



## بررسی رابطه کیفیت خواب و خستگی ذهنی در سطوح مختلف روشنایی بر روی توجه و زمان واکنش در شرایط آسایش حرارتی

زهره محبیان<sup>۱</sup>، حبیب اله دهقان<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۸

تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۳۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** خستگی ذهنی در وظایف نیازمند توجه باعث کاهش بازدهی و افزایش خطا شده که این موضوع یکی از عوامل ایجاد حوادث ناشی از کار می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات کیفیت خواب و خستگی ذهنی بر روی توجه و زمان واکنش در شرایط آسایش حرارتی انجام شد.

**روش بررسی:** این مطالعه تجربی بر روی ۳۳ نفر از دانشجویان در اتاقک تنش‌های حرارتی انجام شد. آزمودنی‌ها در مدت ۱/۵ ساعت مواجهه با دمای  $22^{\circ}\text{C}$  و سطوح مختلف روشنایی ۵۰۰، ۲۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس آزمونی‌هایی از قبیل آزمون عملکرد پیوسته برای سنجش توجه، دستگاه سنجش زمان واکنش برای اندازه‌گیری زمان واکنش، پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ و چک لیست خستگی ذهنی را انجام دادند. داده‌ها با آزمون رگرسیون خطی چندگانه وضرب همبستگی پیرسون و نرم‌افزار SPSS۲۰ آنالیز شدند.

**یافته‌ها:** ارتباط بین خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه با سطوح ۲۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس معنی‌دار شده ( $p < 0/05$ ) و بیشترین مقادیر را در سطوح ۲۰۰ و ۵۰۰ لوکس داشتند. ارتباط خستگی ذهنی قبل از مواجهه با سطح ۲۰۰ لوکس با خطای ارتکاب و زمان واکنش تشخیصی معنی‌دار شد ( $p < 0/05$ ). ارتباط خستگی ذهنی بعد از مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس با زمان واکنش انتخابی دو صدا معنی‌دار شد ( $p < 0/05$ ). ارتباط کیفیت خواب با آزمون عملکرد پیوسته معنی‌دار نشد ( $p > 0/05$ ) اما با زمان واکنش تشخیصی در روشنایی ۲۰۰ لوکس و زمان واکنش انتخابی دو رنگ در ۵۰۰ لوکس معنی‌دار شد ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد میزان خطا، زمان واکنش و عدم توانایی افراد در فکر کردن به علت خستگی ذهنی زیاد، روشنایی و کیفیت خواب نامناسب، افزایش یافته است. بنابراین ضروری است تا در پست‌های کاری که نیاز به توجه، تمرکز و واکنش به محرک دارند، با در نظر گرفتن میزان کیفیت خواب و خستگی ذهنی شرایط محیط کار را از لحاظ گرما و روشنایی بهینه‌سازی نمود.

**کلیدواژه‌ها:** کیفیت خواب، خستگی ذهنی، روشنایی، توجه، زمان واکنش.

### مقدمه

علاوه بر این خواب برای بهبود عملکردهای شناختی، به‌ویژه تثبیت حافظه ضروری است [۴، ۵]. کاهش توجه و لحظات کوتاه بی‌توجهی، از دلایل اصلی کاهش عملکرد شناختی در طول بی‌خوابی در نظر گرفته شده‌اند [۶]. به احتمال زیاد در مدت بی‌خوابی، عملکرد افراد در انجام وظایف طولانی، ساده و یکنواخت که نیاز به سرعت، واکنش و یا هوشیاری دارند بدتر شده، خطاهای پاسخ افزایش یافته و پاسخ آهسته‌تر می‌گردد [۷]. بی‌خوابی منجر به افزایش خطای زمان واکنش در افراد می‌شود [۸]. کمبود خواب باعث خواب‌آلودگی دائم، کاهش هوشیاری، عملکرد، افزایش خستگی و افزایش خطا و حادثه شده که این امر منجر به خطر افتادن سطح سلامتی و آرامش افراد

خواب به‌عنوان رفتاری منظم و امری حیاتی، بر پایه ریتم بیولوژیک انسان هر روز تکرار شده که باعث تجدیدقوای ذهنی و فیزیولوژیکی افراد می‌گردد و برای پذیرش مسئولیت‌های جدید ضروری است [۱]. اختلال خواب زمانی رخ می‌دهد که فرد از مشکلاتی مانند بی‌خوابی، بیداری‌های مکرر شبانه و یا حرکات و احساسات غیرعادی در طول خواب رنج می‌برد [۲]. ریتم شبانه‌روزی آشفته در انسان مرتبط با انواع اختلالات جسمی و ذهنی بوده و ممکن است بر ایمنی، عملکرد و بهره‌وری تأثیر منفی گذارد [۳].

خواب برای جبران انرژی بدن مهم است همچنین باعث تنظیم حرارت بدن و ترمیم بافت‌ها می‌گردد [۴].

۱- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی ابرانشهر، ابرانشهر، ایران.

۲- نویسنده مسئول (استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. dehghan1344@gmail.com)

نشان داده‌اند [۲۰].

انجام شد. تعداد نمونه‌ها به روش تصادفی ساده ۳۳ نفر در محدوده سنی ۱۹ تا ۲۶ سال شامل ۱۷ مرد و ۱۶ زن تعیین گردید. دمای محیط ۲۲ درجه سانتی‌گراد با رطوبت  $5 \pm 20$  درصد در نظر گرفته شد. 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 تأمین شد. شرایط ورود به مطالعه شامل: قرار داشتن در محدوده سنی ۱۹-۲۶ سال، نداشتن مشکلات ضعف بینایی، عدم ابتلا به کو رنگی، عدم سابقه مصرف داروهای قلبی، کاهش‌دهنده قند خون، ضدافسردگی و آرام‌بخش، ضدهیستامین‌ها، داروهای ضدپارکینسون، برخورداری از شنوایی طبیعی، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی عروقی، مشکلات تنفسی و اختلالات خواب بود. 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 به‌طور کامل شرح داده شد. قبل از شروع آزمایشات نیز با توجه به مصوبه کمیته اخلاق دانشگاه از داوطلبان شرکت‌کننده در پژوهش رضایت‌نامه شرکت در طرح اخذ و مستندسازی شد.

ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش آزمون عملکرد پیوسته<sup>۱</sup> برای سنجش توجه، دستگاه سنجش زمان واکنش<sup>۲</sup> برای اندازه‌گیری زمان واکنش، پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ و چک لیست خستگی ذهنی بودند.

داوطلبان بایستی ۶ بار در اتاقک حاضر می‌شدند و هر بار در بدو ورود پرسشنامه کیفیت خواب نسبت به شب قبل را پر می‌کردند. پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ یک پرسشنامه استاندارد است که پژوهشگران روایی و پایایی آن را تأیید نموده‌اند و در مطالعه‌ای ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۸ تا ۰/۸۲ به دست آمد [۲۳]. این پرسشنامه دارای سؤالاتی در ۷

می‌گردد [۹]. روشنایی مصنوعی به‌عنوان یک فاکتور فیزیکی مهم در محیط‌های اداری و آموزشی، انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تاکنون توجه نسبتاً کمی به اثرات روشنایی بر عملکردهای شناختی انسان شده است. روشنایی منجر به افزایش هوشیاری، گوش بزنگی، کاهش خواب‌آلودگی و بهبود عملکرد افراد می‌شود [۱۰].

خستگی ذهنی به خسته شدن جسم یا روح که بر اثر استرس، کار زیاد، مصرف زیاد دارو و یا بیماری ایجاد شده، اطلاق می‌گردد و از عوامل پدیدآورنده آن می‌توان به ساعت کاری طولانی، گرما یا سرمای بیش‌ازحد، کاهش یا افزایش روشنایی، خواب کم و نامنظم، اختلالات فیزیولوژیک و نورولوژیک و غیره اشاره نمود [۱۱، ۱۲]. خستگی ناشی از کار ذهنی طولانی‌مدت منجر به اختلال عملکرد در وظایف مختلف شناختی می‌شود [۱۳]. مطالعات نشان می‌دهند با بالا رفتن سطح وظیفه خستگی ذهنی افزایش می‌یابد [۱۴]. هنگامی که افراد برای مدت زمان طولانی در حال انجام وظیفه نیازمند استفاده از عملکردهای شناختی‌اند، اغلب خستگی ذهنی را تجربه خواهند کرد که انعکاس آن عملکرد کاری روبه افول، کاهش انگیزه برای ادامه کار، افزایش در میزان و شدت اشتباهات است [۱۵-۱۷]. مسئله مهم این است که افراد خسته از لحاظ ذهنی، اغلب به سختی قادر به حفظ توجه و تمرکز بوده و آن‌ها به راحتی پریشان و حواس‌پرت می‌شوند که این امر بیانگر اثرات خستگی ذهنی بر میزان توجه می‌باشد [۱۸]. هنگامی که فرد خسته می‌شود، مشکلاتش در حفظ توجه و تمرکز بر کار افزایش می‌یابد [۱۹]. خستگی و کاهش توجه نتیجه استفاده بیش‌ازحد از مکانیسم مهاری عصبی است. اثر ویژه استفاده بیش‌ازحد و خستگی چنین مکانیسم مهاری، حواس‌پرتی و کاهش ظرفیت توجه مستقیم در فعالیت‌های بعدی می‌باشد. به دنبال چنین شرایطی که نیازمند افزایش توجه‌اند، افراد سالم اثرات کاهش توجه از جمله افزایش حواس‌پرتی و کاهش عملکرد در وظایف پرزحمت، افزایش تحریک‌پذیری در رفتار را

1. Continuous Performance Test

2. Reaction Time

این چک لیست قبلاً در مطالعه‌ای استفاده شده و روایی و پایایی آن تایید شده است [۲۶].

در ادامه زمان واکنش افراد به وسیله دستگاه سنجش زمان واکنش مدل PM-RT16881 ساخت شرکت پارس مدار اندازه‌گیری شد (در هر ۱۵ دقیقه ۲۰ بار این تست را تکرار شد). این دستگاه زمان واکنش فرد را با دقت یک هزارم ثانیه نشان داده و برای بررسی وضعیت ذهنی فرد در پاسخ به محرک استفاده می‌شود [۲۷]. در این آزمایش دو علامت نوری به رنگ‌های مختلف سبز، آبی و قرمز (زمان واکنش انتخابی دو رنگ)، دو صدا با فرکانس‌های ۱ و ۱۰ هرتز (زمان واکنش انتخابی دو صدا) و دوشاسی که در دودست فرد قرار می‌گیرد وجود دارد. این آزمون در مطالعات روان‌شناختی کاربرد فراوان دارد و در مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است [۲۸، ۲۹].

در مرحله بعد توجه افراد با آزمون عملکرد پیوسته سنجش شد (۴ بار در طی ۱/۵ ساعت). هدف اصلی این آزمون ارزیابی توجه یا گوش بزنگی و تکانش‌گری است. در این آزمون در کل ۱۵۰ محرک ارائه شد که ۲۰ درصد آن محرک هدف (محرکی که آزمودنی باید به آن پاسخ دهد) و ۸۰ درصد محرک غیر هدف بود. در این آزمون دو خطای حذف<sup>۷</sup> و خطای ارائه پاسخ یا ارتکاب<sup>۸</sup> نمره‌گذاری شد. خطای حذف عدم پاسخ آزمودنی به محرک هدف است و به‌عنوان مشکل در نگهداری توجه تفسیر می‌شود و بیانگر بی‌توجهی به محرک‌هاست. خطای ارائه پاسخ، پاسخ آزمودنی به محرک غیر هدف است که به‌عنوان مشکل در زودانگیختگی یا کنترل تکانه یا تکانش‌گری تفسیر می‌شود. تعداد پاسخ‌های صحیح به تعداد کل پاسخ‌ها تقسیم شد و از نتیجه حاصله درصد توجه تعیین شد. ضرایب اعتبار یا بازآزمایی قسمت‌های مختلف آزمون در دامنه‌ای بین ۰/۵۹ تا ۰/۹۳ قرار دارد [۲۰]. آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون رگرسیون خطی چندگانه و ضریب همبستگی پیرسون و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰

زمینه شامل نظر شخصی فرد از جمله کیفیت خواب، مدت خواب، تأخیر در خواب، کارایی عادت به خواب مفید و مؤثر، خواب ناآرام، استفاده از داروهای خواب‌آور و مختل بودن عملکرد روزانه می‌باشد. این موارد بین ۰ تا ۳ توسط افراد مورد پژوهش نمره داده می‌شود در نتیجه نمره نهایی بین ۰ تا ۲۱ به دست می‌آید. بر اساس نظر طراحان پرسشنامه، نمره نهایی بزرگ‌تر از ۵، بیانگر کیفیت خواب نامطلوب می‌باشد [۲۴].

سپس افراد چک لیست خستگی ذهنی را که به وسیله انجمن بهداشت صنعتی ژاپن، طراحی شده است [۲۵] در لحظه صفر (قبل از انجام تست‌های توجه و زمان واکنش) و در لحظه ۹۰ دقیقه (بعد از انجام تست‌های مذکور) تکمیل نمودند. شامل قسمت‌های A، B و C است که هر کدام ۱۰ آیتم دارند که روی هم رفته شامل ۳۰ مورد هستند. نشانه‌های گروه A نمایانگر خواب‌آلودگی بوده که موارد ۱ تا ۷ بیانگر کسل بودن و موارد ۸ تا ۱۰ بیانگر احساس خستگی، یعنی "یک احساس عمومی ناشی از عدم تجانس در بدن"<sup>۳</sup> است. نشانه‌های B (موارد ۱۱ تا ۲۰) همه نشانه‌های ذهنی بوده و به معنی "کاهش انگیزه کارکردن"<sup>۴</sup> می‌باشند. موارد ۲۱ تا ۲۶ از قسمت C درباره "احساسی خاص ناشی از عدم تجانس در بدن"<sup>۵</sup> است. آیتم‌های ۲۷-۳۰ نشان‌دهنده "اختلال در عملکرد سیستم عصبی خودکار"<sup>۶</sup> است. امتیاز نهایی خستگی با این فرمول محاسبه می‌شود:

(کل تعداد شکایت یا تعداد جواب‌های C و B و A)

تعداد (× شماره هر آیتم) / (۱۰۰ × منفی در گروه‌های (اعضای گروه)

هر دو گروه A و C علائم جسمی هستند اما A عمومی بوده و C اختصاصی (حسی) و عصبی (بدکاری سیستم خودمختار عصبی) است. در مقایسه با A و C، علائم B کاملاً ذهنی و بدون پایه جسمی هستند [۲۵].

3. "a general feeling of incongruity in the body"

4. "decline of working motivation."

5. "specific feeling of incongruity in the body "

6. "dysfunction of autonomic nervous systems"

7. Omission Error

8. Commission Error

صورت گرفت.

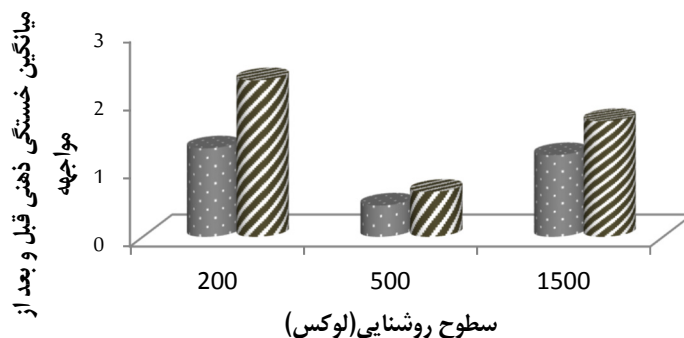
بر اساس جدول يك، فقط در روشنايى ۱۵۰۰ لوکس ارتباط خستگى ذهنى قبل از مواجهه با كيفيت خواب معنى دار شد ( $T=۰/۴$  و  $p=۰/۰۳$ ). نتايج حاصل از آناليز آمارى پيرسون نشان داد که در سطوح مختلف روشنايى ارتباط كيفيت خواب با هيچ کدام از پارامترهاى آزمون عملکرد پيوسته معنى دار نشد ( $p>۰/۰۵$ ).

مطابق نمودار ۲ در سطح ۲۰۰ لوکس ارتباط كيفيت خواب با زمان واکنش تشخيصى، همچنين ارتباط خستگى ذهنى قبل با خستگى ذهنى بعد از مواجهه با سطح ۲۰۰ لوکس، خستگى ذهنى قبل از مواجهه با سطح ۲۰۰ لوکس با خطاى ارائه پاسخ و زمان واکنش تشخيصى معنى دار شد ( $p<۰/۰۵$ ).

نمودار ۳ نشان مى دهد که ارتباط خستگى ذهنى بعد از مواجهه با سطح روشنايى ۵۰۰ لوکس با زمان واکنش انتخابى دو صدا، ارتباط كيفيت خواب با زمان

### يافته ها

مطالعه حاضر بر روى ۳۳ نفر از دانشجويان با ميانگين و انحراف معيار سنى  $۲۲/۱ \pm ۲/۳$  صورت گرفت که نتايج آن به شرح زير است. نمودار ۱ نشان داد که خستگى ذهنى قبل از مواجهه با روشنايى ۲۰۰ لوکس داراى بيشترين ميانگين و انحراف معيار ( $۱/۱ \pm ۴/۳$ )، در ۵۰۰ لوکس داراى کمترين مقدار ( $۰/۵ \pm ۰/۵$ ) است. خستگى ذهنى پس از مواجهه با روشنايى ۲۰۰ لوکس داراى بيشترين ميانگين و انحراف معيار ( $۲/۱ \pm ۳/۷$ )، در ۵۰۰ لوکس داراى کمترين مقدار ( $۰/۰ \pm ۷/۹۴$ ) بود. به طور کلى مقادير خستگى ذهنى پس از مواجهه با سطوح مختلف روشنايى نسبت به قبل از مواجهه با اين سطوح افزايش يافته است.

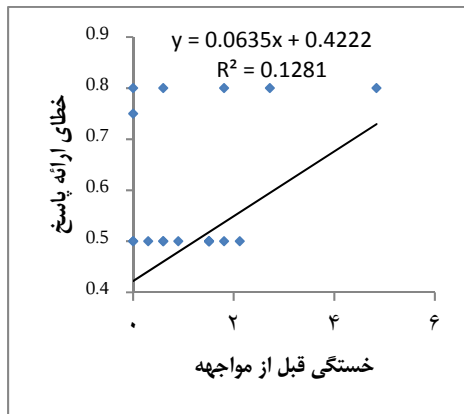


■ خستگى ذهنى قبل از مواجهه ■ خستگى ذهنى بعد از مواجهه

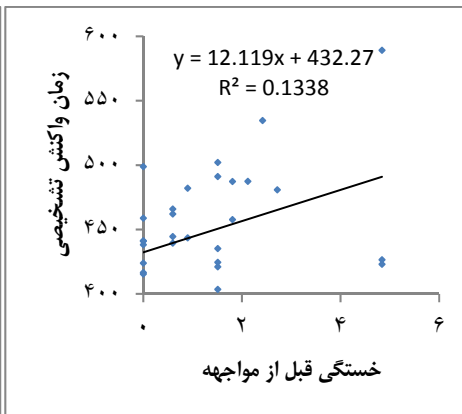
نمودار ۱- مقايسه ميانگين خستگى ذهنى قبل و بعد از مواجهه با سطوح مختلف روشنايى (لوکس)

جدول ۱- ارتباط خستگى ذهنى قبل و بعد از مواجهه با كيفيت خواب

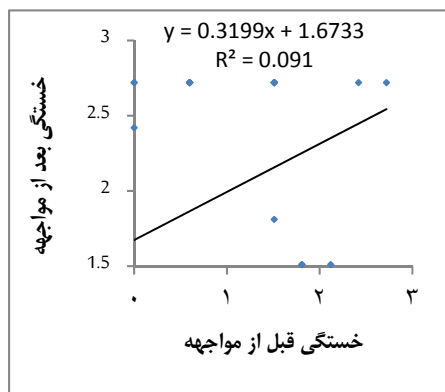
كيفيت خواب		تغييرات خستگى ذهنى	سطوح روشنايى (لوکس)
ضريب همبستگى	سطح معنى دارى		
۰/۳	۰/۰۵۹	خستگى ذهنى قبل از مواجهه	۲۰۰
۰/۱	۰/۵۴	خستگى ذهنى بعد از مواجهه	
۰/۱۳	۰/۵	خستگى ذهنى قبل از مواجهه	۵۰۰
۰/۱۲	۰/۵۲	خستگى ذهنى بعد از مواجهه	
۰/۴	۰/۰۳	خستگى ذهنى قبل از مواجهه	۱۵۰۰
۰/۲	۰/۳	خستگى ذهنى بعد از مواجهه	



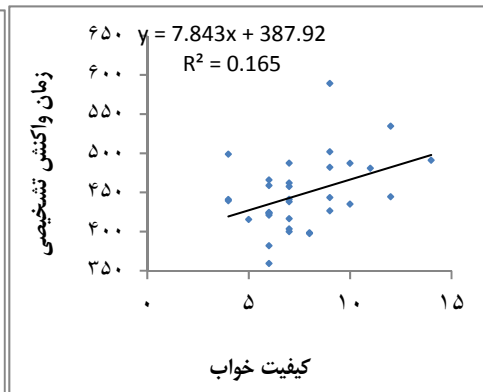
نمودار ۲-b: ارتباط خستگی ذهنی قبل از مواجهه و زمان واکنش تشخیصی



نمودار ۲-a: ارتباط خستگی ذهنی قبل از مواجهه و خطای ارائه پاسخ



نمودار ۲-d: ارتباط کیفیت خواب و زمان واکنش تشخیصی



نمودار ۲-c: ارتباط خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه

نمودار ۲- اثر کیفیت خواب و خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه با سطح روشنایی ۲۰۰ لوکس بر توجه و زمان واکنش

بیشترین مقدار در روشنایی ۲۰۰ لوکس و کمترین مقدار در روشنایی ۵۰۰ لوکس بود.

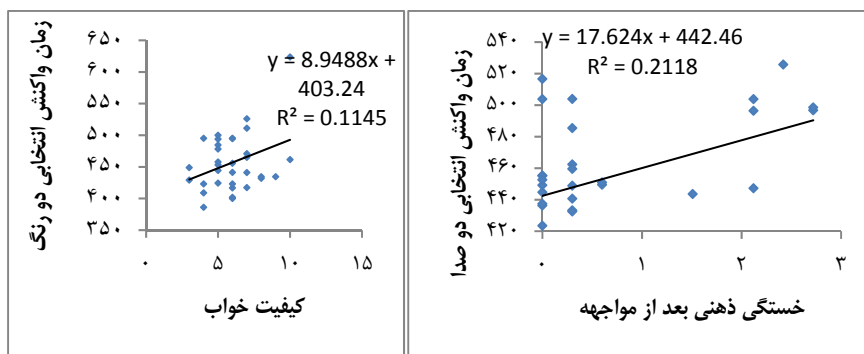
بر اساس یافته‌های این مطالعه، میزان خستگی ذهنی در مواجهه با سطح ۵۰۰ لوکس نسبت به دو سطح ۲۰۰ و ۱۵۰۰ لوکس کاهش بیشتری داشته است. احتمالاً دلیل کاهش خستگی ذهنی در این سطح نسبت به دو سطح دیگر، مناسب بودن این میزان روشنایی برای انجام کارهای نشسته و دفتری بوده است. این مطلب نشان می‌دهد که افزایش شدت روشنایی بر خستگی غلبه نموده است، این یافته مطابق با تحقیقاتی است که نتیجه گرفتند قرار گرفتن در معرض روشنایی در شب و یا در میان افراد با کیفیت خواب پایین می‌تواند زمان واکنش را به سرعت بهبود بخشد [۳۰، ۳۱]. بر اساس اظهارات اسمولدرز افراد احساس خواب‌آلودگی

واکنش انتخابی دو رنگ در سطح ۵۰۰ لوکس معنی‌دار شد ( $p < 0.05$ ).

مطابق نمودار ۴ ارتباط کیفیت خواب با خستگی ذهنی قبل از مواجهه با سطح روشنایی ۱۵۰۰ لوکس، ارتباط خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه با سطح ۱۵۰۰ لوکس معنی‌دار شد ( $p < 0.05$ ).

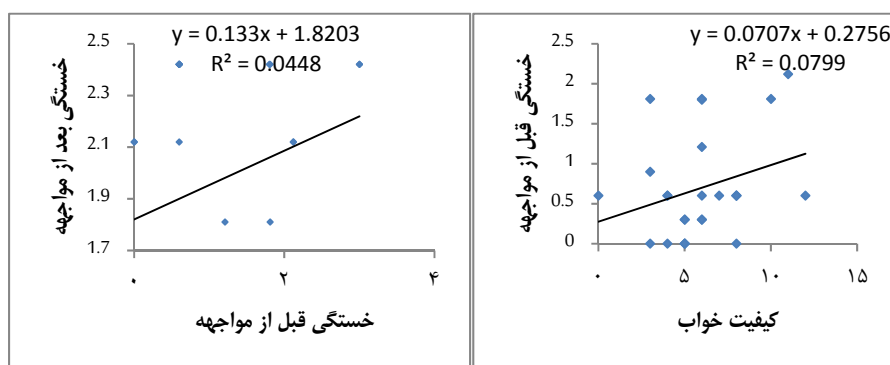
### بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه کیفیت خواب و خستگی ذهنی در سطوح مختلف روشنایی بر روی توجه و زمان واکنش در شرایط آسایش حرارتی طراحی شد. یافته‌ها نشان داد که مقادیر خستگی ذهنی بعد از مواجهه با سطوح مختلف روشنایی نسبت به مقادیر قبل از مواجهه با این سطوح افزایش یافته است بطوریکه



نمودار ۳-ا: ارتباط خستگی ذهنی بعد از مواجهه با زمان واكنش انتخابی دوصدا نمودار ۳-ب: ارتباط کیفیت خواب با زمان واكنش انتخابی دو رنگ

نمودار ۳- اثر کیفیت خواب و خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه با سطح روشنایی ۵۰۰ لوکس بر توجه و زمان واكنش



نمودار ۴-ا: ارتباط کیفیت خواب و خستگی ذهنی قبل از مواجهه نمودار ۴-ب: ارتباط خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه

نمودار ۴- اثر کیفیت خواب و خستگی ذهنی قبل و بعد از مواجهه با سطح روشنایی ۱۵۰۰ لوکس بر توجه و زمان واكنش

مرتبط باشد.

این مطالعه نشان داد که هرچه اختلال و محرومیت از خواب بیشتر یا کیفیت خواب کمتر باشد خستگی ذهنی افزایش می‌یابد. این یافته نیز همسو با مطالعه کرسند و همکاران است که اظهار نمودند اختلال خواب، یک عامل مهم در خستگی ذهنی است [۳۵].

بر اساس یافته‌های این مطالعه، در مواجهه با سطوح مختلف روشنایی کیفیت خواب با هیچ‌کدام از پارامترهای آزمون عملکرد پیوسته ارتباطی ندارد. این یافته مغایر با نتایج دیوید بود که دریافت کاهش کیفیت خواب باعث افزایش زمان پاسخ، افزایش خطای حذف و افزایش الگوهای رفتاری ناپایدار و غیرقابل پیش بینی می‌شود [۳۶]. علاوه بر این مطالعه کنونی نشان داد که کیفیت خواب و خستگی ذهنی با متغیر خطای زمان

کمتر، سرزندگی و شادابی بیشتر در روشنایی ۱۰۰۰ لوکس نسبت به ۲۰۰ لوکس داشتند بطوریکه اثر تغییر سطوح روشنایی بر خواب‌آلودگی، بیشتر در افرادی مشاهده شد که دچار خستگی ذهنی شده بودند. همچنین وی اظهار نمود که افراد در روشنایی ۲۰۰ لوکس زمان واكنش طولانی‌تری داشتند [۳۲]. این در حالی است که تناکا و همکاران طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که خستگی ذهنی پیوسته باعث تغییراتی در فعال شدن قشر جلوی مغز شده که به‌صورت افزایش قدرت فرکانس بتا در این منطقه از مغز ظاهر شده و منجر به خواب‌آلودگی می‌گردد [۳۳]. از آنجایی که افزایش قدرت باند فرکانس بتا با کاهش هوشیاری مرتبط است [۳۴]. این تغییرات ایجاد شده در اثر خستگی ذهنی شاید با کاهش در سطح انگیزتگی مغز

دارند، با در نظر گرفتن میزان کیفیت خواب و خستگی ذهنی شرایط محیط کار را از لحاظ گرما و روشنایی بهینه‌سازی نمود. کاهش کیفیت خواب و افزایش خستگی ذهنی باعث افزایش زمان واکنش شده است این در حالی است که کیفیت خواب در شرایط آسایش حرارتی در کلیه سطوح روشنایی هیچ اثری بر پارامترهای آزمون عملکرد پیوسته نداشته است.

### تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه دانشجویان کارشناسی بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در طول تحقیق تشکر نمایند.

### منابع

1. Ghasemkhani M, Monazam M, Abbassinia M, Mahmood Khani S, Aghaie H, Asghari M, et al. The assessment of fatigue and its relationship with Insomnia Severity among workers of rolling mills and steel production company. Iran Occup Health. 2013;10(2). [Persian]
2. Kryger M, Roth G, Eloni D, Dement W. Principles and Practice of Sleep Medicine. (2005). New York: WB Saunders Co Google Scholar.
3. Niu SF, Chung MH, Chen CH, Hegney D, O'Brien A, Chou KR. The effect of shift rotation on employee cortisol profile, sleep quality, fatigue, and attention level: a systematic review. J Nurs Res. 2011;19(1):68-81.
4. Maquet P. The role of sleep in learning and memory. Science. 2001;294(5544):1048-52.
5. Stickgold R. Sleep-dependent memory consolidation. Nature. 2005;1272(7063):437-8.
6. Alhola P, Polo-Kantola P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. Neuropsychiatr Dis Treat. 2007;3(5):553.
7. Doran S, Van Dongen H, Dinges DF. Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. Arch Ital Biol. 2001;139(3):253-67.
8. Lorenzo I, Ramos J, Arce C, Guevara M, Corsi-Cabrera M. Effect of total sleep deprivation on reaction time and waking EEG activity in man. Sleep-New York. 1995;18:346.
9. Somayeh B, Mehdi P, Habiballah D. The

واکنش هنگام مواجهه با سطوح مختلف روشنایی ارتباطی ندارند. این یافته با مطالعه مترن که دریافت خستگی ذهنی باعث افزایش خطای زمان واکنش می‌شود مطابقت نداشت [۳۷]. احتمالاً دلیل این عدم تطابق و عدم تأثیر کیفیت خواب و خستگی ذهنی بر پارامترهای مذکور به علت کیفیت خواب خوب با میانگین و انحراف معیار  $(6/2 \pm 7/4)$  و خستگی ذهنی متوسط با میانگین و انحراف معیار  $(5/1 \pm 9/3)$  بوده است. همچنین باید در نظر گرفت که افراد در این مطالعه در شرایط آسایش حرارتی با سطوح مختلف روشنایی مواجهه داشتند این در حالی است که سایر مطالعات شرایط مطالعه خود را ذکر نکرده بودند.

این مطالعه نشان داد که هرچه کیفیت خواب پایین‌تر باشد زمان واکنش افراد افزایش می‌یابد که سازگار با یافته‌های استیورز بود که دریافت هم‌زمان با اختلال خواب زمان واکنش انتخابی کاهش می‌یابد [۳۸].

یافته‌ها نشان داد که با افزایش خستگی ذهنی، خطای ارائه پاسخ و زمان واکنش تشخیصی افزایش یافته‌اند. این نتیجه مطابق با مطالعه مترن و همکاران بود که پی بردند بر اثر خستگی ذهنی زمان واکنش افزایش یافته اما کارایی عملکرد کاهش می‌یابد همچنین وی اذعان نمود که یکی دیگر از نتایج خستگی ذهنی کاهش توجه به محرک هدف است [۳۷]. همچنین مطابق با مطالعات هولدینگ [۳۹] و هوکی [۴۰] است که دریافتند پرهیز از انجام تلاش بیشتر برای انجام وظیفه محول شده از قابل اطمینان‌ترین خصوصیات خستگی ذهنی است. بر اساس گزارشات لانگنر [۱۳] کاهش عملکرد مرتبط با خستگی ذهنی به‌طور خاص در وظایف نیازمند توجه آشکار می‌شود و زمان واکنش کلی بر اثر خستگی ذهنی افزایش می‌یابد.

نتایج این مطالعه نشان داد میزان خطا، زمان واکنش و عدم توانایی افراد در فکر کردن به علت خستگی ذهنی زیاد، روشنایی و کیفیت خواب نامناسب، افزایش یافته است؛ بنابراین ضروری است تا در پست‌های کاری که نیاز به توجه، تمرکز و واکنش به محرک

- Laboratory Conditions. *J Ergonom.* 2017;4(4)48-56. [Persian]
23. Hasanzadeh M, Alavi KNK, Ghalehbandi M, Gharaei B, Sadeghikia A. Sleep quality in Iranian drivers recognized as responsible for severe road accidents. 2008. [Persian]
  24. Malek M, Halvani GH, Fallah H, Jafari R. Relation evaluation of Pittsburgh Sleep Quality Index with road accidents truck drivers. *J Occup Med Special.* 2012;3(1):14-20. [Persian]
  25. Saito K. Measurement of fatigue in industries. *Ind Health.* 1999;37(2):134-42.
  26. Yoshitake H. Relations between the symptoms and the feeling of fatigue. *Ergonomics.* 1971;14(1):175-86.
  27. Schouten J, Bekker J. Reaction time and accuracy. *Acta Psychol (Amst).* 1967;27:143-53.
  28. Weiss AD. The locus of reaction time change with set, motivation, and age. *J Gerontol.* 1965;20(1):60-4.
  29. 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.
  30. Phipps-Nelson J, Redman JR, Dijk D-J, Rajaratnam S. Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep.* 2003;26(6):695-700.
  31. Lockley SW, Evans EE, Scheer F, Brainard GC, Czeisler CA, Aeschbach D. Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans. *Sleep-New York Then Westchester.* 2006;29(2):161.
  32. 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.
  33. Tanaka M, Ishii A, Watanabe Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: a magnetoencephalography study. *Brain Res.* 2014;1561:60-6.
  34. Okogbaa OG, Shell RL, Filipusic D. On the investigation of the neurophysiological correlates of knowledge worker mental fatigue using the EEG signal. *Appl Ergon.* 1994;25(6):355-65.
  35. Åkerstedt T, Knutsson A, Westerholm P, Theorell T, Alfredsson L, Kecklund G. Mental fatigue, work and sleep. *J Psychosom Res.* 2004;57(5):427-33.
  36. Lim J, Dinges DF. Sleep deprivation and vigilant attention. *Ann N Y Acad Sci.*
- Relation between Shift Work, Fatigue and Sleepiness and Accidents among Workers in Sugar Factory. *J Occupa Hygiene Engineer.* 2014;1(3):45-52. [Persian]
10. Mohebian Z, Mehrifar Y, Dehghan H, Habibi E, Yadegarfar G. Investigating the combined effects of heat and lighting on students reaction time in laboratory condition. *J Occup Hygiene Engineer.* 2016;3(3):40-6. [Persian]
  11. Wright RA, Stewart CC, Barnett BR. Mental fatigue influence on effort-related cardiovascular response: Extension across the regulatory (inhibitory)/ non-regulatory performance dimension. *Int J Psychophysiol.* 2008;69(2):127-33.
  12. Halvani G, Baghianimoghadam M, Rezaei M. Fatigue situation in tile industries workers. *Iran Occup Health.* 2007;4(3):57-63. [Persian]
  13. Langner R, Steinborn MB, Chatterjee A, Sturm W, Willmes K. Mental fatigue and temporal preparation in simple reaction-time performance. *Acta Psychol (Amst).* 2010;133(1):64-72.
  14. Lorist MM, Bezdan E, ten Caat M, Span MM, Roerdink JB, Maurits NM. The influence of mental fatigue and motivation on neural network dynamics; an EEG coherence study. *Brain Res.* 2009;1270:95-106.
  15. Van der Linden D, Frese M, Meijman TF. Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. *Acta Psychol (Amst).* 2003;113(1):45-65.
  16. van der Linden D. The urge to stop: The cognitive and biological nature of acute mental fatigue. 2011.
  17. Meijman TF. Mental fatigue and the efficiency of information processing in relation to work times. *Int J Ind Ergon.* 1997;20(1):31-8.
  18. Faber LG, Maurits NM, Lorist MM. Mental fatigue affects visual selective attention. *PLoS One.* 2012;7(10):e48073.
  19. Van der Linden D, Eling P. Mental fatigue disturbs local processing more than global processing. *Psychol Res.* 2006;70(5):395-402.
  20. Tennessen CM, Cimprich B. Views to nature: Effects on attention. *J Environ Psychol.* 1995;15(1):77-85.
  21. Dehghan H, Azmoon H, Souri S, Akbari J. The effects of state anxiety and thermal comfort on sleep quality and eye fatigue in shift work nurses. *J Educ Health Promo.* 2014;3. [Persian]
  22. Dehghan H, Mohebian Z, Yadegarfar G. Evaluation of Effects of Different Levels of Brightness on Attention and Reaction Time under



2008;1129(1):305-22.

37. Boksem MA, Meijman TF, Lorist MM. Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. *Cog Brain Res.* 2005;25(1):107-16.

38. Steyvers FJ. The influence of sleep deprivation and knowledge of results on perceptual encoding. *Acta Psychol (Amst).* 1987;66(2):173-87.

39. Hockey R. *Stress and fatigue in human performance*: John Wiley & Sons Inc; 1983.

40. Robert G, Hockey J. Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: A cognitive-energetical framework. *Biol Psychol.* 1997;45(1):73-93.

## The relationship of sleep quality and mental fatigue in different levels of lighting on attention and reaction time in thermal comfort condition

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

Received: 2016/11/20

Revised: 2017/05/15

Accepted: 2017/08/19

### Abstract

**Background and aims:** In accomplishing attention-consuming tasks, mental fatigue reduces productivity and increases error rate as the factors involved in work accidents. The present research goal was to study the effects of sleep quality and mental fatigue on attention and reaction time in the thermal comfort condition.

**Methods:** This experimental research was conducted on 33 university students in thermal stress chambers. The participants were exposed to 500, 200, and 1500 lx lightings for 1.5 hours at the 22 temperature to take the continuous performance test (CPT) (which assessed attention) and the reaction time test (which measured their reaction time), and complete the Pittsburgh Sleep Quality Inventory (PSQI) and the mental fatigue checklist. The collected data was analyzed in SPSS 20 using the multiple linear regression analysis and Pearson's correlation coefficient methods.

**Results:** There was a significant relationship between levels of mental fatigue before and after exposure to 200 and 500lx lightings, and the highest level of mental fatigue was observed with the 200 and 500lx lightings ( $p < 0.05$ ). The relationship of mental fatigue before exposure to the 200lx lighting with the error rate and reaction time was significant ( $p < 0.05$ ). The relationship of mental fatigue after exposure to the 500lx lighting and the two-sound selective reaction time was significant ( $p < 0.05$ ). The relationship of sleep quality was not significant in the CPT (continuous performance test) test ( $p > 0.05$ ), but the relationship of sleep quality with the diagnostic reaction time (with the 200lx lighting) and the two-color selective reaction time (with the 500lx lighting) was significant ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Research findings revealed that error rate, reaction time, and the inability to think increased because of extreme mental fatigue, inadequate lighting, and low sleep quality. Hence, it is necessary to optimize the heat and lighting of the workplace environments for positions that require attention, concentration and reaction to stimuli based on the sleep quality and mental fatigue levels.

**Keywords:** Sleep quality, Mental fatigue, Lighting, Attention, Reaction time.

1. MSc, Department of Occupational Hygiene Engineering, Iranshahr University of Medical Sciences, Iranshahr, Iran.

2. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. ha\_dehghan@hlth.mui.ac.ir.