**بررسی زمان واکنش در تشخیص تنالیته­های رنگی دربازی‌های رایانه‌ای**

**نسرین شهابی\*1، الهه قربانی 2، یونس سخاوت 3**

**1- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته تولید بازی‌های رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**

nshahabi@ymail.com

**2- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته تولید بازی‌های رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**

e.ghorbani@ tabriziau.ac.ir

**3- استادیار و عضو هیئت‌علمی دانشکده چندرسانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**

sekhavat@tabriziau.ac.ir

چکیده

رنگ‌ها ﺗﺄﺛﻴﺮ زﻳﺎدي ﺑﺮ ﺣﺎﻻت ﺧﻠﻘﻲ و رواﻧﻲ اﻧﺴﺎن دارﻧﺪ و ازآنجاکه اﻧﺴﺎن ﭘﻴﻮﺳﺘﻪ ﺑﺎ رنگ‌ها در ارﺗﺒﺎط اﺳﺖ، رنگ‌ها اﻫﻤﻴﺖ ﺑﺴﻴﺎري ﭘﻴﺪا می‌کنند. رنگ‌ها پیام رسانند و جزو لاینفک پروسه طراحی بازی رایانه‌ای هستند. گیمرها در محیط بازی‌های رایانه‌ای ﺑﺎ رنگ‌های ﻣﺨﺘﻠﻒ در ارﺗﺒﺎط هستند. همچنين يكي از عوامل اثرگذار و مهم در موفقيت گیمرها، زمان پاسخ مناسب به محرك ارائه‌شده است. ازاین‌رو ﺑﺎ ﺗﻮﺟﻪ ﺑﻪ اﻫﻤﻴﺖ رﻧﮓ و زﻣﺎن واﻛﻨﺶ دربازی‌های رایانه‌ای، ﭘﮋوﻫﺶ ﺣﺎﺿﺮ ﺑﻪ ﺑﺮرﺳﻲ زمان واکنش رنگ‌های متفاوت در ﺑﻴﻦ گیمرها ﭘرداخته است.

ﺟﺎﻣﻌﺔ آﻣﺎري را 60 نفر از داﻧﺸﺠﻮﻳﺎن دختر و ﭘﺴﺮ داﻧﺸکده چندرسانه‌ای تبریز ﺑﺎ ﻣﻴﺎﻧﮕﻴﻦ ﺳﻨﻲ (21.7) که به‌صورت داوطلبانه در شرکت کرده‌اند ﺗﺸﻜﻴﻞ می‌دهد. پژوهش ابتدا در محیط بازی 2 بعدی برای آشنایی گیمرها با روند بازی به‌صورت Pre Test انجام می‌شود و سپس توسط گیمرها در محیط بازی انجام می‌شود. هم‌زمان با انجام بازی زمان واکنش (RT) در نرم‌افزار Unity اندازه‌گیری می‌شود و داده‌ها ثبت می‌شود. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون آماري تحليل واريانس با اندازه‌های تكراري و آزمون Anova و توکی استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان داد كه کوچک‌ترین انحراف معيار و ميانگين زمان واكنش تشخیص رنگ، مربوط به رنگ آبی بوده و همچنين زمان واكنش رنگ آبي، در مقایسه با سایر رنگ‌ها تفاوت معنادار نشان داده است. نتايج پژوهش حاضر نشان می‌دهد كه استفاده از رنگ آبي در بازی رایانه‌ای می‌تواند موجب افزايش سرعت واکنش گیمر شود.

**کلمات کليدي:** **زمان واکنش، تنالیته­های رنگی، گیمر، بازی‌های رایانه‌ای**

**مقدمه**

امروزه صنعت بازی‌های رایانه‌ای یکی از موفق‌ترین صنعت‌های جهان محسوب می‌شود. بازی‌های رایانه‌ای هم در زمینه‌ی تفریح و سرگرمی و هم در زمینه‌ی بازی‌های جدی (آموزشی و درمانی) ساخته می‌شوند. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های بازی‌های رایانه‌ای، پاسخ (واکنش) مناسب و سریع به محرک‌های بینایی می‌باشد. رنگ‌ها به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین محرک‌های بینایی در طراحی بازی‌های رایانه‌ای، ازاین‌جهت حائز اهمیت می‌باشند که به‌عنوان محرک‌های بصری سبب تحریک گیرنده‌های مربوط به رنگ در مغز گیمر شده و درنهایت سبب واکنش و عکس‌العمل مناسب گیمر می‌شوند. اینکه کدام رنگ سبب تحریک سریع‌تر گیمرها می‌شود موضوع این پژوهش بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه دربازی‌های رایانه‌ای (حتی جنبه‌های مختلف زندگی روزمره که واکنش سریع به محرک رنگ مهم است)، اینکه کدام رنگ سبب تحریک سریع‌تر و زمان واکنش کمتر گیمر می‌شود بسیار مهم است.

انسان در زندگی روزمره با محرک‌های گوناگوني در تماس است و سیستم بدن به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی‌شده است که بتواند محرک‌ها را دريافت و به آن‌ها پاسخ دهد. براي اينكه انسان به يك محرك پاسخ دهد، ابتدا بايد محرك از طريق گیرنده‌هایی دريافت شود و از طريق دستگاه عصبي محيطي به دستگاه عصبي مركزي منتقل شود تا در آنجا پاسخ مناسب انتخاب و برنامه‌ریزی شود. بعدازاینکه پاسخ موردنظر توليد شد، از طريق دستگاه عصبي محيطي به اندام هدف منتقل می‌شود تا در آنجا پاسخ توليدشده اجرا شود]1. [چشم انسان، دستگاه پيچيده دريافت محرک‌های نوری است. در ساختار چشم يك سيستم سه‌بخشی مسئول حس بينايي وجود دارد: يك سيستم با درك شكل سروكار دارد، سيستم دوم مسئول درك رنگ است و سيستم سوم با درك حركت موقعيت و سازمان‌بندی فضايي سروكار دارد]3[.

دکتر الریش بیر روانشناس مشهور اتریشی که تحقیقات زیادی در زمینه رنگ دارد، بیان می‌کند که انسان در مقابل رنگ‌ها از خود واکنش‌هایی خواهد داشت و این‌یک تعریف اولیه روانشناسی از رنگ است. روانشناسی دانشی است که با ذهن سروکار دارد، با فرایندهای فکری و عاطفی با رجوع به رفتار و مطالعه ذهنیات، احساسات، رویاها و هر چیزی که یک فرد تجربه می‌کند که همه این مقوله‌ها ریشه‌ای خودآگاه، نیم خودآگاه و ناخودآگاه دارد]7[.

زمان واکنش نشان‌دهنده بسيار مهم سرعت تصميم‌گيرى و کارایی آن است. زمان واکنش به فاصله زمانى بين ارائه غیرمنتظره محرک تا شروع پاسخ گفته مى‌شود. زمان واکنش وقتى آغاز مى‌شود که محرک ارائه‌شده است و هنگامى پايان مى‌پذيرد که پاسخ شروع‌شده باشد.

بر اساس يك دسته‌بندی از اشميت[[1]](#footnote-1) و ريسبرگ[[2]](#footnote-2) (2008)، زمان واكنش شامل دو مرحله است: مرحله پيش حركتي و مرحله حركتي. مرحله حركتي تحت تأثیر سن، جنس و وزن عضوي كه بايد حركت كند، قرار می‌گیرد. همچنين زمان پيش حركتي شامل سه قسمت است: شناسايي محرك، گزينش پاسخ و برنامه‌ریزی پاسخ عوامل اثرگذار بر مرحله شناسايي محرك، وضوح و روشني محرك، شدت محرك، تضاد بين زمينه و محرك، الگوهاي حركتي و عوامل اثرگذار بر مرحله گزينش پاسخ عدم اطمينان و پیش‌بینی موقعيت بازي، تعداد شیوه‌های پاسخ و سازگاري بين محرك و پاسخ است و پيچيدگي تكنيك و سطح دقت در مرحله برنامه‌ریزی پاسخ تأثيرگذارند.]10[.

كوب[[3]](#footnote-3) (1969) تشخيص رنگ را در ديد پيراموني ورزشكاران رشته‌های مختلف ورزشي ارزيابي كرد و گزارش داد كه تفاوت مهمي در اين زمينه يافته است: رنگ قرمز و آبي بيشتر از سبز و سفيد تشخيص داده می‌شوند. وي اين نظر را مطرح كرد كه شايد پوشيدن لباس قرمز يا آبي براي اينكه افراد گروه هنگام مسابقه همديگر را بيابند، عمل مفيدي باشد]5[ .موريس[[4]](#footnote-4)(1976) با استفاده از سه توپ با رنگ‌های مختلف و دورنگ زمينه، تأثير رنگ را بر عملكرد توپ بازيكنان دبستاني ارزيابي كرد. وي پي برد توپ‌های رنگي بر عملكرد آن‌ها تأثير می‌گذارند. نمره‌های افراد هنگام گرفتن توپ‌های آبي و زرد، به نحو چشمگيري نسبت به توپ‌های سفيد بيشتر بود، اما درعین‌حال توپ‌های آبي با زمینه سفيد و توپ‌های زرد با زمینه سياه، تأثير مثبتي برگرفتن توپ داشت. وي بيان داشت ممكن است دست‌کاری رنگ زمينه و توپ درگرفتن توپ تأثير داشته باشد]11[ .

هال زازوتا[[5]](#footnote-5) (2011) در پژوهشي با عنوان "تأثير رنگ زمینه‌ای صفحه‌نمایش بر زمان واكنش" تأثير شش رنگ مختلف را از طريق صفحه‌نمایش رايانه بر زمان واكنش به محرك ديداري در افراد مختلف بررسي كرد و به آثار ثابت رنگ‌های زمينه بر زمان واكنش بينايي پي برد و گزارش كرد كه پس‌زمینه مشكي سبب آهسته‌ترین زمان واكنش در آزمودنی‌ها می‌شود.

زمان واكنش ساده به‌صورت پاسخ مشخص با حداكثر سرعت به محرك ارائه‌شده مشخص است و فرد نيازي به تشخيص محرك و پاسخ ندارد]16[.

از نتايج اين تحقیق می‌توان علاوه بر طراحی بازی‌های رایانه‌ای (آموزشی و درمانی و سرگرمی)، در زمینه‌های دیگری مانند طراحی صفحات وب و تبلیغات رایانه‌ای و حتی در زمینه کاهش تصادفات رانندگی ... و یا هر موقعیت دیگری که نیاز به عکس‌العمل سریع کاربر یا حتی عدم واکنش سریع کاربر مدنظر است، استفاده کرد.

**روش تحقيق**

**آزمودنی‌ها**

ﺟﺎﻣﻌﺔ آﻣﺎري پژوهش را 60 نفر از داﻧﺸﺠﻮﻳﺎن دختر و ﭘﺴﺮ مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد داﻧﺸکده چندرسانه‌ای تبریز ﺑﺎ ﻣﻴﺎﻧﮕﻴﻦ ﺳﻨﻲ21.7 (که به‌صورت داوطلبانه در آزمون شرکت کرده‌اند) تشکیل داده بودند.

**توزیع فراوانی جنسیت**

بر اساس جدول 1. از کل نمونه آماری 30 نفر 50 درصد از افراد زن و 30 نفر 50 درصد از افراد مرد می‌باشد.

**جدول1. توزیع فراوانی جنسیت**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | فراوانی | درصد فراوانی |
| زن | 30 | 50 |
| مرد | 30 | 50 |
| کل | 60 | 100 |

**آمارهای توصیفی سن افراد**

بر اساس جدول 2. کمترین سن افراد 18، بیشترین سن 34 و میانگین سنی 75/21 بوده است.

جدول2. آماره‌های توصیفی سن افراد

|  |  |
| --- | --- |
|  | مقادیر |
| کمترین سن | 18 |
| بیشترین سن | 34 |
| میانگین سنی | 75/21 |
| انحراف استاندارد | 09/3 |

**روش آماری**

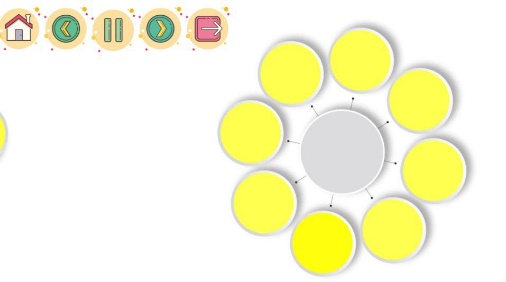
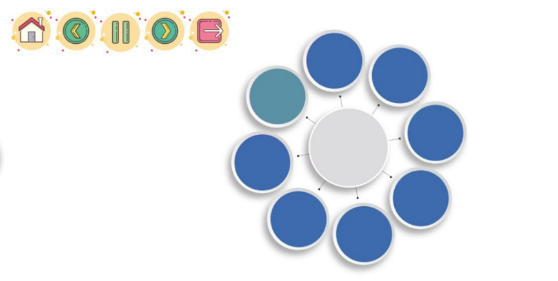
دانشجویان پس از چند دقیقه استراحت در تست شرکت کردند. ابتدا روند تست به دانشجویان توضیح داده شد و در مورد اهداف پژوهش توضیحی به آزمون دهندگان داده نشد. انتخاب 20 آزمون تست به‌صورت رندوم و با انتخاب تصادفی رنگ‌ها انجام گرفت.

**ابزار اندازه‌گیری**

در اين پژوهش براي سنجش و اندازه‌گیری داده‌هاي اوليه از بخش اندازه‌گیری زمان نرم‌افزار یونیتی 2018 هم‌زمان با انجام تست (از طریق کلیک آزمون‌شونده) استفاده شد.

**روند اجراي تحقيق**

برای انجام این تحقیق محیط 2 بعدی طراحی‌شده در یونیتی شامل 20 تست رنگ بود. ابتدا یک تست برای آشنایی دانشجویان با محیط بازی به‌صورت pretest اجرا می‌شد. رنگ‌های در نظر گرفته‌شده تحقیق شامل 4 رنگ (رنگ‌های اصلی در روانشناسی) شامل آبی و سبز و قرمز و زرد بود. برای هر رنگ 5 تنالیته رنگی متفاوت و در هر تنالیته رنگی 8 رنگ (7 رنگ مشابه و یک رنگ با درجه اشباع 2 درجه پایین‌تر یا بالاتر) در نظر گرفته‌شده بود. زمان واکنش هر رنگی 5 بار (در تنالیته های متفاوت هر رنگ) به‌وسیله کلیک کردن حین اجرای آزمون اندازه‌گیری شد. روند مراحل آزمون به آزمون دهندگان توضیح داده‌شده و در مورد اهداف پژوهش توضیحی داده نشد. انتخاب 20 آزمون تست به‌صورت رندوم و با انتخاب تصادفی رنگ‌ها انجام گرفت.

****

به‌منظور بررسي ميانگين و انحراف معيار از آمار توصيفي و براي بررسي تفاوت در زمان واکنش رنگ، از آمار استنباطي استفاده شد. براي مقایسه زمان واكنش محرك رنگ در محیط‌های مختلف از تحليل واريانس Anova استفاده شد تا مشخص شود كه در زمان واكنش به محرك رنگ‌های مختلف، تفاوت وجود دارد 05/0>.P

نتایج آزمون با مقادیر (998/18=F، درجه آزادی (3 و236)، 000/0=P) نشان می‌دهد زمان‌بندی در تشخیص رنگ‌ها متفاوت است 05/0>P و بر اساس جدول 3 میانگین زمان تشخیص رنگ زرد بیشتر از بقیه رنگ‌ها، بعد از رنگ زرد، رنگ قرمز، بعد از رنگ قرمز، رنگ سبز و در آخر رنگ آبی می‌باشد. بعد از مشخص شدن تفاوت، براي مقایسه زمان واکنش رنگ‌های مختلف، از آزمون توکی در نظر گرفته شد. در نتایج آزمون توکی نشان می‌دهد که اختلاف میانگین رنگ آبی و زرد از همه بیشتر و اختلاف میانگین رنگ قرمز و سبز ناچیز است. سپس از آزمون تی مستقل برای تشخیص زمان تشخیص رنگ به تفکیک از جنسیت بکار برده شد که نتایج این آزمون نشان داد که زمان واکنش تشخیص رنگ در مردان کمتر از زنان و این اختلاف ناچیز است.

**نتايج و یافته‌های تحقيق**

پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا آمارهاي توصيفي شامل ميانگين و انحراف استاندارد بررسي شد.

**آمارهای توصیفی زمان تشخیص رنگ‌ها**

**جدول3. آزمون میانگین رنگ‌ها برحسب زمان**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | تعداد | میانگین | انحراف استاندارد | خطای معیار |
| رنگ آبی | 60 | 84/1 | 851/0 | 109/0 |
| رنگ زرد | 60 | 56/3 | 66/1 | 215/0 |
| رنگ قرمز | 60 | 74/2 | 05/1 | 136/0 |
| رنگ سبز | 60 | 57/2 | 39/1 | 089/0 |
| جمع کل | 240 | 68/2 | 39/1 | 089/0 |

**تجزیه‌وتحلیل داده‌ها**

در این قسمت داده‌ها را با استفاده از آزمون تحلیل واریانس ANOVA و آزمون تی مستقل در نرم‌افزار SPSS تجزیه‌وتحلیل شده است.

فرضیه1: بین زمان واکنش در تشخیص رنگ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

**جدول4. آزمون لون تشخیص رنگ‌ها**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| آمار لون | DF1 | DF2 | سطح معنی‌داری |
| 685/5 | 3 | 236 | 055/0 |

**جدول5. آزمون تحلیل واریانس ANOVA**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | مجموع مربعات | درجه آزادی | میانگین مربعات | F | سطح معنی‌داری |
| درون‌گروهی | 074/90 | 3 | 025/30 | 998/18 | 000/0 |
| میان گروهی | 977/372 | 236 | 580/1 |  |  |
| کل | 051/463 | 239 |  |  |  |

**جدول6. آزمون توکی اختلاف میانگین رنگ‌ها از همدیگر**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | اختلاف میانگین | خطای معیار | سطح معنی‌داری |
| آبی-زرد | 72/1- | 229/0 | 000/0 |
| آبی- قرمز | 900/0 | 229/0 | 000/0 |
| آبی-سبز | 733/0- | 229/0 | 002/0 |
| زرد- قرمز | 922/0 | 229/0 | 000/0 |
| زرد-سبز | 990/0 | 229/0 | 000/0 |
| قرمز- سبز | 167/0 | 229/0 | 466/0 |

فرضیه 2: زمان تشخیص رنگ‌ها برحسب جنسیت متفاوت است.

جدول7. آزمون میانگین زمان تشخیص رنگ‌ها به تفکیک از جنسیت

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| رنگ‌ها | جنسیت | تعداد | میانگین | انحراف استاندارد |
| آبی | زن | 30 | 01/2 | 02/1 |
| مرد | 30 | 66/1 | 59/0 |
| زرد | زن | 30 | 75/3 | 93/1 |
| مرد | 30 | 37/3 | 34/1 |
| قرمز | زن | 30 | 88/2 | 93/1 |
| مرد | 30 | 59/2 | 77/0 |
| سبز | زن | 30 | 73/2 | 52/1 |
| مرد | 30 | 41/2 | 04/1 |

**بحث و نتیجه‌گیری**

اين پژوهش تأثيرات رنگ بر زمان واكنش را بررسي كرد. نتايج نشان داد زمان واكنش به محرك بصری رنگ آبی کمتر از سایر رنگ‌ها (سبز و قرمز و زرد) می‌باشد. نتايج به‌دست‌آمده در اين پژوهش به اين نكته اشاره دارد كه قرار گرفتن در معرض محرک آبی‌رنگ موجب كاهش زمان واكنش می‌شود. كوتاه شدن زمان واكنش را می‌توان به علل ذكرشده در ادامه نسبت داد. اول اينكه اين بهبود در زمان واكنش ممكن است ناشي از بهبود سرعت پردازش اطلاعات باشد؛ دوم اينكه اين كاهش در زمان واكنش می‌تواند ناشي از بهبود سرعت انتقال پیام‌های عصبي در بدن باشد يا اينكه تركيبي از این عوامل و یا عوامل نامشخص دیگر باشد.

لوچلي[[6]](#footnote-6) و همكاران 2 در سال 2003 نشان دادند كه نور آبي بيشترين تأثير را بر ريتم شبانه‌روزی از طريق تأثير بر روي ملاتونين دارد. آن‌ها گزارش كردند كه اين تأثير به علت تحريك گیرنده‌های مخروطي حساس به نور آبی است. اين سلول‌های مخروطي به طول‌موجی حدود 460 نانومتر حساسند. آن‌ها در پژوهش خود عنوان كردند كه قرارگرفته روزانه 6.5 ساعت در معرض نور آبي با طول موج 460 نانومتر تأثيري دو برابر در مقابل همين مقدار ساعت قرارگيري در معرض نور زرد با طول موج 555 نانومتر بر ريتم شبانه روزي و ترشح ملاتونين دارد. آن‌ها همچنين بيان داشتند كه اين تأثير بر ريتم شبانه روزي و هوشياري، به‌شدت، مدت و طول موج نور آبی بستگي دارد، همچنين می‌تواند يكي از عوامل مؤثر بر زمان واكنش باشد. آن‌ها اين تأثير را حتي بر افراد نابينا مشاهده كردند. علت احتمالي اين اثر را پردازش اين نور در منطق فوقاني بينايي اعلام كردند. تأثيري كه از نور آبی بر بی‌خوابی و هوشياري بیان‌شده، می‌تواند توضيحي براي هوشياري ايجادشده در حين اجراي آزمون زمان واكنش باشد، درنتیجه احتمالاً بر زمان واكنش افراد اثر دارد و موجب كاهش زمان واكنش در اين محيط می‌شود]18[.

گردجين[[7]](#footnote-7) و همكاران 2005 در تحقيقي، دو گروه 40 نفره از دانش آموزان را در اتاق‌خواب با نور آبی‌رنگ و قرمزرنگ قراردادند. آن‌ها بيان داشتند كه نور آبي هم در انسان و هم حيوان باعث حساسيت سلول‌های گانگليونهاي رتينال می‌شود. سلول‌های گانگليون رتينال به طول موج‌کوتاه يعني آبي حساسند و اين تغييرات ايجادشده به علت اين نور است آن‌ها علت احتمالي ايجاد هوشياري 30 درصد بيشتر در محيط آبي را پردازش غيرمستقيم نور آبي در اين مناطق عنوان كردند. ]15[در اين راستا پژوهش حاضر نيز با نتیجه مذكور كاملاً همسوست. چراکه آزمون دهندگان نیز در برابر رنگ آبی زمان واكنش کوتاه‌تری نسبت به سایر رنگ‌ها از خود نشان داده‌اند كه می‌توان چنين استنباط كرد كه در محيط آبی‌رنگ به علت افزايش هوشياري عملكرد بهتري از خود به‌جای گذاشتند. مظفر و همكاران در سال 1389 در پژوهش خود بيان كردند كه رنگ آبي بهترين و پرطرفدارترين رنگ براي سالن امتحانات است. آن‌ها به آثار آرامش‌بخش اين رنگ اشاره و عنوان كردند كه اين رنگ می‌تواند موجب كاهش سطح انگيختگي و استرس در انسان شود]6.[با توجه به تحقيقات انجام‌گرفته در زمینه رنگ آبي و تأثيرات بیان‌شده از اين رنگ، ايجاد زمان واكنش بهتر در اين محيط از طريق افزايش هوشياري در انسان، قابل توجيه است كه تحقيق حاضر هم سندي مضاف بر اين ادعاست.

**منابع و مآخذ**

1-اشميت، ريچارد، اي. (1386). "يادگيري حركتي و اجرا؛ از اصول تا اجرا". ترجمه مهدي نمازيزاده و محمدكاظم واعظ موسوي، انتشارات سمت، تهران، چاپ دهم.

2- كارولا، رابرت. پي. هارلي، جان. آرنوباك، چارلز. (1376). "آناتومي و فيزيولوژي انساني". ترجمة محمدرضا واعظمهدوي و اميرحسين تكيان، انتشارات دانشگاه شاهد، تهران، چاپ اول.

3-گانوگ، ويليام اف. (1369). "كليات فيزيولوژي پزشكي". ترجمة فرخ شادان و فرشته معتمدي.انتشارات چهر، تهران، چاپ اول.

4-گايتون، آرتور. (1367). "فيزيولوژي پزشكي". ترجمة فرخ شادان. انتشارات چهر، تهران، چاپ اول.

5- سيج، جورج. (1378). "يادگيري و كنترل حركتي از ديدگاه روانشناسي عصبي". ترجمة حسن مرتضوي، انتشارات سنبله، تهران، چاپ اول.

6. مظفر، فرهنگ. مهديزاده، فاطمه. بيسادي؛ مونا. (1389). "تحليل آماري تأثير رنگ سالن امتحانات بر– مؤلفه هاي روانشناختي دانشجويان". انجمن علمي معماري و شهر سازي ايران، شمارة 1، صص 128.119

7.بختیاری فرد،حمید رضا،رنگ و ارتباطات،چاپ اول،تهران،انتشارات فخراکیا،1388

8. چندگانه و منبع مركزي توجه". نشرية توانبخشي، دورة يازدهم. شمارة چهارم. ص ص 72

9-مبادی سواد بصری،

10-Wang J. (2009). "Reaction-time training for elite athletes: a winning formula for champions". International Journal of Coaching Science, 3(2),PP: 67-68

11. McMorris, T.,(2004). "Acquisition and performance of sports skills".Wiley: Vol. 1.

12. 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.

13. Delignières D, Brisswalter J. (1995). "Effects of heat stress and physical exertion on simple and choice reaction time". In: IXth European Congress on Sport Psychology. Bruxelles.

14.Edwards, L., P.A. (2002). "Torcellini, and N.R.E. Laboratory, A literature review of the effects of natural light on building occupants". National Renewable Energy Laboratory.

15. Gordijn,M.C.M.,Beersma,D.G.M.,Ruger,M.,Daan,S.(2005)." The effects of blue light on sleepiness". NSWO:16,PP:67-70.

16. Hall-Zazueta F. (2011). "The effect of screen background color on reaction time". California state science fair. Project Number j0705.

17. Jaskowaski p. (1984). "Human reaction time to negative contrast stimuli". ACTA Neurobiological,(44), PP:217-232.

18. Lockley, S.W., G.C. Brainard, and C.A. Czeisler. (2003). "High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light". J Clin Endocrinol Metab, 88(9):PP: 4502-450

19. Thapan, K., J. Arendt, and D.J. Skene. (2001). "An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans". The Journal of physiology, 535(1): PP: 261-267.

1. Schmidt [↑](#footnote-ref-1)
2. Wrisberg [↑](#footnote-ref-2)
3. Coeb [↑](#footnote-ref-3)
4. Morris [↑](#footnote-ref-4)
5. Hall-Zazueta [↑](#footnote-ref-5)
6. Lockley & et al [↑](#footnote-ref-6)
7. Cajochen [↑](#footnote-ref-7)