Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.7, No 3, Autumn, 2015
Pages: 69-79

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴
صفحه: ۷۹-۶۹

# بررسی اثر استرس گرمایی بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی شاغلین در یک صنعت ریخته‌گری

محمد جواد جعفری[۱]، سحر نورلویی*[۲]، لیلا امیدی[۳]، سهیلا خداکریم[۴]، داوود بشاش[۵]، محمد باقر عبداللهی[۶]

**چکیده**

**مقدمه:** بیماری‌های مرتبط با گرما از مشکلات شایع در بسیاری از صنایع است. استرس گرمایی سبب تغییر در میزان ترشح و غلظت برخی از هورمون‌های پلاسما می‌گردد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر استرس گرمایی بر غلظت هورمون‌های تیروکسین(T4) و تری یدوتیرونین(T3) شاغلین در یک صنعت ریخته‌گری انجام یافت.

**روش بررسی:** این مطالعه مقطعی با مشارکت ۳۵ نفر از شاغلین یک صنعت ریخته‌گری در تابستان ۱۳۹۲ انجام گردید. جهت بررسی آثار حاد و مزمن گرما بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی، ۱۰ سی‌سی نمونه خون از شاغلین گرفته شد و آنالیز آن با روش کیت ELISA انجام یافت. پارامترهای محیطی در اواسط ماه مرداد در ۷ ایستگاه کاری اندازه‌گیری شد. جهت تعیین ارتباط میان داده‌های قبل و بعد از مواجهه، از آزمون T زوجی و ویل کاکس استفاده گردید.

**نتایج:** شاخص دمای تر گویسان(WBGT) در ایستگاه‌های مورد مطالعه، ۳۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای خشک و تابشی در این محیط ۴۰/۵۳ و ۶±۴۷/۵ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج این بررسی نشان داد که مواجهه حاد با گرما سبب کاهش معنی‌دار ($P<0.001$) غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین در شاغلین گروه مورد گردید. همبستگی بالایی میان غلظت هورمون‌های تیروئیدی شاغلین در گروه مورد و شاخص WBGT و دمای هوا(ta) گزارش شد.

**نتیجه‌گیری:** مواجهه حاد با گرما سبب کاهش غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین در شاغلین می‌گردد. تغییر در غلظت هورمون تری یدوتیرونین می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های استرین گرمایی مطرح باشد.

**واژه‌های کلیدی:** هورمون‌های تیروئیدی، استرس گرمایی، شاخص دمای ترگویسان، صنعت ریخته‌گری

۱- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲،۶- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۴- عضو هیات علمی گروه اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۵- عضو هیات علمی گروه هماتولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۲۱۲۲۴۳۲۰۴۰، پست الکترونیکی:: noori1366@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۰

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

**مقدمه**

در بسیاری از محیط‌های کاری، شاغلین با شرایط آب و هوایی بسیار گرم و مرطوب مواجهه هستند.

بیماری‌های مرتبط با گرما از مشکلات شایع برای بسیاری از شاغلین صنایعی مانند شاغلین صنایع ذوب فلز، شاغلین صنایع ساختمان‌سازی در فضای باز، کارگران تولید پلاستیک، شاغلین انبارهای بدون سیستم تهویه مطبوع، کارکنان آشپزخانه‌ها، و قهرمانان ورزشی است. فاکتورهای متعدد انسانی و محیطی در بروز استرس گرمایی در شاغلین صنایع موثر است. از فاکتورهای انسانی می‌توان به شرایط سلامتی شاغلین، افزایش سن، سطح کلی تناسب اندام، وجود بیماری‌های متابولیک، استفاده از برخی از داروها، کم‌شدن آب بدن، و توانایی فرد در تطابق با گرما اشاره نمود.

فاکتورهای محیطی شامل دمای هوای بالا، رطوبت بالا، تبادل پایین حرارت از طریق تبخیر، و سطوح عایق بالا در اطراف بدن است(۱).

نتایج بررسی‌های اپیدمیولوژیک نشان داده است که شوک حرارتی منجر به مرگ در محیط‌های شغلی در شاخص دمای تر گویسان(WBGT) ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد یا بالاتر از آن روی می‌دهد(۲).

خستگی گرمایی، سنکوپ، کرامپ عضلانی، و گرمازدگی از اختلالات جسمانی مواجهه با گرما در مدت زمان طولانی است(۳).

در هنگام مواجهه با گرما، بدن انسان پاسخ‌های فیزیولوژیکی خاصی را نشان می‌دهد که استرین گرمایی نامیده می‌شود. افزایش تعداد ضربان قلب، افزایش دمای عمقی بدن، کاهش سرعت خون در عروق مغزی و افزایش مقاومت عروق از جمله پاسخ‌های فیزیولوژیک بدن به گرما هستند(۵-۳).

نتایج برخی از مطالعات نشان داده است که استرس گرمایی سبب تغییر در میزان ترشح و غلظت برخی از هورمون‌های پلاسما می‌گردد(۶،۷). McMorris و همکاران نشان دادند که استرس گرمایی سبب تغییر در غلظت پلاسمایی هورمون‌هایی مانند کورتیزول و نورآدرنالین می‌گردد(۸).

به نظر می‌رسد در درجه اول، دو هورمون مسئول تنظیم تولید حرارت در بدن هستند. کاتکول آمین‌ها مسئول پاسخ سریع و هورمون‌های تیروئیدی مسئول پاسخ کند به تنظیم حرارت داخل بدن هستند. Konits و همکاران به منظور تغییر در میزان متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی در هنگام استرس گرمایی، سطوح هورمون‌های تیروکسین(T4) و تری یدوتیرونین (T3) را در ۵ بیمار با دمای عمقی ۴۲ درجه‌ی سانتی‌گراد اندازه‌گیری نمودند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که در شرایط استرس گرمایی سطح هورمون تری یدوتیرونین(T3) در پلاسما در بیماران به یک دوم مقدار اولیه کاهش یافت اما افزایش ناچیزی در سطح هورمون تیروکسین پلاسما مشاهده گردید(۹). May و همکاران با مطالعه هورمون‌های تیروئیدی در شرایط استرس گرمایی در جوجه‌ها به نتایج متفاوتی دست یافتند. نتایج مطالعه آنان تغییری را در غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین در دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد در جوجه‌های تطابق یافته با گرما و جوجه‌های غیر تطابق یافته نشان نداد(۱۰).

در حدود ۲۵٪ از شاغلین مشغول به کار، در صنعت ریخته‌گری فعالیت می‌کنند(۱۱). بنابراین مسائل آسایش و سلامت آنان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. محیط کار این صنعت تاثیر زیادی بر سلامت شاغلین آن دارد. استرس گرمایی یکی از مشکلات موجود در این محیط کاری است(۳). دمای محیط کار شاغلین در کنار کوره و در نواحی ذوب فلز بسیار زیاد است(۳،۱۱). نتایج مطالعه Zhang و همکاران نشان داد که شدت استرس گرمایی در شاغلین ذوب فلز در صنعت ریخته‌گری مورد مطالعه ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در بخش قالب‌گیری ۲۹ درجه سانتی‌گراد بوده است(۱۲).

تاکنون مطالعات اندکی در زمینه تاثیر استرس گرمایی بر غلظت هورمون‌های تیروکسین(T4) و تری‌یدوتیرونین(T3) شاغلین مواجهه‌یافته صورت پذیرفته است و بیشتر مطالعات انجام شده بر تغییرات این هورمون‌ها در حیوانات مواجهه‌یافته با گرما تمرکز داشته‌اند. مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر استرس

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

گرمایی بر غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری‌یدوتیرونین شاغلین در سال ۱۳۹۲ در شهرستان ابهر در شاغلین یک صنعت ریخته‌گری انجام یافت.

**روش بررسی**

این مطالعه مقطعی در سال ۱۳۹۲ در شهرستان ابهر با مشارکت ۳۵ نفر از شاغلین یک صنعت ریخته‌گری انجام گردید. با استفاده از روش سرشماری جهت تعیین حجم نمونه، ۱۳۰ نفر از شاغلین کارخانه در نظر گرفته شدند و سپس با در نظر گرفتن مشاغل گرم(کارگران دارای مواجهه با دمای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد) ۸۶ نفر از شاغلین انتخاب گردیدند. شرایط ورود افراد به مطالعه شامل سالم بودن(بر اساس پرونده پزشکی مانند نداشتن سابقه اختلالات تیروئیدی مثل کم کاری یا پرکاری تیروئید)، داشتن دامنه سنی ۳۵-۲۰ سال و عدم مصرف دخانیات بود. در نهایت با در نظر گرفتن شرایط ورود افراد به مطالعه، ۲۵ نفر از شاغلین مرد تطابق یافته با گرمای محیط کار با ساعت کار روزانه ۱۲ ساعت(۷ صبح تا ۷ بعد از ظهر) از بخش‌های مختلف کارخانه در گروه مورد قرار گرفتند و ۱۰ نفر از پرسنل اداری که در معرض گرما نبودند به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند.

مطالعه با دریافت مجوز از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بهشتی و رضایت کامل شاغلین انجام یافت. سلامت جسمانی و روانی، قد و وزن، ورزش، فشار خون، دمای دهانی، علائمی که در هنگام مواجهه با گرما در افراد بروز می‌کند مانند تب و اسهال، و واکنش افراد به گرما توسط پرسشنامه مناسب جمع‌آوری گردید. با توجه به اینکه هدف از مطالعه، بررسی آثار حاد و مزمن گرما بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی مورد مطالعه بود، از شاغلین در دو نوبت قبل از مواجهه با گرما(ناشتا و پیش از شروع شیفت کاری) و پس از مواجهه با گرما(انتهای شیفت کاری) نمونه خون گرفته شد. ۱۰ سی‌سی نمونه خون از هر فرد توسط پرستار و بهداشت‌یار کارخانه دریافت گردید. جهت افزایش دقت آزمایشات، در روز نمونه‌برداری، به کارگران، غذای سبک، کم‌چرب و کم نمک داده شد و در طول آزمایش، هر فرد(با رضایت کامل) ۳ لیتر آب مصرف نمود. نمونه‌های هورمون‌های تیروئیدی پلاسما با رعایت شرایط نگهداری نمونه‌ها به آزمایشگاه فرستاده شد. آنالیز نمونه‌های خون با روش ELISA و توسط کیت‌های تهیه شده از شرکت پیشتاز طب تهران انجام و غلظت هورمون‌های T3 و T4 به ترتیب بر حسب نانوگرم بر میلی‌لیتر و پیکوگرم بر دسی‌لیتر قرائت گردید. محدوده طبیعی برای هورمون T3 معادل ۲/۱ تا ۰/۶ نانوگرم بر میلی لیتر و برای هورمون T4 معادل ۱۲/۵ تا ۴/۷ پیکوگرم بر دسی‌لیتر بود(۱۳).

پارامترهای جوی در اواسط ماه مرداد سال ۱۳۹۲ در ساعت ۴ الی ۵ بعدازظهر در ۷ ایستگاه کاری اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص‌های مربوطه ابتدا، گروه‌های شغلی تعیین و وظایف هر گروه شغلی مشخص گردید. با توجه به ناهمگن‌بودن محیط، مقدار شاخص WBGT در هر محل در سه ارتفاع مقابل قوزک پا(ارتفاع ۰/۱ متری از کف)، مقابل شکم(ارتفاع ۱/۱ متر) و مقابل سر(ارتفاع ۱/۷ متر) اندازه‌گیری شد. مقدار شاخص WBGT در هر ایستگاه کاری(برای هر وظیفه) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۴).

$$WBGT_i = \frac{WBGT_{head} + 2WBGT_{abdomen} + WBGT_{leg}}{4} \qquad (1)$$

مقدار $WBGT_{TWA}$ برای هر شغل با استفاده از مقدار $WBGT_i$ هر وظیفه(ایستگاه کاری) و با در نظر گرفتن زمان انجام هر وظیفه در هر ایستگاه کاری به صورت میانگین وزنی زمانی از رابطه ۲ محاسبه شد(۱۴).

$$WBGT_{TWA} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} t_i \times WBGT_i}{\sum_{i=1}^{i=n} t_i} \qquad (2)$$

پارامترهای دمای تر، خشک(دمای هوا) و دمای تابشی نیز در ایستگاه‌های کاری اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری دمای خشک از دماسنج معمولی استفاده شد. دماسنج مورد استفاده ساخت کشور ایران و دارای دامنه اندازه‌گیری ۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد با دقت ۱ درجه سانتی‌گراد بود. دمای تر به



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

وسیله یک دماسنج معمولی که دور مخزن آن فتیله تر پیچیده شده بود اندازه‌گیری شد. این دماسنج نیز ساخت ایران بوده و دارای دامنه ۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و دقت ۱ درجه سانتی‌گراد بود. برای اندازه‌گیری دمای تابشی از دماسنج گوی‌سان استفاده شد. دماسنج مورد استفاده ساخت کشور ایران و دارای دامنه صفر تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد و دقت ۱ درجه سانتی‌گراد بود.

میزان متابولیسم با استفاده از جداول مرتبط برآورد گردید(۱۴). از آنجایی که لباس کار کارگران از نوع لباس کار تابستانی بود (با ضریب مقاومت ۰/۶ کلو) لذا تصحیحی روی WBGTصورت نپذیرفت. میزان متابولیسم شاغلین در هر گروه شغلی با استفاده از جداول استاندارد و رابطه ۳ مشخص گردید(۱۴).

$$M_{average} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i \times M_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \qquad (3)$$

با توجه به اینکه استرسورهای محیطی از عوامل تاثیرگذار بر غلظت و میزان ترشح هورمون‌ها هستند، سر و صدا به عنوان یک عامل مداخله‌کننده اندازه‌گیری شد(۱۵،۱۶). تراز صدا با استفاده از صداسنج دیجیتال مدل MS 6701 به همراه کالیبراتور مدل TS 1356 تعیین گردید.

دامنه صدا در محیط کار ۸۰ -۷۴ دسی‌بل بود. میزان روشنایی با استفاده از لوکس متر دیجیتال مدلLX 13CB، ۶۰۰-۱۸۳ لوکس برآورد گردید که در محدوده توصیه شده بود(۱۴).

با توجه به اثر احتمالی اکسید آهن بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی(۱۷)، جهت حذف اثر احتمالی اکسیدهای آهن(ماده اولیه مورد استفاده در صنعت) بر نتایج مطالعه، میزان اکسیدهای آهن در هوا به کمک روش NIOSH 7303 با کمک پمپSKC(PCM TX-8, SKC, UK) به میزان ۲/۴ میلی‌گرم بر مترمکعب تعیین گردید(۱۸).این مقدار، کمتر از حدود مجاز توصیه شده(۵ میلی‌گرم بر مترمکعب) بود(۱۴). با توجه به اینکه کوره موجود در کارخانه الکتریکی و کاملاً سربسته بود و گداخت ماده اولیه در آن صورت می‌پذیرفت و نه ذوب آن، لذا مشکل دود و دمه در محیط وجود نداشت.

کلیه آزمون‌ها آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. ابتدا نرمال بودن داده‌های کمی با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف تعیین شد. میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای دموگرافیک شامل سن، شاخص توده بدنی و سابقه کار با استفاده از آزمون‌های توصیفی تعیین گردید. جهت تعیین ارتباط داده‌های قبل و پس از مواجهه، از آزمون T زوجی و ویل کاکس استفاده شد. جهت تعیین ارتباط میان شاخص دمای تر گویسان و دمای هوا با هورمون‌های تیروئیدی مورد مطالعه، آزمون رگرسیون به کار برده شد.

## نتایج

نتایج مطالعه نشان داد که رابطه معنی‌داری میان مشخصات دموگرافیک شاغلین در گروه مورد و شاهد وجود ندارد.

جدول ۱ اطلاعات دموگرافیک شاغلین را در هر دو گروه مورد و شاهد نشان می‌دهد. میزان مصرف انرژی در گروه‌های شغلی مورد بررسی با استفاده از جداول استاندارد تعیین گردید. جدول ۲ میزان مصرف انرژی شاغلین را در گروه‌های شغلی مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقایسه اطلاعات دموگرافیک شاغلین در دو گروه مورد و شاهد

| متغیر | گروه مورد<br>میانگین | گروه شاهد<br>میانگین | P-Value |
|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۲۹/۱ ± ۱/۲۴ | ۲۸/۹۹ ±۱/۴۸ | ۰/۱۳ |
| سابقه کار (سال) | ۳/۵۸±۲/۷۳ | ۳/۶۸±۱/۸۲ | ۰/۰۹۴ |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) | ۲۶/۴۹±۳/۰۳ | ۲۷/۳±۴/۱۶ | ۰/۰۸۷ |

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

جدول ۲: میزان مصرف انرژی شاغلین در گروه‌های شغلی مورد بررسی

| شغل | زیر شغل | میزان مصرف انرژی در زیر شغل (Kcal/min) | متابولیسم کل (Kcal/min) |
|---|---|---|---|
| | نظارت به کوره در داخل اتاقک | ۱/۳ | |
| پشت کوره | آچار زنی | ۸ | ۳/۷۳ |
| | استراحت تا نوبت بعدی | ۱/۳ | |
| | نظارت در نزدیکی غلتک | ۱/۳ | |
| کار روی غلتک | نظارت در فاصله ی ۷ متری از غلتک(محل استراحت) | ۱/۳ | ۱/۴۴ |
| | در آوردن شمش از روی ریل به کمک آچار | ۷ | |
| اپراتور دستگاه قیچی | نظارت | ۱/۴ | ۱/۴ |
| قیچی سر و ته زن | نظارت | ۱/۴ | ۱/۴ |
| شانه‌های ازگله | مرتب کردن میل گردهایی که پس از برخورد به استوپ صاف نشده‌اند | ۸ | ۸ |
| | جمع‌آوری میل گردهای معیوب | ۸ | |
| جک پشت کوره | کوره چی | ۱/۴ | ۱/۴ |
| انتقال شمش | هل دادن شمش‌های گداخته از کوره به داخل خط | ۶ | ۶ |

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای جوی در ۷ ایستگاه کاری نشان داد که میانگین دمای ترگویسان در ایستگاه‌ها ۳۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین دمای خشک و تابشی در این محیط ۴۰/۵۳ و ۶±۴۷/۵ درجه سانتی‌گراد بود(جدول ۳). نتایج مطالعه نشان داد که کلیه شاغلین در ایستگاه‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن میزان متابولیسم در هر شغل در دمای ترگویسان بالاتر از حدود استاندارد توصیه شده فعالیت نموده و تحت استرس گرمایی کار می‌کنند(۱۴).

نتایج بررسی آثار مزمن گرما بر هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین از طریق مقایسه غلظت هورمون‌ها در شاغلین گروه مورد پیش از مواجهه با گرما(نمونه خون گرفته شده پیش از شروع شیفت کاری) با مقادیر غلظت هورمون‌ها در گروه شاهد انجام یافت. نتایج مطالعه نشان داد که مواجهه طولانی مدت با گرما رابطه معنی‌داری با غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین ندارد(جدول ۴).

جدول ۳: نتایج اندازه‌گیری پارامترهای جوی و مقایسه با مقادیر استاندارد

| گروه شغلی | دمای هوا ($^oC$) | شاخص دمای تر گویسان ($^oC$) | مقدار مجاز ($^oC$) | وضعیت تنش گرمایی |
|---|---|---|---|---|
| پشت کوره | ۴۵/۵ | ۳۷/۳ | ۲۸/۵ | تحت استرس گرمایی |
| کار روی غلتک | ۵۱/۱ | ۳۹/۵ | ۳۲/۵ | تحت استرس گرمایی |
| اپراتور قیچی | ۳۷/۲ | ۳۴/۲ | ۳۲/۵ | تحت استرس گرمایی |
| قیچی سر و ته زن | ۲۷/۰ | ۳۱/۶ | ۳۱/۵ | تحت استرس گرمایی |
| شانه‌های ازگله | ۵۸/۶ | ۳۸/۹ | ۲۶ | تحت استرس گرمایی |
| جک پشت کوره | ۳۲/۰ | ۳۱/۹ | ۳۰/۵ | تحت استرس گرمایی |
| انتقال شمش | ۳۳/۴ | ۳۱/۸ | ۲۶ | تحت استرس گرمایی |

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

جدول۴: نتایج بررسی آثار مزمن گرما بر هورمون‌های تیروکسین (T4) و تری یدوتیرونین (T3)

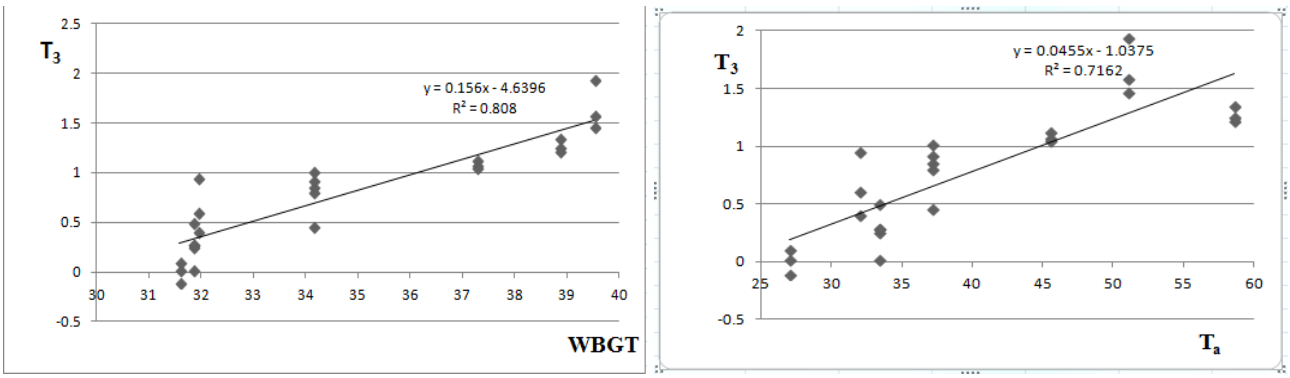
| متغیر | مورد(پیش از مواجهه با گرما) | شاهد | P- value | طبیعی |
|---|---|---|---|---|
| غلظت هورمون تری یدوتیرونین(T3) | ۱/۵۲±۰/۴۹ | ۱/۵۷±۰/۵۱ | ۰/۷۹ | ½ -۰/۶ (نانوگرم بر میلی‌لیتر) |
| غلظت هورمون تیروکسین(T4) | ۹/۴۸±۲/۰۵ | ۹/۶۶±۱/۳۲ | ۰/۱۷ | ۱۲/۵ -۴/۷ (پیکوگرم بر دسی‌لیتر) |

جهت بررسی آثار حاد گرما بر غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین، غلظت هورمون‌های شاغلین در گروه مورد پیش از مواجهه با گرما(نتایج اندازه‌گیری خون قبل از شروع شیفت کاری) و پس از مواجهه با گرما(نتایج اندازه‌گیری خون پس از پایان شیفت کاری) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که مواجهه کوتاه مدت با گرما(میانگین دمای ترگویسان ۳۵ درجه سانتی‌گراد) سبب کاهش معنی‌دار($P<۰/۰۰۱$) غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری‌یدوتیرونین در شاغلین می‌گردد(جدول ۵).

نتایج بررسی همبستگی میان غلظت هورمون‌های تیروئیدی شاغلین در گروه مورد با مقادیر WBGT و دمای هوا (ta) نشان داد که همبستگی بالایی میان غلظت هورمون تری یدوتیرونین(T3) و مقادیر WBGT و دمای هوا وجود دارد(شکل ۱). همبستگی ضعیفی میان غلظت هورمون تیروکسین(T4) و مقادیر WBGT ($R^2=۰/۰۰۸۹$) و دمای هوا (ta) ($R^2=۰/۰۰۷۹$) گزارش گردید

جدول۵: نتایج بررسی آثار حاد گرما بر هورمون‌های تیروکسین (T4) و تری یدوتیرونین (T3)

| متغیر | مورد (پیش از مواجهه با گرما) | مورد (پس از مواجهه با گرما) | P- value | طبیعی |
|---|---|---|---|---|
| غلظت هورمون تری‌یدوتیرونین (T3) | ۱/۵۲±۰/۴۹ | ۰/۷۵±۰/۲۲ | <۰/۰۰۱ | ۲/۱ -۰/۶ (نانوگرم بر میلی لیتر) |
| غلظت هورمون تیروکسین (T4) | ۹/۴۸±۲/۰۵ | ۷/۰۱±۲/۰۸ | <۰/۰۰۱ | ۱۲/۵ -۴/۷ (پیکوگرم بر دسی لیتر) |




شکل۱- رابطه تغییرات T3 با دمای هوا و WBGT در افراد مورد مطالعه

## بحث

تنش حرارتی به عنوان یکی از آلاینده‌های فیزیکی محیط کار بر سلامت شاغلین اثر دارد. با توجه به آثار حاد و مزمن گرما بر سلامت شاغلین، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر استرس گرمایی بر غلظت هورمون‌های تیروکسین(T4) و تری یدوتیرونین (T3) در شاغلین یک صنعت ریخته‌گری انجام یافت. نتایج مطالعه نشان داد که میانگین WBGT در ۷ ایستگاه اندازه‌گیری شده در این صنعت ۳۵ درجه سانتی‌گراد بوده و کلیه شاغلین تحت استرس گرمایی مشغول به فعالیت بودند.

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

نتایج مطالعه Haji Azimi و همکاران نشان داد که ۳۸٪ از شاغلین بخش ذوب فلزات در یکی از صنایع ذوب فلز، تحت استرس گرمایی مشغول به فعالیت بوده‌اند(۱۹). Negahban و همکاران میانگین شاخص دمای ترگویسان را در یکی از صنایع ذوب فلز و ریخته‌گری شهرتهران ۲۷/۶ درجه سانتی‌گراد گزارش نمودند(۲۰).

مقایسه‌ی میانگین WBGT در مطالعه حاضر با مطالعات ذکر شده نشان می‌دهد که میانگین شاخص دمای ترگویسان در صنعت ریخته‌گری در مطالعه حاضر بیشتر بوده و شاغلین صنعت مورد مطالعه در معرض خطر استرس گرمایی بیشتری هستند.

نتایج بررسی تاثیر گرما بر غلظت هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین پس از مواجهه کوتاه مدت با گرما(در طول یک شیفت کاری) نشان داد که یکی از آثار حاد مواجهه با گرما در شاغلین کاهش معنی‌دار غلظت هورمون‌های تیروئیدی است. نتایج بررسی غلظت هورمون‌های تیروئیدی در جوجه‌های مواجهه یافته با گرمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت در روز نشان داد که مواجهه با گرما سبب کاهش غلظت تری‌یدوتیرونین و افزایش اندک در غلظت هورمون تیروکسین می‌گردد(۲۱). همچنین نتایج آن مطالعه نشان داد که مواجهه حاد با گرما و استرس گرمایی ناشی از آن سبب ایجاد تغییرات فیزیولوژیک حاد در جوجه‌های مواجهه یافته می‌گردد(۲۱). Konits و همکاران میزان تغییر در متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی در هنگام استرس گرمایی در ۵ بیمار با دمای عمقی ۴۲ درجه سانتی‌گراد را اندازه‌گیری کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که در شرایط استرس گرمایی سطح هورمون تری یدوتیرونین(T3) در پلاسما در بیماران به یک دوم مقدار اولیه کاهش یافت اما افزایش ناچیزی در سطح هورمون تیروکسین پلاسما مشاهده گردید(۹).

مقایسه نتایج مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعه Konits و همکاران نشان می‌دهد که در هر دو مطالعه سطح هورمون تری یدوتیرونین در پلاسما پس از مواجهه حاد با گرما کاهش یافته است اما غلظت هورمون تیروکسین در مطالعه حاضر برخلاف مطالعه‌ی Konits و همکاران پس از مواجهه با گرما کاهش یافت. تفاوت این نتیجه ممکن است به دلیل تفاوت در میزان گرمایی باشد که افراد با آن مواجهه شده‌اند. از سایر دلایل وجود این اختلاف می‌توان به تفاوت در مدت مواجهه با گرما اشاره نمود.

اگر چه در بررسی آثار مزمن مواجهه با گرما، تفاوت معنی‌داری میان غلظت هورمون‌های تیروئیدی پلاسما در دو گروه مورد و شاهد یافت نشد اما غلظت هر دو هورمون مورد مطالعه، در گروه مورد پیش از مواجهه با گرما کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده در گروه شاهد بود. سطح پلاسمایی هورمون T3 در ۳۲٪ از افراد و هورمون T4 در ۱۲٪ از افراد گروه مورد پایین‌تر از مقادیر نرمال بود.

نتایج مطالعه Mitchell و همکارش نشان داده است که مواجهه طولانی مدت با گرما بر غلظت هورمون‌های T3 وT4 اثر داشته و ممکن است سبب هیپوتیروئیدیسم گردد(۲۲).

Rousset و همکاران نشان دادند که مواجهه مزمن رت‌ها با گرمای ۳۴ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش غلظت هورمون T4 گشته است که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد(۲۳).

این نکته به خوبی مشخص شده است که در بدن پستانداران، کاهش غلظت هورمون‌های تیروئیدی تلاشی برای کاهش گرمای تولید شده در بدن است. سازش با گرما فرآیندی است که روزها و هفته‌ها به طول می‌انجامد و شامل تغییر در سیگنال‌های هورمونی که پاسخ بافت هدف به محرک‌های محیطی را تغییر می‌دهد، می‌باشد. علاوه بر این، واکنش‌های سازش با گرما دارای یک لینک هورمونی از مسیر سیستم عصبی است که پاسخ سلول یا ارگان تحت تاثیر گرما را به این چالش زیست محیطی تغییر می‌دهد. سازش کوتاه‌مدت و بلندمدت با گرما سبب تغییر در وضعیت هورمون‌های درون ریز و کاهش غلظت هورمون‌های T3 و T4 می‌گردد(۲۴).

همبستگی بالای میان غلظت هورمون T3 با شاخص WBGT ($R^2$=۰/۸۲۵) و دمای هوا($R^2$=۰/۷۱۶۲) می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که تغییر در غلظت هورمون تری یدوتیرونین(T3) می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های استرین گرمایی مطرح شود. با توجه به اینکه استرسورهای محیطی(صدا، روشنایی و



[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

سایر آلاینده‌های موجود در محیط کار) از عوامل تاثیرگذار بر غلظت و میزان ترشح هورمون‌ها هستند و همچنین نتایج برخی از مطالعات اثر احتمالی اکسیدهای آهن بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی را در گونه‌های حیوانی مورد مطالعه تایید نموده است، اندازه‌گیری این عوامل تاثیرگذار صورت پذیرفت(۱۷-۱۵)، نتایج اندازه‌گیری صدا، روشنایی و مقدار اکسید آهن نشان داد که این پارامترها در محدوده مجاز توصیه شده قرار داشته و بنابراین آثار آنها بر میزان ترشح هورمون‌های تیروئیدی ناچیز و قابل چشم‌پوشی است. در این مطالعه ۱۵ نفر از شاغلین دارای کار سبک، ۳ نفر دارای کار سنگین و ۷ نفر دارای کار خیلی سنگین بودند. با توجه به اینکه بیشتر شاغلین دارای کار سبک بودند، اثر گرمای متابولیسم نادیده گرفته شد.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر، می‌توان به کم بودن حجم نمونه و عدم سنجش رابطه تغییرات پارامترهای خونی با سایر شاخص‌های استرس حرارتی و ارزیابی دقت آنها با یکدیگر جهت تعیین شاخصی که همبستگی بیشتری با پارامترهای ذکر شده دارد، اشاره نمود. همچنین در بررسی اثر مواجهه مزمن با گرما بر غلظت هورمون‌های تیروئیدی، بهتر است افراد دارای سابقه کار یکسان مورد بررسی قرار گیرند.

## نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که میانگین WBGT در ۷ ایستگاه اندازه‌گیری شده در این صنعت ۳۵ درجه سانتی‌گراد بوده و کلیه شاغلین تحت استرس گرمایی مشغول به فعالیت بودند.

مواجهه کوتاه مدت با گرما سبب کاهش غلظت هورمون‌های تیروکسین(T4) و تری یدوتیرونین(T3) در شاغلین گردید. همبستگی بالایی میان غلظت هورمون T3 و شاخص WBGT ($R^2$=۰/۸۲۵) و دمای هوا($R^2$=۰/۷۱۶۲) مشاهده شد. تغییر در غلظت هورمون تری یدوتیرونین (T3) می‌تواند به عنوان یکی از شاخص‌های استرین گرمایی مطرح باشد.

## سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از بخشی از پایان‌نامه خانم سحر نورلویی به راهنمایی دکتر محمد جواد جعفری است. نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و مسئولان و شاغلین شرکت فولاد سیادن ابراز می‌دارند

## *References*

*1*- Ramphal L. ***Heat stress in the workplace***. Bayl Univ Med Cent Proceedings 2000;13(4):349.

*2*- Morioka I, Miyai N, Miyashita K. ***Hot environment and health problems of outdoor workers at a construction site***. Ind Health 2006; 44(3): 474-80.

*3*- Jafari MJ, Hoorfarasat GH, Salehpour S, Khodakarim S, Haydarnezhad N. ***Comparison of correlation between wet bulb globe temperature, physiological strain index and physiological strain index based on heart rate with heart rate and tympanic temperature on workers in a glass factory.*** J safety promotion and injury prevention 2014; 2(1): 55-64. [Persian]

*4*- Wilson TE, Cui J, Zhang R, Crandall CG. ***Heat stress reduces cerebral blood velocity and markedly impairs orthostatic tolerance in humans.*** Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2006; 291(5): 1443-8.

*5*- Dehghan H, Mortazavi S, Jafari MJ, Maracy MR. ***Combined application of wet-bulb globe temperature and heart rate under hot climatic conditions: a guide to better estimation of the heat strain.*** Feyz, J Kashan Uni Medi Sci 2012; 16(2): 112-20. [Persian]

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

*6*- Follenius M, Brandenberger G, Oyono S, Candas V. ***Cortisol as a sensitive index of heat-intolerance.*** Physiol Behav 1982; 29(3): 509-13.

*7*- Sonnentag S, Fritz C. ***Endocrinological processes associated with job stress: Catecholamine and cortisol responses to acute and chronic stressors.*** Research in occupational stress and well-being 2006; 5: 1-59.

*8*- McMorris T, Swain J, Smith M, Corbett J, Delves S, Sale C, et al. ***Heat stress, plasma concentrations of adrenaline, noradrenaline, 5-hydroxytryptamine and cortisol, mood state and cognitive performance.*** Int J Psychophysiol 2006; 61(2): 204-15.

*9*- Konits P, Hamilton B, Pruce E, Whitacre M, Van Echo D. ***Serum thyroid hormone changes during whole body hyperthermia***. Cancer 1984; 54(11): 2432-5.

*10*- May J, Deaton J, Reece F, Branton S. ***Effect of acclimation and heat stress on thyroid hormone concentration.*** Poult Sci1986; 65(6): 1211-3.

*11*- More R, Sawant V, editors. ***Physiological profile of foundry workers in response to workplace environment.*** Biological Forum An Int J; 2010.

*12*- Zhang M, Qi C, Chen W, Lu Y, Du X, Li W, et al. ***Re-analysis of occupational hazards in foundry.*** Chinese J industrial hygiene and occup diseases 2010; 28(4): 280.

*13*- Norloei S. ***The influence of heat stress upon hematological and biochemical parameters of workers in a foundry industry*** [MSc thesis]. Shahid Beheshti Uni Med Sci 2014. [Persian]

*14*- Ministry of Health and Medical Education. ***Occupational exposure level***. 3th ed. Tehran: Institute for Environment Res Publication 2012. [Persian]

*15*- Mead MN. ***Noise pollution: the sound behind heart effects.*** Environ Health Perspect 2007;115(11):A536.

*16*- Marita KG, Kandregula S, Rao LN. ***Acute noise exposure effect on certain hematological parameters in tailors: a pilot study.*** Int J Biol Med Res 2012; 3: 1529-1531

*17*- Afkhami-Ardakani M, Shirband A, Golzade J, Asadi-Samani M, Latifi E, Kheylapour M et al. ***The effect of iron oxide nanoparticles on liver enzymes (ALT, AST and ALP), thyroid hormones (T3 and T4) and TSH in rats.*** J Shahrekord Uni Medi Sci 2013; 14(6): 82-88. [Persian]

*18*- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). ***NIOSH manual of analytical methods (NMAM).*** 4th ed. Cincinnati: DHHS (NIOSH) Publication; 1996: 94-113.

*19*- Haji Azimi E, Kavanin A, Aghajani M, Soleymanian A. ***Heat stress measurement according to WBGT index in smelters.*** J Mil Med 2011; 13(2): 59-64. [Persian]

*20*- Negahban A, Aliabadi M, Babayi Mesdaraghi Y, Farhadian M, Jalali M, Kalantari B et al . ***Investigating the association between heat stress and its psychological response to determine the optimal index of heat strain.*** J occup hygiene engineering 2014; 1(1): 8-15. [Persian]

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

***21***- Iqbal A, Decuypere E, Abd El Azim A, Kühn E. ***Pre-and post-hatch high temperature exposure affects the thyroid hormones and corticosterone response to acute heat stress in growing chicken.*** J Therm Biol 1990; 15(2): 149-53.

***22***- Mitchell M, Carlisle A. ***The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl.*** Comp Biochem Physiol A Comp Physiol 1992; 101 (1): 137-42.

***23***- Rousset B, Cure M, Jordan D, Kervran A, Bornet H, Mornex R. ***Metabolic alterations induced by chronic heat exposure in the rat: the involvement of thyroid function.*** Pflugers Arch 1984; 401(1): 64-70.

***24***- Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, Nardone A. ***Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants.*** Animal 2010; 4(07): 1167-83.

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]

# *Effects of heat stress on concentrations of thyroid hormones of workers in a foundry industry*

***Jafari MJ (PhD)[1], Norloei S (MSc)[2*], Omidi L (MSc)[3], Khodakarim S (PhD)[4], Bashash D(PhD)[5], Abdollahi MB(MSc)[6]***

[1,2,6] *Department of occupational health engineering, School of health, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran*

[3] *Department of occupational health engineering, School of public health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran*

[4] *Department of epidemiology, School of health, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran*

[5] *Department of hematology, School of allied medicine, Shahid Beheshti University of medical sciences, Tehran, Iran*

***Received***: 15/04/2014 ***Accepted***: 31/12/2014

## *Abstract*

***Introduction*:** Heat-related diseases are common disorders in many industries. Heat stress can cause changes in the secretion of some plasma hormones. The aim of this study was to determine the effects of heat stress on concentrations of serum triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4) hormones among foundry workers.

***Methods*:** This cross sectional study was carried out with 35 workers of a foundry industry in summer 2013. In order to investigate the relationships between chronic and acute effects of heat on concentrations of thyroid hormones, 10- cc blood sample was obtained and determined using ELISA kit. Indoor air parameters were measured in mid-August at 7 workstations in this industry. Paired t- test and Wilcoxon test were applied to determine the relationships between variables before and after heat exposure.

***Results*:** The WBGT index in the studied stations was 35°C and the mean of dry temperature and radiation was 40.53°C and 47.5± 6°C, respectively. The results of this research revealed that in the experimental group, the acute exposure to heat can cause significant decreases in the concentration of thyroid hormones and serum triiodothyronine ($p< 0.001$). A positive correlation was found between the concentration of T3 hormone among the workers, WBGT index, and the ambient air temperature.

***Conclusion*:** Acute exposure to heat can cause reduction in the levels of T3 and T4 hormones among the workers. Changes in the level of T3 hormone may be observed as one of the heat strain indexes.

***Key words*:** Thyroid hormones, Heat stress, WBGT index, Foundry industry.

***This paper should be cited as:***

Jafari MJ, Norloei S, Omidi L, Khodakarim S, Bashash D, Abdollahi MB. ***Effects of heat stress on concentrations of thyroid hormones of workers in a foundry industry.*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2015; 7(3): 69-79

***Corresponding author: Tel: 98 2122432040, Email: s.noori1366@yahoo.com***

[ Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-14 ]