

اثرات و عوامل شش گانه ی گرما بر عملیات نظامی

دکتر نصراله پاینده^۱، غلامحسین یاری^۲، دکتر رحیم حجتی زاده^۳

چکیده:

مشکلات گرمایی که نیروهای رزمنده با آنها مواجه هستند صرفاً ناشی از دمای هوا نیست و عوامل چهارگانه ی حرکت هوا یا باد، رطوبت نسبی، میانگین دمای تابشی و دمای محیط همراه با دو عامل رفتاری: مقدار گرمای متابولیسم و لباسهای پوشیده شده، عوامل واقعی ایجاد مشکلات گرمایی هستند. سازگاری ۳-۵ روزه نیروهای رزمنده با آب و هوای منطقه عملیاتی و گردش و جابه جایی نیروهای ذخیره، تداوم عملیات را با کمترین تلفات ناشی از گرما، به رغم رطوبت زیاد، وزش باد ضعیف، حمل بار سنگین، استفاده از لباس های حفاظتی، شیمیایی و میکروبی، حمل ماسک های جنگی و نظایر آن امکان پذیر می سازد.

کلید واژه ها: دمای آسایش، بیماری های ناشی از گرما، واحد لباس، دمای

موثر، فعالیت های نظامی

۱- استادیار دانشگاه امام حسین (ع)

۲- مدرس مجتمع دانشگاهی حضرت امیرالمؤمنین (ع)

۳- استادیار دانشگاه امام حسین (ع)

مقدمه :

عملیات های نظامی، مجموعه فعالیت های هستند که توسط جناح های متخصصم علیه یکدیگر و در طبیعت انجام می شود. محیط رزم شامل جو، زمین و دریا می باشد. آگاهی فرماندهان از رفتار محیط در تعامل با رزمندگان و شناخت کافی نسبت به آن، در پیروزی عملیات ها نقش کلیدی دارد. هوا در تمامی محیط های رزم وجود داشته و تاثیرگذار است. حتی رزمندگانی که در دریا می جنگند گریزی از هوای اطرافشان ندارند و در کنار رزم با دشمن، با هوا نیز دست و پنجه نرم می کنند. گاهی شدت گرما و شرجی بودن هوا به حدی است که با ایجاد استرس دمایی و گرما زدگی آن چنان تلفاتی از نیروهای خودی می گیرد که از تلفات وارد شده توسط دشمن بیشتر است (عزتی، ۱۳۷۹). با این حال دمای هوا به تنهایی باعث مشکلات گرمایی نمی گردد و به تنهایی مهمترین عامل در مقایسه با عوامل شش گانه ی تاثیر گذار بر روی عملیات های نظامی نیست؛ بلکه چهار عامل دمای محیط، حرکت هوا (باد)، رطوبت نسبی و دمای تابشی پارامترهای اقلیمی هستند که به همراه دو عامل غیر اقلیمی دیگر شامل گرمای متابولیک و پوشش رزمنده، ایجاد دمای مطبوع و مطلوب نموده و یا به عکس باعث گرمazedگی می شوند (پاینده، ۱۳۸۳، ص ۴۵). در این مقاله به بحث پیرامون شش عامل مذکور پرداخته می شود.

۱- دمای محیط (Ta)^۱

آنچه که سازمان هواشناسی کشورها به عنوان دمای هوا اعلام می کنند و مورد تایید سازمان هواشناسی جهانی (WMO)^۲ قرار گرفته، چیزی جز دمای هوا آن هم در زیر سایبان و در جعبه ی چوبی مخصوص به نام « جعبه اسکرین^۳ » که در ایستگاه هواشناسی تعبیه شده است، نیست. این دما که در واقع توسط دماسنج تعبیه شده در اتاقک مذکور، در سایه اندازه گیری شده با دمایی که فرد در همان ایستگاه و در معرض آفتاب قرار گرفته، کاملاً متفاوت است.

۲- باد (wv)^۴

باد، حرکت هواست. رزمنده ای که در هوای گرم مثلاً 40°C و در سنگر مشغول نگهبانی است احساس گرما به وی دست می دهد و به تدریج دمای بدنش افزایش می یابد و به تدریج دچار استرس دمایی می گردد. اما همین رزمنده در همین دمای 40°C هنگامی که در معرض باد قرار می گیرد و باعث می شود که آب حاصل از تعریق در سطح پوست بدن وی بخار شود احساس خنکی می نماید. بنابراین در این شرایط، دمای 40°C برایش آزار دهنده نخواهد بود. مقدار خند کنندگی به واسطه باد توسط شاخصی به نام « سوز باد^۵ » اندازه گیری می شود (پاینده ۱۳۸۳، ص ۵۷).

^۱. Apparent Temperature

^۲ World Meteorology Organization

3. Screen Box

^۴. Wind

^۵. Wind Chill

۳-رطوبت نسبی (RH) ^۱

جذب رطوبت (بخار آب) توسط هوا در دماهای مختلف یکسان نیست؛ بلکه هوا هرچه گرمتر باشد «گنجایش رطوبتی»^۲ بیشتری دارد. این مسئله مانند حل شدن شکر در یک لیوان آب است؛ هر چه آب لیوان گرمتر باشد، مقدار شکر بیشتری را در خود حل می کند. تا جایی که عمل حل شدن به حد اشباع می رسد. در آن صورت دیگر شکر در آب حل نمی شود. هوا نیز همین گونه است. لذا وقتی گفته می شود دمای هوای اهواز 38°C و رطوبت نسبی آن ۶۵ درصد است، منظور این است که نسبت رطوبت موجود در دمای 38°C در شهر اهواز با حد اکثر رطوبتی که در همان دما می تواند داشته باشد مساوی ۶۵ درصد است.

اگر رزمنده ای را به مدت ۱۵ دقیقه در یک اتاقک دمایی با دمای 35°C و رطوبت نسبی ۴۰٪ قرار دهیم و بلافاصله او را به اتاقک دیگری با همان دما و رطوبت نسبی ۷۰٪ وارد نماییم و از او سوال نماییم که کدام یک از اتاق ها گرمتر است؟ فوراً جواب می دهد که اتاقک دوم در اتاقک دوم، فرد مذکور احساس دمایی معادل 38°C می نماید؛ در صورتی که دماسنج تعبیه شده در دو اتاقک دمای هوا را یکسان و برابر 35°C نشان می دهد (پاینده ۸۳) ^۳.

طی آزمایش هایی که دانشمندان اقلیم شناس همچون هاوگتون، یاگلو، گاژ و دیگران بر روی افراد متعددی انجام داده اند و نتایج به صورت دیاگرام و فرمول به ثبت رسیده است، آنها برای نشان دادن احساس دمایی افراد، دیاگرامی تجربی به نام «دمای موثر»^۴ ابداع نمودند. (پاینده، ۱۳۸۵، ص ۳)

میانگین دمای تابشی (MRT) ^۵

دمای هوا با دمای تابشی متفاوت است. اگر دماسنج را در هوای آزاد و زیر سایه بان قرار دهیم تا تابش مستقیم خورشید به آن نتابد، فقط دمای هوا را به ما نشان می

۱ . Relative Humidity

۲ . Humidity capacity

۳- برای محاسبه ی دمای موثر استاندارد نرم افزار سلامت توسط پاینده طراحی شد که با استفاده از داده های ۱۳۰ ایستگاه سینوپتیک کشور دمای موثر تمامی نقاط سطح کشور محاسبه گردید.

۴ . Effective Temperature

۵ . Mean Radiation Temperature



دهد. اما اگر همین دماسنج را در معرض تابش مستقیم پرتوهای خورشیدی قرار دهیم، دمای بیشتری را نشان می دهد. در واقع دماسنج در حالت دوم دمای تابشی رسیده از خورشید به دماسنج را نشان می دهد. لذا رزمنده ای که در معرض تابش مستقیم خورشید قرار گرفته است، هم دمای هوا و هم دمای تابشی خورشید، یعنی دمای بیشتری را دریافت می نماید؛ در صورتی که گزارش سازمان هواشناسی تنها دمای هوا در سایه را نشان می دهد. از این رو ممکن است دمای هوا در نواحی گرم کشور فرضاً 42°C باشد، به طوری که اگر تخم مرغ را در لابلای شنها و یا در ماهی تابه قرار دهیم پخته می شود. به همین نسبت پوست بدن گرمای بیشتری را جذب می کند و باعث می شود که سلولهای پوست دستها و صورت رزمنده ای که در سنگر نگهداری و یا در معرض تابش مستقیم خورشید قرار دارد سوخته و یا تیره شود. چنانکه ذکر شد علاوه بر چهار عامل اقلیمی مذکور دو عامل غیر اقلیمی دیگری وجود دارد که در عملیات های نظامی بر روی گرمای بدن رزمندگان تاثیر گذار است. این دو عامل عبارتند از:

۱- مقدار گرمای متابولیک (Met)^۱

گرمای متابولیک حاصل از سوخت و ساز مواد غذایی (انرژی) در بدن و برای گرم نگه داشتن بدن بر روی دمای 37°C لازم است. هنگامی که انسان در حالت استراحت می باشد سوخت و ساز بدنش کاهش می یابد. کمترین سوخت و ساز هنگامی است که انسان به خواب رفته است. از این رو در هنگام صبح که از خواب بیدار می شود دمای درونی بدن کمتر از 37°C و حدوداً برابر 36.7°C می باشد (هوشور، ۱۳۸۲، ۷۴). به عکس هنگامی که فرد در حال فعالیت بدنی سنگین باشد سوخت و ساز بدنش برای تامین انرژی لازم افزایش یافته تا بدین وسیله تبخیر در سطح پوست انجام و دمای بدنش کاهش یابد.

۲- مقدار پوشش لباس^۲

^۱ Metabolic Rate Heat

^۲ Clothing

مقدار لباسی که یک رزمنده می پوشد در تنظیم حرارت بدن و احساس گرمایی رزمنده بسیار موثر است. رزمندگانی که به کار سنگین مشغول می شوند نسبت به رزمندگانی که در سنگری ثابت مشغول نگهداری هستند باید لباس کمتری بپوشند. گاهی در شرایط «ش م ر» رزمندگان مجبور می شوند لباسهای ضد گاز شیمیایی بپوشند. هر گاه هوا گرم و رطوبت نسبی زیاد باشد شرایط سختی به رزمندگان تحمیل می گردد. علاوه بر اینکه بدن آنها از عرق خیس می شود ممکن است دچار گرمزدگی نیز بشوند. تحمل چنین شرایطی در دراز مدت آزاردهنده است و باید پست رزمندگان مستقر در خط مقدم و یا نقاط آسیب پذیر در فاصله های زمانی کوتاه تری تعویض شود.

تبادل حرارت بدن انسان:

سامانه حرارتی پیکر انسان از یک سیستم خود تنظیم تشکیل شده است که در تعامل با شش عامل گرمایی مذکور و بر اساس قانون اول ترمودینامیک (میشل، ۱۹۷۷) توسط فرمول ذیل عمل می نماید:

$$S=M+W+K+R+C+E$$

در این معادله، (S) مقدار حرارت ذخیره شده در بدن است و شامل ترکیبی از نرخ سوخت و ساز (متابولیک) (M)، فعالیت بدنی (K)، تابش (R)، جابه جایی (C) و تبخیر (E) می باشد.

ذخیره و دفع گرمای بدن، از مکانیسم های فیزیولوژیک گسترده ای ناشی می شود که به وسیله ی هیپوتالاموس و از طریق ارتباط با سیستم عصبی به صورت خود کار کنترل می گردد. دفع گرما از طریق تعریق و انقباض رگهای خونی سطح پوست صورت می گیرد. این امر مقدار خون بیشتری را از قسمت های عمیق بدن به سطح هدایت می نماید، تا بدین وسیله بدن توسط مکانیسم های تبادل گرمای تابشی، از درون بدن به بیرون (هوا) از طریق: هدایت، همرفت و تبخیر، خنک شود. در محیط سرد نیز ذخیره ی گرمایی از طریق لرزش ماهیچه ها و انقباض رگهای خونی در سطح بدن و سیخ شدن پياز مو تامین می شود. انقباض این رگها جریان خون را به قسمت های عمیق تر بدن هدایت می



کند. بازدهی هر دو مکانیسم فوق عمدتاً به وسیله گرما، رطوبت و مقدار جریان هوای محیط پیرامون کنترل می گردد. (ریون گال و دیوید مانگلز دورف، ۱۹۹۱).

هر گونه تغییری که در عوامل شش گانه ی مذکور انجام شود باعث تغییر دمای بدن می گردد. در اینجا به مثال هایی در این مورد اشاره می شود:

۱- رطوبت نسبی: ده درصد تغییر در رطوبت نسبی، با پنج درجه فارنهایت تغییر در دمای محیط، برابری می نماید.

۲- حرکت باد: تغییر ۲۰ پا در دقیقه در سرعت باد، معادل تغییر یک تا پنج درجه فارنهایت دمای محیط می شود.

۳- تغییر یک درجه فارنهایت دمای تابشی، معادل یک درجه در دمای محیط می باشد.

۴- تغییر ۰/۱ واحد لباس (کلو)^۱ انرژی گرمایی، معادل یک درجه در دمای محیط و معادل ۲/۵ (مت)^۲ فعالیت و افزایش دو درجه فارنهایت دمای بدن است.

۵- افزایش ۲۵ کیلوکالری در ساعت، معادل افزایش سه درجه ای دمای بدن است. دامنه ی آسایش برای یک فرد در حال استراحت به طور متوسط ۲۳ درجه سانتیگراد می باشد (ودکوک، ۱۹۶۱) و این، در شرایطی است که:

۱- هوا آرام (سرعت باد معادل صفر) باشد.

۲- فرد در حال استراحت باشد.

۳- یک واحد لباس (کلو) پوشیده باشد.

۴- رطوبت نسبی پنجاه درصد باشد.

۵- دمای متابولیک معادل یک باشد.

تاثیر لباس:

واحد عایق بندی لباس به گونه ای تعریف شده است که یک انسان متوسط با ۱/۸ متر مربع سطح پوست می تواند ۱۰ کیلو کالری در هر ساعت (به وسیله ی تابش^۳ و همرفت^۱) گرما را بین محیط و پوست (معمولاً دمای پوست

1. Clo

2. Met

۳. Radiation

32°C است) انتقال دهد. یک پیراهن آستین بلند و لباس زیر، $0/6$ کلو و لباس فرم نظامی، $0/8$ کلو است و لذا عایق بندی را به حدود $1/4$ کلو می رساند. از دست دادن گرما (بدون تعرق) برای رزمنده ای که یک لباس راحتی و نیز یک لباس حفاظت شیمیایی - که معمولاً در مقابل خنک شدن از طریق تعرق مقاوم است - پوشیده باشد «مقاومت لباس^۲» به $2/5$ می رسد. این مقدار معادل با لباس زمستانه ی گرمی است که همراه با اورکت پوشیده می شود. لذا در فصول غیر زمستان آزار دهنده است و ممکن است منجر به گرمازدگی شود.

حداکثر کاهش گرما از طریق تعرق برابر با 72 کیلو کالری در ساعت، در دمای 25°C با $1/4$ کلو لباس است. هنگامی که لباس ضد گاز را می پوشد مقدار چهار کیلو کالری در ساعت حرارت اضافی در بدن می ماند و شخص احساس گرما می کند و دمای بدنش از 37°C بیشتر می شود. باید توجه داشت که روشهای دیگری مثل تنفس به دفع حرارت بدن کمک می کند؛ فردی که در حال استراحت است 90 کیلو کالری در ساعت یعنی حدود 25% دمای متابولیک (تقریباً 22 کیلو کالری در ساعت) به وسیله تنفس و تبخیر عادی بدون تعرق رطوبت از پوست، دما از دست دهد؛ به گونه ای که:

تولید گرما (۹۴ کیلو کالری در ساعت) = حرارت از دست داده ($72 + 22$ کیلو کالری)
آسایش یک فرد در تابستان و زمستان متفاوت است. در تابستان در دمای 25°C احساس راحتی می نماید اما در زمستان چنین احساسی را در دمای 21°C پیدا می کند. این مسئله به دلیل سازگاری^۳ بدن با گرما و سرما در تابستان و زمستان می باشد و دامنه ی آن نسبت به مناطق گرمسیر و سردسیر نیز متفاوت است. این موضوع به توضیح این مسئله کمک می کند که چرا دمای آسایش برای رزمندگان نوسان 21°C تا 25°C دارد. محیط فعالیت و نوع شدت و مدت فعالیت آن متفاوت است.

^۱ Convection

^۲ Resistance Clothing

^۳ Adaptation



جدول شماره یک: بر آورد گرمای تولید شده در فعالیت های مختلف رزمی
برای یک نظامی جوان با وزن ۷۰ کیلو گرم

میزان فعالیت	نوع فعالیت	وات	کیلو کالری در ساعت
خیلی سبک (۱۰۵-۱۷۵ وات)	در حالت استراحت، دراز کشیدن	۱۵۵	۹۰
	ایستادن در سنگر انفرادی، سوار بر کامیون	۱۱۶	۱۰۰
	نگهبانی	۱۳۷	۱۱۸
	پرواز با هواپیما	۱۴۵	۱۲۵
	رانندگی کامیون	۱۶۳	۱۴۰
سبک (۱۷۵ - ۲۳۵ وات)	تنظیم سلاح	۱۹۸	۱۷۰
	پیاده روی در سطح صاف با سرعت یک متر در ثانیه (بدون بار)	۲۱۰	۱۸۰
	پیاده روی در سطح صاف با سرعت یک متر در ثانیه (با ۲۰ کیلو گرم بار)	۲۵۵	۲۱۹
	پیاده روی در سطح صاف با سرعت یک متر در ثانیه (با ۳۰ کیلو گرم بار)	۲۹۲	۲۵۱
متوسط (۵۰۰ - ۲۳۵ وات)	پیاده روی در شن با سرعت یک متر در ثانیه (بدون بار)	۳۲۶	۲۸۰
	پیاده روی در سطح سخت با سرعت ۱/۶ متر در ثانیه (بدون بار)	۳۶۱	۳۱۵
	پیاده روی در سطح سخت با سرعت ۱/۶ متر در ثانیه (۲۰ کیلو گرم بار)	۴۴۸	۳۸۵
	گشت و شناسایی	۴۵۴	۳۹۰
	کار کردن با بیل و کلنگ ، سینه خیز با کوله پشتی ،	۴۶۵	۴۰۰
	هجوم میدانی	۴۷۷	۴۱۰
سنگین (وات >۵۰۰)	پیاده روی بر سطح سخت با سرعت ۵/۶ متر در ثانیه (۳۰ کیلوگرم بار)	۵۰۷	۴۳۶
	پیاده روی روی سطح سخت با سرعت دو متر در ثانیه (بدون بار)	۵۲۵	۴۵۱
	حفر سنگر		
	حفاری با سرنیزه	۵۴۰	۴۶۵
	پیاده روی روی شن نرم با سرعت یک متر بر ثانیه (بدون بار)	۶۱۶	۵۳۰
		۶۴۲	۵۵۲

نتیجه گیری :

از آنجا که اثرات گرمای محیط با افزایش فعالیت، به طور فزاینده ای تشدید می شود، گرما بیشتر مطلوب عملیات های دفاعی است تا تهاجمی. هر نیازی برای پوشش تجهیزات و هر نوع لباس ضد شیمیایی یا هر دو، باعث افزایش استرس گرمایی می شوند.

با توجه به تعداد و ماهیت بیماریهای ناشی از گرما که در پزشکی نظامی از آن یاد شده است، به نظر می رسد که اثر اصلی گرما روی عملیاتهایی نظامی با مقیاس وسیع، در تهیه مقدار زیادی آب است که باید برای نیروهایی که در عملیات در شرایط آب و هوایی گرم شرکت دارند حمل و نقل شود. (مقدار پیشنهادی ۱۲۵ تن برای هر ۵۰۰۰ نفر می باشد (آدام، ۱۹۶۳، ص ۶۱). حمل این مقدار آب با سایر اقلام نظامی ضروری قابل مقایسه است.

از یک سوی چرخش و گردش نیروهای رزمنده و جا به جایی آنها با نیروهای ذخیره، امکان ادامه عملیات های نظامی را با کمترین تلفات ناشی از گرما فراهم می سازد و از سوی دیگر، سازگاری ۳-۵ روزه نیروهای رزمنده با آب و هوای منطقه عملیاتی، در کارآیی آنها نقش بسزایی خواهد داشت. این امر اجرای عملیات نظامی نسبتاً سنگینی را با نیروهای ذخیره محدود در شرایط دمای بالا، رطوبت زیاد، وزش باد ضعیف، بار سنگین، لباسهای حفاظتی، شیمیایی و میکروبی و حمل ماست های جنگی و نظایر آن میسر می سازد.

منابع:

- ۱- پاینده، نصراله (۱۳۸۳): اثر دمای موثر بر رزم، فصلنامه علوم نظامی سال هفتم شماره ۲۲، دانشگاه امام حسین (ع)، اصفهان.
- ۲- پاینده، نصراله (۱۳۸۴): رساله دکتری (پهنه بندی دمای موثر در سطح کشور)، دانشگاه اصفهان.
- ۳- پاینده، نصراله (۱۳۸۵): ارزیابی دمای موثر در سطح کشور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی شماره ۸۰ بهار ۱۳۸۵، مشهد.
- ۴- رازجویان، محمود (۱۳۶۷): آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران.
- ۵- هوش ور، زردشت (۱۳۸۱): پاتولوژی جغرافیایی ایران، جلد اول، چاپ اول، جهاد دانشگاهی مشهد.
6. Adom J.W., 1963 "Survey of Factors Effecting the Healthy Efficiency of Troops on operation", US Navy Med. News Letter.
7. Ashrae, 1974, Anonymous. Monograph for Practical Applications of Ashrae Research: Thermal comfort Conditions. I am soc heating, Refrigerating Air conditioning Engineers. January 90-92
8. Bares JK. Woodward 3J, Otis GA, eds. 1970, "The medical and Surgical History of the war of the Rebellion". Washington, DC. Government Printing, 185
9. Division, June 1961, US Army Quartermaster Research and Engineering center.
10. Kobrik John L. & Johnson Richard F., 1991 "Handbook of Military Psychology, John Wiley & Sons Ltd., New York
11. Soule RG. Goodman, terrain Geofficients for energy cost production J. Appl. Phi 301 1972: 706-708
12. Wood Cook AH. "Moisture Permeability Index: a new index for Describing Evaporative Heat transfer Through Fabric System". Natick, mass: Environmental Protection research