

استخراج معیارهای هماهنگی و ناهماهنگی نماهای ساختمان با دستگاه بینایی انسان با توجه به اصول بوم شناسی بصری*

محمد رضا پور جعفر^۱، مریم علوی با المعنی^۲

چکیده:

همواره تناسب و زیبایی و به عبارتی خوشایندی محیط بصری در حوزه طراحی شهری و معماری امری مهم و مورد توجه بوده است. یکی از مهم ترین و عمده ترین اجزاء محیط بصری شهر ها نماهای ابنیه می باشند که نحوه شکل دهی به آن ها تاثیر بسیار قابل توجهی در سیمای شهر دارند. از طرفی همواره برای طراحی نماهای ابنیه از معیارهای تجربی و هنجاری استفاده شده است و معیارهای مورد نظر بر پایه استانداردهای علمی نبوده اند. اما مبحث ویدئواکولوژی با هدف خوشایندتر کردن محیط بصری برای چشم انسان در پی به دست آوردن معیارهای بصری برای انطباق بیشتر محیط مصنوع با قوانین و مکانیسم های بینایی به عنوان مهم ترین ابزار ارتباط انسان با دنیای بصری است. ویدئواکولوژی می کوشد با کشف استانداردهای دستگاه بینایی در تشخیص تصاویر، معیارهای هماهنگی بیشتر محیط با بینایی و در نتیجه غنی تر کردن و خوشایندی آن ها برای چشم در محیط شهر ها کشف کند. نتایج این مطالعات نشان می دهد نماهای ابنیه با توجه به انطباق ویژگی های معمارانه خود با استانداردهای بینایی، می توانند محیط های بصری یکنواخت، تهاجمی و آسایش بخش را شکل دهند. این مقاله می کوشد با توجه به معرفی ویدئواکولوژی در ارتباط با نماهای ابنیه معیارهای خوشایندی و ناخوشایندی نماها را برای چشم انسان به دست دهد؛ تا در کنار سایر معیارهای زیبایی شناختی و هنجاری موجود سیمای بصری شهر را بتوان در هماهنگی و خوشایندی بیشتری برای انسان شکل داد.

واژه های کلیدی:

ویدئواکولوژی - نمای یکنواخت - نمای تهاجمی - نمای آسایش بخش - فیزیولوژی بینایی - معیارهای بوم شناسی بصری

۱. مدیر گروه شهرسازی و دانشیار دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس

۲. کارشناس ارشد طراحی شهری دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

بوم شناسی بصری یا ویدئواکولوژی^۱ مبحث جدیدی است که می تواند در کنار سایر مبانی نظری زیبایی شناسی، هنجاری و تجربی طراحی نماهای ابنیه مورد توجه واقع شود. این بحث اولین بار توسط واسیلی آنتونویچ فیلین^۲ یک بیولوژیست روسی در سال ۱۹۹۸ مطرح شد؛ که بعد از ایشان نیز ادامه پیدا نکرده است.^۳ بوم شناسی بصری با مطالعه دستگاه بینایی انسان به لحاظ فیزیولوژیکی و اپتیکی و بررسی چگونگی دریافت تصاویر از طرف چشم ویژگی های هماهنگ و ناهماهنگ پدیده های بصری را با استانداردهای بینایی کشف می کند. معیارهای حاصل از تحقیقات بوم شناسی بصری در موارد زیادی مطابق با معیارهای هنجاری و تجربی مربوط به نماهای تاریخی و سنتی است و در مواردی نیز در تضاد و نقد نماهای مدرن قرار دارد. این معیارها می تواند در تمامی زمینه هایی که به خلق پدیده های بصری در محیط پیرامون ما می پردازد به کار گرفته شود؛ که در اینجا با توجه به زمینه تخصص و بحث مورد نظر در نمای ابنیه بسط داده و کاربردی شده است. لازم به ذکر است که از آنجا که این معیارها بر اساس مطالعات علمی صورت گرفته است و آن وجه از تحلیل محیط را مد نظر داشته است که تا به حال به آن توجه نشده است، به خودی خود نیز دارای ارزش است. کماینکه همان طور که ذکر شد با بسیاری از معیارهای هنجاری و تجربی موجود در طراحی نماها نیز انطباق دارد. برای درک اینکه معیارهای بوم شناسی بصری در طراحی نمای ابنیه از چه طریق حاصل می شود لازم است فرآیند به دست آمدن آن ها تشریح شود؛ یعنی مطالعات و تحلیل هایی که بر روی مکانیسم های بینایی صورت گرفته است ارائه شده تا منظور بحث روشن شود؛ اما از آنجا که گنجایش مقاله اجازه پرداختن به تمامی موارد مذکور را نمی دهد به ناچار در مقاله حاضر، تنها به مکانیسم هایی که از میان موارد متعدد فیزیولوژیک بینایی برای هدف بحث تاکید شده است، اشاره شده و تنها نتایج حاصل از بررسی آن ها ذکر می شود و در ادامه بر اساس نتایج اولیه به دست آمده نماهای ابنیه تحلیل و معیارهای بوم شناسی برای آن ها ارائه می شود.

ضرورت کاربرد معیارهای بوم شناسی بصری در معماری و طراحی شهری

ادراک هر فضایی از شهر، طی فرآیندی شکل می گیرد که بخشی از این فرآیند مرتبط است با ارسال اطلاعات از پدیده و دریافت آن توسط اندام های حسی انسان. در حوزه معماری و شهرسازی و ادراک فضایی، به طور غالب دستگاه بینایی و چشم انسان است که در گرفتن اطلاعات دخیل است و پیام مخابره شده را از طریق

ارسال به مغز به ادراک منجر می کند. این موضوع یعنی در نظر داشتن نحوه ساختار بینایی، می تواند با توجه به میزان هماهنگی و ناهماهنگی نماها به عنوان بخش مهم و عمده محیط بصری پیرامون ما، با استانداردهای بینایی، بر خوشایندی و ناخوشایندی موضوع برای چشم نیز موثر باشد؛ در واقع در اینجا مسئله اصلی پرداختن به مواردی است که با ایجاد ارتباط بین فضای ساخته شده و ساختار بینایی انسان و پیدا کردن مسیرهای پیوند بین این دو سعی می کند که بین محیط بصری و بینایی انسان هماهنگی بیشتری برقرار کرده تا میزان خوشایندی آن محیط را به چشم بیشتر کند؛ مسئله ای که در واقع انطباق دادن محیط بصری با ویژگی های بیولوژیکی انسان را مد نظر دارد؛ تا به همان صورتی که تأثیرات نامطلوب محیط پیرامون بر انسان از جهات مختلف- مانند صوت، هوا، خاک و ... بررسی می شوند، محیط بصری اطراف انسان نیز به عنوان یکی دیگر از فاکتورهای اکولوژیکی مطالعه شود. همواره در گذشته در دانش شهرسازی مباحثی مانند آلودگی آب، هوا و صوت به لحاظ اکولوژیکی مطرح شده اند و محیط بصری به عنوان یکی از اصلی ترین محیط هایی که بشر در طول زندگی خود مانند سایر محیط ها با آن در تماس است مورد غفلت واقع شده است. بنابراین در دنیای امروز ضرورت توجه به محیط بصری به عنوان یکی از فاکتورهای اکولوژیکی اهمیت پیدا می کند؛ و همان طور که سایر ابعاد محیط زیست انسان به دلیل تأثیر گذاری بر کیفیت زندگی آن مورد توجه هستند، محیط بصری وی نیز باید با این دیدگاه از اهمیتی مشابه برخوردار باشد. لذا در اینجاست که باید علاوه بر نتایجی که تا امروز به طور تجربی و حسی در شکل دهی به محیط بصری مطلوب و خوشایند به دست آمده، به صورت علمی نیز این مسئله مورد توجه قرار گیرد و معیارهای انطباق محیط بصری با مکانیسم ها و استانداردهای بینایی نیز تبیین شود.^۴ از آنجا که در گذشته مهم ترین منبع الهام بشر برای ساخت محیط و مهم ترین ابزارهای ساخت آن طبیعت پیرامون وی بوده، این نیاز چندان احساس نمی شده است؛ چراکه آنچه ساخته می شده در هماهنگی کامل با طبیعت وی بوده و آنچه طبیعت عرضه می کرده مطابق با سرشت بشری و در نتیجه هماهنگ با طبیعت شرایط ادراک انسان بوده است. اما با گذشت زمان و بروز نیاز های جدید و در الویت قرار دادن مسائلی از قبیل سهولت و سرعت و عملکرد و ... در حقیقت معیارهایی که دنیای جدید به محیط و انسان تحمیل کرده است، محیط انسان ساخت از شرایط طبیعی، از فرم های طبیعی و از مصالح طبیعی و ... فاصله می گیرد و هر چه بیشتر انطباق خود را با شرایط ادراک بصری آدمی از دست می دهد، حتی در مواردی، با در نظر گرفتن مباحث ویدئواکولوژی، به اشکالی در می آیند که گاهاً در تضاد با ویژگی طبیعی ادراک بصری بشر هستند. لذا به نظر

بخش محیط بصری اطراف ما باشد؛ چه به لحاظ وسعت و چه به لحاظ ارتباط بی‌وقفه‌ای که با آن داریم. لذا با وجود اینکه معیارهای حاصله می‌تواند در طراحی هر آنچه نمود بصری پیدا می‌کند به کار برده شود اما با توجه به اهمیت موضوع و زمینه تخصصی مورد نظر، نماهای ابنیه به عنوان مهم‌ترین بخش محیط بصری، گسترده‌ترین مصادیق این مبحث شناخته می‌شود.

فرآیند دست‌یابی به معیارهای بوم‌شناسی بصری

در ابتدا برای فهم این موضوع که چه نوع پدیده بصری‌ای در دستگاه بینایی هماهنگ است و چه نوع از آن ناهماهنگ و در نتیجه به چشم ناخوشایند می‌باشد، باید شناخت دقیقی از نحوه کارکرد دستگاه بینایی داشته و بتوان با شناخت مکانیسم‌ها و استانداردهای مؤثر، نحوه دریافت و تحلیل پدیده بصری را شناسایی کرد. با شناخت این روند و نحوه واری، پردازش و شناخت پدیده بصری می‌توان به این موضوع پی برد که پدیده بصری مورد نظر باید دارای چه مشخصات فیزیکی-بصری‌ای باشد تا با نحوه کارکرد دستگاه بینایی در دریافت اطلاعات از آن هماهنگی بیشتری داشته و یا به عبارتی دارای چه ویژگی‌هایی باشد تا چشم به راحتی و به درستی بدون ایجاد اختلال، آن را دریافت کند. این موضوع یعنی ویژگی-هایی که باعث می‌شوند چشم تصاویر را بهتر شناسایی کند، در علم فیزیولوژی بینایی به غنای بینایی معروف است. یعنی ویژگی‌هایی در تصویر که موجب غنای بینایی می‌شوند. به طور کلی مبنای بحث بوم‌شناسی بصری نیز پی‌بردن به عوامل غنی‌کننده در تصویر و هماهنگ‌کننده با بینایی است که در مجموع برای چشم خوشایند تر باشند. واسیلی فیلین نیز به عنوان اولین کسی که این موضوع را پیگیری کرده است، در ابتدای امر به مطالعه فیزیکی و فیزیولوژیکی یکی از مکانیسم‌های بینایی^۵ می‌پردازد و با انجام آزمایش‌های گوناگونی در ارتباط با نحوه کارکرد آن مکانیسم سعی می‌کند ویژگی‌هایی که در پدیده بصری باعث می‌شوند این مکانیسم به درستی عمل کرده و یا بالعکس موجب اختلال در آن شوند شناسایی کند؛ سپس بر مبنای نتایج حاصل از این مطالعات، محیط بصری معماری و شهری را که بر طبق نحوه عملکرد این مکانیسم دارای ویژگی‌های هماهنگ و یا ناهماهنگ هستند، شناسایی و معرفی می‌کند. در اینجا نیز همان‌طور که ذکر شد، با مطالعه و بررسی نحوه کارکرد دستگاه بینایی انسان معیارهای بصری اولیه‌ای به دست آمده است که با وجود آن‌ها، هر یک از مکانیسم‌های مختلف بینایی، مناسب تر و کامل‌تر عمل می‌کنند. سپس با توجه به حوزه مورد نظر، این معیارها برای تحلیل و کاربرد در محیط بصری معماری و شهری (نماهای ابنیه) تعمیم داده شده است.

می‌رسد پرداختن به این جنبه از تأثیرات متقابل محیط و انسان ضروری است. هم از این باب که محیط بصری نیز مانند سایر جنبه‌های محیط اطراف انسان نیاز به بررسی و مطالعه علمی و نگاهی اکولوژیکی دارد و هم این نظر که باید بتوان قوانینی علمی در کنار قواعد زیبایی‌شناسی طراحی محیط بصری تدوین کرد. از این منظر که تأثیرات محیط بصری بر بینایی مانند سایر جنبه‌های محیط بر سلامت انسان مهم است ضرورت بوم‌شناسی این بحث را توجیه می‌کند.

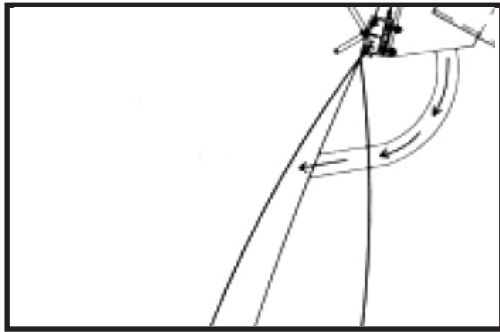
چراکه محیط مصنوع اطراف انسان در سالیان طولانی و همچنین تحت تأثیر تغییر شیوه‌های زیست در معرض تغییرات زیادی بوده و هست. این موضوع و تحمیل حجم زیادی از پدیده‌های مصنوع بصری به محیط اطراف انسان چه در قالب ابنیه و چه تصاویری که به دلایل مختلف در معرض دید انسان قرار می‌گیرد الزام وجود معیارها، اصول و استانداردهایی را برای شکل‌دهی به محیط بصری مصنوع مهم می‌کند.

تعریفی که فیلین به عنوان پایه‌گذار این بحث از محیط بصری ارائه می‌دهد عبارت است از: " محیط اطراف انسان با تمام گوناگونی-هایش که بشر از طریق حواس بینایی خود درک می‌کند. به عبارت دیگر جنگل‌ها، سواحل، کوه‌ها، ساختمان‌ها و ابنیه، محیط داخلی منازل و مناطق صنعتی، اتومبیل‌ها، کشتی‌ها و هواپیما و ..."

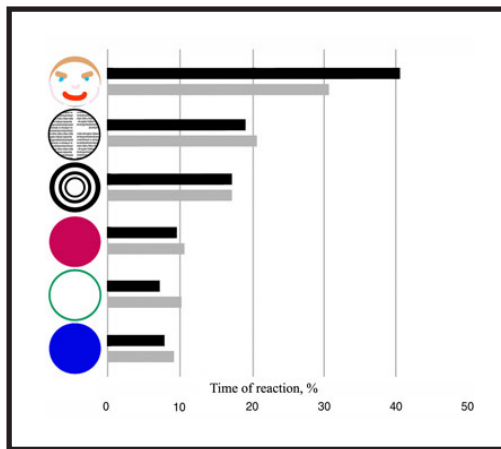
(Filin;1998; p. 45). او تمام محیط بصری را به طور قراردادی به دو دسته طبیعی و مصنوع تقسیم بندی می‌کند و توضیح می‌دهد که محیط بصری طبیعی کاملاً با استانداردهای فیزیولوژیکی بینایی مطابقت داشته و محیط مصنوع که لنگه دیگر کفش است امروزه به طور گسترده‌ای با محیط طبیعی در اختلاف می‌باشد؛ و اغلب حالات با قوانین ادراک بصری در تضاد است؛ و در ادامه برای تشریح اهمیت بحث محیط بصری به عنوان یک محیط اکولوژیکی، به این واقعیت اشاره می‌کند که "بیش از ۹۰ درصد از تاریخ زندگی بشر در محیط طبیعی و در هارمونی با طبیعت بوده و در واقع طبیعت به عنوان یک واحد یکپارچه با انسان بوده است. در نتیجه محیط بصری‌ای که بشر را احاطه کرده بود کاملاً با ساختار بینایی و استانداردهای بصری در تطابق کامل قرار داشت. اما به مرور زمان با یکجانشینی و در نهایت با شکل‌گیری و توسعه شهرها و دگرگون شدن نحوه زیست بشر که اوج آن در انقلاب صنعتی رخ داد، محیط بصری نیز دچار دگرگونی فاحش شده و هر چه بیشتر از محیط طبیعی فاصله گرفت است؛ و به این دلیل است که بحران‌های فراوان از جمله بحران اکولوژیکی بصری بروز پیدا کرد." (همان) مصادیقی را که خود او نیز برای تشریح مقاصد بوم‌شناسی بصری به کار می‌برد شامل نمونه‌های از نمای ابنیه می‌باشد. چراکه شاید این بخش از محیط بصری پیرامون مهم‌ترین و گسترده‌ترین

دید دو چشمی^۸ و نظریه تابع انعکاس^۹ و فرکانس فضایی^{۱۰} است. با بررسی و تحلیل نحوه کارکرد این مکانیسم ها و نقشی که هر یک در دریافت تصاویر دارند ویژگی هایی که می توانند با این مکانیسم ها هماهنگ بوده و باعث شوند که به درستی و کامل عمل کنند شناسایی شده است. همچنین از همین طریق ویژگی هایی در تصویر که بالعکس، موجب اختلال و یا ناقص عمل کردن این مکانیسم ها می شود نیز استخراج شده است. در ادامه سعی شده است خلاصه ای از تعریف و موارد هماهنگ و ناهماهنگ هر یک از مکانیسم ها که در پیش ذکر شد، ارائه شود.

مورد نظر، اندازه آن، ترکیب و شکل آن، محتوای و تعداد عناصر تشکیل دهنده تصویر، ساختار شکل و تنوع و تراکم عناصر تشکیل دهنده آن قرار گیرند؛ تصاویر ۱ تا ۴ به طور اجمالی مطالب مربوط به این مکانیسم را تشریح می کنند.



تصویر(۲): ثبت حرکات چشم در حالتی که به صورت یک انسان نگاه می کند- یکی از معروف ترین آزمایشاتی که نشان می دهد چشم برای واری تصویر بر روی نقاط کلیدی و عطف و شاخص تصاویر فوکوس می کند



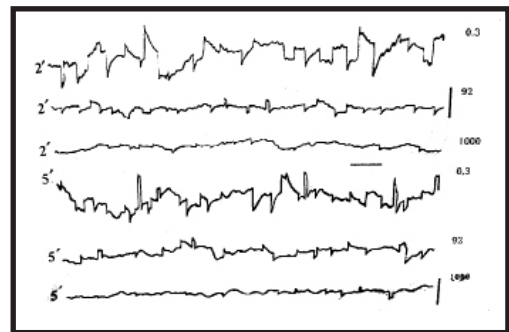
تصویر(۴): نتیجه آزمایش Fantz بر روی نوزادان- خطوط افقی نشان دهنده میزان زمانی است که کودک برای نگاه به تصاویر سمت چپ نمودار صرف کرده است. خطوط تیره نتیجه به دست آمده از کودکان بین ۲ تا سه ماه است و خطوط روشن مربوط به کودکان بالای سه ماه- آزمایش نشان داده است که میزان فوکوس چشم نوزادان بر روی تصاویری که دارای جزئیات بیشتر و معنادارتری هستند بیشتر است. این آزمایش گویای آن است که محتوا و ویژگی تصویر به خودی خود در نوع عکس العمل چشم تاثیر دارد؛ همچنین این موضوع نشان می دهد که در جذب چشم به تصویر، فرم و ساختار مهم تر از رنگ و روشنایی تصویر می باشد. (دایره بالا قرمز رنگ، دایره وسط سفید رنگ و دایره پایین خاکستری.

معیارهای هماهنگی و ناهماهنگی پدیده های بصری با دستگاه بینایی (حاصل از مطالعه مکانیسم های بینایی)

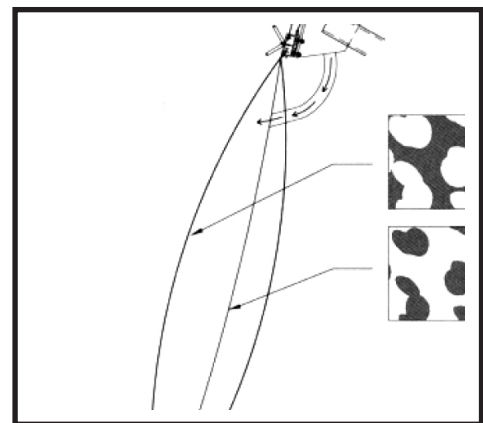
برای دست یابی به معیارهای مورد نظر همان طور که اشاره شد باید به مطالعه و بررسی استانداردها و مکانیسم های دستگاه بینایی انسان پرداخت و نحوه دریافت و واری تصاویر را در آن تحلیل کرد. این موضوع در تحقیقات اولیه اینجانبان با تاکید بر پنج مکانیسم مهم بینایی به تفصیل صورت گرفته است؛ این مکانیسم ها شامل مکانیسم حرکات ساکادی^۶، مکانیسم روشن-خاموش^۷، مکانیسم

۱- مکانیسم حرکات ساکادی:

این مکانیسم نوعی از حرکات چشم است که به منظور جستجو و واری محیط و گرفتن اطلاعات لازم از آن برای ارسال به مغز صورت می گیرد. این حرکات می توانند تحت تاثیر روشنایی پدیده



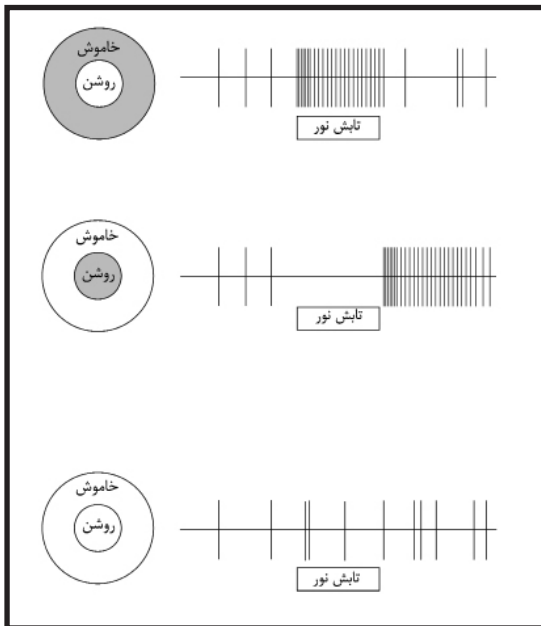
تصویر(۱): این نمودار ها ثبت حرکات چشم را در حالتی که بر نقطه هایی با اندازه و روشنایی متفاوت فوکوس کرده است نشان میدهد. ۳' و ۵' اندازه نقاط و اعداد سمت راست میزان روشنایی را نشان می دهند. مشاهده می شود تحت تاثیر تغییر ویژگی های پدیده بصری حرکات چشم نیز تغییر کرده و دامنه و نوسان آن ها از حالت طبیعی خارج می شود.



تصویر(۳): آزمایشاتی به نام های مخطط ملوانی(بالا چپ و راست) بافت نقطه ای(پایین چپ)، و پرتو افکن(پایین راست) که برای بررسی تاثیر تراکم و تعداد عناصر یکسان تشکیل دهنده تصویر بر روی افراد مختلف انجام شده است. نتیجه آزمایش اختلال در سیستم ساکادی و ایجاد ناراحتی مغزی را نشان داده است در واقع نشان دهنده اینکه محتوای عناصر تشکیل دهنده تصویر در صورتی یکسان و مشابه و خصوصا اگر در تراکم بالا باشند این اتفاق حاصل می شود

۲- مکانیسم روشن - خاموش:

این مکانیسم مربوط به پاسخ سلول‌های قشر بینایی به اطلاعات ارسالی از تصاویر می‌شود. از مکانیسم روشن خاموش این نتایج حاصل شده است که آنچه در مورد انطباق تصاویر با این مکانیسم قابل برداشت است مربوط می‌شود به وجود نوعی از تباین و اختلاف در محتوای تصویر حال به هر طریقی که به دست آید؛ چراکه این مکانیسم تشریح می‌کند که مبنای تشخیص شاکله تصویر توسط نورون‌های عصبی بینایی، وجود اختلاف و تباین است و در صورتی که این تباین‌ها وجود نداشته باشند پاسخ این سلول‌ها بسیار اندک و یا بدون پاسخ خواهند بود (تصویر ۵). این موضوع هم در مورد نور و روشنایی و هم در مورد رنگ مصداق دارد. این اختلافات را می‌توان از طرق مختلفی در تصاویر ایجاد کرد؛ به عنوان مثال علاوه بر آنکه وجود اختلاف در روشنایی و رنگ، خود کمک‌کننده هستند وجود لبه‌ها^{۱۱}، جزئیات و عناصر متنوع که به ایجاد اختلاف کمک می‌کنند نیز عوامل تاثیر گذاری می‌توانند باشند؛ به طور خلاصه و اجمالی می‌توان به موارد زیر به عنوان عوامل هماهنگ‌کننده تصویر با این تفاوت در نور - وجود کنتراست و تفاوت در رنگ.



تصویر(۵): پاسخ‌های یک سلول مرکز روشن به تقابل یا کنتراست - دو تصویر بالایی نشان می‌دهد که موثرترین راه به حداکثر رساندن تحریک سلول مرکز روشن یا مرکز خاموش این است که ناحیه روشن یا خاموش میدان گیرندگی را کاملاً روشن کنیم و تصویر زیری نشان می‌دهد که اگر به هر دو میدان گیرندگی سلول هم زمان نور تابانده شود سلول واکنش چندانی نشان نمی‌دهد

آنچه از مطالعاتی که به صورت مبسوط بر روی این مکانیسم انجام شده است و متأسفانه در این مجال ارائه آن امکان‌پذیر نیست، برخی ویژگی‌های هماهنگ و ناهماهنگ با این مکانیسم را به دست داده است که می‌توان به صورت موارد زیر بیان کرد:

- با توجه به مباحث فیزیولوژیکی که در این زمینه تشریح شد، به طور کلی وجود جزئیات و عناصر متنوع، کنتراست‌ها و تقابل‌ها در تصویر و سطوح و اشکالی که از هندسه‌ای ساده و خشک دور هستند و به طور کلی تصاویری که به اندازه کافی اطلاعات بصری برای فوکوس و تثبیت در اختیار چشم قرار می‌دهند از مواردی است که برای این حرکات و تثبیت‌ها مهم می‌باشند. (جدول شماره ۱)
- در مقابل چنین ویژگی‌هایی با توجه به اینکه حرکات ساکادی یا بهتر است گفته شود فوکوس و تثبیت چشم بر روی موضوعات یکنواخت و بدون اطلاعات بصری کافی کمتر صورت می‌گیرد، این موضوع مشخص می‌شود که پدیده‌های بصری که از عناصر متنوع و جزئیات کافی یا نقاط تاکید و عطف و یا نقاط دارای کنتراست و تباین تشکیل نشده‌اند با چنین مکانیسمی هماهنگی کامل ندارند و حرکات ساکادی در چنین پدیده‌های بصری‌ای به طور طبیعی عمل نمی‌کند.

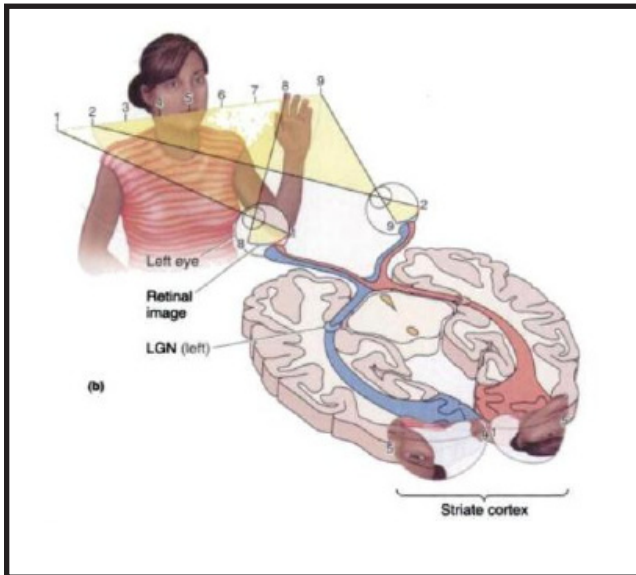
- از طرفی به نظر می‌رسد هنگامی که عناصر تشکیل‌دهنده یک پدیده بصری همسان باشند و به تعداد زیاد تکرار شوند، می‌تواند ویژگی‌هایی به پدیده بصری بدهد که نه تنها با این مکانیسم در هماهنگی نباشد، بلکه برای چشم ناخوشایند و نامطلوب نیز جلوه کند (این پدیده‌های بصری به اسم پدیده‌های ته‌اجمی نام‌گذاری شده‌اند).

عنوان	توضیح
وضوح	وضوح و مشخص بودن عناصر تصویر در زمینه که چشم برای جستجو به راحتی بر عناصر فوکوس کند.
تاکید- نقاط عطف	نقاط کلیدی و برجسته در تصویر که چشم به عنوان نکته‌ای مهم آن را جستجو می‌کند.
جزئیات	وجود جزئیات به دلیل ایجاد موضوعی جدید برای فوکوس کردن
تنوع عوامل تشکیل‌دهنده	تنوع عوامل تشکیل‌دهنده تصویر نیز با ایجاد موضوع جدید به فوکوس بیشتر کمک می‌کند.
کنتراست و تباین	کنتراست و تباین با ایجاد نقاط جاذب با فوکوس و عمل تثبیت چشم هماهنگ است.
وجود لبه‌ها	لبه‌ها که خود از ساختار متنوع شکل و جزئیات و عناصر آن تشکیل می‌شود به عنوان نقاط کلیدی برای حرکات ساکادی و ایجاد مسیرهای بینایی عمل می‌کند.

جدول (۱): ویژگی‌هایی که موجب غنای بینایی و هماهنگی با مکانیسم حرکات ساکادی هستند.

۳- مکانیسم دید دوچشمی:

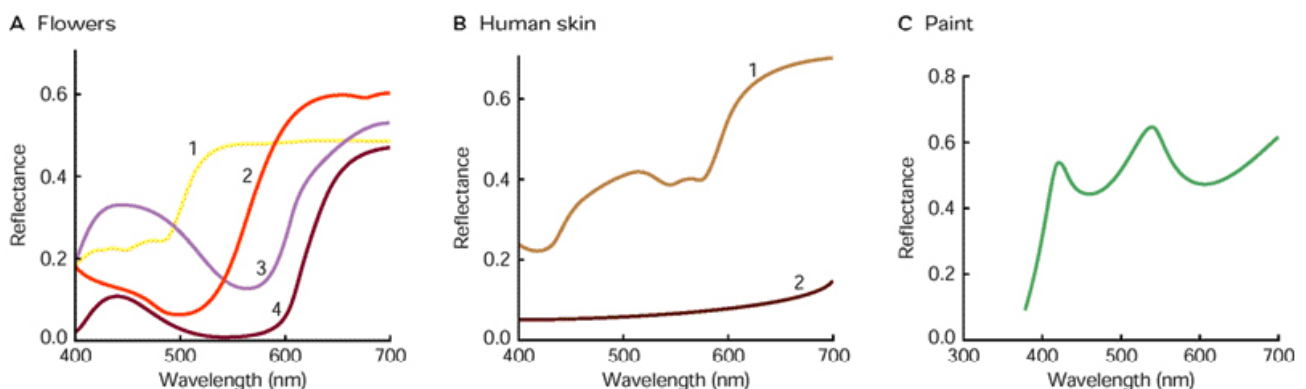
این مکانیسم مربوط می شود به تشخیص نهایی شاکله تصویر. چشم ها از یکدیگر تقریباً ۶ سانتی متر فاصله دارند و لذا تصویر ارسالی از هر یک به قشر بینایی متفاوت می باشد. "به خاطر این فاصله، هر چشم جهتی متفاوت از میدان بینایی و بنابراین تصویری متفاوت از واقعیت دریافت می کند" (Coren; M.Ward; 1994; p.343). ولی مغز با آگاهی از این تفاوت، آن ها را با هم تلفیق کرده و تصویر واحد و نهایی را تشکیل می دهد؛ به این عمل mismatch می گویند (تصویر ۶). از بررسی و تحلیل ویژگی های این مکانیسم مشخص شده است که وجود نوعی تفاوت در میدان گیرنده بینایی نوروها با عمل mismatch هماهنگی بیشتری دارد؛ در واقع باز هم به نوعی وجود تباین یا تفاوت و تنوع در تصویری که به میدان گیرنده بینایی مخابره می شود لازم است. این موضوع می تواند به این معنا باشد که وقتی در سطوح نسبتاً بزرگ که همه میدان بینایی را شامل می شود هیچ گونه تنوع شکلی وجود ندارد و یا برعکس همه عوامل تشکیل دهنده تصویر کاملاً مشابه و یکسان هستند هماهنگی لازم با این مکانیسم وجود ندارد.^{۱۲}



تصویر (۶): نمونه ای که دید دوچشمی و تفاوت تصاویر ارسالی از چشم راست و چپ از میدان بینایی را نشان می دهند

۴- نظریه تابع انعکاس:^{۱۳}

سطوح طبیعی فوکوس و تثبیت بیشتری انجام می دهد. (تصویر ۷). در واقع آنچه باعث می شود که سطوح و بافت ها و رنگ های طبیعی نسبت به مصنوعی به تجربه خوشایند تر و چشم نوازتر باشد دلیلی فیزیولوژیکی دارد و آن هم متوجه تابع انعکاس آن هاست که به چشم می رسد. بنابراین به نظر می رسد که می توان نتیجه گرفت که چشم بر بافت ها و عناصر طبیعی و رنگ های طبیعی نسبت به نوع مصنوعی آن ها فوکوس بیشتری می کند و آن ها از خوشایندی بیشتری برای چشم برخوردارند.

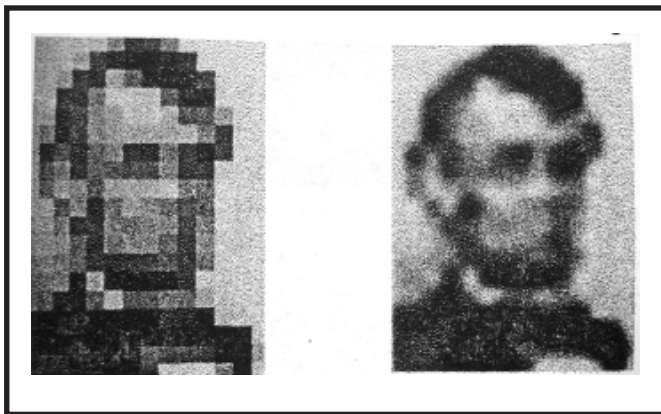


تصویر (۷): نمونه هایی از تابع انعکاس سطوح مختلف، از سمت چپ به ترتیب تابع انعکاس انواع گل ها نشان داده شده است نمودار بعدی نشان دهنده تابع انعکاس پوست بدن انسان است که منحنی بالایی متعلق به انسان سفید پوست و منحنی پایینی متعلق به یک سیاه پوست است. نمودار آخر نیز تابع انعکاس یک نقاشی با رنگ مصنوعی است. همان طور که مشخص است تابع انعکاس سطح مصنوعی پیچیده تر و سطوح طبیعی نرم تر است

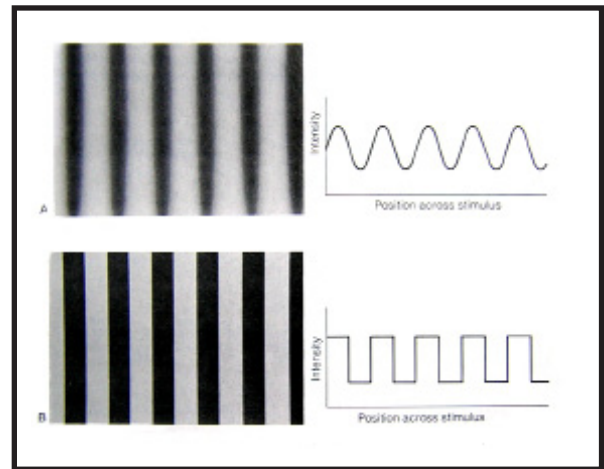
۵- نظریه فرکانس فضایی : ۱۴

تأثیر نوع فرکانس فضایی در ادراک تصویر و ارتباط آن با مشخصات محرک دیداری است. اولاً در اینجا مسئله بالا بودن و یا پایین بودن فرکانس فضایی محرک ها و تأثیر آن بر بینای مطرح است؛ ثانیاً از طرف دیگر ارتباط بین نوع امواج ساطع شده از محرک و الگویی که از آن پیروی می کنند مهم می باشد. یک محرک بینایی ممکن است دارای الگوی موج سینوسی باشد یا الگوی موج مربعی؛ هر دو نوع الگو نیز در طبیعت وجود دارد (تصویر ۸). اما تحقیقات نشان داده است که نورون های قشر بینایی اولیه به محرک یا تصاویری که دارای الگوی موج سینوسی هستند نسبت به آن هایی که از الگوی موج مربعی پیروی می کنند بهتر پاسخ می دهند. در واقع به آن محرک هایی که دارای لبه های تیز هستند و موج مربعی تولید کرده و بسامد فضایی بالا دارند پاسخ مناسبی نمی دهد (تصویر ۹).

نظریه فرکانس فضایی نظریه ای است که نحوه دریافت و تحلیل اطلاعات توسط قشر شبکیه را توضیح می دهد؛ این نظریه در کنار نظریه ای که مانند سیستم روشن-خاموش دریافت اطلاعات را به تشخیص لبه های اجسام مربوط می کند مطرح شده است. "آزمایش های بسیاری نشان داده اند که مفهوم بسامد فضایی در ادراک بینایی نقش اساسی ایفا می کند و الگوهای ریاضی نشان داده اند که اگر اطلاعات موجود در یک صحنه در ابتدا بر حسب بسامد فضایی رمزگردانی شود اطلاعات مذکور می تواند به گونه ای مؤثرتر بازنمایی شود. به این ترتیب مغز هم احتمالاً به همین شیوه اطلاعات را بازنمایی می کند" (کارسون؛ ۱۳۷۹؛ ص ۲۵۴). اما آنچه در کنار معرفی مفهوم فرکانس فضایی در اینجا مهم می باشد



تصویر (۹): آزمایشی معروف که در آن سعی شده است با حفظ میزان اطلاعات بصری موجود در تصویر فرکانس های فضایی بالای تصویر از بین برود. هر دو تصویر حاوی مقدار یکسانی از اطلاعات هستند اما اطلاعات با بسامد بالا از تصویر سمت راست حذف شده است مشاهده میشود که با حذف فرکانس های فضایی بالا تصویر وضوح بیشتری پیدا کرده است



تصویر (۸): A: الگوی توزیع فضایی موج سینوسی، مصادیق این نوع موج خطوط منحنی و اشکال نرم می باشد B: الگوی توزیع فضایی موج مربعی. مصادیق این نوع موج نیز خطوط تیز و مستقیم زوایای تیز و اشکال مربعی و لبه تیز می باشد

اشکالی که از خطوط مستقیم و تیز و لبه ای برجسته تشکیل شده اند. این موضوع با نگاهی به طبیعت نیز به عنوان فضایی که از پدیده های متناسب با استانداردهای بینایی انسان تشکیل شده است قابل درک است.

• فرکانس های فضایی خیلی بالا و خیلی پایین برای درک بینایی چندان خوشایند نیستند و با توجه به سیستم تشخیص نورون های قشر بینایی که مانند سیستم خاموش- روشن عمل می کنند، با این مکانیسم ها هماهنگی ندارند. مصادیق این نوع فرکانس ها را می توان تصاویری دانست که از عناصر یکسان و خیلی زیاد تشکیل شده اند که با ایجاد فرکانس های فضایی بالا ولی در عین حال عدم ارسال اطلاعات بصری مناسب و مفید نورون های قشر بینایی را تحریک نمی کنند. همچنین تصاویری نیز که فاقد اطلاعات بصری کافی بوده و از

آنچه در نهایت می توان به عنوان نتایج مطالعات و بررسی های مفصل صورت گرفته در این بحث که در اینجا فرصت پرداختن به همه آن ها نیست، ارائه داد به صورت زیر می باشد:

• ظاهراً الگوی موج سینوسی برای درک بینایی، مطلوب تر از الگوی موج مربعی است. از آنجا که اشکال و خطوطی که دارای لبه های تیز و برجسته هستند از الگوی موج مربعی پیروی می کنند و همچنین اشکال و خطوط منحنی و نرم و نزدیک به خطوط طبیعت از الگوی موج سینوسی پیروی می کنند به نظر می رسد دلیل خوشایند به نظر رسیدن خطوط نرم و منحنی این مسئله باشد. بنابراین تصاویر و موضوعاتی که دارای لبه های نرم، خطوط منحنی و نرم و ساختار ملایمی هستند برای چشم مطلوب تر و خوشایندتر هستند، نسبت به

سطوح یکدست تشکیل شده اند با داشتن فرکانس های فضایی پایین با مکانیسم های بینایی هماهنگی ندارند و به چشم خوشایند نیستند. در همین مورد تصاویری که از عناصر دارای لبه های تیز و غیر ملایم زیاد، تشکیل شده باشند از آنجا که فرکانس فضایی بالایی تولید می کنند نیز نمی توانند از این نظر هماهنگی لازم و خوشایندی کافی برای

چشم داشته باشند.

به طور خلاصه می توان معیارهای اولیه که باعث هماهنگی و یا ناهماهنگی تصاویر به چشم می شوند را در قالب جداول شماره ۲ و ۳ به صورت زیر بیان کرد:

جدول (۲): معیارهای هماهنگی تصاویر بصری با بینایی بر اساس مباحث بوم شناسی بصری

مکانیسم های مرتبط با آن	معیارهای هماهنگ با بینایی	
حرکات ساکادی	وضوح	عواملی که موجب انزای بینایی می شود
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش	تاکید - وجود نقاط عطف	
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش	وجود جزئیات کافی و متعادل	
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش، دید دو چشمی	وجود تنوع در عوامل تشکیل دهنده	
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش، دید دو چشمی	وجود کنتراست و تباین در نور	
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش، دید دو چشمی	وجود کنتراست و تباین در رنگ	
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش	وجود لبه ها	
تابع انعکاس سطح	طبیعی بودن رنگ ها و سطوح	
فرکانس فضایی و الگوی موج سینوسی	خطوط و سطوح نرم و منحنی	

جدول (۳): معیارهای ناهماهنگی تصاویر بصری با بینایی بر اساس مباحث بوم شناسی بصری

مکانیسم های مرتبط با آن	معیارهای ناهماهنگ با بینایی
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش	یکنواختی سطح
سیستم روشن - خاموش	یکدستی رنگ
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش	عدم وجود جزئیات معنادار
حرکات ساکادی، سیستم روشن - خاموش، دید دو چشمی	عدم وجود عناصر متنوع
حرکات ساکادی، دید دو چشمی، فرکانس فضایی	وجود جزئیات بیش از اندازه و مشابه
تابع انعکاس سطح	سطوح مصنوعی
الگوی موج سینوسی یا مربعی	خطوط صرفاً مستقیم و تیز
فرکانس فضایی و الگوی موج سینوسی یا مربعی	جزئیات و لبه های نوک تیز

تحلیل نمای ابنیه بر اساس معیارهای بوم شناسی بصری

بینایی هماهنگ نبوده و برای چشم مناسب نیستند و نماهای آسایش بخش با توجه به هماهنگی ای که با مکانیسم های بینایی دارند برای چشم مناسب تشخیص داده شده اند.

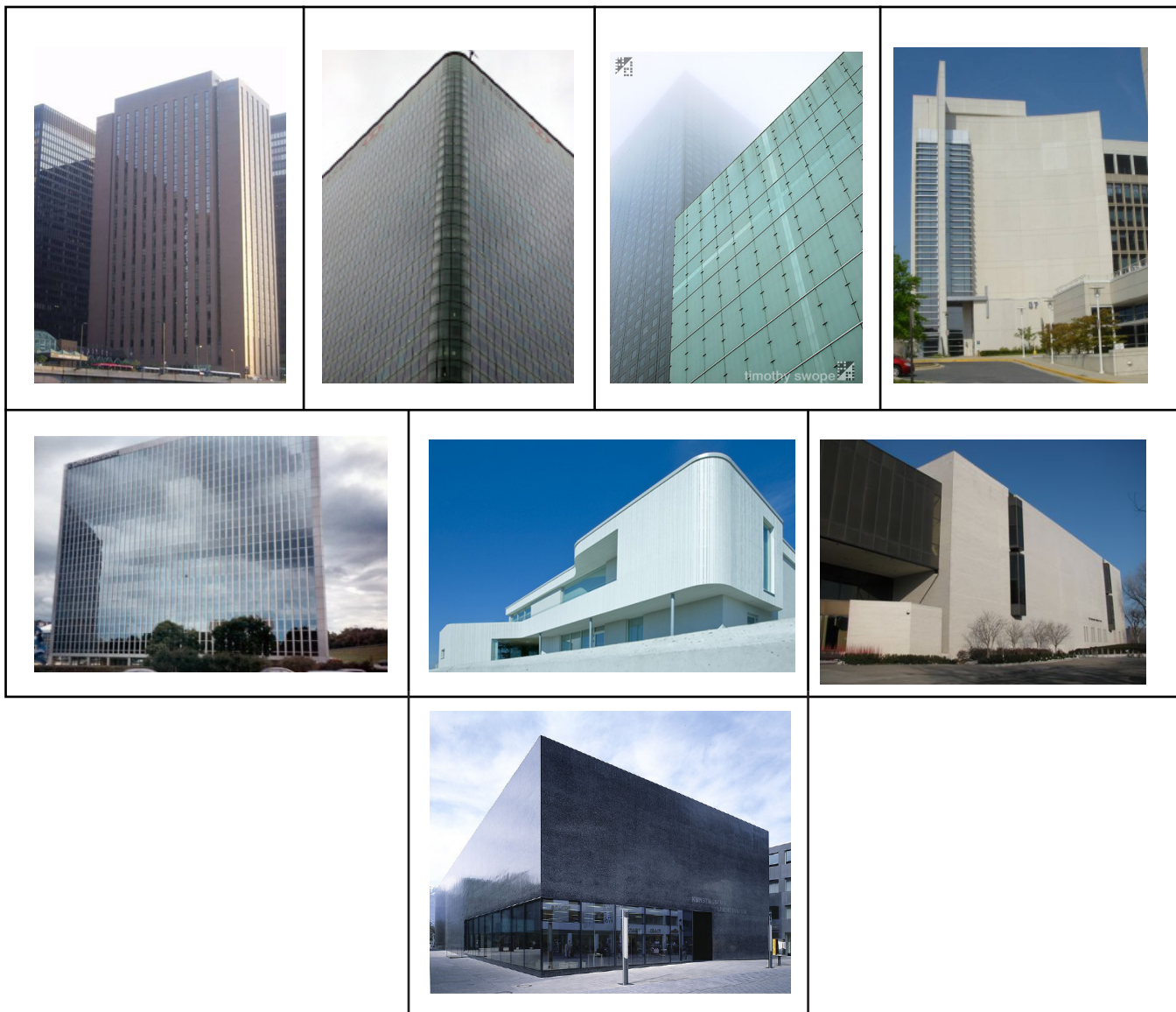
۱- نماهای یکنواخت

این نوع از نماها با توجه به اینکه اطلاعات بصری بسیار اندکی داشته و از تنوع لازم در محتوا برخوردار نیستند به این اسم نام گذاری شده اند. این نماها در نگاه اول شناخته شده و میزان فوکوس

نماهای ابنیه را می توان با توجه به تقسیم بندی ای که بوم شناسی بصری برای محیط های مختلف ارائه داده است به سه دسته نماهای یکنواخت و یا همگن^{۱۵}، نماهای تهاجمی^{۱۶} و نماهای آسایش بخش^{۱۷} تقسیم بندی کرد. این تقسیم بندی با توجه به ویژگی هایی که پدیده های بصری بر دستگاه بینایی انسان داشته اند صورت گرفته است؛ نماهای یکنواخت و تهاجمی با توجه به مشخصات خود که در ادامه تشریح می شوند با استانداردهای

مصنوعی مثل بتن و همچنین مصالح بازتاب دهنده استفاده شده است خوشایند چشم نیستند^{۱۸}؛ به علاوه با توجه به مشخصات کلی آن‌ها که نسبتاً به طور مطلق از خطوط قائم و زوایای نوک تیز و اشکال هندسی خشک استفاده کرده‌اند نیز با توجه به به فرکانس فضایی و مطالب ذکر شده در پیش خوشایند بینایی نمی‌باشند. شکل‌های شماره ۱۰ تا ۱۷ نمونه‌های از این دست نماها را نشان می‌دهد.

چشم بر آن‌ها بسیار اندک است. آن‌ها به دلیل یکنواختی و یکسانی زیاد، عدم وجود جزئیات و تنوع لازم و کنتراست در کلیت آن‌ها، استفاده از سطوح بزرگ مقیاس و یکدست، با مکانیسم‌ها حرکات ساکادی و سیستم روشن-خاموش و فرکانس فضایی هماهنگی ندارند؛ این نوع نماها بیشتر در نمونه‌های بناهای مدرن بسیار دیده می‌شود؛ همچنین با توجه به اینکه در اکثر این مصادیق از مصالح



تصویرهای شماره (۱۰) الی (۱۷): نمونه‌هایی از نماهای یکنواخت یا همگن

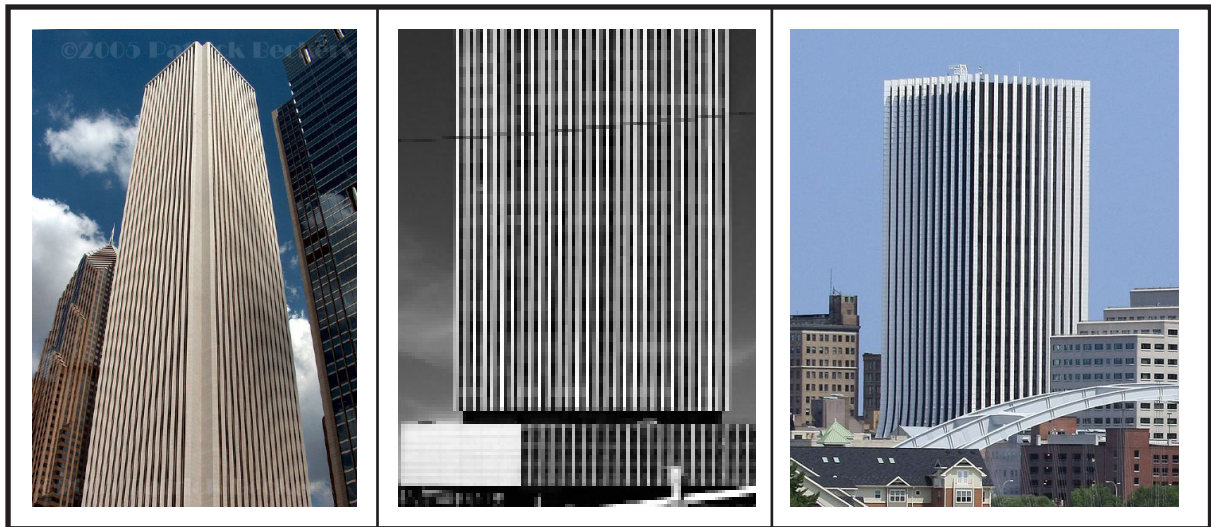
۲- نماهای تهاجمی

آن ایجاد می‌کنند. این محیط اطلاعات کاملاً مشابه را در تعداد و تراکم زیاد ارسال می‌کند و در نتیجه مطابق مباحث پیشین با توجه به اینکه فرکانس فضایی بالایی ایجاد می‌کنند، برای بینایی مناسب نبوده و پاسخ سلول‌های روشن-خاموش را نیز اندک می‌

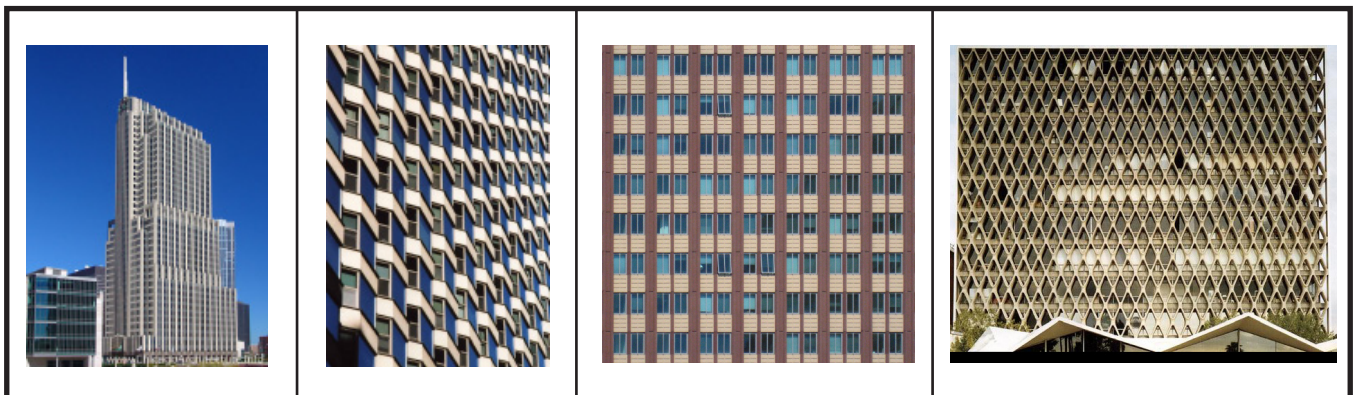
نماهای تهاجمی نماهایی هستند که فرد در یک لحظه تعداد فراوانی عناصر شبیه به هم مشاهده می‌کند. این نماها به دلیل داشتن اطلاعات یکسان و مشابه و در تعداد فراوان یا به عبارتی در تراکم بالا به نوعی فرد را آزار می‌دهد و احساس ناخوشایندی در

دهنده مثل شیشه در سطوح فراوان استفاده کرده، که باز هم بر طبق نظریه تابع انعکاس خوشایند چشم نمی باشند. به طور کلی، استفاده از عناصر کاملاً مشابه در تمام سطح نما و تقریباً در تعداد زیاد در تناسب با مقیاس سطح نما، استفاده از عناصر با الگوی موج مربعی (اشکال هندسی خشک، زوایای قائمه در سطوح - خطوط و در فرم احجام)، استفاده مطلق از مصالح بازتاب دهنده نور، عدم وجود تنوع در عناصر تشکیل دهنده نما، استفاده مطلق از بافت ها و جنس های کاملاً مصنوعی از جمله مشخصات این نوع نماها هستند. شکل های شماره ۱۸ تا ۲۵ نمونه هایی از این دست نماها هستند.

کنند. همچنین با توجه به تشابه کامل عناصر آن ها با مکانیسم دید دوچشمی و روشن-خاموش نیز هماهنگ نیستند. همچنین این محیط ها با توجه به اینکه می توانند نمونه عینی آزمایشات مخطط ملوانی^{۱۹} و پرتو افکن^{۲۰} (قابل مشاهده در شکل ۳) محسوب شوند، حرکات ساکادی را دچار اختلال کرده و از حالت طبیعی آن خارج می کنند. این نوع از نماها بیشتر در ابنیه مدرن به فراوانی دیده می شوند؛ از آنجا که این نوع نماها در اکثریت موارد از خطوط کاملاً مستقیم و لبه ها و زوایای تیز نیز استفاده می کنند از این جهت نیز بر طبق نظریه فرکانس فضایی مطلوب بینایی نیستند. در ضمن این نوع نماها از مصالح مصنوعی بتن و فلز و از نوع بازتاب



تصویر های شماره (۱۸) الی (۲۰) چپ: نمونه ای از نماهای تهاجمی - همان طور که مشاهده می شود این نوع نماها را می توان به طور کامل نمونه عینی آزمایشات مخطط ملوانی دانست که با مکانیسم های بینایی نا هماهنگ بوده و یا باعث اختلال در عملکرد آن می شوند.



تصویر های شماره ۲۱ الی ۲۴: نمونه های دیگری از نماهای تهاجمی.

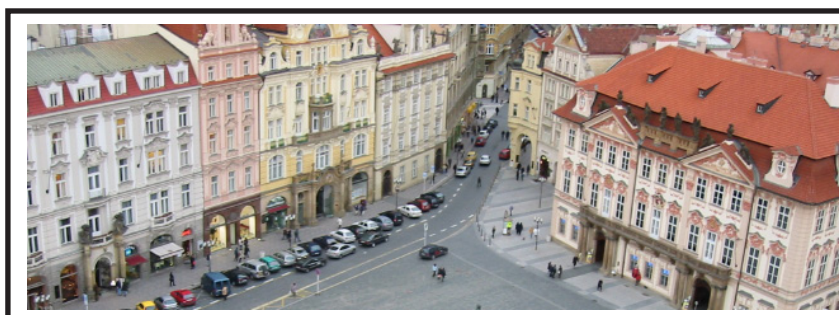
۳- نماهای آسایش بخش

حرکات ساکادی و روشن-خاموش و دید دوچشمی در هماهنگی می‌باشند. همچنین به خاطر داشتن خطوط نرم و منحنی و تعدیل در تعداد عناصر تشکیل دهنده و همچنین وجود اطلاعات بصری کافی به دلیل جریئات و لبه‌ها با فرکانس فضایی در هماهنگی بوده و به دلیل استفاده از سطوح و بافت‌های طبیعی در اغلب موارد با تابع انعکاس در هماهنگی می‌باشند. شکل‌های شماره ۲۶ تا ۳۳ نمونه‌های از این دست نماها هستند.

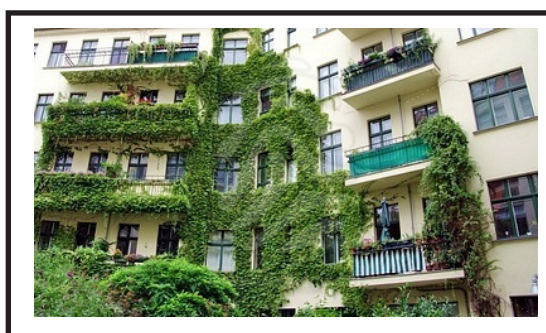
این نماها دارای ویژگی‌هایی هستند که بر خلاف دو نوع دیگر که ذکر شد، با مکانیسم‌های طبیعی بینایی مطابقت دارد و تا حد امکان به ویژگی‌های محیط طبیعی اعم از اشکال و فرم‌ها، رنگ‌ها و بافت‌ها نزدیک است. این نماها با توجه به وجود تنوع کافی در عناصر تشکیل دهنده، وجود نقاط عطف و تاکید لازم، کنتراست‌ها و تباین‌ها به میزان کافی در رنگ‌ها و نور و اشکال، با مکانیسم‌های



تصویرهای شماره ۲۵ و ۳۰- نمونه‌هایی از محیط‌های آسایش بخش در نماهای ساختمان و جداره‌های شهری.



تصویر شماره ۳۱ - نمونه دیگری از نماهای آسایش بخش در جداره‌های شهری.



تصویر شماره ۳۲: نمونه‌ای از یک نمای آسایش بخش که با مطلوبی و یکنواختی آن با تمهیداتی از قبیل استفاده از پوشش گیاهی بر طرف شده است.

نتیجه گیری:

دهی به محیط بصری شهرهای ما، چهارچوب های علمی تری را در مبانی طراحی ها مطرح کنند. به هر حال آنچه به دست آمد، به طور خلاصه نشان می دهد که خطوط منحنی، اشکال هماهنگ با فرم های طبیعی، نماهایی با جزئیات معماری متناسب و مصالح و بافت های طبیعی از نظر بصری مناسب برای چشم بوده و نماهایی که کاملاً مسطح و یکدست و یکنواخت می باشند و از اطلاعات معمارانه کافی برخوردار نیستند و از خطوط مستقیم، زوایای تیز و اشکال هندسی خشک و سطوح صیقلی و شفاف و مصنوعی تشکیل شده اند، برای چشم انسان نا مناسب اند. همچنین استفاده مطلق از عناصر یکسان در تراکم بالا نیز یکی دیگر از مواردی است که می تواند برای بینایی مخرب نیز باشد. در ادامه نتایج به دست آمده از موارد فوق در قالب پیشنهاداتی برای هماهنگی و خوشایند تر کردن نما بر طبق معیارهای بوم شناسی بصری ارائه می شود.

تحقیقاتی که در زمینه بوم شناسی بصری در ارتباط با تمایز ابنیه تا به اینجا صورت گرفته است به طور قطع برای کاربردی تر شدن در شکل دهی به فضاها معماری و شهری، نیاز به بررسی و تدقیق بیشتری خواهد داشت. این مقاله به دلیل اجمال در گفتار ناچار به حذف نکات فراوانی بوده است؛ از جمله راهنمای طراحی نمای ابنیه که بر اساس معیارهای به دست آمده باید برای تکمیل بحث طرح شود. با این حال آنچه از گفتار این مقاله می توان نتیجه گرفت این است که معیارهای بوم شناسی بصری می توانند نه به عنوان یک تکنیک نهایی، اما در کنار سایر معیارهای مطرح در شکل دهی به یک نما در ساختمان ها و همچنین در جداره های شهری، مورد توجه قرار گیرند و به عنوان یک فرضیه جدید در شکل

استفاده از سطوح متنوع در شکل و رنگ - استفاده از سطوح کوچک در ترکیب و هارمونی متناسب با هم و خارج کردن نما از تک سطحی بودن	سطح	ارکان نما
استفاده از مصالح و بافت های نزدیک به طبیعت و متنوع به لحاظ جنس و دانه بندی و رنگ		
استفاده از اشکال نرم و نزدیک به فرم های طبیعی برای سطوح نما		
تنوع احجام تشکیل دهنده بنا و خارج کردن بنا از تک حجمی بودن - تشکیل زوایای حاده بین سطوح و استفاده از احجامی که در مجموع شاکله ای متنوع و نرم از حجم کلی بنا می سازند.	حجم	
خطوط منحنی و متشابه با خطوط در طبیعت - خطوط با ضخامت و کنتراست متنوع	خطوط	اجزاء نما
استفاده معنادار و مشخص تر از خطوط در نما و تنوع بخشی به آن ها		
تعدیل در تعداد خطوط مشابه و خارج کردن خطوط از فرم یکسان و تنوع بخشی به فرم آن ها و تعدیل در تعداد خطوط مستقیم و قائم		
استفاده معنادار و متناسب از جزئیات و تزئینات	تزئینات و جزئیات	
تنوع جزئیات و عناصر تشکیل دهنده نما		
تعریف مشخص تر و یا مجزای بازشوها و تاکید بر آن ها از طرق مختلف به عنوان اجزا و نقاط تعیین کننده و عطف نما	بازشوها	
تعدیل تعداد و تنوع بخشی به فرم بازشوها و خارج کردن آن ها از یکسانی		
تاکید و تعریف مشخص ورودی ها از طرق مختلف به عنوان اجزا و نقاط تعیین کننده و عطف نما	ورودی ها	

پی‌نوشت‌ها:

1. Videoecology

2. Vasiliy A. filin

۳. البته لازم به ذکر است که این مبحث در پایان نامه‌ای که در تیر ماه ۱۳۸۹ از آن دفاع شده است، توسط اینجانبان ادامه یافته است. و با توجه به اینکه چهار مکانیسم دیگر علاوه بر مکانیسمی که واسیلی فیلین به آن پرداخته است نیز در این پایان نامه مطالعه و تحلیل می‌شود، می‌توان گفت در جهت تکمیل این بحث نیز گام برداشته است.

۴. در رابطه با این مسئله که چرا محیط بصری به عنوان یک عامل اکولوژیکی مطرح شده است و متعاقباً نام ویدئو اکولوژی توسط واسیلی فیلین برای مبحث مورد نظر انتخاب شده است، شاید بتوان توضیح زیر را مرتبط دانست: "واژه اکولوژی از دو کلمه یونانی «ویکوس» به معنی مسکن و بستر زیست یا محل زندگی و «لوگوس» به معنی شناخت، علم یا دانش تشکیل شده و معنای تحت الفظی آن عبارت است از بررسی یا مطالعه موجودات زنده در بستر زیستی شان" (اردکانی؛ ۱۳۸۸؛ ص ۱۵). همچنین تعریفی که هکل از اکولوژی ارائه می‌دهد نیز بیان می‌کند که اکولوژی از چگونگی محیط اعم از فیزیکی و زیستی و همچنین تأثیرات متقابل آن بر روی موجودات گفتگو می‌کند. به عبارتی اکولوژی به طور اخص در شاخه اکولوژی انسانی علم شناخت رابطه انسان با محیط پیرامونش می‌باشد. از طرفی واژه ویدئو از ریشه ویدیا در زبان سانسکریت و دیدن در فارسی و ویدئو در لاتین است که در اینجا با واژه اکولوژی ترکیب شده است. از آنجایی که تحقیقات مورد نظر نیز مربوط به تأثیر محیط اطراف انسان بر ویژگی‌های زیستی و فیزیولوژیکی او است و همچنین به این دلیل که منظور از این محیط، محیط بصری اطراف انسان است، نام ویدئو اکولوژی انتخاب شده است.

۵. منظور مکانیسم حرکات ساکادی است.

6. Saccadic Automation

7. On- and off- Systems

8. Binocular Vision

9. Reflection function

10. Spatial-frequency theory

۱۱. در توضیح لبه‌ها باید اشاره شود که "لبه‌ها مهم‌ترین ویژگی‌های اطلاعاتی هر نوع صحنه‌ای هستند، چون میزان و محل اشیاء در آن صحنه را مشخص می‌کنند. لبه به تعبیری هیچ چیز نیست غیر از محلی که هر ناحیه متفاوت تصویر به یکدیگر می‌رسند. بر این اساس ادراک لبه در واقع ادراک تقابل یا کنتراست دو ناحیه مجاور در میدان بینایی است" (پینل، ۱۳۷۸، ص ۱۸۴).

۱۲. "بیشتر نورون‌های قشر بینایی دو چشمی هستند. این سلول‌ها در اکثر موارد وقتی شدیدترین پاسخ را می‌دهند که هر یک از چشم‌ها یک محرک را در موقعیت‌های اندکی متفاوت مشاهده کند. یعنی نورون‌ها به ناهمخوانی شبکیه‌ای پاسخ می‌دهند" (کارلسون؛ ۱۳۸۵؛ ص ۱۷۲).

۱۳. "تابع انعکاس یک ویژگی ثابت هر سطح است و به عنوان امضای فیزیکی اشیاء شناخته می‌شود. به عبارتی با تغییر ترکیب طیفی یا شدت نور تابیده شده به سطح شیء تابع انعکاس آن تغییر نمی‌کند. اشیاء طبیعی تابع انعکاسشان دارای تغییرات آهسته‌تر و نرم‌تری است در حالی که اشیاء مصنوعی تابع انعکاس پیچیده‌تری دارند" (R.kandel;2000;p.278).

۱۴. فرکانس فضایی کمیتی است که شدت سیگنال سینوس واری را نشان می‌دهد که به صورت دوره یا خط جفت در واحد میلی‌متر بیان می‌گردد و تحت تأثیر دو عامل است: چگالی یا فشردگی و تراکم خطوط و دیگری میزان شارپ یا تیز بودن لبه‌ها.

15. Homogeneous Environment

16. Aggressive Environment

17. Comfortable Environment

۱۸. در مورد مصالح بازتاب‌دهنده مثل شیشه باید توضیح داده شود، با توجه به اینکه سطوح تشکیل شده از این مصالح نور یکنواخت و پخش و پراکنده ایجاد می‌کنند با توجه به نحوه عملکرد سیستم روشن‌خاموش با این مکانیسم هماهنگی ندارند.

19. Sailor's striped vest

20. Projecton

21. Sailor's striped vest

22. Projecton

فهرست منابع:

- اردکانی، محمدرضا؛ ۱۳۸۸؛ اکولوژی؛ چاپ یازدهم؛ انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- کارسون، نیل.ر؛ ۱۳۷۹؛ روان شناسی فیزیولوژیک؛ مترجمان: دکتر اردشیر ارضی و دیگران؛ جلد لول، چاپ اول: رشد، تهران.
- کارسون، نیل.ر؛ ۱۳۸۵؛ پایه های روان شناسی فیزیولوژیک؛ مترجمان: رضا رستمی، محمد حبیب نژاد؛ چاپ اول: نشر تبلور، تهران.
- Bear Mark. F; Connors Barry .W; Paradiso Michael .A; 2007; Neuroscience: Exploring the Brain; third edition; Baltimore: Williams & Wilkins.
- Coren Stranley/ M.Ward Lawrence/ T.Enns James; 1994; Sensation and Perception; 4th; Fort Worth: Harcourt Brace College.
- Filin ; A vasilii; 1998; Videoecology; Moscow: TASS-REKLAMA.
- Gregory Richard L; 1998; Eye And Brain- the psychology of seeing; New York: Oxford University.
- H.Mcburney Donald/ B.Collings Virginia; 1984; Introduction to Sensation/Perception; second edition; Englewood Cliffs: Prentic-Hall.
- R. Kandel Eric and etal; 2000; Principles of Neural Science; 4th Edition; New York: McGraw-Hall.