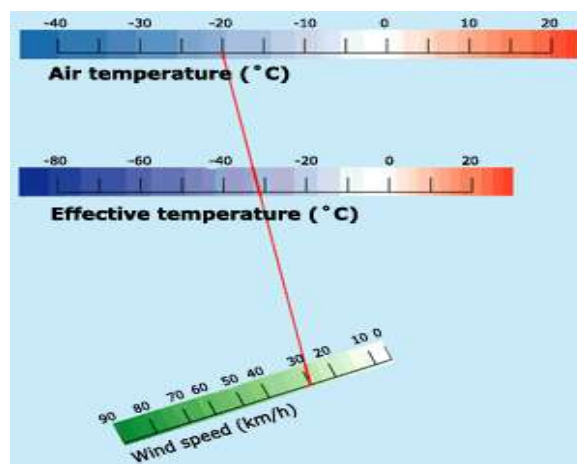


بررسی و اندازه گیری شاخص های حرارتی

WBGT&P4SR&CET&ET



مقدمه :

یکی از مشکلات بهداشتی در محیط کار نا مساعد بودن شرایط جوی محیط کار است که ضمن تاثیر بر سلامتی پرسنل شاغل، می تواند بر کارایی و میزان تولید نیز تاثیر بسزایی بگذارد. تنشهای حرارتی یکی از آلاینده های زیان آور محیط کار است که بخشی از دارای منشا انرژی (حرارت) و بخشی دیگر مادی (رطوبت) است. منظور از تنشهای حرارتی ، فشارهای حرارتی وارد شده از سوی محیط به انسان است که واژه انگلیسی آن همان (Stress Thermal) می باشد. اختلالات و بیماریهای ناشی از تنش های حرارتی ، یکی از مشکلات عمده بهداشتی در بسیاری از محیطهای کار و جوامع گرمسیری است. برای اهمیت موضوع، از سه دیدگاه شرایط جوی محیط کار مورد بررسی قرار می گیرد.

الف) دیدگاه ایمنی: برای مشاغل سنگین یا فیزیکی شرایط جوی نامناسب حالت فشار انگیز دارد که باعث افزایش ضریب خطا و در نتیجه حادثه می شود

- در تحقیقی که در سال ۱۹۹۲ در رابطه با تماس مزمن با گرما در صنایع فلزی و آهنگری انجام شد نشان داد که گرما باعث افزایش مخاطرات میگردد

- در تحقیقی که همچنین در سال ۱۹۹۰ انجام شد نشان داد که ایجاد عدم تعادل و دسن زدن به اعمال غیر ایمن به صورت ناآگاهانه در شرایط استرس گرمایی بسیار افزایش می یابد

ب) دیدگاه بهداشتی: که میتوان به بیماریها و اختلالات ناشی از و سرما اشاره کرد. کرامپهای عضلانی، خستگی مفرط ناشی از گرما، شوک گرمایی، هیپوترمی، سرمازدگی و یخ زدگی نمونه هایی از این اختلالات می باشند

- در تحقیقی که در سال ۱۹۹۰ بر روی فعلیت سیستم سیاهرگی و نقش آن در مکانیزمهای فیزیولوژیکی انجام شد نشان داد که نوشیدن مایعات خنک و رطوبت پایین هوا باعث ایجاد یک حالت بهینه بین تنظیم درجه حرارت و سیستم جریان خون می شود.

- همچنین در تحقیقی که در سال ۱۹۹۰ بر روی فشار خون کارگرانیکه در محیطهای گرم کار می کردند نشان داد که بابالا رفتن سابقه کار، فشار خون نیز بالا می رود.

ج دیدگاه آسایشی: عدم تناسب فاکتورهای جوی با فعالین کارکنان موجب افزایش تاثیر فشار، افزایش استرسها متفاوت ف خستگی زودرس و کاهش راندمان می گردد.

- در تحقیقی که در سال ۱۳۷۷ بر روی کارگران شرکت نورد ولوله اهواز در رابطه با استرس گرمایی انجام شد نشان داد که علاوه بر کاهش بیماریهای پوستی کارگران با محدود فرایند های مرطوب، که نیازی به تماس با آنها نبود رضایت شغلی داشتند

مستندات حقوقی:

- طبق تبصره ۱ ماده ۹۶ قانون کار : وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کشور مسئول برنامه ریزی، کنترل و ارزشیابی و بازرسی در زمینه بهداشت کار و درمان کارگری بوده و موظف است اقدامات لازم را در این زمینه بعمل آورد

- به موجب ماده ۱۳ این نامه کارهای سخت و زیان آور حفاظت فنی و بهداشت کار، کارهای سخت و زیان آور و کار مستمر در محیطهایی که باعث بیماریها و اختلالات می شود ساعت کار نباید از ۶ ساعت در روز و ۳۶ ساعت در هفته تجاوز نماید

شاخص های گرمایی:

شاخصهای مورد استفاده برای سنجش وضعیت تنش های گرمایی در قالب دو طبقه کلی زیر قابل بحث است:

۱- شاخص های تجربی: شاخص هایی را گویند که در برآورد آنها تبادلات حرارتی بدن امسان با محیط اطراف مورد بحث تحلیل قرار نگرفته ، بلکه بر اساس پاسخ انسان به عوامل مختلف محیطی پایه ریزی می گردد، بطوری که ارزیابی این شاخص ها بر اساس تجربیاتی است که بر روی انسان صورت گرفته است. از عمده ترین خصوصیات این شاخص ها آن است که اغلب برای همان شرایطی که تعریف شده اند کاربرد دارند. و عمده ترین ضعف آنها عدم امکان تعمیم به شرایط جوی محیطهای مختلف است و از مهمترین این شاخص ها WBGT&P4SR&CET&ET میباشد

۲- شاخص های تحلیلی: شاخص های تحلیلی بر اساس تبادل حرارتی ، تبادل حرارتی افراد و پاسخ انسان در محیطهای گرم ف خنثی و سرد پایه ریزی شده است معده تبادل حرارتی بدن اسنان عبارتست از:

$$M \pm K \pm C \pm R - E = S$$

AET HSi نمونه ای از این شاخص ها هستند

اگر میزان S صفر باشد نشان دهنده این است که بدن انسان در حالت تعدل حرارتی قرار دارد و یا به عبارتی محیط نسبت به بدن انسان در حالت خنثی قرار دارد

چند فرمول مورد نیاز برای محسبات :

$$WBGT (esterno) = 0,7 t_{nw} + 0,3 t_g$$

$$WBGT (interno) = 0,7 t_{nw} + 0,2 t_g + 0,1 t_a$$

$$T_p = \left[\frac{(1-A_p) \cdot I_p}{4\sigma} \right]^{1/4} \quad I_p = \frac{\sigma T^4 \cdot R_{sun}^2}{X_p^2}$$

شاخص دمای موثر (Effective Temperature (ET): دمای موثر از ترکیب سه پارامتر: دمای خشک، دمای تر و سرعت جریان هوا بدست می آید این شاخص احساس گرمایی رایبان می کند که با احساس حاصله در محیط آرام و اشباع از رطوبت با دمایی برابر با دمای موثر، یکسان باشد. این شاخص در بدو ارائه برای افراد نشسته تنظیم شده بود ولی نمودارهای آن بعداً تعدیل شدند و در شرایط محیطی مختلف برای اندازه گیری استرس گرمایی افراد در حال کار در صنعت بکار برده شد. از مهمترین نقاط ضعف این شاخص، عدم تداخل پارامترهایی مانند لباس در محاسبات است. یکی دیگر از محدودیت های آنف عدم دخالت انرژی تابشی محیط کار در برآورد میزان تنش حرارتی است. جهت محاسبه این میتوان از نمودارهای مخصوص آن استفاده کرد.

شاخص دمای موثر تصحیح شده (Effective Temperature Corrected (CET): یکی از محدودیت هایی که برای شاخص ET ذکر گردید عدم توانایی آن در منظور نمودن اثرات انرژی تابشی محیط کار برای برآورد تنشهای حرارتی است. اما شاخص CET شاخصی است که این محدودیت را از بین برده و در محیطهایی که انرژی تابشی وجود دارد با وارد کردن اثر انرژی تابشی، میزان تنش حرارتی محیط را برآورد می کند

در محاسبه شاخص CET از نمودارهای ET استفاده کرده و صرفاً به جای دمای خشک از دمای تابشی (دماسنج گوپسان) استفاده می کنیم و مقدار CET را بدست می آوریم. کلیه موارد ذکر شده در رابطه با شاخص ET برای CET نیز صادق است.

شاخص میزان عرق پیش بینی شده ۴ ساعته (P4SR) Predicted 4hours Sweat Rate :

مقدار این شاخص برابر با میزان عرقی که توسط یک فرد جوان سالم و سازش یافته که در محیطی گرم قرار گرفته، در طی مدت ۴ ساعت تولید می شود. در واقع این شاخص از جمله شاخص هایی است که از طریق استرس حاصل از شرایط جوی، میزان تنش را بر آورد می کند. در برآورد این شاخص فاکتورهایی از قبیل: دمای خشک، دمای تر، سرعت جریان هوای تابشی، نوع لباس و میزان متابولیسم کاری دخالت داشته و با استفاده از نمودارهای مربوطه برآورد می شود

میزان عرق ۴ ساعته پایه (Basic 4hours Sweat Rate (B4SR) :

B4SR همان P4SR است برای زمانی که فرد در حالت استراحت با لباس زیر بوده و دمای تابشی در محیط وجود نداشته باشد. اما قبل از استفاده باید اصلاحاتی روی دمای تر اندازه گیری شده در محیط کار انجام شود

۱. در صورتی که بین دمای خشک و گوپسان اختلافی وجود داشته باشد مقدار بدست آمده از طریق رابطه زیر به دمای تر اضافه می شود. در اینجا T_g دمای گوپسان و T_a دمای خشک است

۲. در صورتی که فرد به فعالیت مشغول بوده (میزان متابولیسم آن بیشتر از $w/m^2 \times 63$ باشد) از طریق جدول مقدار اصلاحی را به دمای تر اضافه می کنیم

۳. در صورتیکه فرد لباس به تن داشته باشد (با لباس زیر نباشد) مقدار C_1 درجه سانتیگراد به دمای تر اضافه می کنیم

بعد از بدست آوردن B4SR با توجه به اصلاحات صورت گرفته با توجه به لباس و فعالیت فرد میزان P4SR را بدست می آوریم.

۱. فرد با لباس زیر و در حال استراحت

۲. فرد بالباس زیر ولی در حال کار

۳. فرد در حال استراحت با لباس با مقاوت ۱.۴ کلو

۴. فرد در حال کار بالباس با مقاومت حرارتی ۱.۴ کلو

* در روابط بالا M میزان متابولیسم کاری بر حسب W/M^2 است.

در صورتی که لباس فرد ف لباس کار با مقاومت ۱.۴ کلو نباشد برای اصلاح دمای تر از کسر $clo/1.4$ استفاده می گردد و در روابط تبدیل B4SR به P4SR از رابطه اصلی استفاده

می کنیم.

شاخص دمای تر گویسان (WBGT) Temperature Wet Blub Globe :

این شاخص متوسط آثار حاصل از مواجهه با گرما را در دوره زمانی از فعالیتهای خاص روی فرد ارزیابی می کند. بمنظور محاسبه و تعیین مقدار شاخص تر گویسان لازم است . دمای تر طبیعی ف دمای گویسان و متابولیسم کاری فرد اندازه گیری می شود و در مواردی هم لازم است دمای خشک هم اندازه گیری شود رابطه اصلی شاخص WBGT به شرح زیر است.

در رابطه بالا k ضریبی است که به لباس یا رنگ پوست بستگی دارد در صورتی که لباس سبز ۷۵، لباس نظامی خاکی ۶۵، لباس سفید ۴۵ و رنگ پوست سیاه ۸۲، سفید پوست ۶۰ و زرد پوست ۷۸ می باشد. و T_{nw} دمای تر طبیعی می باشد.

Ö اگر لباس معمول با مقاومت حرارتی clo_6 برای محیط سر پوشیده و روباز:

محیط سر پوشیده

محیط کار روباز

Ö در صورتیکه محیط نامتجانس باشد در سه ارتفاع قوزک پا (۱.۰ m) ناحیه کمر (۱.۱ m) و ناحیه سر (۱.۷ m) اندازه گیری می نماییم و میزان متوسط WBGT را بدست می آوریم.

WBGT1 یعنی اندازه گیری در ناحیه سرو WBGT2 یعنی اندازه گیری در ناحیه کمر و WBGT3 یعنی اندازه گیری در ناحیه قوزک پا

Ö در صورتیکه فرد طی شیفتهای مختلف را در مدت زمانهای مختلف انجام دهد برای متوسط زمانی متابولیسم داریم:

شاخص تنش گرمایی Het Stress Index

این شاخص عبارتست از نسبت انرژی حرارتی که لازم است از راه تبخیر از بدن دفع گردد تا بدن در حالت تعادل قرار گیرد به حداکثر انرژی حرارتی که در شرایط محیط کار می تواند از طریق تبخیر از بدن خارج گردد این شاخص از رابطه زیر محاسبه می شود

در رابطه فوق E_{req} میزان انرژی حرارتی که لازم است از طریق تبخیر برای رسیدن به تعادل حرارتی از بدن دفع گردد $E_{req} = M - R - C$

که در اینجا m متابولیسم و R انرژی تبادل یافته از طریق تابش و C انرژی تبادل یافته از طریق جابجایی

E_{max} عبارتست از حداکثر انرژی دفع شده از بدن از طریق تبخیر در شرایط محیط کار

β ضریبی است که به لباس ف شرایط محیط کار و وضعیت بدن بستگی دارد و v سرعت جریان هوا بر حسب m/s و Pa فشار بخار آب ($mmHg$)

زمان مواجهه (AET) Allowable Exposure Time :

AET بمنظور کنترل مدیریتی تنش های حرارتی محیط کار ارائه شده است در صورتی که میزان شاخص his حدود ۱۰۰ و بالاتر از آن باشد با کاهش مدت زمان مدت مواجهه فرد ، اقدام به کنترل و کاهش مواجهه با تنش های حرارتی محیط می شود

مدت زمان مواجهه برای افراد بالغ که حداکثر افزایش دمای بدن آنها ۱.۸ درجه سانتیگراد به ازای یک دوره زمانی یک ساعته است ، کاربرد دارد. بدین ترتیب مدت زمان کار با کسر آن از ۸ ساعت، مدت زمان استراحت مشخص می شود . مدت زمان استراحت بدست آمده باید بصورت نسبتهای مساوی در طول ۸ ساعت تقسیم گردد و مجلز به در نظر گرفتن زمان استراحت در یک مرحله در اول یا انتهای شیفت نمی باشیم.

میانگین رای پیش بینی شده (PMV) Vote Predicted Mean :

شاخص PMV ، متوسط رای جمعیت قابل ملاحظه ای از افراد را در هفت درجه از درجات احساس حرارتی پیش بینی می کند این هفت درجه عبارتند از:

داغ	گرم	کمی گرم	خنثی	کمی خنک	خنک	سرد
۳+	۲+	۱+	۰	۱-	۲-	۳-

شاخص PMV بر تعادل حرارتی انسان استوار است برای محاسبه شاخص لازم است میزان فعالیت و مقاومت لباس تخمین زده شود و پارامترهایی چون دمای هوا، میانگین دمای تابشی، سرعت نسبی هوا و فشار جزئی بخار آب اندازه گیری شود. این شاخص را می توان از طریق فرمول ، جدول و دستگاه قرائت مستقیم اندازه گیری کرد.

درصد پیش بینی شده نارضایتی (PPD) Percentage of Dissatisfied Predicted درصد افرادی که به لحاظ حرارتی احساس ناراحتی می کنند را مشخص می کند . بقیه افراد ، محیط را از نظر حرارتی خنثی، کمی گرم و یا کمی خنک احساس می کنند . شاخص PPD درصد افراد نراضی ، افرادی که احساس آنها به لحاظ حرارتی داغ(۳+)، گرم(۲+)، خنک(۲-)، و یا سرد(۳-) است ، را بطور کمی پیش بینی می کند . بمنظور تعیین مقدار شاخص PPD ، پس از محاسبه و تعیین شاخص PMV می توان از طریق فرمول، جدول ویا نمودار استفاده کرد.

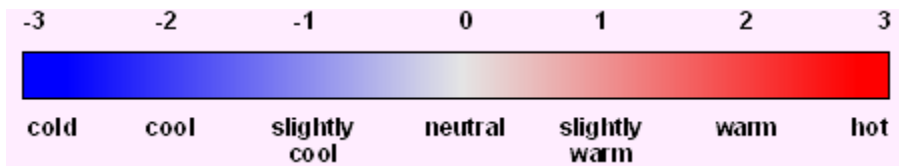
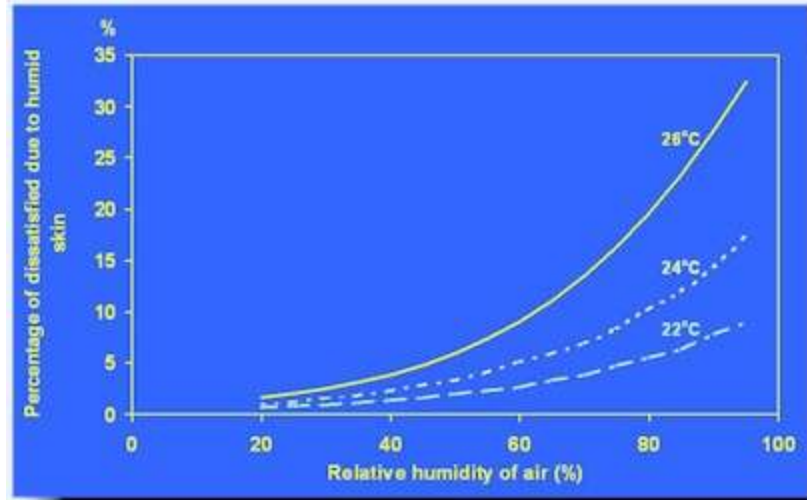


TABLE 2
Percent of Dissatisfied Respondents Engaging
in Specific Deviant Consumer Acts

I. Destroy-Damage Merchandise

<u>Always</u>	<u>Very Often</u>	<u>Sometimes</u>	<u>Seldom</u>	<u>Never</u>
3.8	3.2	10.1	4.8	78.1

II. Fraudulent Returns

<u>Always</u>	<u>Very Often</u>	<u>Sometimes</u>	<u>Seldom</u>	<u>Never</u>
4.2	6.3	6.3	3.2	80

III: Shoplifting

<u>Always</u>	<u>Very Often</u>	<u>Sometimes</u>	<u>Seldom</u>	<u>Never</u>
4.3	3.3	16.1	2.8	73.5

IV. Vandalism

<u>Always</u>	<u>Very Often</u>	<u>Sometimes</u>	<u>Seldom</u>	<u>Never</u>
1.8	1.0	3.5	2.8	90.9

V. Fraudulent Complaints

<u>Always</u>	<u>Very Often</u>	<u>Sometimes</u>	<u>Seldom</u>	<u>Never</u>
4.5	6.3	13.6	4.3	71.3

جدول اطلاعات اولیه جهت محاسبه پارامترهای شرایط جوی در سالن پرس شاپ

پرس کاری			انبار کوئل			Blanking			شغل مورد ارزیابی
سنگین			متوسط			سبک			ماهیت کار
۲۱			۲۲			۲۱.۵			دمای گويسان (tg(c
پا	تنه	سر	پا	تنه	سر	پا	تنه	سر	دمای خشک ta
۲۱	۲۰.۵	۲۰	۱۸.۵	۱۸	۱۷.۵	۱۹	۱۸.۵	۱۸	(c)
۱۲.۸	۱۳	۱۲.۷	۱۲.۶	۱۲	۱۲.۲	۱۱.۵	۱۱.۲	۱۱	دمای تر (tw (c
۵۹.۳	۵۹	۶۰	۵۸.۴	۵۸	۵۹	۵۵	۵۴	۵۶	زمان سرد شوندگی (s)
۵۳			۵۳			۵۳			میانگین زمان سرد شوندگی (s)
۱۸.۸			۲۰			۱۹			دمای خشک رطوبت سنج (c)
۱۲.۴			۱۲			۱۱.۳			دمای تر رطوبت سنج (c)
۲۰.۵			۱۸			۱۸.۵			میانگین دمای خشک (c)
۱۲.۸			۱۲.۳			۱۱.۲			میانگین دمای تر (c)
۴۱			۳۶			۳۷			درصد رطوبت نسبی RH
۲۰.			۱۶.			۲۳.			سرعت جریان هوا V m/s
۱۰			۱۳			۸			فشار بخار آب Pa میلی بار
۵۹.۸			۴۴.۴			۴۷.۹			تابش W/M ² R
۲۲.۰۸			۲۶			۳۱			همرفت W/M ² C
۲۲۰			۱۵۴			۱۰۹			متابولیسم W/M ² M

ET # CET # WBGT

شغل مورد ارزیابی	Blanking			انبار کوئل			پرس کاری		
ماهیت کار	سبک			متوسط			سنگین		
ETدمای موثر	۱۶			16.7			17.9		
دمای موثر تصحیح شده CET	۱۸			18.5			18.2		
حداکثر دمای موثر تصحیح شده (حد مجاز)	30.6			28			25.9		
ارزیابی	مطلوب			مطلوب			مطلوب		
داخل کارگاه WBGT	سر	تنه	پا	سر	تنه	پا	سر	تنه	پا
	14.5	14.3	14.5	15.1	15	15.4	15.2	15.4	15.3
اصلاح شده WBGT	14.3			15.1			15.3		
نسبت کار به استراحت	کار به ۲۵٪ : 75%			کار به ۲۵٪ : 75%			کار به ۲۵٪ : استراحت 75%		
نو کار	سبک			متوسط			سنگین		
استاندارد برای WBGT کارگر سازش یافته	30.6			28			25.9		
ارزیابی	مطلوب			مطلوب			مطلوب		

نتایج حاصل از اندازه گیری HSI # AET بر حسب سانتی گراد در سالن پرس شاپ

شغل مورد ارزیابی	Blanking	انبار کوئل	پرس کاری
ماهیت کار	سبک	متوسط	سنگین
میزان تعریق مورد نیاز Ereq	۳۱.۱	۸۳.۶	۱۳۸.۰۸
حداکثر ظرفیت	۱۵۲	۱۱۵	۱۴۳.۷

			تعریق Emax
۳۹۰	۳۹۰	۳۹۰	حد مجاز Emax
۷۸	۷۲	۲۰	HSI
۴۲۸	۴۲۰	۴۰۰	(AET)(minute)

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص های:

B4SR # P4SR # PMV # PPD # BT

پرس کاری	انبار کوئل	Blanking	شغل مورد ارزیابی
سنگین	متوسط	سبک	ماهیت کار
۵.-	۵.-	۵.-	(B4SR)(lit
۲.۴۱	۱.۳	۵۳.	(P4SR)(lit
۲.۷	۲.۷	۲.۷	P4SR برای کارگر سازش یافته (مجاز)
مطلوب	مطلوب	مطلوب	ارزیابی
۴.	۳۹.	۳۶.	شاخص میانگین رای پیش بینی شده PMV
محدوده ۵.- تا ۵.	محدوده ۵.- تا ۵.	محدوده ۵.- تا ۵.	حد مجاز PMV
٪۸	٪۸	٪۸	شاخص درصد نارضایتی پیش بینی شده PPD
٪۱۰	٪۱۰	٪۱۰	حد مجاز PPD
مطلوب	مطلوب	مطلوب	ارزیابی
۱۰.۱	۹.۲	۸.۶۴	شاخص بوتسبال BT
۲۶.۲	۲۷.۲	۲۸.۳	حد مجاز BT
مطلوب	مطلوب	مطلوب	ارزیابی

روشهای کنترل استرس سرمایی:

برای پیشگیر از استرس سرمایی باید هم عوامل محیطی و هم عوامل فردی را مورد توجه قرار داد. تطابق با دمای محیط ، جایگزینی آب و نمک دفع شده از بدن، ادامه نظارت و مراقبتهای پزشکی و تامین پوشش مناسب برای هر شغل و آموزش افراد نقش مهمی در پیشگیری از استرس سرمایی ناشی از کار در محیط را خواهد داشت.

کنترل‌های مهندسی: استفاده از سیستم حرارتی عمومی یا موضعی ، کاهش سرعت هوا، استفاده از عایق برای دسته ابزار و وسایل، استفاده نکردن از صندلی و میزهای فلزی و پیش بینی های خاص (استفاده از گرمکنهای تابشی یا صفحات گرم تماسی)

وسایل حفاظت فردی: البسه کثیف خاصیت عایق خود را از دست می دهد، پارچه های کتان و راه راه و زبر، جنس خوبی برای محافظت در برابر سرما نیستند.

روشهای عمومی کنترل گرما در محیط کار:

۱. کنترل گرما در منبع: جداسازی یا ایزولاسیون حرارتی ، عایق سازی و استفاده از هود های خیمه ای
۲. کنترل گرما با استفاده از تهویه مناسب
۳. تغییر فرآیند یعنی جانشینی منابع گرمازا با منابعی که گرمای کمتری تولید می کنند
۴. کنترل گرما در محل: خنک کردن محلی، لباسهای حفاظت فردی
۵. کنترل گرمای تابشی: استفاده از انواع حفاظهای بازتاب دهنده، جاذب گرما، شفاف و حفاظهای قابل انعطاف
۶. سازش با محیط گرم: افرادی که دارای عدم تناسب فیزیکی هستند، مسن یا فربه و گوشتالود هستند نمی توانند سریعاً تطابق یابند
۷. معاینات پزشکی: مبتلایان به بیماریهای پوستی، کلیوی، متابولیکی و بیماران قلبی عروقی نباید در محیط گرم کار کنند

دلایل فنی:

۱. با توجه به اینکه حمل بار در این سالن اکثرا توسط لیفتراک انجام می گیرد و این وسایل مدام در حرکت هستند می توانند در سرعت جریان هوا و دمای اندازه گیری شده با مقدار واقعی آن تداخل ایجاد کند
۲. در این سالن به دلیل اینکه اکثر کارها اتوماتیک است و دستگاهها مورد استفاده ، دستگاه پرس می باشد منابعی برای تولید دمای تابشی نداریم و در نتیجه B4SR منفی شده است
۳. در انبار کوئل به خاطر اینکه درب این قسمت بزرگ است و هر از چند گاهی برای ورود کوئل باز و بسته می شود می تواند در اندازه گیری دماها و سرعت جریان هوا تداخل ایجاد کند

نتیجه گیری:

با توجه به اندازه گیریهای انجام گرفته می توانیم نتیجه بگیریم که در شرایط در سالن پرس شاپ مطلوب می باشد و جداول حاصل از نتایج هم نشان می دهد که کلیه شاخصهای اندازه گیری شده برای شغلهی مختلف در حد مطلوب و زیر حد استاندارد است