

## Investigating the Relationship between the Rate of Perceived Exertion with Heart Rate and Deep Temperature in Laboratory Condition in Order to Assess the Thermal Strain

Dehghan H<sup>1</sup>, Saranjam B<sup>2</sup>, GhanbarySartang A\*<sup>3</sup>, Mohammadpour H<sup>4</sup>

1. Assistant of Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of health , Isfahan University of medical sciences , Isfahan , Iran
2. MSc Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of health , Ardabil University of medical sciences , Ardabil, Iran
3. MSc Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of health , Isfahan University of medical sciences , Isfahan , Iran
4. MSc Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health Engineering, School of health , Shahid Beheshti University of medical sciences , Tehran , Iran

\* *Corresponding author.* Tel: +989364520936, E-mail: aioobghanbary@ymail.com

Received: Oct 28, 2017

Accepted: Jan 3, 2018

### ABSTRACT

**Background & objectives:** One of the main problems for personnel of military and various industries, depending on their type of activity, is their thermal strain. The aim of this study was to investigate the relationship between the rate of perceived exertion with heart rate and deep temperature in laboratory condition for evaluating the thermal strain.

**Methods:** This experimental and cross sectional study was conducted on 13 male in five different temperatures (21, 24, 27, 30 and 35°C). The tests were performed in climate test chamber on treadmill with light (2.4 kph), intermediate (4.8 kph) and heavy physical activities (6.3 kph). The samples were selected with simple random sampling method. The rate of perceived exertion, heart rate and oral temperature were measured and recorded. Finally, the Pearson correlation test and regression analysis were used to analyze the correlation between the variables.

**Results:** Pearson correlation test showed a high correlation between the rate of perceived exertion and oral temperature ( $r=0.88$ ,  $p=0.01$ ). There was a very high correlation between heart rate and severity of perceived exertion ( $r=0.91$ ,  $p=0.01$ ). Also, a high correlation was observed between the rate of perceived exertion and wet bulb globe temperature ( $r=0.89$ ,  $p=0.01$ ). The most heart rate and deep (oral) temperature were 159 and 38.5 in heavy activity, respectively.

**Conclusion:** The results of this study showed that the rate of perceived exertion had the high correlations with heart rate and oral temperature. This rating can be used as an easy and simple tool for evaluating the thermal strain.

**Keywords:** Ratings of Perceived Exertion; Heart Rate; Thermal Strain; Deep Temperature

# بررسی ارتباط بین شدت تلاش درک شده با ضربان قلب و دمای عمقی در شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی استرین گرمایی

حبیب‌الله دهقان<sup>۱</sup>؛ بهزاد سرانجام<sup>۲</sup>؛ ایوب قنبری سرتنگ<sup>۳\*</sup>؛ حسن محمد پور<sup>۴</sup>

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
  ۲. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران
  ۳. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
  ۴. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
- \* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۶۴۵۲۰۹۳۶ ایمیل: aioobghanbary@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** یکی از عمده ترین مشکلات در افراد نظامی و صنایع مختلف با توجه به نوع فعالیتشان استرین گرمایی است. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط شدت تلاش درک شده با ضربان قلب و دمای عمقی در شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی استرین گرمایی بود.

**روش کار:** این مطالعه آزمایشگاهی و مقطعی بر روی ۱۳ نفر مرد در پنج شرایط دمایی مختلف (۳۵ و ۲۱، ۲۴، ۲۷، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی گراد) در اتاقک شرایط جوی و بر روی تردمیل در فعالیت فیزیکی سبک (۲/۴ کیلومتر بر ساعت)، متوسط (۴/۸ کیلومتر بر ساعت) و فعالیت سنگین (۶/۳ کیلومتر بر ساعت) انجام شد. روش انتخاب نمونه به صورت تصادفی ساده بود. شدت تلاش درک شده، ضربان قلب و دمای دهانی ثبت و اندازه گیری شدند. در نهایت با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و آنالیز رگرسیون، همبستگی بین شاخص‌ها تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** آزمون همبستگی پیرسون بین شدت تلاش درک شده با دمای دهانی ( $p=0.01$ ,  $r=0.88$ ) همبستگی بالایی را نشان داد. بین ضربان قلب با میزان شدت تلاش درک شده نیز همبستگی بسیار بالایی ( $p=0.01$ ,  $r=0.91$ ) مشاهده شد. همچنین بین شدت تلاش درک شده با دمای تر گوی‌سان ( $p=0.01$ ,  $r=0.89$ ) همبستگی بالایی مشاهده گردید. بیشترین ضربان قلب ۱۵۹ و بیشترین دمای عمقی (دهانی) ۳۸/۵ درجه سانتیگراد در فعالیت سنگین بود.

**نتیجه گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد شدت تلاش درک شده همبستگی بالایی با ضربان قلب و دمای دهانی داشت و این مقیاس می‌تواند بعنوان یک ابزار آسان و ساده برای ارزیابی استرین گرمایی بکار رود.

**واژه‌های کلیدی:** شدت تلاش درک شده ضربان قلب، استرین گرمایی، دمای عمقی

دریافت: ۱۳۹۶/۸/۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۳

## مقدمه

شدت فعالیت فردی، به عنوان یک عامل مهم و تعیین کننده در ارزیابی تنش گرمایی می‌باشد. هر کدام از روش‌های اندازه گیری شدت فعالیت، محدودیت‌ها و مشکلات خاص خود را دارند، برای مثال در روش اکسیژن مصرفی، دستگاه اندازه گیری

اکسیژن، گران قیمت، کمیاب و غیر قابل انتقال بوده و در مورد روش اندازه گیری ضربان قلب یا دمای دهانی، باعث محدودیت در فعالیت فرد در حین انجام کار می‌شود. در حال حاضر، برآورد شدت فعالیت جسمانی کارگران به صورت مشاهده کلی بر اساس وضعیت بدنی یا حرکات اعضاء مختلف بدن

کاری دشوار و باعث تداخل در کار افراد می‌شود. اندازه‌گیری ضربان قلب به‌طور معمول با دستگاه نمایشگر ضربان قلب<sup>۳</sup> عملیاتی می‌باشد و اندازه‌گیری دمای عمقی (دمای مقعدی، دمای مری، دمای دهانی) با دماسنج انجام می‌شود. شاخص‌های متعددی برای ارزیابی استرس گرمایی ارائه شده است که این شاخص‌ها دارای معایبی چون دقت کم، گران بودن، عدم استفاده برای همه محیط‌ها و دشواری اندازه‌گیری متغیرهای آن می‌باشند (۵). مقیاس شدت تلاش درک شده<sup>۴</sup>، درجه سنگینی یا استرین ناشی از کار فیزیکی بوده، که در دهه ۱۹۶۰ توسط بورگ معرفی شد. مفهوم استنباط فرد از میزان تلاش، اندازه‌گیری شدت فعالیت بدنی است. این استنباط می‌تواند از چند منبع شامل: سیستم‌های قلبی-تنفسی و اسکلتی-عضلانی، گیرنده‌های مکانیکی، حرارتی، فاکتورهای روانی مانند انگیزش، آموزش و ناسازگاری شغلی ناشی شود. بورگ مقیاس ۱۰ امتیازی را ارائه کرد که میزان تلاش را در یک گستره ۰ تا ۱۰ اندازه‌گیری می‌کند (۶). گرما در صنایع به عنوان یک انرژی در فرآیندهای تولیدی اهمیت دارد و در نتیجه سبب ایجاد اختلال در سیستم سلامت کارگران مواجهه یافته با آن می‌شود و به عنوان یک مخاطره انکارناپذیر در محیط‌های کاری بخصوص در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. دمای بالای هوا در محیط کار هم باعث کاهش بازدهی کارمندان و تمرکز فرد می‌شود. چرا که با افزایش تعریق و ضربان قلب بیشتر شده و احساس خستگی افزایش می‌یابد. گرما علاوه بر تاثیر روی عملکرد روحی و روانی افراد بلکه با اثرات تجمعی دیگری مانند خسته‌بودن، بروز واکنش‌های تند، عصبی و پرخاشگرانه در فرد می‌شود (۸،۷). با توجه به اینکه روش‌های دستگاهی اندازه‌گیری شدت فعالیت فرد و استرین گرمایی ناشی از آن گران و پیچیده بوده،

صورت می‌گیرد که دارای خطای زیادی بین مشاهدات و بین افراد مختلف می‌باشد. گرما یکی از عوامل فیزیکی زیان‌آور محیط کار است که می‌تواند روی افراد نظامی و محیط کار صنایع مختلف تأثیر بگذارد. همچنین گرما می‌تواند اثر منفی روی سلامتی افراد در محیط کار، بیماری‌های قلبی-عروقی و حوادث ناشی از کار داشته باشد. افزایش دمای بدن و عدم آسایش حرارتی افراد موجب عصبانیت، افزایش تحریک‌پذیری و بی‌قراری می‌شود و منجر به بی‌توجهی کارگران به دستورالعمل‌های ایمنی و روش‌های کاری ایمن می‌شود (۱). استرس حرارتی مجموعه‌ای از عوامل حرارتی داخلی و خارجی می‌باشد که سبب بیماری در بدن انسان می‌گردد. دمای داخلی بدن، میزان سازگاری با محیط و میزان متابولیسم، از عوامل داخلی و دمای هوا، سرعت جریان هوا، گرمای تابشی و رطوبت جز عوامل خارجی موثر در میزان استرس حرارتی می‌باشند. در محیط کار، فاکتورهای متعددی بر روی توانایی فرد تأثیر گذار بوده که سنجش تمام آنها غیرممکن است اما افراد، بهترین قضاوت را از تلاش خودشان دارند (۲). در سال ۱۹۸۳ ویرویل<sup>۱</sup> و همکاران نشان دادند شدت تلاش درک شده، فشار ناشی از کار فیزیکی بوده و می‌تواند برای ارزیابی بار کار ذهنی نیز استفاده شود (۳). در مطالعه‌ای که چن<sup>۲</sup> و همکاران به منظور بررسی روایی مقیاس شدت تلاش درک شده در افراد سالم آمریکایی انجام دادند، ضریب همبستگی بین شدت تلاش درک شده مقیاس ۱۵ امتیازی و متغیرهای فیزیولوژیکی مانند ضربان قلب، لاکتات خون، حداکثر اکسیژن مصرفی و تعداد تنفس، به ترتیب ۰/۶۱، ۰/۵۷، ۰/۶۴ و ۰/۷۲ گزارش شد (۴). از طرفی استرین فیزیولوژیک ناشی از گرما می‌تواند بر اساس ضربان قلب و دمای عمقی اندازه‌گیری شود اما انجام این کار در محیط‌های

<sup>3</sup> Sport Tester<sup>4</sup> Ratings of Perceived Exertion<sup>1</sup> Wierwille<sup>2</sup> Chen

ساعت)، فعالیت متوسط (۸/۴ کیلومتر بر ساعت) و فعالیت سنگین (۳/۶ کیلومتر بر ساعت) پرداختند (۸). هر مرحله دمایی در یک روز متفاوت انجام شد و هر مرحله دمایی شامل ۲۰ دقیقه فعالیت بدنی بر روی تردمیل در فعالیت سبک و ۲۰ دقیقه فعالیت بدنی بر روی تردمیل در فعالیت متوسط بود (۹) و در انتهای هر ۲۰ دقیقه، هریک از فعالیت‌های بدنی روی تردمیل میزان ضربان قلب، دمای دهانی، میزان شدت تلاش درک شده از مقیاس بورگ (جدول ۱) اندازه‌گیری و ثبت شدند.

جدول ۱. امتیاز شدت تلاش درک شده (RPE)<sup>۱</sup>

امتیاز	ارزیابی مقیاس بورگ
۱-۰	بی نهایت آسان
۳-۲	آسان
۵-۴	کمی آسان
۷-۶	کمی سخت
۹-۸	سخت
۱۰	بی نهایت سخت

1. Rate Perceived Exertion

پایش محیطی دما با استفاده از دستگاه دمای تر گوی‌سان<sup>۱</sup> مدل Cassella ساخت انگلیس که حساسیتی در حدود ۰/۱ درجه سانتی‌گراد دارد انجام شد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SPSS-20 و آزمون همبستگی پیرسون و آنالیز رگرسیون خطی ساده همبستگی بین شاخص‌های موردنظر مورد تحلیل قرار گرفتند.

### یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۱۳ نفر مرد با میانگین سنی ۲۶/۴۱±۱/۹۸ سال و میانگین نمایه توده بدنی ۲۴/۱۳±۲/۱۱ کیلوگرم بر مترمربع انجام شد. میانگین متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط مقیاس شدت تلاش درک شده با ضربان قلب و دمای عمقی در شرایط آزمایشگاهی برای ارزیابی استرین گرمایی انجام گرفت.

### روش کار

این مطالعه مقطعی و مداخله‌ای در شرایط آزمایشگاهی روی ۱۳ نفر مرد با شغل دانشجو در اتاقک تنش حرارتی دانشکده بهداشت انجام شد. روش انتخاب نمونه به صورت تصادفی ساده بود. معیارهای ورود افراد به مطالعه عدم داشتن بیماری یا فاقد بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و اسکلتی-عضلانی بود. اگر فردی در حین آزمایش مشارکت نداشت و یا تمایل به ادامه آزمایش نداشت و همینطور اگر دمای داخل دهان آنها از ۳۹ درجه سانتیگراد فراتر رفته بود از مطالعه کنار گذاشته شد. افراد برای چگونگی انجام تست توجیه شدند و رضایت‌نامه حضور در تحقیق را امضا کردند. مطالعات مشابه در شرایط آزمایشگاهی استرین گرمایی به‌عنوان ملاک برای انتخاب روش ارزیابی مقیاس و تعداد نمونه در نظر گرفته شد (۲،۴) پس از انتخاب افراد برای انجام تست، فرد به مدت ۱۰ دقیقه به استراحت می‌پرداخت و در پایان ۱۰ دقیقه استراحت، مقیاس شدت تلاش درک شده با استفاده مقیاس ۱۰ امتیازی بورگ، ضربان قلب با استفاده از ضربان سنج قلب مدل RS 100 POLAR و دمای عمقی (دمای دهانی) به وسیله ترمومتر مدل Rossmax Digital Thermometer ۱۰۰ اندازه‌گیری و ثبت شدند، در شکل ۱ نحوه امتیازگذاری میزان شدت تلاش درک‌شده آورده شده است. پس از پایان استراحت، فرد به مدت ۴۰ دقیقه در ۵ مرحله دمایی متفاوت که شامل دماهای ۲۱، ۲۴، ۲۷، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد بود به فعالیت بدنی (راه رفتن) راه رفتن روی تردمیل در فعالیت سبک (۲/۴ کیلومتر بر

<sup>۱</sup> Wet Bulb Globe Temperature

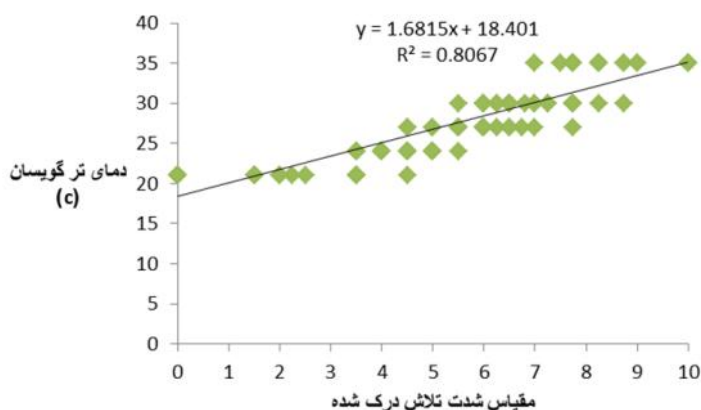
جدول ۲. میانگین متغیرهای مورد مطالعه

شاخص	میانگین	بیشترین-کمترین
شدت تلاش درک شده	۷/۲±۱/۲	۰ - ۱۰
ضربان قلب	۱۳۵±۱۳/۴	۶۱ - ۱۵۹
دمای دهانی	۳۷/۸±۱/۹	۳۶/۱ - ۳۸/۵

**بررسی ارتباط شدت تلاش درک شده با دمای تر گویسان**

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شدت تلاش درک شده با دمای تر گویسان همبستگی بالایی ( $r=0.89$ ) وجود دارد ( $p=0.01$ ). شکل ۲ آنالیز

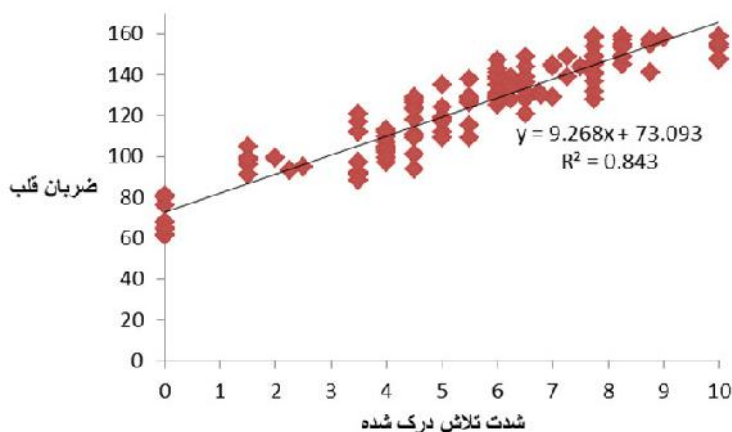
رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با دمای تر گویسان را نشان می‌دهد که بین این دو مقیاس همبستگی بالایی وجود دارد.



شکل ۲. آنالیز رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با دمای تر گویسان (c)

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شدت تلاش درک شده با ضربان قلب همبستگی بالایی ( $r=0.91$ ) وجود دارد ( $p=0.01$ ). شکل ۳ آنالیز رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با

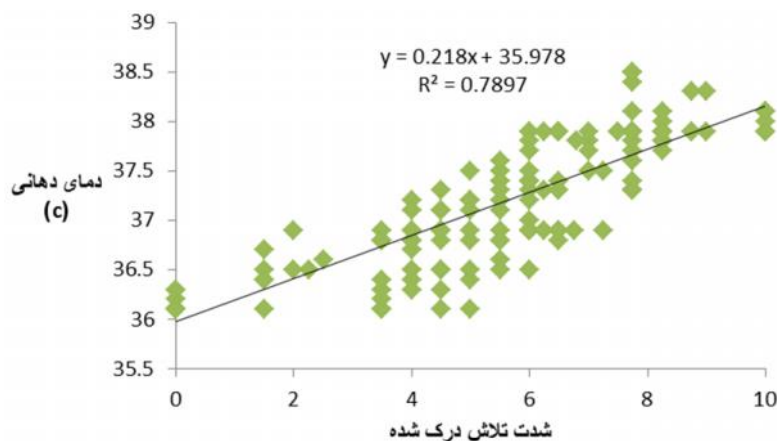
ضربان قلب را نشان می‌دهد که بین این دو مقیاس همبستگی بالایی وجود دارد.



شکل ۳. آنالیز رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با ضربان قلب

رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با دمای دهانی را نشان می‌دهد که بین این دو مقیاس همبستگی خوبی وجود دارد.

آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین شدت تلاش درک شده با دمای دهانی همبستگی خوبی ( $r=0/88$ ) وجود دارد ( $p=0/01$ ). شکل ۴ آنالیز



شکل ۴. آنالیز رگرسیون خطی بین شدت تلاش درک شده با دمای دهانی

فعالیت بین شدت تلاش درک شده به ترتیب با ضربان قلب و دمای دهانی همبستگی معنادار و مستقیمی وجود داشت.

ضریب همبستگی بین شدت تلاش درک شده در سه سطح فعالیت به ترتیب با ضربان قلب و دمای دهانی در جدول ۲ آورده شده است که در هر سه سطح

جدول ۲. ضریب همبستگی بین شدت تلاش درک شده در سه سطح فعالیت به ترتیب با ضربان قلب و دمای دهانی

سطح فعالیت		ضربان قلب		دمای دهانی	
ضریب همبستگی	سطح معناداری	ضریب همبستگی	سطح معناداری	ضریب همبستگی	سطح معناداری
سبک	۰/۰۱	۰/۶۳	۰/۰۱	۰/۶۷	۰/۰۱
متوسط	۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۰۱	۰/۶۸	۰/۰۱
سنگین	۰/۰۱	۰/۶۲	۰/۰۱	۰/۶۷	۰/۰۱

با افزایش سطح فعالیت، میزان ضربان قلب و دمای عمقی افزایش پیدا می‌کند.

در جدول ۳ میزان ضربان قلب و دمای عمقی در هر سه فعالیت آورده شده است و مشاهده می‌شود که

جدول ۳. میزان ضربان قلب و دمای عمقی در هر سه فعالیت

سطح فعالیت	ضربان قلب (میانگین)	دمای عمقی (میانگین)
سبک	۸۴±۴/۳	۳۷/۱
متوسط	۱۰۶±۷/۲	۳۷/۹
سنگین	۱۲۹±۵/۲	۳۸/۲

گرما یک مخاطره مهم برای سلامتی انسان و نیز یک ریسک فاکتور برای سکنه قلبی در محیط‌های کاری به شمار می‌آید. در مطالعه حاضر بین شدت تلاش

### بحث

یکی از عمده‌ترین مشکلات در محیط‌های کاری استرس گرمایی می‌باشد. عدم حفاظت افراد در برابر

درک شده با دمای تر گویسان همبستگی بالایی وجود داشت که بیانگر آن است که شدت تلاش درک شده می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب برای ارزیابی استرس گرمایی بکار برود. کاپوداگیلو<sup>۱</sup> و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند بین شدت تلاش درک شده با ضربان کار و ضربان قلب ارتباط معناداری وجود دارد (۹) که با یافته‌های مطالعه حاضر هم خوانی داشت. دیافاس<sup>۲</sup> و همکاران به ارزیابی مقیاس ۱۵ امتیازی بورگ پرداختند و نتیجه گرفتند که همبستگی بالایی بین ضربان قلب و شدت تلاش درک شده وجود دارد (۱۰) که یافته‌های مطالعه حاضر را تایید می‌کند. در مطالعه لاتزکا<sup>۳</sup> و همکاران که بر روی تأثیر شدت فعالیت بدنی بر روی افزایش ضربان قلب در طول تمرین در شرایط گرم آزمایشگاهی پرداختند به این نتیجه رسیدند که با افزایش شدت فعالیت بدنی، میزان ضربان قلب افزایش می‌یابد (۱۱) که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی داشت. تیکوسیسی<sup>۴</sup> و همکاران که به بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و ادراکی افراد ناشی از گرما در شرایط آزمایشگاهی پرداختند به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان دمای محیط، شدت تلاش درک شده، استرین فیزیولوژیکی افراد نیز افزایش می‌یابد (۲) که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در مطالعه شیفر<sup>۵</sup> و همکاران که بر روی تأثیر استرین گرمایی روی شدت تلاش درک شده، افزایش ضربان قلب و افزایش دمای دهانی پرداختند به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان دمای محیط، شدت تلاش درک شده، میزان ضربان قلب و دمای دهانی افزایش می‌یابد (۱۲) که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. پاتیگر<sup>۶</sup> و

همکاران به ارزیابی ضربان قلب و شدت تلاش درک شده پرداختند و به این نتیجه رسیدند شدت تلاش درک شده با میزان اکسیژن مصرفی، ضربان قلب و خستگی ارتباط معناداری داشت (۱۳) که با نتایج این مطالعه هم‌خوانی دارد. دهقان و همکاران نیز که به بررسی روش‌های ذهنی و ادراکی برای ارزیابی استرین گرمایی پرداختند نتیجه گرفتند که روش‌های ادراکی و ذهنی یک متد مناسب برای ارزیابی استرین گرمایی هستند و نتایج مطالعه حاضر با مطالعه دهقان و همکاران مطابقت دارد و روش بورگ یک روش ذهنی مناسب برای ارزیابی ادراکی استرین گرمایی است (۱۴). جعفری و همکاران که به بررسی ارتباط شاخص نمره استرین گرمایی با پارامترهای فیزیولوژیکی بدن کارگران پرداختند نتیجه گرفتند بین شاخص نمره استرین گرمایی با ضربان قلب و دمای عمقی همبستگی بالایی وجود داشت و می‌توان از شاخص نمره استرین گرمایی در ارزیابی استرین گرمایی محیط‌های کاری استفاده کرد که نتایج مطالعه حاضر را تایید می‌کند (۱۵). دهقان و همکاران در مطالعه ای که داشتند نتیجه گرفتند بین شاخص‌های ادراکی با شاخص استرین فیزیولوژیکی همبستگی بالایی وجود دارد و برای ارزیابی استرین گرمایی در محیط‌های کاری، شاخص‌های ادراکی مناسب هستند (۱۶). در بسیاری از مشاغل از جمله نیروهای نظامی به منظور جلوگیری از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و محیطی افراد مجبور به استفاده از لباس‌های محافظتی می‌باشند که منجر به استرس حرارتی و کاهش عملکرد افراد می‌شود و در واقع با استفاده از شدت تلاش درک شده در این افراد می‌توان این ریسک فاکتور را ارزیابی و اقدامات مداخله ای برای جلوگیری از کاهش عملکرد افراد انجام داد.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش این بود که افراد به سختی حاضر به همکاری شدند. همچنین عدم وجود مطالعات مشابه در این زمینه از دیگر محدودیت‌های موجود بود.

<sup>1</sup> Capodaglio

<sup>2</sup> Diafas

<sup>3</sup> Latzka

<sup>4</sup> Tikuisis

<sup>5</sup> Schaeffer

<sup>6</sup> Potteiger

**نتیجه گیری**

نتایج این مطالعه نشان داد که شدت تلاش درک شده همبستگی قابل قبولی با ضربان قلب و دمای دهانی داشت و این مقیاس می‌تواند بعنوان یک ابزار برای ارزیابی استرین گرمایی برای افراد در سازمان و صنایع مختلف بکار برود. از سوی دیگر استفاده این شاخص آسان و ساده می‌باشد. این مطالعه در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است، لذا پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابهی در شرایط واقعی محیط کار در سازمان‌ها و صنایع مختلف با تعداد نمونه بیشتر برای

ارزیابی بهتر مقیاس شدت تلاش درک شده انجام گیرد.

**تشکر و قدردانی**

این مقاله استخراج شده از پایان نامه کارشناسی ارشد به شماره ۳۹۳۲۶۵ دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بود که در آزمایشگاه تنش حرارتی انجام شد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه خانم مهندس پیمان‌ه حبیبی مسئول آزمایشگاه اتاقک تنش‌های حرارتی در طول تحقیق تشکر نمایند.

**References**

- 1- Parvari R, Dehghan H, Haghi A, Rajabivardandan H. Validity and Reliability of the Persian Version of Borg RPE in Two 10-0 and 20-6 Scales. 2013;9(8):851 - 858.
- 2- Tikuisis P, McLellan TM, Selkirk G. Perceptual versus physiological heat strain during exercise-heat stress. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(9): 54-61.
- 3- Wierwille WW, Casali JG. A validated rating scale for global mental workload measurement applications. In Proceedings of the Human Factors society Annual Meeting. 1983 ;27(2):129 - 133.
- 4- Chen M, Fan X, Moe S. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci*. 2002; 20(11): 873-99.
- 5- Moran DS, Shitzer A, Pandolf KB. A physiological strain index to evaluate heat stress. *American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 1998;275(1):129-34.
- 6- Heath EM. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*; 1998.2(1):10-14
- 7- Nassiri P, Monazzam MR, Golbabaei F, Shamsipour A, Arabalibeik H, Abbasinia M, Chavoshi M, Asghari M. Personal risk factors during heat stress exposure in workplace. *Health and Safety at Work*. 2017. 15;7(2):163-80.
- 8- Golbabae F, Omidvari M. man and thermal environments. Tehran University Publication. 2002;2(1):80-90 ،190-225.
- 9- Capodaglio E. Comparison between the CR10 Borg's scale and the VAS (visual analogue scale) during an arm-cranking exercise. *J Occup Rehabil* 2001; 11(2):69-74.
- 10- Diafas V, Chrysikopoulos K, Diamanti V, Bachev V, Kaloupsis S, Polykratis M, et al. Rating of perceived exertion in kayaking ergometry. *Kinesiology J*. 2007; 39(1): 21-7.
- 11- Latzka WA, Sawka MN, Montain SJ, Skrinar GS, Fielding RA, Matott RP, et al. Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*. 1998;84(6): 58-64.
- 12- Schaeffer SA, Darby LA, Browder KD. Differentiated ratings of perceived exertion and physiological responses during aerobic dance steps by impact type of arm movement. *Perceptual and Motor Skills*. 2000;90(2):457-71.
- 13- Potteiger JA, Weber SF. Rating of perceived exertion and heart rate as indicators of exercise intensity in different environmental temperatures. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994.
- 14- Dehghan H, Ghanbary sartang A. Validating the perceptual strain index for the evaluation of heat strain under hot laboratory conditions. *J Ergon*. 2015; 2 (4) :55-63



15- Jafari MJ, Teimori GH, Khodakarim S, Assilian Mahabadi H. Investigation the Relationship between Heat Strain Score Index and Physiological Parameters among Open Pit Miners. *J Saf Promot Inj Prev*.2016; 3(4):213 -22 .

16- Dehghan H, Sourylaky M, Pourabdian S, Hasanzadeh A. Investigating the effect of various drinks on changes in HSSI, PESI and PSI indices in hot and dry laboratory conditions. *tkj*. 2017; 9 (2) :50-58