

اثر فاکتورهای محیطی بر عملکرد شغلی افراد با استفاده از آزمون‌های دستی و ذهنی

فریده گل بابایی^۱ - زهرا پنجعلی^۲ - مریم برهانی^۲ - عبدالرسول رحمانی^۲ - مریم افضلی^۲ - مهدی اصغری^{۳*}

asghari@arakmu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۴

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۳۰

چکیده

مقدمه: شاید یکی از مهم‌ترین فاکتورها در صنایع و سازمان‌ها عملکرد شغلی افراد باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر هم‌زمان صدا، روشنایی و استرس گرمایی بر عملکرد شغلی کارکنان می‌باشد.

روش کار: در این مطالعه توصیفی - تحلیلی ۳۰ نفر از پرسنل یک شرکت قطعه ساز خودرو در شهر تهران به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. در مطالعه اصلی، ضمن کنترل و محدود کردن عوامل مداخله گر، تاثیر هم‌زمان صدا، روشنایی و استرس حرارتی بر عملکرد شغلی شرکت کنندگان، ۲ سری آزمایش ذهنی و دستی به عمل آمد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از SPSS نسخه ۱۸ و از آمار توصیفی و آزمون‌های آنالیز واریانس و توکی و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد با افزایش میزان صدا و شاخص استرس حرارتی ($r = 0/344$, $p = 0/046$) و کاهش روشنایی ($r = 0/472$, $p = -0/008$) زمان انجام آزمون جایگذاری مینه سوتا افزایش یافته است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که با افزایش میزان صدا و شاخص استرس حرارتی ($r = 0/478$, $p = 0/007$) و کاهش روشنایی ($r = 0/523$, $p = 0/003$) زمان در انجام آزمون چالاک‌کی ابزار دستی افزایش یافته است. با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین میزان روشنایی ($r = 0/407$, $p = 0/014$) و میزان شاخص استرس حرارتی و صدا ($r = 0/389$, $p = 0/007$) با عملیات ذهنی در حدسطحی و میانی رابطه وجود دارد.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش صدا و استرس گرمایی و کاهش روشنایی سرعت انجام آزمون‌های دستی و دقت و زمان محاسبات ریاضی را کاهش می‌دهد. به همین دلیل نتایج این مطالعه می‌تواند تاییدی بر تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی بر عملکرد شغلی افراد باشد؛ به گونه‌ای که با تغییر فاکتورهای مختلف محیطی، زمان انجام آزمون‌های دستی و دقت و زمان در آزمون‌های ذهنی تغییر می‌یابد.

کلمات کلیدی: فاکتورهای محیطی، عملکرد، آزمون‌های دستی و ذهنی

۱- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲- کارشناس گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- کارشناس HSE شرکت مالیبل سایپا

۴- کارشناس ارشد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک

مقدمه

عوامل متعددی می‌توانند بر رشد، توسعه و بهره‌وری نیروی کار در یک سیستم تاثیرگذار باشند. مهم‌ترین عوامل موثر بر بهره‌وری افراد، دقت و سرعت کار، راندمان و همچنین قابلیت اجرای فعالیت‌ها می‌باشد که خود می‌تواند تحت تاثیر فاکتورهای محیطی قرار بگیرد (Kahya, 2007). کارگران در صنایع مختلف تحت تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی می‌باشند و این فاکتورها می‌توانند بر سلامت، راحتی، روحیه و عملکرد شغلی آن‌ها تاثیرگذار باشد (Habibi et al., 2013). از عوامل دستیابی به بهره‌وری و کارایی بیشتر سیستم‌ها، ارتقاء آسایش نیروی کاری و فراهم ساختن محیط کاری است که تا حد امکان این عوامل در آن تعدیل شده باشند (Chris Hocking et al., 2000). یکی از این فاکتورها، صدا می‌باشد که می‌تواند استرس زیادی را بر کارکنان وارد کند. سرو صدا به عنوان گسترده‌ترین آلاینده محیط کاری محسوب می‌شود. بر اساس تخمین سازمان NIOSH حدود ۳۰ میلیون شاغل آمریکایی در معرض اثرات سوء صدا می‌باشند (Franks et al., 2004). در میان علایم متعددی که هنگام مواجهه با صدا گزارش شده‌اند تحریک پذیری و سردرد بیشترین همبستگی را با کاهش ظرفیت کاری دارد (Persson-Waye et al., 2002). مهم‌ترین تأثیرات صدا بر انسان عبارتند از خستگی، مشکل در تمرکز و احساس فشار در سر و پلک‌ها (Persson-Waye et al., 2002). همچنین برخی از مطالعات به تاثیر صدا بر اختلال خواب، ناراحتی، اختلال در فعالیت‌های روزانه و عملکرد شغلی اشاره داشته‌اند (Stansfeld and Matheson, 2003; Ouis, 2002). در بسیاری از مشاغل، فرد ضمن پردازش بالای اطلاعات نیاز به دقت ویژه‌ای برای انجام کار

داشته است، در چنین مشاغلی عملکرد صحیح ذهنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و صدا می‌تواند بیشترین تأثیر را بر آن داشته باشد (Kazempour et al., 2011). علیرغم مطالعات فراوانی که در ارتباط با تأثیر صدا بر عملکرد ذهنی و عملکرد شغلی انجام گردیده است، نتایج متفاوتی حاصل شده و هنوز نتایج قطعی و ثابتی مشاهده نگردیده است (Jafari et al., 2008; Kjellberg and Landstrom, 1994; Smith and Jones, 1992). تفاوت‌ها را می‌توان در نتیجه حساسیت متفاوت افراد به صدا مشاهده کرد (Persson et al., 2002). از دیگر فاکتورهای محیطی تاثیرگذار بر عملکرد شغلی افراد گرما می‌باشد. گرما در صنایع به‌عنوان یک منبع انرژی در فرایندهای تولیدی مورد استفاده می‌باشد. اما بخشی از این منبع انرژی، به‌صورت محصول ناخواسته فرایند وارد محیط می‌شود. زمانی که مقدار این منبع انرژی در محیط از حدی فراتر رود، نه تنها مفید نبوده بلکه باعث استرس گرمایی و اختلال عملکرد شاغلین در محیط‌های کاری مانند اختلال عملکرد ذهنی، افزایش خستگی و کاهش ایمنی می‌شود (Veronica, 2003). استرس گرمایی می‌تواند به‌عنوان موقعیتی اطلاق گردد که در آن بدن انسان مشکلاتی را در دفع گرمای اضافی به محیط بیرون تجربه می‌نماید. این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که کارگر برای مدت زمان طولانی در معرض گرمای زیاد، رطوبت کم، وجود منابع گرمایی تابشی، تماس فیزیکی با اشیاء داغ و فعالیت‌های بدنی شدید قرار گیرد (Rodahl, 2003). بهبود عملکرد برای هر فرد متأثر از عوامل مختلف است. روشنایی در محل کار عامل دیگر مؤثر بر عملکرد افراد در انجام فعالیت‌های کاری است و سطح بالایی از عملکردهای شغلی می‌تواند از

غبار بر عملکرد شغلی و غیبت کارکنان در محیط کار را بررسی کردند. در این مطالعه رابطه مثبت و معناداری میان فاکتورهای محیطی و بهره‌وری و غیبت کارکنان مشاهده شد (Shikdar and Sawaqed, 2003). علیرغم مطالعات مختلف انجام شده روی شاغلین صنایع، تاکنون مطالعات معدودی در مورد تاثیر هم‌زمان صدا، روشنایی و گرما بر روی عملکرد شغلی افراد در صنایع انجام شده است. لذا این مطالعه با هدف بررسی تاثیر هم‌زمان صدا، روشنایی و گرما بر عملکرد شغلی کارکنان یک شرکت قطعه ساز خودرو انجام گرفته است. نتایج چنین مطالعاتی می‌تواند در آینده در جهت جلوگیری از مشکلات و بالا بردن راندمان و عملکرد شغلی در کارکنان صنایع و دیگر مشاغل مفید باشد.

روش کار

این مطالعه به صورت مطالعه توصیفی - تحلیلی بر روی کارکنان یک شرکت قطعه سازی خودرو در سال ۱۳۹۱ انجام شد. تعداد نمونه‌ها با سطح اطمینان ۹۵٪ و توان آزمون ۸۰٪ و مقدار خطای مطلق ۲۵٪، ۳۰ نفر تعیین گردید و برای تعیین اثر فاکتورهای محیطی شامل نور، صدا و شاخص استرس گرمایی بر روی عملکرد شغلی افراد، با استفاده از ۲ آزمون چالاکی دست‌ها و مهارت ذهنی اثر فاکتورهای فوق‌مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون‌های دستی خود شامل آزمون دستی مینه‌سوتا و آزمون چالاکی ابزار دستی و آزمون مهارت ذهنی نیز خود شامل آزمون محاسبات ریاضی و ردیابی حروف و حافظه بود. ۳ ایستگاه کاری در ۳ قسمت (واحد انبارداری، واحد ذوب و واحد ریخته‌گری) از این صنعت انتخاب و پارامترهای صدا، استرس

طریق روشنایی استاندارد حاصل شود. با روشنایی کافی، کارکنان می‌توانند محصولات بیشتری و با اشتباهات و خطای کمتری تولید کنند که منجر به افزایش ۱۰-۵۰٪ در بهره‌وری و راندمان کارکنان می‌شود (Partonen and Lonnqvist, 2000). به علاوه در روشنایی ضعیف، کارکنان نمی‌توانند پوسچر طبیعی خود را حفظ کنند و ممکن است دچار برخی اختلالات اسکلتی و عضلانی شوند (Partonen and Lonnqvist, 2000).

مطالعات متعددی در مورد فاکتورهای محیطی مختلف تاثیر گذار بر عملکرد شغلی افراد صورت گرفته است. برخی از مطالعات به اثر مفید روشنایی بر شادابی و نشاط و علایم افسردگی (Partonen and Lonnqvist, 2000)، هوشیاری (Kull-er and Wetterberg, 1993)، هوشیاری و عملکرد شغلی (Phipps-Nelson, 2003)، سطح کورتیزول صبح گاهی (Scheer and Buijs, 1993) و حتی کیفیت خواب (Boulos, 1995, Campbell, 1995) اشاره کرده‌اند. Knez و Hygge در سال ۲۰۰۱ مطالعه‌ای در خصوص تاثیر صدا، گرما و روشنایی محیط داخلی بر عملکرد شناختی و تاثیر آن بر افراد به صورت خود گزارش دهی انجام دادند. یافته‌های مربوط به تاثیر صدا، گرما و نور نشان داد که سرعت و دقت و همچنین یادآوری بلند مدت در روشنایی ۱۵۰۰ لوکس نسبت به ۳۰۰، در صدای کم نسبت به صدای بالا و در دمای ۲۱ درجه نسبت به دمای ۲۷ درجه بهتر بود. در واقع تعامل معنی داری بین صدا، گرما و روشنایی در یادآوری متن و یادآوری آزاد کلمات آهنگین وجود داشت (Hygge and Knez, 2001); (Ordinance of November, 2002).

Shikdar و Sawaqed در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۳ تاثیر روشنایی، گرما، رطوبت، آلودگی و گردو

پس از آنالیز فاکتورهای اندازه گیری شده، واحد انبارداری که به لحاظ شرایط استرس گرمایی و میزان روشنایی و صدا استاندارد بود، به عنوان گروه کنترل مورد استفاده قرار گرفت. آزمون‌های مورد استفاده در این بررسی عبارتند از:

آزمون‌های دستی (آزمون مینه سوتا)

آزمون جایگذاری مینه سوتا

این آزمون، ارزیابی سرعت حرکات دست و بازو، هم‌زمان با هماهنگی چشم و دست می‌باشد. صفحه تست که دو صفحه ۹*۳ اینچ است توسط لولا به هم متصل می‌باشد، دارای چهار ردیف افقی است و ۶۰ سوراخ دارد که در هر یک، دیسکی به قطر ۱/۵ اینچ قرار می‌گیرد. دیسک‌های قرار گرفته در بالای صفحه در ۱۵ ستون قرار گرفته و از فرد خواسته می‌شود که از سمت راست ستون‌ها را پر نموده به طوری که دیسک قرار گرفته در پایین ستون در بالاترین قسمت صفحه قرار می‌گیرد. شرکت کننده باید تمام ستون‌های صفحه را به ترتیبی که ذکر شد، پر نماید. تنها متغیر

گرمایی و روشنایی اندازه‌گیری شد. در این بررسی از دستگاه لوکس متر هاگنر مدل EC1 و دستگاه صداسنج B&K مدل ۲۲۳۶ به ترتیب به منظور سنجش میزان روشنایی و تراز معادل مواجهه کوتاه مدت صدا استفاده شد. جهت اندازه گیری استرس گرمایی دستگاه WBGT متر ساخت کمپانی CASELLA انگلیس کالیبره شده مورد استفاده قرار گرفت. مقدار شاخص دمای ترگویی‌سان با توجه به استاندارد ISO7243 محاسبه شد. برای محیط داخل و بسته از معادله (۱) زیر استفاده گردید:

$$WBGT_{in} = 0.7T_{nw} + 0.3T_g$$

در این مطالعه میانگین شاخص دمای ترگویی‌سان بر اساس اندازه‌گیری این شاخص در سه ارتفاع قوزک پا، ناحیه کمر و سر طبق معادله زیر اندازه گیری شد:

$$WBGT = WBGT_{head} + (2 \times WBGT_{waist}) + WBGT_{ankle} / 4$$



شکل ۱: نمایی از صفحه تست آزمون جایگذاری مینه سوتا



شکل ۲: نمایی از صفحه تست آزمون چالاکی ابزار دستی

دو رقمی به یکی از اعداد ۶، ۷، ۸، ۹ و تا دو رقم اعشار می‌باشد. عمق فرایند ذهنی برحسب تعداد ارقام محاسبه شده صحیح بیان می‌گردد. زمان پاسخ‌دهی و تعداد پاسخ‌های صحیح معیار سنجش کارایی ذهنی (Belojevic *et al.*, 1992; Sato *et al.*, 2002; Kazem Pour, 2008)، زمان صرف شده برای این آزمون بیانگر زمان عکس‌العمل افراد، رقم صحیح نشانگر عملیات ذهنی در حد سطحی، اولین رقم پس از اعشار نشانگر عملیات ذهنی در حد میانی و دومین رقم پس از اعشار نماینده عملیات ذهنی در حد عمیق می‌باشد. دقت در این آزمون با توجه به تعداد خطاها مشخص می‌گردد (Kazem Pour, 2008; Dornic *et al.*, 1990; Ganji, 1999).

آزمون ردیابی حروف و حافظه (*Search and Memory*):

در این آزمون ۶۰ حرف به طور تصادفی در هر سطر قرار داده می‌شود. هر فرد باید از بین آنها به دنبال ۵ حرف هدف مشخص شده در ابتدای سطر گشته و آنها را مشخص نماید. در هر سطر

قابل اندازه‌گیری در این آزمون زمان انجام آزمون (سرعت) می‌باشد (Occupational skill assessment test battery, 2009).

آزمون چالاکی ابزار دستی

در این آزمون وظیفه شرکت کنندگان باز کردن دوازده پیچ و مهره‌ی نصب شده در سمت چپ قاب چوبی مورد نظر از ردیف سمت بالا به سمت ردیف پایین بود. سپس افراد باید پیچ و مهره‌ها را در سمت راست قاب چوبی مورد نظر از سمت پایین به سمت بالا جای‌گذاری می‌کردند. افراد در این آزمون باید از ابزاری مانند آچار و پیچ‌گوشتی برای باز نمودن و نصب استفاده می‌نمودند. تمام پیچ و مهره‌ها باید به‌صورت محکم نصب می‌شدند. در این آزمون متغیر مورد اندازه‌گیری سرعت بود (Occupational skill assessment test battery, 2009).

آزمون‌های ذهنی

محاسبات ریاضی (*Mental Arithmetic*):

این آزمون به‌صورت تقسیم نوشتاری ۱۵ عدد

یک‌طرفه استفاده گردید. نتایج نشان داد که بین گروه‌های مختلف از نظر آماری اختلاف وجود دارد و کمترین سرعت با استفاده از آزمون توکی به گروه ریخته‌گری اختصاص دارد ($p > 0/032$). میانگین زمان جای‌گذاری درآزمون مینه سوتا در سه گروه در جدول ۲ ارائه شده است.

با استفاده از آزمون پیرسون ارتباط بین صدا، روشنایی و شاخص استرس حرارتی با سرعت درآزمون جای‌گذاری مینه سوتا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش میزان صدا و شاخص استرس حرارتی و کاهش روشنایی، زمان انجام آزمون افزایش یافته است (جدول ۲).

برای مقایسه متغیر سرعت در آزمون چالاکی ابزار دستی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. نتایج نشان داد که بین گروه‌های مختلف از نظر آماری اختلاف وجود دارد و بین سرعت در گروه ریخته‌گری و ذوب با گروه کنترل اختلاف معناداری موجود می‌باشد ($p > 0/013$).

میانگین زمان جای‌گذاری درآزمون چالاکی ابزار دستی در سه گروه در جدول ۲ ارائه شده است.

با استفاده از آزمون پیرسون، ارتباط بین صدا، روشنایی و شاخص استرس حرارتی با سرعت درآزمون چالاکی ابزار دستی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش میزان صدا و

از صفر تا چهار حرف هدف وجود دارد. فرد باید به مدت شش دقیقه شروع به خواندن سطرهای مذکور نماید. این آزمون با تعداد حروف خوانده شده و حروفی که صحیح علامت خورده‌اند، ارزیابی می‌شود. تعداد حروف خوانده شده نشان دهنده سرعت و حروف صحیح مشخص شده نشان دهنده دقت می‌باشند. در آزمون ردیابی و به خاطر سپردن درصد حروف صحیح ردیابی شده، نسبت تعداد حروف صحیح به کل حروفی است که فرد باید مشخص کند. در واقع درصد حروف صحیح ردیابی شده بیانگر دقت و توجه فرد و تعداد حروف خوانده شده بیانگر سرعت عمل می‌باشد. (Boman et al., 2005, Persson et al., 2004;) (Ghanat Abadi, 1999).

== یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای محیطی در جدول ۱ آمده است.

آزمون‌های دستی

ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمالیتی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که متغیرها دارای توزیع نرمال می‌باشند.

برای مقایسه متغیر سرعت در آزمون جای‌گذاری مینه سوتا از آزمون آنالیز واریانس

جدول ۱: اندازه‌گیری پارامترهای محیطی در واحدهای مختلف

گروه‌های مورد مطالعه	شاخص WBGT	روشنایی (لوکس)	تراز معادل صدا (دسی بل)
واحد انبارداری	۲۲/۹±۶/۱	۱۸۰±۶۸/۹	۷۹±۴/۶۸
واحد ذوب	۲۷/۲±۶/۷	۴۲±۱۶/۱۴	۸۱±۴/۶۵
واحد ریخته‌گری	۲۸/۸±۷/۱	۲۵±۱۰/۱۱	۸۴±۴/۵۶

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار زمان انجام آزمون بر حسب ثانیه برای گروه‌های مختلف در آزمون‌های دستی

گروه	واحد انبارداری	آزمون جای‌گذاری مینه سوتا	آزمون چالاکی ابزار
کنترل	۶۳/۹۴±۵/۷۸	۳۲۴/۸۱±۴۶/۵۲	
مورد	۷۱/۵۰±۵/۵۲	۳۸۳±۴۸/۲۵	
	۷۳/۲۰±۱۱	۳۹۳/۵۰±۴۸/۴۱	

جدول ۳: ارتباط بین صدا، روشنایی و شاخص استرس حرارتی با زمان در آزمون‌های دستی مورد مطالعه (آزمون پیرسون)

	روشنایی		صدا		استرس حرارتی	
	P	r	P	r	p	r
آزمون جای‌گذاری مینه سوتا	۰/۰۰۸	-۰/۴۷۲	۰/۰۱۴	۰/۴۴۵	۰/۰۴۶	۰/۳۴۴
آزمون چالاکی ابزار	۰/۰۰۳	-۰/۵۲۳	۰/۰۰۷	۰/۴۸۶	۰/۰۰۸	۰/۴۷۸

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار آزمون ریاضی برای گروه‌های مختلف

میزان درستی پاسخ	میانگین ± انحراف معیار		
	واحد انبارداری (گروه کنترل)	واحد ریخته‌گری	واحد ذوب
زمان انجام آزمون (ثانیه)	۲۰۱±۵۰۰/۲۰	۲۵۹/۱±۶۵۷/۱۰	۳۹۴/۳۷±۸۵۹/۳۰
رقم صحیح	۴/۶۷۵±۱۴/۷۰	۳/۷۴±۱۲/۲۰	۲/۵۳±۱۲/۴۰
تایک رقم پس از اعشار	۳/۴۷±۱۳/۸۰	۳/۲۴±۸	۲/۹۰±۱۱/۷۰
دومین رقم پس از اعشار	۵/۸۰±۹/۹۰	۷/۱۸±۶/۹۰	۴/۲۸±۹/۹۰
کاملاً درست	۰/۴۸±۰/۳	۰/۴۱±۰/۲	۰/۴۴±۰/۳

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار آزمون ردیابی حروف و حافظه برای گروه‌های مختلف

	میانگین ± انحراف معیار	
	گروه کنترل	گروه مورد
تعداد حروف خوانده شده	۱۶۳±۶۳۵	۱۶۷±۵۶۰
تعداد حروف صحیح ردیابی شده	۲/۸۳±۱۶/۶۰	۵/۴۱±۱۶/۲۰
درصد حروف صحیح ردیابی شده	۶/۷۵±۳۹/۵۲	۱۲/۸۸±۳۸/۵۷

شاخص استرس حرارتی و کاهش روشنایی، زمان انجام آزمون افزایش یافته است (جدول ۳).

آزمون‌های ذهنی:

ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرونوف نرمالیتی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. متغیرها دارای توزیع نرمال بودند.

برای مقایسه متغیر زمان انجام آزمون (زمان عکس‌العمل فرد) در آزمون محاسبات ریاضی از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید. نتایج نشان داد که بین گروه‌های مختلف از نظر اماری اختلاف وجود دارد و بیشترین زمان انجام آزمون با استفاده از آزمون توکی به گروه ذوب اختصاص دارد ($p > ۰/۰۳۸$).

نتایج مطالعه نشان می دهد که اختلاف معناداری بین واحدهای مختلف این صنعت به هنگام انجام آزمون ها وجود دارد؛ به طوری که سرعت انجام آزمون های دستی در میان گروه کنترل شامل کارکنان واحد انبارداری، از واحدهای ریخته گری و ذوب بالاتر بود که خود دلیلی بر کمتر شدن زمان انجام آزمون های دستی در میان کارکنان واحد انبار داری می باشد. همچنین در مورد آزمون محاسبات ریاضی نیز نتایج نشان دادند که کمترین زمان انجام آزمون و بیشترین دقت به کارکنان واحدهای انبارداری اختصاص دارد که البته در مورد آزمون ردیابی و به خاطر سپردن که از دیگر آزمون های ذهنی بود چنین نتیجه ای مشاهده نشد. در مطالعه حاضر میزان روشنایی، صدا و شاخص استرس حرارتی در واحد انبارداری در حد مجاز بوده و نسبت به دیگر واحدهای مورد مطالعه شرایط بهتری داشت. به همین دلیل نتایج این مطالعه می تواند تاییدی بر تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی بر عملکرد شغلی افراد باشد؛ به گونه ای که با تغییر فاکتورهای مختلف محیطی در واحدهای گوناگون، زمان انجام آزمون های دستی و دقت و زمان در آزمون های ذهنی تغییر یافته است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش صدا و شاخص استرس گرمایی و کاهش روشنایی زمان انجام محاسبات ریاضی را افزایش می دهد و دقت را کاهش می دهد. حساسیت ناشی از افزایش صدا و شاخص استرس حرارتی و کاهش روشنایی سبب افزایش تعداد موارد ناصحیح و افزایش زمان پاسخگویی مربوط به عملکرد ذهنی در ارتباط با آزمون ریاضی می گردد. دلیل این مساله را شاید بتوان به حساسیت افراد به افزایش

برای مقایسه متغیر عملیات ذهنی در حد سطحی، میانی و عمیق در آزمون محاسبات ریاضی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید. نتایج نشان داد که به جز عملیات ذهنی در حد عمیق بین گروه های مختلف از نظر اماری اختلاف وجود دارد و بیشترین زمان انجام آزمون با استفاده از آزمون توکی به گروه ریخته گری اختصاص دارد ($p > 0/011$). تمام موارد ذکر شده در مورد آزمون ریاضی (زمان عکس العمل فرد) برای گروه های مختلف مورد بررسی در جدول ۴ ارائه شده است.

با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین میزان روشنایی ($r = 0/407$, $p = 0/014$) و میزان شاخص استرس حرارتی و صدا ($r = 0/389$, $p = -0/007$) با عملیات ذهنی در حد سطحی و میانی رابطه وجود دارد.

در مورد آزمون ردیابی حروف و حافظه نیز نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. با استفاده از آزمون پیرسون، ارتباط معناداری بین تاثیر صدا، روشنایی و شاخص استرس حرارتی با سرعت در آزمون ردیابی حروف و حافظه به دست نیامد ($p < 0/05$).

بحث

مطالعه حاضر از معدود مطالعاتی است که تاثیر همزمان چندین فاکتور محیطی را بر عملکرد شغلی افراد می سنجد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر همزمان فاکتورهای محیطی روشنایی، صدا و شاخص استرس گرمایی بر عملکرد شغلی افراد است. به همین منظور از آزمون های ذهنی و دستی جهت سنجش عملکرد افراد به هنگام تاثیر همزمان فاکتورهای مختلف محیطی استفاده شد.

ترازهای ۶۰ تا ۹۵ دسی بل تحت تأثیر صدا واقع نمی‌شود، اما Wu و همکاران گزارش نمودند که در محدوده این ترازها عملکرد ذهنی کاهش می‌یابد (Kazempour, et al., 2011). Tajik و Ghom-ri در مطالعه ای در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که صدا بر پردازش اطلاعات تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش خطا و کاهش دقت می‌شود (Park and Payne, 1963; Wu *et al.*, 1988). اختلاف در نتایج مطالعات گوناگون ممکن است ناشی از متفاوت بودن حساسیت افراد جامعه مورد پژوهش به صدا در مطالعات مختلف باشد. همچنین اختلاف نتایج ممکن است تحت تأثیر سطح تحصیلات یا تفاوت در شرایط حاکم بر صنعت مورد مطالعه قرار گیرد. نتایج مطالعات پژوهشگران در خصوص تأثیر استرس حرارتی بر عملکرد شغلی افراد نیز متناقض بوده است و رابطه منطقی را نشان نمی‌دهند. Hancock و Vasmatzidis در مطالعه خود در مورد تأثیر استرس حرارتی بر عملکرد شغلی بیان کردند که افزایش استرس حرارتی باعث کاهش عملکرد شغلی کارکنان می‌شود (Hancock and Vasmatzidis, 2003) که به نوعی تاییدی بر نتیجه مطالعه حاضر در مورد آزمون‌های دستی و آزمون محاسبات ریاضی بود. در این زمینه برخی از مطالعات بیان کردند که شاخص استرس حرارتی تأثیری بر عملکرد شغلی کارکنان ندارد (Chiles, 1958, Bell *et al.*, 1964; Colquhoun, 1969; Nunneley, 1979). برخی از مطالعات دیگر بر افزایش عملکرد شغلی با افزایش استرس حرارتی اشاره کردند (Poulton and Kerslake, 1965; Lovingblood and Blyth, 1967; Colquhoun and Goldman, 1972).

صدا و استرس حرارتی و کاهش روشنایی نسبت داد. نتایج مطالعه سال ۲۰۰۱ توسط Hygge و Knez در خصوص تأثیر صدا، استرس حرارتی و روشنایی محیط داخلی بر عملکرد شناختی و تأثیر آن روی افراد نیز تاییدی بر مطالعه حاضر بود (Hygge and Knez, 2001). نتایج مطالعات پژوهشگران در خصوص تأثیر صدا بر کارایی ذهنی در هنگام انجام محاسبات ریاضی متناقض بوده و رابطه منطقی را نشان نمی‌دهند. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط Habi-bi و همکارانش انجام گرفت، مشاهده شد که افزایش تراز فشار صدا باعث کاهش بهره‌وری و کاهش دقت می‌شود (Habibi *et al.*, 2013). در حالی‌که به عقیده Barker (Barker *et al.*, 1984) و همکاران و همچنین Kryter (Kryter, 1980)، صدا در محدوده ۵۰ تا ۱۱۰ دسی بل سبب کاهش عملکرد ذهنی می‌گردد. به عقیده Gawron صدا هیچ گونه تأثیری بر عملکرد ذهنی ندارد (Gawron, 1984). در همین حال Omalley و همچنین Hocky عقیده دارند که صدا سبب بهبود سرعت و دقت در آزمون‌های مربوط به پردازش ذهنی ریاضی می‌گردد (Omalley, 1971; Hocky, 1970). در مطالعه ای که در سال ۲۰۱۱ توسط Kazempour و همکارانش انجام گرفت، مشاهده شد که همبستگی معناداری بین حساسیت به صدای کم فرکانس و فرآیند عمیق ذهنی وجود دارد. صدای کم فرکانس ۶۵ دسی بل نیز نسبت به صدای رفرانس در همین تراز سبب کاهش دقت محاسباتی و کیفیت کارایی در بخش عمیق حافظه می‌گردد. Park و Payne دریافتند که کارایی ذهنی در ارتباط با آزمون ریاضی در

که در حضور صدای بلند (۶۵ دسی بل) در مقایسه با شرایط نسبتاً سکوت (۴۵ دسی بل)، اگرچه عکس العمل افراد سرعت بیشتری می یابد، اما تعداد پاسخ های ناصحیح افزایش یافته و این امر به دلیل واکنش دفاعی است که افراد می خواهند هر چه سریع تر خود را از شرایط آزار دهنده صدا رها نمایند (Fisher, 1983; Finkelman et al., 1977). طبق مطالعاتی که Belojevic و همکارانش در سال های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۱ انجام دادند، که مشخص گردید در آزمون ردیابی و به خاطر سپردن، کیفیت و سرعت عملکرد ذهنی در شرایط سکوت و صدا در افراد حساس به صدا و گروه تحمل پذیر تفاوت معنی داری وجود ندارد (Belogevic, 2001). Jafari و همکارانش در سال ۲۰۰۸ طی مطالعه ای بیان کردند صدا با فرکانس کم، سبب کاهش تمرکز و بالا رفتن سرعت پاسخگویی می گردد (Jafari, 2008).

محدودیت های این پژوهش شامل عدم همکاری اکثر کارکنان و ابراز بیزاری خود از این گونه پژوهش ها می باشد. در این مورد کارکنان به مواردی چون عدم پیگیری محققان و به فراموشی سپرده شدن نتایج تحقیق اشاره نموده و ابراز داشتند که با وجود تحقیقات عدیده در زمینه های مختلف، نتایج هیچ یک از آنها آثار مثبتی در تغییر وضعیت، حل و ارتقاء چالش های موجود برای آنان نداشته است. لذا پژوهشگران امیدوارند نتایج حاصل از این پژوهش با عنایت و بهره گیری مسؤولین محترم و دست اندرکار صنایع، بتواند نقشی هر چند کوچک در بهسازی محیط سازمانی و احترام به شأن و منزلت این اقشار ایفا نماید.

در نتایج پژوهش های مختلف ممکن است ناشی از متفاوت بودن حساسیت افراد جوامع مورد پژوهش به استرس حرارتی باشد. همچنین اختلاف نتایج ممکن است تحت تاثیر سطح تحصیلات یا تفاوت در شرایط حاکم بر صنعت مورد مطالعه نیز قرار گیرد.

با وجود این اکثر مطالعات بر تاثیر افزایش روشنایی بر بهبود عملکرد شغلی تاکید می کنند. Mills و همکارانش در سال ۲۰۰۷ در مطالعه ای در مورد تاثیر روشنایی بر عملکرد شغلی نشان دادند که افزایش روشنایی، عملکرد شغلی کارکنان را بهبود بخشیده است (Mills et al., 2007). مطالعات Phipps Nelson نیز بر تاثیر افزایش روشنایی روی عملکرد شغلی تاکید می کند (Phipps-Nelson et al., 2003). این نتایج تاییدی بر نتیجه مطالعه حاضر در مورد آزمون های دستی و آزمون محاسبات ریاضی است.

در ارتباط با آزمون ردیابی و به خاطر سپردن در تحقیق حاضر مشخص گردید افزایش صدا و گرما و کاهش روشنایی سبب افزایش تعداد حروف خوانده شده (سرعت عملکرد) و دقت افراد می گردد، ولی این ارتباط معنادار نبود. یعنی می توان گفت در تحقیق حاضر در مورد آزمون ردیابی و به خاطر سپردن، افزایش صدا و شاخص استرس حرارتی و کاهش روشنایی سبب افزایش عملکرد ذهنی در ارتباط با تعداد حروف خوانده شده (سرعت عملکرد ذهنی) و تعداد حروف صحیح ردیابی شده (کیفیت عملکرد ذهنی) گردیده است، اما این همبستگی ها معنی دار نمی باشند. این نتایج با نتایج مطالعات Fisher و Finkelman مطابقت ندارد. Fisher و Finkelman اعلام نمودند

- Belogevevic G, Slepcevic V, Jakovljevic B. Mental performance in noise: The role of introversion. *J Envir Psychology* 2001; 21: 209-213.
- Belogevevic G, Ohrstrom E, Rylander R. Effects of noise on performance with regard to subjective noise sensitivity. *Int Arch Occupational Environmental health* 1992; 64: 223 – 30
- Boman E, Enmarker I, Hygee S. Strength of noise effects on memory as a function of noise source and age. *J Noise Heal* 2005; 7: 27; 11-26.
- Boulos Z, Campbell SS, Lewy AJ, Terman M, Dijk DJ, Eastman CI: Light treatment for sleep disorders: consensus report. VII. Jet lag. *J Biol Rhythms* 1995, 10:167-176.
- Campbell SS, Terman M, Lewy AJ, Dijk DJ, Eastman CI, Boulos Z: Light treatment for sleep disorders: consensus report. V. Age-related disturbances. *J Biol Rhythms* 1995, 10:151-154.
- Chiles, W.D., 1958. Effects of elevated temperature on performance of a complex mental task. *Ergonomics* 2, 89–96.
- Colquhoun, W.P., 1969. Effects of raised ambient temperature and event rate on vigilance performance. *Aerospace Medicine* 40, 413–417.
- Colquhoun, W.P., Goldman, R.F., 1972. Vigilance under induced hyperthermia. *Ergonomics* 15, 621–632.
- Dornic S, Laaksonen T, Ekehammer B. Noise

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزایش صدا و گرما و کاهش روشنایی سرعت انجام آزمون‌های دستی و دقت و زمان در محاسبات ریاضی را کاهش می‌دهد. به همین دلیل نتایج این مطالعه می‌تواند تاییدی بر تاثیر فاکتورهای مختلف محیطی بر عملکرد شغلی افراد باشد؛ به گونه ای که باتغییر فاکتورهای مختلف محیطی، زمان انجام آزمون‌های دستی و دقت و زمان در آزمون‌های ذهنی تغییر می یابد. با وجود این، به دلیل معنادار نشدن تاثیر فاکتورهای محیطی بر آزمون ردیابی حروف و حافظه که از دیگر آزمون‌های ذهنی است، انجام مطالعات بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نبر خود واجب می دانیم مراتب قدردانی و سپاس را از کلیه مسؤولین محترم شرکت قطعه سازی خودرو در شهر تهران ابراز نماییم که در این مطالعه ما را یاری نمودند و نیز کارکنان شرکت کننده در مطالعه حاضر که نتایج به دست آمده، حاصل همکاری صمیمانه آنان است.

منابع

- Barker M, Holding D, Loeb M. Noise , Sex and time of day effects in a mathematics task. *Ergonomics*. 1984;27:67 – 80.
- Bell, C.R., Provins, K.A., Hiorns, R.W., 1964. Visual and auditory vigilance during exposure to hot and humid conditions. *Ergonomics* 7, 279–288.

- of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International Journal of Hyperthermia* 19 (3),355–372.
- Hocky G. Signal probability and spatial location as possible bases for increased selectivity in noise. *Quart J Exp Psychol.* 1970;22:37-42.
- Hygge S, Knez I. Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect, *Journal of Environmental Psychology.* 2001; 21, 291-299.
- Hygge S, Knez I. Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect, *Journal of Environmental Psychology.* 2001; 21, 291-299.
- Jafari MJ, Kazempour M, Alimohammadi I, Mehrabi Y, Hatami J. The Influences of Low Frequency Noise on Mental Performance *Journal of Mazandaran University of Medical Science,* 2008;18, No. 63(Apr-May 2008):55-65.
- Kahya E. The effects of job characteristics and working conditions on job performance. *International journal of industrial ergonomics.* 2007;37:515–23.
- Kazem Pour M. The influence of low frequency noise in student's mental performance. A dissertation for MSc, Occupational Health Department, Faculty of Health, University of Shahid Beheshti (MC), 2008; Tehran, Iran.
- Kazempour M, Jafari M J, Mehrabi Y, Alimohammadi I, Hatami J. The Impact of Low Sensitivity: general self report vs. Noise effect in laboratory situations. Techn Rep from the project:human information processing under stress, Dept Psychol Univ Stockholm, 1990.
- Finkelman J, Zeitlin L, Filippi J, Friend M. Noise and driver performance. *J Appl Psychol* 1977; 62: 713-718.
- Fisher S, Pessimistic noise effects: the perception of reaction time in noise. *Can J Psychol* 1983; 37: 258-271
- Franks JR, Stephenson MR, Merry C J. Preventing occupational hearing loss –A practical guide –DHHS (NIOSH) Publication 2004; No.96-110.
- Ganji H, *Psychology of Work.* 1 ed. Tehran: Arasbaran; 1999.
- Gawron V. Noise Effect and after effect. *Ergonomics* 1984;27:5 – 18.
- Ghanat Abadi N. The noise effect on mental performance of 20 – 30 year old students in Tehran University (MC). A dissertation for MSc, Faculty of Health, University of Tehran (MC), 1999; Tehran, Iran.
- Habibi E , Dehghan H , Eshraghy Dehkordy S , Maracy M R. Evaluation of the Effect of Noise on the Rate of Errors and Speed of Work by the Ergonomic Test of Two-Hand Co-Ordination. *Int J Prev Med.* 2013; 4(5): 538–545.
- Hancock, P.A., Vasmatazidis, I., 2003. Effects

- www.lafayetteinstrument.com”, 2009, Accessed March 1, 2009.
- Omalley JP, A. Noise induced arousal and breadth of attention. *Percept Mot Skills*. 1971;33:887- 90.
- Ordinance of November 29, 2002 of the Minister of Labour and Social Policy on maximum admissible concentration and intensity values for agents harmful to human health in the work environment. *Off J Laws* 2002; 217: 1833.
- Ouis D. Annoyance caused by exposure to road traffic noise: an update. *Noise Health*. 2002;4(15):69–79
- Park JF, Payne MC. Effects of noise level and difficulty of task in performing division. *Journal of Applied Psychology*. 1963;47:367-8.
- Partonen T, Lonnqvist J. Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people. *Journal of Affective Disorders*. 2000; Volume 57, Issues 1–3, Pages 55–61
- Persson K, Agge A, Clow A, Hucklebridge F. Cortisol response and subjective sleep disturbance after low frequency noise exposure. *J Sound Vib* 2004; 277:453-457.
- Persson K, Clow A, Edwards S, Hucklebridge F, Rylandea R. Effects of night time low frequency noise on cortisol response to awaking and subjective sleep quality. *Journal of Life Sciences*, 2002; 72: 863-75.
- Persson-Waye K, Bengtsson J, Rylander R, Frequency Noise on Mental Performance during Math Calculations. *Iran Occupational Health*, 2011; Vol. 8, No. 2: 46-56.
- Kjellberg A, Landstrom U. Noise in office: part II- The scientific basis (knowledge base) for guide. *IntJ IndustErgonomics*, 1994. 1994;14:93-118.
- Kryter K. Autonomic system activity and performance on a psychomotor task in noise. *J Acousti Soc Am*. 1980;67:2096 – 9.
- Kuller R, Wetterberg L: Melatonin, cortisol, EEG, ECG and subjective comfort in healthy humans: impact of two fluorescent lamp types at two light intensities. *Lighting Res Tech* 1993, 25:7181.
- Lovingblood, B.W., Blyth, C.S., Peacock, W.H., Lindsay, R.B., 1967. Effects of d-amphetamine sulfate, caffeine and high temperature on human performance. *Research Quarterly* 38, 64–71.
- Mills P R , Tomkins SC, Schlangen LJM. The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. *Journal of Circadian Rhythms*. 2007;5(2):1-9.
- Nunneley, S.A., Dowd, P.J., Myhre, L.G., Stribley, R.F., McNee, R.C., 1979. Tracking-task performance during heat stress simulating cockpit conditions in high-performance aircraft. *Ergonomics* 22, 549–555.
- Occupational skill assessment test battery,

- salivary cortisol in humans. *Journal of Clin Endocrin Metab* 1999, 84:3395-3398.
- Shikdar, A.A., Sawaqed, N.M.. Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & Industrial Engineering*.2003; 45 (4), 563–572.
- Smith A, Jones D. Noise and performance. Volume 1. London,1992;1-28: Academic Press; 1992.
- Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull*. 2003; 68,243–257
- Tajik R GA, Ghomri F. Effects of noise on hearing systems of metal industry workers in Arak. 2009;1(4):page291-8(Persian).
- The Effects of Thermal Strain on Cognition, Chris Hocking et al, DSTO-TR-1064.
- Veronica S M, Graham PB. The Thermal Work Limit Is a Simple Reliable Heat Index for the Protection of Workers in Thermally Stressful Environments. *Ann. Occup. Hyg*. 2007; Vol. 51, No. 6, pp. 553–561
- Wu TN, Huang JT, Chou PF, Chang PY. Effects of noise exposure and task demand of cardio-vascular function. *International Archives of Occupational and Environmental Health*.1988;60:99-105.
- Hucklebridge F, Evans P, A. C. Low frequency noise enhances cortisol among noise sensitive subject during work performance *Life Sci*. 2002;70(7):745-58.
- Phipps-Nelson J, Redman JR, Dijk DJ, Rajaratnam SM: Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep* 2003, 26:695-700.
- Phipps-Nelson J, Redman JR, Dijk DJ, Rajaratnam SM: Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep* 2003, 26:695-700
- Poulton, E.C., Kerslake, M.B., 1965. Initial stimulating effect of warmth upon perceptual efficiency. *Aerospace Medicine* 44, 747–755.
- Rodahl K. Occupational health conditions in extreme environments. *Annals Occup Hyg*. 2003;47(3):241–52.
- Sato T, Yano T, Bjorkman M, Rylander R. Road traffic noise annoyance in relation to average noise level, number of events and maximum noise level. *Journal of Sound and vibrations*, 2002; 223(5): 775 – 84.
- Scheer FA, Buijs RM: Light affects morning

The effect of environmental factors on job Performance using manual and mental tests

F. Golbabaei¹; Z. Panjali²; M. Borhani²; A. Rahmani²; M. Afzali³; M. Asghari^{4}*

¹ Professor of Occupational Health, Department of Occupational health, Tehran University of medical sciences, Tehran

² BSc of Occupational Health, Department of Occupational health, Tehran University of Medical sciences, Tehran

³ BSc of HSE, Saipa Malleable Company.

⁴ Msc. of occupational health, department of occupational health, Arak University of medical sciences , Arak

Abstract

Introduction: Individuals' jobs performance is one the most important factors in industries and organizations. The aim of the present study was to investigate the simultaneous effect of exposure to noise, lighting and heat stress on the workers' job performance.

Material and Method: In this analytical-descriptive study, 30 employees of the auto parts manufacturer, in Tehran city, were chosen by simple random sampling. By controlling and limiting confounding factors, the simultaneous effect of noise, lighting and heat stress on the participants' job performance was investigated, using tow series of mental and manual testes. Data were analyzed by SPSS software version 18, using descriptive statistic, ANOVA and Tukey testes and also person correlation coefficient.

Result: The results showed that by increasing the noise and heat stress ($P = 0.046$, $r = 0.344$) and decreasing of lighting ($P = 0.008$, $r = -0.472$), the required time for performing the Minnesota placement test has been gone up. Moreover, the result revealed that by increase in noise and heat stress ($P = 0.007$, $r = 0.478$) and decrease in lighting ($P = 0.003$, $r = 0.523$) the required time for competing hand tool dexterity test has been also increased at surface and mid level.

Conclusion: Finding of the present research manifested that increase in noise and heat stress and also reduction in lighting lessen the speed of manual tests and time and accuracy of mathematical calculations. Therefore this result confirm the effects of various environmental factors on individuals' job performance, in a way that by variation of different environmental factors, time of manual test and time and accuracy of mental tests would be changed.

Keywords: *Environmental factors, Performance, Manual and mental tests*

* Corresponding Author Email: asghari@arakmu.ac.ir