



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ

available online @ www.jscw.icrc.ac.ir
نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ

نشریه علمی ترویجی
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

دسته‌بندی برخی از خطاهای باصره رنگی

نویسنده: آکیوشی کیتاوکا، بخش روانشناسی دانشگاه ریتسومی کان^۱، ژاپن

مترجم: کیوان انصاری^{*}، استادیار، گروه پژوهشی نمایش رنگ و پردازش تصویر، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۸ تاریخ بازبینی: ۹۰/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۳

چکیده

در این بررسی نسبت به دسته‌بندی برخی از خطاهای باصره رنگی بر اساس آن نوع از پدیده‌های شناخته شده علم فیزیک رنگ همچون پدیده‌های پایداری رنگی، پدیده تلفیق و تباین رنگ‌ها و سایر موارد که می‌توانند نحوه ایجاد این گونه خطاهای باصره در انسان را توجیه کنند اقدام شده است.

واژه‌های کلیدی

خطای باصره رنگی، پایداری رنگی، تلفیق رنگ، تباین رنگ، مکمل‌های بصری، جداسازی بصری.



¹ Akiyoshi Kitaoka, Department of Psychology, Ritsumeikan university

^{*}Corresponding author: kansari@icrc.ac.ir

۱- مقدمه

تغییر روشنایی صحنه، باز هم می‌تواند فام شی را تشخیص دهد. لذا می‌توان پدیده پایداری رنگی را برای ایجاد نوعی خطای باصره رنگی استفاده نمود، زیرا پایداری رنگی در عمل می‌تواند نقشی همچون پدیده تباین رنگی^۳ (که اثر شناخته شده‌ای در ایجاد خطاهای باصره رنگی دارد) را ایفاء نماید. همانطور که در شکل ۱ مشخص است رنگ محیطی موجب القاء یک رنگ متضاد در منطقه هدف می‌گردد یک نکته جالب دیگر این است که رنگ مردمک چشمی که به‌صورت ذهنی ادراک می‌شود تقریباً همانند رنگ واقعی گل سر در هر تصویر است. به‌عبارتی رنگ ادراکی و برآمده از خطای بصری می‌تواند همچون یک رنگ واقعی دیده شود. از سویی دیگر همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود، مشخص است که القاء ذهنی رنگ توسط پدیده تباین رنگ، اثر ضعیف‌تری از القاء رنگ در اثر ایجاد پدیده پایداری رنگی دارد و قدرت القاء رنگ به ذهن در مربع‌های کوچک شکل ۲ به شدت نظیر آن در شکل ۱ نیست.

مجموعه‌هایی متنوع از خطاهای باصره جهت القاء نوعی از تغییر در شکل، تحرک، روشنایی و رنگ وجود دارد. اگر چه توسط محققین در خصوص خطاهای باصره هندسی و شکلی، دسته‌بندی‌های مختلفی ارائه شده است ولی دسته‌بندی خطاهای باصره رنگی قدری مشکل‌تر به نظر می‌رسند [۱،۲]. در این مقاله دسته‌بندی برخی از خطاهای باصره رنگی بر اساس پدیده‌های شناخته شده حوزه فیزیک رنگ، که در ارائه این گونه خطاهای ادراکی نقش عمده‌ای را بر عهده دارند، شرح داده می‌شود.

۲- ایجاد خطای باصره رنگی^۱ توسط پدیده پایداری رنگی^۲

پایداری رنگی به پدیده‌ای اشاره دارد که در آن مشاهده کننده علی‌رغم

^۱ Color illusions
^۲ Color constancy

^۳ Color contrast



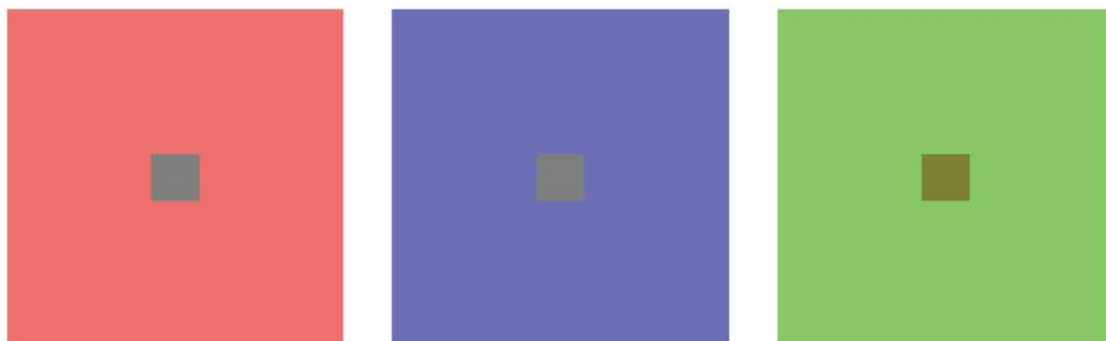
با فیلتر قرمز

با فیلتر آبی

با فیلتر سبز

رنگ واقعی مردمک رنگ ادراکی مردمک رنگ واقعی مردمک رنگ ادراکی مردمک رنگ واقعی مردمک رنگ ادراکی مردمک
زرد تیره قرمز خاکستری زرد خاکستری فیروزه‌ای

شکل ۱- ایجاد خطای باصره بوسیله پدیده پایداری رنگی، مردمک چشم راست شخص در تصویرهای سمت چپ، وسط و راست به ترتیب فیروزه‌ای، زرد و قرمز ادراک می‌شوند، این در حالی است که در هر کدام از تصویرها مردمک چشم راست و چپ یک رنگ دارند.



شکل ۲- ایجاد پدیده تباین رنگ با استفاده از ترکیبات رنگی مشابه شکل ۱، رنگ ادراک شده از مربع‌های کوچک درون هر تصویر مشابه با رنگ ادراک شده مردمک چشم راست شخص در تصویر متناظر آن در شکل ۱ است (رنگ محیطی در این تصاویر، مشابه فیلتر رنگی متناظر آن در شکل ۱ می‌باشد).

زمانی بدست می‌آید که خطوط موازی با شبکه رنگی تعویض شود. همچنین خطای باصره با اعمال شبکه شطرنجی قسمت د شکل ۳ که به نام خطای باصره رنگی دی والویس - دی والویز^۵ شناخته می‌شود، مشخص گردیده‌اند. در هر کدام از این چهار تصویر، از نظر ادراکی دایره‌های سمت چپ ارغوانی و دایره‌های سمت راست نارنجی، به ذهن متبادر می‌گردند. این ذهنیت و ادراک خطا در حالی است که تمامی دایره‌ها از نظر رنگ همسان هستند! حال اگر دایره‌های شکل ۳ به طور مجزا مورد بررسی قرار گیرند، همانطور که در شکل ۴ آمده است

۳- ایجاد خطای باصره رنگی توسط پدیده تلفیق^۱ و تباین^۲

وقتی سطحی توسط سطح رنگی دیگری احاطه شود (مثل شکل‌های دایره‌ای که ابتدا درون مربع مستطیل‌هایی کشیده شده‌اند) و سپس بر روی هر دوی این سطوح طرح واره‌ای از خطوط موازی رنگی قرار داده می‌شود، آنگاه رنگ دایره‌ها (که از ورای خطوط موازی دیده می‌شوند) در اثر پدیده تلفیق رنگ موافق با رنگ خطوط موازی و در اثر پدیده تباین، متضاد با رنگ محیطی تغییر کرده و ادراک می‌گردند.

به این پدیده خطای باصره مانکر^۳ گفته می‌شود که در قسمت الف شکل ۳ نشان داده شده است [۷-۳]. یک پدیده مشابه دیگر که با نام خطای باصره رنگی دونگتون^۴ شناخته می‌شود و در قسمت ب شکل ۳ نشان داده شده است،

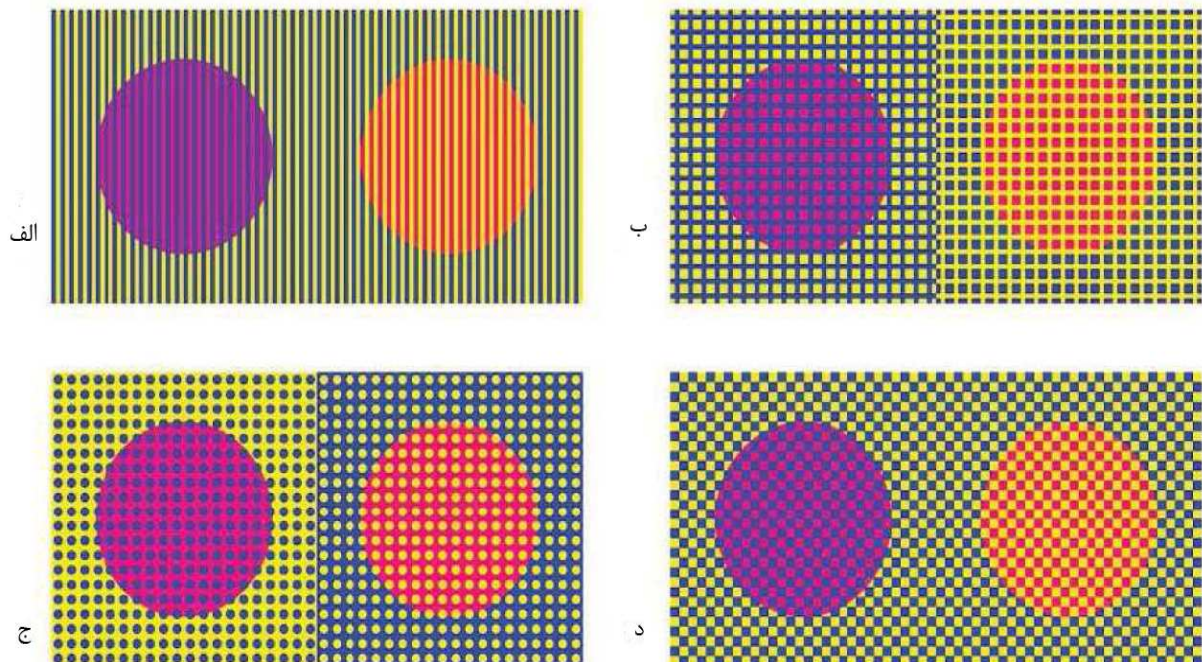
5 De Valois -De Valuis

¹ Assimilation

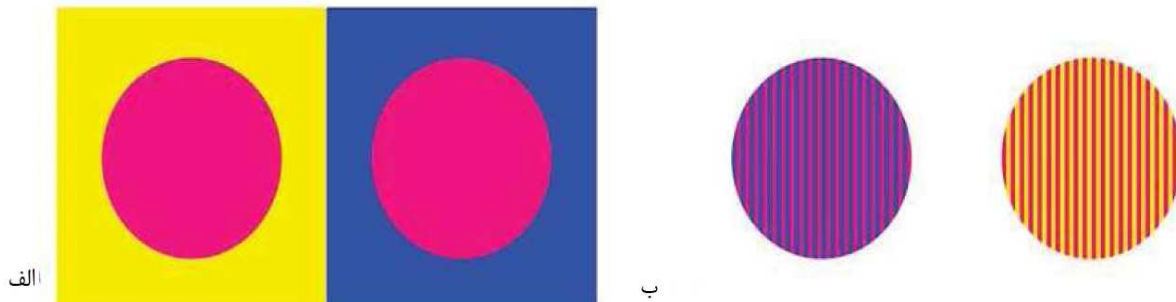
² Contrast

³ Munker

⁴ Dungeon



شکل ۳ - خطای باصره رنگی بوسیله تلفیق و تباین. الف: خطای باصره مانکر ب: خطای باصره دونگتون ج: خطای باصره نقطه‌دار شده د: خطای باصره دی والویس - دی والویز (در واقع سطح همه دایره‌ها یک رنگ است).



شکل ۴ - نمایش مجزای اثر دو پدیده رنگی مختلف در ایجاد خطای باصره مانکر (تفکیک شکل ۳ - الف). الف: اثر ضعیف تباین رنگ ب: اثر قوی پدیده تلفیق رنگ

القاء از سیاه استفاده شده است ولی وقتی که از خاکستری استفاده می‌شود همانطور که در شکل ۷ مشخص است، رنگ آبی القاء شده توسط برهم‌کنش پدیده تباین رنگ و پدیده تلفیق رنگ تولید می‌گردد که آبی القاء شده را قویتر از شکل ۶ به ذهن متبادر می‌سازد. به‌طور خلاصه، نه تنها پدیده تلفیق رنگی بلکه پدیده تباین رنگی نیز نقش بسیار مهمی در ایجاد این گونه خطاهای باصره دارند. شکل ۷ وضعیتی را نشان می‌دهد که در آن برتری پدیده تباین رنگی نسبت به پدیده تطابق رنگی تا حدودی بیشتر است.

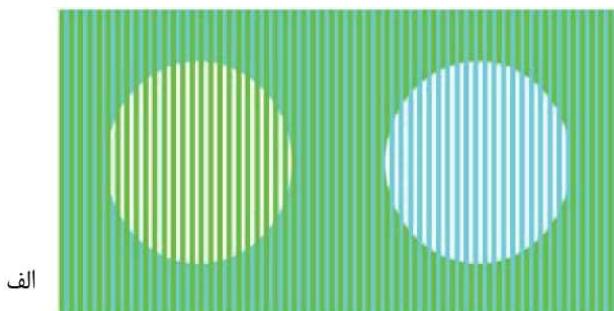
البته لازم به ذکر است که نمود این اثر بیشتر در زمانی است که این تصاویر بر روی رایانه دیده شوند. دایره‌های سمت چپ در قسمت الف و ج یک زردی مایل به قرمز را در ذهن القاء می‌کنند درحالی‌که دایره‌های سمت راست آنها یک آبی مایل به ارغوانی را به ذهن متبادر می‌سازند. همچنین دایره‌های سمت چپ در (قسمت ب و د شکل ۷) یک سبز مایل به زردی را القاء می‌کنند درحالی‌که دایره‌های سمت راست آنها فیروزه‌ای مایل به آبی را به ذهن متبادر می‌سازند.

مشخص می‌گردد که سهم پدیده تباین رنگ ضعیف‌تر (اگر چه باز همین قدر هم مهم می‌باشد) از سهم پدیده تلفیق رنگ در ایجاد این نوع از خطای باصره است.

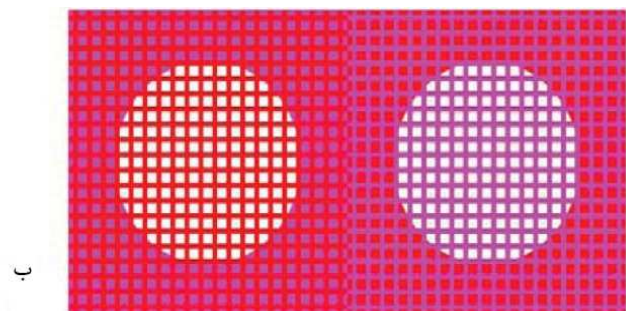
در شکل ۵ نیز یک زردی غیر واقعی و ذهنی در دایره‌های سمت چپ ادراک می‌شود، در حالی که این دایره‌ها نیز همچون دایره‌های سمت راست خود سفید هستند. برای شرح چنین اثر ادراکی لازم است که بیشتر پدیده تباین رنگ را مورد بررسی قرار داد. در قسمت سمت چپ شکل‌های ۵- الف و ۵- ج پدیده تباین رنگی موجب می‌شود که قرمزی به‌عنوان متضاد فیروزه‌ای در ذهن القاء شود.

این در حالی است که پدیده تلفیق رنگی، خود موجب القاء سبزی است. لذا اختلاط این سبزی و قرمزی مسبب القاء ذهنی رنگ زرد و ادراک آن می‌گردد. همچنین در سمت چپ شکل‌های ۵- ب و ۵- د پدیده تباین رنگی، سبزی را به‌عنوان متضاد ارغوانی در ذهن القاء می‌کند این در حالی است که پدیده تلفیق رنگی نیز موجب القاء قرمزی می‌شود لذا اختلاط سبزی و قرمزی سبب القاء زرد ذهنی می‌گردد.

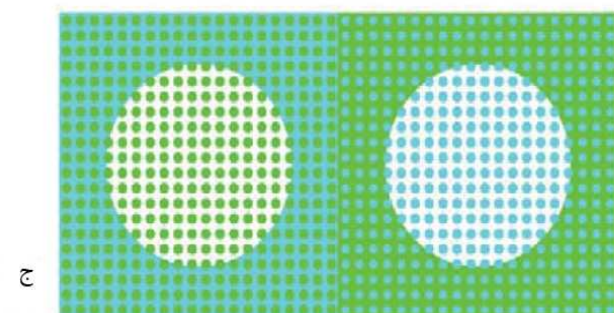
از سوی دیگر دایره‌های سمت راست هر کدام از تصاویر شکل ۵ و ۶ آبی را القاء می‌کنند ولی در شکل ۶ این آبی بارزتر است زیرا برای تولید این



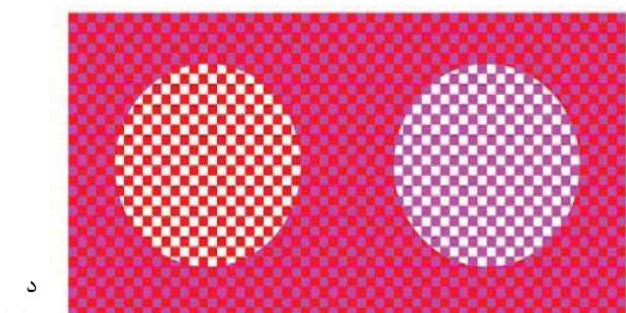
الف



ب

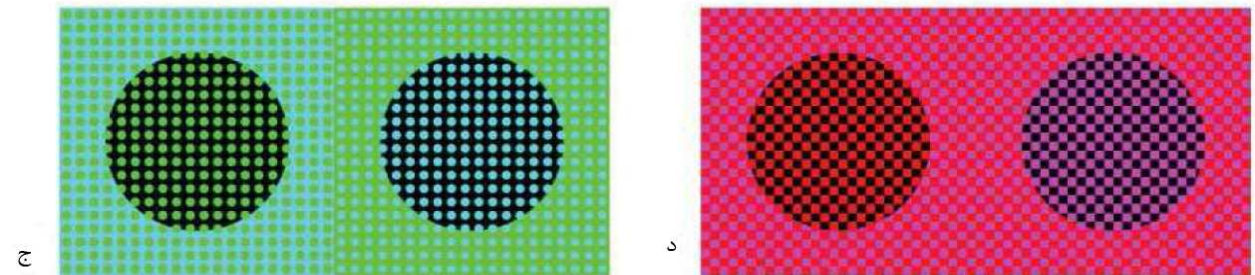
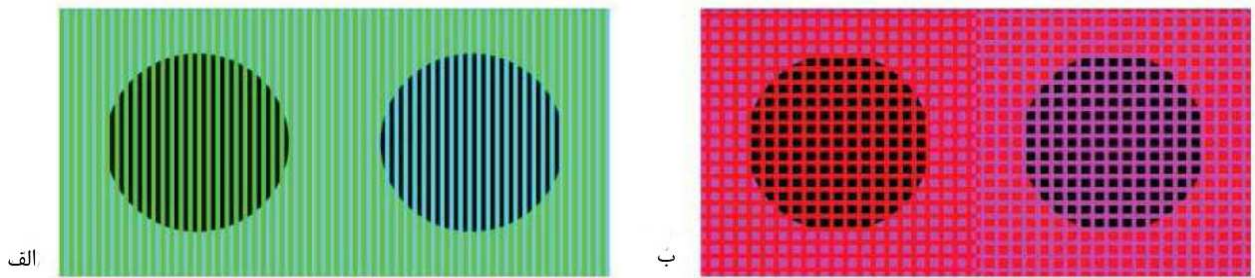


ج

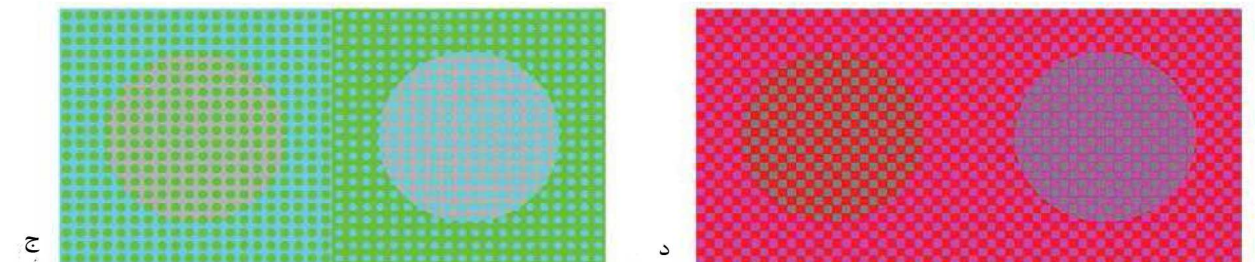
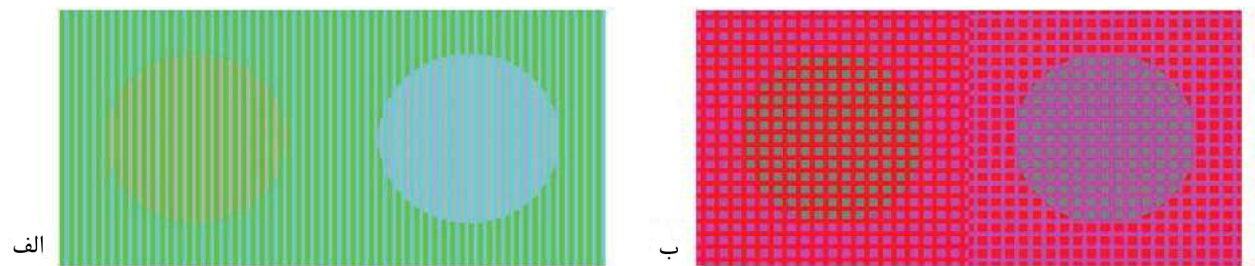


د

شکل ۵- القاء زردی. در هر تصویر دایره سمت چپ و راست از نظر فیزیکی سفیدی همسانی دارند ولی از نظر ادراکی دایره‌های سمت چپ زردی را به ذهن القاء می‌کنند. الف: خطای باصره مانکر، ب: خطای باصره رنگی دونگتون، ج: خطای باصره رنگ نقطه‌دار شده، د: خطای باصره دی والویس- دی والویز.



شکل ۶- الفاء آبی، در هر تصویر، از نظر فیزیکی دایره سمت راست به همان اندازه دایره سمت چپ سیاه است، اما به نظر آبی می‌رسند. الف: خطای باصره مانکر، ب: خطای باصره رنگی دونگتون، ج: خطای باصره رنگ نقطه‌دار شده، د: خطای باصره دی والویس- دی والویز.



شکل ۷- برتری پدیده تباین رنگی نسبت به پدیده تطابق رنگی در الفاء رنگ. دایره‌های سمت چپ در قسمت الف و ج یک زرد مایل به قرمزی را الفاء می‌کنند در حالی که در دایره‌های سمت راست آنها یک آبی مایل به ارغوانی را به ذهن متبادر می‌سازند. همچنین دایره‌های سمت چپ در قسمت ب و د یک سبز مایل به زردی را الفاء می‌کنند، در حالی که در دایره‌های سمت راست آنها یک فیروزه‌ای مایل به آبی به ذهن متبادر می‌شود. الف: خطای باصره مانکر، ب: خطای باصره رنگی دونگتون، ج: خطای باصره رنگ نقطه‌دار شده، د: خطای باصره دی والویس- دی والویز.

رنگی شکل ۸- ه، اثر رنگی کرک اوپرین- کورنسوویت^۵ شکل ۸- و نشان داده شده‌اند. بوجود آمدن این گونه خط‌های باصره رنگی نه تنها بخاطر پدیده تلفیق رنگی بلکه به خاطر پدیده تباین رنگی که اثری محیطی می‌گردد می‌باشد [۸-۱۳].

۴- خطای باصره رنگی با استفاده از مکمل‌های بصری^۱

پدیده‌ای که در آن احساس پرشدگی به‌وسیله رنگ مشاهده می‌شود، در ساختارهای متعددی بدست می‌آید. به‌طور مثال اثر نئون پخشی^۲ شکل ۸- الف تا ج، خطای باصره آیرنگ پینا^۳ شکل ۸- د، خطای باصره سومیا^۴ یا خطای باصره خطوط موجی

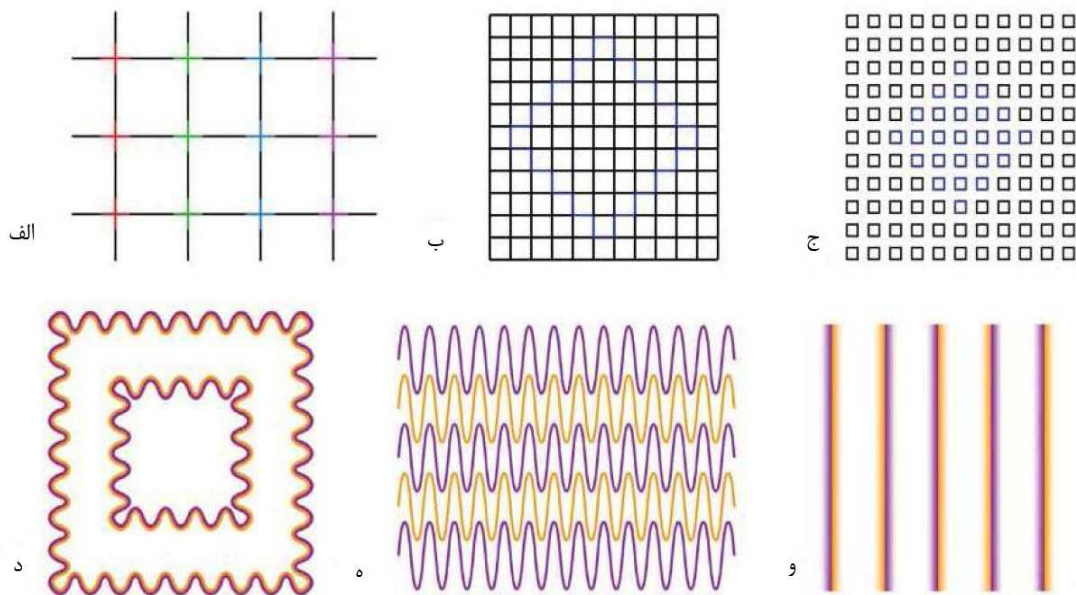
⁴ Sohmiya

⁵ Craik O'Brien-Cornsweet

¹ Visual Completion

² Neon color spreading

³ Pinna



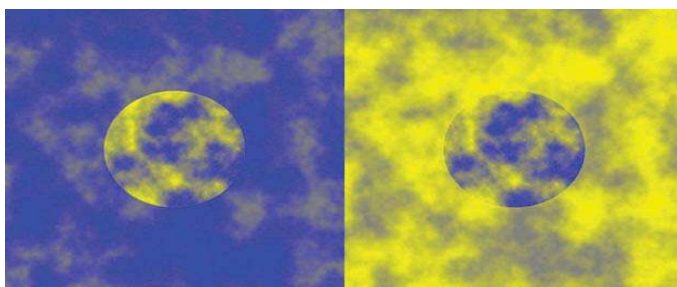
شکل ۸- ایجاد خطای باصره رنگی با استفاده از مکمل‌های بصری (احساس پرشدگی به‌وسیله رنگ). الف، ب و ج القاء نئون پخش‌ی رنگ. الف: القاء شکلی دایره‌گون و یا لوزی گون شفاف با رنگی هم‌رنگ با رنگ تقاطع‌ها که در اطراف هر تقاطع دیده می‌شود. ب: القاء یک همبیت آبی گون و لوزی شکل که بر فراز پلکانی از خطوط آبی به چشم می‌آید. ج: القاء یک لوزی آبی گون که بر فراز یک‌سری مربع‌هایی آبی رنگ که شکلی لوزی گون را می‌سازند شکل گرفته است. د: خطای باصره آبرنگ. القاء سطح محصور که درون آن به‌نظر زرد مایل به نارنجی می‌آید در حالی که در واقع سفید است. ه: خطای باصره سومیا که پس زمینه به واقع سفید موجک‌های ردیف دوم و چهارم به نظر زرد مایل به نارنجی می‌آیند. و: اثر رنگی کرک اوبرین- کورنسوویت، سفیدی که به جناح خطوط مرزی نارنجی نزدیک است به نظر به رنگ زرد مایل به نارنجی می‌آید.

رنگ دیسک بسته به رنگ محیطی که آن را در برگرفته است زرد و یا آبی به نظر می‌رسد. این در حالی است که هر دو دیسک از نظر فیزیکی کاملاً یک رنگ و با طرح‌های یکسان می‌باشند [۱۴].

۵- جداسازی بصری^۱

به‌وسیله جداسازی بصری یا تفکیک شکل - زمینه نیز می‌توان خطای باصره رنگی را ایجاد نمود. شکل ۹ نشانگر مدل رنگی خطای باصره اندرسون^۲ است که در آن

^۱Visual Scission
^۲ Anderson



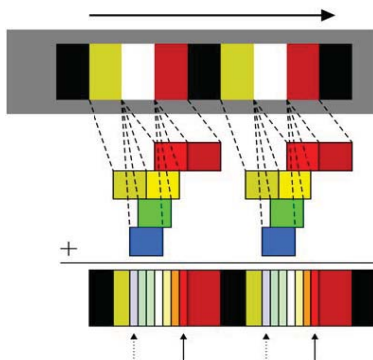
شکل ۹- ایجاد خطای باصره به‌وسیله جداسازی بصری (مدل رنگی خطای باصره اندرسون). دیسک سمت چپ به نظر زرد رنگ و دیسک سمت راست به نظر آبی می‌آید (درحالی‌که هر دو دیسک از نظر فیزیکی کاملاً یک رنگ و با طرح‌های یکسان می‌باشند).

۶- ایجاد رنگ به‌وسیله خطای باصره حرکتی

مشاهده‌گرهای مختلف رنگ‌های متفاوتی را نیز گزارش می‌نمایند. اگر چه این پدیده به‌طور کامل شناخته نشده است ولی در توصیف آن می‌توان گفت که به‌نظر می‌رسد تولید ذهنی رنگ مربوط به تفاوت در زمان پاسخ‌دهی دریافت‌کننده‌های سه گانه قرمز و آبی و سبزی که در چشم انسان قرار دارند. هنگام نگرستن به شکل ۱۰ هنگامی که چشم‌ها به این تصویر نزدیک می‌شود، به‌نظر می‌رسد که دایره داخلی قرمزتر می‌شود در حالی که هنگام دور شدن چشم‌ها از تصویر، دایره بیرونی است که قرمزتر به نظر می‌رسد.

در برخی تجربه‌های فیزیکی همچون تجربه دیسک چرخان بنهام^۳ صرفاً به‌وسیله حرکت یک صفحه دیسک مانند می‌توان القاء رنگ نمود. در این تجربه شناخته شده، دیسکی که نیمی از آن سیاه و نیم دیگر سفید بوده و روی نیمه سفید منحنی‌های سیاه قوسی شکلی کشیده شده است کم‌کم شروع به چرخش می‌نماید. بدین ترتیب مشاهده‌گر بر روی دیسک چرخان قوس‌های پریده رنگی را مشاهده می‌کند که گاهاً

^۳ Benham



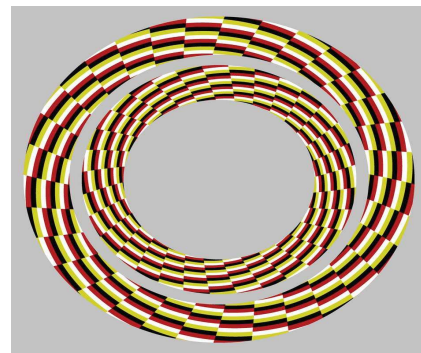
شکل ۱۱- فرضیه تفاوت در دوره عکس العمل چشم که افزایش ادراک قرمز را در خطای باصره حرکتی شکل ۱۰ توضیح می‌دهد. وقتی که یک طرح تکرار شونده شامل سیاه، زرد، سفید، قرمز و سپس دوباره سیاه در یک راستا به ترتیب آورده شوند، (۱) از نظر ادراکی کناره جلویی نوار قرمز، درون سیاه نفوذ می‌کند و لبه‌های سیاه را به صورت قرمز تیره در نظر می‌آورد، (۲) از نظر ادراکی کناره جلویی نوار سفید، متاثر از نوار قرمز به قرمز روشنی‌گرایش پیدا می‌کند (پیکان ممتد)، (۳) از نظر ادراکی کناره جلویی نوار زرد-سبز در ارتباط با نوار سفید به زردی‌گرایش پیدا می‌کند. عقبه نوار سفید نیز لبه‌ای از آبی را بر جا می‌گذارد و این قسمت آبی موجب حذف ذهنی زردی می‌گردد (پیکان نقطه‌ای). لذا اگر چه مساحت‌های نوارها یکی هستند ولی در مجموع با توجه به این برهم‌کنش‌ها، تولید ذهنی قرمزی بیشتر می‌شود.

۷- نتیجه‌گیری

در این مقاله برخی از خطاهای باصره رنگی در این دسته‌بندی‌ها پیشنهاد شدند. خطاهای باصره رنگی حاصل از پدیده پایداری رنگی، خطاهای باصره رنگی حاصل از پدیده تلفیق و تباین، خطاهای باصره رنگی حاصل از مکمل‌های باصره، خطاهای باصره رنگی حاصل از جداسازی باصره و نیز خطاهای باصره رنگی با استفاده از خطای باصره حرکتی. این گونه طبقه‌بندی‌ها می‌تواند راه‌کنشای تحقیقات بعدی در خصوص تولید و یا فهم دانش ایجاد خطاهای باصره رنگی گردد.

۸- مراجع

1. J. O. Robinson, "The psychology of visual Illusion", Dover: Mineola, NY, 1972/1998.
2. O. da Pos, E. Zambianchi, "Visual Illusion and Effects", Guerini Studio: Milano, 1996.
3. H. Munker, F. Gitter, "Abbildung auf der Netzhaut und übertragungstheoretische Beschreibung der Farbwahrnehmung", Habilitationsschrift, Ludwig-Maximilians-Universität: München, 1970.
4. S. M. Anstis, R. Harris, "White's Effect in Lightness, Color and Motion.", Seeing spatial form. In M. R. M. Jenkin and L. Oxford University Press: Oxford, 2005.
5. R. L. De Valois, K. K. De Valois, "Spatial Vision", Oxford University Press: New York, 1988.
6. P. Bressan, "Explaining lightness illusions", Perception 30, 1031-1046, 2001.
7. M. White, "The assimilation-enhancing effect of a dotted surround upon a dotted test region", Perception, 11, 103-106, 1982.
8. D. Varin, "Fenomeni di contrasto e diffusione cromatica



شکل ۱۰- القاء رنگ به وسیله حرکت. حلقه داخلی هنگامی که مشاهده‌گر صورتش را به تصویر نزدیک می‌سازد قرمزی بیشتری را القاء می‌کند و هنگامی که مشاهده‌گر صورت خود را از تصویر فاصله می‌دهد، این دایره بیرونی است که قرمزتر به نظر می‌رسد. در دو حالت نقطه تمرکز چشمان بر مرکز تصویر قرار دارد.

یک فرضیه این است که علت چنین پدیده‌های به‌خاطر آن است که طول موج‌های بلند نور سریع‌تر از طول موج‌های کوتاه ادراک می‌شوند. علاوه بر این دو گونه خطای باصره حرکتی نیز هم‌زمان رخ می‌دهد. حالت اول خطای باصره حرکتی این است که دایره داخلی شروع به منقبض شدن کرده در حالی که دایره بیرونی شروع به منبسط شدن می‌نماید و حالت دوم آن است که وقتی چشم‌ها مشاهده‌گر به تصویر نزدیک می‌شود دایره داخلی مخالف عقربه‌های ساعت شروع به حرکت کرده در حالی که هنگام دور نمودن چشم از تصویر این گردش برعکس می‌گردد (این دو خطای باصره حرکتی ارتباطی به رنگ ندارند). در توضیح این پدیده نیز یک فرضیه آن است که رنگ‌ها با طول موج بلندتر سریع‌تر از رنگ با طول موج کوتاه‌تر ادراک می‌شوند. هم‌چنین در شکل ۱۱ به‌عنوان شرح یک فرضیه دیگر می‌توان به تفاوت در دوره عکس‌العمل چشم که افزایش ادراک قرمز را در خطای باصره حرکتی شکل ۱۰ توضیح می‌دهد اشاره نمود. طبق این فرضیه وقتی که یک طرح تکرار شونده شامل سیاه، زرد، سفید، قرمز و سپس دوباره سیاه در یک راستا به ترتیب آورده شوند، اگرچه مساحت‌های نوارها یکی هستند ولی در مجموع با توجه به برهم‌کنش‌های مختلف، تولید ذهنی قرمز بیشتر می‌شود.

- nell'organizzazione spaziale del campo percettivo", Rivista di Psicologia, 65, 101-128, 1971.
9. H. F. J. M. Van Tuijl, "A new visual illusion: Neonlike color spreading and complementary color induction between subjective contours", Acta Psychologica, 39, 441-445, 1975.
10. H. F. J. M. Van Tuijl, E. L. J. Leeuwenberg, "Neon color spreading and structural information measures", Perception and Psychophysics, 25, 269-284, 1979.
11. P. Bressan, E. Mingolla, L. Spillmann, T. Watanabe, "Neon color spreading: a review", Perception, 26, 1353-1366, 1997.
12. B. Pinna, G. Brelstaff, L. Spillmann, "Surface color from boundaries: A new 'watercolor' illusion", Vision Research, 41, 2669-2676, 2001.
13. S. Sohmiya, "A wave-line colour illusion", Perception, 36, 1396-1398, 2007.
14. B. L. Anderson, J. Winawer, "Image segmentation and lightness perception", Nature, 434, 79-83, 2005.

