

بررسی میزان زمان واکنش انتخابی در مقابل محرک‌های شنیداری در رنگ‌های مختلف

احسان خواجوی راوری^۱، احمد فرخی^۲، قاسم بابایی زارچ^۳✉، سعید سهیلی پور^۴، محمود شیخ^۲

۱. کارشناسی ارشد رفتار حرکتی دانشگاه تهران

۲. دانشیار رفتار حرکتی دانشگاه تهران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد روان‌شناسی ورزشی دانشگاه اصفهان

۴. کارشناسی ارشد روان‌شناسی ورزشی دانشگاه تهران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۴/۲۱

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱۱/۸

چکیده

هدف: رنگ‌ها در زندگی انسان اهمیت زیادی داشته و تاثیرات بالقوه‌ای بر روان انسان می‌گذارند. از آنجائیکه محیط‌های ورزشی با رنگ‌های مختلف آمیخته شده‌اند، پژوهش حاضر به دنبال بررسی زمان واکنش انتخابی در مقابل محرک‌های شنیداری در رنگ‌های مختلف بین ورزشکاران است. **روش تحقیق:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است و جامعه آماری آن را دانشجویان پسر دانشگاه تهران با میانگین سنی ۲۲ سال تشکیل می‌دهد که از بین آنها ۵۰ نفر به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده و زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری دانشجویان به وسیله دستگاه YB-1000 ثبت شده است. **یافته‌ها:** جهت تحلیل داده‌ها از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری ورزشکاران در محیط آبی رنگ نسبت به محیط‌های قرمز، سیاه، سفید و عادی به طور معناداری بهتر بود ($p < 0/05$). **نتیجه‌گیری:** نتیجه تحقیق نشان داد که کاهش در زمان واکنش می‌تواند ناشی از افزایش در سرعت شناسایی محرک صوت و یا ناشی از افزایش سرعت پردازش اطلاعات شنیداری در سیستم پردازش اطلاعات انسان باشد.

کلید واژه‌ها: رنگ محیطی، زمان واکنش انتخابی، محرک شنیداری، ورزشکار

The Study of Choice Reaction Time to Audio Stimuli in Various Colors

Abstract

Purpose: Colors are so important in human life and have potential effects on human psyche. Sport environments have been integrated with different colors, the aim of the present research is to study the choice reaction time to audio stimuli in various colors among athletes. **Methods:** the research is semi empirical and population of the research consists of boys students of Tehran University with a mean age of 22 which 50 people were selected by simple available sampling the choice reaction time to audio stimulus of students was saved using YB-1000 device. **Results:** For analyzing and assessing data, repeated measures ANOVA and post hoc test were used. Results of this study showed that choice reaction time to audio stimulus in blue environment was significantly better than red, black, white and normal environment ($p < 0/05$). **Conclusion:** The research results showed that, decrease in reaction time can be due to the increase in sound stimuli recognition speed or due to the increase in auditory information processing speed in human information processing system.

Key words: Environmental Color, Choice Reaction Time, Audio Stimuli, Athlete

✉ نویسنده مسئول: قاسم بابایی زارچ شماره تماس: ۰۹۱۳۷۷۷۴۷۴۱

تهران، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

پست الکترونیک: babaei551@alumni.ut.ac.ir

مقدمه

انسان در دنیایی قرار دارد که همواره با محرک‌های گوناگونی در تماس است، در بدن انسان سیستم‌هایی وجود دارد که به وسیله آنها می‌تواند این محرک‌ها را دریافت کند و به آنها پاسخ دهد. برای اینکه انسان به یک محرک پاسخ دهد، ابتدا باید محرک توسط گیرنده‌هایی دریافت شود و از طریق دستگاه عصبی محیطی به دستگاه عصبی مرکزی منتقل شود، تا در آنجا پاسخ مناسب انتخاب و برنامه ریزی شود. بعد از اینکه پاسخ مورد نظر تولید شد از طریق دستگاه عصبی محیطی به اندام مجری منتقل می‌شود تا در آنجا پاسخ تولید شده اجرا شود (۲ و ۱).

بر طبق یک دسته‌بندی از اشمیت و ریسبرگ (۲۰۰۸)، ورزشکاران در محیط خود از دو طریق با رنگ‌ها در ارتباط هستند. گاهی مواقع محرک‌هایی که ورزشکار باید به آنها پاسخ دهند با رنگ‌های مختلفی ارائه می‌شوند و با تحقیقات انجام شده مشخص شده که شدت، رنگ محرک و تضاد رنگ محرک بر زمان واکنش موثر است. حالت دیگر اینکه ورزش‌ها در محیط‌هایی با رنگ‌های زمینه‌ای متفاوتی انجام می‌شوند (۳).

زمان واکنش (RT) به فاصله زمانی بین ارائه محرک و شروع پاسخ می‌گویند و شامل خود حرکت نمی‌شود (۴). زمان واکنش در چند موقعیت رایج بررسی می‌شود که مهمترین آنها زمان واکنش ساده و زمان واکنش انتخابی می‌باشند. زمان واکنش انتخابی از طریق پاسخ با توجه به محرک ارائه شده اندازه‌گیری می‌شود و فرد باید با توجه به محرک ارائه شده پاسخ خود را انتخاب کند و به آن پاسخ دهد. زمان واکنش انتخابی شنوایی (CART)^۱ عبارت است از زمان مشاهده شدن یکی از سه فرکانس صوت (۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوهرتز) در واحد نمایش دهنده تحریک دستگاه زمان واکنش YB-1000 تا شروع پاسخ هر فرد به این محرک، از طریق فشار دادن کلید هر فرکانس صوتی با انگشت دست راست (برتر)، در واحد اعمال پاسخ دستگاه که این زمان توسط خود دستگاه با حساسیت یک هزارم ثانیه قابل مشاهده است.

به علت اهمیت بالای زمان واکنش در ورزش و در زندگی انسان تحقیقات زیادی در این زمینه انجام شده است و عوامل مختلفی که بر روی زمان واکنش تاثیر گذار بودند مورد مطالعه قرار گرفتند که از آن جمله می‌توان به تاثیر سن، جنس،

تمرینات ورزشی، تعداد، شدت و نوع محرک، انگیزتگی، هوش، آسیب مغزی، دست برتر، بینایی کانونی و محیطی (رنگ محیطی)، تیپ شخصیتی، داروهای محرک، اختلالات یادگیری، گرسنگی، گرما و رطوبت محیط را نام برد (۵ و ۶ و ۸). همچنین مشخص شده که زمان واکنش می‌تواند در فرد، در شرایط روانی و خلقی، متفاوت باشد (۹).

تحقیقاتی در گذشته در این مورد انجام شده که از آن جمله می‌توان به مطالعه هال زازوتا (۲۰۱۱) تحت عنوان "تاثیر رنگ زمینه‌ای صفحه نمایش بر زمان واکنش" اشاره کرد که تاثیر ۶ رنگ مختلف را از طریق صفحه نمایش رایانه بر زمان واکنش افراد مختلف بررسی کرد و به اثرات ثابت رنگ‌های زمینه بر زمان واکنش پی برد و گزارش کرد که پس زمینه مشکی باعث آهسته‌ترین زمان واکنش در آزمودنی‌ها می‌شود (۶). در پژوهشی که توسط موسوی ساداتی و همکاران (۱۳۸۹) انجام شد، نشان داد که استفاده از تلفن و چه به صورت استفاده از هدفون باعث افزایش زمان واکنش می‌شود. بر اساس همین پژوهش توجه به منابع شنیداری موجب اختلال در توجه به منابع دیداری می‌شود، آنها علت این پدیده را احتمال تداخل در منابع توجه با استفاده از نظریه منبع مرکزی توجه بیان داشتند (۱۰). همچنین اثر جنسیت روی زمان واکنش و سرعت پردازش در بسیاری از تحقیقات مورد مطالعه قرار گرفته است و مشاهده شده که مردان نسبت به زنان و همچنین کودکان و سالمندان نسبت به افراد جوان زمان واکنش کوتاه‌تری دارند (۱۱).

نظریه شناسایی سیگنال بیان می‌کند شرایط محیطی می‌توانند به عنوان عاملی باشند که باعث افزایش یا کاهش در تشخیص یک عامل شوند و با توجه به این نظریه، رنگ محیط نیز می‌تواند به عنوان عاملی برای کاهش خطا در شناسایی سیگنال باشد (۱۲).

با توجه به اینکه در پژوهش‌های انجام شده در خصوص رنگ‌ها تناقض وجود دارد و همچنین هیچ پژوهشی در مورد اثرگذاری رنگ انجام نشده است؛ و همچنین با توجه به اینکه ورزشکاران در محیط‌هایی با رنگ‌های مختلف باید به محرک‌های شنیداری مختلفی پاسخ دهند، به عنوان مثال یک شناگر باید در محیط استخر آبی رنگ قرار گیرد و به محرک شنیداری واکنش دهد، این سوال ایجاد می‌شود که آیا رنگ محیطی که ورزشکار در آن محیط باید اجرایی ماهرانه داشته باشد و سرعت عکس العمل داشته باشد، بر

عادی در نظر گرفته شده بود، که در این اتاقک ترکیبی از تمام رنگ‌ها وجود داشت. سپس مراحل اجرای آزمون مشخص شده و با استفاده از طرح همترازسازی متقابل، ترتیب قرارگیری هر فرد در محیط از قبل مشخص شد. در این طرح ترتیب قرارگیری آزمودنی‌ها در محیط با رنگ‌های متفاوت برای آزمودنی‌ها، متفاوت بود به گونه‌ای که همه افراد یک ترتیب مشابه را تجربه نکردند. لازم به ذکر است که کلیه افراد شرکت کننده در پژوهش راست برتر انتخاب شدند. بعد از اعلام آمادگی، فرد بر روی صندلی داخل اتاقک مشخص شده در حالت نشسته و آرام قرار می‌گرفت، بعد از گذشت ۲ دقیقه از حضور فرد و ایجاد حالت آرامش در فرد آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک صوت ۱۰ آزمون گرفته و ثبت می‌شد و در نهایت میانگین ۱۰ کوشش محاسبه و برای فرد ثبت گردید. ثبت زمان واکنش بر اساس واحد ۰/۰۰۱ ثانیه بود و شدت محرک در حداکثر برای کلیه آزمودنی‌ها بود. در آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک صوت آزمودنی می‌بایست از بین سه محرک، به هر محرک با کلید مربوط به همان محرک پاسخ دهد. در آزمون زمان واکنش انتخابی ترتیب ارائه محرک به صورت تصادفی توسط آزمونگر ارائه می‌شد و از پیش دوره بین ۱ تا ۵ ثانیه استفاده شد.

روش‌های آماری

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد. به منظور بررسی میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و همچنین برای بررسی تفاوت در محیط‌های رنگی متفاوت، از آمار استنباطی استفاده شد. برای مقایسه زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری ورزشکاران در محیط‌های مختلف از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد تا مشخص شود که در زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری در محیط‌های مختلف تفاوت وجود دارد. با استفاده از آزمون کرویت موخلی، کرویت داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و پس از برقرار نبودن کرویت از آماره گرینیهوس گیسر استفاده شد. بعد از مشخص شدن تفاوت، برای تعیین محیط‌های متفاوت، از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید.

یافته‌های تحقیق

پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا آماره‌های توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد در محیط‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت که این نتایج در شکل ۱ نشان داده شده‌اند.

اجرا و سرعت عکس العمل و در نتیجه اجرای ورزشکار اثرگذار است؟ رنگ‌هایی که در این آزمایش انتخاب شده‌اند؛ رنگ‌های سبز، آبی، قرمز، سیاه و سفید بودند. همچنین در این پژوهش محیطی دیگری نیز طراحی شد که در آن از هر ۵ رنگ موجود وجود داشت. حال با توجه به اینکه در اکثر موقعیت‌های ورزشی، ورزشکاران در محیط‌هایی با رنگ‌های مختلف قرار می‌گیرند که باید در آن محیط‌ها محرک‌های شنیداری را شناسایی کرده و با توجه به نیاز موقعیت پاسخ مناسب را انتخاب کنند و آن را اجرا کنند تا به موفقیت برسند و این احتمال وجود دارد که رنگ در پس زمینه به عنوان عاملی باشد که باعث بهبود یا افول اجرای ورزشکار شود، می‌توان در صورت یافتن پاسخی برای سوال‌های تحقیق و تعیین شرایط بهینه برای زمان واکنش، می‌توان شرایطی فراهم نمود که ورزشکار در محیط اجرایش زمان واکنش بهتری را داشته باشد و در نتیجه به سطح بالاتری از عملکرد دست یابد. لذا هدف پژوهش حاضر مقایسه زمان واکنش انتخابی ورزشکاران به محرک شنیداری در محیط با رنگ‌های گوناگون (آبی، سبز، قرمز، سفید و سیاه) است.

روش تحقیق

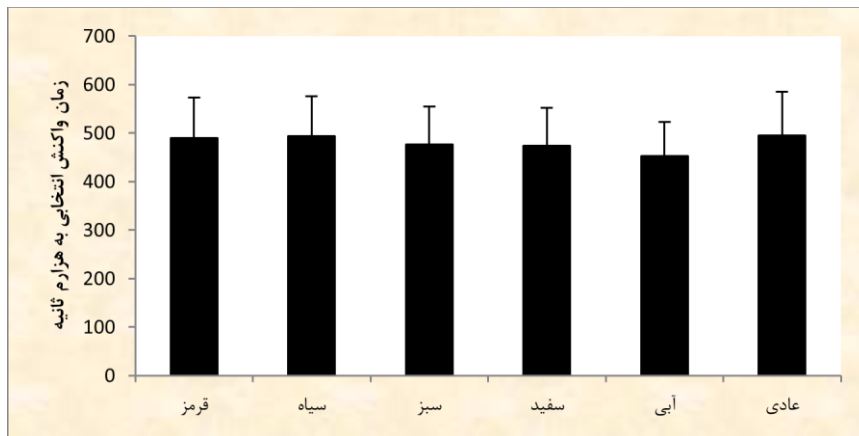
آزمودنی‌ها: جامعه آماری پژوهش حاضر را دانشجویان پسر دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران در سال تحصیلی ۹۰-۹۱ تشکیل می‌دهد. با توجه به تعداد نمونه در پژوهش‌های انجام شده در زمینه زمان واکنش (۵ و ۱۰) تعداد ۵۰ نفر با میانگین سنی ۲۲ سال به صورت نمونه-گیری در دسترس از بین دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد انتخاب گردیده و برای اجرای آزمون زمان واکنش همکاری نمودند.

ابزار اندازه‌گیری: در این پژوهش برای سنجش و اندازه‌گیری داده‌های اولیه از دستگاه اندازه‌گیری زمان واکنش استفاده شد. این دستگاه مدل YB-1000 ساخت شرکت Yagami کشور ژاپن می‌باشد که شامل ۳ واحد اصلی می‌باشد که عبارتند از: واحد اصلی کنترل، واحد نمایش دهنده تحریک و واحد اعمال پاسخ (صفحه کلید).

روند اجرای تحقیق: ابتدا شش اتاقک با استفاده از پارچه‌های رنگی ساخته شد. ابعاد هر اتاقک $۱/۳۰ * ۱/۳۰ * ۲/۲۰$ بود. رنگ‌های اتاقک‌های ساخته شده به ترتیب سبز، سفید، آبی، قرمز، مشکی، سفید بود. یک اتاقک نیز به عنوان اتاق

برای بررسی تفاوت بین نتایج از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شده که نتایج این آزمون در جدول ۱ نشان داده شده است.
از معناداری آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری چنین برداشت می‌شود که بین زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری در محیط‌های مختلف تفاوت وجود دارد. سپس برای مشخص شدن محیط‌های متفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری در جدول ۲ ارائه شده است.

همانطور که در شکل بالا مشاهده می‌شود، زمان واکنش انتخابی به صدا در محیط آبی دارای کمترین انحراف استاندارد و میانگین می‌باشد. محیط عادی نیز دارای بالاترین انحراف معیار و میانگین می‌باشد.
پس از بررسی آماره‌های توصیفی، برای بررسی بیشتر از آمار استنباطی استفاده شد. ابتدا با استفاده از آزمون موخلی، کروییت داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. که نتایج این آماره‌ها به صورت زیر است:
موخلی $W(0/458)$ ، $\chi^2(36/256)$ ، درجه آزادی (۲۷)، $sig(0/111)$



شکل ۱. میانگین و انحراف استاندارد آزمون زمان واکنش انتخابی به صدا در محیط‌های متفاوت (n=50)

جدول ۱. نتایج آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری

منبع تغییرات	شاخص	df	مجدور میانگین‌ها	F	sig
عامل		۷	۱۲۱۷۴/۱۹۹	۴/۱۸۱	۰/۰۰۱
خطا		۳۴۳	۲۹۱۱/۹۰۵	-	-

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری.

محیط	قرمز		سیاه		سبز		سفید		آبی
	sig	(I-J)	sig	(I-J)	sig	(I-J)	sig	(I-J)	
سیاه	۱/۰۰۰	-۳/۵۵۰							
سبز	۱/۰۰۰	۱۳/۳۴۸	۱/۰۰۰	۱۶/۸۹۸					
سفید	۱/۰۰۰	۱۵/۵۸۸	۱/۰۰۰	۱۹/۱۳۸	۱/۰۰۰	۲/۲۴۰			
آبی	۰/۰۲۹	*۳۷/۲۸۴	۰/۰۰۱	۴۰/۸۳۴*	۱/۰۰۰	۲۳/۹۳۶	۰/۰۰۰	۲۱/۶۹۶	۰/۰۰۰
عادی	۱/۰۰۰	-۴/۴۴۸	۱/۰۰۰	-۰/۸۹۸	۰/۴۳۹	-۱۷/۷۹۶	۱/۰۰۰	-۲۰/۰۳۶	۰/۰۰۲

* نشان دهنده معناداری در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

کننده می‌باشند. با بررسی تمام نتایج به دست آمده از این گونه تحقیقات می‌توان نتیجه گرفت که رنگ‌های دارای طول موج بلند، بیشتر از رنگ‌های دارای طول موج کوتاه، محرکند (۱۵). در پژوهش‌هایی نیز تاثیر تضاد رنگی بین محرک بر زمان واکنش بررسی شده است. (۳، ۷، ۸، ۱۷). همچنین مشخص شده است که زمان واکنش تحت تاثیر دما و رطوبت محیط قرار نمی‌گیرد (۵). هیچ پژوهشی تا قبل از انجام این پژوهش به بررسی اثر رنگ در پس زمینه بر زمان واکنش را مورد بررسی قرار نداده بود.

همچنین نشان داده شده است که نور آبی بیشترین تاثیر را بر روی ریتم شبانه‌روزی از طریق تاثیر ملاتونین دارد. که این تاثیر به علت تحریک گیرنده‌های مخروطی حساس به نور آبی می‌باشد. این سلول‌های مخروطی به طول موجی حدود ۴۶۰ نانومتر حساس هستند. قرار گرفتن روزانه ۶.۵ ساعت در معرض نور آبی با طول موج ۴۶۰ نانومتر تاثیری دو برابر در مقابل هم‌میزان مقدار ساعت قرارگیری در معرض نور زرد با طول موج ۵۵۵ نانومتر بر ریتم شبانه‌روزی و ترشح ملاتونین دارد. این تاثیر بر ریتم شبانه‌روزی و هوشیاری به شدت، مدت و طول موج نور آبی بستگی دارد و همچنین می‌تواند یکی از عوامل موثر بر زمان واکنش باشد. این تاثیر حتی بر افراد نابینا مشاهده شد. علت احتمالی این اثر پردازش این نور در منطقه فوقانی بینایی است. تاثیری که از نور آبی بر بیخوابی و هوشیاری بیان شده، می‌تواند توضیحی برای هوشیاری ایجاد شده در حین انجام آزمون زمان واکنش باشد، و در نتیجه احتمالاً بر زمان واکنش افراد اثرگذار بوده و باعث این موضوع می‌شود که زمان واکنش در این محیط کاهش یابد (۱۸).

کاجوچن و همکاران در سال ۲۰۰۵ بیان داشت که رنگ آبی در محیط آموزش و کار باعث بهبود کارایی می‌شود. وی در پژوهش خود پیشنهاد کرد که رنگ آبی باعث افزایش یادگیری و سلامتی می‌شود (۱۹). به همین نحو رنگ آبی باعث افزایش یادگیری و سلامتی نیز می‌شود (۱۶). در این راستا پژوهش حاضر نیز با نتیجه فوق کاملاً همسو می‌باشد، چرا که ورزشکاران نیز با قرارگیری در محیط آبی زمان واکنش کوتاه‌تری نسبت به سایر محیط از خود نشان داده‌اند که می‌توان چنین استنباط کرد که در محیط آبی رنگ به علت افزایش هوشیاری عملکرد بهتری از خود بجای گذاشتند.

همانطور که در جدول بالا نشان داده شده است، نتایج آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری در محیط آبی به طور معناداری بهتر از نتایج آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری در محیط‌های قرمز، سیاه و عادی بود. با وجود تفاوت در نتایج آزمون زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری سایر محیط‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه اجراهای ورزشی در محیط با رنگ‌های مختلف انجام می‌شود، و اینکه تاثیرگذاری رنگ محیط بر اجرای مهارت ورزشی مورد پذیرش واقع شده است؛ این پژوهش در پی یافتن پاسخ برای این سوال است که آیا رنگ محیطی می‌تواند به عنوان عاملی اثرگذار بر زمان واکنش انتخابی محسوب شود یا خیر؟

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زمان واکنش انتخابی به محرک شنیداری ورزشکاران در محیط آبی رنگ نسبت به محیط‌های قرمز، سیاه، سفید و عادی بهتر بود نتایج به دست آمده در این پژوهش به این نکته اشاره دارد که قرار گرفتن در محیط آبی رنگ باعث کاهش در زمان واکنش می‌شود که این کوتاه شدن زمان واکنش می‌تواند به چند علت باشد، اول اینکه می‌تواند ناشی از افزایش در سرعت شناسایی محرک صوت باشد؛ دوم اینکه این بهبود در زمان واکنش می‌تواند ناشی از بهبود سرعت پردازش اطلاعات باشد، سوم اینکه این کاهش در زمان واکنش می‌تواند ناشی از بهبود سرعت انتقال پیام‌های عصبی در بدن باشد و یا اینکه ترکیبی از عواملی که موجب هوشیاری در انسان می‌شوند، موجب بهبود زمان واکنش شده باشد (۱۳ و ۱۴). و یا اینکه ترکیبی از موارد ذکر شده باشد. نتایج این پژوهش با توجه به ویژگی‌های رنگ آبی با پژوهش‌های انجام شده همسو می‌باشد (۱۵ و ۱۶). و یا کاجوچن و همکاران ۲۰۰۵ نیز در پژوهش خود در مورد تاثیر بالای رنگ آبی بر ترشح ملاتونین، تنظیم دمایی بدن، هوشیاری و ضربان قلب صحبت کرده است. او علت احتمالی این قضیه را از هسته پردازش اطلاعات رنگ آبی و اینکه احتمالاً نور آبی در سلول‌های چشم نقش مضاعفی بر تنظیم سیستم حرارتی و هوشیاری بدن دارند، می‌داند (۱۹). با توجه به تحقیقات انجام شده مشخص شده است که رنگ قرمز و زرد محرک هستند و رنگ آبی و سبز آرام

پردازش اطلاعات شنیداری ایجاد شود نیز وجود دارد. با توجه به اینکه این پژوهش اولین پژوهشی می‌باشد که مستقیماً به بررسی تاثیر رنگ آبی بر زمان واکنش می‌پردازد، برای اینکه دلیل این موضوع را به طور قطع بیان کرد که چرا زمان واکنش در محیط آبی بهتر از سایر محیط بوده است نیاز به پژوهش بیشتر دارد. در حال حاضر محقق علت احتمالی این موضوع را پردازش رنگ آبی در قسمتی از مغز که باعث ایجاد هوشیاری می‌شود، می‌داند.

منابع

۱. اشمیت، ریچارد، ای. (۱۳۸۶). "یادگیری حرکتی و اجرا از اصول تا اجرا". نمازی زاده مهدی و واعظ موسوی محمدکاظم (مترجمین). انتشارات سمت، تهران، چاپ دهم.
۲. کارولا، رابرت. هارلی، جان. آرنوباک، چارلز (۱۳۷۶). "اناتومی و فیزیولوژی انسانی". واعظ مهدوی محمد رضا و تکیان امیرحسین (مترجمین). انتشارات دانشگاه شاهد، تهران، چاپ اول.
3. Schmidt, R. A. & Wrisberg, C. A. (2008). "Motor learning and performance: A situation-based learning approach". Champion, IL: Human Kinetics.
4. Wang, J. (2009). "Reaction-time training for elite athletes: a winning formula for champions". *International Journal of Coaching Science*, 3(2):pp. 67-78.
5. Delignières, D. Brisswalter, J. (1995). "Effects of heart stress and physical exertion on simple and choice reaction time". In: IXth European Congress on Sport Psychology. Bruxelles.
6. Hall-Zazueta, F. (2011). "The effect of screen background color on reaction time". California state science fair. Project Number j0705.
7. Jimenez, Del. Barko, L. Martinez, P. Hita, E. (1991). "Visual reaction time measurements with background provided by color monitors". *Journal of Optics*, 22(3), pp: 129-133.
8. O'Donell, B. Colombo, E. (2008). "Simple reaction times to chromatic stimuli: Luminance and chromatic contrast". *Lighting Research and Technology*, 40, pp: 359-371.
9. Edwards, L., P. A. (2002). "Torcellini, and Laboratory, N. R. E. A literature review of the effects of natural light on building occupants". National Renewable Energy Laboratory.
۱۰. موسوی ساداتی، سید کاظم. واعظ موسوی، سید محمد کاظم. امیر تاش، محمدعلی. خلجی، حسن (۱۳۸۹). "تاثیر مکالمه با تلفن همراه بر زمان واکنش رانندگان به محرک شنوایی": بررسی نظریه‌ی منابع چندگانه و

همچنین مارچیک و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود نشان داده شد که سطح ملاتونین و بیخوابی و سحرخیزی با نور آبی تحت تاثیر قرار می‌گیرد اما با نور قرمز چنین تغییری مشاهده نشد. آنها بیان داشتند که حضور در اتاق با نور آبی باعث بیخوابی و هوشیاری می‌شود و نور آبی باعث تغییر در ریتم شبانه روزی، تغییر در ترشح ملاتونین و افزایش دمای بدن می‌شود. با توجه به اینکه نور آبی هم در انسان و هم حیوان باعث حساسیت سلولهای گانگلیون رتینال می‌شود و سلولهای گانگلیون رتینال به طول موج کوتاه یعنی آبی حساسند و این تغییرات ایجاد شده به علت این نور است. سلولهای گانگلیون رتینال فی نفسه به طول موج ۴۸۴ نانومتر یعنی آبی رنگ حساسند، پردازش سلولهای گانگلیون رتینال در منطقه^۱ انجام می‌شود که این منطقه مسئول تنظیمات شبانه روزی می‌باشد. همچنین نور با طول موج کوتاه در منطقه^۲ که مسئول تنظیم خواب می‌باشد اثرگذار است و علت احتمالی ایجاد هوشیاری ۳۰ درصد بیشتر در محیط آبی پردازش غیر مستقیم نور آبی در این مناطق است. در این راستا پژوهش حاضر نیز با نتیجه مذکور کاملاً همسوست. چرا که ورزشکاران نیز با قرارگیری در محیط آبی زمان واکنش کوتاه تری نسبت به دیگر محیطها از خود نشان داده‌اند. و با قرار گرفتن در محیط آبی به علت افزایش هوشیاری عملکرد بهتر می‌شود (۲۰). همچنین به علت تاثیر رنگ آبی در کاهش سطح انگیختگی و استرس در انسان به علت اثر آرامش بخش بودن آن به نوعی می‌توان کاهش در زمان واکنش را به این امر منوط دانست (۱۵).

با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه رنگ آبی و تاثیرات بیان شده از این رنگ ایجاد زمان واکنش بهتر در این محیط از طریق افزایش هوشیاری و ایجاد آرامش در انسان قابل توجیه می‌باشد که تحقیق حاضر هم بر این ادعا صحت می‌گذارد. همچنین مطالبی که در مورد بیخوابی، هوشیاری و انگیختگی بیان شده است نیز می‌تواند در مورد زمان واکنش در محیطهای رنگی به خصوص رنگ آبی نیز صادق باشد. همچنین با توجه به تداخل ایجاد شده از پردازش اطلاعات متفاوت در نظریه منبع مرکزی توجه احتمال اینکه تداخل کمتری در اثر پردازش رنگ آبی در

1. Superchiasmatic Nucleus
2. Ventrolateral Preoptic Nucleus

منبع مرکزی توجه . نشریه‌ی توانبخشی، دوره یازدهم.

شماره چهارم. ص ۶۷-۷۲

11. Silverman, I.W. (2006). Sex differences in simple visual reaction time: A historical meta-analysis *Sex roles*, 54(1): pp. 57-68.
12. McMorris, T. (2004). "Acquisition and performance of sports skills". Vol. 1. Wiley.
13. Jaskowski, p. (1984). "Human reaction time to negative contrast stimuli". *ACTA Neurobiological*, (44):pp. 217-232.
14. Taimela S. (1991). "Factors affecting reaction time resting and the interpretation of results". *Perceptual and Motor Skills*, 73:pp.1195-1202.
۱۵. مظفر، فرهنگ. مهدیزاده، فاطمه. بیسادی، مونا (۱۳۸۹). "تحلیل آماری تاثیر رنگ سالن امتحانات بر مولفه‌های روانشناختی دانشجویان". انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، شماره ۱. ص ۱۲۸-۱۱۹
16. Cajochen, C. et al. (2005). "High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation and heart rate to short wavelength light". *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 90(3). pp: 1311-1316
17. Quinn, M. (2005). "The effect of element color on reaction time in visual search tasks". *Journal of Undergraduate Science Engineering and Technology*, KHA306.
18. Lockley, S. W. Brainard, G. C. and Czeisler, C.A. (2003). "High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light". *J Clin Endocrinol Metab*. 88(9).pp: 4502-4505
19. Cajochen, C. et al. (2005). "High sensitivity of human melatonin, alertness, thermoregulation and heart rate to short wavelength light". *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 90(3):p. 1311-1316
20. Gordijn, M.C.M., Beersma, D.G.M., Ruger, M., Daan, S. (2005). "The effects of blue light on sleepness". *NSWO*:16,pp:67-70