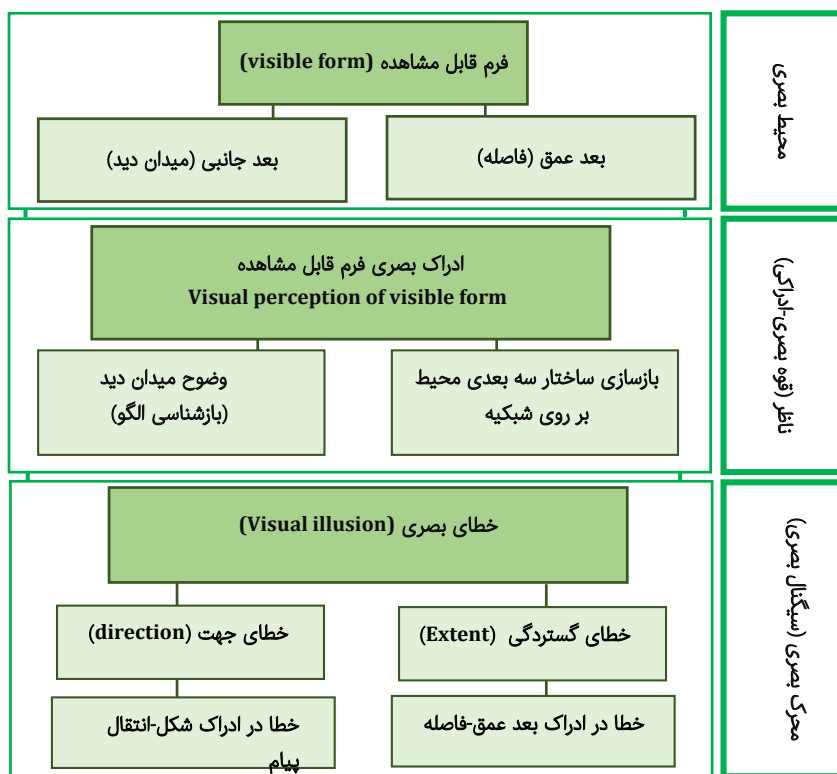
به عقیده بورینگ دسته‌بندی خاصی از خطای بصری تحت عنوان خطای بصری-هندسی در دو دسته خطای جهت (زمانی که راستای یک خط یا شکل به درستی استنباط و قضاوت نمی‌شود) و خطای گستردگی (زمانی که اندازه یا طول درست درک نمی‌شود) طبقه‌بندی می‌شود. او بیان می‌کند که نویز (سیگنال‌های بصری) در شبکه به صورت سیستماتیک، موجب تخمین غیرواقعی ویژگی‌های تصویر شده و در نتیجه خطای بصری رخ می‌دهد. بورینگ خطای جهت را ناشی از نویز در اندازه‌گیری‌های محل توضیح داد و خطاهای گستردگی (اکثر خطاها در دسته دوم قرار دارند) را اینگونه بیان می‌کند که نویز در نمایش کمیت‌هایی که مناطق بزرگ‌تری را پوشش می‌دهند وجود داشته باشد. این نویز ممکن است به پردازش در سیستم بصری نسبت داده شود. از لحاظ تجربی، نویز روی مناطق فضایی بزرگ‌تر تاثیر می‌گذارد و باعث تیرگی این مناطق می‌شود [Boring, 1942]. از این رو، بخش‌های مجاور در یک شکل بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند و در نتیجه آن‌ها نزدیک‌تر درک می‌شوند

نقاط کانونی فضای شهری به‌عنوان عنصر اصلی فضا و کانون استراتژیک چیدمان فضا، اطلاعات بیشتری نسبت به سایر مولفه‌های شهری ارائه و به‌عنوان "آهن‌ربای فضایی" یا مقصد حرکت عمل می‌کند. نقطه کانونی اطلاعاتی چون اندازه، فاصله و جهت ارائه می‌دهد [Nijhus, 2011]. تحریف عامدانه مولفه‌های موثر بر فرم قابل مشاهده نقطه کانونی و عناصر شهری از طریق چیدمان آگاهانه، تجربه ادراکی ناظر را از فضا تغییر می‌دهد. مطابق با مولفه‌های فرم قابل مشاهده (نمودار ۱) با شناخت عوامل موثر بر ایجاد خطای بصری، می‌توان آگاهانه مسیری را نسبت به نقطه کانونی کوتاه‌تر یا بلندتر یا فرم قابل مشاهده نقطه کانونی را بزرگ‌تر/کوچک‌تر از شرایط حقیقی آن، به ذهن ناظران و استفاده‌کنندگان از فضا متبادر ساخت و در ایجاد شکوه فضایی نقاط کانونی در فضای شهری بهره برد.

آنچه در مباحث نظریات نوین حوزه روان‌شناسی ادراک بصری به‌ویژه در فضاهای شهری مطرح شده است که تسلط و تاکید نقاط کانونی در فضای شهری، محصول سازمانی هندسی مناسب از ساختار نقطه کانونی (کانون توجه دید) و نشانگر (عنصر فضایی در پس زمینه دید ناظر) است. نشانگر به‌عنوان جسمی مزاحم در یک رابطه رقابتی دید با کانون اصلی قرار گرفته و موجب می‌شود که نقطه کانونی توسط ناظر، نزدیک‌تر/دورتر یا بزرگ‌تر/کوچک‌تر به اشتباه ادراک شود. خطای مذکور به لحاظ فیزیولوژی، تحت نفوذ سیگنال‌های زمینه‌ای ناشی از اثرات تفاوت دید دوچشمی در ادراک بصری است [Dorđević & Vujic, 2010].

[Fermüller & Malm, 2004]. با بررسی ابعاد دید ناظر در فرم قابل مشاهده (بعد جانبی و بعد عمق) و انواع خطای بصری می‌توان عوامل شناختی خطای بصری در فرم قابل مشاهده را به شرح نمودار ۱، طبقه‌بندی کرد. عوامل شناختی موثر بر سازوکار ادراک بصری (فرم قابل مشاهده) در بعد افقی بر اساس میزان نویز در اندازه‌گیری وضوح شکل در میدان دید ناظر، موجب کژنمایی و عدم تطابق ساختار شکل با واقعیت فضایی در نتیجه اختلال در دریافت واقعیت شکل از زمینه خواهد شد. در خصوص بعد عمق نیز، چالش بازسازی ساختار سه‌بعدی محیط از طریق یک طرح دو بعدی روی شبکه، موجب اختلال در ادراک فاصله و اندازه و در نتیجه خطای گستردگی می‌شود.

در شهرسازی، پیش‌نیاز تدوین طرح جدید، چیدمان فضای شهری مبتنی بر دانش، رویکرد روش‌مند به‌منظور درک فضا از طریق تجزیه و تحلیل است. مقالات اولیه در زمینه طراحی منظر و چیدمان فضایی مانند [Repton, 1803; Hubbard & Kimbal, 1935] طراحی ارزشمند را با ارائه اصول ساخت فضایی سه‌بعدی مبتنی بر تجربه عملی و آزمایش ارائه کردند. از طرفی مطالعات متعددی از قبیل [Nijhus, 2011] با امکانات جدید چون، نقشه‌برداری، فنون محاسباتی و نرم‌افزارهای کاربردی، چیدمان فضایی فرم قابل مشاهده و ترکیب فضایی آن را با سایر عناصر شهری توسط ناظر در حال حرکت ارزیابی کرد. لذا با توجه به اهمیت فرم قابل مشاهده در چیدمان عناصر شهری، تاثیر خطای بصری نیز باید در محاسبات فنی لحاظ شود.



نمودار ۱) مولفه‌های ادراک بصری فرم قابل مشاهده و عوامل شناختی خطای بصری

جدول ۱) دسته‌بندی موضوعی مطالعات

موضوع	منابع
ادراک بصری منظر	[Nijhuis, 2011]; [Peri Bader, 2015]; [Burge et al., 2010]; [Carmi & Kimhi, 2015]; [Kopiske et al., 2017 b]; [Chamilothori et al., 2019]
سازوکار ادراک قوه بصری	[Tseng et al., 2012]; [Martinez-Conde et al., 2004]; [Ibbotson & Krekelberg, 2011]; [CLOUTEN et al., 2011]; [Grzeczowski et al., 2017]; [Melcher & Colby, 2008]; [Furman & Gur, 2012]
نظریات ادراک	[Luchins & Luchins, 2015]; [Blakeslee & McCourt, 2001]; [Michaels, 2000]
خطای ادراکی نوری-هندسی	[Lo & Dinov, 2011]; [Lavrenteva & Murakami, 2018]; [Fermüller & Malm, 2004]; [Karim & Kojima, 2010]; [Chi et al., 2014]; [Ge et al., 2006]; [Wang & Wang, 2011]; [Goto, 2007]; [Dyde & Milner, 2002]; [Đorđević & Vujić, 2010]; [Wackermann, 2010]
نظریات خطای ادراکی	[Kopiske et al., 2017 a]; [Khuu & Kim, 2013]; [de Wit et al., 2015]

با توجه به هدف پژوهش مبتنی بر تدوین رویکردی نوین در تجزیه و تحلیل خطای بصری در چیدمان عناصر فضای شهری، در دو بخش تنظیم شد؛ در گام اول، به منظور آسیب‌شناسی و نقد پژوهش‌های گذشته، روش‌های تحقیق مطالعات اولیه ادراک خطای بصری، با استفاده از متدولوژی فراروش، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این بخش شامل تجزیه و تحلیل فرضیه‌ها، متغیرها، جامعه و نمونه و هر آنچه که مربوط به بحث روش‌شناسی است، بود و در گام دوم، مبتنی بر اهمیت و تکرار روش‌شناسی مطالعات منتخب، نمونه‌ای از خطای بصری تغییر اندازه به دو صورت آزمایشگاهی و مدل ریاضی در قالب چارت بینایی‌سنجی و در فضای شهری مفروض، مدل‌سازی شد.

مبتنی بر مدل فراروش، روش تحقیق توسعه‌ای با استفاده از استراتژی تجربی (آزمایشی)، شیوه غالب و متدولوژی متداول کشف و درک سازوکار ادراک خطای بصری مطرح شده است. از این رو، برای ادراک سازوکار ادراک خطای بصری در چیدمان عناصر شهری و جانمایی نقطه کانونی در شهر، خطای بصری "تغییر اندازه-فاصله مناظر شهری"، به صورت روش توسعه‌ای و استراتژی آزمایشی، در نمونه‌ای از فضای شهری با دارا بودن نقطه کانونی و زمینه بصری به صورت سه‌بعدی با استفاده از نرم‌افزار SketchUp 2017، مدل‌سازی شد. از آنجا که در نرم‌افزار مذکور، محاسبات اندازه بخصوص در زوایای دید ناظر، مبتنی بر مدل‌سازی‌های ریاضی انجام گرفته است، خروجی دید ناظر در فواصل مختلف، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ارتباط مدل‌سازی مذکور با مدل فراروش از حیث ماهیت، نوع روش‌شناسی، متغیرهای اساسی پژوهش‌های مشابه و روش جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها است. همچنین به منظور بررسی متغیرهای پژوهش و سنجش صحت مدل‌سازی فوق در محیط آزمایشگاهی کنترل‌شده، خطای بصری تغییر اندازه در چارت حدت بینایی Landolt C که ساختار و فرمت آن به صورت استاندارد مبتنی بر دقت و حدت بینایی ناظر طراحی و تنظیم شد که این تست در پژوهش‌های بینایی‌سنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با توجه به وقوع این خطای بصری، نقاط کانونی شهر بایستی به نحوی برنامه‌ریزی شود که به صورت برجسته و باشکوه در فضای شهری مطرح شود. لذا روش تحلیل و موقعیت چیدمان فضایی عناصر شهری می‌بایست توسط فنون محاسباتی، ارزیابی و محاسبه شود. با تنظیم آگاهانه این ویژگی‌های کالبدی فضا، طراحان می‌توانند با در نظر گرفتن اهداف طرح در مقیاس‌های متفاوت، تجربه ادراکی فضا را دستکاری کنند. خطای دید در معماری از قرون وسطی در فضا و سازه مطرح شده است که با تغییر در تناسب و عناصر ساختمانی قابل کنترل شد و طراحان در تقارن، مقیاس، فاصله، وزن و حتی تقسیم‌بندی سطوح به دنبال ایجاد خطای بصری بودند. لذا علی‌رغم آنکه برنامه‌ریزی و طراحی شکوهمند فضای شهری، نیازمند درک صحیح ادراک خطای بصری و الگوی کاربرد آن است، اما تاکنون روش‌شناسی نظام‌مند برای انجام پژوهش تدوین نگاشته است. از این رو، این پژوهش به دنبال درک نظام‌مند ادبیات معتبر ادراک خطای بصری و دستیابی به رویکردی نوین در تجزیه و تحلیل خطای بصری در چیدمان عناصر فضای شهری است. این پژوهش با ارزیابی روش‌شناسی پژوهش‌های مرتبط گذشته، مهم‌ترین روش‌شناسی را از حیث کاربرد آن در مقالات بیان داشت و با استفاده از آن، نمونه‌ای از خطای بصری تغییر اندازه یک نشانه در چیدمان فضای شهری، مدل‌سازی شد و ویژگی خاص آن ارایه شد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر در سال ۱۴۰۰ انجام شد. این مطالعه از نظر هدف، توسعه‌ای و از حیث ماهیت و روش، موردپژوهی چندگانه به شیوه فراروش است که با جمع‌آوری اطلاعات مقالات علمی-پژوهشی خارجی صورت گرفت که از جوانب و دیدگاه‌های مختلف، به بررسی، چارچوب‌بندی و بسط نظریات خطای ادراکی-بصری پرداخته بودند. مرتبط‌ترین مقالات با موضوع ادراک و خطای بصری خارجی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ انتخاب و بررسی شدند (N=۳۰). در این ارزیابی نظام‌مند فراروش، برای دستیابی به داده‌های پژوهش، تمامی پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل اسکالر (Google Scholar)، ریسرچ‌گیت (ResearchGate) و ساینس‌دایرکت (ScienceDirect) مورد بررسی قرار گرفتند. پس از جست‌وجوی کلیدواژه‌های Visual Perception و Visual Illusion در مقالات پایگاه‌های مختلف، تعداد مقالات مرتبط شناسایی شدند. مقالات مناسب از طریق ارزیابی عنوان، چکیده، دسترسی محتوا و کیفیت روش‌های پژوهش برای انتخاب پژوهش‌های مناسب و قابل استفاده، انتخاب شدند. ۳۰ مقاله انتخابی مطابق با جدول ۱، بودند. برای نظام‌مند کردن پژوهش، بعد از شناسایی پژوهش‌ها، برای هر کدام از آنها کدگذاری انجام شد؛ به نحوی که مقالات در ابتدا به صورت موضوعی دسته‌بندی شده و خروجی آنها بر اساس اهداف، روش‌شناسی، متغیرها، روش تجزیه و تحلیل داده‌ها تنظیم شد.

مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی برای تدوین الگوی طراحی و برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر اساسی‌ترین فاکتورهای موضوع است. از طرفی زمینه‌های مغفول ارزیابی ادراک و خطای بصری را نیز نمایان می‌سازد.

مطابق با نمودار ۳، بیش از ۵۷٪ مقالات، مطالعات با مدل‌سازی ادراک، خطای بصری و شبیه‌سازی قوه بصری انسان، دارای روش تحقیق توسعه‌ای با هدف تبیین علت پدیده یا مشخص‌نمودن رابطه بین متغیرهای وابسته و مستقل بود که به‌صورت تجربی (آزمایشی) انجام گرفته بودند. پس از آن ۲۳٪ مقالات دارای روش تحقیق بنیادی، به توسعه نظریات ادراک و خطای بصری پرداخته و در نهایت ۲۰٪ مقالات با روش کاربردی، به آزمون و کاربرد مدل‌های خاص ادراک بصری برای کشف ماهیت پدیده‌ای یا تبیین علت پدیده‌ای به‌صورت پیمایشی در قالب پرسش‌نامه‌ای یا به‌صورت تجربی در قالب فعالیت آزمایشگاهی پرداخته بودند.

روش جمع‌آوری داده به ترتیب فراوانی تکرار مقالات، روش میدانی (۷۱٪)، روش کتابخانه‌ای (۲۳٪) و روش ترکیبی (کتابخانه‌ای-میدانی؛ ۶٪) به جمع‌آوری داده‌های خود پرداخته بودند (نمودار ۴). روش‌های تشخیص ادراک بصری مطابق با نمودار ۵، به ترتیب درصد تکرار در مقالات عبارتند از: مدل‌سازی ریاضی (۴۸٪)، روش ترکیبی (نرم‌افزار-مدل‌سازی ریاضی یا مدل‌سازی ریاضی-روش آزمایشگاهی؛ ۲۴٪)، روش‌های آزمایشگاهی (۲۰٪) و نرم‌افزارهای شبیه‌سازی (۸٪).

شبیه‌سازی خطای بصری ادراک اندازه در تست مذکور، ویژگی‌های این خطای بصری مبتنی بر حدت بینایی افراد را مشخص می‌کند.

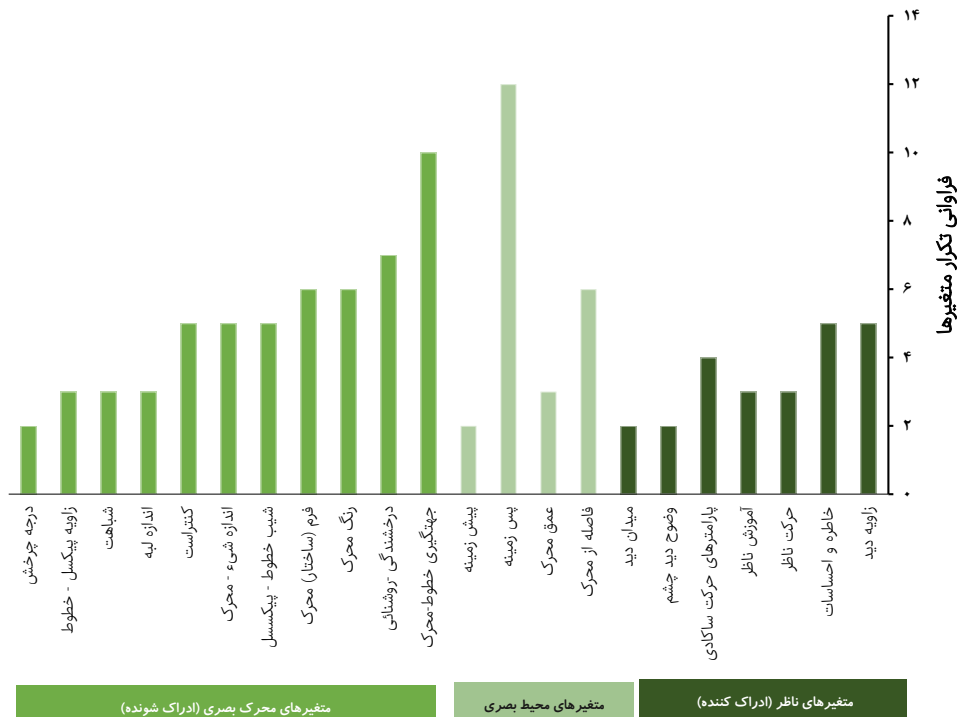
یافته‌ها

گام اول: تنظیم مدل فراروش

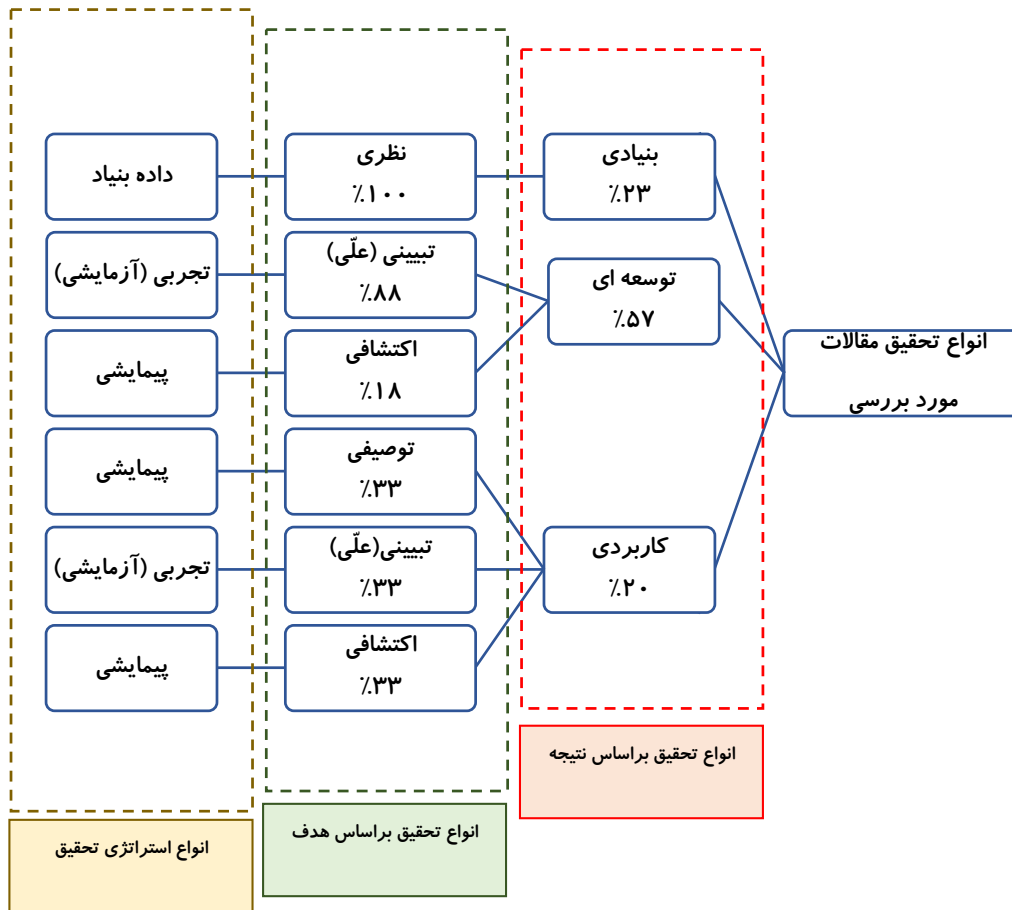
نتایج حاصل از ارزیابی مقالات، حاکی از آن است که ۵۳٪ از مقالات (۱۶ عدد) دارای فرضیه هستند و پژوهش آنها در جست‌وجوی کشف رابطه و نوع رابطه بین متغیرهای اساسی آن است. تمامی مقالات مورد بررسی، جدا از وجود یا عدم وجود فرضیه، دارای هدف هستند که سؤال، فرضیه و متغیرهای پژوهش نیز مبتنی بر آن تنظیم می‌شود.

متغیرهای تحقیق که فاکتور سنجش مولفه‌های تحقیق و دستیابی به اهداف تحقیق است، بسته به نوع روش تحقیق به‌صورت کمی، کیفی یا آمیخته متفاوت است و بنابر جایگاه آن در سؤال تحقیق به‌صورت مستقل یا وابسته بود. موضوع ادراک و خطای بصری با توجه به سازوکار پیچیده خود، شامل حجم قابل توجهی از متغیرها بود که با توجه به نمودار ۲، در سه معیار کلی با سهم فراوانی در مطالعات عبارت بودند از: محرک بصری (سیگنال بصری؛ ۵۱٪)، ناظر (قوه بصری-ادراک؛ ۲۹٪) و محیط بصری (۲۰٪).

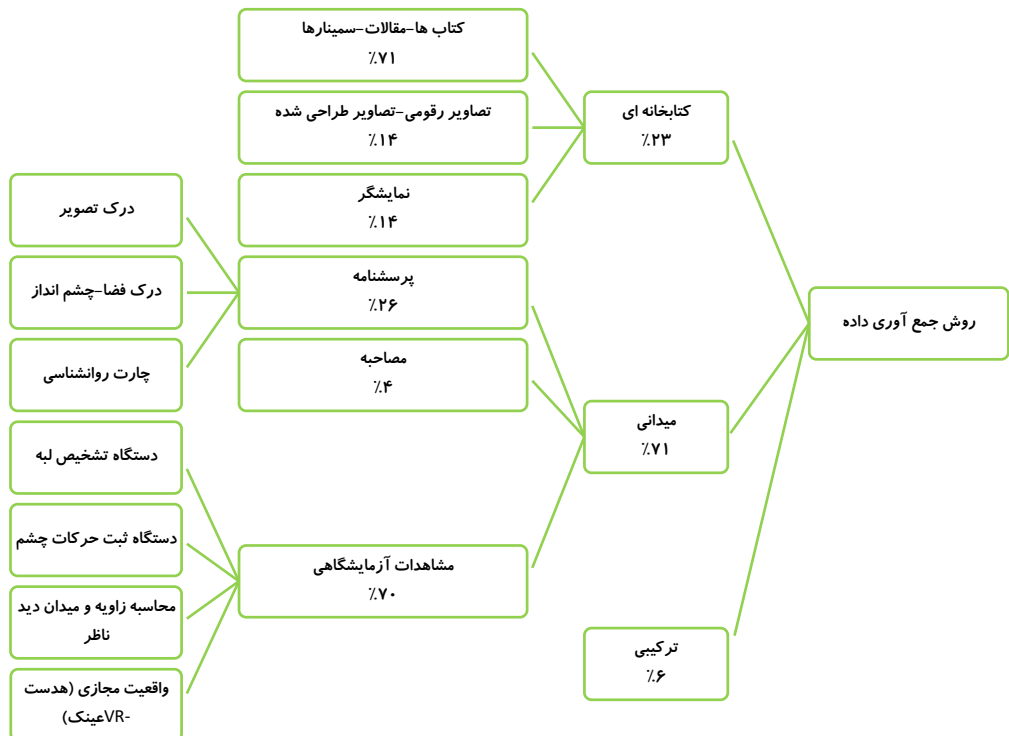
با توجه به ارزیابی، مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی از حیث تکرار در مطالعات، متغیر پس‌زمینه و جهت‌گیری محرک بصری، بودند که به ترتیب از عوامل محیط بصری و محرک بصری است. اهمیت ارایه



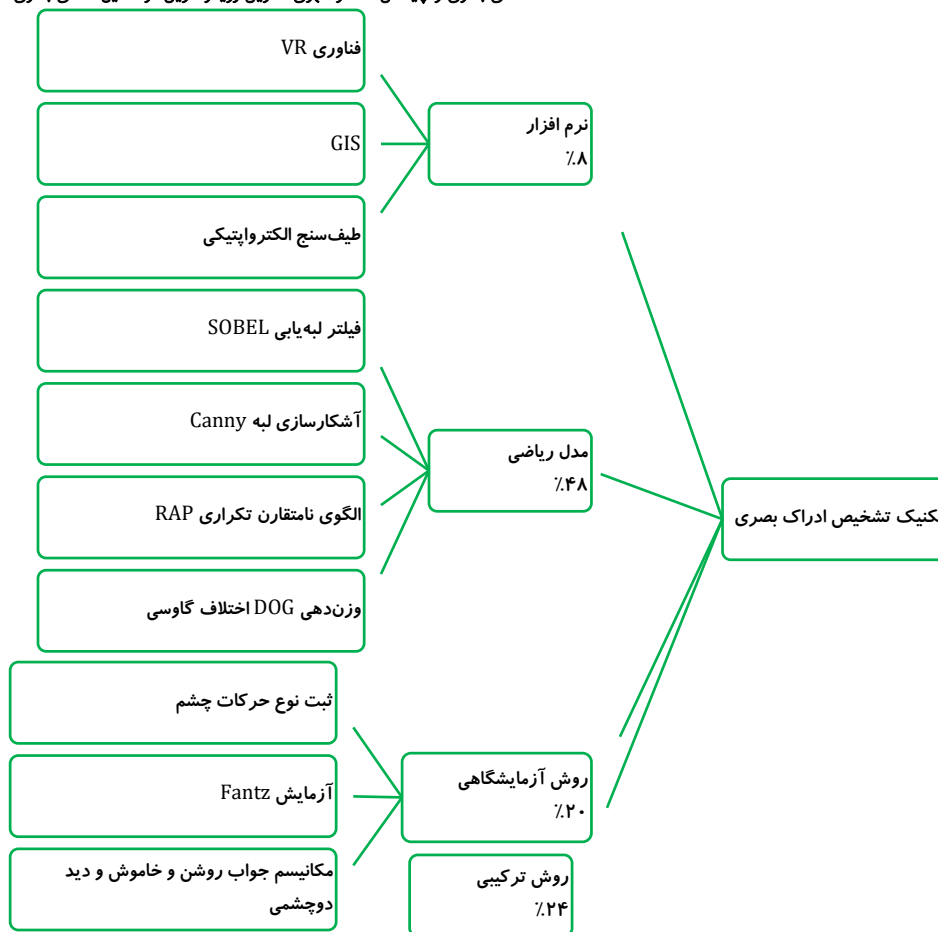
نمودار ۲) فراوانی مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی مطالعات



نمودار ۳) انواع روش‌های تحقیق مطالعات بر اساس نتیجه، هدف و استراتژی



نمودار ۴) روش‌های جمع‌آوری اطلاعات در مطالعات



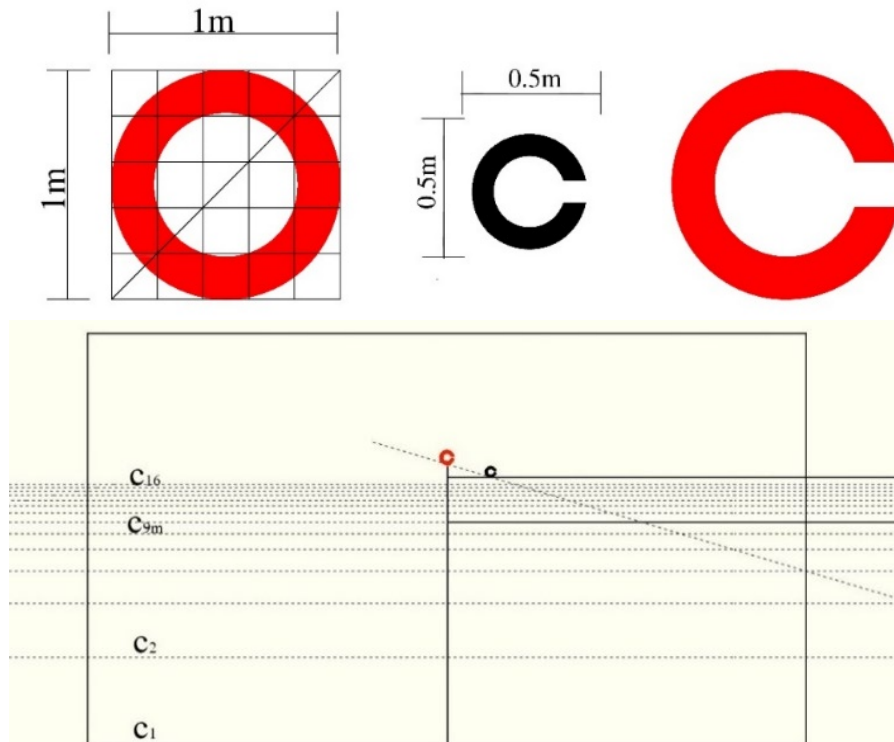
نمودار ۵) تکنیک و روش‌های تجزیه و تحلیل داده در مطالعات

نشانگر) متفاوت است. نتایج به دست آمده در محیط آزمایشگاهی، صحت مدل ریاضی را تایید کرد. نتایج به دست آمده از دید ناظر به نقطه کانونی-نشانگر در فواصل مختلف با استفاده از مدل‌سازی سه بعدی محیطی شهری فرضی با مفروضات (شکل ۳)، ارتفاع نقطه کانونی (KF) ۱۳/۴۸ متر در خیابان شهری (۴۰ متری) و ارتفاع نشانگر (KR) ۶/۴ متر و موقعیت ناظر در نقطه مدل‌سازی ریاضی (M) در مسیر که بر اساس زوایای دید ناظر محاسبه شد. در شکل ۴، پلان مدل‌سازی و موقعیت ناظر در موقعیت‌های M+2 و M-2، نیز ارایه شد. همان گونه که مشاهده می‌شود در موقعیت M+2 جسم کانونی، کوچک‌تر از نشانگر و در موقعیت M-2 جسم کانونی بزرگ‌تر از نشانگر درک می‌شود. این نتیجه علی‌رغم ارتفاع بالاتر نقطه کانونی نسبت به پیش‌زمینه (نشانگر) روی داد. وجود نقطه M که در آن ارتفاع کانون و نشانگر، یکسان است، به عنوان نقطه عطف ادراکی در مسیر پیاده روی ناظر، به طور خاص با استفاده از مدل‌سازی سه بعدی ارایه شد. در این مدل فرضی، نقطه کانونی ساختمان گنبدی در محور دید مسیر پیاده بود. ارتفاع نقطه کانونی (K(F)) و ارتفاع نشانگر (پس زمینه) K(R) معادل مفروضات در شکل ۱، مشخص شد.

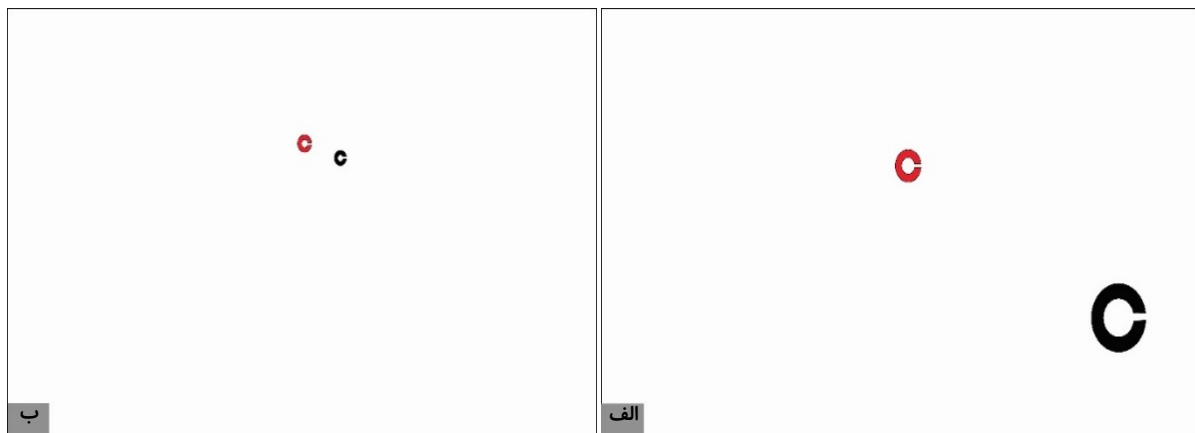
گام دوم: مدل‌سازی خطای بصری تغییر اندازه

در راستای مدل‌سازی خطای بصری تغییر اندازه، از چارت حدت بینایی Landolt C برای سنجش اندازه-عمق نقطه کانونی و جسم مزاحم (نشانگر) استفاده شد. نتایج آزمایشگاهی چارت حدت بینایی در موقعیت مکانی C1 و C16 (شکل ۱) به عنوان نمونه نشان داده شد. در این حالت اندازه نقطه کانونی که در چارت با رنگ قرمز مشخص شده است، با ابعاد ۱×۱متر و جسم مزاحم ۵×۵×۰/۵متر طراحی و اندازه‌های طراحی بر اساس فاصله و عمق ناظر برای تست مذکور تعیین شد.

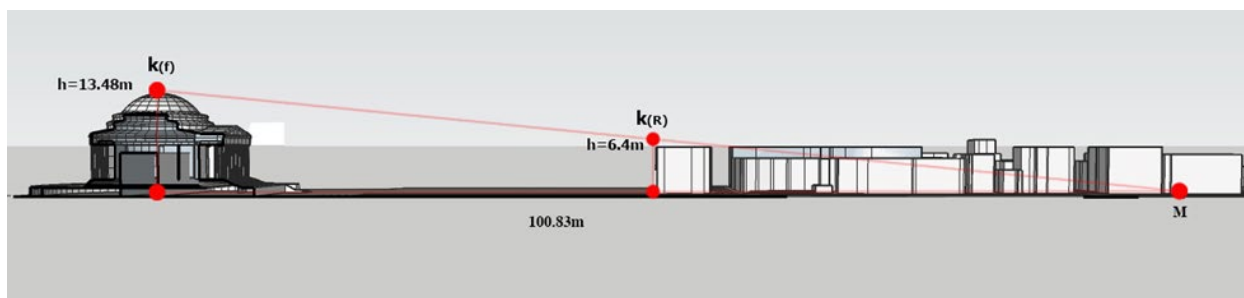
در شکل ۲ (الف)، ناظر در موقعیت C1 و در فاصله ۷۰ متری ناظر تا نقطه کانونی قرار گرفته است، نتایج به دست آمده در موقعیت مذکور، نمایانگر آن بود که علی‌رغم آنکه اندازه نقطه کانونی دو برابر اندازه نشانگر است، اما اندازه جسم کانونی، کوچک‌تر از نشانگر ادراک می‌شود و در شکل ۲ (ب) موقعیت ناظر در موقعیت C ۱۶ در فاصله ۳۰ متری ناظر تا نقطه کانونی قرار گرفته که نشان می‌دهد، در این شکل نقطه کانونی نسبت به نشانگر بزرگ‌تر ادراک می‌شود. این امر، بیانگر اتفاق نوعی از خطای بصری تغییر اندازه در فواصل مختلف است که اندازه ادراک شده با اندازه واقعی شیء-زمینه (نقطه کانونی-



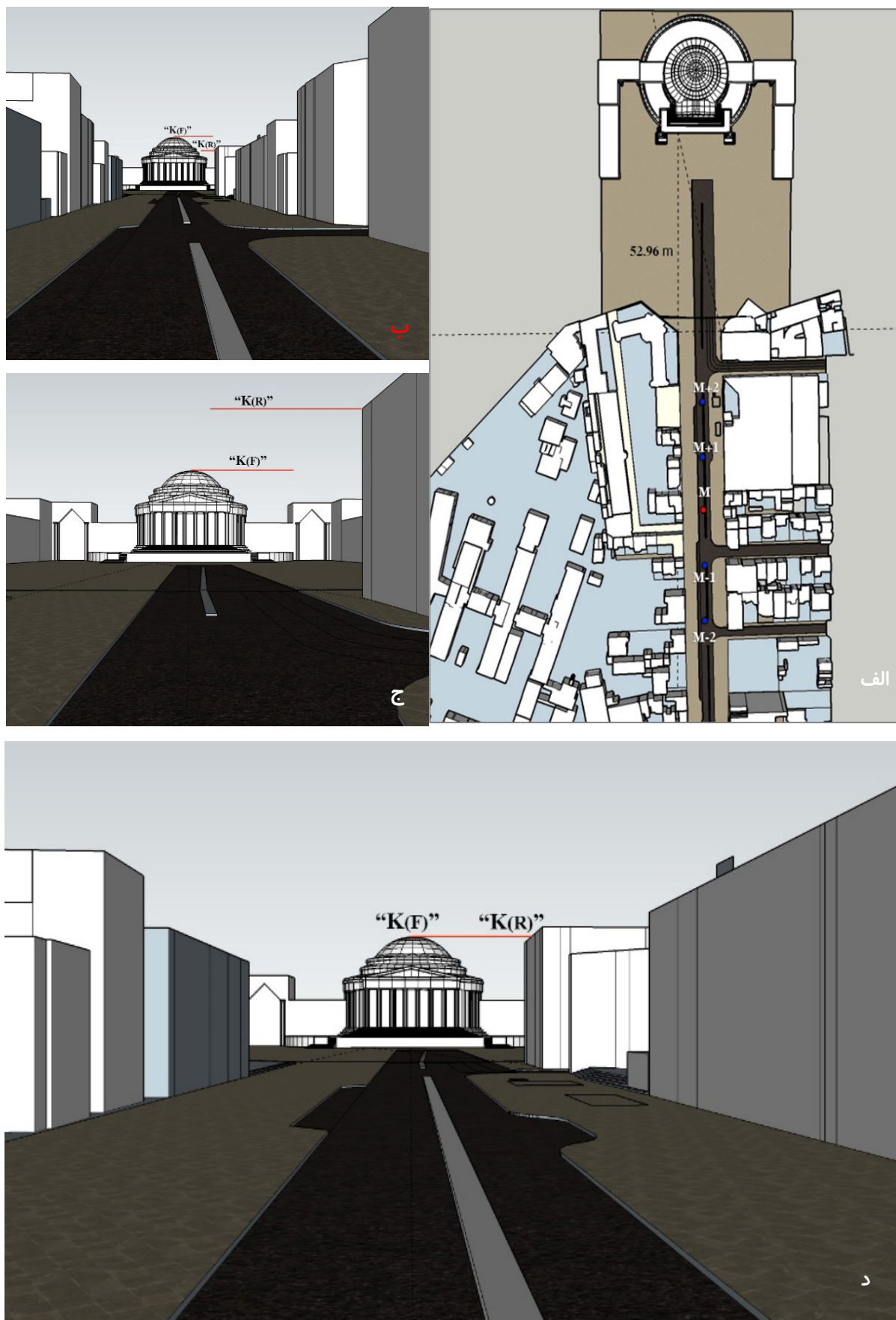
شکل ۱) ابعاد انداز C در نقطه کانونی و جسم مزاحم (نشانگر)



شکل ۲) ابعاد اندازه چارت بینایی‌سنجی C در موقعیت‌های: الف) موقعیت C1؛ ب) موقعیت C16



شکل ۳) نمای جانبی موقعیت نقطه کانونی، نشانگر و نقطه M در مدل‌سازی سه‌بعدی



شکل ۴) پلان موقعیت نقطه M (الف) و موقعیت ناظر به ترتیب در نقاط M+2 (ب)، M-2 (ج) و M (د)

زمانی و مالی ایجاد مدل سه‌بعدی به‌صورت ماکت، نسبتاً بالا است؛ در صورتی که این هزینه‌ها در نرم‌افزار SketchUp پایین است. در مسیر رسیدن به اهداف پژوهش نیز، محدودیت‌هایی از قبیل عدم امکان دخیل کردن مولفه‌ها و شاخص‌های تاثیرگذار از قبیل ابعاد عاطفی و شخصیتی ناظر در فرایند ادراک بود. این پژوهش را می‌توان با در نظرگیری سایر ابعاد ادراکی و خطاهای بصری توسعه داد و در نهایت با تدوین ماتریس چیدمان عناصر فضای شهری، به الگوی برنامه‌ریزی-طراحی فضای شهری دست یافت.

نتیجه‌گیری

با مدل‌سازی خطای ادراک اندازه، نقطه خاص طراحی یعنی نقطه عطف M، ارایه شد که با توجه به آن، کانون فضای شهری با توجه به پس زمینه آن در قبل و بعد از نقطه، متفاوت ادراک می‌شود. ماهیت خاص خطای تغییر اندازه مورد بررسی، ارایه نقطه عطفی در کریدور دید ناظر در حال حرکت است که امکان برنامه‌ریزی-طراحی چیدمان عناصر فضای شهری ایجاد می‌کند که در آن نقطه، ارتفاع نقطه کانونی به‌رغم بزرگ‌تر بودن از ارتفاع عناصر پیش‌زمینه کریدور دید، برابر ادراک می‌شود و قبل و بعد آن نیز ارتفاع نقطه کانونی به ترتیب کوچک‌تر و بزرگ‌تر از ارتفاع عناصر پیش‌زمینه ادراک می‌شود. این خطا، ظرفیت ویژه‌ای برای برنامه‌ریزی نظام فضایی شهر و غلبه نقاط کانونی در کریدورهای خاص گردشگری و یادمانی ایجاد می‌کند.

تشکر و قدردانی: در انتها از سرکار خانم دکتر گلمکانی (دکتری ریاضی)، جناب آقای نخعی (کارشناس ارشد ریاضی) و جناب آقای مهندس درودی (کارشناسی ارشد شهرسازی) که در زمینه تدوین مدل و ساختار هندسی کمک شایانی فرمودند تقدیر و تشکر می‌شود.

تاییدیه اخلاقی: نویسندگان متعهد به رعایت اخلاق و امانت در پژوهش حاضر هستند.

تعارض منافع: موردی برای گزارش وجود ندارد.

سهم نویسندگان: بی‌بی سارا میرحیدر توران (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۵۰٪)؛ مریم استادی (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/نگارنده بحث (۲۰٪)؛ فاطمه محمدنیا قرایی (نویسنده سوم)، روش‌شناس (۲۰٪)؛ آسیه احصایی (نویسنده چهارم)، تحلیل‌گر داده‌ها (۱۰٪).

منابع مالی: هزینه‌های پژوهش به‌طور مستقل توسط نویسنده اول (بی‌بی سارا میرحیدر توران)، تامین شده است.

منابع

- Blakeslee B, McCourt ME (2001). A multiscale spatial filtering account of the wertheimer-benary effect and the corrugated mondrian. *Vision Research*. 41(19):2487-2502.
- Boring EG (1942). *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Burge J, Fowlkes CC, Banks MS (2010). Natural-scene statistics predict how the figure-ground cue of convexity

ادراک بصری از فضا، همواره مطابق با واقعیت نیست و می‌تواند توسط برخی خطاهای ادراکی تحریف شود. درک سازوکار خطاهای بصری و به‌کارگیری آن در مسائل روزمره زندگی بشری، یکی از دغدغه‌های اساسی پژوهشگران است. یکی از زمینه‌های اساسی آن برنامه‌ریزی-طراحی تیپولوژی و چیدمان فضای شهری است [Shakibamanesh et al., 2014]. از این رو، پژوهش حاضر سعی در تدوین رویکردی نوین در تجزیه و تحلیل خطای بصری در چیدمان عناصر فضای شهری داشت. با توجه به بررسی مقالات و در نهایت خروجی مدل فراروش، مقالات و پژوهش‌های ادراک خطای بصری از روش تحقیق توسعه‌ای با هدف واکاوی پدیده خطای بصری استفاده کرده‌اند که این مطالعات برای دستیابی به اهداف تحقیق مبتنی بر این روش تحقیق، از استراتژی تحقیق تجربی (آزمایشی) استفاده کردند و در نهایت داده‌های پژوهش‌ها با روش ریاضی-آزمایشگاهی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

[Carmi & Kimhi, 2015; Tseng et al., 2012; CLOUTEN et al., 2011; Grzechowski et al., 2017; Furman & Gur, 2012; Blakeslee & McCourt, 2001; Lavrenteva & Murakami, 2018; Fermüller & Malm, 2004; Karim & Kojima, 2010; Chi et al., 2014; Ge et al., 2006; Dyde & Milner, 2002; Đorđević & Vujić, 2010; Wackermann, 2010; Khuu & Kim, 2013; Burge et al., 2010]

با توجه به خروجی روش‌شناسی مدل فراروش، نوع خاصی از خطای بصری تغییر اندازه مدل‌سازی شد که در آن دید ناظر به نقطه کانونی در موقعیت‌های مختلف مسیر پیاده‌روی، ثبت شد. استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی سه‌بعدی چون GIS و AutoCAD و غیره برای کشف سازوکار ادراک و جنبه‌های پنهان آن، در پژوهش‌های ادراک و خطای بصری مورد استفاده قرار می‌گیرد [Nijhuis, 2011] و [Symeonidou, 2016]. از این رو، ارزیابی خطای بصری تغییر اندازه با استفاده از قابلیت دید ناظر نرم‌افزار SketchUp تکنیک بدیع در گستره پژوهش ادراک بصری است که همچون پژوهش [Tseng et al., 2012] توانایی بینایی انسان را در درک شکل قابل مشاهده شبیه‌سازی می‌کند. از طرفی قابلیت خاص خطای مورد بررسی همسو با نتایج پژوهش [Đorđević & Vujić, 2010] است که تغییر اندازه ادراکی اشیاء، بر خلاف قانون پرسپکتیو خطی و متناسب با زاویه دید ناظر است.

مزیت مدل‌سازی پژوهش نسبت به رویکردهای سنتی چون ماکت این است که نه تنها امکان شبیه‌سازی و مدل‌سازی ادراک ناظر را فراهم می‌کند، بلکه می‌توان متغیرها و شاخص‌های دخیل در پژوهش را برای ارزیابی مولفه‌های آن دستکاری نمود. لذا مدل‌سازی پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SketchUp که مبتنی بر مدل‌های ریاضی و هندسی دید ناظر را شبیه‌سازی می‌کند، ابزار کارآمدی برای ارزیابی خطای بصری است که تاکنون در این زمینه مورد استفاده قرار نگرفته است. از طرفی هزینه‌های

- Psychology. 6:66-78.
- Kopiske KK, Cesanek E, Campagnoli C, Domini F (2017a). Adaptation effects in grasping the Müller-Lyer illusion. *Vision Research*. 136:21-31.
- Kopiske KK, Bruno N, Hesse C, Schenk T, Franz VH (2017b). Do visual illusions affect grasping? Considerable progress in a scientific debate. A reply to Whitwell & Goodale, 2016. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*. 88:210-215.
- Khuu SK, Kim DD (2013). Using the kinetic Zollner illusion to quantify the interaction between form and motion information in depth. *Vision Research*. 83:48-55.
- Lavrenteva S, Murakami I (2018). The ebbinghaus illusion in contrast-defined and orientation-defined stimuli. *Vision Research*. 148:26-36.
- Lo C, Dinov I (2011). Investigation of optical illusions on the aspects of gender and age. *UCLA USJ*. 24.
- Luchins AS, Luchins EH (2015). Isomorphism in Gestalt theory: Comparison of Wertheimer's and Kohler's concepts. *Gestalt Theory*. 21(3):208-234.
- Martinez-Conde S, Macknik SL, Hubel DH (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Reviews Neuroscience*. 5:229-240.
- Melcher D, Colby CL (2008). Trans-saccadic perception. *Trends in Cognitive Sciences*. 12(12):466-473.
- Michaels CF (2000). Information, perception, and action: What should ecological psychologists learn from Milner and Goodale (1995)? *Ecological Psychology*. 12(3):241-258.
- Nijhuis S (2011). Visual research in landscape architecture. *Research in urbanism Series*. 2:103-145.
- Oliver S (2006). Optical illusions and their causes: Examining differing explanations. *AHS Capstone Projects*. 7(2).
- Peri Bader A (2015). A model for everyday experience of the built environment: The embodied perception of architecture. *The Journal of Architecture*. 20(2):244-267.
- Rakcheeva T (2018). Metric properties of the visual illusion of intersection. *International Conference of artificial intelligence, medical engineering, education*. Berlin: Springer. pp. 323-332.
- Repton (1803). *The theory and practice of landscape gardening*. Nolen J, editor. Cambridge: The Riverside Press (Houghton Mifflin Company).
- Shakibamanesh A, Alalhesabi M, Behzadfar M (2014). Modern urban design: from cue approach to practical optical illusions. *NAQSHEJAHAN*. 4(2).
- Symeonidou I (2016). Anamorphic experiences in 3D space: Shadows, projections and other optical illusions. *Nexus Network Journal*. 18(3):779-797.
- Tseng CS, Lin CT, Lin CW, Wang JH (2012). Perceptual edges preservation conformal to human vision perception. *IEEE 13th International Conference on Information Reuse & Integration (IRI)*, 8-10 Aug. 2012, Las Vegas, NV, USA. Piscataway: IEEE. pp. 173-178.
- Wackerermann J (2010). Geometric-optical illusions: a pedestrian's view of the phenomenal landscape. *Proceedings of Fechner Day*. 26:165-170.
- Wang CF, Wang RWY (2013). A study on the actual implementation of the design methods of ambiguous optical illusion graphics. Unknown Publisher.
- affects human depth perception. *Journal of Neuroscience*. 30(21):7269-7280.
- Carmi N, Kimhi S (2015). Further than the eye can see: psychological distance and perception of environmental threats. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 21(8):2239-2257.
- Chamilothori K, Wienold J, Andersen M (2019). Adequacy of immersive virtual reality for the perception of daylight spaces: comparison of real and virtual environments. *LEUKOS*. 15(2-3):203-226.
- Chi MT, Yao CY, Zhang E, Lee TY (2014). Optical illusion shape texturing using repeated asymmetric patterns. *The Visual Computer: International Journal of Computer Graphics*. 30(6-8):809-819.
- Clouten NH (2011). On visual perception of a spatial environment. *Architectural Science Review*. 16(4):178-187.
- de Wit MM, van der Kamp J, Withagen R (2015). Visual illusions and direct perception: Elaborating on Gibson's insights. *New Ideas in Psychology*. 36;1-9.
- Đorđević Đ, Vujić 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.
- Dyde RT, Milner AD (2002). Two illusions of perceived orientation: one fools all of the people some of the time; the other fools all of the people all of the time. *Experimental Brain Research*. 144(4):518-527.
- Ervin S, Steinitz C (2003). Landscape visibility computation: necessary, but not sufficient. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 30(5):757-766.
- Fermüller C, Malm H (2004). Uncertainty in visual processes predicts geometrical optical illusions. *Vision Research*. 44(7):727-749.
- Furman M, Gur M (2012). And yet it moves: Perceptual illusions and neural mechanisms of pursuit compensation during smooth pursuit eye movements. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 36(1):143-151.
- Ge S, Saito T, Wu JL, Iramina K (2006). A study on some optical illusions based upon the theory of inducing field. *International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 30 Aug.-3 Sept. 2006, New York, NY, USA. Piscataway: IEEE. pp. 4205-4208
- Goto T, Uchiyama I, Imai A, Takahashi SY, Hanari T, Nakamura S, et al (2007). Assimilation and contrast in optical illusions. *Japanese Psychological Research*. 49(1):33-44.
- Gregory RL (1997). Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions B: Biological Sciences*, 352(1358):1121-1127.
- Grzeczowski L, Clarke AM, Francis G, Mast FW, Herzog MH (2017). About individual differences in vision. *Vision Research*. 141:282-292.
- Hubbard HV, Kimball T (1935). *An introduction to the study of landscape design*. New York: The Macmillan Company.
- Ibbotson M, Krekelberg B (2011). Visual perception and saccadic eye movements. *Current Opinion Neurobiol*. 21(4):553-558.
- Karim AR, Kojima H (2010). Configurational asymmetry in vernier offset detection. *Advances in Cognitive*