بررسی افت بهره‌وری ناشی از استرس گرمایی در وظایف شغلی مختلف صیفی کاران شهرستان دره شهر

محمدرضا منظم اسماعیل پور[۱]- فریده گل‌بابایی[۲]- فریدون خدایاری[۳]*- کمال اعظم[۴]

fredkhodayari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۱

چکیده

مقدمه: گرما یکی از عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار است.مواجهه با گرما و ایجاد تنش گرمایی در فرد، علاوه بر تأثیر منفی بر سلامتی، بهره‌وری او را تحت تأثیر قرار می‌دهد.هدف از این پژوهش تعیین افت بهره‌وری ناشی از استرس گرمایی در وظایف شغلی مختلف صیفی کاران شهرستان دره شهر در فصل تابستان است.

روش کار: این مطالعه توصیفی– مقطعی در تابستان ۱۳۹۳ روی صیفی‌کاران شهرستان دره شهر انجام شد.پس از تعیین حجم نمونه، فعالیت‌های صیفی‌کاری به روش آنالیز سلسله مراتبی مشخص گردید و اندازه‌گیری WBGT بر اساس استاندارد ISO7243 انجام شد.مقدار متابولیسم با استفاده از استاندارد ISO8996 برآورد گردید. سپس با توجه به مقدار متابولیسم نوع کار مشخص شده، با دانستن WBGT و بار کاری و با استفاده از مدل ظرفیت کاری، افت بهره‌وری در وظایف مختلف صیفی‌کاری و نهایتا افت بهره‌وری کل محاسبه گردید.

یافته ها: میانگین WBGT برای فعالیت‌های شخم زدن، کرت بندی، کاشتن بذر، آبیاری، کودپاشی، وجین، سم پاشی و برداشت به ترتیب ۲۹/۹، ۳۱/۲۸، ۳۰/۶۶، ۳۱/۳۹، ۳۱/۹۹، ۳۱/۷۵، ۳۱/۰۸و ۳۰/۳ درجه سانتی گراد به دست آمد. میزان WBGT در مقایسه با مقدار استاندارد ISO7243 در تمام فعالیت‌های صیفی‌کاری، بیشتر از حد مجاز بود.بیشترین مقدار WBGT در فعالیت کودپاشی ۳۱/۹۹°c و کمترین مقدار آن در شخم زدن ۲۹/۹۸°C به دست آمد. نتایج آزمون آماری ANOVA تفاوت معناداری در WBGT در سه ارتفاع سر،کمر و قوزک پا نشان نداد. بیشترین مقدار افت بهره‌وری برای شغل وجین و کمترین مقدار آن برای شغل شخم زدن به دست آمد.مقدار افت بهره‌وری کل برای کار صیفی‌کاری ۶۹/۳ درصد در ساعت حاصل شد که ناشی از فعالیت فیزیکی بالا در محیط کار و انجام کار در فضای باز و قرار گرفتن در معرض تابش مستقیم خورشید، به دلیل استرس گرمایی وارد شده به کارگر است.

نتیجه گیری: بهره وری متغیری است که از گرمای محیط کار تأثیر می پذیرد. بر اساس نتایج این مطالعه، میزان بهره‌وری در وظایف شغلی مختلف صیفی‌کاران در اثر گرما کاهش پیدا می‌کند که این کاهش تحت تأثیر افزایش دما تشدید خواهد شد و ممکن است بر اقتصاد منطقه تأثیرگذار باشد.بنابراین نیاز به انجام مطالعات بیشتر به منظور بهینه کردن شرایط کار ضروری است.

کلمات کلیدی: *شاخص WBGT، استرس گرمایی، افت بهره‌وری،صیفی‌کاری*

۱- دانشیار،گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- استاد،گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- استادیار، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مقدمه

گرما یکی از عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار است که عمدتاً مشاغلی که در معرض دمای بالا،منابع گرمای تابشی،رطوبت زیاد، تماس مستقیم با اشیا داغ یا فعالیت‌های جسمی شدید هستند ایجاد تنش گرمایی می‌نمایند (Golbabaee, 1381). مطالعات نشان داده‌اند که در مواجهه با گرمای بیش از حد مجاز به دلیل محدودیت‌های فیزیولوژیکی بدن انسان، میزان تحمل کارگران و تداوم عملکرد آن‌ها دستخوش تغییر شده که بر سلامت کارگران تأثیر منفی گذاشته و عوارض زیادی از جمله خستگی ناشی از گرما، کرامپ عضلانی، گرمازدگی، جوش‌های گرمایی، علایم عصبی و روانی و کاهش بازده کاری در شاغلین محیط‌های گرم ایجاد می‌نماید. استرس گرمایی ترکیبی از بار گرمایی است که توسط عوامل محیطی و فردی روی بدن افراد تحمیل می‌شود (Hansen, 2008). با ارزیابی استرس گرمایی در میان کارگران در مکان‌های کاری متفاوت به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش دمای محیط کاری تأثیر قابل‌توجه و منفی بر روی بهره‌وری، نگرش، رضایت‌مندی و عملکرد کارگران دارد (Kjellstrom, 2009). در نتیجه آگاهی از تأثیرات شرایط محیط کار بر روی افراد برای بهبود بخشیدن به عملکرد و بهره‌وری کارگران در محیط کار مهم است. ازجمله مشاغلی که کارگران آن در معرض استرس حرارتی قرار دارند حرفه کشاورزی است. کارگران بخش کشاورزی در بین گروه‌های با خطر بالا، در تماس با گرما هستند (Kjellstrom, 2009). در بین کارگران حرفه کشاورزی، کارگران صیفی‌کار، به دلیل واقع‌شدن فصل کاشت صیفی‌جات در تابستان و فعالیت در فضای باز در معرض استرس حرارتی قرار دارند.مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی استرس حرارتی در محیط‌های کاری مختلف انجام شده و تأثیرات منفی گرما بر روی عملکرد و بهره‌وری نیروی انسانی گزارش شده‌است. در تحقیقی که در سال ۲۰۰۷ توسط Pranabkumar و همکارانش در خصوص محدودیت گرمایی انسان در مواجهه با گرما در کشاورزان انجام گرفت، استرس گرمایی در کشاورزان در یک منطقه در جنوب هند مورد بررسی قرار گرفت.در این مطالعه که روی افراد تطابق یافته انجام شد، محدوده تغییرات دما برای دمای خشک محیط بین ۳۵ تا ۵۰درجه سانتی‌گراد،دمای تر طبیعی ۴۲-۲۷، دمای گویسان ۵۱-۴۱ و هم‌چنین مقدار متابولیسم بین ۲۷۵ تا ۶۰۰ وات بر ساعت اندازه‌گیری شد. مقدار WBGT به دست آمده برای کار کشاورزی ۳۴/۴-۴۲/۲ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. براساس مطالعه انجام‌شده، کارگران بخش کشاورزی در معرض استرس گرمایی قرار دارند (Nag, 2007). در سال ۲۰۰۹ تحقیقی توسط TordKjellstrom در خصوص تغییرات آب و هوا و تأثیر آن بر بهره‌وری کشاورزان انجام گرفت. نتایج حاصله بیانگر کاهش بهره‌وری با افزایش دما بود. البته در این تحقیق برآوردی در خصوص افت بهره‌وری با توجه به اندازه‌گیری‌های محیطی انجام گرفت و اندازه‌گیری در محیط کار توسط او انجام نشد (Kjellstrom, 2009). در سال Singh, 2013 و همکارانش با مطالعه در زمینه اثر گرما بر سلامتی و بهره‌وری کارگرانی که در محیط‌های صنعتی گرم و در فضای باز کار می‌کنند دریافتند که در دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد سلامتی و بهره‌وری کارگران کاهش پیدا می‌کند. از طرفی در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد در مشاغل طاقت‌فرسا

میزان بهره‌وری یک سوم کاهش می‌یابد (Sin-gh, 2013). درمطالعه‌ای دیگر که توسط Lund-gren و همکارانش در زمینه اثرات استرس گرمایی بر جمعیت گرمایی هنگام مواجهه با تغییرات دما انجام شد، مشخص شد که افزایش دما به خصوص در کارهای فیزیکی بهره‌وری را کاهش می‌دهد. در نتیجه اقتصاد جهان می‌تواند منقبض شود که تأثیر آن بر کشورهای در حال توسعه که در مناطق گرمسیری قرار دارند بیشتر است (Langkulsen, 2011). از این رو بررسی استرین گرمایی جهت مشخص کردن تأثیرات منفی آن بر روی افراد و کنترل آن به منظور بالا بردن بهره‌وری افراد و افزایش کیفیت و کمیت تولیدات امری ضروری است. جهت اندازه‌گیری و ارزیابی استرس حرارتی در محیط‌های شغلی از شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. این شاخص‌ها بیانگر میزان تنش حرارتی در محیط کار می‌باشند (Serivastava, 2000). شاخص WBGT یا دمای تر گو یسان از شاخص‌های استرس حرارتی می‌باشد که با در نظر گرفتن دمای تر، دمای خشک هوا و گرمای تابشی شرایط گرمایی محیط را به صورت یک عدد نشان می‌دهد. این شاخص در عین سادگی از راندمان بالایی در ارزیابی شرایط گرمایی محیط برخوردار است (Serivasta, 2000). با توجه به این مهم که نیروی انسانی زیادی در بخش کشاورزی در کشور کار می‌کند و حاصل فعالیت آن‌ها اثر مستقیم بر روی اقتصاد کشور دارد و از آن‌جایی که تا کنون در زمینه بررسی افت بهره‌وری شغلی ناشی از استرس گرمایی در صیفی‌کاران در کشورمان مطالعه‌ای انجام نگرفته است، این پژوهش باهدف تعیین افت بهره‌وری ناشی از استرس گرمایی در وظایف شغلی مختلف صیفی‌کاران شهرستان دره شهر انجام شد.

روش کار

این مطالعه توصیفی - مقطعی در تابستان ۱۳۹۳ روی کشاورزان صیفی‌کار شهرستان دره شهر از توابع استان ایلام انجام شد.شهرستان دره شهر با ۲۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و ۱۰۰۰۰نفر بهره‌بردار کشاورزی با آب و هوای گرم و خشک، در ارتفاع ۶۵۰ متری از سطح دریا، در جنوب شرق استان ایلام قرار دارد. وضعیت پارامترهای دما و رطوبت نسبی در ده سال گذشته در منطقه مورد پژوهش در جدول ۱ آورده شده است. شهرستان دره شهر به دلیل دسترسی به آب کشاورزی قطب تولید صیفی‌جات در استان ایلام است.سطح زیر کشت صیفی‌جات در این شهرستان معادل ۲۳۰۰ هکتار و شاغلین این بخش ۲۵۰۰ نفر می‌باشند . جهت انجام مطالعه، نمونه‌ها به صورت تصادفی و در پنج روستا جهت تعمیم به کل جمعیت صیفی‌کاران انتخاب شد. به منظور تعیین حجم نمونه، از آن‌جا که تا کنون مطالعه‌ای در این زمینه انجام نشده بود، ابتدا مطالعه مقدماتی یا pilot study انجام گرفت. به منظور انجام مطالعه مقدماتی، روستای عباس‌آباد واقع در ۱۵ کیلومتری شمال شهر دره شهر با سطح زیر کشت صیفی ۸۰۰ هکتار و ۴۶۰ نفر کشاورز به صورت تصادفی انتخاب شد. برای انتخاب حجم نمونه، دمای تر گویسان در سه ناحیه پا، کمر و سر، در هر ناحیه ۵ اندازه‌گیری، در ۱۰ نفر از جمعیت مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. انحراف معیار به دست آمده در این مطالعه مقدماتی برابر ۲,۹۷ بود با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۶ درصد خطای برآورد و نیز با در نظر گرفتن خطای نمونه‌گیری و اثر طرح حجم نمونه ۱۸۰ نفر تعیین شد. لذا برای هر سطح از کار (کاشت،

داشت و برداشت) تعداد ۶۰ نمونه در نظر گرفته شد. اطلاعات دموگرافیک افراد از طریق پرسش‌نامه و به صورت حضوری تکمیل گردید. در ابتدا به منظور تعیین فعالیت‌های مختلف کار صیفی‌کاری از روش آنالیز شغلی سلسله مراتبی Hierarchical task analysis (HTA) استفاده شد و پس از مصاحبه با کارگران به شرح ذیل مشخص گردید:

شیوه آنالیز شغلی سلسله مراتبی به صورت زیر است:

۱- تعیین نوع حرفه
۲- تعیین نوع شغل
۳- تعیین وظایف
۴- تعیین زیر وظیفه‌ها
۵- تعیین عناصر اولیه حرکتی

بر این اساس، حرفه کشاورزی از مشاغلی مانند باغداری، شالی‌کاری،صیفی کاری،سبزی کاری و .... تشکیل شده است. شغل صیفی‌کاری شامل وظایف کاشت، داشت و برداشت است. مرحله کاشت شامل شخم زدن، کرت بندی و کاشتن بذر است. فعالیت داشت شامل مراحل آبیاری، کودپاشی، وجین و سم پاشی است. به منظور اندازه‌گیری مؤلفه‌های شاخص WBGT (دمای خشک، دمای ترگویسان و دمای تر طبیعی) از WBGT متر کالیبره شده ساخت شرکت Casella مدل MK427JY با دقت اندازه‌گیری ۰/۱ درجه سانتی‌گراد و به منظور اندازه‌گیری سرعت جریان هوا از آنمومتر حرارتی دیجیتالی VT50 ساخت کشور فرانسه با دقت ۰/۰۱ متر بر ثانیه استفاده شد. با توجه به آنالیز به عمل آمده و علی‌رغم متجانس بودن محیط، به منظور افزایش دقت، اندازه‌گیری WBGT در سه ارتفاع سر،کمر و قوزک پا، مطابق با استاندارد ISO7243 برای مشاغل مختلف کار صیفی‌کاری انجام گرفت. بر اساس این استاندارد ضریب تصحیح لباس ۰,۶ کلو در نظر گرفته شد. اندازه‌گیری WBGT مطابق با زمان کار کارگران در فعالیت‌های مختلف، انجام شد. زمان انجام کار در شغل شخم زدن از ساعت ۸-۱۳ و ۱۴ -۲۰، در شغل کرت بندی۸-۱۲و۱۵-۲۰،در شغل کاشت ۸-۱۲و۱۶-۲۰، در مشاغل آبیاری، کودپاشی و سم پاشی ۱۶-۲۰، در شغل وجین ۸-۱۲و۱۶-۲۰ و در شغل برداشت از ساعت ۱۵ -۲۰ است. سپس مقدار متابولیسم را بر اساس نوع فعالیت و وضعیت بدن در حین کار مطابق با استاندارد ISO8996 محاسبه نموده و با توجه به میزان متابولیسم، نوع کار (از نظر سختی) با توجه به جدول ۲ مشخص گردید. سپس با داشتن مقدار WBGT و بار کاری با استفاده از مدل ظرفیت کاری (شکل ۱)، (Kjellstrom *et al.*, 2009) ظرفیت انجام کار و افت بهره‌وری در مشاغل مختلف در ساعت برآورد شده و با یک‌دیگر مقایسه شد. مدل ظرفیت کاری در سال ۲۰۰۹ توسط TordKjellstrom با استفاده از استانداردهای ISO و NIOSH به منظور تعیین حداکثر ظرفیت کارایی افراد ارایه گردید. در این مدل با استفاده از میزان WBGT و مقدار متابولیسم شغل مورد نظر مقدار ظرفیت کار به‌صورت درصد معین می‌شود و سپس افت بهره‌وری با استفاده از فرمول ۱ مشخص می‌گردد. به عبارتی بر اساس این فرمول هر چه ظرفیت انجام کار کمتر شود، میزان افت بهره‌وری افزایش می‌یابد. به‌منظور بررسی شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرهای مستقل (دمای خشک، دمای تر طبیعی، دمای گویسان، سرعت جریان

هوا و رطوبت نسبی) و متغیر وابسته (WBGT) از آمار توصیفی استفاده گردید.برای تعیین اختلاف بین سطوح اندازه‌گیری (ارتفاع سر، ارتفاع تنه و ارتفاع قوزک پا) از آزمون ANOVA و نرم‌افزار spss نسخه ۱۶ بهره گرفته شد.

فرمول ۱: ظرفیت کاری = ۱- افت بهره وری

۱)کلاسهای مقدار متابولیسم شامل:

۰= استراحت،M<W۱۱۷؛

۱ = سبک ۱۱۷<M<W۲۳۴؛

متوسط،۲۳۴<M<W۳۶۰؛

سخت ۳۶۰<M<W۴۶۸؛

خیلی سخت M>W۴۶۸؛

۲) طبق استاندارد ایزو (ISO7243)، اگر مقادیر WBGT از مقادیر ارایه شده بیشتر باشد ضروری است که استرس حرارتی مستقیم در محیط کار کاهش پیدا کند. این اعداد نماینده مقدار متوسط WBGT است بنابراین مقادیر پایین حدود تماس ممکن است قابل‌قبول باشد. زیرا تعدادی از افراد ممکن است حساسیت بیشتری نسبت به گرما داشته باشند.

نکته: مطابق با توصیه‌های NIOSH و ISO اگر کارگر از لباس کامل یا از لباس حفاظتی استفاده کند، این مقادیر باید کاهش پیدا کنند (ISO7243, 1989) و (NIOSH, 1986).

در اینجا فرض خواهد شد که ۲۰۰ وات=کار سبک، ۳۰۰ وات = کار متوسط، ۴۰۰وات = کار سنگین و ۵۰۰ وات = کار خیلی سنگین است.

یافته ها

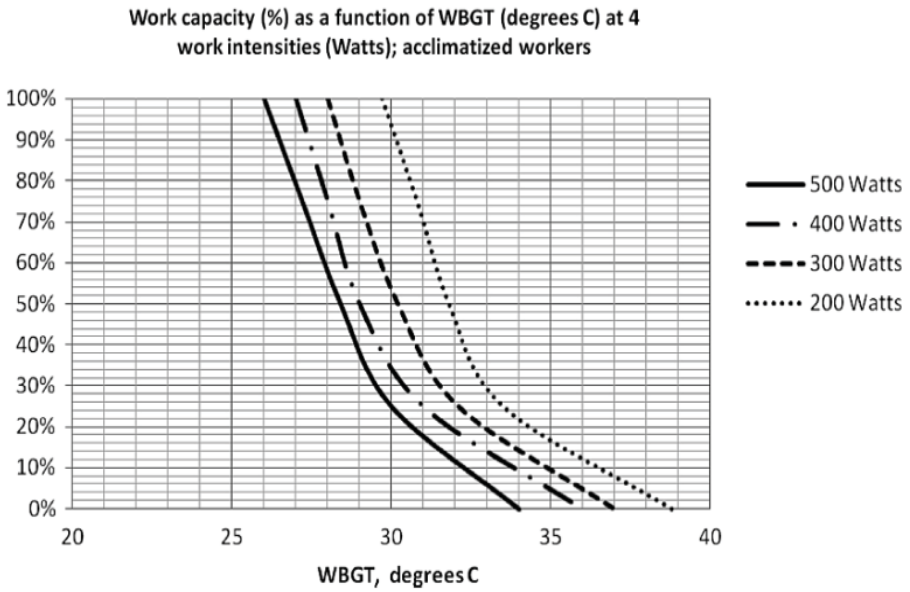
از کل ۱۸۰ نفر افراد مورد مطالعه، برای هر سطح نمونه‌برداری ۶۰ نفر در نظر گرفته شد و در وظایف مربوط به هر سطح نمونه‌برداری، تعداد

جدول۱. میانگین پارامترهای دما و رطوبت نسبی در ده سال گذشته در شهرستان دره شهر

ردیف	سال	میانگین دمای سالیانه(°C)	میانگین دما در فصل تابستان(°C)	میانگین رطوبت نسبی سالیانه %	میانگین رطوبت نسبی درفصل تابستان%
۱	۱۳۸۳	۲۰/۸	۴۲/۳۳	۴۵	۲۳/۳۳
۲	۱۳۸۴	۲۱/۱	۴۲/۴۳	۴۴	۲۳/۳۳
۳	۱۳۸۵	۲۰/۵	۴۲/۶۳	۴۹	۲۱/۶۶
۴	۱۳۸۶	۲۰/۶	۴۲/۵۳	۴۵	۲۴/۳۳
۵	۱۳۸۷	۲۱/۷	۴۳/۲۳	۴۲	۲۳/۶۶
۶	۱۳۸۸	۲۱/۴	۴۲/۱۳	۴۸	۲۵/۶۶
۷	۱۳۸۹	۲۲/۱	۴۳/۴۳	۴۲	۲۰/۶۶
۸	۱۳۹۰	۲۰/۸	۴۲/۹۶	۴۱	۲۱/۳۳
۹	۱۳۹۱	۲۲/۱	۴۳/۰۶	۴۶	۲۲/۶۶
۱۰	۱۳۹۲	۲۰/۸	۴۳/۲	۵۰	۳۴/۶۶

جدول ۲. مقادیر دمای تر گو یسان مرجع بر حسب درجه سانتی‌گراد در سطوح مختلف کاری با توجه به سختی کار (ISO۷۲۴۳, ۱۹۸۹) بر حسب وات، با لباس سبک

کلاس میزان متابولیسم	استراحت ۰	کار سبک ۱	کارمتوسط ۲	کار سنگین ۳	کار خیلی سنگین ۴
مقدار تقریبی متابولیسم۱(W)	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰
مقدارWBGTمرجع۲(c°)	۳۳	۳۰	۲۸	۲۵	۲۳



شکل۱. نمودار ارتباط بین ظرفیت کاری (بر حسب درصد) و WBGT (c°) برای ۴ سطح کاری

جدول ۳. میانگین مقادیر شاخص‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه بر حسب نوع وظیفه

نوع وظیفه	سن(سال)	قد(سانتی‌متر)	وزن(کیلوگرم)	سابقه کار (سال)
شخم زدن	۴۵/۸۵	۱۷۴/۲	۷۵/۲	۱۶
کرت بندی	۴۶/۹	۱۷۵/۶	۷۹/۵	۱۵/۷۵
کاشت بذر	۴۱/۹۵	۱۷۴/۷۵	۷۳/۹۵	۱۲/۶
آبیاری	۵۰/۳۳	۱۷۷	۷۴/۴	۱۷/۷۳
کودپاشی	۵۰	۱۷۶	۷۳/۴۶	۱۴/۴۶
وجین	۴۳/۱۳	۱۷۲/۱۳	۷۶/۶	۱۰/۵۳
سم پاشی	۴۹	۱۷۴	۷۲/۵	۱۶/۶۶
برداشت	۴۳/۴۶	۱۷۳/۱۵	۷۳/۶۵	۱۲/۶

نمونه‌ها به طور مساوی انتخاب گردید. تمامی نمونه ها بومی منطقه بوده لذا با دمای محیط سازگاری داشتند. موقعیت مکانی روستاهای مورد مطالعه(روستاهای عباس‌آباد، وحدت آباد، وزیر آباد، جهاد آباد و شیخ مکان) در شکل ۲ آمده است. در مشاغل کاشتن بذر، وجین و برداشت، به دلیل فعالیت زنان در مشاغل مذکور و با توجه به تعداد کم آن‌ها نسبت به کارگران مرد، یک سوم نمونه‌ها از کارگران زن انتخاب شدند. در سایر مشاغل(شخم زدن،کرت بندی،آبیاری،کودپاشی و سم پاشی) تمام نمونه‌ها مرد بودند.مشخصات دموگرافیک آن‌ها از جمله سن، سابقه کار،قد و وزن گردآوری شد. وضعیت این مشخصات در جدول ۳ آمده است. میانگین شاخص دمای تر گویسان (WBGT) برای فعالیت‌های شخم زدن، کرت بندی، کاشتن بذر، آبیاری، کودپاشی، وجین، سم پاشی و برداشت به ترتیب۲۹/۹، ۳۱/۲۸، ۳۰/۶۶، ۳۱/۳۹، ۳۱/۹۹، ۳۱/۷۵، ۳۱/۰۸و ۳۰/۳ درجه سانتی گراد به دست

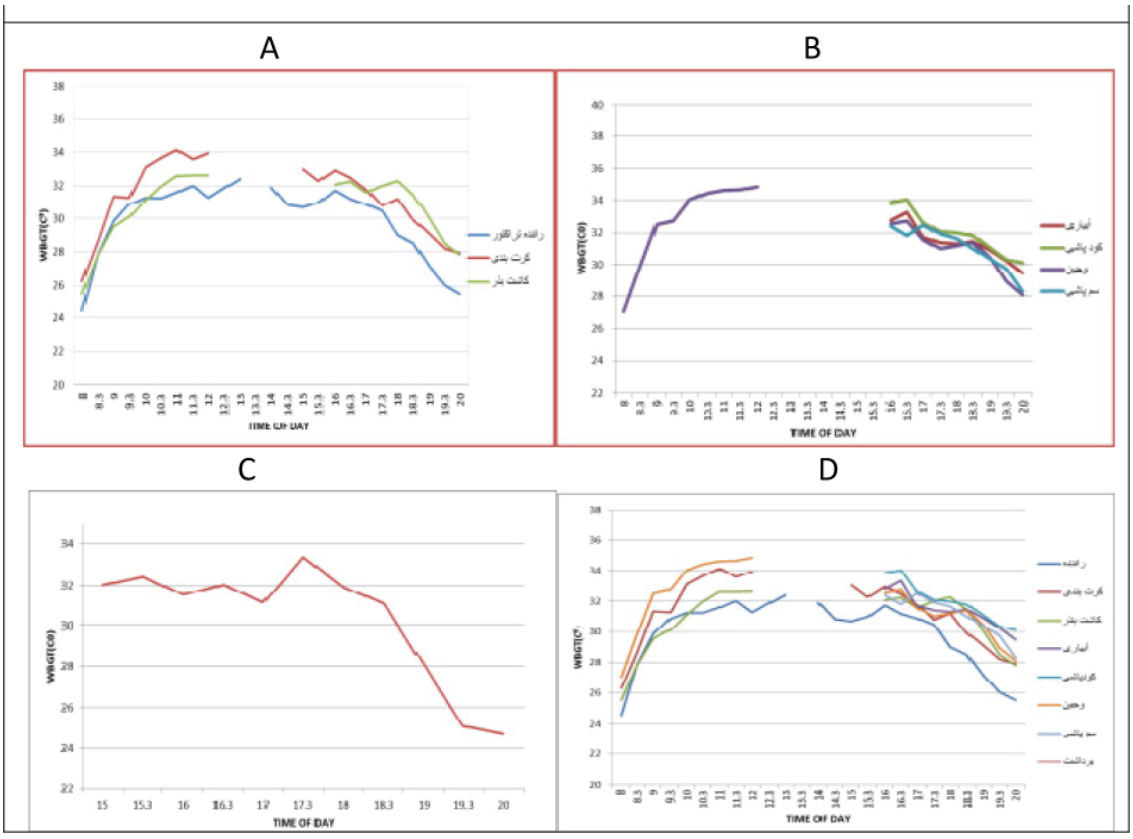
شکل۲. موقعیت مکانی روستاهای مورد مطالعه در شهرستان دره شهر

جدول ۴. میانگین پارامترهای جوی و شاخص WBGT برای وظایف مختلف کار صیفی‌کاری

نوع وظیفه	متغیر ← / شاخص آماری	دمای تر طبیعی (°C)	دمای خشک (°C)	دمای گویسان (°C)	سرعت جریان هوا m/s	رطوبت نسبی %	WBGT (°C)
شخم زدن	میانگین	۲۴/۲۸	۳۸/۸۳	۴۵/۵۲	۰/۸	۲۲/۷۲	۲۹/۹۸
	انحراف معیار	۱/۸۴	۳/۶۳	۳/۴۵	۰/۲۸	۵/۳۸	۲/۲۳
کرت بندی	میانگین	۲۵/۳۹	۴۱/۶۱	۴۶/۷۲	۰/۳۲	۲۳/۴۵	۳۱/۲۸
	انحراف معیار	۱/۷۱	۳/۰۶	۳/۹۱	۰/۴۵	۵/۵۴	۲/۱۷
کاشتن بذر	میانگین	۲۵/۱۱	۳۹/۲۱	۴۵/۸۱	۰/۳۷	۲۷	۳۰/۶۶
	انحراف معیار	۱/۳۵	۳/۴۹	۴/۴۴	۰/۱۷	۳/۵۹	۲/۰۷
آبیاری	میانگین	۲۵/۱۲	۴۳/۹۶	۴۷/۰۶	۰/۶۴	۳۶/۰۶	۳۱/۳۹
	انحراف معیار	۱/۳۷	۱/۶۱	۰/۶۳	۰/۱۷	۴/۱۵	۱/۷۱
کودپاشی	میانگین	۲۵/۹۵	۴۴/۰۹	۴۷/۰۸	۰/۳۳	۳۶/۷۳	۳۱/۹۹
	انحراف معیار	۱/۶۹	۱/۶۴	۰/۶۵	۰/۰۸	۴/۷۹	۱/۳۷
وجین	میانگین	۲۶/۲۱	۴۱/۴۲	۴۶/۳۴	۰/۳۲	۲۹/۲۳	۳۱/۷۵
	انحراف معیار	۱/۷۵	۳/۳۲	۳/۸۶	۰/۱۸	۲/۹۵	۲/۲۵
سم پاشی	میانگین	۲۴/۹۴	۴۱/۶۷	۴۷/۲۵	۰/۲۲	۳۵/۶۴	۳۱/۰۸
	انحراف معیار	۱/۰۹	۱/۶۹	۲/۵۶	۰/۰۵	۴/۰۷	۱/۳۹
برداشت	میانگین	۲۴/۱۲	۴۱/۴	۴۶/۳۵	۰/۳۶	۲۲/۴۳	۳۰/۳
	انحراف معیار	۲/۰۴	۳/۵۸	۶/۲۱	۰/۰۹	۲/۹۶	۲/۹۷

آمد. نتایج ارزیابی استرس حرارتی در جدول ۴ آمده است. نتایج حاصل از جدول ۴ بیانگر این است که بر اساس استاندارد ISO7243 میانگین WBGT در تمام وظایف کار صیفی‌کاری، بیش از مقدار حد مجاز بود و این نتیجه حاکی از آن است که تمام کارگران در معرض استرس حرارتی قرار دارند.

با توجه به جدول ۴ بیشترین مقدار WBGT در شغل کودپاشی (۳۱/۹۹ °C) و کمترین مقدار آن در شغل شخم زدن (۲۹/۹۸ °C) به دست آمد. مطابق با زمان انجام مشاغل مختلف در طول فصل صیفی‌کاری و با توجه به تغییر میزان تابش خورشید در طول روز،میزان WBGT، در طول



شکل۳. تغییرات میزان WBGT در ساعات مختلف روز کاری در مراحل مختلف کار صیفی‌کاری، A: مرحله کاشت،B: مرحله داشت،C: مرحله برداشت،D: کل مراحل کار صیفی‌کاری

روز و در زمان انجام کار، مقادیر متفاوتی را نشان می‌دهد. مقادیر WBGT اندازه‌گیری شده در طول مدت کار برای وظایف مرحله کاشت، داشت و برداشت و کل مراحل کار صیفی‌کاری به صورت شکل ۲ بیان شده است.

با توجه به نمودارهای شکل ۲ در مشاغل مرحله کاشت و در شغل وجین که در دو نوبت صبح و بعدازظهر انجام می‌شوند بیشترین مقدار WBGT در ساعت ۱۱ الی۱۳ و در مشاغلی که فقط در نوبت بعدازظهر انجام می‌شوند در ساعت ۱۶ الی ۱۷ وجود دارد. در نتیجه بیشترین میزان استرس حرارتی در این ساعات رخ می‌دهد. میزان متابولیسم بر اساس استاندارد ISO8996 محاسبه شد که در جدول شماره ۵ آمده است. سختی کار بر اساس میزان متابولیسم تعیین و با توجه به سختی کار و مقدار استرس حرارتی، میزان افت بهره‌وری برای مشاغل مختلف محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۵ بیان شده است.

با توجه به جدول ۵ بیشترین مقدار متابولیسم برای شغل وجین و کمترین مقدار متابولیسم برای شغل کاشت بذر به دست آمد. نوع کار در مشاغل کرت بندی، وجین و برداشت از نوع سنگین و در مشاغل شخم زدن، کاشتن بذر، آبیاری، کودپاشی و سم پاشی از نوع متوسط است. بیشترین مقدار افت بهره‌وری برای شغل وجین به‌دست آمد، زیرا کارگران در این شغل

جدول۵. میزان متابولیسم، نوع کار و میزان افت بهره‌وری برای مشاغل مختلف صیفی‌کاری

متغیر ← / شغل	میزان متابولیسم (وات)	نوع کار (سختی)	افت بهره‌وری (درصد در ساعت)
شخم زدن(راننده تراکتور)	۲۷۶/۳۷	متوسط	۴۸
کرت بندی	۴۳۶/۹۷	سنگین	۷۷
کاشت بذر	۲۷۴/۷۵	متوسط	۵۵
آبیاری	۲۹۰/۵۴	متوسط	۷۰
کودپاشی	۳۲۴/۶۶	متوسط	۷۵
وجین	۴۷۹/۳	سنگین	۸۰
سم پاشی	۳۴۷/۸۶	متوسط	۶۶
برداشت	۴۳۱/۷۶	سنگین	۷۲

متحمل بار کاری سنگین شده و از طرف دیگر به دلیل استرس حرارتی بالایی که به آن‌ها وارد می‌شود مقدار بهره‌وری افت شدید خواهد داشت. کمترین مقدار افت بهره‌وری برای شغل شخم زدن (راننده تراکتور) به‌دست آمد. با توجه به سختی کار مشاغل مختلف و با توجه به مقدار استرس حرارتی که کارگران در هر شغل دریافت می‌کنند مقدار افت بهره‌وری برای شغل صیفی‌کاری ۶۹/۳ درصد در ساعت حاصل شد. با توجه به نتایج آزمون آماری a nova اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف اندازه‌گیری (ارتفاع سر، کمر و قوزک پا) به دست نیامد.

بحث و نتیجه‌گیری

بخش قابل‌توجهی از نیروی در مشاغل مختلف کار کشاورزی مشغول هستند. کشاورزان در فضای باز و در تماس مستقیم با شرایط جوی محیط کار قرار دارند. استرس گرمایی از جمله مهم‌ترین مخاطرات محیط کار آن‌ها است. در مواجهه با گرمای بیش از حد مجاز به دلیل محدودیت‌های فیزیولوژیکی بدن انسان، میزان تحمل کارگران و تداوم عملکرد آن‌ها دست‌خوش تغییر شده که بر سلامت کارگران تأثیر منفی گذاشته و عوارض زیادی از جمله خستگی ناشی از گرما، کرامپ عضلانی، گرمازدگی، جوش‌های گرمایی، علایم عصبی و روانی و کاهش بازده کاری در شاغلین محیط‌های گرم ایجاد می‌نماید. این مساله در محیط‌های کاری که مستلزم انجام فعالیت فیزیکی بالا هستند بیشتر نمود پیدا می‌کند. در شرایط وجود استرین گرمایی، به دلیل ایجاد تنش در فرد، پاسخ‌های فیزیولوژیکی وی از وضعیت طبیعی خارج می‌شود و همین امر سبب می‌گردد علاوه بر تأثیر منفی بر فعالیت طبیعی بدن فرد، عملکرد و توان فیزیکی او کاهش پیدا کند. کارگران صیفی‌کار با توجه به نوع کار آن‌ها در معرض تابش مستقیم خورشید می‌باشند از طرفی دیگر انجام فعالیت فیزیکی بالا در محیط کار سبب افزایش تنش حرارتی ایجادشده و کاهش بهره‌وری می‌گردد از این رو بررسی استرس گرمایی و تأثیر آن بر بهره‌وری افراد و کنترل آن به منظور بالا بردن توان انجام کار در افراد امری ضروری است. با استفاده از روش آنالیز سلسله مراتبی، شغل صیفی کاری که از جمله مشاغل

حرفه کشاورزی است از وظایف کاشت، داشت و برداشت تشکیل شده است. مرحله کاشت شامل شخم زدن، کرت بندی و کاشتن بذر است. فعالیت داشت شامل مراحل آبیاری، کودپاشی، وجین و سم پاشی است. مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی استرس حرارتی با استفاده از شاخص WBGT بر اساس استانداردISO۷۲۴۳ با مقادیر توصیه‌شده توسط سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO) نشان داد که در تمام فعالیت‌های صیفی‌کاری، متوسط WBGT اندازه‌گیری شده بالاتر از حد مجاز قرار دارد. این نتیجه با نتایج حاصل از مطالعات دیگر هم‌سو است.Pranab Kumar و همکارانش در مطالعه‌ای که در خصوص محدودیت گرمایی انسان در مواجهه با گرما در کشاورزان انجام دادند، استرس گرمایی در کشاورزان را در یک منطقه در جنوب هند مورد بررسی قراردادند. با توجه به نتایج به دست آمده توسط آن‌ها کارگران حرفه کشاورزی در معرض استرس حرارتی بالا قرار دارند (Nag, 2007). از طرفی بر اساس مطالعه‌ای که langkulsen و همکارانش در تایلند انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که کارگران کشاورزی به دلیل کار در فضای باز و تابش مستقیم نور خورشید، بیشتر از صنایع مورد بررسی دیگر در معرض استرس حرارتی قرار دارند (Langkulsen, 2011). با توجه به نتایج حاصل‌شده، در مرحله کاشت بیشترین مقدار WBGT اندازه‌گیری شده مربوط به شغل کرت‌بندی (۳۱/۲۸ درجه سانتی‌گراد) و کمترین مقدار آن برای راننده تراکتور (۳۰ درجه سانتی‌گراد) به دست آمد. در مرحله داشت، بیشترین مقدار WBGT اندازه‌گیری شده برای شغل کودپاشی (۳۲ درجه سانتی‌گراد) و کمترین مقدار آن در شغل سم‌پاشی (۳۱/۰۸ درجه سانتی‌گراد) حاصل شد و در کل مراحل صیفی‌کاری بیشترین مقدار WBGT مربوط به شغل کودپاشی و کمترین آن برای راننده تراکتور به دست آمد. علت تفاوت در استرس حرارتی اندازه‌گیری شده در مشاغل مختلف به دلیل تفاوت در روزهای انجام کار با توجه به روند طبیعی صیفی‌کاری است. در تمام مشاغل مورد مطالعه، بیشترین مقدار WBGT در ساعت بین ۱۱ الی ۱۳ اندازه‌گیری شد. این یافته با نتایج حاصل از تحقیقات به عمل آمده توسط Trod Kjellestrom و همکارانش در مورد استرس حرارتی، سلامت و بهره‌وری برای کشورهای کم درآمد که بیشترین مقدار WBGT را در ساعت بین ۱۲ الی ۱۴ اندازه‌گیری نمودند، مطابقت دارد. این مساله نشأت‌گرفته از تابش شدید خورشید است که در نمودارهای ترسیم‌شده در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به استاندارد ISO8996 و با توجه به وضعیت نامناسب بدن در حین کار، بیشترین مقدار متابولیسم برای شغل وجین و کمترین مقدار متابولیسم برای شغل کاشت بذر به دست آمد. با توجه به مقادیر متابولیسم محاسبه‌شده سختی کار مشاغل مختلف تعیین شد که مشاغل کرت بندی، وجین و برداشت از نوع سنگین و مشاغل شخم زدن، کاشتن بذر، آبیاری، کودپاشی و سم پاشی در طبقه مشاغل متوسط قرار گرفتند. نتایج به دست آمده با مطالعه انجام‌شده توسط pranabKumar و همکارانش در مورد محدودیت‌های مردان در انجام کارهای متوسط و سنگین در مزارع استوایی در تایلند مطابقت دارد که نشان داد مشاغل شخم زدن، کاشت بذر با دست، آبیاری با استفاده از

جوی آب، کودپاشی با دست، وجین و سم پاشی به ترتیب در طبقه مشاغل متوسط، متوسط، متوسط، متوسط، متوسط، سنگین و متوسط، دارند. این موضوع بیان می‌کند که مشاغل سنگین نیازمند سوخت و ساز و مقدار متابولیسم بیشتری می‌باشند. با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۵ بیشترین مقدار افت بهره‌وری در شغل وجین و کرت‌بندی و کمترین مقدار آن در شغل شخم زدن (راننده تراکتور) به دست آمد. علت افت زیاد بهره‌وری در این مشاغل ناشی از فعالیت فیزیکی بالا و استرس گرمایی بالا در محیط کار است. با توجه به مطالعات Lloyd زمانی که فعالیت فیزیکی در حال انجام است میزان افت بهره‌وری وابستگی شدید به شرایط گرمایی محیط دارد. (Lloyd *et al.,* 2009).

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید علی‌رغم این‌که تعدادی از مشاغل به دلیل ماهیت انجام کار، در نوبت بعدازظهر انجام می‌گیرند اما پس از گذشت حدود یک ساعت از شروع انجام کار به دلیل وجود شرایط گرمایی بالا در محیط کار، مقدار بهره‌وری در آنها کاهش پیدا می‌کند که ناشی از استرس حرارتی بالا در محیط کار است. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، کارگران صیفی‌کار در معرض استرس حرارتی بیش از مقادیر مجاز استاندارد بوده و میزان افت بهره‌وری در بین کارگران صیفی‌کار در حد بالایی قرار دارد که دلیل اصلی آن شرایط گرمایی بالا در محیط کار است و کاهش بهره وری تحت تأثیر افزایش دما تشدید خواهد شد که ممکن است بر کمیت و کیفیت تولیدات و در نتیجه اقتصاد منطقه تأثیرگذار باشد. لذا انجام مطالعات بیشتر به منظور بهینه نمودن شرایط کار ضروری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری صمیمانه کشاورزان شهرستان دره شهر در طول تحقیق تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Golbabaei, F.; (1381). Human and heat stress in workplace, 1rd.ed.TUMS,1-89(in Persian).

Hansen, E.; donohoe, M.; (2008). Health issues of migrant and seasonal farm worker.

Holmer, I.; kjellstrom, T.;(2013). Effects of heat stress on working populations when facing climate change.

ISO7243. ;(1989). Hot environments estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature). ISO Standard 7243. Geneva. International Standards Organization.

Kjellstrom.T. homer. I.; Lemke, B. ;(2009). Workplace heat stress, health and productivity – an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. Glob Health Action.

Langkulsen, U.; Vichit-Vadakan, N.; Taptagaporn, S.;(2011). Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand. . Glob Health Action.

LLOYD, S.J.;(2009). the Direct Impact of Climate Change on Regional Labor Productivity.

Lundgren, K.; kuklane, K.; GAO, C.; holmer, I.;(2013). Effects of heat stress on working

populations when facing climate change.

Nag, PK.; Nag, A.; Ashtekar, SP.;(2007). Thermal limits of men in moderate to heavy work in tropical farming; 45(1):107-17.

NIOSH.(1986). Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hot environments. NIOSH Publication No. 86 113.Atlanta, GA: National Institute of Occupational Health.

Singh, S.; Hanna, EG.; kjellestrom, T.;(2013). working in Australia's heat: health promotion concerns for health and productivity.

Survey of the productivity loss due to heat stress in different tasks of farmers in Darreh Shahr city

M. R. Monazzam Esmaielpour[1]; F. Golbabaei[2]; F. Khodayari[3*]; K. Aazam[4]

[2] Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2] Professor Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3] MSc. of occupational health engineering, Tehran University of medical science, Tehran .Iran

[4] Assistant professor Department of Epidemiology and biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran. Iran

Abstract

Introduction: Heat is one of the hazardous physical agents in the workplace. Exposure to heat and consequent thermal stress influence workers productivity in addition to adverse health effects. The aim of this study was to determine the heat stress induced productivity loss related to different tasks of farmers in Darreh Shahr city, during summer.

Material and Method: This cross-sectional study was conducted in summer, 2014, among farmers in Darreh Shahr city. After determining the sample size, farmers' activities were determined using hierarchical task analysis (HTA), and WBGT measurements were done according to the ISO7243. Metabolism was estimated by the ISO8996. Following, the type of activities were identified according their required metabolism. Knowing WBGT and workload and using the work capacity model, the productivity loss in different tasks and ultimately total productivity loss were calculated.

Result: The mean WBGT activities for plowing, terracing, planting seeds, watering, fertilizing, weeding, spraying, and harvesting were 29.98 °C, 31.28 °C,30.66 °C,31.39 °C,31.99 °C,31.75 °C,31.08 °C, and 30.3 °C, respectively. WBGT values were higher than the permissible level provided by ISO7243 in all farming activities. Maximum value of WBGT was belonged to fertilizing activity (31.99 °C) and the lowest value was for plowing (29.98 °C). ANOVA test results did not show a significant difference in WBGT at head, waist, and ankle height. The highest and lowest amount of productivity loss was estimated respectively for weeding and plowing activities. The total productivity loss for farming was calculated 69.3 percent in an hour which is due to high physical activity, working outdoor, with exposure to direct solar radiation, and consequent heat stress imposed to workers.

Conclusion: Productivity is a factor which is affected by the workplace heat stress. According to results of the present research, the amount of productivity is reduced in different tasks due to heat and this reduction is exacerbated by increase in temperature and might impact the local economy. Thus, further studies are needed to improve the working conditions.

Key words: *WBGT index , heat stress, loss of productivity, farmers*

* Corresponding Author Email: *fredkhodayari@yahoo.com*