نامه معماری و شهرسازی
سال دوازدهم • شماره ۲۶ • بهار ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۰۸ | تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۰۲
نوع مقاله: پژوهشی
شماره صفحه ۹۷-۱۱۵

واکاوی تأثیر رنگ بر قضاوت زیبایی‌شناسانه و شاخص‌های حرکت چشمی متخصصان معماری و غیرمتخصصان
بررسی موردی: نمای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران*

فاطمه جم
دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استان تهران، شهر تهران
E-mail: F.jam@sru.ac.ir

حمیدرضا عظمتی
استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استان تهران، شهر تهران (نویسنده مسئول مکاتبات)
E-mail: Azemati@sru.ac.ir

عبدالحمید قنبران
دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استان تهران، شهر تهران
E-mail: Ghanbaran@sru.ac.ir

رضا ابراهیم‌پور
استاد دانشکده کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استان تهران، شهر تهران
E-mail: rebrahimpour@sru.ac.ir

جمال اسماعیلی
کارشناس ارشد هوش مصنوعی، دانشکده کامپیوتر، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، استان تهران، شهر تهران
E-mail: jamal.esmaily@sru.ac.ir

چکیده

تأثیر ویژگی‌های محیط انسان‌ساخت و طراحی آن بر انسان همواره مورد توجه بوده است. در این میان، نقش نما می‌تواند به‌عنوان جلوه بصری یک ساختمان که در زیباسازی منظر شهری مؤثر است در قالب رفتار چشم مورد بررسی قرار گیرد. در این چهارچوب، پژوهش حاضر با مطالعه‌ای در حوزه علوم شناختی و معماری، به دنبال بررسی تأثیر فرایندهای «پایین به بالا» (تأثیر عامل رنگ) و «بالا به پایین» (تأثیر عامل تخصص) بر حرکات چشم، در حین قضاوت زیبایی‌شناسانه نمای ساختمان‌های مسکونی نوساز شهر تهران است. بدین منظور در طرحی شبه‌آزمایشی از ابزار ردیاب حرکت چشمی استفاده می‌شود. روش نمونه‌گیری از جامعه داوطلبان به‌صورت احتمالی یا تصادفی ساده است و حجم نمونه در دو گروه متخصصان و غیرمتخصصان را ۳۸ شرکت‌کننده (۲۱ متخصص) تشکیل می‌دهند. یافته‌ها نشان می‌دهد که متخصصان تصاویر با غلبه شدت طول موج قرمز و دارای کنتراست قرمز/سبز و غیرمتخصصان تصاویر با کنتراست کمتر را ترجیح می‌دهند. از سویی دیگر، تحلیل شاخص‌های حرکت چشمی و نقشه حرارتی نشان دهنده تفاوت در الگوی پویش بصری، اولویت توجه به لایه‌ها و عناصر نما تحت تأثیر عامل «تخصص»، بیش از عامل «رنگ» است.

کلیدواژه‌ها: زیبایی‌شناسی، نما، رنگ، ردیاب حرکات چشمی، تخصص.

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری فاطمه جم با عنوان «بازشناسی نشانه های بیانی فرم در ادراک زیبایی نمای ساختمان‌های مسکونی با بهره‌گیری از علوم اعصاب شناختی» است که به‌راهنمایی دکتر حمیدرضا عظمتی و دکتر عبدالحمید قنبران و مشاوره دکتر رضا ابراهیم پور و دکتر بهرام صالح صدق پور در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی در حال انجام است. این رساله تحت حمایت ستاد راهبردی توسعه علوم و فناوری‌های شناختی، با شماره گرنت ۴۶۴۴ قرار دارد.

مقدمه

نما به‌عنوان سطح خارجی ساختمان، بخش مهمی از منظر شهری را به خود اختصاص می‌دهد و تأثیر قابل توجهی بر ترجیحات زیبایی‌شناسانه و واکنش‌های فیزیولوژیک افراد دارد (Choo *et al.*, 2017; Jurgenhake, 2013; Nasar, 1994). در کنار ویژگی‌های فرمی یک نما از جمله سبک طراحی، می‌توان به رنگ و تنالیته آن به‌عنوان یکی از شاخصه‌های مهم در ارزیابی بصری اشاره نمود. از سویی دیگر، توجه افراد به عناصر و ویژگی‌های فرمی نما می‌تواند تحت تأثیر عامل تخصص قرار گیرد. بنابراین چارچوب‌های نظری مختلفی بر یک یا چند فرآیند درگیر در تجربه زیبایی‌شناختی تأکید دارند (Massaro *et al.*, 2012, 1). با توجه به اینکه تجربه زیبایی‌شناختی با پویش بصری اثر آغاز می‌شود، تعامل چندسطحی میان فرآیندهای «پایین به بالا»[1] (عینی به ذهنی) و «بالا به پایین»[2] (ذهنی به عینی) در تجربه زیبایی‌شناختی می‌تواند با مطالعه رفتار حرکت چشم به‌عنوان واکنشی فیزیولوژیک مورد بررسی قرار گیرد (Locher, 2006). هنگام مشاهده یک اثر، ناظر وارد گفت‌وگویی می‌شود که در آن تجربه زیبایی‌شناختی از تعامل میان این دو فرآیند ظاهر می‌گردد (Cupchik *et al.*, 2009; Leder *et al.*, 2004). فرآیندهای «بالا به پایین» تحت تأثیر عواملی مانند محتوا، زمینه فرهنگی، آموزش و تخصص قرار دارند و ممکن است توسط رمزگذاری‌های محرک‌های خارجی در تعامل با فرآیندهای «پایین به بالا» مانند رنگ، ترکیب‌بندی، کنتراست قرار بگیرند.

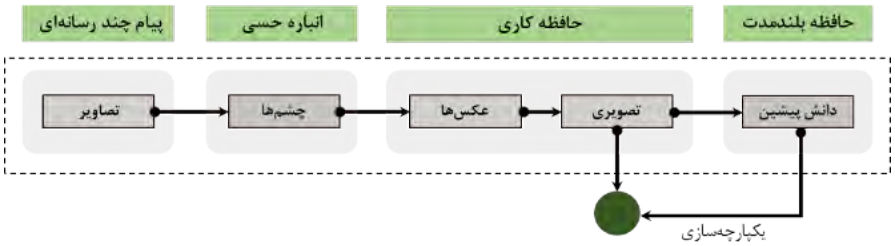
این پژوهش به بحث درباره ظهور تجربه زیبایی‌شناختی در هنگام مشاهده تصاویر نمای ساختمان‌های مسکونی می‌پردازد. این مهم با بررسی نقش «رنگ» (در سیستم RGB) به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در فرآیند «پایین به بالا» (زیرا میزان اطلاعات از یک بعد حسی (طیف خاکستری) ناگاه به سه بعد رنگی افزایش می‌یابد) و «تخصص»، به‌عنوان عامل مؤثر در فرآیند «بالا به پایین» بر حرکات چشمی افراد مورد بررسی قرار می‌گیرد. علت توجه به نمای ساختمان‌های مسکونی، سهم قابل توجه این کاربری در میان سایر کاربری‌های بافت شهری است، لذا تکثر مالکیت و سلیقه طراحی نما در این بناها سیمای شهر را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد (زاهدان و مسعودلواسانی، ۱۳۹۳، ۵۱). بدین منظور، به سبب نیاز پژوهش در مورد طبقه‌بندی نماهای ساختمان‌های مسکونی- آپارتمانی موجود در شهر تهران جهت مطالعه شبه‌آزمایشی و امکان مقایسه بهتر، از روش گونه‌شناسی استفاده شده است. به اعتقاد کنت بیلی، طبقه‌بندی به‌عنوان دسته‌بندی موجودات و پدیده‌ها به گروه‌ها، دسته‌ها و طبقه‌ها بر اساس شباهت‌هایشان تعریف می‌گردد (Bailey, 1994). گونه‌شناسی نمای ساختمان‌های مسکونی موجود به روش کیفی و با مصاحبه با متخصصان حوزه معماری انجام گرفته است. در گونه‌بندی نما، معیارهایی را همچون موقعیت و جهت‌گیری ساختمان، نسبت توده به فضا، تعداد طبقات، ترکیبات حجمی، بر ساختمان، مصالح (جنس، تعداد، رنگ)، ترکیب‌بندی اجزا در بدنه نما، سبک، سازه و زمینه می‌توان در نظر گرفت. از سویی دیگر، در خصوص سبک طراحی نما، براساس مطالعه انجام شده توسط ظفرمندی و ایمانی (۱۳۹۴) درخصوص سبک کلاسیک رایج در ایران، آنچه تحت عنوان سبک کلاسیک میان مردم و گاه جامعه حرفه‌ای معماران رایج است، برداشتی کاملاً ظاهری و بدون مبنای علمی است. لذا این پژوهش با در نظر گرفتن موارد ذکر شده و بر اساس آرای متخصصان، برخی از معیارهای ذکر شده در گونه‌بندی آپارتمان‌های مسکونی معاصر (مانند تعداد طبقات) را ثابت در نظر گرفته و گونه‌بندی خود را با تکیه بر مصالح (جنس، تعداد و رنگ مصالح) انجام داده است. این گونه‌بندی شامل نماهایی با مصالح سنگ (تک‌رنگ یا حداکثر سه رنگ در ترکیب‌بندی) و نماهایی با ترکیب مصالح (دو نوع مصالح و با ترکیب ۳ تا ۵ رنگ) است. بدین

ترتیب پژوهش درصدد دستیابی به اهداف زیر برمی‌آید:

- ارزیابی تعامل دو متغیر تخصص (فرآیند بالا به پایین) و رنگ (فرآیند پایین به بالا) در زمینه قضاوت زیبایی‌شناسانه نماهای ساختمان‌های مسکونی- آپارتمانی.
- ارزیابی نقش تخصص (فرآیند بالا به پایین) و رنگ (فرآیند پایین به بالا) بر شاخص‌های حرکات چشمی در حین قضاوت زیبایی‌شناسانه نماهای ساختمان‌های مسکونی- آپارتمانی.

پیشینه نظری

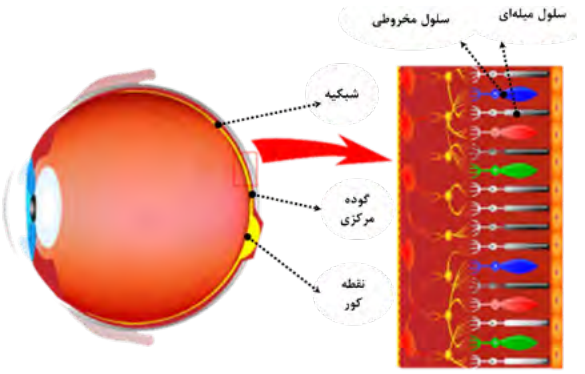
تجربه زیبایی‌شناختی با تجزیه و تحلیل ادراکی ناظر از یک اثر آغاز و با مقایسه با مواجهات پیشین معنادار می‌شود و سپس با تفسیر و ارزیابی اثر و در نتیجه قضاوت زیبایی‌شناسانه و هیجان زیبایی‌شناسی همراه است (Leder *et al*., 2004, 159). مطالعات نشان داده است که چگونه دانش پیشین و همچنین تخصص به‌عنوان عامل مؤثر بر فرآیند ادراک «بالا به پایین»، در سطوح پردازش فرآیند شناختی، ادراکی و هیجانی (Bell, 2012; Huston *et al*., 2015) و پردازش داده‌های تصویری (Holzinger, 2014) مؤثر است. این موضوع قضاوت زیبایی‌شناختی و فرآیند ادراکی افراد را در طول یک قضاوت زیبایی‌شناسانه تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kirk *et al*., 2009; Massaro *et al*., 2012) (شکل ۱).



شکل ۱. پردازش داده‌های تصویری از طریق چشم

منبع: Holzinger, 2014

مؤلفه‌های شیء نیز در کنار ویژگی‌های درونی افراد می‌تواند بر این قضاوت مؤثر باشد. از جمله ویژگی‌های ذاتی هر شیء می‌توان به رنگ اشاره نمود. مطالعات انجام شده در حوزه رنگ نشان می‌دهند که رنگ توصیف‌گر قدرتمندی است که شناسایی و استخراج اشیا از صحنه را آسان می‌سازد (O'connor, 2006; Salingaros & Mehaffy, 2006; Valtchanov & Ellard, 2015; Watson, Franckowiak, & Zeki, 1993). دیدن یک جسم توسط چشم انسان حاصل تابیدن نور ساطع شده از آن جسم بر پرده شبکیه چشم است. پرده شبکیه چشم انسان از میلیون‌ها سلول حساس به نور تشکیل شده است که به دو نوع سلول‌های مخروطی و سلول‌های میله‌ای تقسیم می‌شوند (شکل ۲). سلول‌های میله‌ای پیام‌ها را به‌صورت سیاه، سفید یا سایه خاکستری ترجمه می‌کند و مسئول بینایی ما در شب هستند و سلول‌های مخروطی، مسئول بینایی رنگی ما در روز بوده و برای تحریک شدن به نور زیاد نیاز دارند. نوع اول از آنها به‌طور ویژه به طول موج بلند (یا قرمز) پاسخ می‌دهد، نوع دوم به طول موج متوسط (یا سبز) و نوع سوم به طول موج کوتاه (یا آبی) می‌پردازند و از ترکیب این سه رنگ، مغز قادر به دیدن رنگ‌ها و جزئیات ظریف اشیاء می‌گردد (بارس و گیج، ۱۳۹۵، ۲۲۴). این مسئله توجه بصری افراد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.



شکل ۲. سلول‌های مخروطی و میله‌ای در چشم

منبع: https://www.aao.org/eye-health/anatomy/rods

سه استدلال از این مدعا حمایت می‌کنند: اول حساسیت ما به رنگ؛ دوم، همراه شدن توانایی ما در رویت جزئیات - که برای بقای ما ضروری است - و توانایی ما در دیدن رنگ از نظر زیست‌شناسی عصبی؛ و سوم، آزمایش‌های روان‌شناختی که نشان از عمق تأثیر رنگ بر ما دارند (Salingaros & Mehaffy, 2006, 169). به‌طور کلی پاسخ انسان به رنگ را می‌توان در ۵ دسته‌بندی بیان نمود (جدول ۱). بدین معنا، فرآیندی که مغز انسان در دریافت و تفسیر رنگ اجرا می‌کند یک پدیده جسمی- روانی است و می‌توان اثرات آن را بر روی هریک از موارد ذکر شده در جدول ذیل بررسی نمود.

جدول ۱. واکنش افراد به رنگ

فیزیولوژیکی[۳]	تغییر در فشار خون، ضربان قلب، سیستم عصبی خودگردان بدن، فعالیت هورمون‌ها، رشد فرسودگی و رشد بافت‌ها
در چشم‌ها[۴]	تغییر در اندازه مردمک چشم، شکل عدسی، حالت قرارگیری کره چشم، پاسخ شیمیایی پایانه عصبی شبکیه
شناختی[۵]	حافظه و بازیابی اطلاعات و اغتشاشات در درک پرسپکتیو، میزان ارزشیابی و تصمیم‌گیری‌ها، پاسخ‌های شرکت‌پذیری
حالت و خلق‌وخو[۶]	تحریک‌کنندگی، خشم، خوشرویی، آرامش‌بخشی، خسته‌کنندگی، مهیج بودن، خوشحالی
احساسات محیطی[۷]	فضا بزرگ‌تر یا کوچک‌تر، گرم‌تر یا سردتر، تمیزتر یا کثیف‌تر، روشن‌تر یا تیره‌تر و مردم، سالم یا ناسالم، جوان‌تر یا پیرتر به نظر می‌رسند.
وابستگی[۸]	به طبیعت، فناوری، مذهب، سنت‌های فرهنگی و علوم

منبع: Edge, 2003, 15

بر اساس آنچه سالینگاروس در کتاب یک نظریه معماری مطرح می‌کند، یکی از هشت قانون مهم شناختی برای ادراک اثر معماری، عنصر رنگ است و وجود آن عنصری ضروری برای برقرای ارتباط با محیط محسوب می‌شود (Salingaros & Mehaffy, 2006, 146). مطالعه این ارتباط و تأثیرپذیری افراد از منظر عینی خیابان (و نما به‌عنوان بخشی از آن) در قالب شیوه‌های تجربی متفاوت، با توجه به هدف و مقیاس پژوهش قابل انجام است. این روش‌ها در ۵ دسته کلی (۱) ارزیابی ادراک ذهنی (مصاحبه و پرسش‌نامه)، (۲) مشاهده سیستماتیک (بررسی میدانی، فیلم‌برداری و استفاده از تصاویر گوگل مپ (SVP)،[۹] (۳) آنالیز و مشاهده فیزیولوژیکی (مطالعه الکتروفیزیولوژیکی توسط حسگرها و استفاده از وسایل پوششی برای کاربران چون EEG)، (۴) آنالیز و تجربه آزمایشگاهی (استفاده از ردیاب حرکت چشمی، واقعیت مجازی (VR)[۱۰] و واقعیت افزوده (AR)[۱۱]) و (۵) ارزیابی با کمک رایانه (GIS و روش‌های یادگیری ماشین) قابل انجام است (Tang & Long, 2018, 3).

مطالعه رفتار چشم به‌عنوان یکی از مصادیق بارز مطالعه رفتار غیرکلامی به‌شمار می‌آید (Sharafi, Soh, & Guéhéneuc, 2015, 3). این حرکات جزئی مهمی از فرآیندهای ذهنی محسوب می‌گردند که به دریافت، تبدیل و استفاده از اطلاعات بصری مربوط است. بنابراین حرکات چشمی می‌تواند معرف فعالیت‌های پردازشی ذهن انسان از جمله پویش تصویر باشد. بدین معنا، پژوهش‌های ردیاب چشمی بر فرضیه چشم- ذهن[۱۲] استوار هستند (Goldberg & Wichansky, 2003; Jacob & Karn, 2003; Strandvall, 2009). این فرضیه بیان می‌دارد که در هنگام انجام یک فعالیت دیداری، موقعیت چشم دوختن فرد نشان‌دهنده عملکردهای ذهنی است که وی به آن فکر می‌کند و مسیر نگاه کردن دقیق (خیره شدن)[۱۳] به آنچه فرد در حال اندیشیدن به آن است اشاره دارد. این فکر می‌تواند از علاقه یا مشکل پیش روی فرد ناشی شود (Ebert *et al.*, 2013). این پژوهش از ردیاب حرکت چشمی[۱۴] به‌عنوان ابزاری مکمل در ارزیابی فرآیندهای شناختی افراد استفاده می‌کند (Pihel *et al.*, 2015, 3). در مطالعات ردیابی حرکات چشم با موضوعیت فضای شهری، معماری و منظر، به‌طور معمول از تصاویر واقعی (Krupina *et al.*, 2017; Dupont *et al.*, 2016)، تصاویر شبیه‌سازی شده (Mohammadpour *et al.*, 2015)، تصویر واقعی به همراه ایجاد تغییرات در آنها (Hasse & Weber, 2012)، ترکیب تصویر واقعی و تصاویر شبیه‌سازی شده (Månsson, 2017)، پخش کلیپ تصویری به همراه صوت (Ren & Kang, 2015) و به‌کارگیری ردیاب چشمی در سیستم‌های واقعیت مجازی استفاده می‌شود. این ابزار به دو گونه (۱) مدل‌های متحرک (که اغلب به‌صورت عینک بر روی چشم قرار می‌گیرند و قابل استفاده در فضای خارج از آزمایشگاه نیز هستند) و (۲) مدل‌های آزمایشگاهی ثابت قابل استفاده است. در مقیاس بسیار خرد منظر شهری و نمای تک بنا که زمینه این پژوهش را تشکیل می‌دهد، استفاده از ردیاب حرکت چشمی ثابت به‌منظور کنترل عواملی چون نور نامناسب محیط، عدم کالیبراسیون درست و کنترل محرک‌هایی چون انسان و حیوانات که حرکات چشم و توجه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، انتخاب گردید.

شاخص‌های مورد بررسی در ارزیابی حرکات چشمی شامل تعداد ثابت‌های بصری،[۱۵] طول زمان ثابت بصری،[۱۶] تعداد جهش بصری،[۱۷] طول زمان جهش بصری،[۱۸] دامنه جهش بصری[۱۹] و طول مسیر پیمایش[۲۰] است (Zvyagina *et al.*, 2014). پنج شاخص چشمی مورد توجه در این مطالعه عبارت‌اند از:

۱. **تعداد ثابت‌های بصری:** این موضوع که فرد شرکت‌کننده در هر تصویر به کجا و چگونه نگاه می‌کند، می‌تواند از طریق ثابت‌های بصری مورد بررسی قرار گیرد. در واقع شاخص ثابت بصری، با توجه شرکت‌کنندگان مرتبط است (Van Gog & Scheiter, 2010). پژوهشگران حوزه روان‌شناسی ادعا می‌کنند که بیشترین کسب اطلاعات و پردازش شناختی در طول ثابت بصری رخ می‌دهد (Sharafi *et al.*, 2015, 4).

۲. **طول زمان ثابت بصری (بر حسب میلی‌ثانیه):** هر ثابت بصری دارای مدت زمانی مشخص و متفاوت است (Kim, Kang & Bakar, 2013, 89). هنگامی که فرد یک ثابت بصری با طول زمان بیشتری دارد، این امر نشان دهنده آن است که فرد به نقطه مورد نظر توجه بیشتری نشان داده است.

۳. **طول زمان جهش‌های بصری (بر حسب میلی‌ثانیه):** هر فرد برای آنکه بتواند اطلاعاتی از نقاط مختلف تصویر دریافت کند نیازمند آن است تا چشم خود را از یک ثابت بصری به ثابت بصری دیگر حرکت دهد (Sharafi *et al.*, 2015, 4).

۴. **دامنه جهش‌های بصری (پیکسل):** جهش‌های بصری علاوه بر مدت زمان، دارای اندازه‌ای مشخص نیز هستند. هرچه فاصله بین دو ثابت بصری بیشتر باشد، دامنه (اندازه) جهش بصری

مورد نیاز بیشتر خواهد بود. این متغیر نیز حاوی اطلاعاتی است که می‌تواند به ازای تصاویر رنگی و سیاه و سفید متفاوت باشد.

۵. **طول مسیر پیمایش (پیکسل):** حرکات چشمی فرد به مانند یک سیگنال پیوسته دوبعدی (x,y) است که در هنگام مشاهده تصویر مورد مطالعه آزمایش ثبت می‌گردد. طول این حرکات چشمی در فضای دوبعدی به‌عنوان طول مسیر پیمایش در نظر گرفته شده است. در واقع مسیر پیمایش مجموعه‌ای از ثابت‌های بصری در طول زمان هستند (Duchowski, 2007).

روش‌شناسی

پژوهش حاضر با راهبردی شبه‌آزمایشی سعی در دستیابی به اهداف خود دارد. روش نمونه‌گیری در این آزمایش از میان جامعه داوطلبان، به‌صورت تصادفی ساده است. بدین صورت که از میان جامعه داوطلبان شرکت در آزمایش بنا به شرایط تخصصی و سنی تعیین شده، انتخاب به‌صورت تصادفی و توسط پژوهشگران انجام شده و برای رفع خطای ناشی از نمونه‌گیری، این امر با انجام پیش‌آزمون کنترل گردیده است. از آنجاکه فرض بر این است که ترجیحات زیبایی‌شناسانه افراد با توجه به تخصص و سواد بصری آنها متفاوت است، لذا دو گروه (۱) متخصصان در حوزه معماری (شامل دانشجویانی که دوره کارشناسی و بالاتر را به پایان رسانده و سابقه انجام فعالیت حرفه‌ای به‌خصوص در زمینه طراحی نما را دارند و نیز اساتید معماری مدرس در زمینه دروسی چون مقدمات طراحی معماری و طرح معماری) و (۲) غیرمتخصصان (سایر اساتید و دانشجویان با شرط نداشتن سابقه فعالیت و مطالعه در زمینه معماری و هنرهای بصری و اصول آن) در آزمایش شرکت داده شدند.[۲۱] حجم نمونه در مطالعه طرح شبه‌آزمایشی بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$N = \frac{s^2 z^2}{d^2}$$

$Z = 1/96$: عدد ثابت اطمینان در سطح ۹۵ درصد

S^2: واریانس متغیر وابسته

d: (تفاوت مورد پذیرش بین میانگین نمونه و جامعه) ۵٪ حداکثر نمره اندازه‌گیری متغیر وابسته است که در این پژوهش (با توجه به محاسبات) میزان آن ۲۲۰.۸۲ در نظر گرفته شد.

$$N = \frac{694.5^2 1.96^2}{220.82^2} = 38$$

بر اساس فرمول، گروه‌های نمونه شامل ۳۸ شرکت‌کننده (۱۹ زن و ۲۱ متخصص) هستند. میانگین سنی گروه متخصصان ۵.۳۳ ± ۲۶.۲۵ سال و میانگین گروه سنی غیرمتخصصان ۴.۵۵ ± ۲۳.۴۴ سال است. براساس پرسش‌نامه ادینبورگ (Oldfield, 1971)، ۳۰ نفر از شرکت‌کنندگان راست دست و همگی دارای دید نرمال یا اصلاح شده با عینک هستند.

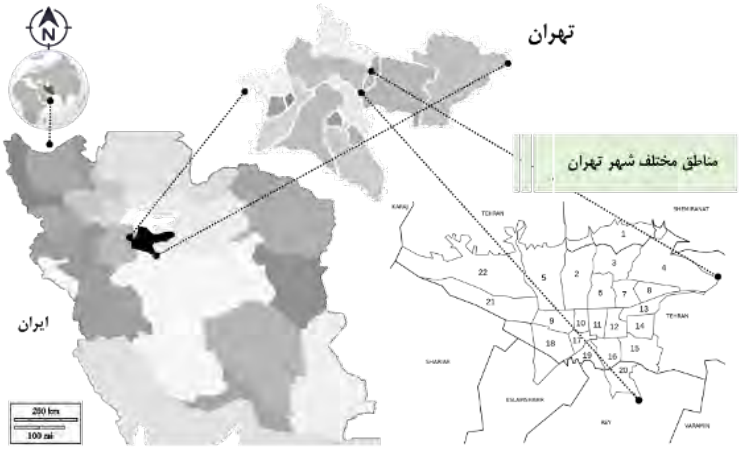
ابزار

ابزار پژوهش در دو بخش ابزار سنجش، شامل تولید مجموعه تصاویر و تست ثبت حرکات چشم و ابزار ثبت حرکات چشم (دستگاه ردیاب حرکت چشمی) قابل بررسی است.

– ابزار سنجش

تولید مجموعه تصاویر

بر اساس شرایط مطرح شده در گونه‌بندی، تصاویر به دو دسته نماهای سنگی و نماهای ترکیبی تقسیم می‌شوند. از آنجا که متغیرهای زمینه‌ای نیز در انتخاب نوع نما مؤثر هستند، لذا پژوهش حاضر به منظور تهیه تصاویر گروه آماج، یعنی تصاویر نمای ساختمان‌های مسکونی شهر تهران از شاخص توسعه یافتگی (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۴) مناطق بهره می‌برد (شکل ۳).

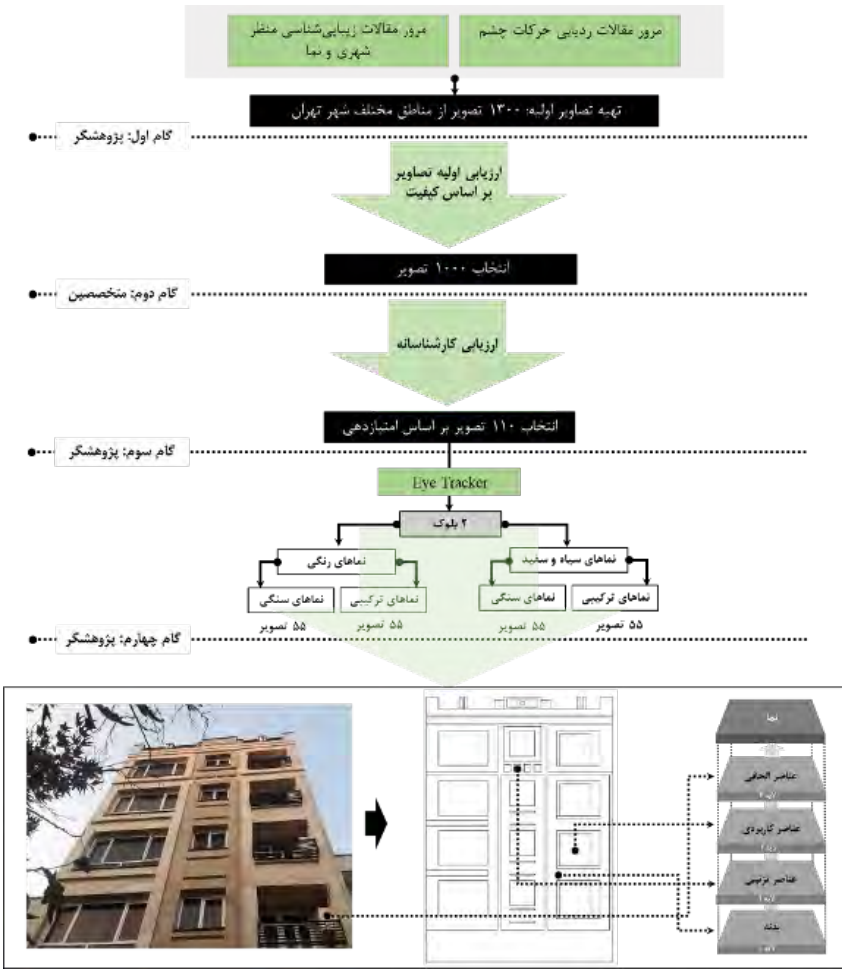


خوشه	توسعه	منطقه	درصد
اول	فراتوسعه یافته	۶	۵
دوم	توسعه یافته رو به بالا	۷، ۲، ۱، ۳	۱۸
سوم	نیمه برخوردار	۱۱، ۵، ۴، ۱۳	۱۸
چهارم	توسعه یافته رو به پایین	۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲	۵۵
پنجم	محروم	۱۷	۵

شکل ۳. معرفی کلان‌تهران به‌عنوان بستر طرح و خوشه‌بندی مناطق آن در عوامل تلفیقی

منبع: میرزایی و همکاران، ۱۳۹۴، ۷۲

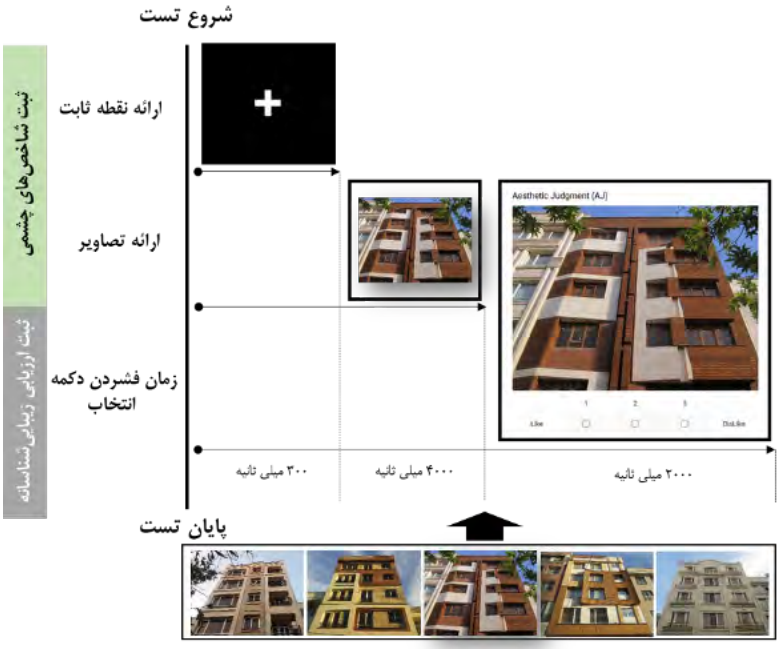
مجموعاً ۱۳۰۰ تصویر از مجموع خوشه‌های مناطق تهیه و در نهایت ۱۰۰۰ عکس به مرحله ارزیابی راه یافت. در این مرحله به‌منظور جلوگیری از اعمال نظر پژوهشگر در انتخاب تصاویر، از آرای متخصصان بهره گرفته شد. نتایج داوری متخصصان در هر دسته، خود دارای سه سطح امتیاز خوشایند، ناخوشایند و متوسط بود و تصاویر نهایی از تمامی دسته‌ها با توجه به فراوانی پاسخ انتخاب گردید. در نهایت بر اساس آنچه در پیشینه پژوهش و مطالعات مشابه (Olszewska *et al.*, 2018) در نظر گرفته می‌شود و نیز با توجه به سهم هر خوشه در کلان‌شهر تهران، حدود ۱۱۰ تصویر به مرحله مطالعه آزمایشگاهی راه یافت. در مطالعه حرکات چشمی به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر اجزای مورد توجه، از تعریف نواحی مورد علاقه (AOI)[۲۲] استفاده می‌شود. در این مطالعه نیز برای شناسایی تأثیر رنگ در توجه به اجزای نما در حالت نمایش سیاه و سفید و رنگی، سطح نما بر اساس عملکرد آن به ۴ لایه شامل: لایه زمینه (۰)، لایه عناصر تزئینی (۱)، لایه عناصر کاربردی (۲) و لایه عناصر الحاقی (۳) تقسیم گردید. در گام بعدی به‌منظور بررسی نقش رنگ در الگوی حرکات چشمی، تصاویر در محیط Adobe Photoshop CS6 به حالت سیاه و سفید تبدیل گردید (شکل ۴).



شکل ۴. فرآیند انتخاب تصاویر و لایه‌بندی عناصر نما

تست بررسی حرکات چشم

نحوه نمایش تصاویر در قالب پارادایمی در دو بلوک[۲۳] مشابه و هر بلوک شامل ۱۱۰ آزمایه[۲۴] طراحی گردید. در بلوک اول، تصاویر به حالت سیاه و سفید و در بلوک دوم تصاویر به‌صورت تمام رنگی نمایش داده شد. فرآیند مربوط به هر محرک به دو بخش تقسیم گردید: ثبت حرکات چشمی و ثبت قضاوت زیبایی‌شناسانه (شکل ۵). محرک‌ها به‌صورت اتفاقی بر روی صفحه نمایشگر نمایش داده شدند و شرکت‌کنندگان پاسخ خود نسبت تصاویر را با سه دکمه پاسخ خوشایند، متوسط و ناخوشایند اعلام نمودند. هر آزمایه با نمایش نقطه ثابت[۲۵] به شکل (+) سفید مرکزی که بر روی صفحه سیاهی قرار دارد آغاز گردید (به مدت ۳۰۰ میلی‌ثانیه) و به‌دنبال آن هر تصویر محرک به مدت ۴ ثانیه نمایش داده شد. نمایش هر آزمایه با پاسخ به سؤال خوشایندی تصویر نمایش داده شده خاتمه یافت و آزمایه بعدی آغاز گردید.

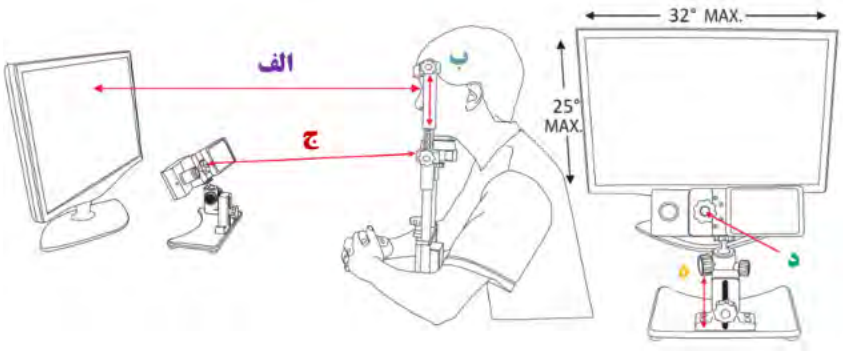


شکل ۵. پارادایم آزمایش

– ابزار نمایش تصاویر و ثبت پاسخ‌ها

دستگاه ردیاب حرکت چشمی

آزمایش‌ها توسط جعبه ابزار روان – فیزیک[۲۶] نرم‌افزار متلب[۲۷] R۲۰۱۴a به همراه جعبه ابزار آی‌لینک[۲۸] برای ارزیابی حرکات چشم پیاده‌سازی شد (Cornelissen, Peters & Palmer, 2002) و برای ثبت حرکات چشمی از سیستم EyeLink 1000 SR Research استفاده گردید. قبل از انجام آزمایش، مرحله تنظیم‌سازی[۲۹] دستگاه با نمایش ۹ نقطه که در فضاهای تصادفی از صفحه نمایشگر نمایش داده می‌شدند، انجام گرفت. بعد از مرحله یاد شده، مرحله اعتبارسنجی[۳۰] صورت پذیرفت (شکل ۶).



شکل ۶. تنظیمات فیزیکی مهم دستگاه ردیاب حرکت چشم و موقعیت شرکت‌کننده در آزمایش.

الف) فاصله چشم شرکت‌کننده تا صفحه نمایش؛ ب) تنظیم موقعیت سر شرکت‌کننده نسبت به صفحه نمایش و چین‌رست؛ ج) تنظیم فاصله دستگاه از چشم؛ د) دستگاه ردیاب حرکت چشم باید طوری قرار گیرد که پیچ بالایی آن به‌صورت افقی بر مرکز صفحه نمایش منطبق باشد؛ ه) تنظیم ارتفاع ردیاب حرکت چشم.

منبع: https://www.sr-research.com

یافته‌ها و تحلیل

ارزیابی زیبایی‌شناسانه تصاویر

مطالعه این بخش به‌عنوان گام نخست بررسی حرکات چشمی محسوب می‌شود و نتایج آن داده‌های مورد نیاز گام بعدی را فراهم می‌آورد. نتایج ارزیابی زیبایی‌شناسانه تصاویر نما که در قالب مطالعه روان- فیزیک بررسی شد نشان می‌دهد که به‌طور کلی گروه غیرمتخصص تصاویر بیشتری را نسبت به متخصصان ترجیح داده‌اند (غیرمتخصصان= ۳۵ درصد و متخصصان = ۱۸ درصد). در تصاویر به تفکیک مصالح نیز در هر دو نوع نمای سنگی و ترکیبی، متخصصان تصاویر کمتری را انتخاب کرده‌اند، اما بر اساس آزمون آماری ویلکاکسون تنها در نمای سنگی، در دو حالت نمایش سیاه و سفید ($P<10^{-7}$) و رنگی ($P<10^{-5}$) تفاوت معناداری میان دو گروه قابل مشاهده است. در میان متخصصان در هر دو حالت نمایش تصاویر، تصاویر خوشاید با اتفاق آرای حدود نیمی از شرکت‌کنندگان و در میان غیرمتخصصان با میانگینی بیش از ۷۰ درصد آنها انتخاب گردید. بدین معنا که تصاویر نما با ذائقه عمومی تطابق بیشتری دارد. مطالعه حاضر همچنین نشان می‌دهد که رنگ نمایش تصویر، فراوانی انتخاب خوشایندی تصاویر را چندان تحت تأثیر قرار نمی‌دهد و تنها در میان غیرمتخصصان و در نماهای سنگی این اختلاف معنادار است ($P<0.01$).

شکل ۷. میانگین تعداد نماهای منتخب در قضاوت زیبایی‌شناسانه.

بر اساس رنگ و مصالح (**) $P<10^{-7}$ (آزمون ویلکاکسون). در تمامی موارد برای محاسبه خطاها از خطای استاندارد اندازه‌گیری استفاده شده است.

پس از بررسی فراوانی نمای خوشایند، پنج نمای منتخب هر گروه که بیشترین فراوانی انتخاب را داشتند برای تحلیل بیشتر مورد ارزیابی قرار گرفتند. همان‌طور که در شکل ۸ قابل مشاهده است، اختلاف قابل توجهی میان تصاویر انتخابی دو گروه در هر دو حالت نمایش تصاویر وجود دارد. به‌طور کلی متخصصان نماهای ترکیبی را ترجیح می‌دهند و افراد غیرمتخصص خواهان نماهای سنگی هستند.

شکل ۸. نماهای منتخب بر اساس رنگ و تخصص افراد. الف) حالت نمایش سیاه و سفید؛ ب) حالت نمایش رنگی.

این موضوع می‌تواند تحت تأثیر دانش تخصصی و سواد بصری افراد متخصص قرار گیرد. هرچند اکثر نماهای به اصطلاح کلاسیک طراحی شده در سطح شهر از قواعد بصری و زیبایی‌شناختی پیروی می‌کنند، اما طراحی این نوع نما از دیدگاه بسیاری از کارشناسان معماری و شهرسازی مورد انتقاد است. یکی از دلایل اصلی عدم رغبت متخصصان به انتخاب این نوع نماها را می‌توان آموزش دانشگاهی و علم به عدم سنخیت هویتی این نماها و عناصر موجود در طراحی آن با معماری ایران دانست. اما متأسفانه آنچه در عمل و بازار اجرا شده و سلیقه مردم عادی را با عنوان نماهای لوکس تحت تأثیر قرار می‌دهد، با این دانش مغایر است. همچنین می‌توان بیان نمود که نماهای ترکیبی اغلب با وجود نداشتن سبک مشخص، به دو علت برای قشر متخصص جالب توجه است: (۱) استفاده از مصالح چوب و آجر که بخش مهمی از مصالح مصرفی در بناهای سنتی ایرانی را تشکیل می‌دهد و جلوه بصری و چشم‌نوازی خاص خود را در ترکیب نما دارند. (۲) فقدان هویت مشخص به لحاظ سبک (هرچند گاه تحت لوای سبک مدرن نیز خوانده می‌شود)، اتهام هویت‌زدایی از چهره شهر را نسبت به نماهای شبه‌کلاسیک کنار زده، ترکیبات طراحی بیشتری را ارائه می‌دهند.

آزمایش حرکت چشمی

در این بخش به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حرکت چشمی از ابزار ردیاب حرکت چشمی استفاده

گردید. در ابتدا بررسی کلی میان تمام تصاویر نشان داد که جز در شاخص طول زمان و دامنه جهش بصری در حالت نمایش سیاه و سفید، در بقیه موارد اختلاف معناداری میان متخصصان و غیرمتخصصان وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج تجزیه و تحلیل حرکات چشمی در تمامی تصاویر نما

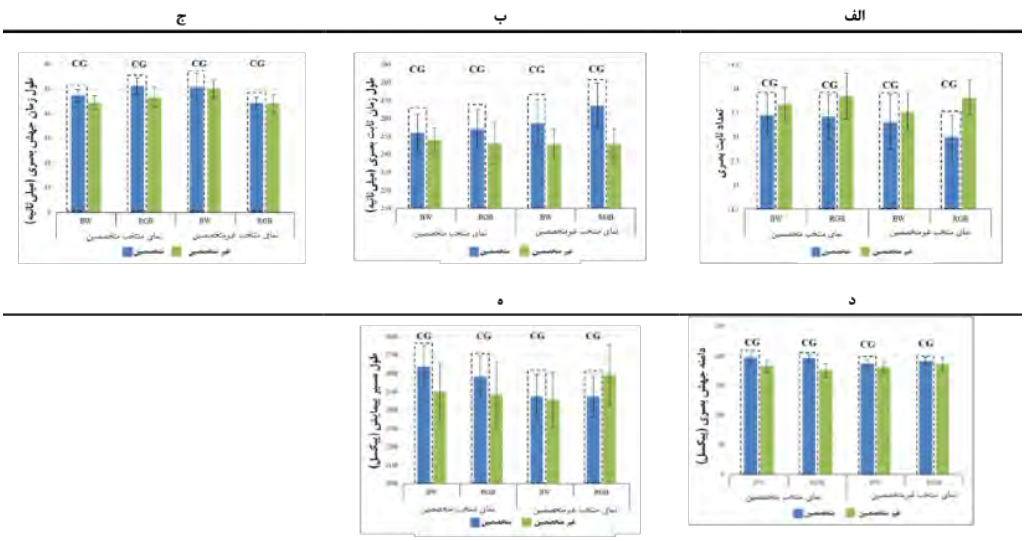
تصاویر	معناداری (P-value)				
	تعداد ثابت‌های بصری	طول زمان ثابت بصری	طول زمان جهش بصری	دامنه جهش بصری	طول مسیر پیمایش
سیاه و سفید	$P<10^{-6}$	$P<10^{-9}$	$P>0.49$	$P>0.75$	$P<10^{-3}$
رنگی	$P<10^{-8}$	$P<10^{-3}$	$P<10^{-2}$	$P<10^{-2}$	$P<10^{-2}$

همچنین به منظور بررسی بهتر، ویژگی‌های تصویر منتخب هر گروه با همان تصویر در گروه مقابل (CG)[۳۱] مورد مقایسه قرار گرفت (به‌عنوان مثال شکل ۹). با توجه به شکل ۱۰، تعداد ثابت بصری در میان متخصصان در هر دو حالت نمایش تصاویر کمتر از افراد غیرمتخصص است. در بررسی طول زمان ثابت بصری این نتیجه برعکس است. این امر حاکی از آن است که افراد متخصص با صرف زمان بیشتر بر روی عناصر نما، به بررسی جزئی‌تری در قضاوت زیبایی‌شناسی خود می‌پردازند. بنابراین در تحلیل داده‌های چشمی آنها می‌توان شاهد بود که با تعداد ثابت‌های بصری کمتر، طول زمان ثابت بصری بیشتری نسبت به افراد غیرمتخصص دارند. با وجود اینکه افراد قبل از انجام آزمایش هیچ‌یک از نماها را نمی‌بینند، اما می‌توان متصور شد که به علت تأثیر عامل تخصص، افراد متخصص تصاویر ارائه شده را نسبت به افراد غیرمتخصص آشناتر می‌یابند. آنها همچنین ممکن است نگاه پیش‌بینی شده‌تری نسبت به افراد غیرمتخصص داشته باشند. لذا از آنجاکه متخصصان علاقه‌مند به کاوش هدفمندتر برخی ویژگی‌های خاص در نمای ساختمان هستند، در نتیجه در بازه زمانی مشخص شده در آزمایش تمایل به کاوش کمتر در کل تصویر دارند.

شکل ۹. مثالی از نحوه نمایش ثابت‌های بصری و جهش‌های میان آنها. الف) متخصصان؛ ب) غیرمتخصصان

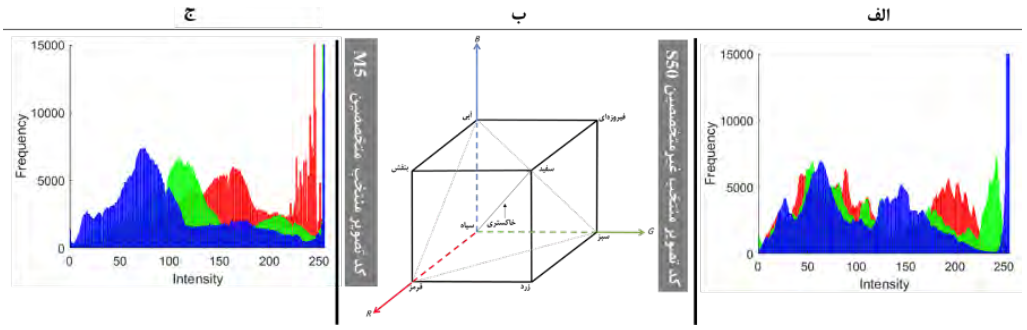
بررسی شکل‌های ۱۰ج-د که به ترتیب نشان دهنده طول زمان جهش بصری و دامنه جهش بصری است، اختلاف معناداری را میان دو گروه متخصصان و غیرمتخصصان نشان نمی‌دهد. شکل ۱۰ه، طول مسیر پیمایش تصویر اختلاف قابل توجهی را میان تصاویر منتخب متخصصان با گروه مقایسه خود در هر دو

حالت نمایش تصاویر نشان می‌دهد. در میان غیرمتخصصان این اختلاف تنها در حالت نمایش رنگی به چشم می‌خورد. از آنجا که متخصصان زمان بیشتری را برای مشاهده عناصر نما صرف می‌کنند، می‌توان نتیجه گرفت که طول مسیر پیمایش تصویر توسط آنها باید کمتر از گروه غیرمتخصص باشد. به‌عبارت دیگر، گروه غیرمتخصص تمایل به کشف منطقه بیشتر در تصویر ارائه شده را دارند، درحالی‌که افراد متخصص تمایل به ثابت شدن چشم بر روی ویژگی‌های خاص تصویر را از خود نشان می‌دهند.



شکل ۱۰. نتایج تجزیه و تحلیل حرکات چشمی برای نماهای منتخب و گروه مقایسه آنها. الف) تعداد ثابت بصری؛ ب) طول زمان ثابت بصری؛ ج) طول زمان جهش بصری؛ د) دامنه جهش بصری؛ ه) طول مسیر پیمایش. در تمامی موارد برای محاسبه خطاها از خطای استاندارد اندازه‌گیری (SEM) استفاده شده است.

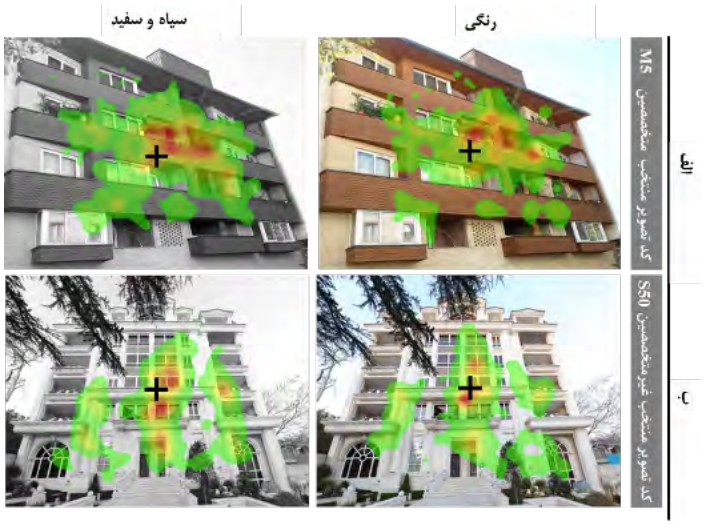
از سویی دیگر، توانایی رنگ در غنی‌سازی جزئیات تصویر نیاز شرکت‌کنندگان به داشتن ثابت بصری بیشتر را در حین قضاوت زیبایی‌شناسانه تحت تأثیر قرار می‌دهد. همان‌طور که در نتایج کلی بیان گردید، اختلاف قابل توجهی میان دو گروه در تعداد ثابت بصری در هر دو حالت نمایش رنگی و سیاه وسفید وجود دارد، زیرا رنگ پیچیدگی بصری محرک را افزایش می‌دهد و در نتیجه افزایش تعداد عناصر درک شده و جلب توجه در نواحی دارای کنتراست رنگی، به تجربه زیبایی‌شناختی کمک می‌کند. همچنین در بررسی تأثیر رنگ از سیستم مکعب RGB استفاده گردید. در این سیستم هر رنگ در فضای سه‌بعدی با مختصات کروماتیک نشان داده می‌شود (۱۱ب). در این مختصات، کنتراست قرمز/سبز و آبی/زرد می‌تواند محرک توجه بصری افراد باشد (Shahrbabaki, 2015). در تصویر منتخب متخصصان (۱۱ج)، غلبه رنگ در تصاویر رنگی در سیستم RGB، با طول موج قرمز با شدت بالای ۱۵۰ است و سپس طول موج سبز و در شدت رنگ کمتر، این غلبه به طول موج آبی اختصاص دارد. اما در تصویر منتخب غیرمتخصصان تعادلی در کنتراست طول موج‌های قرمز و آبی و سبز مشاهده می‌شود و تصویر ترکیب رنگی خنثی‌تری دارد.



شکل ۱۱. شدت طول موج‌های RGB در تصاویر منتخب. الف) تصویر منتخب غیرمتخصصان (S۵۰)؛ ب) مکعب RGB؛ ج) تصویر منتخب متخصصان (M۵)

نقشه حرارتی در تصاویر منتخب

در این بخش یک نمونه از تصاویر منتخب هر گروه در دو حالت نمایش سیاه و سفید و رنگی نشان داده شده است و عناصری از نما که مورد توجه بصری قرار گرفته‌اند از طریق نقشه حرارتی[۳۲] معرفی می‌گردد. شکل ۱۲الف نمایی با مصالح ترکیبی را نشان می‌دهد که در اولویت انتخاب افراد متخصص قرار دارد. همان‌طور که در نقشه حرارتی با رنگ قرمز مشخص است، بیشترین توجه افراد متخصص در هر دو حالت نمایش تصویر به عنصر گلجای است که جز عناصر الحاقی به یک نما محسوب می‌گردد. پوشش گیاهی به‌عنوان عنصری الحاقی مثبت نسبت به سایر اجزای نما جلوه و تضاد بیشتری دارد (تضاد طول موج قرمز / سبز) و می‌تواند در توجه بصری و برداشت زیبایی‌شناسانه افراد از نما مؤثر باشد. سپس قاب‌بندی تزئینی با مصالح چوب که ارکان افقی و عمودی بدنه نما را شکل می‌دهد جالب توجه بوده و حرکات چشمی را به خود معطوف داشته است.

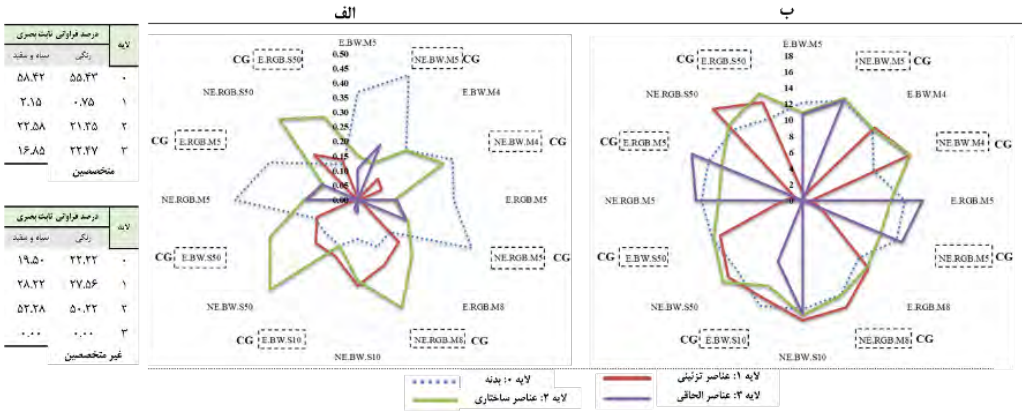


شکل ۱۲. مثال‌هایی از نقشه‌های حرارتی نماهای منتخب در حالت نمایش سیاه و سفید و رنگی

تصویر منتخب غیرمتخصصان به نماهای سنگی اختصاص دارد. در بخش ۱۲ب می‌توان مشاهده نمود که الگوی نقشه حرارتی در حالت نمایش سیاه و سفید تقریباً مشابه حالت نمایش رنگی است و غیرمتخصصان تمرکز بیشتری بر روی نورگذرها و چارچوب پنجره‌ها و سر در ورودی بنا داشته‌اند. با این تفاوت که شدت تمرکز بر روی نقاط مطرح شده در حالت نمایش رنگی کمتر است. پس از این عناصر،

ستون‌نماهای تزئینی عناصر جالب توجه در حرکات چشمی افراد هستند. به‌طور کلی، در نمای منتخب هر دو گروه می‌توان مشاهده نمود که قاب‌بندی‌های تزئینی نما بیشترین جهش‌های بصری را در حرکات چشمی افراد به‌دنبال دارند.

به‌منظور بررسی میزان توجه به هر لایه عملکردی نما در هنگام توجه بصری، دو تصویر هر گروه در هر حالت انتخاب گردید. میانگین تعداد ثابت بصری و میانگین مدت زمان ثابت بصری در هر لایه نشان‌دهنده میزان اهمیت آن لایه است. همان‌طور که در شکل ۱۳الف مشاهده می‌شود (در جهت ساعتگرد)، در اولین تصویر منتخب سیاه و سفید گروه متخصصان (M۵) میانگین بیشترین تعداد ثابت بصری مربوط به لایه صفر یا زمینه است و لایه ۲ (عناصر کاربردی)، ۳ (عناصر الحاقی) و ۱ (عناصر تزئینی) در مرتبه بعدی قرار دارند. تجزیه و تحلیل طول زمان ثابت بصری در این تصویر (شکل ۱۳ب) نیز نشان می‌دهد که میانگین طول زمان ثابت بصری در لایه صفر بالاتر است. سپس، لایه سوم، دوم و لایه اول به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در تصاویر منتخب در حالت نمایش رنگی، مجدداً اولین تصویر منتخب (M۵) است و می‌توان مشاهده نمود که ترتیب لایه‌ها برای متخصصان ۰، ۳، ۲ و ۱ است. در بررسی تصاویر منتخب افراد غیرمتخصص در هر دو حالت نمایش تصاویر منتخب مشخص شد که به‌طور کلی غلبه تعداد ثابت بصری با افراد غیرمتخصص است. در اولین تصویر منتخب افراد غیرمتخصص (S۱۰) در حالت سیاه و سفید، ترتیب فراوانی ثابت بصری عبارت‌اند از لایه ۱، ۲، ۰ و ۳؛ در حالت نمایش رنگی نماهای منتخب در افراد غیرمتخصص (S۵۰) نیز اولویت به ترتیب به لایه‌های ۲، ۱ و ۰ اختصاص دارد. در شکل ۱۳ب بررسی مدت زمان ثابت بصری نماهای منتخب نشان می‌دهد که در این بخش نیز در اکثر قریب به اتفاق لایه‌ها، غلبه مدت زمان ثابت بصری افراد متخصص نسبت به افراد غیرمتخصص وجود دارد.



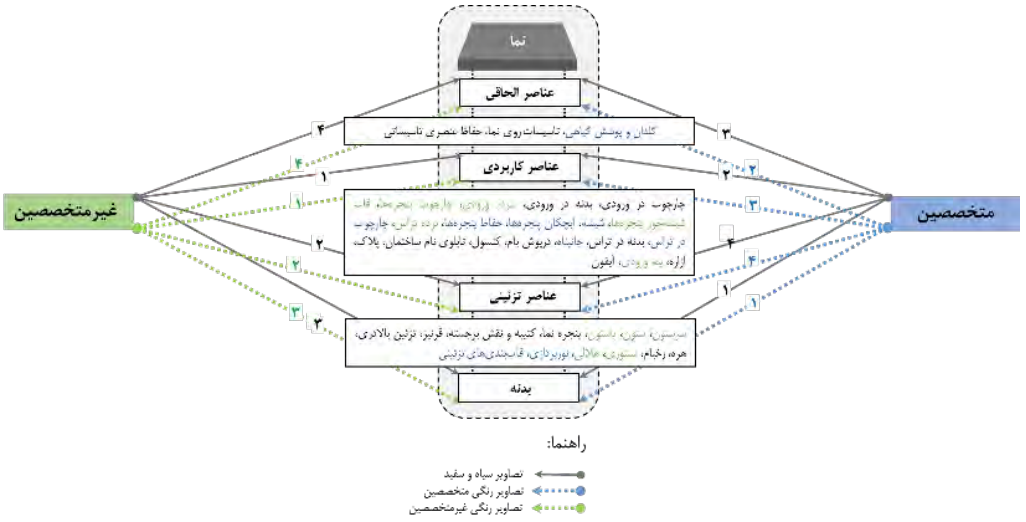
شکل ۱۳. تعداد ثابت بصری و مدت زمان آن در هر لایه از نماهای منتخب. الف) میانگین تعداد ثابت بصری؛ ب) میانگین مدت زمان ثابت بصری (میلی‌ثانیه)

نتیجه‌گیری

قابلیت استفاده از ابزار ردیاب حرکت چشمی به‌عنوان ابزاری مکمل در مطالعه رفتار غیرکلامی، در بررسی شیوه ارتباط بصری افراد و شناخت فرهنگ و زبان بصری مطلوب حائز اهمیت است. به هنگام بررسی تجربه زیبایی‌شناختی مهم است که بدانید مردم چه چیزی را درک می‌کنند و چگونه اطلاعات بصری ارائه شده توسط محیط خود را ارزیابی می‌کنند. این امر نه تنها نگرشی بهتر نسبت به آنچه که مبنای ارزیابی‌های انسانی از محیط است در اختیار ما قرار می‌دهد، بلکه ایده‌ای درمورد چگونگی ارتباط

انسان با محیط در هنگام تصمیم‌گیری ارائه می‌کند. در واقع می‌توان نتیجه گرفت که ارزیابی‌های بصری راه‌حل‌هایی هستند که می‌توانند در خدمت طراحان قرار گیرند و در ایجاد محیطی مطلوب کمک نمایند. از آنجا که ارزیابی زیبایی‌شناسانه نما می‌تواند تحت تأثیر شاخص‌های فیزیکی نما و ویژگی‌های آن از جمله رنگ و همچنین متغیرهای شناختی مانند تخصص قرار گیرد، در این پژوهش با رویکردی تجربی و شبه‌آزمایشی به واکاوی تفاوت الگوی حرکت چشمی افراد پرداخته شد و این مهم در دو گروه متخصص و غیرمتخصص، در حین قضاوت زیبایی‌شناسانه نمای ساختمان‌های مسکونی نوساز شهر تهران به انجام رسید. بر اساس آنچه در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود، تفاوت در اولویت توجه به لایه‌های عملکردی نما و عناصر هر لایه در میان دو گروه متخصصان و غیرمتخصصان حاکی از تأثیر قابل توجه «تخصص» به‌عنوان عاملی مهم در ارزیابی «بالا به پایین» است. اما در مقایسه درون‌گروهی، تأثیر رنگ به‌عنوان عاملی مؤثر در فرآیند «پایین به بالا» کمتر به چشم می‌خورد. در دو حالت نمایش تصاویر، متخصصان به عناصر الحاقی نما توجه بیشتری داشتند و غیرمتخصصان اجزای عملکردی و اصلی نما را در ابتدا مورد بررسی قرار داده‌اند. بدین معنا که در تصویری واحد، عامل تخصص بیشتر با توجه بصری افراد مرتبط است و تغییر رنگ و کنتراست سیاه و سفید نسبت به همان تصویر در حالت رنگی کمتر می‌تواند تغییر در توجه بصری افراد را تحت تأثیر قرار دهد. لذا این مهم نقش عوامل دیگری در زمینه نما را خاطر نشان می‌سازد که می‌تواند مباحث مطالعه رنگ در شهر و فضای شهری را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های دیگری در خصوص استفاده از تنالیته رنگی و نقش آن در توجه بصری افراد در مقیاس معماری و فضای شهری صورت بگیرد و در ترکیب با سایر عناصر نما بررسی گردد. این آشنایی با عناصر فیزیکی مهم تحت تأثیر عامل رنگ و تفاوت هر گروه، معماران را قادر می‌سازد تا تأثیرات بصری طراحی آینده خود را به‌طور موثری پیش‌بینی نمایند و این مسئله منجر به طراحی‌های مناسب‌تر نما می‌گردد. بنابراین، همراه با سایر روش‌ها و ابزار مورد استفاده در مطالعه رفتار انسان، ردیاب حرکت چشمی می‌تواند به‌منظور درک بهتر تأثیر بصری طراحی‌های نما و هریک از شاخص‌های عملکردی آن در ادراک بصری انسان استفاده شود. علاوه بر این، این ابزار می‌تواند شواهد کمّی مهمی از این تأثیر را بر ناظران ارائه دهد و معماران می‌توانند پاسخ‌های بصری ناظران خود به هنگام قضاوت زیبایی‌شناختی آثار را پیش‌بینی نمایند.



شکل ۱۴. اولویت لایه‌ها و عناصر نما در نقشه توجه بصری زیبایی‌شناسانه افراد

پی‌نوشت‌ها

1. bottom–up processes
2. top–down processes
3. physiological
4. within the eye
5. cognitive
6. mood
7. Impressionistic
8. associative
9. street view pictures
10. virtual reality
11. augmented reality
12. eye–mind hypothesis
13. gaze
14. eye tracking
15. number of fixations
16. fixation duration (ms)
17. number of Saccades
18. saccades duration
19. saccade amplitude (px)
20. scan path length (px)

۲۱. مطالعه حاضر در آزمایشگاه علوم شناختی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی انجام شده است.

22. area of Interest
23. block
24. trial
25. fixation point
26. Psychtoolbox
27. Matlab
28. Eyelink
29. calibration
30. validation
31. comparison group
32. heat map

فهرست منابع

- بارس، برنارد، و گیج، نیکول (۱۳۹۵). *مبانی علوم اعصاب شناختی* (مترجم: کمال خرازی). تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- زاهدان، آرش، و مسعود لواسانی، منا (۱۳۹۳). هویت نما در روند نوسازی، تجربه تدوین ضوابط نمای ساختمانی در منطقه ۱۷ تهران. *منظر*، ۲۷، ۵۵–۵۰.
- ظفرمندی، سویل، و ایمانی، نادیه (۱۳۹۴). معماری رومی در مقابل معمار بومی (بررسی خصوصیات گرایش موسوم به کلاسیک در معماری معاصر ایران). *صفه*، ۲۵(۴)، ۵۰–۲۷.
- میرزایی، جهان‌بین، احمدی، سجاد، و لرستانی، اکبر (۱۳۹۴). تحلیل فضایی سطوح برخورداری مناطق کلان‌شهر تهران از منظر اقتصاد شهری. *فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری*، ۱۱، ۵۹–۷۷.

- Bailey, K. D. (1994). *Typologies and taxonomies: an introduction to classification techniques.* Sage.
- Bell, S. (2012). *Landscape: pattern, perception and process.* Routledge.
- Choo, H., Nasar, J. L., Nikrahei, B., & Walther, D. B. (2017). Neural codes of seeing architectural styles. *Scientific reports,* 7, 40201.
- Cornelissen, F. W., Peters, E. M., & Palmer, J. (2002). The Eyelink Toolbox: eye tracking with MATLAB and the Psychophysics Toolbox. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers,* 34(4), 613–617.
- Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. *Brain and cognition,* 70(1), 84–91.
- Duchowski, A. T. (2007). Eye tracking methodology. *Theory and practice,* 328.
- Dupont, L., Ooms, K., Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2016). Comparing saliency maps and eye–tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs. *Landscape and Urban Planning,* 148, 17–26.
- Ebert, A., Veer, G., Domik, G., Gershon, N., & Scheler, I. (2013). *Building Bridges: HCI, Visualization, and Non–formal Modeling.* Springer.
- Edge, K. J. (2003). *Wall color of patient's room: effects on recovery.* University of Florida.
- Goldberg, J. H., & Wichansky, A. M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A practitioner's guide. *The Mind's Eye, Elsevier,* 493–516.
- Hasse, C., & Weber, R. (2012). Eye movements on facades: the subjective perception of balance in architecture and its link to aesthetic judgment. *Empirical Studies of the Arts,* 30(1), 7–22.
- Holzinger, A. (2014). *Biomedical Informatics: Discovering Knowledge in Big Data.* Springer.
- Huston, J. P., Nadal, M., Mora, F., Agnati, L. F., & Conde, C. J. C. (2015). *Art, aesthetics, and the brain.* OUP Oxford.
- Jacob, R. J., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human–computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. *The mind's eye , Elsevier,* 573–605.
- Jurgenhake, B. (2013). Signs and symbols of the domestic façade in the city: Changes, confusion or decline? Paper presented at the ENHR 2013 Conference “Overcoming the Crisis, Integrating the Urban Environment", Tarragona, Spain, 19–22 June 2013–Workshop 26: Residential Buildings and Architectural Design–Urban Housing in the Time of Crisis.
- Kim, M., Kang, Y., & Bakar, S. A. (2013). A Nightscape Preference Study Using Eye Movement Analysis. ALAM CIPTA, *International Journal of Sustainable Tropical Design Research and Practice,* 6(2), 85–99.
- Kirk, U., Skov, M., Christensen, M. S., & Nygaard, N. (2009). Brain correlates of aesthetic expertise: a parametric fMRI study. *Brain and cognition,* 69(2), 306–315.
- Krupina, A., Bespalov, V., Kovaleva, E. Y., & Bondarenko, E. (2017). Eye tracking in urban visual environment. *Stroitel'stvo Unikal'nyh Zdanij i Sooruzenij,* 1, 47–56.
- Leder, H., Belke, B., Oeberst, A., & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. *British Journal of Psychology,* 95(4), 489–508.
- Locher, P. (2006). The usefulness of eye movement recordings to subject an aesthetic episode with visual art to empirical scrutiny. *Psychology Science,* 48(2), 106–114.
- Månsson, M. (2017). *Patterns and predictability of visual attention in different street types: An eye*

tracking study exploring the predictability of the distribution of human visual attention based on the spatial arrangements of buildings in a two-dimensional plan. Master's Thesis in Spatial Planning,

- Massaro, D., Savazzi, F., Di Dio, C., Freedberg, D., Gallese, V., Gilli, G., & Marchetti, A. (2012). *When art moves the eyes: a behavioral and eye-tracking study.* PloS one, 7(5), e37285.
- Mohammadpour, A., Karan, E., Asadi, S., & Rothrock, L. (2015). Measuring end-user satisfaction in the design of building projects using eye-tracking technology. *Computing in Civil Engineering,* 564-571.
- Nasar, J. L. (1994). Urban design aesthetics: The evaluative qualities of building exteriors. *Environment and Behavior,* 26(3), 377-401.
- O'connor, Z. (2006). Bridging the gap: Facade colour, aesthetic response and planning policy. *Journal of Urban Design,* 11(3), 335-345.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia,* 9(1), 97-113.
- Olszewska, A. A., Marques, P. F., Ryan, R. L., & Barbosa, F. (2018). What makes a landscape contemplative? *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science,* 45(1), 7-25.
- Pihel, J., Sang, Å. O., Hagerhall, C., & Nyström, M. (2015). Expert and novice group differences in eye movements when assessing biodiversity of harvested forests. *Forest Policy and Economics,* 56, 20-26.
- Ren, X., & Kang, J. (2015). Interactions between landscape elements and tranquility evaluation based on eye tracking experiments. *The Journal of the Acoustical Society of America,* 138(5), 3019-3022.
- Salingaros, N. A., & Mehaffy, M. W. (2006). *A theory of architecture.* UMBAU-VERLAG Harald Püschel.
- Shahrbabaki, S. T. (2015). *Contribution of colour in guiding visual attention and in a computational model of visual saliency.* Universite Grenoble Alpes.
- Sharafi, Z., Soh, Z., & Guéhéneuc, Y. G. (2015). A systematic literature review on the usage of eye-tracking in software engineering. *Information and Software Technology,* 67, 79-107.
- Strandvall, T. (2009). *Eye tracking in human-computer interaction and usability research.* Paper presented at the IFIP Conference on Human-Computer Interaction.
- Tang, J., & Long, Y. (2018). *Measuring visual quality of street space and its temporal variation: Methodology and its application in the Hutong area in Beijing.* Landscape and Urban Planning.
- Valtchanov, D., & Ellard, C. G. (2015). Cognitive and affective responses to natural scenes: effects of low level visual properties on preference, cognitive load and eye-movements. *Journal of environmental psychology,* 43, 184-195.
- Van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction,* 20(2), 95-99.
- Watson, J., Franckowiak, R., & Zeki, S. (1993). Functional separation of colour and motion centres in human visual cortex. *Functional organisation of the human visual cortex* , Elsevier, 317-328.
- Zvyagina, N., Sokolova, L., Morozova, L., Lukina, S., & Cherkasova, A. (2014). Eye Tracking and Autonomic Nervous System Reactivity During Perception of Visual Environments of Different Comfort. *European Scientific Journal,* ESJ, 10(10).
- www.aao.org/eye-health/anatomy/rods
- www.sr-research.com