اثر رنگ‌های اصلی بر ادراک عمق ورزشکاران

علیرضا فارسی[۱]، بهروز عبدلی[۲]، محسن قطبی[۳]✉

۱- استادیار رفتار حرکتی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۲- دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

۳- دانشجوی دکترا رفتار حرکتی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۱/۱۴ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۱۶**

چکیده

هدف تحقیق: این مطالعه با هدف مقایسه تاثیر رنگ‌های اصلی بر ادراک عمق ورزشکاران انجام شد. **روش تحقیق:** روش تحقیق حاضر علی مقایسه‌ای و نمونه شامل ۷۲ ورزشکار در محدوده سنی ۲۶-۱۹ سال (۱/۹۸± ۲۲/۸۸) بود که به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. ادراک عمق آزمودنی‌ها در هر رنگ(آبی، قرمز و سبز) در سه کوشش متوالی به کمک دستگاه ادراک عمق (رنگ و شکل) محقق ساخته که قابلیت ارزیابی ادراک عمق را با خطای یک ده هزارم سانتی‌متر دارد، مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین این سه کوشش به عنوان نمره ادراک عمق افراد در هر رنگ مورد استفاده قرار گرفت. **نتایج:** نتایج تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری نشان داد بین ادراک عمق ورزشکاران در رنگ‌های اصلی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p=۰/۰۱$ و $df = ۱/۲۵$ و $F_{(۱/۲۵ و ۸۸/۶۵)}=۹/۸۳$). ورزشکاران بهترین ادراک عمق را در زمینه زرد در رنگ سبز نشان دادند. بین ادراک عمق در رنگ‌های قرمز و سبز و همچنین قرمز و آبی در زمینه زرد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بیشترین خطای ادراک عمق رنگی در این زمینه، در رنگ آبی بود. **نتیجه گیری:** این مسئله شاید به این دلیل باشد که رنگ‌های طیف نارنجی – سبز – زرد بیشترین حساسیت و بیشترین گیرنده‌ها را در رتینا دارند. همچنین رنگ آبی به علت طول موج کوتاه‌تر بیشترین شکست را در عدسی چشم دارد. به‌علاوه شاید یک دلیل دیگر تباین بیشتر رنگ سبز در زمینه زرد باشد که باعث بهبود ادراک عمق شده است.

واژه‌های کلیدی: ادراک عمق، رنگ‌های اصلی، طول موج، رتینا

The effect of primary colors on depth perception in athletes

Abstract

The vision is considerably more sensitive than other senses in perceptual - motor responses and it is also sensitive to details, depth and color. As a result, it has a decisive role in controlling movement. This study has been conducted to draw a comparison of effect of the primary colors on depth perception in athletes. This method is semi-experimental and the sample consisted of 72 athletes in the age range 19 - 26 years (22.88± 1.98) who were selected through available sampling. Subjects' depth perception in each color(blue, red & green) have been evaluated in three continues tries by the depth perception device made by the researchers that has capability to assess the depth perception with the smallest error (one ten thousandth cm). The average of these three tries was used as depth perception scores of people in each color. Results in repeated measures ANOVA showed in athletes, that there are significant differences between the primary colors ($p= 0.01$, $df=1.25$ and $F_{(1.25,88.65)}= 9.83$). Athletes showed the best depth perception in yellow color. There was no significant difference between depth perception in red and green colors and red and blue colors too. Also the most error in depth perception was in blue color. The reason of this object maybe was that colors in orange-green- yellow spectrum have most receptors in retina. And also blue color has maximum refraction in eye glass because of this fact that shorter wavelengths of visible light are refracted more than longer wavelengths. Moreover another reason that has been improved depth perception maybe was more contrast on green in yellow background.

Key words: depth perception, primary colors, wave length, retina

✉ **نویسنده مسئول:** محسن قطبی

آموزش و پرورش شهرستان خواف، تلفن: ۰۹۱۵۳۶۱۰۵۸۲

E-Mail: mohsenghotbi1@gmail.com

مقدمه

قابلیت تشخیص فاصله برای داشتن عملکردی مؤثر و کارآمد، نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. بخاطر اهمیت آشکار بینایی در اجرای وظایف حرکتی محققان تلاش داشته‌اند تا کارایی ادراک بصری را با رفتار حرکتی مرتبط سازند (۱). توانایی تخمین دقیق فاصله بطور مکرر بررسی شده است ولی هنوز بطور کامل درک نشده است(۲). در مطالعه‌ای که بر روی افراد با ادراک عمق بالا و پایین در دریافت توپ از ناحیه شانه انجام شد، نتایج نشان داد شرکت‌کننده‌هایی که ادراک عمق خوبی داشتند، خیلی موفق‌تر بودند(۳). ادراک عمق در عملکردهای حرکتی به نحو گسترده‌ای بکار می‌رود. در همه ورزش‌ها و مسابقاتی که از توپ استفاده می‌شود دقت در تعیین فاصله یا مسیر توپ پرتاب شده ضروری است. در همین زمینه تحقیقات گوناگون همبستگی بالایی را بین ادراک عمق و اجرای شوت بسکتبال نشان دادند (۴ و ۵). همچنین رابطه مثبتی بین تیز بینی پویا و توانایی گرفتن توپ کشف شده است(۶).

مجموعه تحقیقات چند دهه گذشته نشان داده است که بینایی به نحو قاطعی در پاسخ‌های حرکتی ادراکی، بر کیفیت‌های حسی دیگر برتری دارد و همچنین بینایی به جزئیات، عمق و رنگ حساس است (۱). رنگ یک نشانه ادراک عمق بوده و به خصوص در موقعیت‌هایی که محیط بینایی از نشانه‌هایی که ممکن است بر عمق اثر بگذارند غنی باشد، می‌تواند در سیستم بینایی برای رمزگردانی عمق استفاده شود (۷). همچنین دستگاه بینایی نسبت به طول موج‌های خاصی از انرژی تابشی واکنش نشان می‌دهد که به واسطه آن اطلاعات را به تجارب عینی رنگ پردازش می‌کنیم. سه رنگدانه حساس به نور در شبکیه انسان وجود دارد که بیشترین حساسیت را به رنگ‌های آبی ، سبز و قرمز دارند. همه رنگ‌های طیف مرئی را می‌توان بر اساس این سه رنگ اصلی بوجود آورد. در همین رابطه ، تحقیقاتی که در اوایل ۱۹۵۰ توسط انجمن مربیان بسکتبال صورت گرفت منجر به تغییر رنگ حلقه بسکتبال از سیاه به نارنجی شد. کوب تشخیص رنگ را در دید پیرامونی ورزشکاران رشته‌های گوناگون ورزشی مورد ارزیابی قرار داد و تفاوت مهمی در این رابطه یافت. رنگ قرمز و آبی بیش از سفید و سبز تشخیص داده می‌شوند (۱) تأثیر رنگ بر عملکرد گرفتن توپ بازیکنان دبستانی با استفاده از ۳ توپ با رنگ‌های مختلف و ۲ رنگ زمینه، مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که توپ‌های رنگی بر عملکرد آنها اثر می‌گذارد. نمرات افراد هنگام گرفتن توپ‌های آبی و زرد به نحو قابل توجهی نسبت به توپ‌های سفید بالاتر بود اما در عین حال توپ‌های آبی با زمینه سفید و رنگ زرد با زمینه سیاه تأثیر مثبتی بر گرفتن توپ داشت(۸). همچنین سازندگان توپ تنیس با تأکید بر این موضوع رنگ توپ‌های این بازی را از سفید به نارنجی تغییر دادند(۱). اولین مرجع رابطه رنگ و عمق به مطالعات و نوشته‌های مربوط به رنگ‌های قرمز و نارنجی به عنوان رنگ‌های پیش رونده و آبی به‌عنوان رنگ کاهنده و یا رنگ کناره‌گیر است(۹). همچنین تحقیقات دیگر نشان داده‌اند که به علت ویژگی‌های سیستم بینایی انسان رنگ‌های مختلف، ادراک عمق متفاوتی اعمال می‌کنند (۱۰). مطالعات چند ساله اخیر نیز نشان داده است که با افزایش پوشش‌های هنرمندانه می‌توان ادراک عمق را افزایش داد (۱۱). در آزمایشی که با جفت قوری‌های رنگی انجام شد، نتایج نشان داد که رنگ‌های قرمز و زرد از آبی نزدیک‌تر دیده می‌شوند (۱۲). این مسئله توسط هنرمندان باستانی و دیگر محققان بینایی و روانشناسان مورد مطالعه قرار گرفته است. با این وجود هنوز کمبود تحقیقات مربوط به ادراک عمق از اشیاء و رنگ‌ها احساس می‌شود(۱۳). جهان پیرامون ما جهانی رنگی است و رنگ‌ها در همه جوانب زندگی ما گسترده شده‌اند. با توجه به نقش اساسی بینایی در ادراک محیط و نقش ادراک عمق در رفتار حرکتی انسان بویژه در ورزش‌ها و مهارت‌های حرکتی و نقش رنگ در زندگی انسان و توجه به این موضوع که بررسی اثر رنگ بر ادراک عمق بطور بسیار محدود بررسی شده است، مطالعه این مسئله مهم می‌نماید.

روش‌شناسی تحقیق

تحقیق مورد نظر از نوع نیمه تجربی بود.

شرکت‌کنندگان

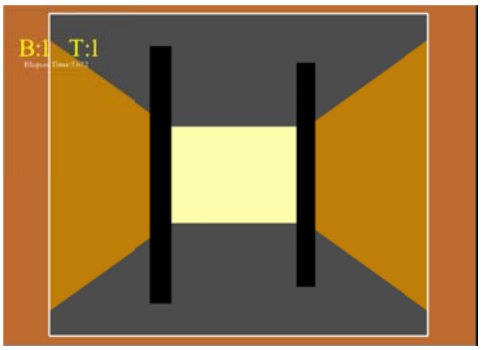
آزمودنی‌های آن را ۷۲ نفر دانشجوی ورزشکار شرکت‌کننده در دهمین المپیاد ورزشی دانشگاه‌های کشور، با دامنه سنی ۲۶-۱۹ سال (۱/۹۸± ۲۲/۸۸) تشکیل می‌دهند که به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند.

آزمودنی‌های این تحقیق از ۶ نوع رشته ورزشی مختلف شامل سه رشته تیمی (فوتبال، هندبال و والیبال) و سه رشته انفرادی (دو و میدانی، تکواندو و کشتی) به نسبت مساوی به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند.

ابزار تحقیق

ابزارهایی که برای جمع‌آوری داده‌های تحقیق مورد استفاده قرار گرفت شامل تست تیزبینی اسنلن برای اطمینان‌یابی از سلامت بینایی آزمودنی‌ها و تست ۶ برگی کوررنگی ایشیهارا و همچنین دستگاه محقق ساخته ادراک عمق می‌باشد. این دستگاه شامل دو بخش نرم‌افزاری و سخت‌افزاری بوده که بخش سخت‌افزاری آن (تصویر ۱) براساس تکنولوژی کنترل از راه دور (امواج رادیویی) ساخته شده و هر گونه تأثیر سایر حواس از جمله حس عمقی را حذف می‌کند و بخش نرم‌افزاری آن یک برنامه تحت ویندوز با قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات و برنامه‌ریزی می‌باشد که اطلاعات مورد نیاز از طریق نمایشگر رایانه برای افراد نمایش داده می‌شود (تصویر ۲) و می‌تواند اندازه واقعی را با کمترین خطا در اختیار محقق قرار دهد. روایی همزمان این دستگاه در آزمایشگاه رفتار حرکتی دانشگاه شهید بهشتی تهران با مقایسه نتایج عملکرد ۳۰ آزمودنی با دستگاه ادراک عمق مدل۱۴۰۱۲ ساخت شرکت لافایت[1] آمریکا انجام شده که هر آزمودنی سه کوشش را در شرایط کاملاً یکسان بر روی هر دو دستگاه انجام داده‌اند و میزان همبستگی بین این دو دستگاه از طریق ضریب همبستگی پیرسون به میزان۰/۸۳۳ بدست آمد. همچنین پایایی این دستگاه نیز در همان آزمایشگاه با محاسبه عملکردهای ۳۰ آزمودنی که از هرکدام سه کوشش در دو مرحله با شرایط کاملاً یکسان و فاصله زمانی سه روز ثبت شد، به کمک ضریب همبستگی پیرسون محاسبه گردید که نتایج همبستگی به میزان ۰/۸۷۹ ثبت شد.

تصویر ۱. بخش سخت‌افزاری دستگاه



تصویر ۲. بخش نرم‌افزاری دستگاه

روش اجرا

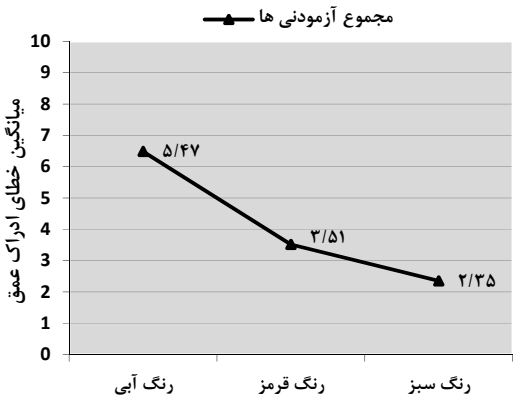
آزمودنی‌ها از بین افرادی انتخاب شدند که از سلامت بینایی ۱۰/۱۰ برخوردار بوده و یا بینایی اصلاح شده داشته و هیچگونه مشکل رنگ بینی نداشتند. بدین‌منظور نمودار تیز بینی اسنلن در ارتفاع روبروی آزمودنی‌ها بر روی دیوار نصب شده و آزمودنی‌ها در فاصله ۶ متری از نمودار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در ادامه تست کوررنگی ۶ برگی ایشیهارا در فاصله ۷۵ سانتی‌متری از افراد قرار گرفته و رنگ بینی آن‌ها بررسی شد. افراد سالم به آزمون راه یافتند. سپس به کمک دستگاه ادراک عمق، رنگ و شکل محقق ساخته که قابلیت اندازه‌گیری ادراک عمق را در رنگ‌های مختلف با دقت یک ده‌هزارم سانتیمتر داراست، ادراک عمق رنگی آزمودنی‌ها ارزیابی شد. آزمودنی‌ها در فاصله ۴/۵ متری از دستگاه در روبروی مانیتور دستگاه قرار گرفته و ادراک عمق آنان در هر رنگ (قرمز، آبی و سبز) ۳ مرتبه گرفته شد و میانگین ۳ نوبت به‌عنوان نمره ادراک عمق آزمودنی‌ها در هر رنگ ثبت شد. در این تحقیق از آزمودنی‌ها در رنگ‌های سبز، قرمز و آبی با زمینه زرد با مشخصات ترکیب نوری قرمز ۲۳۴ ، سبز ۲۳۴ و آبی ۰ درجه با درجه سیری[2]=۲۴۰، رنگ[3] =۴۰ و روشنایی[4]=۱۱۰ تست گرفته شد و میانگین داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌های خام بدست آمده، از آمار توصیفی برای توصیف آماری داده‌ها و از آمار استنباطی برای بررسی معنی‌داری اختلاف‌ها استفاده شد. در این تحقیق نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنو طبیعی بودن داده‌ها را تایید کرد. به‌علاوه از آزمون آنالیز واریانس در اندازه‌های تکراری برای مقایسه میانگین‌ها و از آزمون کرویت موچلی[5] برای بررسی برابری واریانس تفاوت‌ها استفاده شد. همچنین برای مقایسه گروه‌های ورزشکار توپی و غیر توپی در رنگ‌های

[1] Lafayette 1702 (14012) Depth Perception Apparatus
[2] Saturation
[3] Hue
[4] Luminance
[5] Mauchly's test of Spericity

اصلی از آنالیز واریانس چند متغیره استفاده شد. از نرم‌افزار Excel 2007 برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج تحقیق

میانگین اجرا و انحراف استاندارد ادراک عمق رنگی آزمودنی‌ها بر حسب سانتی‌متر در رنگ‌های اصلی به ترتیب، آبی (۶/۶۷ ± ۵/۴۷)، قرمز (۲/۸۷ ± ۳/۵۱) و سبز (۱/۶۴ ± ۲/۳۵) می‌باشد.



نمودار ۱. میانگین خطای ادراک عمق ورزشکاران در رنگ‌های اصلی

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها تست کولموگروف اسمیرنو گرفته شد و نتایج نرمال بودن توزیع داده‌ها را نشان داد. همچنین برای بررسی پیش فرض برابری واریانس تفاوت‌ها از آزمون کرویت موچلی استفاده شدکه نتایج جدول ۱ نشان داد بین واریانس‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۱).

جدول ۱. آزمون کرویت موچلی در رنگ‌های اصلی

اثر درونی آزمودنی‌ها	خی دو تقریبی	درجات آزادی	P
رنگ‌های اصلی	۶۴/۵	۲	۰/۰۰۰۱

با توجه به عدم برابری واریانس تفاوت ها، از روش اصلاحی گرین هاووس- گیزر[1] (GG) برای آزمون اثرات درونی آزمودنی‌ها استفاده شد که نتایج تحلیل واریانس در اندازه‌های تکراری در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. اثر اصلی رنگ‌های اصلی در ورزشکاران

منبع	درون‌گروهی	مقدار خطا
مجموع مجذورات	۳۵۷/۵۴	۲۵۸۳/۰۶
درجات آزادی	۱/۲۵	۸۸/۶۵
میانگین مجذورات	۲۸۶/۳۷	۲۹/۱۴
F	۹/۸۳	-
P	۰/۰۰۱	-

با توجه به جدول ۲ اثر رنگ‌های اصلی (آبی، قرمز و سبز) بر ادراک عمق ورزشکاران معنی‌دار است (p=۰/۰۱ و $F_{(۱/۲۵ و ۸۸/۶۵)}$=۹/۸۳).

با توجه به معنی‌داری اثر اصلی رنگ‌های اصلی، از آزمون بونفرونی برای مشخص‌شدن معنی‌داری تفاوت‌ها بین رنگ‌های اصلی (آبی، قرمز، سبز) استفاده شد که نتایج مقایسه زوجی در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۳. آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی اثر اصلی رنگ‌های اصلی در ورزشکاران

گروه‌ها		میانگین اختلافات	خطای استاندارد	P
آبی	قرمز	۱/۹۶	۰/۸۷	۰/۰۸
	سبز	۳/۱۲	۰/۸۰	۰/۰۰۱
قرمز	آبی	-۱/۹۶	۰/۸۷	۰/۰۸
	سبز	۱/۱۶	۰/۳۴	۰/۰۰۴
سبز	آبی	-۳/۱۲	۰/۸۰	۰/۰۰۱
	قرمز	-۱/۱۶	۰/۳۴	۰/۰۰۴

نتایج جدول ۳ برای بررسی اثر اصلی رنگ‌های اصلی نشان می‌دهد بین ادراک عمق ورزشکاران در رنگ آبی و رنگ قرمز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. (P > ۰/۰۵) و در رنگ آبی بطور معنی‌داری ضعیف‌تر از رنگ سبز می‌باشد (P =۰/۰۰۱). همچنین در رنگ سبز نسبت به قرمز بطور معنی‌داری بهتر بوده است (P=۰/۰۰۴).

نتایج جدول ۴ نشان داد بین ادراک عمق گروه‌های ورزشکار توپی و غیر توپی در رنگ‌های اصلی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (P > ۰/۰۵).

[1] Greenhouse-Geisser

جدول ۴. نتایج آنالیز واریانس چند متغیره در ادراک عمق ورزشکاران توپی و غیر توپی در رنگ های اصلی

	ورزشکاران توپی و غیرتوپی		
	رنگ قرمز	رنگ سبز	رنگ آبی
میانگین تفاوت‌ها	۰/۴۶۴	۰/۳۶۷	۲/۶۳
خطای استاندارد	۰/۶۷۹	۰/۳۸۸	۱/۵۵
p-value	۰/۰۹۴	۰/۳۴۷	۰/۴۹۷

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی از این تحقیق مقایسه اثر رنگ‌های اصلی بر ادراک عمق ورزشکاران بود. بر اساس تحقیقاتی که گروه‌های ورزشکار و غیرورزشکار را از لحاظ ادراک عمق مقایسه کرده‌اند معمولاً این نتیجه بدست آمده است که ورزشکاران دارای ادراک عمق بهتری نسبت به گروه‌های غیر ورزشکار هستند (مونته بلو[1] ۱۹۵۳، اولسن[2] ۱۹۵۶، میلر[3] ۱۹۶۰، ریدینی[4] ۱۹۶۸). ورزشکاران بسیار ماهر نیز نسبت به ورزشکاران معمولی از نظر ادراک عمق وضعیت بهتری دارند (گریبل و همکاران ۱۹۵۵؛ جاسمن[5] ۱۹۸۵؛ مک کورمک[6] ۲۰۰۴). بنابراین بر آن شدیم تا به بررسی اثر رنگ بر گروهی که دارای ادراک عمق بالاتری نسبت به گروه‌های همسن دارند بپردازیم. همچنین نتایج آنالیز واریانس چند متغیره نشان داد بین ادراک عمق رنگی ورزشکاران در گروه رشته‌های توپی و غیرتوپی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در خصوص عدم تفاوت ادراک عمق در رنگ‌های اصلی در گروه ورزشکاران توپی و غیر توپی باید در نظر داشت که یکی از مهمترین عواملی که بر ادراک عمق در ورزشکاران موثر است سطوح مهارتی آنان می‌باشد (گریبل و همکاران ۱۹۵۵، بلوندل ۱۹۸۳، جاسمن ۱۹۸۵ و ماشیتا ۲۰۰۴). شاید عدم تفاوت معنی‌دار سابقه ورزشی آنها یکی از دلایل عدم تفاوت در ادراک عمق بین گروه‌های ورزشکار باشد. در بررسی اثر اصلی رنگ، مشخص شد رنگ‌های اصلی که شامل آبی(۴۳۵ نانومتر)، سبز (۵۴۶ نانومتر) و قرمز (۷۰۰ نانومتر) می‌باشند، بر ادراک عمق ورزشکاران تاثیر می‌گذارند و ورزشکاران در رنگ آبی دارای بیشترین خطای ادراک عمق بوده و در رنگ سبز بهترین ادراک عمق را داشتند. ولی در رنگ‌های قرمز و آبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در حالت کلی اثر رنگ بر ادراک عمق معنی‌دار بود. این یافته‌ها با یافته‌های برند و همکاران (۲۰۰۳)، بلوج و همکاران (۱۹۹۹) بیلی، گریم و داولی (۲۰۰۶) بلوج و همکاران(۱۹۹۹) والیچ و همکاران(۲۰۰۳-۲۰۰۲) همراستا می‌باشد. بر اساس نظریه سه رنگی، اساس دید رنگی ما بر طول موج های متفاوت رنگ‌ها وابسته است. گیرنده‌های رنگی در چشم (مخروط‌ها) برای سه رنگ اصلی (آبی، سبز و قرمز) تخصص یافته‌اند. اگر چه هر گیرنده به طیف وسیعی حساس است ولی در ناحیه باریکی بیشترین حساسیت را دارد. بنابراین شاید یکی از دلایل بهبود ادراک عمق در رنگ سبز این موضوع باشد که طول موجهای متوسط (طیف نارنجی- سبز - زرد) بیشترین گیرنده‌ها را تحریک می‌کنند و درونداد بیشتری را بوجود می‌آورند. از طرف دیگر، وقتی انرژی تابشی رنگ‌ها برابر باشد چشم انسان رنگ‌های طیف نارنجی – سبز - زرد را نسبت به رنگ قرمز یا آبی روشنتر می‌بینند (سیچ۱۹۸۴). همچنین از آنجا که تیز بینی بر ادراک عمق موثر است و تیز بینی با افزایش روشنایی بهبود می‌یابد، شاید به همین دلیل بهترین ادراک عمق را می‌توان در رنگ سبز داشت. در خصوص ناهمخوانی نتایج بدست آمده با برخی تحقیقات (لدا و همکاران ۲۰۰۵ موریس ۱۹۷۶، دون ۲۰۰۴، بروستر ۱۸۵۱، هارتریدج ۱۹۴۷، دنگلر و نیتس چک ۱۹۹۳) شاید یکی از مهم ترین دلایل، نوع رنگ زمینه باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده، رنگ زمینه بر نحوه قضاوت مان در مورد نزدیک یا دور بودن اشیاء اثر می‌گذارد. در تحقیقات قبلی زمینه مورد استفاده سفید بوده ولی زمینه تحقیق انجام شده زرد می‌باشد. در زمینه زرد، رنگ سبز بیشترین تباین را دارد (گایتون و هال ۲۰۰۸) به همین دلیل رنگ سبز نسبت به دیگر رنگ‌ها بهترین تباین را داشته و آزمودنی‌ها بهترین ادراک عمق را در آن داشته‌اند. نظریه پذیرفته شده‌تر (شکست نور) توضیح می‌دهد که تفاوت در عمق ادراک شده ناشی از این حقیقت است که موج‌های کوتاه‌تر نور مرئی بیشتر از موج‌های طولانی‌تر شکسته می‌شوند (ساندنت ۱۹۷۸) به عنوان یک نتیجه منابع هم فاصله از نورهای مختلف نمی‌توانند بطور همزمان بر روی رتینا در سیستم بینایی متمرکز شوند. این به انحراف رنگی

[1] Montebello
[2] Olsen
[3] Miller
[4] Ridini
[5] Gassman, N.
[6] Mc Cormack

بر می‌گردد. بر اساس نظریه بیننده قوی[1] بین نشانه‌های عمقی فعل و انفعال پیچیده‌ای وجود دارد. حضور یک یا چند نشانه عمقی ممکن است باعث افزایش یا کاهش اثر نشانه دیگر شود (لندی و همکاران ۱۹۹۵). رنگ با همان روش تشخیص خطوط، یعنی توسط تباین رنگ‌ها شناسایی می‌شود. مثلاً ناحیه قرمز از ناحیه‌ای سبز، ناحیه‌ای آبی از ناحیه قرمز یا ناحیه سبز از ناحیه زرد متباین می‌شود. مکانیسم تحلیل تباین رنگ به این حقیقت بستگی دارد که رنگ‌های متباین که به آنها رنگ‌های متضاد نیز می‌گویند، به طور دو جانبه سلولهای نورونی خاصی را تحریک می‌کنند. فرض می‌شود که جزئیات اولیه تباین رنگ‌ها را سلول‌های ساده تشخیص می‌دهند، در حالی که تباین پیچیده‌تر را سلول‌های پیچیده یا بسیار پیچیده شناسایی می‌کنند. بر این اساس شاید یک از دلایل بهبودی ادراک عمق ورزشکاران در رنگ سبز نسبت به رنگ‌های دیگر، تباین بیشتر رنگ سبز نسبت به زمینه باشد.

[1] Strong observer theory

منابع

1- George Harvey Sage (1984), Motor learning and control: a neuropsychological approach - 424 pages. W.C. Brown. pp.

2- Bingham. G.P., & Stassen, M. G (1994). Monocular egocentric distance information generated by head movement. Ecological psychology. 6: 219-238.

3- Lenoir, M., Musch, E., La Grange, N. (1999). Ecological relevance of stereopsis in one-handed ball-catching. European College of Sports Science. Congress (3d: 1998: Manchester, England). Perceptual & Motor Skills .89 (2):495-508.

4- Isaacs, L. D., (1981). Relat ionship between depth percept ion and basketball-shoot ing per formance over a compet it ive season, Perceptualand motor skills, 53(2), 554.

5- Kioumourtzoglou, E., Derri, V., Mertzanidou, O., Tzetzis, G. (1997). Experience with perceptual and motor skills in rhythmic gymnastics. Perceptual & Motor Skills. 84(3-2): 1363-1372.

6- Sanderson, F. H.; Whiting, H. T. (1974). Dynamic visual acuity and performance in a catching task. Journal of Motor Behavior, 6(2):87-94.

7- Troscianko T, Montagnon R, Le Clerc J, Malbert E, Chanteau PL. Vision Res. (1991). The role of colour as a monocular depth cue. Source Department of Psychology, University of Bristol, England. 31(11):1923-9.

8- Morris, G. S. (1976). Effects ball and background color have upon the catching performance of elementary school children. Research Quarterly. 47(3): 409-416.

9- Goethe. (1982). Theory of colours (C. L. Eastlake, Trans.). Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press. (Original work published 1810).

10- Bernd Wallisch, Wolfgang Meyer, Armin Kanitsar, Eduard Gröller (2002-2003). Information Highlighting by Color Dependent Depth Perception with Chromo-Stereoscopy.

11- Gooch, A. A., and Gooch, B. (2004). Enhancing perceived depth in images via artistic matting. In APGV ’04: Proceedings of the 1st Symposium on Applied perception in graphics and visualization, ACM Press, New York, NY, USA. 168–168.

12- Ledda, P., Chalmers, A., Troscianko, T., and Seetzen, H. 2005. Evaluation of tone mapping operators using a high dynamic range display. In ACM SIGGRAPH 2005, LA., ACM Press.

13- Bailey, Reynold J.; Grimm, Cindy M.; Davoli, Chris. (2006). The Effect of Warm and Cool Object Colors on Depth Ordering. APGV 2006, Boston, Massachusetts, July 28–29, 2006., ACM press 1-59593-429-4/06/0007

14- Landy, M. S., Maloney, L. T., & Young, M. (1995) Measurement and modeling of depth cue combination: In defense of weak fusion. Vision Research.35: 389–412.

15- Sundet, J. M. (1978). Effects of colour on perceived depth: Review of experiments and evaluation of theories. Scandinavian Journal of Psychology, 19: 133-143.

16- Hartridge, H. (1947). The visual perception of fine detail. Philosophical Transactions of the Royal Society. 232: 519–671.

17- Dengler, M., & Nitschke, W. (1993) Color stereopsis: a model for depth reversals based on border contrast. Perception & Psychophysics.53: 150–156.

18- Seth B. Dunn (2004). The Effects of Color on Human Depth Perception .project number J0310.CALIFORNIA STATE SCIENCE FAIR.

19- Brewster, D. (1851). Notice of a chromatic stereoscope. Philosophical Magazine, 4th Series, 3: 31.

20- Bailey, R. J., & Grimm, C. M. (2006). Perceptually meaningful image editing: Depth (Tech. Rep. No. 2006-11). St. Louis: Washington University, Department of Computer Science and Engineering.

21- Arthur C. Guyton, John E. Hall (2006). Fisiologia Medica., Edition 11, illustrated, Elsevier España. pp. 677-691.