دوماهنامه طبّ جنوب
پژوهشکده زیست-پزشکی خلیج فارس
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر
سال هجدهم، شماره ۴، صفحه ۸۲۶ – ۸۱۰ (مهر و آبان ۱۳۹۴)
ISMJ 2015;18(4): 810-826

بررسی پایایی و روایی پرسشنامه ارزیابی مقدماتی استرس گرمایی در محیط کار

حبیب اله دهقان [۱]، سید باقر مرتضوی [۲*]، محمد جواد جعفری [۳]، محمد رضا مراثی [۴]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده‌ی علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
[۴] مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه امار حیاتی و اپیدمیولوژی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

چکیده (دریافت مقاله: ۹۲/۷/۳- پذیرش مقاله: ۹۳/۵/۱۴)

زمینه: تنش گرمایی یکی از مهم‌ترین پیامدهای مواجهه با گرما در دنیاست. شاخص‌های موجود ارزیابی تنش گرمایی به دلیل داشتن محدودیت‌های ذاتی و کاربردی برای غربالگری تنش گرمایی در کشورهای در حال توسعه مناسب نیستند. هدف این مطالعه ساخت، بررسی پایایی و روایی یک روش پرسشنامه‌ای تحت عنوان شاخص نمره استرین گرمایی یا HSSI (Heat Strain Score Index) برای ارزیابی مقدماتی استرس گرمایی بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ در ۷ مرحله (۱) تولید پیش‌نویس (۲) ارزیابی روایی محتوایی در سطح متخصصین بهداشت حرفه‌ای و ارائه‌دهندگان خدمات بهداشت حرفه‌ای (۳) تحلیل پایایی بر روی ۹۸ نفر (۴) تحلیل روایی سازه بر روی ۱۵۰ نفر (۵) تحلیل مدل اندازه‌گیری (۶) تحلیل روایی ملاک بر روی ۱۲۲ نفر از کارکنان شرکت ملی صنایع پتروشیمی (عسلویه) و شرکت ذوب‌آهن اصفهان و (۷) تعیین سطح ریسک گرمایی با کاربرد منحنی‌های ROC انجام شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ و AMOS ویرایش ۱۶ تحلیل شدند.

یافته‌ها: در مرحله تولید پیش‌نویس پرسشنامه ۴۰ پرسش و گزینه‌های مربوطه شناسایی شد، ارزیابی محتوایی در سطح متخصصین،۲۷ آیتم اصلاح، ۳ آیتم حذف و ۳ آیتم اضافه گردید. در ارزیابی در سطح کارشناسی ۱۹ آیتم اصلاح گردید. در تحلیل پایایی، ضریب آلفای کرونباخ برابر ۰/۹۱ به‌دست آمد. تحلیل عاملی به روش تحلیل مؤلفه‌های مؤثر با چرخش ابلیمین ۴ فاکتور را استخراج کرد و مجموعاً ۷۱/۶ درصد از واریانس تبیین شد. در تحلیل عاملی تأییدی، مقادیر شاخص‌های برازش (RMSEA=۰/۰۳۶، GFI=/۹۱۱) منجر به تأئید مدل اندازه‌گیری گردید. ضریب همبستگی بین مقیاس HSSI با دمای بدن ۰/۷۳ به‌دست آمد. نقطه برش ۱۳/۵ با حساسیت ۹۱ درصد و ویژگی ۵۰ درصد برای جداسازی افراد فاقد استرین گرمایی (سبز) از افراد احتمالاً دارای استرین گرمایی (زرد) و نقطه برش ۱۸ با حساسیت ۸۶ درصد و ویژگی ۷۳ درصد برای جداسازی بین طبقه زرد و افراد دارای استرین گرمایی (قرمز) در مقیاس HSSI تعیین شد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که ۱۸ متغیر قابل‌اندازه‌گیری از طریق مشاهده و پرسش در مقیاس HSSI با متغیرهای شاخص WBGT و سایر پرسشنامه‌ها، نقاط مشترک بالایی دارد و از پایایی و روایی بالایی برخورداراست و نقاط برش تعیین‌شده، از حساسیت و ویژگی مناسب برخوردار هستند لذا می‌توان نتیجه گرفت که روش HSSI برای غربالگری و تعیین سطح ریسک تنش گرمایی مناسب است.

واژگان کلیدی: شاخص نمره استرین گرمایی، استرس گرمایی، روایی، پایایی، غربالگری

* تهران، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای ،دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
Email: mortazav@ modares. ac. ir

مقدمه

کارگران در بسیاری از مشاغل فضای باز مانند کارگران کشاورزی، ساختمانی، دامداری، صیادی در فصول گرم سال و یا در واحدهای تولیدی مانند صنایع ذوب و ریخته‌گری، شیشه‌سازی، نساجی، کاشی‌سازی، نفت و گاز و غیره در مواجهه با گرما قرار دارند و در چنین محیط‌هایی بدن انسان از حالت تعادل گرمایی خارج می‌شود که اصطلاحاً به آن تنش گرمایی گویند و در چنین شرایطی بدن انسان پاسخ‌های فیزیولوژیک نشان می‌دهد که به آن استرین گرمایی اطلاق می‌گردد.

پیامدهای مواجهه با گرما در طولانی‌مدت منجر به بروز اختلالات خستگی گرمایی، کرامپ عضلانی سنکوپ گرمایی، گرمازدگی (۱)، کاهش عملکرد جسمانی و ذهنی، کاهش بهره‌وری (۲ و ۳)، افزایش میزان بروز حوادث و کاهش سطح ایمنی در محیط‌های کاری می‌شود (۴).

در قرن گذشته روش‌های ارزیابی متعددی در قالب انواع شاخص‌ها برای ارزیابی استرس گرمایی معرفی شدند که کاربرد آن‌ها مستلزم به‌کارگیری تجهیزاتی خاص برای اندازه‌گیری یک یا چند فاکتورهای محیطی (دمای خشک، دمای تر، دمای تابشی، سرعت جریان هوا)، فاکتورهای شغلی (برآورد میزان مقاومت گرمایی لباس‌های کار، برآورد میزان متابولیسم کاری)، پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن به گرما (دمای عمقی بدن، دمای پوست، ضربان قلب، میزان کاهش وزن به‌واسطه تعریق) هست (۵) و همچنین فرایند محاسبه برخی از این شاخص‌ها، طولانی، پیچیده و مستلزم کاربرد کامپیوتر است (۶) و یا فرایند اندازه‌گبری برخی از شاخص‌ها با فعالیت‌های کاری افراد تداخل می‌کند (شاخص PSI) و عملاً کاربرد آن در محیط‌های کار مشکل است (۷) یا فرآیند اندازه‌گیری نیاز به مدت زمان نسبتاً طولانی (شاخص WBGT) دارد (۸). لذا بنا به دلایل زیر جهت مدیریت مناسب استرین گرمایی در محیط‌های کار به‌خصوص در کارگاه‌های کوچک و متوسط، نیاز به یک روش غربالگری پرسشنامه‌ای استرین گرمایی برای کاربرد در شرایط آب و هوایی ایران احساس می‌شود:

۱- در اغلب کشورها و ازجمله ایران درصد قابل‌توجهی از نیروی کار در کارگاه‌های با بعد کارگری کمتر از ۱۰۰ نفر (برای مثال ۳۰ درصد در آلمان (۶) و ۳۶ درصد در ایران) اشتغال دارند (۹) لذا برای بهبود شرایط کاری در این شرکت‌های کوچک و متوسط، جهت ارزیابی تنش گرمایی، دسترسی به ابزار مناسب با کاربرد آسان و ارزان، ضروری است.

۲- به علت موقعیت جغرافیایی ایران و ماهیت گرمازا بودن اکثر فعالیت‌های صنعتی و غیر صنعتی در مناطق جنوب و مرکز ایران (برای مثال صنایع ذوب و ریخته‌گری، معدن، نساجی، شیشه و بلور، کاشی، پالایش نفت و گاز، فعالیت‌های ساختمانی، کشاورزی، دامداری، صیادی و غیره) تعداد پست‌های کاری که دارای مشکلات گرمایی هستند به‌خصوص در فصول گرم سال بسیار زیاد است و ارزیابی منظم تنش‌های گرمایی با روش‌های موجود با جزئیات کامل در این پست‌های کاری غیرعملی است و در اکثر موارد، اقدامات پیشگیرانه به‌راحتی از طریق روش‌های غربالگری قابل حصول است (۱۰).

۳- هدف اصلی در مدیریت استرین گرمایی، کاهش سطح استرین و پیشگیری از آن است؛ بنابراین

روش‌های ارزیابی بایستی قادر باشند اطلاعات موردنیاز برای یافتن و شناخت متناسب‌ترین اقدام کنترلی را در اختیار ارزیاب قرار دهند. چنانچه اطلاعات جمع‌آوری‌شده منجر به شناخت روش مناسب نشود اقدام کنترلی مناسبی انجام نخواهد گرفت برای مثال دمای تر طبیعی که متأثر از دمای خشک، میزان رطوبت، سرعت جریان هوا و دمای تشعشعی است صرفاً ابزاری برای غربالگری شرایط گرمای محیطی است و برای کاهش مؤثر تنش گرمایی، نمی‌توان فقط بر اساس آن تصمیم‌گیری کرد (۶).

۴- روش‌های غربالگری برای تأمین حاشیه ایمن بزرگ‌تر (در مقایسه با روش‌های تشخیصی دقیق‌تر)، در جبران پایین بودن مقدار ویژگی، بایستی دارای حساسیت خیلی زیادی باشند و نشان داده شده است که این ویژگی در خصوص شاخص WBGT صدق نمی‌کند (۱۰).

۵- روش‌های غربالگری باید عمومی، فراگیر، ارزان و کاربردی آسان و سریع داشته باشند و این ویژگی‌ها در مورد شاخص WBGT قابل بحث است (۱۰) چون که این دستگاه نسبتاً گران است (به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه) و یک‌بار اندازه‌گیری آن حداقل ۳۰ به دقیقه زمان نیاز دارد (۸).

۶- از طرفی در فصول گرم سال در شرایط آب و هوایی خلیج‌فارس با فرض انجام کار سبک، جداول کار- استراحت شاخص WBGT کارایی لازم را ندارند. برای مثال میانگین (انحراف معیار) شاخص WBGT در ماه مرداد سال ۱۳۸۹ در ۷۲ پست کاری شرکت ملی صنایع پتروشیمی منطقه پارس جنوبی-عسلویه در بین ساعت ۹ صبح تا ۶ بعدازظهر به‌ترتیب برابر ۳۳/۲ (۲/۰) اندازه‌گیری شد.

از بین روش‌های موجود برای ارزیابی عوامل خطر، روش‌های مشاهده‌ای به دلیل ساده و ارزان بودن، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها، ارائه پاسخ سریع، قابلیت کاربرد در محیط کار بدون تداخل با نیروی کار و مطلوب بودن آن در نزد کاربران به‌طور پیوسته مورد توسعه و استفاده قرار گرفته‌اند (۹). به‌طوری‌که این روش به‌طور موفقیت‌آمیزی برای ارزیابی عوامل خطر اختلالات اسکلتی- عضلانی و تنش سرمایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۱۱ و ۱۲). برای ارزیابی تنش گرمایی با کاربرد روش‌های پرسشنامه‌ای مطالعات محدودی انجام‌گرفته است که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کلز (Coles) و همکاران در استرالیا پیش‌نویس چک لیست ارزیابی ریسک گرمایی با سه سطح ریسک ارائه دادند که ترکیبی از گزینه‌های مشاهده‌ای، احساسی و اندازه‌گیری شاخص WBGT بود (۱۳) که البته مبنایی برای طبقه‌بندی سطوح ریسک بیان نشده است و همچنین اقدامی برای روایی و پایایی آن به عمل نیامده است.

بتا و پارسون (Bethea & Parsons) در گزارشی تحت عنوان توسعه متدولوژی ارزیابی تنش حرارتی برای کاربرد در صنایع انگلیس» یک چک لیست مشاهده‌ای برای ارزیابی ریسک تنش حرارتی معرفی کردند که شامل فاکتورهای دمای هوا، دمای تابشی، سرعت جریان هوا، میزان رطوبت، شدت کار و نوع لباس بود (۱۴) البته معیار یا مبنایی برای امتیازگذاری گزینه‌های اسمی در چک لیست بیان نشده است و همچنین در خصوص پایایی و روایی آن نیز اقدامی صورت نگرفته است.

مالچر (Malchaire) در روش ارزیابی ریسک گرمایی بر اساس مشاهده و قضاوت ذهنی افراد، ۷ فاکتور مؤثر بر تنش یا ناراحتی گرمایی شامل دمای هوا، رطوبت، پرتوهای گرمایی، حرکت هوا، فعالیت جسمانی، نوع لباس و نظر کارگران را به‌صورت گزینه‌ای توصیفی یا اسمی با امتیازدهی رتبه‌ای برای هر فاکتور تدوین نمود ولی روش فاقد سطح ریسک است و معیار یا مبنایی برای امتیازدهی به گزینه‌ها و همچنین روایی و پایایی روش بیان نشده است (۱۵).

از طرفی به لحاظ اهمیت شاخص‌های درک گرمایی در ارزیابی تنش‌های حرارتی، در استاندارد کشور انگلیس (BS EN ISO 10551:2001)، استاندارد جداگانه‌ای تحت عنوان ارزیابی تأثیر محیط‌های گرم با استفاده از معیار قضاوت‌های فردی» آمده است که راهنمایی برای طراحی ابزارهای ارزیابی تنش حرارتی با استفاده از قضاوت‌های ذهنی یا احساسی است (۱۶).

مالچر در سال ۱۹۹۹ یک استراتژی برای ارزیابی و پیشگیری از خطرات ناشی از کار در محیط‌های گرم پیشنهاد کرد که مبتنی بر دو اصل مشارکت افراد در انجام ارزیابی و ساختار چهار مرحله‌ای (غربالگری، مشاهده، ارزیابی معمولی و ارزیابی تخصصی) بود (۱۵).

لذا به استناد (الف) مزایای روش‌های مشاهده‌ای (ب) کاربرد موفقیت‌آمیز استراتژی ارزیابی و پیشگیری از خطرات در ارزیابی عوامل خطر اسکلتی- عضلانی و محیط‌های سرد (ج) فقدان بررسی پایایی و روایی پرسشنامه‌های مشاهده‌ای- احساسی ارزیابی استرس گرمایی موجود، (د) وجود رابطه بین قضاوت‌های ذهنی در خصوص گرما و پاسخ‌های فیزیولوژیک به گرما، (و) نامناسب بودن شاخص‌های موجود در ارزیابی مقدماتی استرین گرمایی و (ی) نیاز به یک روش آسان و ارزان ارزیابی مقدماتی استرین گرمایی، هدف ما از انجام این مطالعه، ساخت و بررسی پایایی و روایی یک پرسشنامه تحت عنوان شاخص نمره استرین گرمایی» (Heat Strain Score Index) یا HSSI برای ارزیابی مقدماتی استرس گرمایی در محیط‌های کار بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ۷ مرحله انجام گرفت: ساخت پیش‌نویس پرسشنامه، روایی محتوایی، پایایی، روایی سازه، روایی ملاک، بررسی مدل اندازه‌گیری و تعیین سطح ریسک در مرحله ساخت پیش‌نویس پرسشنامه با مطالعه مقالات و کتب مرتبط و مصاحبه با متخصصین بهداشت حرفه‌ای، فاکتورهای مؤثر در بروز استرس گرمایی مشخص گردیدند. سپس برای قابل اندازه‌گیری نمودن این عامل‌ها از طریق بیان احساس فردی یا مشاهده، برای هر عامل یک سؤال و چند گزینه توصیفی یا عددی تدوین گردید که مجموع آن‌ها موجب تشکیل پیش‌نویس پرسشنامه (draft) گردید. در تدوین عبارات توصیفی از نظرات ۲ نفر از متخصصین ادبیات فارسی استفاده شد. امتیازدهی به گزینه‌های هر سؤال در پیش‌نویس پرسشنامه با در نظر گرفتن ضرایب تأثیر عوامل مؤثر در شاخص‌های تجربی و تحلیلی و هم‌چنین با مشورت با متخصصین بهداشت حرفه‌ای صورت گرفت.

در این پژوهش روایی محتوایی به این موضوع اشاره دارد که گزینه‌های انتخاب‌شده در روش

HSSI تا چه حد معرف کل جامعه گزینه‌های ممکن است که می‌تواند از محتوی یا موضوع استرس گرمایی تهیه گردد. برای تعیین روایی محتوایی از قضاوت ۹ نفر از متخصصین استفاده گردید (۱۷). و ویژگی‌های "مربوط بودن آیتم به حوزه تنش گرمایی "وضوح و شفافیت آیتم‌ها" و"سادگی بیان آیتم‌ها" در خصوص هر پیش‌نویس پرسشنامه در یک مقیاس لیکرت ۴ امتیازی ارزیابی شدند (۱۸). سپس برای ارزیابی سهولت درک آیتم‌ها و قابلیت کاربرد آسان آن، فرم ارزیابی پیش‌نویس پرسشنامه در سطح کارشناسی توسط ۳۰ نفر از مسئولین بهداشت حرفه‌ای کارخانه‌ها و مراکز بهداشت استان اصفهان و گیلان تکمیل گردیدند و نظریه‌های اصلاحی آن‌ها در خصوص درک و فهم بهتر آیتم‌ها در ساختار روش لحاظ گردید.

برای بررسی پایایی پیش‌نویس پرسشنامه توسط ۹۶ نفر از کارگران در پست‌های کاری مختلف و در مواجهه با تنش گرمایی تکمیل گردید. با توجه به این‌که گزینه‌های موجود درروش به‌صورت چند ارزشی بودند و هیچ‌کدام از آن‌ها درست یا غلط محسوب نمی‌شدند جهت تعیین پایایی، ضریب آلفای کرونباخ برای هر گزینه و همچنین کل روش، محاسبه شد (۱۹) و تأثیر حذف هر آیتم برافزایش آلفای کرونباخ بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc، Chicago، Il، USA) ویرایش ۱۹ انجام گرفت.

در این مطالعه برای بررسی روایی سازه از تحلیل آماری اکتشافی و از روش مؤلفه‌های اصلی استفاده شد و با توجه به اینکه فاکتورهای استخراج شده مستقل از یکدیگر نبودند برای تعیین بار عاملی واقعی آیتم‌ها از چرخش ابلیمین استفاده شد و میزان پایایی، میزان واریانس تبیین شده و ضریب کفایت حجم نمونه توسط هر فاکتور به‌طور جداگانه محاسبه و تحلیل گردید در بررسی روایی همگرا، همبستگی بین هر آیتم با نمره کل مورد بررسی قرار گرفت و آیتم‌های با ضریب همبستگی کمتر از ۰/۳ از مقیاس حذف شدند. در روایی تشخیص، واریانس تبیین شده توسط هر یک از عامل‌ها با مجذور همبستگی بین عامل‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند (۲۰).

در این مطالعه مدل اندازه‌گیری با کاربرد تحلیل عاملی تأییدی (CFA) و نرم‌افزار AMOS ویرایش ۱۶ انجام گرفت در CFA از روش حداکثر احتمال برای برآورد الگو و از شاخص‌های برازش الگو شامل، برازش مقایسه‌ای (CFI)، نیکویی برازش (GFI)، نیکویی برازش انطباقی (AGFI) و خطای ریشه مجذور میانگین تقریب (RMSEA) استفاده شد مقادیر بزرگ‌تر از ۰/۹۰ برای شاخص‌های AGFI,GFI,CFI و مقدار کمتر از ۰/۰۵ برای RMSEA بر برازش مناسب و مطلوب دلالت می‌کند (۲۱).

تعیین روایی ملاک، با تأئید کمیته اخلاق در پزشکی دانشگاه تربیت مدرس و اطلاع‌رسانی لازم و کسب موافقت‌نامه کتبی از هر فرد، بر روی ۷۱ نفر از کارکنان شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران (منطقه پارس جنوبی- عسلویه) در مواجهه با شرایط جوی گرم و مرطوب و ۵۱ نفر از کارکنان شرکت ذوب‌آهن اصفهان در مواجهه با شرایط جوی گرم و خشک انجام شد. شرکت‌کننده‌ها در این مطالعه فاقد بیماری‌های قلبی- عروقی، تنفسی، عفونی، دیابت، پرکاری غده تیروئید، مصرف‌کننده داروهای قلبی – عروقی بودند. هدف از انجام مطالعه و رعایت

نکاتی از قبیل استراحت کافی در شب، عدم استفاده از قهوه و الکل در شب قبل از اندازه‌گیری به افراد یادآوری شد در روز مراجعه پس از اندازه‌گیری وزن و قد، با کاربرد دستگاه پایش دمای عمقی بدن (Questemp ii) (۲۲) در دو مرحله استراحت و کار دمای داخل گوش اندازه‌گیری و ثبت شد و هم‌زمان با آن، پرسشنامه HSSI تکمیل گردید. سپس ضریب همبستگی پیرسون بین نمره حاصله از پرسشنامه HSSI و دمای عمقی بدن مورد تحلیل قرار گرفت. تمام اندازه‌گیری‌ها در ساعات ۹ الی ۱۲ و ۱۵ الی ۱۸ انجام گرفت.

برای طبقه‌بندی سطوح ریسک گرمایی، از سه سطح دمای عمقی استفاده شد.

۱- سطح اول یا سبز: افرادی که دمای عمقی بدنشان در گستره ۳۶/۰ تا ۳۷/۴ درجه سانتی‌گراد قرار داشت یعنی فاقد استرین گرمایی بودند

۲- سطح دوم یا زرد: افرادی که دمای عمقی بدنشان در گستره ۳۷/۵ تا ۳۷/۹ درجه سانتی‌گراد قرار داشت یعنی احتمالاً دارای استرین گرمایی بودند

۳- سطح سوم یا قرمز: افرادی که دمای عمقی بدنشان بیشتر از ۳۸/۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشت یعنی به‌طور مطمئن دارای استرین گرمایی بودند (۲۳) سپس با استفاده از منحنی‌های ROC نرم‌افزار SPSS و با محاسبه سطح زیر منحنی، شاخص‌های ویژگی و حساسیت در مناسب‌ترین نقطه برش تعیین شد (۲۴).

آنالیز آماری

در این مطالعه تحلیل داده‌ها با کاربرد نرم‌افزار نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc، Chicago، Il، USA) ویرایش ۱۹ و Amos ویرایش ۱۶ انجام شد و از آماره‌های توصیفی، آزمون‌های پایایی (محاسبه الفای کرونباخ)، تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی و محاسبه شاخص‌های برازش استفاده گردید.

یافته‌ها

تعداد ۴۰ عامل پیش فرض در بروز استرین گرمایی مورد شناسایی قرار گرفتند که این عوامل شامل: احساس‌گرمی هوا (۱۵، ۲۵ و ۲۶)، احساس میزان رطوبت (۱۵، ۲۹-۲۵) ،احساس تابش گرمایی بر روی صورت (۳۰ و ۳۱)، احساس دمای سطوح اطراف (۲۷ و ۳۲)، شدت جریان هوا (۱۵، ۲۸-۲۵)، وضعیت سیستم تهویه مطبوع (۳۳)، وضعیت سیستم تهویه صنعتی، شدت صدا، وضعیت تابش آفتاب، موقعیت محیط کار، وضعیت پوشش ابر در آسمان، ابعاد فضای کار (۲۷)، وضعیت دسترسی به آب شرب و محل خنک (۲۷)، شدت فعالیت جسمانی (۱۵، ۲۵، ۲۷ و ۲۸)، نوع لباس و وسایل حفاظت فردی (۲۷، ۳۴ و ۳۵)، اندازه لباس (۲۶ و ۳۶). رنگ لباس کار (۳۷)، مدت زمان مواجهه (۲۷)، وضعیت مواجهه (پیوسته یا متناوب)، نوبت کاری (۲۸)، وضعیت بدن (۳۶ و ۳۸)، تعداد وقفه‌های زمانی در یک نوبت‌کاری، وضعیت پیچیدگی و تمرکز فکری (۲۷) و محدودیت در ترک پست کاری، وضعیت سازگاری با گرما (۲۷، ۲۸ و ۳۴)، سن (۳۴ و ۳۹)، شاخص توده بدن (۱، ۲۸، ۴۰ و ۴۱)، وضعیت مصرف نمک (۴۲)، وضعیت خواب (۴۳)، وضعیت آموزش فرد (۲۷) و وضعیت اقدام به نوشیدن آب، مقدار آب شرب شده (۴۴)، شدت تعریق (۲۶، ۲۹ و ۴۵)، شدت تشنگی (۴۶)، شدت خستگی (۴۷ و ۴۸)، شدت ناراحتی از

گرما (۴۹ و ۵۰)، محدودیت در تعریق (۱۴)، سابقه گرمازدگی (۴۳، ۵۱ و ۵۲) و علائم بالینی (۵۳ و ۵۴) بود که با توجه به ماهیت نوع عامل، برای اندازه‌گیری میزان آن به روش احساسی یا مشاهده‌ای، عبارت یا جمله توصیفی برای آن تدوین شد و برای حالات مختلف آن عامل، گزینه‌های متناسب طراحی و تدوین گردید.

در ارزیابی محتوایی ۴۰ آیتم پیش‌نویس HSSI توسط ۹ نفر از متخصصین، ۲ مورد اصلاح در گزینه آیتم‌ها، ۲۵ مورد اصلاح در ساقه و گزینه آیتم‌ها، ۲ آیتم حذف (آیتم‌های شدت صدا، وضعیت خواب)، دو آیتم در هم ادغام (وضعیت تهویه مطبوع و صنعتی) و ۳ آیتم (جنس لباس کار، تعداد لیوان آب مصرفی در یک نوبت‌کار و دما و غلظت نمک آب شرب) اضافه گردید و در ارزیابی سهولت درک آیتم‌ها و قابلیت کاربرد آسان در سطح کارشناسی بهداشت حرفه‌ای، ۴ مورد اصلاح در ساقه آیتم، ۱۴ مورد اصلاح در گزینه آیتم‌ها و یک اصلاح در ساقه و گزینه آیتم انجام گردید و در نهایت پیش‌نویس HSSI شامل ۴۰ آیتم عوامل احتمالاً مؤثر در بروز تنش گرمایی به دست آمد.

محاسبه مقدماتی آلفای کرونباخ بر روی ۴۰ آیتم پیش‌نویس HSSI برابر با ۰/۸۸ برآورد گردید که آیتم شدت خستگی» بیشترین همبستگی (۰/۷۵) و آیتم اندازه لباس کار کمترین همبستگی (۰/۰۰۷) را با همبستگی کل داشتند. ۱۹ آیتم که همبستگی پایین (کمتر از ۰/۳ با همبستگی کل) داشتند حذف گردیدند (۵۷-۵۵) و ۲۱ آیتم در پیش‌نویس HSSI باقی ماندند. حذف متغیرهای نا پایا، موجب افزایش مقدار آلفای کرونباخ از ۰/۸۸ به ۰/۹۱ گردید. به‌طوری‌که شدت خستگی بیشترین همبستگی (۰/۸۰) و آیتم‌های ابعاد فضای کار و وضعیت آموزش کمترین همبستگی (۰/۳۵) را با همبستگی کل نشان داد. همچنین بررسی همبستگی تک‌تک آیتم‌های مقیاس HSSI با نمره کل مشخص کرد که همه آیتم‌ها با نمره کل مقیاس همبستگی قابل قبولی بین ۰/۳۵ و ۰/۸۰ ۰دارند و این همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود و نیاز به تغییر آیتم‌ها نبود.

در این پژوهش، شاخص کفایت حجم نمونه (KMO) برابر ۰/۸۷ نشان داد که اجرای تحلیل عاملی اکتشافی بر اساس ماتریس همبستگی متغیرهای مورد مطالعه قابل توجیه است و بر پایه این داده‌ها می‌توان به استخراج عامل‌های پنهان اطمینان کرد (۵۸). با اجرای تحلیل عاملی اکتشافی بر روی ۲۱ آیتم منجر به استخراج ۴ عامل با ۲۰ متغیر گردید و هر چهار عامل جمعاً ۷۱/۶ از واریانس متغیرها را تبیین کردند. (جدول ۱).برای بررسی روایی همگرا، همبستگی هر آیتم با کل یعنی همبستگی هر یک از آیتم‌های باقی‌مانده در مقیاس با مجموع آیتم‌ها. مورد تحلیل قرار گرفت (۵۷ و ۵۹) و آیتم‌های با همبستگی کمتر از ۰/۳۵ حذف شدند. میزان همبستگی آیتم – کل برای متغیرهای ۴ فاکتور در گستره ۰/۳۵ تا ۰/۸۰ به دست آمد (جدول ۱).

بررسی روایی تشخیص از طریق مقایسه مجذور همبستگی بین هر یک از فاکتورها (جدول ۲) با واریانس تبیین شده توسط هر یک از فاکتورها (جدول ۳) انجام گردید (۵۹) نتایج این مطالعه نشان داد که بزرگ‌ترین میزان مجذور همبستگی بین فاکتورها برابر ۰/۱۸ بود که از کمترین واریانس تبیین شده توسط فاکتورها (۰/۵۳) کوچک‌تر است لذا روایی تشخیص بین فاکتورها وجود دارد.

جدول ۱) بار عاملی، همبستگی آیتم–کل و واریانس تبیین شده برای مقیاس HSSI

نام فاکتور	آیتم‌های فاکتور	بار عاملی	همبستگی آیتم-کل	درصد واریانس	واریانس تجمعی
۱	شدت خستگی	۰/۷۴	۰/۸۰	۴۶/۵	۴۶/۵
	شدت تشنگی	۰/۷۰	۰/۷۹		
	شدت ناراحتی	۰/۶۵	۰/۷۷		
	علائم بالینی	۰/۶۳	۰/۴۴		
۲	نوع لباس	۰/۹۰	۰/۳۹	۱۲/۲	۵۸/۷
	جنس لباس	۰/۸۴	۰/۴۲		
	وسایل حفاظت فردی	۰/۷۶	۰/۵۷		
	دمای سطوح اطراف	۰/۶۱	۰/۶۹		
	رنگ لباس	۰/۵۸	۰/۳۷		
	دمای آب شرب محل کار (داخل، بیرون)	۰/۸۰	۰/۳۵		
۳	حرکت هوا	۰/۵۶	۰/۶۰	۷/۱	۶۵/۸
	تهویه مطبوع	۰/۵۰	۰/۶۸		
	شدت فعالیت جسمانی	۰/۴۴	۰/۶۵		
	میزان تعریق	۰/۹۳	۰/۶۳		
۴	رطوبت هوا	۰/۹۲	۰/۶۶	۵/۸	۷۱/۶
	دمای محیط	۰/۶۴	۰/۷۸		
	ابعاد فضای کار	۰/۲۹	۰/۳۵		

جدول ۲) ماتریس همبستگی و مجذور همبستگی (داخل پرانتز) بین فاکتورهای موجود در مقیاس HSSI

فاکتور	۱	۲	۳	۴
۱	۱			
۲	۰/۲۵*(۰/۰۶)	۱		
۳	۰/۱۷*(۰/۰۳)	۰/۲۴*(۰/۰۶)	۱	
۴	۰/۴۳*(۰/۱۸)	۰/۲۳*(۰/۰۵)	۰/۲۷*(۰/۰۷)	۱

*در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.

جدول ۳) مقادیر آلفای کرونباخ، درصد واریانس تبیین شده و شاخص کفایت حجم نمونه (KMO) هر یک از فاکتورهای سازه HSSI

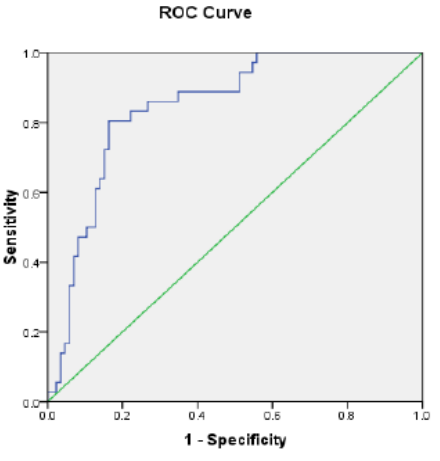
فاکتور	آلفای کرونباخ	درصد واریانس تبیین شده	KMO
۱	۰/۸۵	۶۹/۴	۰/۸۳
۲	۰/۸۵	۷۱/۸	۰/۷/۸
۳	۰/۷۸	۵۳/۰	۰/۷۸
۴	۰/۸۴	۸۰/۹	۰/۷۷

در بررسی روایی ملاک، میزان همبستگی مقیاس HSSI با دمای عمقی بدن به‌ترتیب برابر ۰/۷۳ به دست آمد که این همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بودند لذا می‌توان نتیجه گرفت که مقیاس HSSI از روایی ملاک کافی برخوردار است.

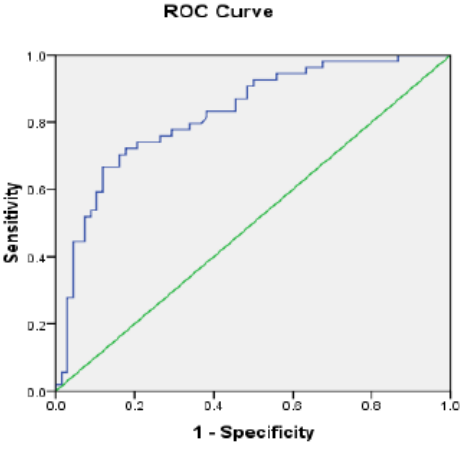
شاخص‌های برازش الگوی چهار فاکتوری مقیاس HSSI شامل، برازش مقایسه‌ای (CFI)، نیکویی برازش (GFI)، نیکویی برازش انطباقی (AGFI) و خطای ریشه مجذور میانگین تقریب (RMSEA) به‌ترتیب برابر با ۰/۰،۹۱۱/۹۸۶، ۰/۸۷ و ۰/۰۳۶ به‌دست آمد و برازش خوبی با داده‌ها نشان دادند (۶۰ و ۶۱). لذا وجود عوامل چهارگانه و ارتباط معنی‌دار آن با استرین گرمایی مورد تأئید قرار گرفت. مناسب‌ترین نقطه برش برای مرز بین طبقه سبز و زرد برابر ۱۳/۵ با حساسیت و ویژگی به‌ترتیب ۹۱ و ۵۰ و مقدار صحت تشخیص ۰/۸۲۶ (با حدود

اطمینان درصد ۰/۹۰۰-۰/۷۵۱) (P<۰/۰۰۰۱) به دست آمد. مناسب‌ترین نقطه برش برای مرز بین طبقه زرد و قرمز برابر با ۱۸ با حساسیت و ویژگی به‌ترتیب ۸۶ و ۷۳ مقدار صحت تشخیص ۰/۸۴۶ (با حدود اطمینان ۰/۹۱۷-۰/۷۷۴) (P<۰/۰۰۰۱) تعیین شد. (نمودار ۱)

(الف)



(ب)



نمودار ۱) منحنی راک برای تعیین مناسب‌ترین نقطه برش بین (الف) طبقه سبز (فاقد استرین گرمایی) و زرد (ب) طبقه زرد و قرمز (دارای استرین گرمایی)

بحث

پژوهش حاضر با هدف ساخت، بررسی پایایی و روایی یک روش پرسشنامه‌ای برای ارزیابی مقدماتی استرین گرمایی تحت عنوان HSSI به چند دلیل (الف) مزایای روش‌های مشاهده‌ای (ب) کاربرد موفقیت‌آمیز استراتژی ارزیابی و پیشگیری در ارزیابی ریسک فاکتورهای اسکلتی- عضلانی و محیط‌های سرد (ج) فقدان بررسی پایایی و روایی پرسشنامه‌های مشاهده‌ای– احساسی ارزیابی استرس گرمایی موجود (د) وجود رابطه بین قضاوت‌های ذهنی و پاسخ‌های فیزیولوژیک به گرما و (ه) نامناسب بودن شاخص‌های موجود برای غربالگری استرین انجام شد.

نتایج بررسی روایی محتوایی نشان داد که آیتم‌های انتخابی در پیش‌نویس مقیاس HSSI در برگیرنده اکثریت عوامل مرتبط با بروز استرین گرمایی بوده است هم‌چنین تحلیل پایایی نشان داد که ثبات درونی مقیاس HSSI و ریز مقیاس‌های چهارگانه HSSI قابل قبول می‌باشند هم‌چنین نتایج حاصله از تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی، اطلاعات ارزشمندی درباره ابعاد ساختاری مقیاس HSSI را فراهم ساخت. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین نمره مقیاس HSSI و دمای عمقی بدن (استاندارد طلایی در ارزیابی استرین گرمایی)، حمایت لازم را برای روایی ملاک فراهم آورد و هم‌چنین نقاط برش تعیین‌شده جهت جداسازی سطوح مختلف استرین (سبز، زرد و قرمز) گرمایی از حساسیت و ویژگی کافی برخوردار بود.

متغیرهای برگزیده شده در مقیاس HSSI (پیوست ۱)، از مهم‌ترین و اصلی‌ترین پارامترهای مؤثر در بروز تنش گرمایی هستند مستندات و نتایج مطالعات زیر تأئید کننده این نتیجه‌گیری است:

در محاسبه شاخص WBGT، دمای هوا، رطوبت هوا، دما تابشی و حرکت هوا که از فاکتورهای اصلی و مهم در بروز تنش گرمایی هستند و توسط انواع دماسنج‌ها مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند و پارامترهای لباس

(به‌صورت ضریب تصحیح) و شدت فعالیت که از طریق مشاهده تعیین می‌شوند (۸ و ۶۲). در ارزیابی و تفسیر این شاخص مورد استفاده قرار می‌گیرند که خوشبختانه تمام پارامترهای دخیل در اندازه‌گیری و تفسیر این شاخص جهانی در مقیاس HSSI پذیرفته شده و از پایایی کافی و بار عاملی بالا برخوردار است.

بود (Budd) و همکاران در تعیین تنش گرمایی ۶ متغیر، دمای هوا، دمای تابشی، فشار بخار آب، سرعت جریان هوا، لباس و میزان فعالیت را بیان کرده است که این ۶ متغیر در مقیاس HSSI با پایایی و بار عاملی بالا وارد شده است (۶۳).

مالچر و همکاران با ارائه یک مقیاس نمره‌گذاری برای ارزیابی مشاهده‌ای استرین گرمایی، مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در بروز تنش گرمایی شامل دمای هوا، رطوبت، دمای تابشی، حرکت هوا، بارکاری، لباس کار و نظر کارگران را انتخاب نموده است که تمام پارامترها در مقیاس HSSI ما واردشده است (۱۴ و ۱۵).

بتا و همکاران در چک لیست مشاهده‌ای (draft) تعیین ریسک تنش حرارتی متغیرهای دمای محیط، دمای تابشی، رطوبت هوا، سرعت جریان هوا، شدت کار و نوع و جنس لباس را به‌عنوان عوامل کلیدی در تعیین تنش گرمایی به‌کار برده‌اند (۱۴ و ۶۴) که تمام این آیتم‌ها در مقیاس HSSI پذیرفته شده‌اند.

کلز و همکاران در مستند توسعه استاندارد تنش حرارتی برای کاربرد در استرالیا، در پیش‌نویس (draft) تعیین ریسک گرمایی ۱۳ پارامتر مشاهده‌ای- احساسی و اندازه‌گیری شاخص WBGT را انتخاب نمودند (۱۴) که ۵ متغیر مشاهده‌ای- احساسی شامل دمای سطوح، نوع لباس، حرکت هوا، نوع وسایل حفاظتی و شدت فعالیت از پیش‌نویس فوق در مقیاس HSSI وارد شده است. البته ۷ پارامتر وارد نشده در شاخص در پیش‌نویس پرسشنامه انتخاب‌شده بودند ولی به دلیل داشتن همبستگی پایین با همبستگی کل، از مطالعه حذف شدند.

هولمر (Holmer) پارامترهای خیسی پوست، سرعت جریان هوا، وضعیت قرار گرفتن بدن در هنگام انجام کار، رنگ لباس، دمای هوا و میانگین دمای تابشی را فاکتورهای مؤثر در تبادل گرما بین بدن انسان و محیط بیان کرده است. حرکت بدن و جریان هوا تهویه هوای محبوس بین بدن و لباس را تسریع می‌کند و اثر عایق بودن لباس را کاهش می‌دهد (۶۵). این پارامترهای مؤثر نیز در مقیاس HSSI وارد شده‌اند.

تیکوزیس (Tikuisis) و همکاران در محاسبه شاخص استرین ادراکی (Perceptual Strain Index) از پارامترهای احساس گرمایی و مقیاس تلاش درک شده استفاده کردند که این دو پارامتر نیز در مقیاس HSSI برگزیده‌شده است (۶۶).

هاونیت (Havenith) احساس‌گرمی یا سردی و خیسی پوست را، عامل‌های تعیین‌کننده راحتی گرمایی بیان کرده است(۶۷) ونگ (Wong) در شرایط گرم و مرطوب، همبستگی بین دمای پوست و احساس گرما را ۰/۷۱ و همبستگی بین رطوبت پوست و رطوبت احساس شده را ۰/۹۶ به دست آمد (۶۸). لذا با توجه به نتایج این مطالعات، احساس گرما و رطوبت می‌تواند به‌عنوان متغیرهای ارزیابی تنش گرمایی مورد استفاده قرار گیرد.که این دو متغیر با بار عاملی بالا در مقیاس HSSI وارد شده‌اند.

فاکتورهای سن و شاخص توده بدن در بسیاری از مطالعات به‌عنوان عوامل مؤثر (ولی بااهمیت کم) در بروز تنش گرمایی مطرح‌شده‌اند (۲۸، ۴۰، ۷۱-۶۹), و ما این دو عامل را در پیش‌نویس (draft) مطالعه وارد کردیم

ولی هر دو پارامتر همبستگی پایینی با کل روش داشتند و حذف شدند یکی از دلایل حذف شدن این دو متغیر، این است که میزان تأثیر این دو عامل بر روی تنش گرمایی در شرایط محیطی خیلی گرم عسلویه و ذوب آهن (WBGT=۳۲/۱±۳/۳) در مقایسه با عوامل مؤثرتر (دما و رطوبت بالا) اندک است. درواقع اثر این دو عامل (سن و نمایه توده بدن) توسط عوامل مؤثرتر پوشیده (ماسکه) می‌شوند به‌عبارت‌دیگر در شرایط محیطی خیلی گرم (عسلویه و ذوب‌آهن) حتی افراد سنین پایین و یا دارای شاخص توده بدنی کم نیز دچار تنش گرمایی می‌شوند.

نتایج این مطالعه سه نکته را مشخص نمود:

(۱) فاکتورهای مهم تنش گرمایی که در شاخص‌های تجربی و تحلیلی، چک لیست‌ها و پرسشنامه‌های ارزیابی تنش گرمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند همگی در مقیاس HSSI جمع شده‌اند و یک سازه متحد را تشکیل داده‌اند.

(۲) فاکتورهای مؤثر در بروز تنش گرمایی این قابلیت را دارند که از طریق قضاوت و مشاهده اندازه‌گیری شوند چرا که فاکتورهای قضاوتی– احساسی و مشاهده‌ای در سازه HSSI، واریانس بالایی (حدود ۷۲ درصد) را تبیین کردند و این نشان‌دهنده این است که بیشترین تغییرات در تنش گرمایی توسط تغییرات این ۱۸ متغیر به وجود می‌آید و این میزان در تحلیل عاملی مقدار مطلوبی به‌شمار می‌رود.

(۳) به دلیل تبیین مطلوب واریانس (۷۲ درصد) توسط فاکتورهای واردشده در روش HSSI دور از انتظار است که فاکتورهای مهم و کلیدی مؤثر در بروز تنش گرمایی وجود داشته است ولی از چشم ما دور مانده باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ۱۸ متغیر قابل‌اندازه‌گیری از طریق بیان احساس فردی و مشاهده در مقیاس HSSI دربرگیرنده فاکتورهای مهم در شاخص‌های ارزیابی استرس گرمایی موجود می‌باشند و با سایر چک لیست‌های ارزیابی استرس گرمایی مطابقت دارند و همچنین سازه مقیاس دارای پایایی و روایی قابل قبولی است و بنابراین می‌توان از آن برای ارزیابی مقدماتی استرین گرمایی در شرایط آب و هوایی گرم– مرطوب و گرم– خشک ایران استفاده کرد. بااین‌حال کاربرد نتایج پژوهش حاضر محدودیت‌هایی دارد از جمله که این تحقیق در دو شرایط آب و هوایی خیلی‌گرم- خشک ذوب‌آهن و خیلی‌گرم- مرطوب عسلویه انجام گردیده است و نتایج آن قابل‌تعمیم به سایر شرایط آب و هوایی (معتدل‌تر) نیست و همچنین به علت وجود شرایط محیطی خیلی‌گرم در این مطالعه، فاکتورهای نمایه توده بدن (BMI)، سن و سازگاری با گرما به‌عنوان فاکتورهای مؤثر در مقیاس HSSI انتخاب نشدند لذا پیشنهاد می‌گردد در سایر شرایط آب و هوایی متغیر پیش‌نویس مورد بررسی بیشتر قرار گیرند.

سپاس و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از اساتید بزرگوار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و مدرس درس شرایط جوی در دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و ذوب‌آهن اصفهان و همچنین همکاری صمیمانه آقای مهندس اردلان سلیمانیان مسئول آزمایشگاه‌های گروه بهداشت حرفه‌ای دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، آقای دکتر مجید قناعی پزشک طب کار و آقای مهندس احمدی مسئول HSE شرکت ذوب‌آهن اصفهان، دکتر جهانگیری و مهندس خواجی مسئول بهداشت حرفه‌ای صنایع پتروشیمی کشور و عسلویه تشکر و قدردانی نمایند.

پیوست ۱

شاخص نمره استرین گرمایی یا شاخص HSSI (Heat Strain Score Index)

دستورالعمل کاربرد شاخص نمره استرین گرمایی

۱-گزینه هر سئوال را با توجه به احساس فرد یا مشاهده او تیک بزنید(نمره گزینه های سئوال شماره ۱۸ به عنوان نمره اولیه قابل جمع است)

۲-پس از اتمام تکمیل پرسشنامه، نمره هر گزینه (داخل پرانتز)را در ستون نمره اولیه (جدول محاسبه شاخص نمره استرین گرمایی) ثبت کنید

۳- نمره اولیه را در ضریب تاثیر هر سئوال ضرب نمایید و در ستون نمره ثانویه ثبت نمایید

۴- اعداد ستون نمره ثانویه را جمع کنید عدد بدست آمده ، نمره استرین گرمایی فرد است

۱-دمای هوای محیط کار خود را چگونه احساس می‌کنید؟

خیلی سرد (۳-) سرد (۲-) کمی سرد (۱-) مطبوع (۰) کمی گرم (۱) گرم (۲) خیلی گرم (۳)

۲-میزان رطوبت محیط کار خود را چگونه احساس می‌کنید؟

خشک (احساس خشکی دردهان و گلو)(۲-) مناسب و مطلوب (۰) مرطوب بودن پوست (۱) چسبیدگی لباس به سطح پوست (۲) پوست کاملاً خیس (۳) ریزش عرق از سطح پوست (۴)

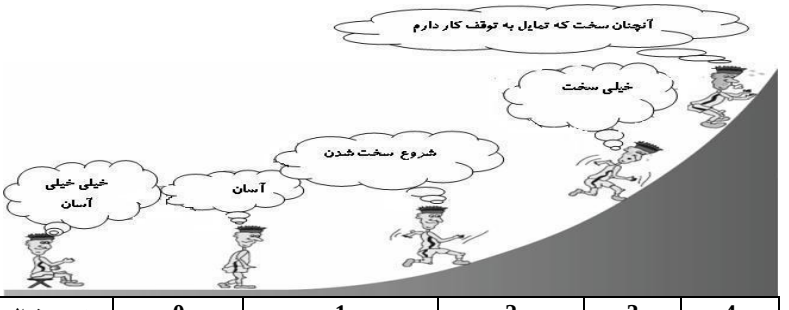
۳- در اثر تماس دست با سطوح در مجاورتان ، دمای آن‌ها را چگونه احساس می‌کنید؟

آن را خیلی سرد احساس می‌کنم (۳-) آن را سرد احساس می‌کنم (۲-) آن را خنک احساس می‌کنم (۱-) احساس سردی یا گرمی نمی‌کنم (۰) آن را گرم احساس می‌کنم (۱) گرمای آن‌ها را نمی‌توان تحمل کرد (۲) در صورت تماس پوستی دچار سوختگی می‌شوم (۳)

۴ – حرکت جریان هوای محیط کار خود را چگونه احساس می‌کنید؟

وجود کوران هوای سرد (۳-) وجود جریان هوای سرد (۲-) جریان ملایم هوای مطبوع احساس سکون در جریان هوا یا جریان ملایم هوای گرم (۱) جریان متوسط هوای گرم (۲) جریان شدید هوای گرم (۳)

۵- در هنگام کار ، شدت فعالیت جسمانی شما مشابه کدام‌یک از حالات زیر است؟



شدت فعالیت شما	0	1	2	3	4

۶- شدت تعریق شما در هنگام انجام کار چقدر است؟

تعریق احساس نمی‌کنم (۰) تعریق را در زیر بغل و کشاله ران احساس می‌کنم (۱) تعریق را در سینه و پشت خود احساس می‌کنم (۲) تعریق در حدی است که لباس‌زیرم خیس می‌شود (۳) تعریق به حدی است که بر روی صورت آن را احساس می‌کنم (۴) تعریق آن‌چنان شدید است که از تمام بدنم جاری می‌شود (۵)

۷- شدت خستگی شما در هنگام انجام کار چقدر است؟

اصلاً خسته نمی‌شوم (۰) کمی خسته می‌شوم (۱) خسته می‌شوم (۲) خیلی خسته می‌شوم (۳) از شدت خستگی ، تمایل شدید به استراحت دارم (۴)

۸- شدت تشنگی شما در هنگام انجام کار چقدر است؟

تشنه نمی‌شوم (۰) کمی تشنه می‌شوم (۱) تشنه می‌شوم (۲) خیلی تشنه می‌شوم (۳) از شدت تشنگی ، دهان و گلویم کاملاً خشک می‌شود و با بزاق مرطوب نمی‌شود (۴)

۹– شدت ناراحتی شما از گرما چقدر است؟

ناراحتی ندارم (۰) کمی ناراحتم (۱) اذیت می‌شوم (۲) خیلی اذیت می‌شوم (۳) از شدت ناراحتی، تمایل شدید به ترک پست کاری خوددارم (۴)

۱۰– احساس شما در خصوص ابعاد فضای کاری در درون ساختمان چگونه است؟

فضای بزرگ (۰) فضای معمولی و مناسب (۱) فضای تنگ و محدود (۲)

۱۱– وضعیت سیستم تهویه مطبوع در محل کار شما چگونه است؟

تهویه فعال و عالی (۱–) تهویه مناسب یا عدم نیاز به تهویه (۰) تهویه ناکافی (۱) عدم وجود تهویه علی‌رغم موردنیاز بودن (۲)

۱۲– در حال حاضر وظایف کاری شما در کدام‌یک از محیط‌های زیر صورت می‌گیرد؟

بیرون از ساختمان (۰) داخل ساختمان (۲) هر دو (۱)

۱۳–لباس مورداستفاده شما در هنگام انجام کار کدام است؟

تی‌شرت و شلوار (عدم استفاده از لباس کار) (۰) لباس کار معمولی (لباس‌زیر+ بلوز و شلوار کار) (۱) لباس کار یکسره (لباس‌زیر+ لباس کار یکسره) (۲) لباس سنگین یا پشمی یا نسوز (لباس‌زیر+ بلوز و شلوار کار پشمی یا نسوز) (۳) لباس غیرقابل نفوذ در برابر بخارآب (بادگیر، لباس ضد آب، ضد مواد شیمیایی، ضد آتش، چرمی) (۵) لباس کاملاً بسته مجهز به ماسک هوا رسان (۷)

۱۴– لباس کار شما چه رنگی دارد؟

روشن (مانند: سفید، کرمی ، زرد ، آبی روشن ، نارنجی و ...) (۰) تیره (مانند سیاه ، قهوه‌ای تیره ، قرمز تیره ، سورمه‌ای و ...) (۱)

۱۵– جنس لباس کار شما کدام است؟

نخی (۱) نخ و الیاف مصنوعی (۲) نسوز (۳)

۱۶–در هنگام کار ، کدام وسیله حفاظت فردی زیر را استفاده می‌کنید؟

ماسک‌های تنفسی هوا رسان (۲) ماسک‌های تنفسی تمام‌صورت (۱/۵) ماسک تنفسی نیم صورت، چکمه ضد آب ، پیش‌بند چرمی (۱) ماسک ضد گردوغبار ، شیلد صورت ، دستکش غیر نخی ، کلاه ایمنی ، گوشی ایر ماف (۰/۵)

۱۷–حالت یا وضعیت بدن شما در هنگام انجام کار بیشتر چگونه است؟

معمولاً نشسته (۱) معمولاً ایستاده با تحرک کم (۲) معمولاً ایستاده با تحرک زیاد (۳) معمولا در حال تردد (۴)

۱۸– در حال حاضر کدام‌یک از علائم زیر را در هنگام کاردارید؟

سردرد خفیف (۰/۵) گیجی (۰/۵) ضعف (۰/۵) درد عضلاتی (۰/۵) ظهور جوش‌های قرمزرنگ (۰/۵)

کاهش تمرکز حواس ۰/۵ هیچ کدام (۰)

جدول محاسبه شاخص نمره استرین گرمایی

شماره سئوال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	نمره استرین گرمایی
نمره اولیه																			
ضریب تاثیر	۰/۷۳	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۲۸	۰/۶۸	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۳۷	۰/۵۷	
نمره ثانویه																			

تفسیر نمره استرین گرمایی

سطح اول ریسک استرین گرمایی یا منطقه سبز:

جمع کل نمره استرین گرمایی کمتر از ۱۳/۵ نشان دهنده این است که فرد فاقد استرین گرمایی است

سطح دوم ریسک استرین گرمایی یا منطقه زرد:

جمع کل نمره استرین گرمایی بین ۱۳/۶ تا ۱۸/۰ نشان دهنده این است که فرد احتمالاً دارای استرین گرمایی است و نیاز است که ارزیابی دقیق تری صورت پذیرد

سطح سوم ریسک استرین گرمایی یا منطقه قرمز:

جمع کل نمره استرین گرمایی بزرگ‌تر از ۱۸/۱ نشان دهنده این است که فرد دارای استرین گرمایی است و لازم است اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش استرین انجام گیرد.

References:

1.Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, et al. Cardiac Strain between Normal Weight and Overweight Workers in Hot/Humid Weather in the Persian Gulf. Int J Prev Med 2013; 4: 1147-53.
2.Kjellstrom T, Holmer I, Lemke B. Workplace heat stress, health and productivity–an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. Glob Health Action 2009; 2.
3.Akbari J, Dehghan H, Azmoon H, et al. Relationship between Lighting and Noise Levels and Productivity of the Occupants in Automotive Assembly Industry. J Environ Public Health 2013; 2013: 1-5
4.Morabito M, Cecchi L, Crisci A, et al. Relationship between work-related accidents and hot weather conditions in Tuscany (Central Italy). Ind Health 2006; 44: 458-64.
5.Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, et al. The evaluation of heat stress through monitoring environmental factors and physiological responses in melting and casting industries workers. Int J Environ Health Eng 2012; 1: 21.
6.Parsons K. The development of a practical heat stress assessment methodology for use in UK industry. Res Rep 2002; 8: 20-5.
7.Gunga HC, Sandsund M, Reinertsen RE, et al. A non-invasive device to continuously determine heat strain in humans. J Therm Biol 2008; 33: 297-307.
8.Budd GM. Wet-bulb globe temperature (WBGT)-its history and its limitations. J Sci Med Sport 2008; 11: 20-32.
9.Dehghan H, Habibi E, Habibi P, et al. Validation of a Questionnaire for Heat Strain Evaluation in Women Workers. Int J Prev Med 2013; 4: 631-40.
10.Malchaire J, Gebhardt HJ, Piette A. Strategy for evaluation and prevention of risk due to work in thermal environments. Ann Occup Hyg 1999; 43: 367-76.
11.David G, Woods V, Li G, et al. The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. App Ergon 2008; 39: 57-69.
12.Giedraityte L. Identification and validation of risk factors in cold work.[Doctorial Thesis] Lulea University of technology, 2005.
13.Di Corleto R, Firth I, Coles G. Heat Stress Standard and Documentation Developed for Use in the Australian Environment: Australian Institute of Occupational Hygienists; 2003.
14.Bethea D, Parsons K. The development of a practical heat stress assessment methodology for use in UK industry. HSE Research Report 008, 2002: 20-5.
15.Malchaire J. Strategy for prevention and control of the risks due to noise. Occupational and environmental medicine. 2000;57(6):361-9.
16.Olesen BW. International standards for the thermal environment. Where are we and what is still needed? Elsevier Ergonomics Book Series 2005; 3: 479-85.
17.Wynd CA, Schmidt B, Schaefer MA. Two quantitative approaches for estimating content validity. West J Nurs Res 2003; 25: 508-18.
18.Yaghmale F. Content validity and its estimation. J Med Educ 2009; 3: 25-7.
19.Gliem JA, Gliem RR. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. Midwest Research to Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education 2003; 82-8.
20.Peter JP. Construct validity: a review of basic issues and marketing practices. J Mark Res 1981; 18: 133-45.
21.Long DA, Perkins DD. Confirmatory factor analysis of the sense of community index and development of a brief SCI. J Community Psychol 2003; 31: 279-96.
22.Sazama M. The effect of vapor permeable versus non-vapor permeable shirts on heat stress. (PhD Thesis) University of Wisconsin-Stout 2001, p: 53-9.
23.Gallagher JM, Robertson RJ, Nagle EF, et al. Development of a Perceptual Hyperthermia

Index to Evaluate Heat Strain during Treadmill Exercise. Med Sci Sports Exerc 2010; 42: 670-1.
24.Greiner M, Pfeiffer D, Smith R. Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests. Prev Vet Med 2000; 45: 23-41.
25.Havenith G, Holmér I, Parsons K. Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production. Energy Build 2002; 34: 581-91.
26.Holmer I, Elnäs S. Physiological evaluation of the resistance to evaporative heat transfer by clothing. Ergonomics 1981; 24: 63-74.
27.Coles G, Di Corleto R, Firth I. Documentation of the heat stress standard developed for us in the Australian environment. Draft 2.0. Australian Institute of Occupational Hygienists Heat Stress Working Group. 2002: 39-40.
28.Havenith G. Individual heat stress response. (PhD Thesis) Catholic University Nijmegen, TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg, The Netherlands 1997;40-5
29.Gagge A. A new physiological variable associated with sensible and insensible perspiration. Am J Physiol 1937; 120: 277-87.
30.Hodder SG, Parsons K. The effects of solar radiation on thermal comfort. Int J Biometeorol 2007; 51: 233-50.
31.Dehghan H, Habibi E, Khodarahmi B, et al. The relationship between observational–perceptual heat strain evaluation method and environmental/physiological indices in warm workplace. Pak J Med Sci 2013; 29: 35-8.
32.Alban MN. Literature study on radiant heating in a thermally-comfortable indoor environment. 2010; 21-4
33.Busch JF. A tale of two populations: thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand. Energy Build 1992; 18: 235-49.
34.Inbar O, Morris N, Epstein Y, et al. Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. Exp Physiol 2004; 89: 691-700.
35.Khodarahmi B, Dehghan H, Motamedzadeh M, et al. Effect of respiratory protection equipments wear on heart rate in different workload. Int J Environ Health Eng 2013; 2: 26.
36.Havenith G, Heus R, Lotens WA. Resultant clothing insulation: a function of body movement, posture, wind, clothing fit and ensemble thickness. Ergonomics 1990; 33: 67-84.
37.Lugo-Amador NM, Rothenhaus T, Moyer P. Heat-related illness. Emerg Med Clin North Am 2004; 22: 315-27.
38.Olesen BW, Sliwinska E, Madsen TL, et al. Effect of body posture and activity on the thermal insulation of clothing: Measurements by a movable thermal manikin. ASHRAE transactions 1982; 88: 791-805.
39.Wagner JA, Robinson S, Tzankoff SP, et al. Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age. J App Physiol 1972; 33: 616-22.
40.Donoghue AM, Bates GP. The risk of heat exhaustion at a deep underground metalliferous mine in relation to body-mass index and predicted VO2max. Occup Med 2000; 50: 259-63.
41.Dehghan H, Mortazavi SB, Jafari MJ, et al. Comparisin between cardiac strain of normal weight and overweight workers in hot and humid weather of the south of Iran. Health Sys Res 2012; 8: 866-75.
42.Wilk B, Bar-Or O. Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. J App Physiol 1996; 80: 1112-7.
43.Barrow MW, Clark KA. Heat-related illnesses. Am Fam Physician 1998; 58: 749-56.
44.Sawka MN, Montain SJ, Latzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol 2001; 128: 679-90.
45.Lee JY, Nakao K, Tochihara Y. Validity of perceived skin wettedness mapping to evaluate heat strain. Eur J Appl Physiol 2011; 111: 2581-91.
46.Maresh CM, Gabaree-Boulant CL, Armstrong LE, et al. Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. J App Physiol 2004; 97: 39-44.
47.Chen ML, Chen CJ, Yeh WY, et al. Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. AIHA J 2003; 64: 352-9.
48.Brake DJ, Bates GP. Fatigue in industrial workers under thermal stress on extended shift lengths. Occup Med 2001; 51: 456-63.
49.Epstein Y, Moran DS. Thermal comfort and the heat stress indices. Ind Health 2006; 44: 388-98.
50.Huizenga C. ASHRAE 1332-RP. Revision to the ASHRAE Thermal Comfort Tool to maintain consistency with Standard 55- 2004. In: Final Report. December; 2006.
51.Bouchama A, Knochel JP. Heat stroke. N Engl J Med 2002; 346: 1978-88.
52.Dehghan H , Mortazavi SB, Jafari MJ, et al. Construct validation of a heat strain score index with structural equation modeling. Health Sys Res 2011; 6: 601-12.

53.Yeo TP. Heat stroke: a comprehensive review. AACN Adv Crit Care 2004; 15: 280-93.
54.Johnson RF, Merullo DJ. Subjective reports of heat illness. Nutritional Needs in Hot Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations. Washington DC: National academy press 1993, p:277-93.
55.Winzenberg TM, Oldenburg B, Frendin S, et al. The design of a valid and reliable questionnaire to measure osteoporosis knowledge in women: the Osteoporosis Knowledge Assessment Tool(OKAT). BMC Musculoskelet Disord 2003; 4: 17.
56.Ogedegbe G, Mancuso CA, Allegrante JP, et al. Development and evaluation of a medication adherence self-efficacy scale in hypertensive African-American patients. J Clin Epidemiol 2003; 56: 520-9.
57.Frank MA. Criteria for scale selection and evaluation. Robinson JP, Shaver PR, Wrightsman LS editors. Measures of personality and social psychological attitudes. 1th ed. USA: California, 1991, p:1-16.
58.Kaiser HF. An index of factorial simplicity. Psychometrika 1974; 39: 31-6.
59.Ghosh S, Jintanapakanont J. Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. Int J Proj Manage 2004; 22: 633-43.
60.Hooper D, Coughlan J, Mullen M. Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. EJBRM 2008; 6: 53-60.
61.Kunnan AJ. An introduction to structural equation modelling for language assessment research. Lang Test 1998; 15: 295-332.
62.Logan PW, Bernard TE. Heat stress and strain in an aluminum smelter. American Industrial Hygiene Association Journal 1999; 60: 659-65.
63.Budd G. Assessment of thermal stress--the essentials. J Therm Biol 2001; 26: 371-4.
64.Dehghan H, Mortazavi S, Jafari M, et al. Combination of wet bulb globe temperature and heart rate in hot climatic conditions: The practical guidance for a better estimation of the heat strain. Int J Environ Health Eng 2012; 1: 18.
65.Holmér I. Protective clothing in hot environments. Indust Health 2006; 44: 404-13.
66.Tikuisis P, Mclellan TM, Selkirk G. Perceptual versus physiological heat strain during exercise-heat stress. Med Sci Sports Exerc 2002; 34: 1454-61.
67.Havenith G. Heat balance when wearing protective clothing. Ann Occup Hyg 1999; 43: 289-96.
68.Wong A, Li Y. Relationship between thermophysiological responses and psychological thermal perception during exercise wearing aerobic wear. J Therm Biol 2004; 29: 791-6.
69.Havenith G, Luttikholt VG, Vrijkotte TG. The relative influence of body characteristics on humid heat stress response. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1995; 70: 270-9.
70.Havenith G, Inoue Y, Luttikholt V, et al. Age predicts cardiovascular, but not thermoregulatory, responses to humid heat stress. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1995; 70: 88-96.
71.Pandolf KB. Aging and human heat tolerance. Exp Aging Res 1997; 23: 69-105.

ISMJ 2015; 18(4): 810-826

Original Article

The reliability and validity of questionnaire for preliminary assessment of heat stress at workplace

H. Dehghan [1], SB. Mortzavi [2*], MJ. Jafari [3], MR. Maracy [4]

[1] Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
[2] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3] Department of Occupational Health Engineering,School of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Environment Research Center and Department of Bio-statistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

(Received 25 Sep, 2013 Accepted 3 Aug, 2014)

Absract

Background: Heat stress is one of the most important consequences of occupational heat exposure in worldwide. Current heat stress indices are not suitable for heat strain screening in developing countries due to their inherent and applied limitations. The Aim of this study was design, validity and reliability of a questionnaire method entitled "Heat Strain Score Index" or HSSI for preliminary assessment of heat stress at workplace.

Material and Methods: This cross-sectional study was conducted during 2009-2010. This research included seven stages (i) Item generation (ii) Evaluation of content validity by 9 subjects of occupational health specialists and 30 occupational health providers (iii) Reliability analysis was performed on 98 workers (iv) Structure validity was conducted on 150 workers (v) Test of the measurement model (vi) Criteria validity on 122 worker and (vii) classification of level thermal risk with ROC curves. Data were analyzed with SPSS-18 and AMOS-16 software.

Results: In stage of item generation; 40 items were identified. In Content Validity evaluation in the level of occupational health specialists, 27 items modified, 3 items were removed and 3 items added; in evaluation by occupational health providers, 19 items modified. Internal consistency (α) of items was 0.91. Exploratory factor analysis on items HSSI scale identified four subscales which explained 71.6% of the variance. Confirmatory factor analysis provides evidence of model fits (GFI=0.991, RMSEA=0.036). Correlation between the HSSI score with aural temperature was 0.73.Cut-off point, sensitivity and specificity for upper green zone (no thermal strain) were 13.5, 91% and 50%.whereas Cut-off point, sensitivity and specificity for lower red zone (thermal strain) were 18, 86% and 73%.

Conclusion: This study revealed HSSI scale includes 18 of measurable variables that high overlapped with WBGT index and others questionnaires. This scale demonstrated high reliability and validity; sensitivity and specificity of cut-off point in scale were suitable. Therefore HSSI scale for primary evaluation heat stress is suitable**.**

Key words: heat strain score index, heat stress, validity, reliability, screening

***Address for correspondence*: Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, IRAN, Email: mortazav@ modares. ac. ir