



## بررسی اثرات سطوح مختلف روشنایی بر روی میزان توجه و زمان واکنش در شرایط آزمایشگاهی

حبیب الله دهقان<sup>۱</sup>، زهره محبیان<sup>۲\*</sup>، قاسم یادگارفر<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

<sup>۳</sup> استادیار، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

**نویسنده مسئول:** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. ایمیل: [zohre.mohebian@yahoo.com](mailto:zohre.mohebian@yahoo.com)

DOI: 10.21859/joe-04047

### چکیده

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۲۸

### واژگان کلیدی:

روشنایی

عملکرد شناختی

توجه

زمان واکنش

**مقدمه:** مطالعات اندکی جهت بررسی اثر روشنایی بر عملکردهای شناختی افراد صورت گرفته است. اما این مطالعات نتوانسته‌اند به نتیجه‌ای روشن و قطعی در این زمینه دست یابند. پژوهش حاضر به بررسی عملکردهای شناختی دانشجویان در مواجهه با سطوح مختلف روشنایی در شرایط آزمایشگاهی پرداخته است.

**روش کار:** در این مطالعه تجربی ۳۳ آزمودنی در محدوده سنی ۲۶-۱۹ سال به انجام آزمون‌های شناختی پرداختند. افراد درحین انجام آزمون نرم‌افزاری عملکرد پیوسته که درصد توجه افراد را می‌سنجد و دستگاه سنجش زمان واکنش که زمان واکنش افراد را اندازه می‌گیرد، در معرض مواجهه با سه سطح روشنایی معادل ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که بیشترین درصد توجه افراد در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس (۹۹/۷۵٪) و کمترین درصد توجه در روشنایی ۵۰۰ لوکس (۹۹/۳۶٪) بود. تحلیل‌های آماری نشان داد که اختلاف درصد توجه در سطوح مختلف روشنایی معنی‌دار است ( $P=0/04$ ). همچنین نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها نشان داد که افزایش شدت روشنایی قادر به ایجاد تغییر معنی‌دار در میانگین زمان پاسخ ( $P<0/05$ ) پاسخ صحیح ( $P=0/04$ ) خطای ارائه پاسخ ( $P=0/01$ ) پاسخ حذف ( $P=0/017$ ) می‌باشد. با افزایش شدت روشنایی زمان واکنش افراد کاهش یافته است. زمان واکنش در تمام سطوح روشنایی اختلاف معنی‌دار دارد ( $P<0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش شدت روشنایی باعث افزایش درصد توجه و کاهش زمان واکنش در افراد شده است. بنابراین ضروریست عامل سطوح مختلف روشنایی در طراحی پست‌های کاری که مستلزم استفاده از توجه و یا زمان واکنش می‌باشند را مدنظر قرار داد.

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

### مقدمه

عوامل زیادی می‌توانند بر رشد، توسعه و بهره‌وری نیروی کار مؤثر باشند دقت و سرعت کار، راندمان و قابلیت اجرای فعالیت‌ها از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری افراد می‌باشد که این عوامل خود می‌توانند تحت تأثیر فاکتورهای محیطی قرار گیرند [۱]. از سال ۱۹۹۰، شرایط نوری خوب به عنوان متعادل کننده نیازهای انسان با توجه به مسائل کاری، اقتصادی، زیست محیطی و الزامات طراحی معماری تعریف شده است. بنابراین عملکرد انسان، بهره‌وری انرژی، فضای ظاهری، ایمنی، بهداشت و رفاه بهبود بخشیده شد [۲]. روشنایی نامناسب به این معنی است که سیستم بینایی انسان با بهره‌وری بهینه خود کار نمی‌کند. چنانچه فردی در معرض شرایط روشنایی نامناسب قرار گیرد ممکن است اطلاعات واقعی از بین برود و احتمال اشتباه نیروی کاری افزایش یابد [۳]. انسان‌ها روزانه معمولاً حین انجام کارهای شناختی در معرض روشنایی هستند. روشنایی برای بینایی و انجام بسیاری از وظایف شناختی ضروری است. با این حال، روشنایی نه تنها اطلاعات بصری را ارائه می‌کند بلکه بعنوان یک تعدیل کننده قدرتمند فعالیت‌های غیر بصری از جمله بهبود هوشیاری و عملکرد در وظایف شناختی چند گانه است [۴]. تحقیقات نشان داده است که

عوامل زیادی می‌توانند بر رشد، توسعه و بهره‌وری نیروی کار مؤثر باشند دقت و سرعت کار، راندمان و قابلیت اجرای فعالیت‌ها از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری افراد می‌باشد که این عوامل خود می‌توانند تحت تأثیر فاکتورهای محیطی قرار گیرند [۱]. از سال ۱۹۹۰، شرایط نوری خوب به عنوان متعادل کننده نیازهای انسان با توجه به مسائل کاری، اقتصادی، زیست محیطی و الزامات طراحی معماری تعریف شده است. بنابراین عملکرد انسان، بهره‌وری انرژی، فضای ظاهری، ایمنی، بهداشت و رفاه بهبود بخشیده شد [۲]. روشنایی نامناسب به این معنی است که

دیگر، زمان واکنش مدت زمانی است که طول می‌کشد تا فرد شرایط را درک نموده و پاسخی را پردازش نماید [۱۵]. در مطالعه‌ای که توسط Georg Hoffmann و همکاران در سال ۲۰۰۷ باهدف بررسی اثرات شدت‌های روشنایی و دماهای رنگ متغیر روی سولفا توکسی ملاتونین و خلق و خوی افراد صورت گرفت وی نتیجه گرفت که استفاده از شدت‌های روشنایی متغیر با توجه به ابعاد فعالیت برای خلق و خوی مفید است [۱۶]. Karin C. و همکاران طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ با هدف بررسی سودمندی سطوح شدت روشنایی بالاتر برای آن دسته از افرادی که از خستگی ذهنی رنج می‌برند که ناشی از فشار خواب نیست بلکه ناشی از انجام اعمال ذهنی است به این نتیجه رسیدند که شرکت کنندگان هنگامی که در معرض نور روشن‌تر قرار می‌گیرند احساس خواب آلودگی کمتر، سرزندگی و شادابی بیشتری می‌کنند [۸]. طی مطالعه‌ای که توسط smolders و در سال ۲۰۱۲ انجام شد نتیجه گرفتند که افزایش شدت روشنایی (۱۰۰۰ lux در مقایسه با ۲۰۰ lux) باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب آلودگی کمتر، انرژی بیشتر و زمان واکنش کوتاه‌تر می‌شود [۱۷]. با توجه به مطالب ذکر شده، اولاً از آنجایی که عوامل فیزیکی مانند روشنایی می‌تواند باعث تغییراتی در عملکرد شغلی و رفتارهای اجتماعی چون افزایش خطا، حوادث و کاهش کیفیت محصولات و در نتیجه کاهش بهره‌وری در نیروی کار شود؛ و نظر به اینکه در ایران نیز همچون سایر کشورهای در حال توسعه هر ساله شاهد بروز حوادث شغلی فراوانی هستیم و تاکنون در این زمینه مطالعه‌ای صورت نگرفته است، دوماً چون درصد توجه و زمان واکنش ممکن است تحت تاثیر پارامترهای روانشناختی، مسائل خانوادگی، مسائل کاری و غیره قرارگیرد این شرایط در ایران با سایر کشورها اختلاف دارد لذا برای تعیین ارتباط آنها این مطالعه صورت گرفت.

### روش کار

این مطالعه تجربی با هدف تعیین اثر سطوح مختلف شدت روشنایی بر روی میزان توجه و زمان واکنش دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در سال ۱۳۹۴ انجام شد و کلیه آزمایشات در یک اتاقک با شرایط جوی کنترل شده صورت گرفت و متغیر پیامد زمان واکنش به عنوان پیامد ثانویه مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس میانگین میزان توجه در سطوح مختلف روشنایی به عنوان پیامد اولیه تعداد نمونه‌ها ۳۳ نفر در محدوده سنی ۹۱ تا ۶۲ سال،

محیط فیزیکی ممکن است سطح خستگی ذهنی، نشاط و عملکرد مردم را تحت تاثیر قرار دهد. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که روشنایی یکی از ویژگی‌های بالقوه زیست محیطی است که سلامت روانی، رفتار و عملکرد کارکنان اداری را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بطور خاص این مطالعات نشان داده‌اند که رنگ نور سفید و نوع منبع روشنایی می‌تواند احساس هوشیاری، عملکرد خودگزارشی کارکنان نیاز آنها برای بازیابی اطلاعات در طول ساعت کاری منظم تحت تاثیر قرار دهد [۵-۷]. مطالعات آزمایشگاهی متعددی نشان داده‌اند که قرار گرفتن در معرض سطوح روشنایی بالاتر در شب منجر به ترشح کمتر ملاتونین، افزایش انگیزتگی فیزیولوژیک، هوشیاری ذهنی بالاتر، و بهبود توجه مستمر و عملکرد شناختی می‌شود [۸]. قرار گرفتن در معرض نور روشن در طول روز، بر روی افرادی که برای اولین بار روشنایی قابل توجهی را تجربه می‌کردند و یا از خواب محروم بوده‌اند، اثرات سودمندی را نشان داده است [۹]. با روشنایی کافی کارکنان قادر به تولید محصول بیشتر با اشتباهات و خطای کمتری هستند که منجر به افزایش در بررسی عملکرد روانی - ذهنی افراد، ۱۰-۵۰ درصدی در کارایی و بهره‌وری افراد می‌گردد [۱۰]. در بررسی عملکرد روانی-ذهنی افراد از شاخص‌هایی استفاده می‌شود که نشان دهنده وضعیت شناختی فرد می‌باشد منظور از شناخت کارکردهای عالی در مغز انسان است. از جمله شاخص‌های شناختی مهم در انسان توجه و زمان واکنش می‌باشد. توجه فرایندی شناختی است که بصورت تمرکز انتخابی بر روی یک جنبه از محیط، در حالیکه سایر جنبه‌ها نادیده گرفته می‌شوند تعریف می‌شود. توجه همچنین به تخصیص پردازش منابع منتسب شده است [۱۱]. واژه توجه را می‌توان متناسب با تعداد خطای افراد در حین انجام آزمون تعریف نمود. به این ترتیب که هر قدر میزان توجه فرد در حین انجام آزمون بیشتر باشد، تعداد خطا کمتر است و بالعکس. همچنین توجه رابطه نزدیکی با زمان واکنش دارد [۱۲]. این مطلب را می‌توان اینگونه تفسیر کرد که هر قدر سطح توجه در افراد شرکت کننده در آزمون بالاتر باشد، زمان واکنش در این افراد کوتاه‌تر خواهد بود. عکس این مطلب نیز صحت دارد و با کاهش سطح توجه در افراد، زمان واکنش طولانی‌تری ثبت می‌شود [۱۳]. زمان واکنش مدت زمان بسیار کوتاهی است که بین ارائه محرک و ثبت پاسخ آزمودنی طی می‌شود و معمولاً در افراد سالم این مدت بین ۱۰ تا ۱۲ صدم ثانیه و به صورت ارادی و غیرارادی (بازتابی) ظاهر می‌گردد [۱۴]. به بیان

نتایج انجام می‌شد. پس از ورود اطلاعات شخصی آزمودنی در قسمت مشخصات فردی، آزمون اجرا می‌شد. قبل از اجرای آزمون اصلی، اجرای آزمایشی و پس از آن اجرای اصلی انجام شد. در آغاز قسمت آزمایشی و اصلی، توضیحات لازم روی صفحه نمایشگر ارائه می‌شد که آزمایشگر باید آن را برای آزمودنی کاملاً تفهیم کند. با اعلام آمادگی آزمودنی آزمون شروع می‌شد. مدت زمان اجرای آزمایش، با احتساب مرحله آزمایشی، در کل ۲۰۰ ثانیه بود. در این آزمون دو خطای حذف و خطای ارائه پاسخ یا ارتکاب نمره گذاری شد. خطای حذف هنگامی رخ می‌دهد که آزمودنی به محرک هدف پاسخ ندهد و نشان دهنده این است که آزمودنی در درک محرک دچار مشکل شده است. این نوع خطا به عنوان مشکل در نگهداری توجه تفسیر می‌شود و بیانگر بی توجهی به محرکها خواهد بود. خطای ارائه پاسخ زمانی رخ خواهد داد که آزمودنی به محرک غیر هدف پاسخ دهد این نوع پاسخ نشانه ضعف در بازداری تکانه‌ها بود. این نوع خطا بعنوان مشکل در زود انگیزگی یا کنترل تکانه یا تکانش‌گری تفسیر می‌شود. در این آزمون توسط رایانه این دو نوع خطا شمارش شد و علاوه بر آن تعداد پاسخهای درست و زمان واکنش آزمودنی به محرک محاسبه شد در این مطالعه با اندازه گیری زمان واکنش و محاسبه تعداد خطاهای فرد در حین انجام آزمایش درصد توجه تعیین شد به این صورت که تعداد پاسخهای صحیح به تعداد کل پاسخها تقسیم شد و از نتیجه حاصله درصد گیری شد. ضرایب اعتبار یا باز آزمایشی قسمت‌های مختلف آزمون در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ قرار دارد [۲۰]. پارامتر دیگر در این مطالعه زمان واکنش بود که توسط دستگاه زمان سنج واکنش اندازه گیری شد (آزمودنی هر بار در مدت ۱/۵ ساعت مواجهه ۸۰ مرتبه این تست را انجام می‌داد). برای اندازه گیری زمان واکنش افراد از دستگاه زمان سنج واکنش مدل PM-RT۱۶۸۸۱ ساخت شرکت پارس مدار استفاده شده است. این دستگاه زمان واکنش فرد را با دقت یک هزارم ثانیه نشان می‌دهد. دستگاه زمان سنج واکنش برای بررسی وضعیت ذهنی فرد در پاسخ به محرک استفاده می‌شود [۱۸]. این دستگاه طوری تهیه شده که وقتی آزماینده محرک را به کار می‌اندازد زمان سنج دستگاه شروع به حرکت می‌کند و با واکنش آزمودنی متوقف می‌شود. در این آزمایش دو علامت نوری به رنگ‌های مختلف و دو کلید واکنشی که در دودست فرد قرار می‌گیرد استفاده شده است. محرک‌های نوری در قسمت عقب دستگاه در سمت فرد مورد آزمایش ظاهر می‌

شامل ۷۱ مرد و ۶۱ زن تعیین گردید. نمونه‌ها به روش تصادفی ساده انتخاب شدند با این تعداد نمونه محققین قادر خواهند بود در سطح معنی داری ۵% با احتمال ۸۰% اختلاف ۰/۷ انحراف معیار میزان توجه را در سطوح مختلف روشنایی کشف و معنی دار نشان دهند. برای تعیین اثر فاکتورهای محیطی شامل روشنایی (۵۰۰، ۲۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس) و دمای محیط (۲۲ درجه سانتیگراد) بارطوبت  $5 \pm 20$  درصد و بر روی عملکردهای شناختی افراد از آزمون عملکرد پیوسته جهت سنجش میزان توجه و دستگاه reaction time جهت سنجش میزان زمان واکنش استفاده شد. در این مطالعه میزان روشنایی با استفاده از لامپهای آفتابی (با دمای رنگ ۲۷۰۰) و مهتابی (با دمای رنگ ۴۵۰۰) در سطح کار آزمودنی‌ها معادل ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس و دمای محیطی بوسیله دستگاه تولیدکننده گرما در دمای  $22^{\circ}\text{C}$  تأمین شد. طول مدت زمان مواجهه افراد ۱/۵ ساعت بود. شرایط ورود به مطالعه شامل: قرار داشتن در محدوده سنی ۲۰-۴۰ سال، نداشتن مشکلات ضعف بینایی، عدم ابتلا به کورنگی، عدم سابقه مصرف داروهای قلبی، کاهش دهنده قند خون، ضد افسردگی و آرام بخش، ضد هیستامین‌ها، داروهای ضد پارکینسون و سایر داروها، برخورداری از شنوایی طبیعی، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، مشکلات تنفسی و اختلالات خواب بود و شرایط خروج از مطالعه نیز عدم تمایل به ادامه همکاری از سوی آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. پس از انتخاب نهایی افراد واجد شرایط کلیه آزمونها برای افراد بطور کامل شرح داده شد. قبل از شروع آزمایشات نیز با توجه به مصوبه کمیته اخلاق دانشگاه از داوطلبان شرکت کننده در پژوهش رضایت نامه شرکت در طرح اخذ و مستندسازی شد. در ادامه داوطلبان بایستی ۶ بار در اتاقک حضور پیدا می‌کردند ابتدا آزمون عملکرد پیوسته performance test continuous را انجام می‌دادند (۴ بار در مدت ۱/۵ ساعت مواجهه). هدف اصلی این آزمون ارزیابی توجه یا گوش به زنگی و تکانش‌گری است. در تمام گونه‌های این آزمون، آزمودنی می‌بایست برای مدتی توجه خود را به مجموعه محرک نسبتاً ساده (دیداری یا شنیداری) جلب نماید و در هنگام ظهور محرک هدف با فشردن یک کلید پاسخ خود را ارائه نماید. در این آزمون، در کل ۱۵۰ محرک ارائه می‌شد که ۲۰ درصد آن محرک هدف (محرکی که آزمودنی باید به آن پاسخ دهد) بود. مدت زمان ارائه هر محرک ۲۰۰ هزارم ثانیه و فاصله بین دو محرک ۱ ثانیه بود. انتخاب نوع محرک (عدد یا شکل) در صفحه مشخصات فردی و انتخاب محرک هدف، در صفحه

شاید. فرد آزمون گیرنده در سمت جلوی دستگاه قرار می‌گیرد و زمان واکنش و خطای فرد را که بر روی نمایشگر نشان داده می‌شود، ثبت می‌کنید. این آزمون در مطالعات روان شناختی کاربرد فراوان دارد و در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است [۱۹، ۲۰].

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز One-Way ANOVA استفاده شد. داده‌ها پس از جمع‌آوری با نرم افزار SPSS ورژن ۲۰ به سیستم کامپیوتر انتقال یافته و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

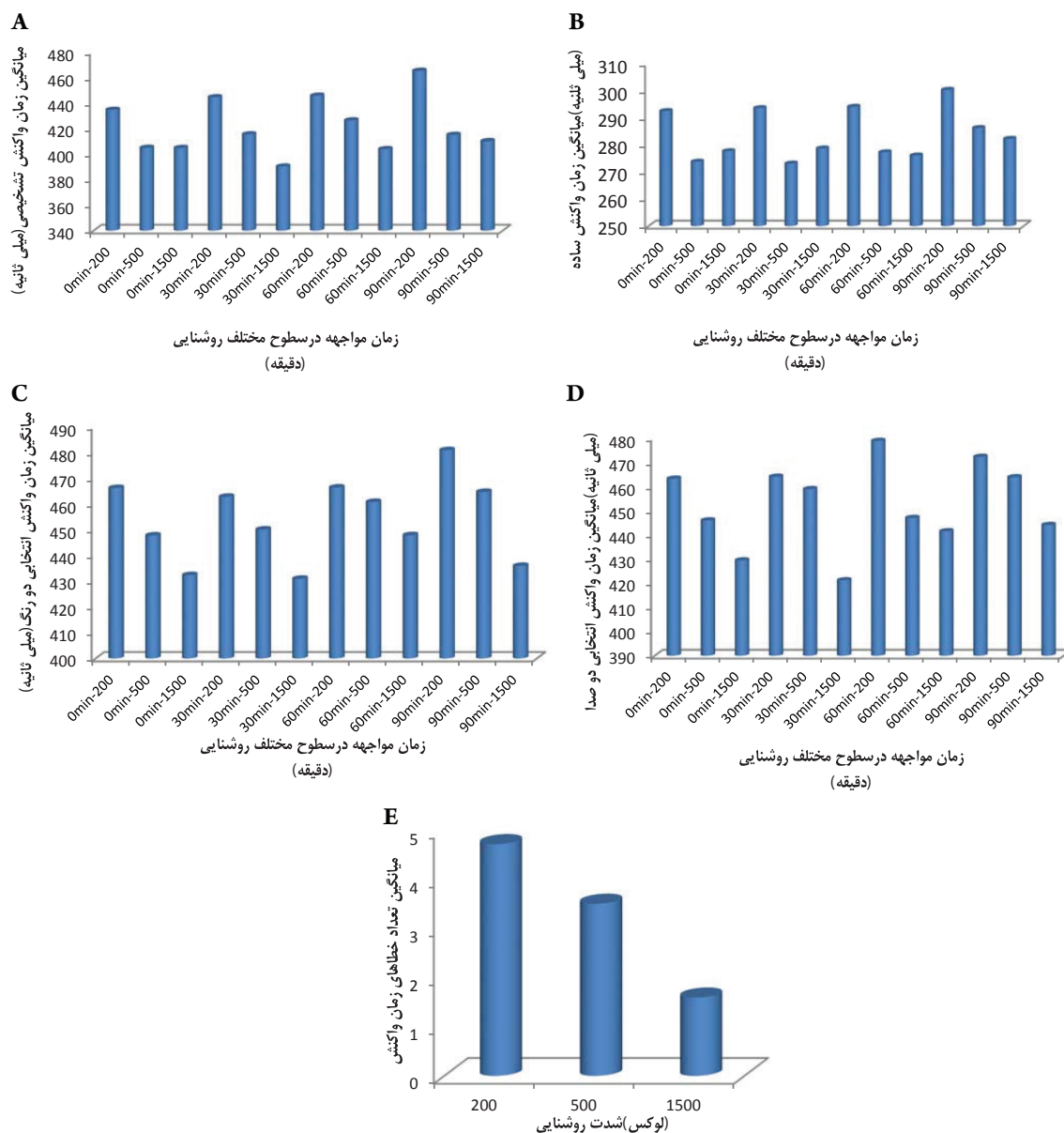
### یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار سن افراد مورد مطالعه  $22/1 \pm 2/3$  با بیشینه و کمینه سنی به ترتیب ۲۸ و ۱۹ سال بود. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که میانگین تعداد خطاها در دمای  $22^{\circ}\text{C}$  با افزایش شدت روشنایی کاهش یافته است. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که با گذشت ۹۰ دقیقه از مواجهه افراد، زمان واکنش ساده، تشخیصی، انتخابی دورنگ و انتخابی دو صدا در تمام سطوح روشنایی معنی دار شده‌اند ( $P < 0/01$ ). نتایج حاصل از بررسی زمانهای واکنش در سطوح مختلف روشنایی نشان داد که پس از گذشت ۹۰ دقیقه مواجهه، بیشترین زمان واکنش در روشنایی ۲۰۰ لوکس و کمترین در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس بوده است. بطور کلی نتایج آزمون توصیفی آنووا نشان داد که با افزایش شدت روشنایی در حالت آسایش حرارتی زمان واکنش بطور معنی داری تغییر می‌کند ( $P < 0/01$ ).

تصویر ۱-A نشان می‌دهد که پس از ۱/۵ ساعت مواجهه با شدت روشنایی ۲۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش ساده در لحظه صفر (۲۹۲/۵ میلی ثانیه) و بیشترین مقدار آن در ۹۰ دقیقه (۳۰۰/۴) بود. پس از ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش ساده در لحظه ۳۰ دقیقه (۲۷۳/۲ میلی ثانیه) و بیشترین مقدار آن در لحظه ۹۰ دقیقه (۲۸۶/۲ میلی ثانیه) بود. با گذشت ۱/۵ ساعت از مواجهه در سطح ۱۵۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش ساده در لحظه ۶۰ دقیقه (۲۷۶/۲ میلی ثانیه) و بیشترین مقدار آن در لحظه ۹۰ دقیقه (۲۸۲/۲ میلی ثانیه) بوده است. بطور کلی با مقایسه ۳ سطح روشنایی، کمترین زمان واکنش ساده در روشنایی ۵۰۰ لوکس (۲۷۳/۲ میلی ثانیه) و بیشترین در سطح ۲۰۰ لوکس (۳۰۰/۴ میلی ثانیه) بود.

تصویر ۱-B حاکی از این است که زمان واکنش تشخیصی پس از گذشت ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۲۰۰ لوکس در لحظه صفر کمترین مقدار (۴۳۴/۷ میلی ثانیه) و در ۹۰ دقیقه

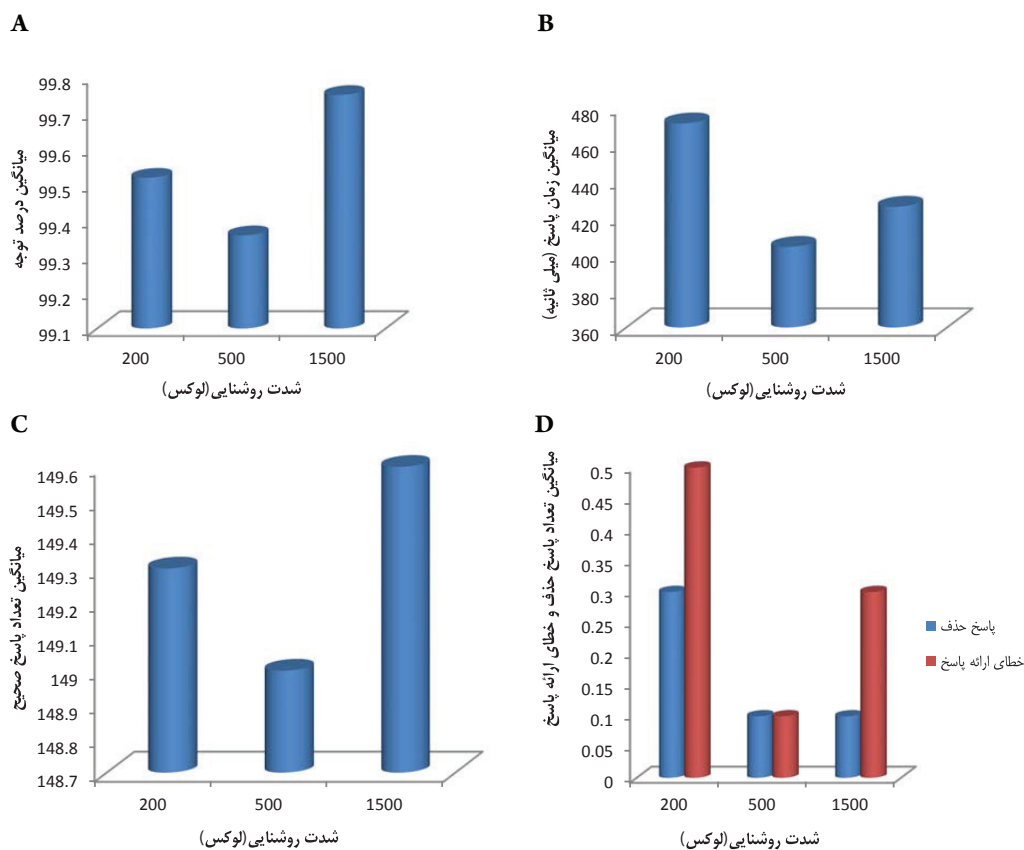
بیشترین مقدار (۴۶۵/۴ میلی ثانیه) بود. با گذشت ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس زمان واکنش تشخیصی در لحظه صفر کمترین مقدار (۴۰۵/۲ میلی ثانیه) و در ۶۰ دقیقه دارای بیشترین مقدار (۴۲۶/۴ میلی ثانیه) بود. زمان واکنش تشخیصی پس از مواجهه با سطح ۱۵۰۰ لوکس در لحظه ۳۰ دقیقه کمترین مقدار (۳۹۰/۵ میلی ثانیه) و در ۹۰ دقیقه بیشترین مقدار (۴۱۰/۱ میلی ثانیه) بود. به‌طور کلی با مقایسه سه سطح روشنایی، کمترین زمان واکنش تشخیصی در سطح روشنایی ۱۵۰۰ لوکس (۳۹۰/۵ میلی ثانیه) و بیشترین مقدار آن در ۲۰۰ لوکس (۴۴۴/۶ میلی ثانیه) بود. تصویر ۱-C نشان می‌دهد که میانگین زمان واکنش انتخابی دو رنگ پس از گذشت ۱/۵ ساعت مواجهه با شدت روشنایی ۲۰۰ لوکس در لحظه ۳۰ دقیقه کمترین مقدار (۴۶۲/۸ میلی ثانیه) و در ۹۰ دقیقه بیشترین مقدار خود (۴۸۰/۹ میلی ثانیه) را داشت. با گذشت ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش انتخابی دو رنگ در لحظه صفر (۴۴۷/۸ میلی ثانیه) و در ۹۰ دقیقه بیشترین مقدار (۴۶۴/۷ میلی ثانیه) را داشت. پس از مواجهه ۱/۵ ساعته با سطح ۱۵۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش انتخابی دو رنگ در لحظه ۳۰ دقیقه (۴۳۱/۲ میلی ثانیه) و بیشترین در ۶۰ دقیقه (۴۴۷/۹ میلی ثانیه) بود. به‌طور کلی با مقایسه ۳ سطح روشنایی کمترین زمان واکنش انتخابی دو رنگ در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس (۴۳۱/۲ میلی ثانیه) و بیشترین در روشنایی ۲۰۰ لوکس (۴۸۰/۹ میلی ثانیه) بود. تصویر ۱-D نشان می‌دهد که میانگین زمان واکنش انتخابی دو صدا با گذشت ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح روشنایی ۲۰۰ لوکس در لحظه صفر کمترین مقدار (۴۶۳/۴ میلی ثانیه) و در ۶۰ دقیقه بیشترین مقدار (۴۷۹ میلی ثانیه) بود. پس از ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس کمترین زمان واکنش انتخابی دو صدا در لحظه صفر (۴۴۶/۲ میلی ثانیه) و بیشترین در ۹۰ دقیقه (۴۶۴ میلی ثانیه) بود. زمان واکنش انتخابی دو صدا پس از ۱/۵ ساعت مواجهه با سطح ۱۵۰۰ لوکس در لحظه ۳۰ دقیقه کمترین مقدار (۴۲۱/۵ میلی ثانیه) و در ۹۰ دقیقه بیشترین مقدار (۴۴۴/۳ میلی ثانیه) بود. بطور کلی با مقایسه سه سطح روشنایی کمترین زمان واکنش انتخابی دو صدا در سطح ۱۵۰۰ لوکس (۴۲۱/۵ میلی ثانیه) و در سطح ۲۰۰ لوکس بیشترین مقدار (۴۷۹ میلی ثانیه) بوده است. تصویر ۱-E نشان می‌دهد بیشترین تعداد خطا در شدت روشنایی ۲۰۰ لوکس (۴/۷) و کمترین در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس (۱/۶) بوده است. آزمون توصیفی آنووا نشان داد که افزایش شدت روشنایی قادر به ایجاد تغییر معنی دار در تعداد خطای زمان واکنش افراد است ( $P < 0/01$ ).



تصویر ۱: میانگین زمانهای واکنش و واکنش دستگاه reaction time در سطوح مختلف روشنایی: A: میانگین زمان واکنش ساده (میلی ثانیه)، تصویر B: میانگین زمان واکنش تشخیصی (میلی ثانیه)، C: میانگین زمان واکنش انتخابی دو رنگ (میلی ثانیه)، D: میانگین زمان واکنش انتخابی دو صدا (میلی ثانیه)، E: میانگین تعداد خطاهای زمان واکنش

میلی ثانیه) و بیشترین در ۵۰۰ لوکس (۴۰۴/۱ میلی ثانیه) بود. با افزایش شدت روشنایی تغییرات خطای ارائه پاسخ معنی دار گردید ( $P = ۰/۰۰۱$ ). بیشترین خطای ارائه پاسخ در سطح ۲۰۰ لوکس (۰/۵) و کمترین در سطح ۵۰۰ لوکس (۰/۱) بود. پاسخ حذف نیز در سطوح مختلف روشنایی معنی دار شد ( $P = ۰/۰۱۷$ ). بیشترین پاسخ حذف در سطح ۲۰۰ لوکس (۰/۳) و کمترین در ۵۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس (۰/۱) بود. میزان پاسخهای صحیح در سطوح مختلف روشنایی معنی دار شده است ( $P = ۰/۰۰۴$ ). بیشترین پاسخ صحیح در سطح ۱۵۰۰ لوکس (۱۴۹/۶) و کمترین در سطح ۵۰۰ لوکس (۱۴۹) بود.

نتایج حاصل از بررسی درصد توجه در مواجهه با سطوح مختلف شدت روشنایی نشان داد که بیشترین درصد توجه در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس برابر با ۹۹/۷۵٪ و کمترین درصد توجه در روشنایی ۵۰۰ لوکس برابر با ۹۹/۳۶٪ بوده است. نتایج حاصل از آنالیز آزمون آماری آنووا نشان داد که افزایش شدت روشنایی در شرایط آسایش حرارتی قادر به ایجاد تغییر معنی دار در درصد توجه پیوسته افراد است ( $P = ۰/۰۰۴$ ). نتایج حاصل از این آنالیز نشان داد که افزایش شدت روشنایی باعث ایجاد تغییر معنی دار در میانگین زمان پاسخ در سطوح مختلف روشنایی شده است ( $P < ۰/۰۰۱$ ). کمترین زمان پاسخ در سطح ۲۰۰ لوکس (۴۷۱/۱)



تصویر ۲: میانگین عملکردهای ادراکی آزمون عملکرد پیوسته در سطوح مختلف روشنایی (لوکس) A: میانگین درصد توجه، B: میانگین زمان پاسخ (میلی ثانیه)، C: میانگین پاسخ صحیح، D: میانگین تعداد پاسخ حذف و خطای ارائه پاسخ

## بحث

کمتر، انرژی بیشتر و زمان واکنش کوتاهتری شود نیز مطابقت دارد [۱۷]. مطابق مطالعه زمانیان و همکاران تماس شغلی با روشنایی درخشان می‌تواند بر برخی شاخص‌های زیستی (ترشح کورتیزول و ملاتونین) تأثیر گذار باشد. Igor Knez اذعان نمود که روشنایی فرکانس بالا نسبت به فرکانس پایین برای شرکت کنندگان در مطالعه خوشایندتر بود که به نوبه خود عملکرد حل مسئله آنها را افزایش داد [۲۲]. همچنین مطالعات آزمایشگاهی متعددی، نشان داد که قرار گرفتن در معرض سطوح روشنایی بالاتر در شب منجر به ترشح کمتر ملاتونین، افزایش انگیزتگی فیزیولوژیک، هوشیاری ذهنی بالاتر، و بهبود توجه مستمر و عملکرد شناختی می‌گردد [۹، ۲۳-۲۵].

در آزمون عملکرد پیوسته افزایش شدت روشنایی سبب شد تا میانگین زمان پاسخ افراد کاهش یابد. میانگین درصد توجه پیوسته و پاسخ صحیح افزایش یافته اما خطای ارائه پاسخ و پاسخ حذف کاهش یافته است. این یافته مطابق با مطالعه smolders و همکاران است که اذعان نمود افزایش روشنایی باعث بهبود توجه پیوسته در افراد می‌شود [۱۷].

با توجه به مطالعات قبلی و احتمال تأثیر سطوح مختلف روشنایی بر عملکرد شناختی افراد این مطالعه در یک اتاقک تنش حرارتی انجام شد. در فرآیند ادراک انسان-ماشین فعالیت‌های شناختی نظیر زمان واکنش و توجه به منظور درک و تحلیل شرایط وظیفه محوله، از عناصر ساختاری به شمار می‌روند [۲۱]. نتایج حاصل از مطالعه پیش رو نشان داد که در سطوح مختلف شدت روشنایی خطای زمان واکنش اختلاف معنی داری دارد ( $P < 0/001$ ). یعنی با افزایش شدت روشنایی تعداد خطاها کاهش یافته‌اند که این مطلب احتمالاً به تأثیر مثبت افزایش روشنایی بر هوشیاری و بهبود عملکرد شناختی مربوط است.

از دیگر سو مشاهده گردید که زمان واکنش در تمامی سطوح روشنایی اندازه گیری شده با یکدیگر اختلاف معناداری دارند که این مطلب با نتایج برخی مطالعات گذشته از جمله با مطالعه smolders و همکاران که اعلام نمودند افزایش شدت روشنایی (۱۰۰۰ lux در مقایسه با ۲۰۰ lux) باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب آلودگی

و خوی، عملکردهای شناختی و کاهش استرس هاس روانی می‌گردد [۱۰].

### نتیجه گیری

درصد توجه و زمان واکنش از اصلی‌ترین پاسخهای شناختی به محرکهای بیرونی می‌باشند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که زمان واکنش و خطاهای زمان واکنش با افزایش سطوح روشنایی تغییرات معناداری داشت و درصد توجه نسبت به افزایش شدت روشنایی تغییرات معنادار نشان داد با توجه به این واقعیت که مطالعات زیادی ارتباط بین روشنایی و عملکرد و ترشح ملاتونین را اثبات می‌کنند در حضور روشنایی ضعیف هورمون ملاتونین ترشح شده که موجب خواب آلودگی و کاهش فعالیت‌های ذهنی و عملکرد می‌شود همچنین افزایش شدت روشنایی باعث بهبود عملکردهای شناختی، افزایش هوشیاری، خواب آلودگی کمتر، انرژی بیشتر، بهبود توجه و زمان واکنش کوتاهتری می‌شود. نتایج حاصل از این مطالعه تاییدی بر این فرضیه می‌باشد که افزایش شدت روشنایی باعث افزایش توجه و کاهش زمان واکنش می‌شود.

Hygge و همکارانش در سال ۲۰۰۱ در مطالعه خود در خصوص تأثیر صدا، گرما و روشنایی محیط بر عملکرد شناختی از آزمون‌های میزان توجه، حل مسائل، یادآوری بلند مدت و شناخت، و یادآوری کوتاه مدت استفاده کردند و دریافتند سرعت، دقت و همچنین یادآوری بلند مدت در صدای کم نسبت به صدای بالا در دمای ۲۱ نسبت به ۲۷ درجه و در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس نسبت به ۳۰۰ (صدا کم، دما پایین و روشنایی بالا) بهتر بود [۲۶]. علت افزایش شدت روشنایی در بهبود عملکردهای شناختی شاید به این دلیل باشد که مطالعات زیادی ارتباط بین روشنایی و عملکرد و ترشح ملاتونین را اثبات می‌کنند در حضور روشنایی ضعیف هورمون ملاتونین ترشح شده که موجب خواب آلودگی و کاهش فعالیت‌های ذهنی و عملکرد می‌شود [۲۷]. مطالعه حاضر در طول روز بوده است و مدت زمان مواجهه (۱/۵ ساعت) با روشنایی کم ۲۰۰ لوکس به اندازه‌ای بوده است که بر ترشح کورتیزول هورمون مترشح در روز اثر بازدارنده داشته باشد و موجب ترشح ملاتونین گردد. Partonrn و همکاران به این نتیجه رسیدند که افزایش شدت روشنایی باعث بهبود خلق

### REFERENCES

- Kahya E. The effects of job characteristics and working conditions on job performance. *Int J Ind Ergonom.* 2007;37(6):515-23. DOI: [10.1016/j.ergon.2007.02.006](https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.02.006)
- Ferlazzo F, Piccardi L, Burattini C, Barbalace M, Giannini A, Bisegna F. Effects of new light sources on task switching and mental rotation performance. *J Environ Psychol.* 2014;39:92-100. DOI: [10.1016/j.jenvp.2014.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.03.005)
- Javan M, Barakat S, Dehghan H, Yosefi Ha, Amiri M, Abram F. Eval Lighting Intensity Dormitory Study Halls in Isfahan University of Medical Sciences. *Health Syst Res.* 2013;9(1):96-103.
- Vandewalle G, Maquet P, Dijk D-J. Light as a modulator of cognitive brain function. *Trends in cogn sci.* 2009;13(10):429-38. DOI: [10.1016/j.tics.2009.07.004](https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.07.004)
- Mills PR, Tomkins SC, Schlangen LJ. The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. *J Circadian Rhythms.* 2007;5(1):2. DOI: [10.1186/1740-3391-5-2](https://doi.org/10.1186/1740-3391-5-2) PMID: [17217543](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17217543/)
- Smolders KC, de Kort YA, Tenner AD, Kaiser FG. Need for recovery in offices: Behavior-based assessment. *J Environ Psychol.* 2012;32(2):126-34. DOI: [10.1016/j.jenvp.2011.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.12.003)
- Viola AU, James LM, Schlangen LJ, Dijk DJ. Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health.* 2008;34(4):297-306. PMID: [18815716](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18815716/)
- Smolders KC, de Kort YA. Bright light and mental fatigue: Effects on alertness, vitality, performance and physiological arousal. *J Environ Psychol.* 2014;39:77-91. DOI: [10.1016/j.jenvp.2013.12.010](https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.010)
- Badia P, Myers B, Boecker M, Culppepper J, Harsh JR. Bright light effects on body temperature, alertness, EEG and behavior. *Physiol Behav.* 1991;50(3):583-8. PMID: [1801013](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1801013/)
- Partonen T, Lonnqvist J. Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. *J Affect Disord.* 2000;57(1-3):55-61. PMID: [10708816](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10708816/)
- Zarghi A, Zali A, Tehranidost M, Zarindast MR, Khodadadi SM. Application of cognitive computerized test in assessment of neuro-cognitive domain. *Pajoohandeh J.* 2011;16(5):341-245.
- Marras WS, Karwowski W. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics: CRC Press; 2006.
- Karwowski W. International encyclopedia of ergonomics and human factors: Crc Press; 2001.
- Kosinski RJ. A literature review on reaction time. *Clemson Univ.* 2008;10.
- Stranks JW. Human factors and behavioural safety: Routledge; 2007.
- Hoffmann G, Gufler V, Griesmacher A, Bartenbach C, Canazei M, Stagl S, et al. Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace. *Appl Ergon.* 2008;39(6):719-28. DOI: [10.1016/j.apergo.2007.11.005](https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.11.005) PMID: [18164275](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18164275/)
- Smolders KC, de Kort YA, Cluitmans PJ. A higher illuminance induces alertness even during office hours: findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. *Physiol Behav.* 2012;107(1):7-16. DOI: [10.1016/j.physbeh.2012.04.028](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.04.028) PMID: [22564492](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22564492/)
- Schouten JF, Bekker JA. Reaction time and accuracy. *Acta Psychol (Amst).* 1967;27:143-53. PMID: [6062205](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6062205/)
- Weiss AD. The Locus of Reaction Time Change with Set, Motivation, and Age. *J Gerontol.* 1965;20(1):60-4. PMID: [14246532](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14246532/)
- Lee JK, Koh AC, Koh SX, Liu GJ, Nio AQ, Fan PW. Neck cooling and cognitive performance following exercise-induced hyperthermia. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114(2):375-84. DOI: [10.1007/s00421-013-2774-9](https://doi.org/10.1007/s00421-013-2774-9) PMID: [24318656](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24318656/)
- Ramsey JD. Task performance in heat: a review. *Ergonomics.* 1995;38(1):154-65. DOI: [10.1080/00140139508925092](https://doi.org/10.1080/00140139508925092) PMID: [7875117](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7875117/)
- Knez I. Affective and cognitive reactions to subliminal flicker from fluorescent lighting. *Conscious Cogn.* 2014;26:97-104. DOI: [10.1016/j.concog.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.concog.2014.02.006) PMID: [24685568](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24685568/)
- Boyce P, Beckstead J, Eklund N, Strobel R, Rea M. Lighting the graveyard shift: The influence of a daylight-simulating skylight on the task performance and mood of night-shift worker. *Lighting Res Technol.* 1997;29(3):105-34. DOI: [10.1177/14771535970290030501](https://doi.org/10.1177/14771535970290030501)
- Ruger M, Gordijn MC, Beersma DG, de Vries B, Daan S. Time-of-day-dependent effects of bright light exposure on human psychophysiology: comparison of daytime and nighttime exposure. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2006;290(5):R1413-20. DOI: [10.1152/ajpregu.00121.2005](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00121.2005) PMID: [16373441](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16373441/)
- Rüger M, Gordijn MC, de Vries B, Beersma DG. Effects of diurnal and nocturnal bright light exposure on human performance and wake EEG. *Lighting up the clock: effects of bright light on physiological and*

- 
- psychological states in humans. Groningen, Netherlands: University of Groningen; 2005.
26. Hygge S, Knez I. Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect. *J Environ Psychol*. 2001;21(3):291-9. DOI: [10.1006/jevp.2001.0222](https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0222)
27. Abo-Ras HMM. The Effect of Light Intensity on Blood Pressure, Heart Pulse Rate, Blood Oxygen Saturation and Temperature of Children in Jenin-City Schools: An-Najah Natl Univ; 2012.



## Evaluation of Effects of Different Levels of Brightness on Attention and Reaction Time under Laboratory Conditions

Habibollah Dehghan<sup>1</sup>, Zohreh Mohebian<sup>2\*</sup>, Ghasem Yadegarfar<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>2</sup> MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Biostatistics Department, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

\* Corresponding author: MSc Student, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. E-mail: zohre.mohebian@yahoo.com

DOI: 10.21859/joe-04047

Received: 04/07/2016

Accepted: 18/12/2016

### Keywords:

Lighting

Cognitive Performance

Attention

Reaction Time

### How to Cite this Article:

Dehghan H, Mohebian Z, Yadegarfar G. Evaluation of Effects of Different Levels of Brightness on Attention and Reaction Time under Laboratory Conditions. *J Ergo.* 2017;4(4):48-56. DOI: 10.21859/joe-04047

© 2017 Hamedan University of Medical Sciences.

### Abstract

**Introduction:** Few studies were conducted to determine the effects of lighting on cognitive performance. However, they could not reach a decisive conclusion. This study investigated cognitive performance of university students exposed to different levels of lighting under laboratory conditions.

**Methods:** In this experimental study, 33 subjects (age range 19-26 years) performed cognitive tests. Participants were exposed to three levels of lighting (200, 500 and 1500lux) in laboratory conditions while performing CPT tests to investigate percentage of attention and reaction time machine that measures reaction time.

**Results:** The results of this study showed that the maximum percentage of attention (99.75%) belonged to lighting of 1500 (lux) and the minimum percentage of attention was related to 500(lux) (99.36%). statistical analysis showed significant differences in percentage of attention in different levels of lighting ( $P=0.004$ ). In addition, results of data analysis showed that increase in intensity of lighting can make a significant change in the average response time ( $P<0.001$ ), correct response ( $P=0.004$ ), commission error ( $P=0.001$ ) and omission error ( $P=0.017$ ). With increasing the lighting intensity, reaction time has decreased. The reaction time showed significant differences at all levels of lighting ( $P<0.001$ )

**Conclusion:** According to the findings of this study, lighting causes a decrease in reaction time and increase in attention. Thus, the lighting should be taken into account while designing of job and tasks which need attention or reaction time.