



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۴۳۸۴

چاپ اول

ISIRI

14384

1st. Edition

تعیین شاخص‌های

آسایش حرارتی PMV و PPD

و معیارهای آسایش حرارتی موضعی

**Determination of thermal comfort
PMV and PPD indices and local
thermal comfort criteria**

ICS:13.180

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" تعیین شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD و معیارهای آسایش حرارتی موضعی "

رئیس:

محمد کاری، بهروز
(دکترای مهندسی عمران)

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیئت علمی
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

دبیر:

معرفت، مهدی
(دکترای مهندسی مکانیک)

عضو هیئت علمی
دانشگاه تربیت مدرس

اعضا: (به ترتیب حروف الفبا)

امیدوار، امیر
(دکترای مهندسی مکانیک)

عضو هیئت علمی
دانشگاه صنعتی شیراز

حیدری، شاهین
(دکترای معماری)

عضو هیئت علمی
دانشگاه تهران

ذوالفقاری، امین
(فوق لیسانس مکانیک)

کارشناس
شرکت مشاوران بهسازی، نوسازی انرژی (مبنا)

ذوالفقاری، سید علیرضا
(دکترای مهندسی مکانیک)

عضو هیئت علمی
دانشگاه بیرجند

شارسان، آزاده
(لیسانس فیزیک)

کارشناس
سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

فیاض، ریما
(دکترای معماری)

عضو هیئت علمی
دانشگاه هنر

طهماسبی، فرهنگ
(فوق لیسانس معماری)

کارشناس ارشد
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

لنکرانی، مهناز
(فوق لیسانس معماری)

کارشناس ارشد
سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور

مهرگان، سارا
(لیسانس شیمی)

کارشناس
مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ میانگین آرای پیش‌بینی شده (PMV)
۳	۱-۴ محاسبه
۶	۲-۴ کاربردها
۶	۵ درصد نارضایتی پیش‌بینی شده (PPD)
۸	۶ نارضایتی حرارتی موضعی
۸	۱-۶ کلیات
۹	۲-۶ سرمایه‌ش موضعی همرفتی (کوران)
۹	۳-۶ گرادیان عمودی دمای هوا
۱۰	۴-۶ کف گرم یا سرد
۱۱	۵-۶ تابش نامتقارن
۱۳	۷ محیط حرارتی قابل قبول
۱۳	۸ محیط‌های حرارتی ناپایدار
۱۳	۱-۸ کلیات
۱۴	۲-۸ چرخه‌های دمایی
۱۴	۳-۸ افت و خیز دما
۱۴	۴-۸ حالت گذار
۱۴	۹ ارزیابی بلند مدت شرایط کلی آسایش حرارتی
۱۵	۱۰ انطباق و سازگاری
	پیوست الف (اطلاعاتی) مثال‌هایی از الزامات آسایش حرارتی برای انواع فضاها
۱۶	در شرایط مختلف محیطی
۱۶	الف-۱ گروه بندی محیط‌های حرارتی
۱۷	الف-۲ محدوده‌ی دمای عملکردی
۱۸	الف-۳ نارضایتی حرارتی موضعی
۲۱	الف-۴ چند مثال حل شده برای انواع مختلف فضاها
۲۳	پیوست ب نرخ متابولیک برای فعالیت‌های مختلف
۲۴	پیوست پ (اطلاعاتی) تخمین مقدار حرارتی لباس
۲۴	پ-۱ کلیات
۲۶	پ-۲ تعیین عایق دینامیکی لباس

ادامه فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۲۸	پیوست ت (اطلاعاتی) نرم افزار رایانه‌ای برای محاسبه شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD
۳۱	پیوست ث (اطلاعاتی) جداول تعیین میانگین آرای پیش‌بینی شده (PMV)
۵۰	پیوست ج (اطلاعاتی) رطوبت
۵۱	پیوست چ (اطلاعاتی) سرعت هوا
۵۳	پیوست ح (اطلاعاتی) تعیین شرایط آسایش حرارتی دراز مدت
۵۵	پیوست خ (اطلاعاتی) دمای میانگین تابش
۵۷	پیوست د (اطلاعاتی) دمای عملکردی
۵۸	پیوست ذ (اطلاعاتی) کتاب‌نامه

پیش گفتار

استاندارد « تعیین شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD و معیارهای آسایش حرارتی موضعی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهیه و تدوین شده و در سیصد و شانزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی ساختمانی مورخ ۹۰/۱۱/۹ تصویب شد، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

EN ISO 7730:2005, Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.

تعیین شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD و معیارهای آسایش حرارتی موضعی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌های محاسبه پیش‌بینی احساس حرارتی کلی و تعیین درجه نارضایتی حرارتی افراد در محیط‌های معتدل است. این استاندارد این قابلیت را ایجاد می‌کند تا با محاسبه شاخص‌های PMV (میانگین رأی پیش‌بینی شده)، PPD (درصد نارضایتی حرارتی پیش‌بینی شده) و همچنین معیارهای نارضایتی حرارتی، شرایط آسایش حرارتی تحلیل و بررسی شود.

این استاندارد برای افراد سالمی که در معرض شرایط محیط داخل قرار دارند کاربرد دارد. این استاندارد برای طراحی محیط‌های حرارتی جدید و ارزیابی محیط‌های موجود می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه این استاندارد برای محیط‌های کاری تدوین شده اما برای سایر محیط‌های دیگر نیز قابل تعمیم است. برای افرادی با شرایط جسمی خاص و دارای ناتوانی‌های فیزیکی، لازم است به استاندارد ISO/TS 14415: 2005 رجوع شود. در مواقعی که فضاهای تهویه نشده مورد بررسی قرار می‌گیرند لازم است اختلافات ملیتی و جغرافیایی هم مد نظر قرار گیرند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظرها و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است :

2-1 ISO 13731, Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols

2-2 ISO/TS 13732-2, Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature

- 2-3 ISO/TS 14415:2005, Ergonomics of the thermal environment — Application of International Standards to people with special requirement
- 2-4 ISO 7726, Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities
- 2-5 ISO 8996, Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate
- 2-6 ISO 9920, Ergonomics of the thermal environment — Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble
- 2-7 ISO 10551:1995, Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات تعیین شده در استاندارد بند ۱-۲، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز استفاده شده است.

۱-۳

چرخه‌ی دما^۱

دمای متغیر با دامنه و فرکانس مشخص و معلوم.

۲-۳

افت دما^۲

تغییر غیر پریودیک، دائم، یکنواخت و غیر عامل^۳ در دمای عملکردی یک محیط بسته^۴.

۳-۳

خیز دما^۵

1- Temperature cycle
 2 - Drift temperature
 3 - Passive
 4 - Enclosed space
 5 - Ramp temperature

تغییر غیر پربودیک، دائم، یکنواخت و کنترل شده به صورت فعال^۱ در دمای عملکردی یک محیط بسته.

۴-۳

دمای عملکردی^۲

دمای یکنواخت یک محیط بسته سیاه فرضی که در آن تبادلات حرارتی شخص با محیط از طریق تابش و همرفت برابر با تبادلات حرارتی وی در محیط غیر یکنواخت واقعی باشد.

۵-۳

دمای گذرا^۳

تغییرات ناگهانی در شرایط حرارتی به دلیل تغییرات پله‌ای دما، رطوبت، فعالیت بدنی و یا میزان عایق لباس.

۶-۳

کوران^۴

احساس سرمای موضعی ناخواسته در بدن به دلیل جابه‌جایی هوا.

۴ میانگین آرای پیش‌بینی شده^۵ (PMV)

۱-۴ محاسبه

PMV شاخصی است برای پیش‌بینی میانگین آرای حرارتی افراد بر اساس یک مقیاس هفت نقطه‌ای برای احساس حرارتی (جدول ۱ را ببینید). شاخص PMV بر مبنای تعادل حرارتی بدن انسان استوار است. تعادل حرارتی زمانی برقرار می‌شود که تولید حرارت در داخل بدن با حرارت تلف شده از آن برابر شود. در یک محیط معتدل، سامانه‌ی تنظیم حرارت بدن به طور خودکار با تغییر دمای پوست و ترشح عرق، سعی در برقراری تعادل حرارتی دارد.

1 - Actively controlled
2 - operative temperature
3 - transient temperature
4 - draught
5 - predicted mean vote

جدول ۱- مقیاس هفت نقطه‌ای احساس حرارتی بدن

+۳	خیلی گرم
+۲	گرم
+۱	کمی گرم
۰	خنثی
-۱	کمی سرد
-۲	سرد
-۳	خیلی سرد

شاخص PMV را می‌توان از فرمول (۱) محاسبه کرد:

$$PMV = (0.303 \cdot e^{-0.036 \cdot M} + 0.028) \cdot \{ (M-W) - 3.05 \times 10^{-3} \cdot [5733 - 6.99 \cdot (M-W) - P_a] - 0.42 \cdot [(M-W) - 58.15] - 1.7 \times 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - P_a) - 0.0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3.96 \times 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \} \quad (1)$$

که در آن:

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 \cdot (M-W) - 0.155 \cdot I_{cl} \cdot \{ 3.96 \times 10^{-8} \cdot f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \} \quad (2)$$

و

$$h_c = \begin{cases} 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} & 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12.1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{cases} \quad (3)$$

و

$$f_{cl} = \begin{cases} 1.0 + 1.29 \cdot I_{cl} & I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \\ 1.05 + 0.645 \cdot I_{cl} & I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{cases} \quad (4)$$

در آنها:

M نرخ متابولیک بر حسب (W/m²)

W توان مکانیکی مؤثر بر حسب (W/m²)

I_{cl} عایق لباس بر حسب (m² · K/W)

f_{cl} فاکتور مساحت سطح لباس

t_a دمای هوا بر حسب ($^{\circ}\text{C}$)

$\bar{t}_r$ میانگین دمای تابشی بر حسب ($^{\circ}\text{C}$)

v_{ar} سرعت نسبی هوا بر حسب (m/s)

p_a فشار جزئی بخار بر حسب (Pa)

h_c ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی بر حسب ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)

t_{cl} دمای سطح لباس بر حسب ($^{\circ}\text{C}$)

یادآوری:

$$1 \text{ clo} = 0.155 \text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W} = \text{واحد عایق لباس} \quad \text{و} \quad 1 \text{ met} = 58.2 \text{ W}/\text{m}^2 = \text{واحد متابولیک}$$

PMV می‌تواند برای شرایط مختلف نرخ متابولیک، دمای هوا، دمای میانگین تابش، سرعت هوا و رطوبت هوا محاسبه شود (به استاندارد بند ۲-۴ مراجعه شود). معادلات t_{cl} و h_c به روش تکرار قابل حل هستند.

اگرچه شاخص PMV برای شرایط پایدار^۱ تعریف شده است، اما در صورت تغییرات اندک یک یا چند تا از متغیرها با تقریب خوبی می‌توان شاخص PMV را برای میانگین زمانی متغیرهای مذکور در یک بازه زمانی یک ساعته به کار گرفت. رابطه‌ی پیشنهاد شده برای محاسبه‌ی PMV را در شرایط زیر می‌توان به کار گرفت:

M بین 0.8 met تا 4 met

I_{cl} بین 0 clo تا 2 clo

t_a بین 10°C تا 30°C

$\bar{t}_r$ بین 10°C تا 40°C

v_{ar} بین 0 m/s تا 1 m/s

p_a بین 0 Pa تا 2700 Pa

روش محاسبه‌ی نرخ متابولیک در استاندارد مرجع بند ۲-۵ و پیوست ب با توجه به نوع و میزان فعالیت فرد ارایه شده است. در شرایطی که نرخ متابولیک متغیر است، لازم است از میانگین‌گیری زمانی در بازه‌ی زمانی یک ساعته استفاده شود. برای تخمین مقاومت حرارتی لباس و صندلی به استاندارد بند ۲-۶ و پیوست پ مراجعه شود.

شاخص PMV را می‌توان به یکی از طرق زیر محاسبه کرد:

1 -Steady State

الف) از طریق رابطه‌ی (۱) و با استفاده از برنامه‌ی کامپیوتری به زبان Basic که در پیوست ت این استاندارد آورده شده است. برای اعتبار سنجی برنامه‌های کامپیوتری می‌توان از مثال موجود در پیوست ت استفاده کرد.

ب) محاسبه با استفاده از پیوست ث. در جداول موجود در پیوست مذکور مقادیر شاخص PMV برای شرایط مختلف فعالیت بدنی، دمای عملکردی و سرعت نسبی آمده است.

پ) اندازه‌گیری مستقیم با حسگرهای مخصوص.

مقادیر مشخص شده برای شاخص PMV در پیوست ث برای رطوبت نسبی ۵۰ درصد قابل استفاده است. در دماهای متوسط و معمولی و در شرایط نزدیک به شرایط آسایش، آثار رطوبت بر احساس حرارتی افراد ناچیز است. در چنین شرایطی می‌توان از اثر این عامل صرف نظر کرد (پیوست ج را ببینید).

۲-۴ کاربردها

شاخص PMV برای بررسی و ارزیابی محیط‌های حرارتی معین و مشخص از نظر ایجاد شرایط قابل قبول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با قرار دادن $PMV = 0$ معادله‌ای به دست می‌آید که پیش‌بینی کننده‌ی مجموعه‌ای از شرایط محیطی است که در نهایت به ایجاد شرایط حرارتی خنثی در فرد منجر خواهد شد.

۵ درصد نارضایتی پیش‌بینی شده^۱ (PPD)

PMV مقدار میانگین رأی حرارتی یک گروه نسبتاً بزرگ از افراد که در شرایط محیطی مشابه قرار دارند را پیش‌بینی می‌کند. اما رأی هر یک از افراد در اطراف این مقدار متوسط قرار دارد. پیش‌بینی تعداد افرادی از گروه که احساس گرما و سرما دارند نیز در این میان ارزش به سزایی دارد که نمی‌توان از طریق PMV آن را تخمین زد.

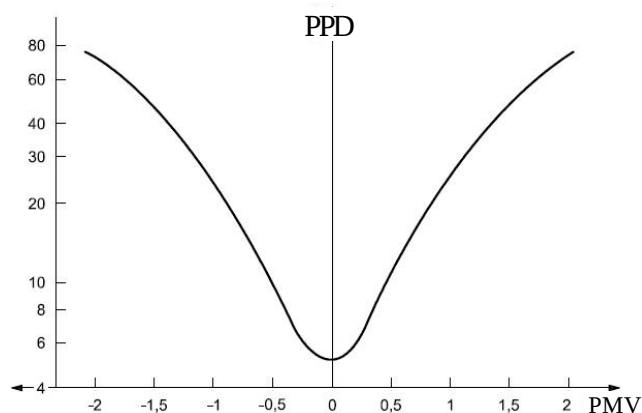
1 - Predicted Percentage Dissatisfied

PPD شاخصی است برای پیش‌بینی کمتی درصدی از افراد که به دلیل احساس سرما یا گرما ابراز نارضایتی دارند. بر اساس استاندارد های بین المللی، نارضایتی حرارتی شامل احساس خیلی گرمی، گرمی، سردی و خیلی سردی است. در صورتی که مقدار PMV معلوم باشد، شاخص PPD را می‌توان از رابطه‌ی (۵) تخمین زد:

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0.03353 \cdot PMV^4 - 0.2179 \cdot PMV^2) \quad (5)$$

در شکل (۱) رابطه‌ی بین این دو شاخص حرارتی رسم شده است.

PPD می‌تواند تعداد افرادی را که از نظر حرارتی احساس نارضایتی دارند تخمین بزند. مابقی افراد احساس نسبتاً مطلوبی دارند. توزیع احساس حرارتی فردی در جدول (۲) آمده است:



راهنما:

PMV میانگین آرای پیش‌بینی شده
PPD درصد نارضایتی پیش‌بینی شده (%)

شکل ۱- PPD تابعی از PMV

جدول ۲- توزیع احساس حرارتی افراد برای مقادیر مختلف متوسط آرا

درصد افراد* (ساکنان)			PPD	PMV
٪				
+۲، +۱، ۰، -۱، -۲	+۱، ۰، -۱	۰		
۷۰	۲۵	۵	۷۵	+۲
۹۵	۷۵	۳۰	۲۵	+۱
۹۸	۹۰	۵۵	۱۰	+/۵**
۱۰۰	۹۵	۶۰	۵	۰
۹۸	۹۰	۵۵	۱۰	-۰/۵**
۹۵	۷۵	۳۰	۲۵	-۱
۷۰	۲۵	۵	۷۵	-۲
* بر اساس داده‌های تجربی به دست آمده از ۱۳۰۰ فرد مورد بررسی				
** بازه PMV +۰/۵ تا -۰/۵ معادل ۹۰ درصد رضایتمندی است.				

۶ نارضایتی حرارتی موضعی

۱-۶ کلیات

شاخص‌های PMV و PPD به نوعی شرایط آسایش حرارتی عمومی را برای بدن پیش‌بینی می‌کنند. این در حالی است که گاهی احساس سرما یا گرمای موضعی در برخی از نقاط بدن شخص، او را آزار می‌دهد. به این احساس سرما یا گرمای موضعی و ناخواسته اصطلاحاً نارضایتی حرارتی موضعی^۱ گفته می‌شود. کوران یکی از مهم‌ترین عوامل نارضایتی حرارتی موضعی است (۲-۶). همچنین، نارضایتی حرارتی ممکن است به دلیل وجود اختلاف زیاد دما بین سر و مچ پا (۳-۶)، به دلیل کف گرم و یا سرد (۴-۶) و یا به خاطر وجود عدم تقارن دمای تابشی (۵-۶) رخ دهد. در پیوست الف مثال‌هایی از شرایط آسایش حرارتی کلی و موضعی برای انواع فضاها و محیط‌ها آمده است.

اغلب، افرادی که فعالیت بدنی کمی دارند حساس‌ترند و بیش‌تر از بقیه‌ی افراد احساس نارضایتی حرارتی موضعی دارند. اگرچه ممکن است این افراد از نظر احساس حرارتی کلی در حالت نزدیک به حالت خنثی باشند. در افرادی که فعالیت بدنی بیش‌تری دارند، حساسیت حرارتی کم‌تر است. در این افراد خطر رخداد نارضایتی حرارتی کاهش می‌یابد.

۲-۶ سرمایش موضعی همرفتی (کوران)

به منظور پیش‌بینی درصد نارضایتی افراد به دلیل کوران، استاندارد ایزو ۷۷۳۰ شاخص نرخ کوران^۱ را به صورت رابطه‌ی (۶) معرفی کرده است:

$$DR = (34 - t_{a,l}) \cdot (\bar{v}_{a,l} - 0.05)^{0.62} \cdot (0.37 \cdot \bar{v}_{a,l} \cdot Tu + 3.14) \quad (6)$$

Tu شدت توربولانس موضعی است، بر حسب درصد، بین ۱۰ تا ۶۰ درصد که در صورت نامشخص بودن می‌توان مقدار ۴۰ درصد را برای آن در نظر گرفت.

$t_{a,l}$ دمای موضعی هوا بر حسب درجه سلسیوس، بین ۲۰ درجه سلسیوس تا ۲۶ درجه سلسیوس

$\bar{v}_{a,l}$ سرعت میانگین موضعی هوا بر حسب متر بر ثانیه، کم‌تر از ۰/۵ متر بر ثانیه

در مواردی که $\bar{v}_{a,l} > 0.05$ متر بر ثانیه باشد، مقدار $\bar{v}_{a,l}$ را برابر با ۰/۵ متر بر ثانیه فرض کنید. همچنین در شرایطی که $DR < 100$ درصد مقدار DR را برابر با ۱۰۰ درصد فرض کنید.

این مدل برای پیش‌بینی نرخ کوران در ناحیه گردن در شرایط حرارتی کلی نزدیک به خنثی و در حالت فعالیت بدنی سبک مناسب است. این مدل برای ناحیه‌ی بازوها و پاها نرخ کوران را کمی بیش‌تر از مقدار واقعی پیش‌بینی می‌کند. برای فعالیت‌های بدنی سنگین‌تر ($1.2 \text{ met} <$) و یا برای افرادی که کمی احساس گرما دارند احساس سرمایش موضعی ناشی از کوران ضعیف‌تر است. اطلاعات دقیق‌تر در مورد اثر سرعت هوا را می‌توان در پیوست ج ملاحظه کرد.

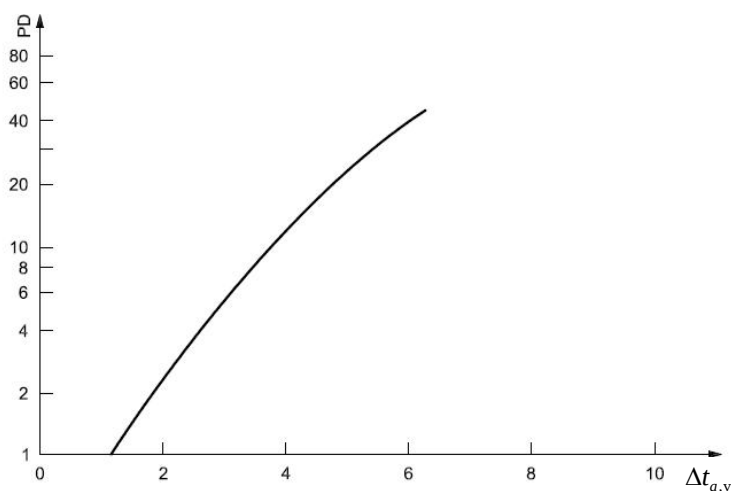
۳-۶ گرادیان عمودی دمای هوا

اختلاف زیاد دمای هوا بین سر و قوزک پا می‌تواند باعث ایجاد احساس نارضایتی حرارتی شود. در شکل (۲) درصد نارضایتی (PD) به صورت تابعی از اختلاف دمای هوا در راستای قائم بین سر و قوزک پا رسم شده

است. این نمودار مربوط به حالتی است که افزایش دما به سمت بالاست. در شرایط معکوس که دما به سمت بالا کم می‌شود افراد حساسیت کم‌تری از خود نشان می‌دهند. PD را می‌توان از رابطه‌ی (۷) نیز محاسبه کرد:

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(5.76 - 0.856 \cdot \Delta t_{a,v})} \quad (7)$$

در این رابطه $\Delta t_{a,v}$ تفاوت دما در جهت عمودی است. رابطه‌ی (۷) برای $\Delta t_{a,v} < 8^\circ C$ قابل استفاده است.



راهنما:

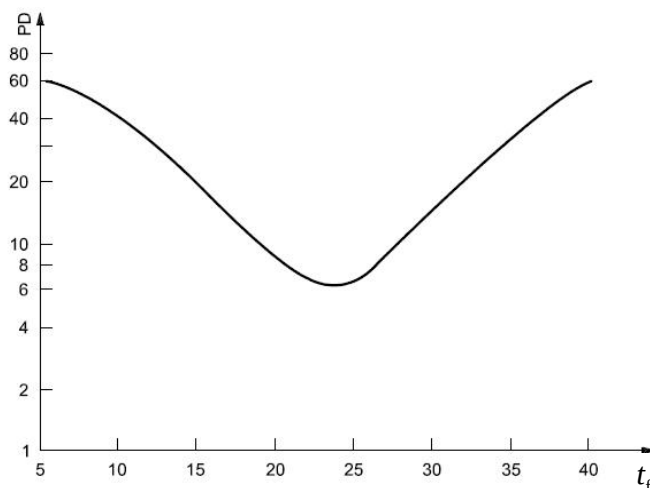
PD درصد نارضایتی (%)

$\Delta t_{a,v}$ اختلاف دمای هوا در راستای قائم بین سر و قوزک پا ($^\circ C$)

شکل ۲- درصد نارضایتی موضعی به دلیل گرادیان عمودی دمای هوا

۴-۶ کف گرم یا سرد

اگر کف اتاق خیلی گرم یا خیلی سرد باشد، ساکنان اتاق در ناحیه‌ی پا احساس نارضایتی حرارتی می‌کنند. در شکل (۳) درصد نارضایتی افراد به صورت تابعی از دمای کف رسم شده است.



راهنما:

PD درصد نارضایتی (%)

t_f دمای کف (°C)

شکل ۳- درصد نارضایتی موضعی ناشی از دمای کف

برای افرادی که بر روی کف نشسته یا دراز کشیده‌اند نیز می‌توان این نمودار را مورد استفاده قرار داد. برای محاسبه‌ی درصد نارضایتی ناشی از دمای کف می‌توان از رابطه‌ی (۸) استفاده کرد.

$$PD = 100 - 94 \cdot \exp(-1.387 + 0.118 \cdot t_f - 0.0025 \cdot t_f^2) \quad (8)$$

در این رابطه t_f دمای کف بر حسب °C است. این نتایج برای شرایطی است که افراد پای‌پوش اندکی دارند. برای پای لخت نتایج کمی متفاوت خواهد بود (به استاندارد مرجع بند ۲-۲ مراجعه کنید).

۵-۶ تابش نامتقارن

تابش نامتقارن (Δt_{pr}) نیز می‌تواند از جمله عوامل نارضایتی حرارتی در افراد باشد. معمولاً افراد نسبت به تابش نامتقارن ناشی از سقف گرم و یا دیوارهای سرد (پنجره‌ها) حساس هستند. شکل (۴) درصد نارضایتی ناشی از تابش نامتقارن سقف گرم، دیوار سرد، سقف سرد و دیوار گرم را نشان می‌دهد. در این شکل، شرایط

عدم تقارن تابشی افقی ناشی از تفاوت دمای جهات چپ و راست مد نظر قرار گرفته است. عدم تقارن تابشی در سایر جهات (جلو-عقب) حساسیت کمتری را ایجاد می کنند.

درصد نارضایتی ناشی از تابش نامتقارن را می توان از روابط (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) پیش بینی کرد:

الف) سقف گرم

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(2.84 - 0.174 \cdot \Delta t_{pr})} - 5.5, \quad \Delta t_{pr} < 23^{\circ}C \quad (9)$$

ب) دیوار سرد

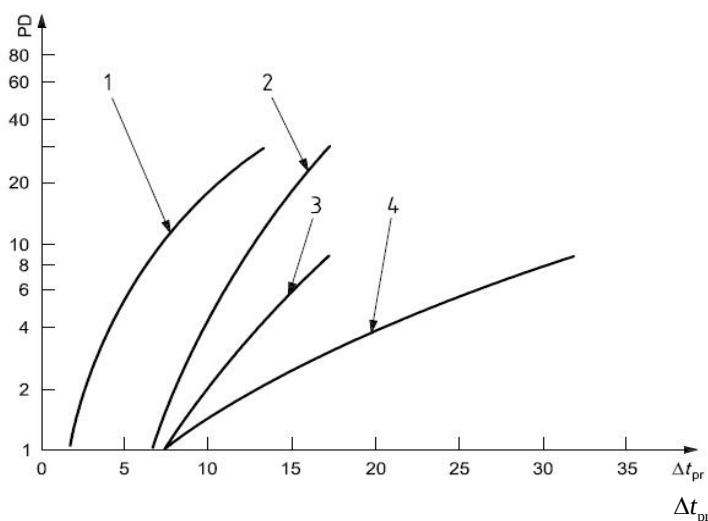
$$PD = \frac{100}{1 + \exp(6.61 - 0.345 \cdot \Delta t_{pr})}, \quad \Delta t_{pr} < 15^{\circ}C \quad (10)$$

پ) سقف سرد

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(9.93 - 0.5 \cdot \Delta t_{pr})}, \quad \Delta t_{pr} < 15^{\circ}C \quad (11)$$

ت) دیوار گرم

$$PD = \frac{100}{1 + \exp(3.72 - 0.052 \cdot \Delta t_{pr})} - 3.5, \quad \Delta t_{pr} < 35^{\circ}C \quad (12)$$



راهنما:

۱ سقف گرم	۳ سقف سرد	PD درصد نارضایتی (%)
۲ دیوار سرد	۴ دیوار گرم	Δt_{pr} تابش نامتقارن ($^{\circ}C$)

شکل ۴- نارضایتی حرارتی موضعی ناشی از تابش نامتقارن

۷ محیط‌های حرارتی قابل قبول

آسایش حرارتی یک احساس ذهنی است که بیانگر رضایتمندی از شرایط حرارتی محیط است. نارضایتی حرارتی نیز می‌تواند ناشی از احساس سرما یا گرما در کل بدن باشد (که با شاخص‌های PMV و PPD بیان می‌شود) و یا نشأت گرفته از احساس سرما یا گرمای موضعی در بخش‌های خاصی از بدن باشد.

با توجه به تفاوت‌های فردی، تعیین شرایط آسایش حرارتی به گونه‌ای که رضایتمندی همه‌ی ساکنان را در بر داشته باشد، غیر ممکن است. بنابراین همیشه درصدی از نارضایتی در بین ساکنان وجود دارد. اما تعیین شرایط آسایش حرارتی به گونه‌ای که درصد مشخصی از افراد احساس رضایت داشته باشند کار غیر ممکن نیست.

فرد حساس به یک نارضایتی حرارتی موضعی اغلب به سایر موارد نارضایتی حرارتی نیز حساس است. به عنوان مثال، شخصی که به کوران حساس است ممکن است به سرمایش موضعی ناشی از عدم تقارن تابشی و یا ناشی از وجود کف سرد نیز حساس باشد. هر فرد حساس به سرما به راحتی ممکن است دچار احساس سرمای کلی در بدن شود. بنابراین PPD، PD و DR ناشی از انواع مختلف نارضایتی حرارتی نباید با هم جمع شوند.

بسته به اولویت‌های مختلف، پیشرفت‌های تکنولوژیکی و اقلیم‌های آب و هوایی مختلف، در هر شرایطی نواحی با کیفیت و کم کیفیت از نظر حرارتی می‌تواند وجود داشته باشد. با استفاده از شاخص‌های PMV، PPD، مدل محاسبه‌ی کوران و ارتباط بین پارامترهای نارضایتی حرارتی موضعی و درصد نارضایتی حرارتی افراد می‌توان پارامترهای طراحی حرارتی محیط را تعیین کرد.

در پیوست الف مثال‌های مختلفی در این مورد ذکر شده است.

۸ محیط‌های حرارتی ناپایدار^۱

۱-۸ کلیات

در بحث محیط‌های حرارتی ناپایدار نیز اصول روش‌های مطرح شده همان اصول مربوط به محیط‌های پایدار است. به طور کلی سه نوع شرایط غیر دائم گرمایی وجود دارد: چرخه‌های دمایی^۱، افت و خیز دما^۲ و شرایط گذرا^۳.

1 -Non-steady-state thermal environments

۲-۸ چرخه‌های دمایی

چرخه‌های دمایی اغلب به دلیل کنترل دما در محیط رخ می‌دهد. اگر اختلاف دو بیشینه دمایی مجاور کم‌تر از یک درجه کلوین باشد، تغییرات دما تأثیری بر شرایط آسایش ندارد و می‌توان از اصول و قوانین ارائه شده برای حالت پایا استفاده کرد. اختلاف بیش‌تر دمایی باعث کاهش آسایش حرارتی می‌شود.

۳-۸ افت و خیز دما

اگر نرخ تغییرات دما کم‌تر از ۲ درجه کلوین بر ساعت باشد می‌توان شرایط را از نظر حرارتی پایا فرض کرد.

۴-۸ حالت گذرا

به طور کلی شرایط حرارتی گذرا ممکن است در حالت‌های زیر رخ دهد:

- در شرایط حرارتی ناپایا و یا گذرا ممکن است یک تغییر پله‌ای^۴ در دمای عملکردی^۵ به وجود آید.
- در صورتی که تغییر پله‌ای به وجود آمده در دمای عملکردی افزایشی باشد، به طور خیلی سریع شرایط جدید احساس حرارتی به طور پایا برقرار می‌شود. بنابراین شاخص‌های PMV و PPD را می‌توان بدون هیچ مشکلی در این شرایط مورد استفاده قرار داد.
- اگر تغییرات پله‌ای ایجاد شده در دمای عملکردی کاهشی باشد، چیزی حدود ۳۰ دقیقه طول می‌کشد تا شرایط احساس حرارتی فرد به حالت پایا برسد. در طی این مدت زمان ۳۰ دقیقه‌ای، شاخص‌های PMV و PPD مقادیر خیلی بیش‌تری را نسبت به واقعیت پیش‌بینی می‌کنند. البته طول مدت زمان آرامش دقیقاً ۳۰ دقیقه نیست و بسته به شرایط اولیه می‌تواند تغییر کند.

1 -Temperature cycles
2 Temperature drifts and ramps
3 -Transients
4 -Step-change
5 -Operative temperature

۹ ارزیابی بلند مدت شرایط کلی آسایش حرارتی

بسته به محدوده‌ی مقادیر به دست آمده برای PMV و PPD، حالت‌های مختلفی برای شرایط آسایش حرارتی کلی ممکن است به وجود آید (پیوست الف را ببینید).

اگر این معیارها مد نظر قرار گیرد، ظرفیت سرمایشی و گرمایشی سیستم‌های تهویه نصب شده باید نسبتاً بالا باشد. از سوی دیگر با در نظر گرفتن دیدگاه‌های اقتصادی و زیست محیطی، بازه‌های محدود زمانی که در آنها PMV از محدوده مجاز کمی فراتر رفته است نیز می‌تواند مورد قبول باشد. با اندازه‌گیری و شبیه‌سازی کامپیوتری می‌توان شرایط آسایش حرارتی را در بازه‌ی بلندتری برای انواع مختلف ساختمان و وسایل تهویه مطبوع مورد استفاده در آن بررسی کرد. در این بررسی تفاوت در کارایی سیستم‌های تأسیساتی را نیز باید مد نظر قرار داد.

بدین منظور توضیحات کلی از روش‌هایی که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد در پیوست ح آمده است.

۱۰ انطباق و سازگاری^۱

افرادی که مدت زمان طولانی در محیط‌های سرد و یا گرم زندگی می‌کنند، پس از مدتی با شرایط محیطی سازگار شده و در واقع نوعی سازش با محیط اتفاق می‌افتد. این سازگاری می‌تواند از طریق نوع پوشش و لباس، شرایط بدنی و وضعیت اندام‌ها و یا از طریق تغییر در فعالیت‌های بدنی صورت گیرد.

در مواردی که از تهویه طبیعی استفاده می‌شود، سطح سازگاری افراد بیش‌تر از حالتی است که از سیستم‌های تهویه کنترل شده و اجباری استفاده می‌شود. مطالعات میدانی نشان داده است که ساکنان ساختمان‌هایی که به صورت طبیعی تهویه می‌شوند دماهایی بیش‌تر از آنچه را که PMV پیش‌بینی می‌کند می‌توانند تحمل کنند. در چنین شرایطی می‌توان طراحی را بر مبنای مقادیر بیش‌تر PMV نسبت به آنچه در بخش ۶ و در پیوست الف آمده انجام داد.

1 -Adaptation

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از الزامات آسایش حرارتی برای انواع فضاها در شرایط مختلف محیطی

الف-۱ گروه بندی محیط‌های حرارتی

شرایط محیط‌های حرارتی مطلوب و قابل قبول را می‌توان به سه گروه الف، ب و پ تقسیم‌بندی کرد. ویژگی‌های این سه گروه در جدول (الف-۱) آمده است.

جدول الف-۱- انواع محیط‌های حرارتی

گروه	شرایط حرارتی کلی بدن		نارضایتی حرارتی موضعی		
	PPD %	PMV	DR %	PD %	
				تابش نا متقارن	کف گرم و یا سرد گرادیان عمودی دمای هوا
الف	<۶	$ PMV < 0.2$	<۱۰	<۵	<۱۰
ب	<۱۰	$ PMV < 0.5$	<۲۰	<۵	<۱۰
پ	<۱۵	$ PMV < 0.7$	<۳۰	<۱۰	<۱۵

در هر گروه، بیشینه‌ی درصد نارضایتی حرارتی در کل بدن (PPD) و درصد نارضایتی حرارتی موضعی (PD) برای هر یک از چهار حالت نارضایتی حرارتی موضعی مشخص شده است. دستیابی به بعضی از این شرایط در عمل کار ساده‌ای نیست. در حالی که بعضی دیگر از این شرایط سهل الوصول‌ترند.

با توجه به دقت ابزارهای اندازه‌گیری پارامترهای ورودی، بررسی مقدار PMV در گروه (الف) ($0.2 < PMV < 0.7$) کار ساده‌ای نیست. در این حالت به جای آن می‌توان از محدوده دمای عملکردی معادل که در بخش (الف-۲) و جدول (الف-۵) آمده استفاده کرد.

سه گروه مطرح شده در جدول (الف-۱) برای فضاهایی به کار می‌روند که در آنها افراد در معرض محیط‌های حرارتی یکسان و مشابه قرار دارند. در صورتی که برای هر فرد از سامانه‌های کنترل فردی استفاده شود، شرایط بهتر خواهد بود. کنترل موضعی دمای هوا، دمای میانگین تابش و سرعت هوا باعث کاهش تفاوت‌های فردی و در نتیجه کاهش نارضایتی حرارتی خواهد شد.

یکی دیگر از راه‌های ایجاد موازنه و رفع تفاوت‌های فردی تغییر میزان عایق لباس می‌باشد. تأثیر افزایش و یا کاهش میزان عایق لباس بر دمای عملکردی بهینه در پیوست پ (جدول پ-۲) مورد بررسی قرار گرفته است.

الف-۲ محدوده‌ی دمای عملکردی

برای یک فضای معین و مشخص به ازای $PMV=0$ یک دمای عملکردی بهینه وجود دارد. این دما به میزان عایق لباس و سطح فعالیت ساکنان بستگی دارد. شکل (الف-۱) دمای عملکردی بهینه و محدوده دمای قابل قبول به صورت تابعی از میزان عایق لباس و سطح فعالیت بدنی ساکنان برای هر یک از سه گروه را نشان می‌دهد. در هر سه گروه، دمای عملکردی بهینه یکسان است. این در حالی است که محدوده دمای قابل قبول برای این سه حالت متفاوت است. دمای عملکردی باید در کلیه نقاط قابل استفاده فضای ساختمان و در هر زمان در محدوده مجاز و قابل قبول قرار داشته باشد. این بدان معناست که محدوده‌ی مجاز تعیین شده، کلیه‌ی تغییرات اعم از تغییرات زمانی و مکانی و حتی نوسانات ناشی از سامانه‌های کنترلی را پوشش می‌دهد.

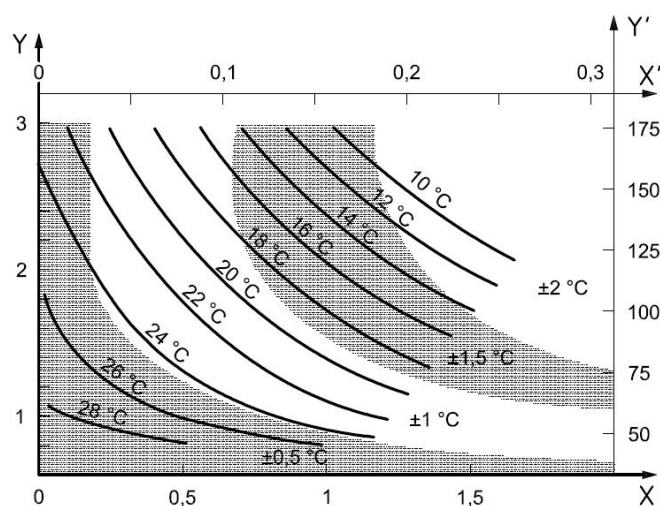
شکل (الف-۱) تنها برای رطوبت نسبی ۵۰ درصد قابل استناد است. این در حالی است که در محیط‌های معتدل اثر رطوبت نسبی ناچیز است. به طور کلی، افزایش ۱۰ درصدی در رطوبت نسبی معادل افزایش ۰/۳ درجه‌سانتی‌گراد در دمای عملکردی خواهد بود.

مقادیر PD ارائه شده در جدول (الف-۱) جمع‌پذیر نیستند. این مقادیر برگرفته از پرسشنامه‌هایی است که در مطالعه میدانی از افراد تحت بررسی جمع‌آوری شده است (به بند ۲-۷ مراجعه شود).

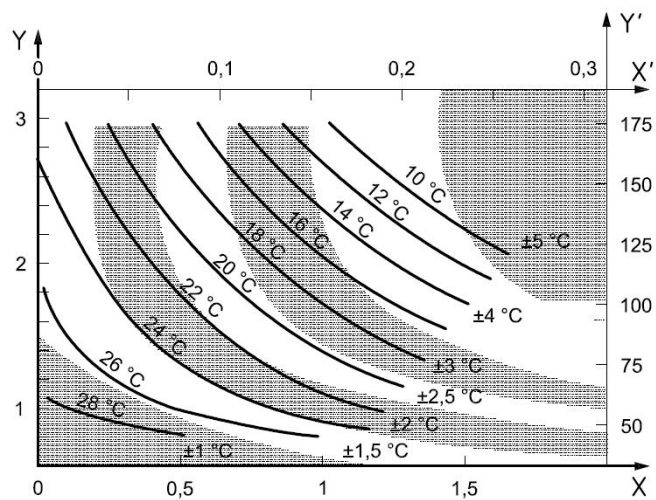
سرعت جریان هوا در محیط کمتر از 0.1 متر بر ثانیه فرض شده است. سرعت نسبی جریان هوا (v_{ar}) به دلیل جابه‌جایی بدن شخص برای نرخ متابولیک (M) کمتر از یک met برابر با صفر فرض می‌شود. این در حالی است که $v_{ar} = 0.3 \cdot (M - 1)$ را می‌توان برای $M > 1$ met مورد استفاده قرار داد. نمودارهای (الف-۱) و (الف-۲) برای رطوبت نسبی 50% رسم شده‌اند. البته لازم به ذکر است که اثر رطوبت نسبی بر دمای عملکردی بهینه و محدوده دمای مجاز ناچیز است.

الف-۳ نارضایتی حرارتی موضعی

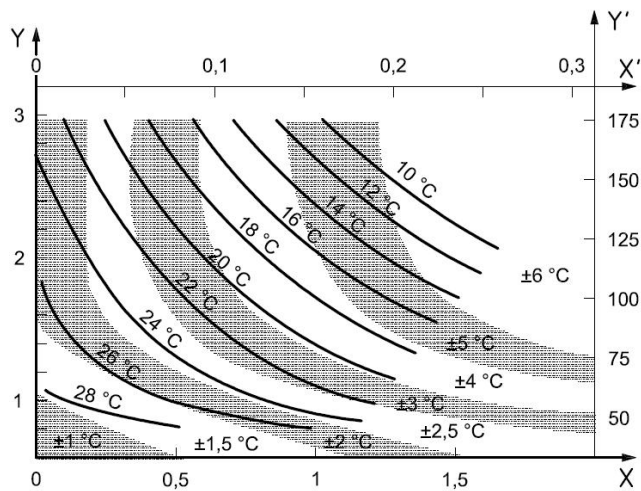
شکل (الف-۲) محدوده پارامترهای نارضایتی حرارتی موضعی را برای سه گروه مطرح شده در جدول (الف-۱) نشان می‌دهد. بیشینه سرعت میانگین مجاز برای هوا تابعی از دمای هوا و شدت توربولانس است. شدت توربولانس در فضاهایی که توزیع جریان هوا در آنها بصورت اختلاطی است بین 30 درصد تا 60 درصد متغیر است. در فضاهایی که تهویه جابه‌جایی دارند یا تهویه مکانیکی ندارند، شدت توربولانس کمی کمتر است.



گروه الف: ۶ درصد < PPD



گروه ب: ۱۰ درصد $PPD < 10\%$



گروه پ: ۱۵ درصد $PPD < 15\%$

راهنما:

PPD درصد ناراضایتی پیش بینی شده (%)

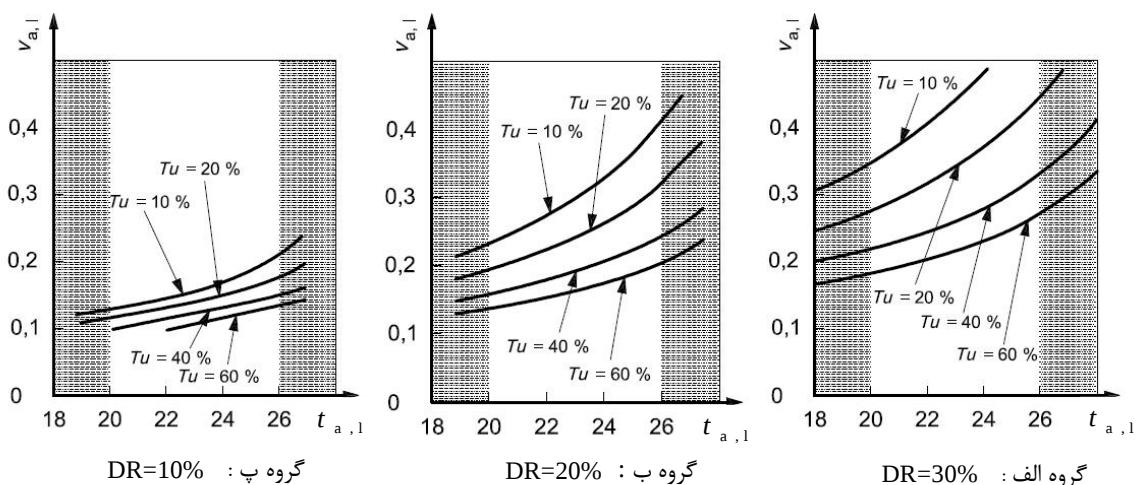
X عایق لباس پایه، واحد لباس (clo)

X' عایق لباس پایه، واحد لباس ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)

Y نرخ متابولیک، واحد متابولیک (met)

Y' نرخ متابولیک، واحد متابولیک (W/m^2)

شکل الف-۱- دمای عملکردی بهینه به صورت تابعی از میزان عایق لباس و سطح فعالیت



راهنما:

$t_{a,l}$ دمای هوای موضعی (°C)
 $\bar{V}_{a,l}$ سرعت میانگین هوای موضعی (m/s)
 Tu شدت توربولانس (%)

شکل الف ۲- بیشینه سرعت میانگین مجاز به صورت تابعی از دمای هوای موضعی و شدت توربولانس

در جداول (الف ۲، الف ۳ و الف ۴) میزان ناراضایتی حرارتی به دلیل اختلاف دمای عمودی، کف گرم یا سرد و عدم تقارن تابشی مشخص شده است.

جدول الف ۲- اختلاف دمای عمودی بین سر و ناحیه‌ی قوزک پا

گروه	گرادیان عمودی دمای هوا* (°C)
الف	< ۲
ب	< ۳
پ	< ۴
*بین ۰/۱ و ۱/۱ متر بالای کف	

جدول الف ۳- محدوده دمای کف

گروه	محدوده دمای مجاز برای کف (°C)
الف	۱۹ تا ۲۹
ب	۱۹ تا ۲۹
پ	۱۷ تا ۳۱

جدول الف ۴- تابش نامتقارن

گروه	تابش نامتقارن (°C)			
	سقف گرم	دیوار سرد	سقف سرد	دیوار گرم
الف	<۵	<۱۰	<۱۴	<۲۳
ب	<۵	<۱۰	<۱۴	<۲۳
پ	<۷	<۱۳	<۱۸	<۳۵

الف-۴ چند مثال حل شده برای انواع مختلف فضاها

شرایط طراحی مشخص شده در جدول (الف-۵) تحت فرضیات معین و مشخص محاسبه شده‌اند. دمای عملکردی برای سطوح مختلف فعالیت و با فرض میزان عایق لباس ۰/۵ clo برای تابستان و ۱ clo برای زمستان مشخص شده است. سرعت میانگین جریان هوا نیز با فرض شدت توربولانس برابر با ۴۰ درصد تعیین شده است. علی‌رغم این‌که شرایط طراحی ارائه شده در جدول (الف-۵) تنها برای شرایط خاصی ارائه شده‌اند اما نتایج برای شرایط مشابه نیز قابل تعمیم است.

جدول الف ۵- شرایط طراحی برای حالات مختلف

بیشینه سرعت میانگین m/s		دمای عملکردی °C		گروه	فعالیت W/m ²	نوع فضا
زمستان	تابستان	زمستان	تابستان			
۰/۱۰	۰/۱۲	۲۲/۰ ± ۱/۰	۲۴/۵ ± ۱/۰	الف	۷۰	محل کار ساده
						محل کار مجلل
۰/۱۶	۰/۱۹	۲۲/۰ ± ۲/۰	۲۴/۵ ± ۱/۵	ب		اتاق همایش
						تالار
۰/۲۱	۰/۲۴	۲۲/۰ ± ۳/۰	۲۴/۵ ± ۲/۵	پ		رستوران/کافه
						کلاس درس
۰/۱۰	۰/۱۱	۲۲/۰ ± ۱/۰	۲۳/۵ ± ۱/۰	الف	۸۱	کودکستان
۰/۱۵	۰/۱۸	۲۲/۰ ± ۲/۵	۲۳/۵ ± ۲/۰	ب		
۰/۱۹	۰/۲۳	۲۲/۰ ± ۳/۵	۲۳/۵ ± ۲/۵	پ		
۰/۱۳	۰/۱۶	۱۹/۰ ± ۱/۵	۲۳/۰ ± ۱/۰	الف	۸۳	فروشگاه
۰/۱۵	۰/۲۰	۱۹/۰ ± ۳/۰	۲۳/۰ ± ۲/۰	ب		
۰/۱۸	۰/۲۳	۱۹/۰ ± ۴/۰	۲۳/۰ ± ۳/۰	پ		

پیوست ب

(اطلاعاتی)

نرخ متابولیک برای فعالیت‌های مختلف

اطلاعات بیشتر در بند ۲-۵ آمده است. افراد پیر و سال خورده نسبت به افراد جوان نرخ متابولیک کم‌تری دارند.

جدول ب ۱- نرخ متابولیک

نرخ متابولیک		فعالیت
met	W/m ²	
۰/۸	۴۶	دراز کشیدن
۱/۰	۵۸	نشسته، در حال استراحت
۱/۲	۷۰	کار نشسته (کارهای اداری، آموزشی و آزمایشگاهی)
۱/۶	۹۳	ایستاده، فعالیت سبک (خرید، کارهای آزمایشگاهی و صنعتی سبک)
۲/۰	۱۱۶	ایستاده، فعالیت متوسط (فروشنده‌گی، خانه داری، کار با ماشین آلات صنعتی)
		راه رفتن در سطوح تخت و بدون شیب:
۱/۹	۱۱۰	۲ km/h
۲/۴	۱۴۰	۳ km/h
۲/۸	۱۶۵	۴ km/h
۳/۴	۲۰۰	۵ km/h

پیوست پ

(اطلاعاتی)

تخمین مقدار عایق حرارتی لباس

پ-۱ کلیات

مقدار عایق لباس (I_{cl}) را می‌توان مستقیماً از داده‌های ارائه شده در جدول (پ-۱) بر حسب ترکیب لباس‌های پوشیده شده و یا بطور غیر مستقیم با جمع کردن عایق هر یک از لباس‌های پوشیده شده (I_{clu}) از جدول (پ-۲) به دست آورد. جدول (پ-۲) میزان تغییر دمای عملکردی بهینه را در صورت افزایش یا کاهش لباس مشخص می‌کند. در این جدول فرض شده است که بدن در شرایط حرارتی خنثی باقی بماند و میزان فعالیت نیز برابر $1/2 \text{ met}$ فرض است. برای افراد نشسته روی صندلی نیز می‌توان بین 0 clo تا $0/4 \text{ clo}$ به عایق لباس افزود. برای اطلاعات بیش‌تر به بند ۲-۶ مراجعه کنید.

جدول پ-۱- عایق حرارتی لباس‌های مختلف

I_{cl}		پوشش روزمره
clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
۰/۳۰	۰/۰۵۰	لباس زیر، تی شرت، جوراب نازک و صندل
۰/۵۰	۰/۰۸۰	لباس زیر، بلوز آستین کوتاه، شلوار نازک، جوراب نازک و کفش
۰/۷۰	۰/۱۰۵	لباس زیر، لباس زنانه، جوراب ساق بلند و کفش
۰/۷۰	۰/۱۱۰	لباس زیر، پیراهن، شلوار، جوراب و کفش
۱/۰	۰/۱۵۵	لباس زیر، پیراهن، شلوار، کت، جوراب و کفش
۱/۱۰	۰/۱۷۰	لباس زیر، بلوز، دامن بلند، کت، جوراب و کفش
۱/۳۰	۰/۲۰۰	زیرپوش آستین دار، زیر شلوار بلند، پیراهن، جلیقه یقه ۷، شلوار، کت، جوراب و کفش
۱/۵۰	۰/۲۳۰	زیرپوش آستین کوتاه، زیر شلوار کوتاه، پیراهن، جلیقه، شلوار، کت، پالتو، جوراب و کفش

I_{cl}		لباس کار
clo	$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
۰/۷۰	۰/۱۱۰	لباس زیر، لباس کار سر هم، جوراب و کفش
۰/۸۰	۰/۱۲۵	لباس زیر، پیراهن، لباس کار سر هم، جوراب و کفش
۰/۹۰	۰/۱۴۰	لباس زیر، پیراهن، شلوار، روپوش، جوراب و کفش
۱/۰۰	۰/۱۵۵	زیرپوش آستین بلند، زیرشلوار، پیراهن، شلوار، کت، جوراب و کفش
۱/۴۰	۰/۲۲۰	زیرپوش آستین کوتاه، زیرشلوار، پیراهن، شلوار، کت، پالتو گرم، جوراب، دستکش
۲/۰۰	۰/۳۱۰	زیرپوش آستین کوتاه، زیرشلوار، پیراهن، شلوار، کت، پالتو گرم، جوراب، دستکش، کلاه و کفش
۲/۵۵	۰/۳۹۵	زیرپوش آستین بلند، زیرشلوار، پیراهن، شلوار، کاپشن گرم، پالتو گرم، جوراب، دستکش، کلاه و کفش

جدول پ ۲- عایق حرارتی لباس و میزان تغییر در دمای عملکردی

تغییر در دمای عملکردی °C	I_{clu} $m^2 \cdot K/W$	clo	پوشاک
۰/۲ ۰/۶ ۰/۳ ۰/۶ ۰/۸ ۰/۲	۰/۰۰۵ ۰/۰۱۶ ۰/۰۰۶ ۰/۰۱۴ ۰/۰۱۹ ۰/۰۰۵	۰/۰۳ ۰/۱۰ ۰/۰۴ ۰/۰۹ ۰/۱۲ ۰/۰۳	<u>لباس زیر</u> شرت زیر شلوازی زیرپوش تی شرت زیرپوش آستین بلند لباس زیر زنانه
۰/۹ ۱/۳ ۱/۶ ۱/۹ ۰/۹	۰/۰۲۳ ۰/۰۳۱ ۰/۰۳۹ ۰/۰۴۷ ۰/۰۲۳	۰/۱۵ ۰/۲ ۰/۲۵ ۰/۳۰ ۰/۱۵	<u>پیراهن و بلوز</u> آستین کوتاه نازک آستین بلند آستین بلند معمولی پیراهن فلافل آستین بلند بلوز نازک آستین بلند
۰/۴ ۱/۳ ۱/۶ ۱/۷	۰/۰۰۹ ۰/۰۳۱ ۰/۰۳۹ ۰/۰۴۳	۰/۰۶ ۰/۲ ۰/۲۵ ۰/۲۸	<u>شلوار</u> شلوارک نازک معمولی پشمی
۰/۹ ۱/۶ ۱/۳ ۲/۵ ۳/۴	۰/۰۲۳ ۰/۰۳۹ ۰/۰۳۱ ۰/۰۶۲ ۰/۰۸۵	۰/۱۵ ۰/۲۵ ۰/۲۰ ۰/۴۰ ۰/۵۵	<u>لباس زنانه</u> دامن نازک (تابستانه) دامن ضخیم (زمستانه) پیراهن نازک آستین کوتاه پیراهن ضخیم آستین بلند لباس سرهم
۰/۸ ۱/۳ ۱/۷ ۲/۲	۰/۰۱۹ ۰/۰۳۱ ۰/۰۴۳ ۰/۰۵۴	۰/۱۲ ۰/۲ ۰/۲۸ ۰/۳۵	<u>پلیور</u> بدون آستین نازک معمولی ضخیم
۱/۶ ۲/۲ ۱/۹	۰/۰۳۹ ۰/۰۵۴ ۰/۰۴۷	۰/۲۵ ۰/۳۵ ۰/۳۰	<u>کت</u> تابستانی معمولی روپوش
۵/۶ ۲/۲ ۲/۵ ۱/۳	۰/۱۴۰ ۰/۰۵۴ ۰/۰۶۲ ۰/۰۳۱	۰/۹۰ ۰/۳۵ ۰/۴۰ ۰/۲۰	<u>لباس پوستی گرم</u> لباس سرهم شلوار کت جلیقه

جدول پ ۲- ادامه

تغییر در دمای عملکردی C	I_{clu}		پوشاک
	$m^2 \cdot K/W$	clo	
۳/۷	۰/۰۹۳	۰/۶	لباس بیرون
۳/۴	۰/۰۸۵	۰/۵۵	پالتو
۴/۳	۰/۱۰۹	۰/۷	کاپشن
۳/۴	۰/۰۸۵	۰/۵۵	کاپشن گرم
			پالتو پوستی بلند
۰/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲	متفرقه
۰/۳	۰/۰۰۸	۰/۰۵	جوراب
۰/۶	۰/۰۱۶	۰/۱۰	جوراب ضخیم زیر زانو
۰/۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳	جوراب ضخیم بلند
۰/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۲	جوراب نایلونی
۰/۳	۰/۰۰۶	۰/۰۴	کفش با کف نازک
۰/۶	۰/۰۱۶	۰/۱۰	کفش
۰/۳	۰/۰۰۸	۰/۰۵	چکمه
			دستکش

جدول پ ۳- مقادیر عایق حرارتی صندلی‌ها

I_{cl}		نوع صندلی
clo	$m^2 \cdot K/W$	
۰/۰۰	۰/۰۰	تمام فلز
۰/۰۱	۰/۰۰۲	با نشیمن چوبی
۰/۱۰	۰/۰۱۶	صندلی معمولی اداری
۰/۱۵	۰/۰۲۳	صندلی اداری مدیریتی

مقادیر جدول (پ-۳) می‌توانند به مقادیر بدست آمده از جدول‌های (پ-۲) و (پ-۱) اضافه شوند.

پ-۲ تعیین عایق دینامیکی لباس

میزان فعالیت بدنی و هم‌چنین نرخ تهویه، باعث تغییر میزان عایق لباس و نیز لایه هوای مجاور بدن می‌شود. باد و جابه‌جایی هوا باعث کاهش میزان عایق می‌شود. در چنین شرایطی باید مقدار عایق لباس اصلاح شود. ضرایب اصلاح میزان عایق لباس از روابط (پ-۱) تا (پ-۳) محاسبه می‌شود.

برای فردی با لباس معمولی یا نسبتاً کم ($0.6 < I_{cl} < 1.4 \text{ clo}$) یا ($1.2 < I_T < 2.0 \text{ clo}$):

$$I_{T,r} = I_T \cdot \exp \left[-0.281 \cdot (v_{ar} - 0.15) + 0.44 \cdot (v_{ar} - 0.15)^2 - 0.492 \cdot v_w + 0.176 \cdot v_w^2 \right] \quad (\text{پ-۱})$$

که در آن:

$I_{T,r}$: میزان نهایی عایق کل لباس بر حسب متر مربع کلون بر وات یا (clo)

I_T : عایق لباس بر حسب متر مربع کلون بر وات یا (clo)

v_{ar} : سرعت هوا نسبت به شخص بر حسب متر بر ثانیه

v_w : سرعت راه رفتن شخص بر حسب متر بر ثانیه

برای شخص لخت ($I_{cl} = 0$ clo):

$$I_{a,r} = I_a \cdot \exp \left[-0.533 \cdot (v_{ar} - 0.15) + 0.069 \cdot (v_{ar} - 0.15)^2 - 0.462 \cdot v_w + 0.201 \cdot v_w^2 \right] \quad (\text{پ-۲})$$

که در آن:

$I_{a,r}$: میزان نهایی عایق ایجاد شده توسط لایه مرزی هوا در شرایط موجود بر حسب متر مربع کلون بر وات یا (clo)

I_a : عایق ایجاد شده توسط لایه مرزی هوا بر حسب متر مربع کلون بر وات یا (clo)

میزان عایق دینامیکی لباس به شرط آنکه v_{ar} سرعت هوا از ۳/۵ متر بر ثانیه کمتر و v_w سرعت راه رفتن شخص از ۱/۲ متر بر ثانیه کمتر باشد، از رابطه‌ی (پ-۳) قابل محاسبه است.

$$I_{cl,r} = I_{T,r} - \frac{I_{a,r}}{f_{cl}} \quad (\text{پ-۳})$$

که f_{cl} ضریب سطح لباس است و عبارت است از نسبت سطح کاملاً پوشیده شده بدن به سطح کل بدن.

وقتی سرعت راه رفتن شخص مشخص نباشد و یا در حالتی که شخص ساکن است، مقدار v_w را می‌توان از رابطه‌ی (پ-۴) به دست آورد.

$$v_w = 0.0052 \cdot (M - 58) \quad (\text{پ-۴})$$

برای $v_w \leq 0.7$ m/s. در حالتی که عایق لباس خیلی کم است ($0 \text{ clo} \leq I_{cl} \leq 0.6 \text{ clo}$)، می‌توان بین روابط (پ-۱) و (پ-۲) میانجی‌گری کرد:

$$\frac{I_{T,r}}{I_T} = \frac{((0.6 - I_{cl}) \cdot I_{T,r,nude} + I_{cl} \cdot I_{T,r,dressed})}{0.6} \quad (\text{پ-۵})$$

که در آن:

$I_{T,r,dressed}$: برابر با I_T در رابطه‌ی (پ-۱) و بر حسب (clo) است.

$I_{T,r,nude}$: برابر با I_a در رابطه‌ی (پ-۲) و بر حسب (clo) است.

پیوست ت

(اطلاعاتی)

نرم افزار رایانه‌ای برای محاسبه‌ی شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD

نرم افزار رایانه‌ای زیر به زبان BASIC برای محاسبه‌ی شاخص‌های آسایش حرارتی PMV و PPD برای ورودی‌های مد نظر به کار می‌رود. چنانچه از نرم افزارهای دیگر و به زبان برنامه نویسی دیگر استفاده شود باید صحت آن با مقایسه با نتایج حاصل از برنامه‌ی ذیل و یا مقادیر جدول (ت-۱) آزموده شود.

اثرات دینامیکی عایق لباس باید قبل از اعمال مقدار عایق نهایی در رابطه منظور شوند.

نشان	معنی، واحد
CLO	لباس، clo
MET	نرخ متابولیک، met
WME	کار خارجی، met
TA	دمای هوا، °C
TR	دمای متوسط تابش، °C
VEL	سرعت نسبی هوا، m/s
RH	رطوبت نسبی، %
PA	فشار جزئی بخار آب، Pa

```

10 Computer program (BASIC) for calculation of
20 Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)
30 in accordance with International Standard, ISO 7730
40 CLS: PRINT "DATA ENTRY" data entry
50 INPUT " Clothing (clo) "; CLO
60 INPUT " Metabolic rate (met) " MET
70 INPUT " External work, normally around 0 (met) " WME
80 INPUT " Air temperature (°C) " TA
90 INPUT " Mean radiant temperature (°C) " TR
100 INPUT " Relative air velocity (m/s) " VEL
110 INPUT " ENTER EITHER RH OR WATER VAPOUR PRESSURE BUT NOT BOTH"
120 INPUT " Relative humidity (%) " RH
130 INPUT " Water vapour pressure (Pa) " PA
140 DEF FNPS (T) = EXP (16.6536-4030.183/T+235)) : saturated vapour pressure, kPa

```

```

150 IF PA = 0 THEN PA = RH * 10 * FNPS (TA) : water vapour pressure, Pa
160 ICL = .155 * CLO : thermal insulation of the clothing in m2K/W
170 M = MET * 58.15 : metabolic rate in W/m2
180 W = WME * 58.15 : external work in W/m2
190 MW = M - W : internal heat production in the human body
200 IF ICL ≤ .078 THEN FCL = 1 + 1.29 * ICL
ELSE FCL = 1.05 + 0.645 * ICL : clothing area factor
210 HCF = 12.1 * SQR (VEL) : heat transf. coeff. by forced convection
220 TAA = TA + 273 : air temperature in Kelvin
230 TRA = TR + 273 : mean radiant temperature in Kelvin
240 -----CALCULATE SURFACE TEMPERATURE OF CLOTHING BY ITERATION ---
250 TCLA = TAA + (35.5-TA) / (3.5 * ICL + .1) : first guess for surface temperature
of clothing
260 P1 = ICL * FCL : calculation term
270 P2 = P1 * 3.96 : calculation term
280 P3 = P1 * 100 : calculation term
290 P4 = P1 * TAA : calculation term
300 P5 = 308.7 - .028 * MW + P2 * (TRA/100) * 4
310 XN = TLCA / 100
320 XF = XN
330 N = 0 : N: number of iterations
340 EPS = .00015 : stop criteria in iteration
350 XF = (XF + XN)/2
360 HCN = 2.38 * ABS (100 * XF - TAA) ^ .25: heat transf. coeff. by natural convection
370 IF HCF > HCN THEN HC = HCF ELSE HC = HCN
380 XN = (P5 + P4 * HC - P2 * XF ^ 4) / (100 + P3 * HC)
390 N = N + 1
400 IF N > 150 THEN GOTO 550
410 IF ABS (XN - XF) > EPS GOTO 350
420 TCL = 100 * XN - 273 : surface temperature of the clothing
430 -----HEAT LOSS COMPONENTS -----
440 HL1 = 3.05 * .001 (5733-6.99 * MW-PA) : heat loss diff. through skin
450 IF MW > 58.15 THEN HL2 = .42 * (MW - 58.15)
ELSE HL2 = 0! : heat loss by sweating (comfort)
460 HL3 = 1.7 * .00001 * m * (5867-PA) : latent respiration heat loss
470 HL4 = .0014 * m * (34 - TA) : dry respiration heat loss
480 HL5 = 3.96 * FCL * (XN^4 - (TRA/100^4)) : heat loss by radiation
500 -----CALCULATE PMV AND PPD -----
510 TS = .303 * EXP (- .036 * m) + .028 : thermal sensation trans coeff
520 PMV = TS * (MW - HL1 - HL2 - HL3 - HL4 - HL5 - HL6) : predicted mean vote
530 PPD = 100 - 95 * EXP (- .03353 * PMV ^ 4 - .2179 * PMV ^ 2) : predicted percentage dissat.
540 GOTO 570
550 PMV = 999999!

```

```

560 PPD = 100
570 PRINT:PRINT "OUTPUT" : output
580 PRINT " Predicted Mean Vote (PMV): "
:PRINT USING "##. #": PMV
590 PRINT " Predicted Percent of Dissatisfied (PPD): "
:PRINT USING "###. #": PPD
600 PRINT: INPUT "NEXT RUN (Y/N)"; RS
610 IF (RS = "Y" OR RS = "y") THEN RUN
620 END

```

جدول ۱- نمونه‌هایی از نتایج محاسبات نرم افزار

ردیف	دمای هوا °C	دمای میانگین تابشی °C	سرعت هوا m/s	RH %	نرخ متابولیک met	عایق لباس clo	PMV	PPD
۱	۲۲/۰	۲۲/۰	۰/۱۰	۶۰	۱/۲	۰/۵	-۰/۷۵	۱۷
۲	۲۷/۰	۲۷/۰	۰/۱۰	۶۰	۱/۲	۰/۵	۰/۷۷	۱۷
۳	۲۷/۰	۲۷/۰	۰/۳۰	۶۰	۱/۲	۰/۵	۰/۴۴	۹
۴	۲۳/۵	۲۵/۵	۰/۱۰	۶۰	۱/۲	۰/۵	-۰/۰۱	۵
۵	۲۳/۵	۲۵/۵	۰/۳۰	۶۰	۱/۲	۰/۵	-۰/۵۵	۱۱
۶	۱۹/۰	۱۹/۰	۰/۱۰	۴۰	۱/۲	۱/۰	-۰/۶۰	۱۳
۷	۲۳/۵	۲۳/۵	۰/۳۰	۴۰	۱/۲	۱/۰	۰/۵۰	۱۰
۸	۲۳/۵	۲۳/۵	۰/۳۰	۴۰	۱/۲	۱/۰	۰/۱۲	۵
۹	۲۳/۰	۲۱/۰	۰/۱۰	۴۰	۱/۲	۱/۰	۰/۰۵	۵
۱۰	۲۳/۰	۲۱/۰	۰/۳۰	۴۰	۱/۲	۱/۰	-۰/۱۶	۶
۱۱	۲۲/۰	۲۲/۰	۰/۱۰	۶۰	۱/۶	۰/۵	۰/۰۵	۵
۱۲	۲۷/۰	۲۷/۰	۰/۱۰	۶۰	۱/۶	۰/۵	۱/۱۷	۳۴
۱۳	۲۷/۰	۲۷/۰	۰/۳۰	۶۰	۱/۶	۰/۵	۰/۹۵	۲۴

پیوست ث

(اطلاعاتی)

جداول تعیین میانگین آرای پیش بینی شده (PMV)

درستی مقادیر ارائه شده بهتر از PMV ۰/۱ است. همچنین فرض شده که اختلاف بین دمای هوا و دمای میانگین تابش

کمتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد. این جداول برای رطوبت نسبی ۵۰ درصد کاربرد دارند.

سرعت نسبی هوا نسبت به شخص و بر حسب متر بر ثانیه است. عایق نهایی کل باید با این جداول به کار برده شود.

توجه: ۱ واحد متابولیک $= 1 \text{ met} = 58/2 \text{ W/m}^2$

۱ واحد عایق لباس $= 1 \text{ clo} = 0/155 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

جدول ث ۱- سطح فعالیت بدنی: $46/4 \text{ W/m}^2$ ($0/8 \text{ met}$)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
							-۲/۵۵	-۲/۵۵	۲۷	۰/۰
				-۲/۶۲	-۲/۲۳	-۱/۷۶	-۱/۷۴	۲۸		
				-۱/۷۵	-۱/۴۲	-۱/۰۲	-۰/۹۳	۲۹		
				-۰/۸۸	-۰/۶۰	-۰/۲۸	-۰/۱۴	۳۰		
				۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۴۶	۰/۶۳	۳۱		
				۰/۸۹	۱/۰۴	۱/۲۱	۱/۳۹	۳۲		
				۱/۷۸	۱/۸۷	۱/۹۷	۲/۱۲	۳۳		
				۲/۶۸	۲/۷۱	۲/۷۳		۳۴		
				-۲/۵۷	-۲/۲۹	-۱/۹۴	-۱/۹۲	۲۶	۰/۰۳۹	۰/۲۵
		-۲/۶۲	-۲/۳۱	-۱/۹۲	-۱/۶۷	-۱/۳۶	-۱/۳۰	۲۷		
-۲/۸۹	-۲/۱۰	-۱/۸۷	-۱/۶۰	-۱/۲۶	-۱/۰۵	-۰/۷۸	-۰/۶۹	۲۸		
-۱/۹۷	-۱/۳۱	-۱/۱۲	-۰/۸۹	-۰/۶۰	-۰/۴۲	-۰/۲۰	-۰/۰۸	۲۹		
-۱/۰۵	-۰/۵۱	-۰/۳۶	-۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۵۳	۳۰		
-۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۸۴	۰/۹۹	۱/۱۲	۳۱		
۰/۸۰	۱/۰۹	۱/۱۸	۱/۲۸	۱/۴۱	۱/۴۹	۱/۵۸	۱/۷۱	۳۲		
۱/۷۳	۱/۹۰	۱/۹۵	۲/۰۱	۲/۰۸	۲/۱۳	۲/۱۹	۲/۲۹	۳۳		
		-۲/۵۷	-۲/۳۴	-۲/۰۴	-۱/۸۴	-۱/۵۹	-۱/۵۴	۲۵	۰/۰۷۸	۰/۵
	-۲/۱۵	-۱/۹۸	-۱/۷۸	-۱/۵۱	-۱/۳۴	-۱/۱۲	-۱/۰۴	۲۶		
-۲/۰۳	-۱/۵۴	-۱/۴۰	-۱/۲۲	-۰/۹۸	-۰/۸۳	-۰/۶۴	-۰/۵۵	۲۷		
-۱/۳۵	-۰/۹۳	-۰/۸۱	-۰/۶۵	-۰/۴۵	-۰/۳۲	-۰/۱۵	-۰/۰۵	۲۸		
-۰/۶۷	-۰/۳۲	-۰/۲۲	-۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۳۴	۰/۴۵	۲۹		
۰/۰۱	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۸۳	۰/۹۴	۳۰		
۰/۶۹	۰/۹۱	۰/۹۸	۱/۰۶	۱/۱۷	۱/۲۴	۱/۳۳	۱/۴۴	۳۱		
۱/۳۸	۱/۵۴	۱/۵۸	۱/۶۴	۱/۷۱	۱/۷۶	۱/۸۳	۱/۹۲	۳۲		
	-۲/۱۷	-۲/۰۳	-۱/۸۷	-۱/۶۵	-۱/۵۱	-۱/۳۱	۱/۲۶	۲۴	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۲/۰۵	-۱/۶۷	-۱/۵۶	-۱/۴۱	-۱/۲۱	-۱/۰۸	-۰/۹۱	-۰/۸۴	۲۵		
-۱/۵۲	-۱/۱۸	-۱/۰۸	-۰/۹۵	-۰/۷۷	-۰/۶۶	-۰/۵۱	-۰/۴۲	۲۶		
-۰/۹۸	-۰/۶۹	-۰/۶۰	-۰/۴۹	-۰/۳۳	-۰/۲۳	-۰/۱۰	-۰/۰۱	۲۷		
-۰/۴۵	-۰/۱۹	-۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۴۱	۲۸		
۰/۰۹	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۷۳	۰/۸۳	۲۹		
۰/۶۳	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۹۳	۱/۰۱	۱/۰۷	۱/۱۵	۱/۲۵	۳۰		

۱/۱۸	۱/۳۱	۱/۳۵	۱/۴۰	۱/۴۷	۱/۵۱	۱/۵۷	۱/۶۶	۳۱		
------	------	------	------	------	------	------	------	----	--	--

جدول ث ۱- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۲/۰۸	-۱/۷۸	-۱/۶۸	-۱/۵۶	-۱/۳۹	-۱/۲۸	-۱/۱۲	-۱/۰۶	۲۳	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۶۵	-۱/۳۷	-۱/۲۸	-۱/۱۷	-۱/۰۲	-۰/۹۱	-۰/۷۷	-۰/۷۱	۲۴		
-۱/۲۱	-۰/۹۶	-۰/۸۸	-۰/۷۸	-۰/۶۴	-۰/۵۴	-۰/۴۲	-۰/۳۵	۲۵		
-۰/۷۶	-۰/۵۵	-۰/۴۷	-۰/۳۸	-۰/۲۶	-۰/۱۷	-۰/۰۶	۰/۰۱	۲۶		
-۰/۳۲	-۰/۱۳	-۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۹	۰/۳۷	۲۷		
-۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۵۱	۰/۵۷	۰/۶۶	۰/۷۴	۲۸		
۰/۵۸	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۹۵	۱/۰۲	۱/۱۰	۲۹		
۱/۰۳	۱/۱۴	۱/۱۸	۱/۲۲	۱/۲۶	۱/۳۳	۱/۳۹	۱/۴۶	۳۰		
-۲/۴۹	-۲/۲۵	-۲/۱۷	-۲/۰۷	-۱/۹۳	-۱/۸۴	-۱/۷۰	-۱/۶۷	۱۸	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۱/۸۴	-۱/۶۳	-۱/۵۷	-۱/۴۸	-۱/۳۶	-۱/۲۷	-۱/۱۶	-۱/۱۱	۲۰		
-۱/۱۸	-۱/۰۱	-۰/۹۵	-۰/۸۸	-۰/۷۷	-۰/۷۰	-۰/۶۰	-۰/۵۵	۲۲		
-۰/۵۲	-۰/۳۸	-۰/۳۳	-۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۱۲	-۰/۰۴	۰/۰۲	۲۴		
۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۶۰	۲۶		
۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۹۷	۱/۰۲	۱/۰۶	۱/۱۱	۱/۱۷	۲۸		
۱/۵۱	۱/۵۷	۱/۵۸	۱/۶۱	۱/۶۴	۱/۶۷	۱/۷۰	۱/۷۶	۳۰		
۲/۲۰	۲/۲۳	۲/۲۴	۲/۲۶	۲/۲۷	۲/۲۸	۲/۳۰	۲/۳۴	۳۲		
-۲/۴۹	-۲/۳۲	-۲/۲۶	-۲/۱۸	-۲/۰۶	-۱/۹۸	-۱/۸۷	-۱/۸۴	۱۴	۰/۳۱۰	۲/۰۰
-۱/۹۸	-۱/۸۲	-۱/۷۷	-۱/۶۹	-۱/۵۹	-۱/۵۲	-۱/۴۳	-۱/۳۹	۱۶		
-۱/۴۶	-۱/۳۲	-۱/۲۷	-۱/۲۱	-۱/۱۲	-۱/۰۶	-۰/۹۷	-۰/۹۳	۱۸		
-۰/۹۴	-۰/۸۲	۰/۷۷	-۰/۷۲	-۰/۶۴	-۰/۵۹	-۰/۵۲	-۰/۴۶	۲۰		
-۰/۴۱	-۰/۳۰	۰/۲۷	-۰/۲۲	-۰/۱۵	-۰/۱۱	-۰/۰۵	۰/۰۱	۲۲		
۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۴۸	۲۴		
۰/۶۷	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۸۴	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۹۷	۲۶		
۱/۲۳	۱/۲۷	۱/۲۹	۱/۳۲	۱/۳۵	۱/۳۷	۱/۴۰	۱/۴۵	۲۸		

جدول ث ۲- سطح فعالیت بدنی: 58 W/m^2 (۱/۰ met)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
				-۲/۳۴	-۱/۹۶	-۱/۶۲	-۱/۶۲	۲۶	۰/۰	۰/۰
				-۱/۶۹	-۱/۳۶	-۱/۰۰	-۱/۰۰	۲۷		
				-۱/۰۵	-۰/۷۶	-۰/۴۲	-۰/۳۹	۲۸		
				-۰/۳۹	-۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۱	۲۹		
				۰/۲۶	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۰	۳۰		
				۰/۹۴	۱/۰۸	۱/۲۵	۱/۳۹	۳۱		
				۱/۶۱	۱/۷۱	۱/۸۳	۱/۹۶	۳۲		
				۲/۲۹	۲/۳۴	۲/۴۱	۲/۵۰	۳۳		
			-۲/۴۷	-۲/۰۶	-۱/۸۰	-۱/۵۲	-۱/۵۲	۲۴	۰/۰۳۹	۰/۲۵
	-۲/۴۸	-۲/۲۴	-۱/۹۴	-۱/۵۷	-۱/۳۳	-۱/۰۵	-۱/۰۵	۲۵		
-۲/۶۶	-۱/۸۹	-۱/۶۷	-۱/۴۱	-۱/۰۸	-۰/۸۷	-۰/۶۱	-۰/۵۸	۲۶		
-۱/۹۷	-۱/۲۹	-۱/۱۰	-۰/۸۷	-۰/۵۸	-۰/۴۰	-۰/۱۷	-۰/۱۲	۲۷		
-۱/۲۸	-۰/۷۰	-۰/۵۳	-۰/۳۴	-۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۲۷	-۰/۳۴	۲۸		
-۰/۵۸	-۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۷۱	۰/۸۰	۲۹		
۰/۱۱	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۷۴	۰/۹۱	۱/۰۲	۱/۱۵	۱/۲۵	۳۰		
۰/۸۳	۱/۱۲	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۴۳	۱/۵۱	۱/۶۱	۱/۷۱	۳۱		
	-۲/۱۶	-۱/۹۹	-۱/۷۸	-۱/۵۱	-۱/۳۳	-۱/۱۰	-۱/۱۰	۲۳	۰/۰۷۸	۰/۵
-۲/۲۲	-۱/۷۰	-۱/۵۵	-۱/۳۶	-۱/۱۱	-۰/۹۵	-۰/۷۴	-۰/۷۲	۲۴		
-۱/۷۱	-۱/۲۵	-۱/۱۱	-۰/۹۴	-۰/۷۱	-۰/۵۶	-۰/۳۸	-۰/۳۴	۲۵		
-۱/۱۹	-۰/۷۹	-۰/۶۶	-۰/۵۱	-۰/۳۱	-۰/۱۸	-۰/۰۱	۰/۰۴	۲۶		
-۰/۶۸	-۰/۳۳	-۰/۲۲	-۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۴۲	۲۷		
-۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۴۹	۰/۵۹	۰/۷۲	۰/۸۰	۲۸		
۰/۳۴	۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۹۰	۰/۹۸	۱/۰۸	۱/۱۷	۲۹		
۰/۸۶	۱/۰۶	۱/۱۳	۱/۲۰	۱/۳۰	۱/۳۷	۱/۴۵	۱/۵۴	۳۰		
-۲/۳۶	-۱/۹۵	-۱/۸۲	-۱/۶۶	-۱/۴۴	-۱/۳۰	-۱/۱۱	-۱/۱۱	۲۱	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۱/۹۵	-۱/۵۸	-۱/۴۶	-۱/۳۱	-۱/۱۱	-۰/۹۸	-۰/۸۱	-۰/۷۹	۲۲		
-۱/۵۵	-۱/۲۰	-۱/۰۹	-۰/۹۶	-۰/۷۸	-۰/۶۶	-۰/۵۰	-۰/۴۷	۲۳		
-۱/۱۴	-۰/۸۳	-۰/۷۳	-۰/۶۱	-۰/۴۴	-۰/۳۳	-۰/۱۹	-۰/۱۵	۲۴		
-۰/۷۴	-۰/۴۶	-۰/۳۷	-۰/۲۶	-۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۱۷	۲۵		
-۰/۳۳	-۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۴۹	۲۶		
۰/۰۸	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۸۱	۲۷		
۰/۴۸	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۹۶	۱/۰۵	۱/۱۲	۲۸		

جدول ث ۲- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۱/۸۱	-۱/۵۱	-۱/۴۱	-۱/۳۹	-۱/۱۳	-۱/۰۲	-۰/۸۷	-۰/۸۵	۲۰	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۴۷	-۱/۱۹	-۱/۱۱	-۰/۹۹	-۰/۸۴	-۰/۷۴	-۰/۶۰	-۰/۵۷	۲۱		
-۱/۱۳	-۰/۸۸	-۰/۸۰	-۰/۶۹	-۰/۵۵	-۰/۴۶	-۰/۳۳	-۰/۳۰	۲۲		
-۰/۷۹	-۰/۵۶	-۰/۴۹	-۰/۳۹	۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۲۳		
-۰/۴۶	-۰/۲۵	-۰/۱۸	-۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۲۶	۲۴		
-۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۵۳	۲۵		
۰/۲۲	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۵۱	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۸۱	۲۶		
۰/۵۶	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۹۵	۱/۰۲	۱/۰۸	۲۷		
-۲/۱۲	-۱/۸۹	-۱/۸۲	-۱/۷۲	-۱/۵۸	-۱/۴۹	-۱/۳۶	-۱/۳۶	۱۴	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۱/۶۳	-۱/۴۳	-۱/۳۶	-۱/۲۷	-۱/۱۵	-۱/۰۷	-۰/۹۵	-۰/۹۴	۱۶		
-۱/۱۴	-۰/۹۶	-۰/۹۰	-۰/۸۲	-۰/۷۲	-۰/۶۴	-۰/۵۴	-۰/۵۲	۱۸		
-۰/۶۵	-۰/۴۹	-۰/۴۴	-۰/۳۷	-۰/۲۸	-۰/۲۲	-۰/۱۳	-۰/۰۹	۲۰		
-۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۳۵	۲۲		
۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۹	۲۴		
۰/۸۹	۰/۹۸	۱/۰۱	۱/۰۴	۱/۰۹	۱/۱۳	۱/۱۸	۱/۲۳	۲۶		
۱/۴۰	۱/۴۷	۱/۴۹	۱/۵۲	۱/۵۶	۱/۵۸	۱/۶۲	۱/۶۷	۲۸		
-۱/۹۶	-۱/۸۰	-۱/۷۴	-۱/۶۷	-۱/۵۶	-۱/۴۹	-۱/۳۹	-۱/۳۸	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
-۱/۵۷	-۱/۴۲	-۱/۳۷	-۱/۳۰	-۱/۲۱	-۱/۱۴	-۱/۰۵	-۱/۰۳	۱۲		
-۱/۱۷	-۱/۰۴	-۰/۹۹	-۰/۹۳	-۰/۸۵	-۰/۷۹	-۰/۷۰	-۰/۶۸	۱۴		
-۰/۷۷	-۰/۶۵	-۰/۶۱	-۰/۵۶	-۰/۴۸	-۰/۴۳	-۰/۳۵	-۰/۳۲	۱۶		
-۰/۳۷	-۰/۲۶	-۰/۲۳	-۰/۱۸	-۰/۱۱	-۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۳	۱۸		
۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۴۰	۲۰		
۰/۴۵	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۵۹	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۷۲	۰/۷۶	۲۲		
۰/۸۷	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۸	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۹	۱/۱۳	۲۴		

جدول ث ۳- سطح فعالیت بدنی: $69/6 \text{ W/m}^2$ (۱/۲ met)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس m ² · K/W clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
				-۱/۹۲	-۱/۵۹	-۱/۳۳	-۱/۳۳	۲۵	۰/۰	۰/۰
				-۱/۴۰	-۱/۱۱	-۰/۸۳	-۰/۸۳	۲۶		
				-۰/۸۸	-۰/۶۳	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۲۷		
				-۰/۳۶	-۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۵	۲۸		
				۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۵۶	۰/۶۳	۲۹		
				۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۰۱	۱/۱۰	۳۰		
				۱/۲۴	۱/۳۴	۱/۴۷	۱/۵۷	۳۱		
				۱/۷۸	۱/۸۵	۱/۹۳	۲/۰۳	۳۲		
		-۲/۲۵	-۱/۹۷	-۱/۶۱	-۱/۳۹	-۱/۱۸	-۱/۱۸	۲۳	۰/۰۳۹	۰/۲۵
	-۲/۰۱	-۱/۸۰	-۱/۵۴	-۱/۲۲	-۱/۰۲	-۰/۷۹	-۰/۷۹	۲۴		
-۲/۲۱	-۱/۵۴	-۱/۳۴	-۱/۱۱	-۰/۸۳	-۰/۶۴	-۰/۴۲	-۰/۴۲	۲۵		
-۱/۶۵	-۱/۰۶	-۰/۸۹	-۰/۶۸	-۰/۴۳	-۰/۲۷	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۲۶		
-۱/۰۹	-۰/۵۸	-۰/۴۳	-۰/۲۵	-۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۳۳	۲۷		
-۰/۵۴	-۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۶۴	۰/۷۱	۲۸		
۰/۰۳	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۶۱	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۹۹	۱/۰۷	۲۹		
۰/۵۸	۰/۸۷	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۱۷	۱/۲۵	۱/۳۵	۱/۴۳	۳۰		
		-۲/۷۰	-۲/۳۸	-۲/۱۷	-۲/۰۱	-۲/۰۱	-۲/۰۱	۱۸	۰/۰۷۸	۰/۵
	-۲/۴۲	-۲/۲۵	-۲/۰۴	-۱/۷۶	-۱/۵۸	-۱/۴۱	-۱/۴۱	۲۰		
-۲/۱۷	-۱/۶۹	-۱/۵۴	-۱/۳۶	-۱/۱۳	-۰/۹۷	-۰/۷۹	-۰/۷۹	۲۲		
-۱/۳۵	-۰/۹۵	-۰/۸۳	-۰/۶۸	-۰/۴۸	-۰/۳۶	-۰/۲۰	-۰/۱۷	۲۴		
-۰/۵۲	-۰/۲۱	-۰/۱۱	-۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۴۴	۲۶		
-۰/۳۱	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۷۰	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۹۸	۱/۰۵	۲۸		
۱/۱۴	۱/۲۹	۱/۳۳	۱/۳۹	۱/۴۶	۱/۵۱	۱/۵۷	۱/۶۴	۳۰		
۱/۹۹	۲/۰۷	۲/۰۹	۲/۱۱	۲/۱۵	۲/۱۷	۲/۲۰	۲/۲۵	۳۲		
		-۲/۴۹	-۲/۳۱	-۲/۰۷	-۱/۹۱	-۱/۷۷	-۱/۷۷	۱۶	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۲/۴۵	-۲/۰۵	-۱/۹۳	-۱/۷۷	-۱/۵۶	-۱/۴۲	-۱/۲۷	-۱/۲۷	۱۸		
-۱/۸۲	-۱/۴۷	-۱/۳۶	-۱/۲۳	-۱/۰۴	-۰/۹۲	-۰/۷۷	-۰/۷۷	۲۰		
-۱/۱۷	-۰/۸۷	-۰/۷۸	-۰/۶۶	-۰/۵۱	-۰/۴۰	-۰/۲۷	-۰/۲۵	۲۲		
-۰/۵۱	-۰/۲۷	-۰/۱۹	-۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۲۷	۲۴		
۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۷۳	۰/۷۸	۲۶		
۰/۸۰	۰/۶۴	۰/۹۹	۱/۰۴	۱/۱۲	۱/۱۷	۱/۲۳	۱/۲۹	۲۸		
۱/۴۶	۱/۵۵	۱/۵۸	۱/۶۲	۱/۶۷	۱/۷۰	۱/۷۴	۱/۸۰	۳۰		

جدول ث ۳- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۲/۱۲	-۱/۸۲	-۱/۷۲	-۱/۵۹	-۱/۴۳	-۱/۳۱	-۱/۱۸	-۱/۱۸	۱۶	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۵۹	-۱/۳۳	-۱/۲۴	-۱/۱۳	-۰/۹۸	-۰/۸۸	-۰/۷۵	-۰/۷۵	۱۸		
-۱/۰۷	-۰/۸۳	-۰/۷۶	-۰/۶۷	-۰/۵۴	-۰/۴۵	-۰/۳۳	-۰/۳۲	۲۰		
-۰/۵۲	-۰/۳۲	-۰/۲۶	-۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۳	۲۲		
۰/۰۲	-۰/۱۹	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۴۶	۰/۵۴	۰/۵۸	۲۴		
۰/۵۸	۰/۷۰	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۵۸	۱/۰۳	۲۶		
۱/۱۲	۱/۲۱	۱/۲۴	۱/۲۸	۱/۳۴	۱/۳۷	۱/۴۲	۱/۴۷	۲۸		
۱/۶۷	۱/۷۳	۱/۷۵	۱/۷۸	۱/۸۱	۱/۸۳	۱/۸۶	۱/۹۱	۳۰		
-۱/۷۵	-۱/۵۵	-۱/۴۸	-۱/۳۹	-۱/۲۷	-۱/۱۹	-۱/۰۹	-۱/۰۹	۱۲	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۱/۳۵	-۱/۱۷	-۱/۱۱	-۱/۰۳	-۰/۹۳	-۰/۸۵	-۰/۷۵	-۰/۷۵	۱۴		
-۰/۹۶	-۰/۷۹	-۰/۷۴	-۰/۶۷	-۰/۵۸	-۰/۵۱	-۰/۴۲	-۰/۴۱	۱۶		
-۰/۵۶	-۰/۴۲	-۰/۳۷	-۰/۳۱	-۰/۲۲	-۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۰۶	۱۸		
-۰/۱۶	-۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۲۵	۰/۲۸	۲۰		
۰/۲۵	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۶۳	۲۲		
۰/۶۷	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۹	۲۴		
۱/۰۸	۱/۱۵	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۴	۱/۲۷	۱/۳۱	۱/۳۵	۲۶		
-۱/۲۴	-۱/۱۱	-۱/۰۶	-۱/۰۱	-۰/۹۲	-۰/۸۶	-۰/۷۸	-۰/۷۷	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
-۰/۹۲	-۰/۸۰	-۰/۷۶	-۰/۷۱	-۰/۶۳	-۰/۵۸	-۰/۵۱	-۰/۴۹	۱۲		
-۰/۶۰	-۰/۴۹	-۰/۴۶	-۰/۴۱	-۰/۳۴	-۰/۲۹	-۰/۲۳	-۰/۲۱	۱۴		
-۰/۲۷	-۰/۱۸	-۰/۱۵	-۰/۱۰	-۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۸	۱۶		
۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۷	۱۸		
۰/۳۹	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۵۶	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۶۷	۲۰		
۰/۷۲	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۹۷	۲۲		
۱/۰۶	۱/۱۱	۱/۱۳	۱/۱۵	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۳	۱/۲۷	۲۴		

جدول ث ۴ - سطح فعالیت بدنی: $81/2 \text{ W/m}^2$ ($1/4 \text{ met}$)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	clo
				-۱/۶۵	-۱/۳۵	-۱/۱۴	-۱/۱۴	۲۴	۰/۰	۰/۰
				-۱/۲۱	-۰/۹۵	-۰/۷۲	-۰/۷۲	۲۵		
				-۰/۷۸	-۰/۵۴	-۰/۳۰	-۰/۳۰	۲۶		
				-۰/۳۴	-۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۱	۲۷		
				۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۴۸	۰/۵۲	۲۸		
				۰/۵۴	۰/۶۹	۰/۸۵	۰/۹۲	۲۹		
				۰/۹۹	۱/۱۰	۱/۲۳	۱/۳۱	۳۰		
				۱/۴۵	۱/۵۲	۱/۶۲	۱/۷۱	۳۱		
	-۲/۱۱	-۱/۹۰	-۱/۶۴	-۱/۳۳	-۱/۱۲	-۰/۹۵	-۰/۹۵	۲۲	۰/۰۳۹	۰/۲۵
-۲/۳۸	-۱/۷۱	-۱/۵۱	-۱/۲۸	-۰/۹۹	-۰/۸۱	-۰/۶۳	-۰/۶۳	۲۳		
-۱/۹۱	-۱/۳۱	-۱/۱۳	-۰/۹۲	-۰/۶۶	-۰/۵۰	-۰/۳۱	-۰/۳۱	۲۴		
-۱/۴۵	-۰/۹۰	-۰/۷۵	-۰/۵۶	-۰/۳۳	-۰/۱۸	۰/۰۰	۰/۰۱	۲۵		
-۰/۹۸	-۰/۵۰	-۰/۳۶	-۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۳۳	۲۶		
-۰/۵۱	-۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۳۴	۰/۴۵	۰/۵۹	۰/۶۴	۲۷		
-۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۹۵	۲۸		
-۰/۴۳	۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۸۹	۱/۰۲	۱/۰۹	۱/۱۹	۱/۲۶	۲۹		
	-۲/۲۹	-۲/۱۲	-۱/۹۳	-۱/۶۶	-۱/۴۹	-۱/۳۶	-۱/۳۶	۱۸	۰/۰۷۸	۰/۵
-۲/۱۵	-۱/۶۸	-۱/۵۴	-۱/۳۷	-۱/۱۴	-۱/۰۰	-۰/۸۵	-۰/۸۵	۲۰		
-۱/۴۶	-۱/۰۶	-۰/۹۵	-۰/۸۰	-۰/۶۱	-۰/۴۸	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۲۲		
-۰/۷۶	-۰/۴۴	-۰/۳۴	-۰/۲۲	-۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۱۹	۲۴		
-۰/۰۷	-۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۷۱	۲۶		
۰/۶۳	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۴	۱/۰۳	۱/۰۹	۱/۱۶	۱/۲۲	۲۸		
۱/۱۳	۱/۴۴	۱/۴۸	۱/۵۲	۱/۵۸	۱/۶۲	۱/۶۶	۱/۷۲	۳۰		
۲/۰۵	۲/۱۰	۲/۱۱	۲/۱۳	۲/۱۶	۲/۱۷	۲/۱۹	۲/۲۳	۳۲		
-۲/۲۶	-۱/۱۸	-۱/۷۷	-۱/۶۲	-۱/۴۲	-۱/۲۹	-۱/۱۷	-۱/۱۷	۱۶	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۱/۷۲	-۱/۳۹	-۱/۲۹	-۱/۱۶	-۰/۹۹	-۰/۸۷	-۰/۷۵	-۰/۷۵	۱۸		
-۱/۱۹	-۰/۹۱	-۰/۸۲	-۰/۷۰	-۰/۵۵	-۰/۴۵	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۲۰		
-۰/۶۴	-۰/۴۰	-۰/۳۲	-۰/۲۳	-۰/۱۰	-۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۱	۲۲		
-۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۳۵	۰/۴۲	۰/۵۱	۰/۵۵	۲۴		
۰/۴۷	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۸	۲۶		
۱/۰۲	۱/۱۳	۱/۱۷	۱/۲۱	۱/۲۷	۱/۳۱	۱/۳۶	۱/۴۱	۲۸		
۱/۵۸	۱/۶۵	۱/۶۷	۱/۷۰	۱/۷۳	۱/۷۶	۱/۷۹	۱/۸۴	۳۰		

جدول ث ۴ - ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۱/۹۱	-۱/۶۲	-۱/۵۳	-۱/۴۲	-۱/۳۶	-۱/۱۶	-۱/۰۵	-۱/۰۵	۱۴	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۴۶	-۱/۲۱	-۱/۱۳	-۱/۰۳	-۰/۸۹	-۰/۸۰	-۰/۶۹	-۰/۶۹	۱۶		
-۱/۰۲	-۰/۸۰	-۰/۷۳	-۰/۶۴	-۰/۵۲	-۰/۴۳	-۰/۳۲	-۰/۳۲	۱۸		
-۰/۵۸	-۰/۳۸	-۰/۳۲	-۰/۲۵	-۰/۱۴	-۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۲۰		
-۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۳۹	۰/۴۲	۲۲		
۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۶	۰/۸۰	۲۴		
۰/۸۱	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۹	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۱۳	۱/۱۸	۲۶		
۱/۲۷	۱/۳۵	۱/۳۷	۱/۴۰	۱/۴۴	۱/۴۷	۱/۵۱	۱/۵۵	۲۸		
-۱/۵۱	-۱/۳۲	-۱/۲۶	-۱/۱۸	-۱/۰۸	-۱/۰۰	-۰/۹۱	-۰/۹۱	۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۱/۱۷	-۱/۰۱	-۰/۹۵	-۰/۸۸	-۰/۷۸	-۰/۷۱	-۰/۶۳	-۰/۶۳	۱۲		
-۰/۸۴	-۰/۶۹	-۰/۶۴	-۰/۵۸	-۰/۴۹	-۰/۴۳	-۰/۳۴	-۰/۳۴	۱۴		
-۰/۵۰	-۰/۳۷	-۰/۳۳	-۰/۲۷	-۰/۱۹	-۰/۱۴	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۱۶		
-۰/۱۷	-۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۴	۱۸		
۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۳	۲۰		
۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۸۳	۲۲		
۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۹	۱/۰۳	۱/۰۶	۱/۱۰	۱/۱۳	۲۴		
-۰/۷۶	-۰/۶۵	-۰/۶۱	-۰/۵۶	-۰/۴۹	-۰/۴۴	-۰/۳۸	-۰/۳۷	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
-۰/۴۹	-۰/۳۹	-۰/۳۵	-۰/۳۱	-۰/۲۵	-۰/۲۰	-۰/۱۴	-۰/۱۳	۱۲		
-۰/۲۱	-۰/۱۲	-۰/۰۹	-۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۱	۱۴		
-۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۳۶	۱۶		
-۰/۳۴	۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۶۰	۱۸		
-۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۵	۲۰		
۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۰۳	۱/۰۵	۱/۰۸	۱/۱۱	۲۲		
۱/۱۹	۱/۲۳	۱/۲۵	۱/۲۷	۱/۲۹	۱/۳۱	۱/۳۴	۱/۳۶	۲۴		

جدول ۵- سطح فعالیت بدنی: $92/8 \text{ W/m}^2$ ($1/6 \text{ met}$)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس m ² · K/W clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
				-۱/۵۷	-۱/۲۹	-۱/۱۲	-۱/۱۲	۲۳	۰/۰	۰/۰
				-۱/۱۸	-۰/۹۳	-۰/۷۴	-۰/۷۴	۲۴		
				-۰/۷۹	-۰/۵۷	-۰/۳۶	-۰/۳۶	۲۵		
				-۰/۴۰	-۰/۲۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۲۶		
				۰/۰۰	۰/۱۷	۰/۳۷	۰/۳۸	۲۷		
				۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۷۰	۰/۷۵	۲۸		
				۰/۷۹	۰/۹۰	۱/۰۴	۱/۱۱	۲۹		
				۱/۱۹	۱/۲۷	۱/۳۸	۱/۴۶	۳۰		
				-۲/۶۲	-۲/۳۶	-۲/۲۹	-۲/۲۹	۱۶	۰/۰۳۹	۰/۲۵
			-۲/۴۲	-۲/۰۶	-۱/۸۳	-۱/۷۲	-۱/۷۲	۱۸		
	-۲/۲۶	-۲/۰۵	-۱/۸۰	-۱/۴۹	-۱/۲۹	-۱/۱۵	-۱/۱۵	۲۰		
-۲/۱۷	-۱/۵۵	-۱/۳۸	-۱/۱۷	-۰/۹۰	-۰/۷۳	-۰/۵۸	-۰/۵۸	۲۲		
-۱/۳۵	-۰/۸۴	-۰/۷۰	-۰/۵۳	-۰/۳۱	-۰/۱۷	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۲۴		
-۰/۵۱	-۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۵۶	۲۶		
۰/۳۳	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۹۶	۱/۰۶	۱/۱۲	۲۸		
۱/۱۴	۱/۳۱	۱/۳۶	۱/۴۲	۱/۴۹	۱/۵۴	۱/۶۰	۱/۶۶	۳۰		
			-۲/۴۰	-۲/۱۲	-۱/۹۴	-۱/۸۵	-۱/۸۵	۱۴	۰/۰۷۸	۰/۵
	-۲/۲۶	-۲/۱۱	-۱/۹۲	-۱/۶۷	-۱/۵۰	-۱/۴۰	-۱/۴۰	۱۶		
-۲/۱۸	-۱/۷۳	-۱/۵۹	-۱/۴۳	-۱/۲۱	-۱/۰۷	-۰/۹۵	-۰/۹۵	۱۸		
-۱/۵۹	-۱/۲۰	-۱/۰۸	-۰/۹۴	-۰/۷۵	-۰/۶۲	-۰/۴۹	-۰/۴۹	۲۰		
-۰/۹۸	-۰/۶۷	-۰/۵۵	-۰/۴۳	-۰/۲۷	-۰/۱۶	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۲۲		
-۰/۳۷	-۰/۱۰	-۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۴۳	۲۴		
۰/۲۵	-۰/۴۶	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۸۹	۲۶		
۰/۸۶	۱/۰۱	۱/۰۶	۱/۱۱	۱/۱۸	۱/۲۳	۱/۲۹	۱/۳۴	۲۸		
-۲/۱۷	-۱/۸۲	-۱/۷۱	-۱/۵۷	-۱/۳۸	-۱/۲۶	-۱/۱۶	-۱/۱۶	۱۴	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۱/۷۰	-۱/۳۹	-۱/۲۹	-۱/۱۷	-۱/۰۰	-۰/۸۹	-۰/۷۹	-۰/۷۹	۱۶		
-۱/۲۳	-۰/۹۶	-۰/۸۷	-۰/۷۶	-۰/۶۲	-۰/۵۲	-۰/۴۱	-۰/۴۱	۱۸		
-۰/۷۶	-۰/۵۲	-۰/۴۵	-۰/۳۶	-۰/۲۳	-۰/۱۵	-۰/۰۴	-۰/۰۴	۲۰		
-۰/۲۷	-۰/۰۷	-۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۳۵	۲۲		
۰/۲۱	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۷۱	۰/۷۴	۲۴		
۰/۷۰	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۱/۰۳	۱/۰۸	۱/۱۲	۲۶		
۱/۱۹	۱/۲۸	۱/۳۱	۱/۳۴	۱/۳۹	۱/۴۲	۱/۴۶	۱/۵۱	۲۸		

جدول ث ۵- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۱/۷۹	-۱/۵۳	-۱/۴۵	-۱/۳۴	-۱/۱۹	-۱/۱۰	-۱/۰۱	-۱/۰۱	۱۲	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۴۰	-۱/۱۷	-۱/۰۹	-۱/۰۰	-۰/۸۷	-۰/۷۸	-۰/۶۸	-۰/۶۸	۱۴		
-۱/۰۱	-۰/۸۰	-۰/۷۴	-۰/۶۵	-۰/۵۳	-۰/۴۶	-۰/۳۶	-۰/۳۶	۱۶		
-۰/۶۲	-۰/۴۴	-۰/۳۸	-۰/۳۰	-۰/۲۰	-۰/۱۳	-۰/۰۴	-۰/۰۴	۱۸		
-۰/۲۱	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۲۸	۲۰		
۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۶۲	۲۲		
۰/۵۸	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۶	۲۴		
۰/۹۹	۱/۰۷	۱/۱۰	۱/۱۴	۱/۱۸	۱/۲۱	۱/۲۵	۱/۲۹	۲۶		
-۱/۰۷	-۰/۹۲	-۰/۸۶	-۰/۸۰	-۰/۷۱	-۰/۶۵	-۰/۵۷	-۰/۵۷	۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۰/۷۸	-۰/۶۴	-۰/۵۹	-۰/۵۳	-۰/۴۵	-۰/۳۹	-۰/۳۲	-۰/۳۲	۱۲		
-۰/۴۸	-۰/۳۶	-۰/۳۱	-۰/۲۶	-۰/۱۹	-۰/۱۴	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۱۴		
-۰/۱۹	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۹	۱۶		
۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۴۵	۱۸		
۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۴	۰/۶۸	۰/۷۱	۲۰		
۰/۷۲	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۵	۰/۹۷	۲۲		
-۰/۴۱	-۰/۳۲	-۰/۲۹	-۰/۲۴	-۰/۱۸	-۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
-۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۱۲		
۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۵	۱۴		
۰/۳۱	۰/۳۸	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۷	۰/۵۰	۰/۵۴	۰/۵۷	۱۶		
۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۷۸	۱۸		
۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۸	۱/۰۰	۲۰		
۱/۰۶	۱/۱۰	۱/۱۱	۱/۱۳	۱/۱۶	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۳	۲۲		

جدول ۶- سطح فعالیت بدنی: $104/4 \text{ W/m}^2$ (۱/۸ met)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس m ² · K/W clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
				-۱/۴۶	-۱/۱۹	-۱/۰۵	-۱/۰۵	۲۲	۰/۰	۰/۰
				-۱/۱۱	-۰/۸۶	-۰/۷۰	-۰/۷۰	۲۳		
				-۰/۷۵	-۰/۵۳	-۰/۳۶	-۰/۳۶	۲۴		
				-۰/۴۰	-۰/۲۰	-۰/۰۱	-۰/۰۱	۲۵		
				-۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۳۲	۰/۳۲	۲۶		
				۰/۳۲	۰/۴۶	۰/۶۳	۰/۶۶	۲۷		
				۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۹۴	۰/۹۹	۲۸		
				۱/۰۴	۱/۱۳	۱/۲۵	۱/۳۱	۲۹		
			-۲/۴۶	-۲/۰۹	-۱/۸۶	-۱/۷۹	-۱/۷۹	۱۶	۰/۰۳۹	۰/۲۵
	-۲/۳۷	-۲/۱۶	-۱/۹۰	-۱/۵۸	-۱/۳۸	-۱/۲۸	-۱/۲۸	۱۸		
-۲/۳۹	-۱/۷۵	-۱/۵۶	-۱/۳۴	-۱/۰۶	-۰/۸۹	-۰/۷۶	-۰/۷۶	۲۰		
-۱/۶۵	-۱/۱۰	-۰/۹۵	-۰/۷۶	-۰/۵۳	-۰/۳۸	-۰/۲۴	-۰/۲۴	۲۲		
-۰/۹۰	-۰/۴۶	-۰/۳۳	-۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۲۸	۰/۲۸	۲۴		
-۰/۱۵	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۴۰	۰/۵۵	۰/۶۴	۰/۷۶	۰/۷۹	۲۶		
۰/۶۰	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۱۰	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۲۹	۲۸		
۱/۳۶	۱/۵۰	۱/۵۴	۱/۵۹	۱/۶۵	۱/۶۸	۱/۷۳	۱/۷۹	۳۰		
	-۲/۲۵	-۲/۱۰	-۱/۹۱	-۱/۶۶	-۱/۵۰	-۱/۴۲	-۱/۴۲	۱۴	۰/۰۷۸	۰/۵
-۲/۲۳	-۱/۷۷	-۱/۶۴	-۱/۴۷	-۱/۲۵	-۱/۱۰	-۱/۰۱	-۱/۰۱	۱۶		
-۱/۶۹	-۱/۲۹	-۱/۱۷	-۱/۰۲	-۰/۸۳	-۰/۷۰	-۰/۵۹	-۰/۵۹	۱۸		
-۱/۱۵	-۰/۸۱	-۰/۷۱	-۰/۵۸	-۰/۴۱	-۰/۳۰	-۰/۱۸	-۰/۱۸	۲۰		
-۰/۶۰	-۰/۳۱	-۰/۲۲	-۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۲۴	۲۲		
-۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۴۶	۰/۵۴	۰/۶۳	۰/۶۶	۲۴		
۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۸۲	۰/۹۰	۰/۹۶	۱/۰۳	۱/۰۷	۲۶		
۱/۰۷	۱/۲۰	۱/۲۴	۱/۲۹	۱/۳۵	۱/۳۹	۱/۴۴	۱/۴۸	۲۸		
-۲/۱۳	-۱/۷۸	-۱/۶۷	-۱/۵۳	-۱/۳۵	-۱/۲۳	-۱/۱۵	-۱/۱۵	۱۲	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۱/۷۰	-۱/۳۹	-۱/۲۹	-۱/۱۷	-۱/۰۰	-۰/۸۹	-۰/۸۱	-۰/۸۱	۱۴		
-۱/۲۸	-۱/۰۰	-۰/۹۱	-۰/۸۰	-۰/۶۶	-۰/۵۶	-۰/۴۶	-۰/۴۶	۱۶		
-۰/۸۵	-۰/۶۱	-۰/۵۳	-۰/۴۳	-۰/۳۱	-۰/۲۲	-۰/۱۲	-۰/۱۲	۱۸		
-۰/۴۲	-۰/۲۱	-۰/۱۵	-۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۲۲	۲۰		
۰/۰۲	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۵۷	۲۲		
۰/۴۶	۰/۶۰	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۷۸	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۹۲	۲۴		
۰/۹۱	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۹	۱/۱۵	۱/۱۹	۱/۲۴	۱/۲۸	۲۶		

جدول ث ۶- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۱/۷۳	-۱/۴۷	-۱/۳۹	-۱/۲۸	-۱/۱۴	-۱/۰۴	-۰/۹۷	-۰/۹۷	۱۰	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۳۸	-۱/۱۴	-۱/۰۷	-۰/۹۷	-۰/۸۴	-۰/۷۶	-۰/۶۸	-۰/۶۸	۱۲		
-۱/۰۲	-۰/۸۱	-۰/۴۷	-۰/۶۶	-۰/۵۴	-۰/۴۶	-۰/۳۸	-۰/۳۸	۱۴		
-۰/۶۷	-۰/۴۸	-۰/۴۲	-۰/۳۵	-۰/۲۴	-۰/۱۷	-۰/۰۹	-۰/۰۹	۱۶		
-۰/۳۱	-۰/۱۵	-۰/۱۰	-۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۱	۱۸		
۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۵۰	۲۰		
۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۸۱	۲۲		
۰/۷۸	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۵	۱/۰۰	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۱۱	۲۴		
-۰/۷۴	-۰/۶۰	-۰/۵۶	-۰/۵۰	-۰/۴۲	-۰/۳۶	-۰/۲۹	-۰/۲۹	۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
-۰/۲۰	-۰/۰۹	-۰/۰۵	-۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۷	-۰/۱۷	۱۴		
۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۴۵	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۵۷	۰/۶۲	-۰/۶۴	۱۸		
۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۹۷	۱/۰۰	۱/۰۳	۱/۰۶	۱/۰۹	۱/۱۲	۲۲		
۱/۴۶	۱/۵۰	۱/۵۱	۱/۵۲	۱/۵۵	۱/۵۶	۱/۵۸	۱/۶۱	۲۶		
-۰/۱۵	-۰/۰۶	-۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۱۵	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۵۴	۱۴		
۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۴	۱۸		
۱/۱۹	۱/۲۳	۱/۲۴	۱/۲۶	۱/۲۸	۱/۳۰	۱/۳۲	۱/۳۵	۲۲		
۱/۶۶	۱/۶۹	۱/۷۰	۱/۷۰	۱/۷۲	۱/۷۳	۱/۴۷	۱/۷۶	۲۶		

جدول ث ۷- سطح فعالیت بدنی: $116/0 \text{ W/m}^2$ ($2/0 \text{ met}$)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ clo	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱			
				-۲/۳۵	-۲/۰۲	-۲/۰۰		۱۸	۰/۰	۰/۰
				-۱/۷۲	-۱/۴۳	-۱/۳۵		۲۰		
				-۱/۰۶	-۰/۸۲	-۰/۶۹		۲۲		
				-۰/۴۱	-۰/۲۱	-۰/۰۴		۲۴		
				۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۵۹		۲۶		
				۰/۹۳	۱/۰۳	۱/۱۶		۲۸		
				۱/۶۰	۱/۶۶	۱/۷۳		۳۰		
				۲/۳۱	۲/۳۲	۲/۳۳		۳۲		
	-۲/۵۱	-۲/۲۹	-۲/۰۲	-۱/۶۹	-۱/۴۸	-۱/۴۱		۱۶	۰/۰۳۹	۰/۲۵
-۲/۶۱	-۱/۹۳	-۱/۷۴	-۱/۵۰	-۱/۲۱	-۱/۰۳	-۰/۹۳		۱۸		
-۱/۹۳	-۱/۳۵	-۱/۱۸	-۰/۹۸	-۰/۷۳	-۰/۵۷	-۰/۴۵		۲۰		
-۱/۲۴	-۰/۷۵	-۰/۶۱	-۰/۴۴	-۰/۲۳	-۰/۰۹	۰/۰۴		۲۲		
-۰/۵۴	-۰/۱۴	-۰/۰۳	۰/۱۰	-۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۵۲		۲۴		
۰/۱۸	۰/۴۶	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۹۷		۲۶		
۰/۹۰	۱/۰۷	۱/۱۳	۱/۲۰	۱/۲۹	۱/۳۵	۱/۴۲		۲۸		
۱/۵۷	۱/۶۸	۱/۷۲	۱/۷۶	۱/۸۱	۱/۸۴	۱/۸۸		۳۰		
-۲/۳۲	-۱/۸۵	-۱/۷۱	-۱/۵۳	-۱/۳۱	-۱/۱۶	-۱/۰۸		۱۴	۰/۰۷۸	۰/۵
-۱/۸۲	-۱/۴۰	-۱/۲۷	-۱/۱۲	-۰/۹۲	-۰/۷۹	-۰/۶۹		۱۶		
-۱/۳۱	-۰/۹۵	-۰/۸۴	-۰/۷۰	-۰/۵۳	-۰/۴۱	-۰/۳۱		۱۸		
-۰/۸۱	-۰/۵۰	-۰/۴۰	-۰/۲۹	-۰/۱۴	-۰/۰۴	۰/۰۷		۲۰		
-۰/۲۹	-۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۳۵	۰/۴۶		۲۲		
۰/۲۳	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۸۳		۲۴		
۰/۷۵	۰/۹۱	۰/۹۶	۱/۰۲	۱/۱۰	۱/۱۵	۱/۲۱		۲۶		
۱/۲۷	۱/۳۸	۱/۴۲	۱/۴۶	۱/۵۱	۱/۵۵	۱/۵۹		۲۸		
-۲/۱۴	-۱/۷۸	-۱/۶۷	-۱/۵۴	-۱/۳۵	-۱/۲۳	-۱/۱۶		۱۰	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۱/۷۴	-۱/۴۲	-۱/۳۲	-۱/۲۰	-۱/۰۳	-۰/۹۲	-۰/۸۴		۱۲		
-۱/۳۴	-۱/۰۶	-۰/۹۷	-۰/۸۵	-۰/۷۰	-۰/۶۰	-۰/۵۲		۱۴		
-۰/۹۵	-۰/۶۹	-۰/۶۱	-۰/۵۱	-۰/۳۸	-۰/۲۹	-۰/۲۰		۱۶		
-۰/۵۵	-۰/۳۲	-۰/۲۶	-۰/۱۷	-۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۲		۱۸		
-۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۴۳		۲۰		
۰/۲۷	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۵		۲۲		
۰/۶۸	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۷	۱/۰۱	۱/۰۷		۲۴		

جدول ث ۷- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s							دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱		m ² · K/W	clo
-۱/۳۸	-۱/۱۵	-۱/۰۷	-۰/۹۷	-۰/۸۴	-۰/۷۵	-۰/۶۸	۱۰	۰/۱۵۵	۱/۰۰
-۱/۰۵	-۰/۸۴	-۰/۷۷	-۰/۶۸	-۰/۵۶	-۰/۴۸	-۰/۴۱	۱۲		
-۰/۷۲	-۰/۵۳	-۰/۴۷	-۰/۳۹	-۰/۲۸	-۰/۲۱	-۰/۱۳	۱۴		
-۰/۳۹	-۰/۲۲	-۰/۱۶	-۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۶	۰/۱۴	۱۶		
-۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۴۱	۱۸		
۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۷	۰/۶۱	۰/۶۸	۲۰		
۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۹۶	۲۲		
-۰/۴۶	-۰/۳۳	-۰/۲۹	-۰/۲۴	-۰/۱۶	-۰/۱۱	-۰/۰۴	۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۹	۱۴		
۰/۵۶	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۷۵	۰/۷۸	۰/۸۹	۱۸		
۰/۰۸	۱/۱۴	۱/۱۶	۱/۱۸	۱/۲۲	۱/۲۴	۱/۲۷	۲۲		
۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۳۰	۰/۳۴	۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۶۴	۰/۶۶	۰/۷۰	۱۴		
۰/۹۰	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۱/۰۲	۱/۰۴	۱/۰۷	۱۸		
۱/۳۳	۱/۳۷	۱/۳۸	۱/۳۹	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۵	۲۲		

جدول ث ۸- سطح فعالیت بدنی: $174/0 \text{ W/m}^2$ ($3/0 \text{ met}$)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	clo
			-۲/۴۹	-۱/۹۲				۱۴	۰/۰	۰/۰
			-۱/۸۷	-۱/۳۶				۱۶		
			-۱/۲۴	-۰/۸۰				۱۸		
			-۰/۶۱	-۰/۲۴				۲۰		
			۰/۰۴	۰/۳۴				۲۲		
			۰/۷۰	۰/۹۳				۲۴		
			۱/۳۶	۱/۵۲				۲۶		
			۲/۰۲	۲/۱۲				۲۸		
	-۲/۰۲	-۱/۸۰	-۱/۵۳	-۱/۱۹				۱۲	۰/۰۳۹	۰/۲۵
-۲/۲۱	-۱/۵۱	-۱/۳۱	-۱/۰۷	-۰/۷۷				۱۴		
-۱/۶۱	-۱/۰۰	-۰/۸۲	-۰/۶۱	-۰/۳۵				۱۶		
-۱/۰۱	-۰/۴۸	-۰/۳۳	-۰/۱۵	۰/۰۸				۱۸		
-۰/۴۱	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۳۲	۰/۵۱				۲۰		
۰/۲۴	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۸۰	۰/۹۶				۲۲		
۰/۸۷	۱/۱۱	۱/۱۹	۱/۲۹	۱/۴۱				۲۴		
۱/۴۵	۱/۶۵	۱/۷۱	۱/۷۸	۱/۸۷				۲۶		
-۱/۷۹	-۱/۳۲	-۱/۱۸	-۱/۰۰	-۰/۷۸				۱۰	۰/۰۷۸	۰/۵
-۱/۳۴	-۰/۹۲	-۰/۷۹	-۰/۶۴	-۰/۴۳				۱۲		
-۰/۹۰	-۰/۵۲	-۰/۴۱	-۰/۲۷	-۰/۰۹				۱۴		
-۰/۴۵	-۰/۱۲	-۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۲۶				۱۶		
۰/۰۰	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۶۱				۱۸		
۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۹۶				۲۰		
۰/۹۱	۱/۱۰	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۳۳				۲۲		
۱/۳۸	۱/۵۳	۱/۵۷	۱/۶۳	۱/۷۰				۲۴		
-۰/۸۳	-۰/۵۴	-۰/۴۵	-۰/۳۴	-۰/۱۹				۱۰	۰/۱۱۶	۰/۷۵
-۰/۴۸	-۰/۲۲	-۰/۱۴	-۰/۰۳	۰/۱۰				۱۲		
-۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۳۹				۱۴		
۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۶۹				۱۶		
۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۸۹	۰/۹۸				۱۸		
۰/۹۵	۱/۱۰	۱/۱۴	۱/۲۰	۱/۲۸				۲۰		

جدول ث ۸- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
-۰/۲۲	-۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۲۲				۱۰	۰/۱۵۵	۱/۰۰
۰/۳۸	۰/۵۳	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۷۳				۱۴		
۰/۹۷	۱/۰۹	۱/۱۳	۱/۱۸	۱/۲۴				۱۸		
۱/۵۹	۱/۶۷	۱/۶۹	۱/۷۳	۱/۷۷				۲۲		
۰/۵۲	۰/۶۲	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۷۶				۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
۰/۹۸	۱/۰۶	۱/۰۹	۱/۱۲	۱/۱۷				۱۴		
۱/۴۴	۱/۵۰	۱/۵۲	۱/۵۴	۱/۵۸				۱۸		
۰/۹۹	۱/۰۵	۱/۰۷	۱/۱۰	۱/۱۴				۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
۱/۳۶	۱/۴۱	۱/۴۳	۱/۴۵	۱/۴۸				۱۴		
۱/۷۵	۱/۷۹	۱/۸۰	۱/۸۱	۱/۸۴				۱۸		

جدول ۹- سطح فعالیت بدنی: $232/0 \text{ W/m}^2$ (۴/۰ met)

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		$\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	clo
	-۲/۶۶	-۲/۲۲						۱۲	۰/۰	۰/۰
	-۱/۹۳	-۱/۵۵						۱۴		
-۲/۵۱	-۱/۲۰	-۰/۸۶						۱۶		
-۱/۵۷	-۰/۴۶	-۰/۱۸						۱۸		
-۰/۶۳	۰/۲۹	۰/۵۲						۲۰		
۰/۳۳	۱/۰۴	۱/۲۲						۲۲		
۱/۲۹	۱/۸۱	۱/۹۴						۲۴		
۲/۲۶	۲/۵۸	۲/۶۶						۲۶		
-۲/۰۹	-۱/۲۹	-۱/۰۶						۱۰	۰/۰۳۹	۰/۲۵
-۱/۵۰	-۰/۷۸	-۰/۵۷						۱۲		
-۰/۹۰	-۰/۲۷	-۰/۰۸						۱۴		
-۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۴۱						۱۶		
۰/۳۱	۰/۷۸	۰/۹۱						۱۸		
۰/۹۳	۱/۳۱	۱/۴۲						۲۰		
۱/۵۵	۱/۸۴	۱/۹۳						۲۲		
۲/۱۷	۲/۳۹	۲/۴۵						۲۴		
-۰/۶۲	-۰/۱۹	-۰/۰۶						۱۰	۰/۰۷۸	۰/۵
-۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۳۳						۱۲		
۰/۲۷	۰/۶۱	۰/۷۲						۱۴		
۰/۷۳	۱/۰۲	۱/۱۱						۱۶		
۱/۱۸	۱/۴۳	۱/۵۱						۱۸		
۱/۶۴	۱/۸۵	۱/۹۱						۲۰		
۲/۱۱	۲/۲۷	۲/۳۲						۲۲		
۰/۲۵	۰/۵۲	۰/۶۰						۱۰	۰/۱۱۶	۰/۷۵
۰/۶۱	۰/۸۴	۰/۹۲						۱۲		
۰/۹۷	۱/۱۸	۱/۲۴						۱۴		
۱/۳۳	۱/۵۱	۱/۵۷						۱۶		
۱/۷۰	۱/۸۵	۱/۹۰						۱۸		
۲/۰۷	۲/۱۹	۲/۲۳						۲۰		

جدول ث ۹- ادامه

سرعت نسبی هوا m/s								دمای عملکردی °C	میزان عایق لباس	
۱/۰۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱	<۰/۱		m ² · K/W	clo
۰/۸۱	۰/۹۹	۱/۰۴						۱۰	۰/۱۵۵	۱/۰۰
۱/۴۱	۱/۵۵	۱/۶۰						۱۴		
۲/۰۳	۲/۱۳	۲/۱۶						۱۸		
۱/۴۸	۱/۵۸	۱/۶۱						۱۰	۰/۲۳۳	۱/۵۰
۱/۹۵	۲/۰۲	۲/۰۵						۱۴		
۱/۸۸	۱/۹۴	۱/۹۵						۱۰	۰/۳۱۰	۲/۰۰
۲/۲۶	۲/۳۱	۲/۳۲						۱۴		

پیوست ج

(اطلاعاتی)

رطوبت

رطوبت می‌تواند به صورت نسبی و یا مطلق بیان شود (به بند ۲-۴ مراجعه شود). رطوبت مطلق بیانگر فشار نسبی بخار آب در هوا است که بر تلفات حرارتی تبخیری از بدن شخص اثرگذار است. این امر می‌تواند بر آسایش حرارتی کلی فرد و یا به عبارتی تعادل حرارتی بدن وی تأثیرگذار باشد. این تأثیر در دماهای معمولی (کم‌تر از ۲۶ درجه سانتی‌گراد) و سطوح فعالیت معمولی (کم‌تر از ۲ met) بسیار محدود است. در محیط‌های معتدل، رطوبت نسبی هوا تأثیر بسیار کمی بر احساس حرارتی فرد دارد. بطور کلی هر ۱۰ درصد افزایش در رطوبت نسبی از نظر احساس حرارتی معادل با ۰/۳ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش در دمای عملکردی است. برای دماهای بالا و یا سطوح فعالیت بیشتر، اثر رطوبت محسوس‌تر است. در شرایط گذرا نیز نقش رطوبت بسیار چشمگیر است.

اگر محدوده‌ی میزان رطوبت فقط بر مبنای حفظ شرایط قابل قبول آسایش حرارتی (شامل: احساس حرارتی، تری پوست، خشکی پوست، و سوزش چشم) باشد، محدوده‌ی وسیعی از رطوبت قابل قبول خواهد بود.

پیوست چ

(اطلاعاتی)

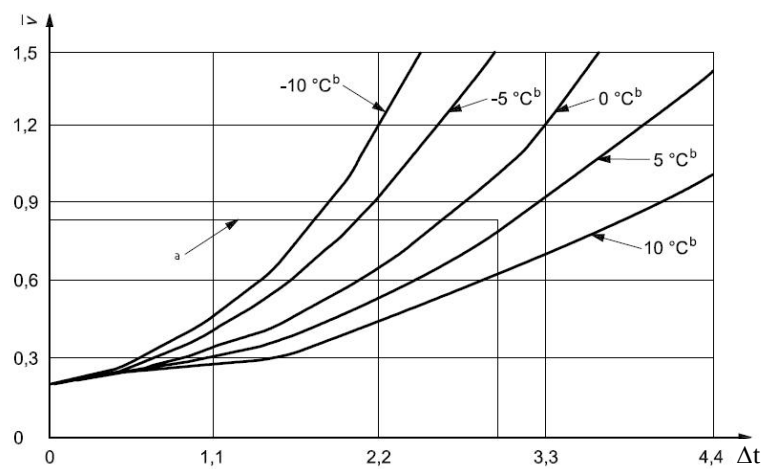
سرعت هوا

سرعت هوا بر میزان انتقال حرارت همرفت بین بدن شخص و محیط اثرگذار است. این امر می‌تواند بر احساس حرارتی کلی و بر نارضایتی حرارتی موضعی ناشی از کوران اثرگذار باشد. به‌منظور دستیابی به شرایط آسایش حرارتی، برای سرعت جریان هوا، حداقلی وجود ندارد. حتی افزایش سرعت هوا می‌تواند احساس گرمای ناشی از افزایش دمای هوا را تا حدودی خنثی کند.

اغلب افزایش سرعت هوا از طریق باز کردن پنجره‌ها و یا روشن نمودن فن‌ها به منظور متعادل ساختن محیط‌های گرم رخ می‌دهد. در فصل گرم، در صورتی که ابزاری برای افزایش سرعت جریان هوا موجود باشد، دمای هوا می‌تواند تا بیش‌تر از حد مجاز نیز افزایش یابد. این مقدار افزایش دما در شکل (چ-۱) آمده است. ارتباط بین دما و سرعت هوا در این شکل با خطوط نشان داده شده است. نقطه‌ی مبدأ این شکل دمای 26°C و سرعت 0.2 m/s است. مقدار این افزایش دما، به میزان عایق لباس، سطح فعالیت و اختلاف دمای بین سطح پوست یا لباس و هوا بستگی دارد. شکل (چ-۱) برای لباس معمول تابستانه (0.5 clo) و فعالیت بدنی سبک ($1/2\text{ met}$) رسم شده است.

شکل (چ-۱) برای افزایش دما به بیش‌تر از 26°C قابل استناد است. هم‌چنین فرض بر این‌است که افزایش دمای تابشی (t_r) و دمای همرفتی (t_a) برابر است. در شرایطی که دمای میانگین تابش کم و دمای هوا زیاد است، افزایش سرعت هوا تأثیر کم‌تری بر نرخ تلفات حرارتی دارد. بالعکس، اگر دمای میانگین تابشی بالا باشد و دمای هوا کم باشد اثرات افزایش سرعت هوا بسیار چشمگیر خواهد بود. بنابراین در اعمال نتایج شکل (چ-۱) باید از منحنی متناسب با تفاوت دمای میانگین تابش و دمای هوای موجود استفاده کرد.

تأثیر افزایش سرعت در افراد مختلف متفاوت است. بنابراین در سرعت‌های بالای وزش هوا میزان افزایش سرعت باید تحت کنترل مستقیم ساکنان و کاملاً قابل تنظیم باشد. بطوری که مقدار افزایش پله‌ای سرعت نباید از 0.15 متر بر ثانیه تجاوز کند.



راهنما:

برای فعالیت‌های بدنی سبک باید: $\bar{v} < 0.82 \text{ m/s}$ ، $\Delta t < 3^\circ \text{C}$

Δt افزایش دمای بالاتر از 26°C

$\bar{v}$ سرعت میانگین هوا m/s

a برای فعالیت‌های بدنی سبک محدود است.

b $(\bar{t}_r - t_a)$: دمای هوا $^\circ \text{C}$ ، $\bar{t}_r$: دمای میانگین تابشی $(^\circ \text{C})$

شکل چ ۱- سرعت هوای مورد نیاز برای تعدیل اثر افزایش دما

پیوست ح

(اطلاعاتی)

تعیین شرایط آسایش حرارتی دراز مدت

به منظور تعیین شرایط آسایش حرارتی در طی دوره‌های زمانی (در یک فصل یا در سال) باید مجموعه‌ای از پارامترها (بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده در ساختمان‌های واقعی و یا حاصل از شبیه‌سازی‌های دینامیکی کامپیوتری) جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گیرند. در این پیوست پنج روش برای این منظور پیشنهاد می‌شود.

- روش الف

محاسبه‌ی تعداد ساعات و یا درصدی از ساعات که مقدار PMV و یا مقدار دمای عملکردی خارج از محدوده‌ی مجاز بوده است.

- روش ب

مدت زمانی که دمای عملکردی واقعی از محدوده‌ی مجاز تجاوز نموده است دارای ضریب وزنی است که تابع مقدار انحراف دما از حد مجاز معرفی شده است.

(۱) ضریب وزنی (wf) برابر یک است اگر $t_o = t_{o,limit}$

که $t_{o,limit}$ حد بالا و پایین محدوده‌ی دمایی مجاز است. برای مثال در شرایط آسایش حرارتی $-0.2 < PMV < 0.2$

محدوده‌ی آن $(23.5^\circ C < t_o < 25.5^\circ C)$ است که در پیوست الف بطور کامل در مورد آن بحث شد.

(۲) ضریب وزنی (wf) از رابطه‌ی (ح-۱) محاسبه می‌شود:

$$wf = 1 + \frac{|t_o - t_{o,limit}|}{|t_{o,optimal} - t_{o,limit}|} : |t_o| > |t_{o,limit}| \quad (\text{ح-۱})$$

$t_{o,optimal}$ دمایی است که در آن کمترین سطح نارضایتی حرارتی رخ می‌دهد.

(۳) برای یک دوره‌ی زمانی خاص در یک‌سال، حاصلضرب ضریب وزنی (wf) در زمان (t) جمع می‌شوند و نتیجه در واحد زمان بیان می‌شود.

$$\sum wf \cdot t \quad ; \quad t_o > t_{o,limit} \quad \text{- دوره گرم:}$$

$$\sum wf \cdot t \quad ; \quad t_o < t_{o,limit} \quad \text{- دوره سرد:}$$

- روش پ

مدت زمانی که PMV واقعی از محدوده مجاز تجاوز نموده است دارای ضریب وزنی است که تابع PPD است.

$$PMV = PMV_{limit} \quad \text{(۱) ضریب وزنی (wf) برابر یک است اگر}$$

که PMV_{limit} از طریق محاسبه‌ی محدوده آسایش بر اساس استانداردهای بین المللی تعیین می‌شود.

(۲) ضریب وزنی (wf) از رابطه‌ی (ح-۲) محاسبه می‌شود:

$$wf = \frac{PPD_{actualPMV}}{PPD_{PMV,limit}} \quad : \quad |PMV| > |PMV_{limit}| \quad \text{(ح-۲)}$$

که در آن:

$PPD_{actualPMV}$ عبارتست از PPD متناظر با PMV واقعی

$PPD_{PMV,limit}$ عبارتست از PPD متناظر با PMV_{limit}

(۳) برای یک دوره‌ی زمانی خاص در یکسال، حاصل ضرب ضریب وزنی (wf) در زمان (t) جمع می‌شوند و نتیجه در

واحد زمان بیان می‌شود.

$$\sum wf \cdot t \quad ; \quad PMV > PMV_{limit} \quad \text{- دوره گرم:}$$

$$\sum wf \cdot t \quad ; \quad PMV < PMV_{limit} \quad \text{- دوره سرد:}$$

- روش ت

میانگین PPD در طی دوره‌ی مورد نظر محاسبه شود.

- روش ث

مجموع PPD ها در دوره‌ی مورد نظر محاسبه شود.

پیوست خ

(اطلاعاتی)

دمای میانگین تابش

دمای میانگین تابش ($\bar{t}_r$) عبارت است از: "دمای یکنواخت یک محیط بسته‌ی سیاه فرضی که در آن، میزان مبادله حرارت به وسیله سازوکار تابش از بدن انسان با سطوح محیط غیریکنواخت واقعی برابر باشد"

دمای میانگین تابش را می‌توان از رابطه (خ-۱) تعیین کرد:

$$\bar{t}_r = \sqrt[4]{t_1^4 \cdot F_{p-1} + t_2^4 \cdot F_{p-2} + \dots + t_N^4 \cdot F_{p-N}} \quad (\text{خ-۱})$$

که در آن:

$\bar{t}_r$: دمای میانگین تابش (K)

t_N : دمای مطلق N-امین سطح داخلی اتاق (K)

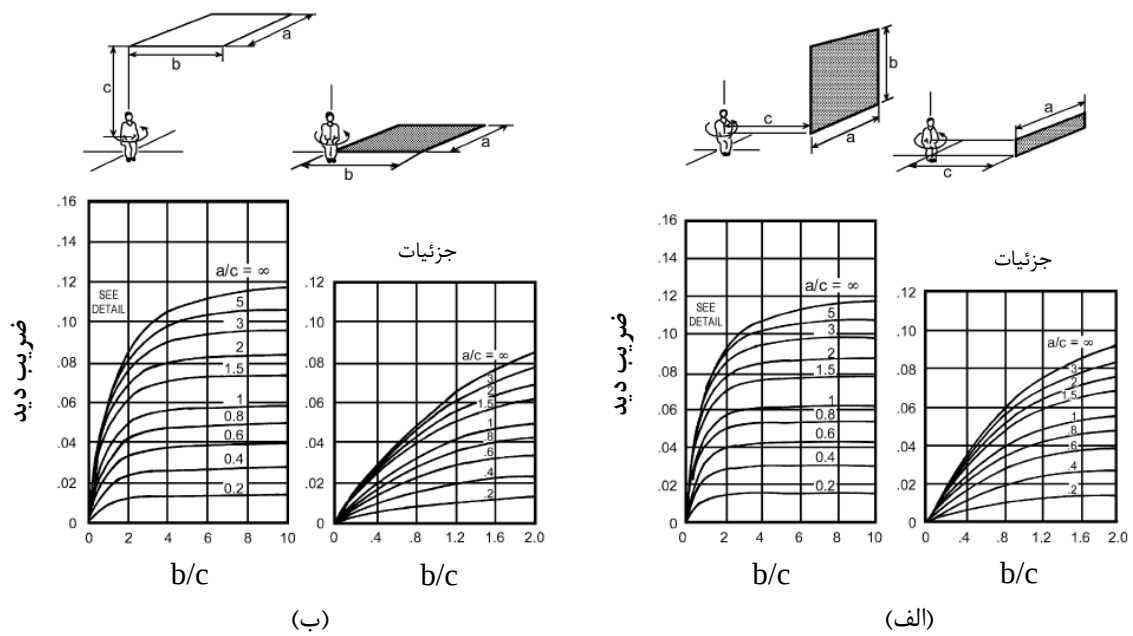
F_{p-N} : ضریب دید تابشی میان شخص و سطح N-ام است.

ضریب دید تابشی F_{p-N} به موقعیت و جهت شخص و نیز ابعاد محیط احاطه‌کننده بستگی دارد. با استفاده از شکل (خ-۱) می‌توان ضریب دید تابشی میان بدن یک شخص نشسته و سطوح مستطیلی را تعیین کرد.

در صورتی که اختلاف میان دمای سطوح مختلف اتاق نسبتاً اندک باشد، می‌توان از رابطه تقریبی (خ-۲) برای محاسبه دمای متوسط تابش استفاده کرد:

$$\bar{t}_r = t_1 \cdot F_{p-1} + t_2 \cdot F_{p-2} + \dots + t_N \cdot F_{p-N} \quad (\text{خ-۲})$$

اگر اختلاف دمای میان سطوح مختلف اتاق کمتر از ۵ کلوین باشد، نتایج رابطه تقریبی (خ-۲) با خطایی کمتر از ۰/۲ کلوین مواجه خواهد بود.



شکل خ-۱. ضریب دید تابشی میان بدن یک شخص نشسته و سطوح مستطیلی اطراف؛ (الف) سطوح عمودی، (ب) سطوح افقی.

پیوست د

(اطلاعاتی)

دمای عملکردی

دمای عملکردی (t_o) عبارت است از: "دمای یکنواخت یک محیط بسته‌ی سیاه فرضی که در آن تبادلات حرارتی شخص با محیط از طریق تابش و همرفت برابر با تبادلات حرارتی وی در محیط غیر یکنواخت واقعی باشد." در واقع دمای عملکردی یک میانگین وزنی از دمای هوا و دمای میانگین تابش می‌باشد و مقدار آن را می‌توان با استفاده از رابطه (د-۱) تعیین کرد:

$$t_o = \frac{h_c \cdot t_a + h_r \cdot \bar{t}_r}{h_c + h_r} \quad (\text{د-۱})$$

که در آن:

t_o : دمای عملکردی ($^{\circ}\text{C}$)

t_a : دمای هوا ($^{\circ}\text{C}$)

$\bar{t}_r$: دمای میانگین تابش ($^{\circ}\text{C}$)

h_c : ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی ($\text{W/m}^2\text{C}$)

h_r : ضریب انتقال حرارت خطی شده تابشی ($\text{W/m}^2\text{C}$) است.

مقدار ضریب انتقال حرارت خطی شده تابشی را می‌توان تحت گستره وسیعی از شرایط حرارتی معمول برابر با مقدار تقریبی ۴/۷ فرض کرد.

همچنین می‌توان با دقت قابل قبولی از رابطه ساده (د-۲) برای برآورد تقریبی دمای عملکردی استفاده کرد:

$$t_o = A \cdot t_a + (1-A) \cdot \bar{t}_r \quad (\text{د-۲})$$

که مقدار ضریب A به سرعت میانگین جریان هوا در اتاق وابسته است و از رابطه (د-۳) قابل محاسبه است:

$$A = \begin{cases} 0.5 & v_{ar} < 0.2\text{m/s} \\ 0.6 & 0.2\text{m/s} < v_{ar} < 0.6\text{m/s} \\ 0.7 & 0.6\text{m/s} < v_{ar} < 1.0\text{m/s} \end{cases} \quad (\text{د-۳})$$

پیوست ذ

(اطلاعاتی)

کتابنامه

- [۱] امیدوار، معرفت م. بررسی شرایط آسایش حرارتی تطبیقی در سیستمهای گرمایش از کف هیدرونیک و تأثیر آن بر مصرف انرژی. نشریه انرژی ایران ۱۳۸۳؛ سال ۹، شماره ۲۰.
- [۲] امیدوار، ذوالفقاری، ع. معرفت م. لزوم بومی سازی استانداردهای آسایش حرارتی در ساختمان و تأثیر آن بر اقتصاد انرژی، ششمین همایش ملی انرژی ایران، تهران، خرداد ۱۳۸۶.
- [۳] ذوالفقاری، ع. امیدوار، معرفت م. مدلسازی و تحلیل پاسخ حرارتی بدن تحت تأثیر صرف غذای سرد یا گرم. چهاردهمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران. تهران، دانشگاه شاهد، ۱۳۸۶.
- [۴] امیدوار، معرفت م. ذوالفقاری ع. اولویت بندی و میزان اثربخشی روشهای بهینه سازی همزمان شرایط آسایش حرارتی و مصرف انرژی در ساختمان مجله علمی پژوهشی مدرس هنر ۱۳۸۶؛ دوره دوم، شماره ۱ (بهار و تابستان)، صفحه ۷۵-۸۲.
- [۵] معرفت م. امیدوار. آسایش حرارتی؛ رهیافتی در بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، انتشارات شرکت بهینه سازی مصرف سوخت، تهران. ۱۳۸۷.
- [۶] معرفت م. امیدوار، ذوالفقاری ع. ناهماهنگی فصلی و منطقه ای استانداردهای آسایش حرارتی، دو عامل مؤثر در مصرف بیش از حد انرژی در بخش ساختمان و مسکن، مجله مهندسی مکانیک، ۱۳۸۷.
- [۷] ذوالفقاری، ع. معرفت م. ارائه روشی جدید برای ارزیابی شرایط حرارتی بدن در شرایط پیچیده محیطی، پانزدهمین کنفرانس مهندسی پزشکی ایران، مشهد، ۲۴ و ۲۵ بهمن ۱۳۸۷.
- [۸] ذوالفقاری، ع. معرفت م. امیدوار. مدلسازی و تحلیل پاسخ حرارتی بدن انسان در برابر تابشهای شدت بالا. شانزدهمین کنفرانس سالانه مهندسی مکانیک. کرمان، دانشگاه شهید باهنر، ۱۳۸۷.
- [۹] ذوالفقاری، ع. معرفت م. تحلیل و ارزیابی میزان تأثیر پدیده کوران بر تغییر محدوده مجاز آسایش حرارتی با استفاده از شاخص جامع ناراضایتی حرارتی. سومین کنفرانس بین المللی گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع، تهران، خرداد ۱۳۹۰.
- [۱۰] ذوالفقاری، ع. معرفت م. معیارهای نوین طراحی سیستمهای سرمایش و گرمایش در ساختمانها بر مبنای ایجاد شرایط آسایش حرارتی. دومین همایش فناوریهای نوین ساختمانی و صنعتی سازی. تهران، آذر ۱۳۸۹.
- [۱۱] ذوالفقاری، ع. بهبود مدلهای استاندارد آسایش حرارتی با استفاده از تحلیل فرکانسی پاسخ حرارتی بدن انسان. رساله دکتری مهندسی مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس، به راهنمایی دکتر مهدی معرفت، زمستان ۱۳۹۰.
- [12] BERGLUND, L.G. and GONZALEZ, R.R., Application of Acceptable Temperature Drifts to Built Environments as a Mode of Energy Conservation, *ASHRAE Transactions* 84, pp. 110-121, 1978
- [13] BERGLUND, L.G. and GONZALEZ, R.R., Occupant Acceptability of Eight Hour Long Temperature Ramps in the Summer at Low and High Humidities, *ASHRAE Transactions* 84, pp. 278-284, 1978
- [14] BERGLUND, L.G., Thermal Acceptability, *ASHRAE Transactions* 85, pp. 825-834, 1979

- [15] BERGLUND, L.G. and FOBELETS, A.P.R., Subjective Human Response to Low-Level Air Current and Asymmetric Radiation, *ASHRAE Transactions* 93, pp. 497-523, 1987
- [16] BERGLUND, L.G., 1998. Comfort and Humidity. *ASHRAE Journal*, V.40(8)
- [17] BERGLUND, L.G., 1989. Comfort criteria in a low-humidity environment. RP2732-10.- Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute
- [18] BRAGER, G.S. and de DEAR, R., 2000. A standard for natural ventilation. *ASHRAE Journal*. V.42(10),pp. 21-27
- [19] BREUNIS, K. and de GROOT, J.P., Relative Humidity of the Air and Ocular Discomfort in a Group of Susceptible Office Workers, *Proceedings of the Fourth International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, 2: pp. 625-629, 1987
- [20] de DEAR, R. and BRAGER, G.S., 1998. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *ASHRAE Trans.*, V.104(1a), pp. 145-167
- [21] FANGER, P.O., OSTERGAARD, J., OLESEN, O. and MADSEN, Th., Lund (1974): The effect on man's comfort of a uniform air flow from different directions, *ASHRAE Transactions*, vol. 80, 2, pp. 142-157
- [22] FANGER, P.O., OLESEN B.W., LANGKILDE, G. and BANHIDI, L., Comfort Limits for Heated Ceilings, *ASHRAE Transactions* 86, pp. 141-156, 1980
- [23] FANGER, P.O., *Thermal Comfort*, Robert E. Krieger, Malabar, FL, 1982
- [24] FANGER, P.O., IPSEN, B.M., LANGKILDE, G., OLESEN, B.W., CHRISTENSEN, N.K. and TANABE, S., 1985. Comfort limits for asymmetric thermal radiation. *Energy and Buildings*. V.8, pp. 225-226.
- [25] FANGER, P.O. and CHRISTENSEN, N.K., Perception of Draught in Ventilated Spaces, *Ergonomics*, 29:pp. 215-235, 1986
- [26] FANGER, P.O., MELIKOV, A.K., HANZAWA, H. and RING, J., Air Turbulence and Sensation of Draught, *Energy and Buildings*, 12: pp. 21-39, 1988
- [27] FOUNTAIN, M., ARENS, E., de DEAR, R., BAUMAN, F. and MIURA, K., (1994) Locally controlled air movement preferred in warm isothermal environments, *ASHRAE Trans.*, vol. 100, part 2, pp. 937-952.
- [28] GAGGE, A.P., NISHI, Y. and NEVINS, R.G., The Role of Clothing in Meeting FEA Energy Conservation Guidelines, *ASHRAE Transactions* 82, pp. 234-247, 1976
- [29] GAGGE, A.P. and NEVINS, R.G., Effect of Energy Conservation Guidelines on Comfort, Acceptability and Health, Final Report of Contract #CO-04-51891-00, Federal Energy Administration, 1976
- [30] GOLDMAN, R.F., The Role of Clothing in Achieving Acceptability of Environmental Temperatures Between 65 °F and 85 °F (18 °C and 30 °C), *Energy Conservation Strategies in Buildings*, J.A.J. Stolwijk, (Ed.) Yale University Press, New Haven, 1978
- [31] GREEN, G.H., The Effect of Indoor Relative Humidity on Colds, *ASHRAE Transactions* 85, pp. 747-757, 1979
- [32] GRIEFAHN, B., 1999. Bewertung von Zugluft am Arbeitsplatz. Fb 828, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

- [33] GRIFFITHS, I.D. and MCINTYRE, D.A., Sensitivity to Temporal Variations in Thermal Conditions, *Ergonomics*, 17: pp. 99-507, 1974
- [34] ISODA, N., TSUZUKI, K. and YOSHIOKA, M., Importance of floor surface temperature in maintaining thermal comfort for people sitting directly on the floor. 10th ICEE pp. 821-824, Sept-2002, Fukuoka, Japan
- [35] JONES, B.W., HSIEH, K. and HASHINAGA, M., The Effect of Air Velocity on Thermal Comfort at Moderate Activity Levels, *ASHRAE Transactions* 92, Part 2B: pp. 761-769, 1986
- [36] LANGKILDE, G., GUNNARSEN, L. and MORTENSEN, N., 1985. *Comfort limits during infrared radiant heating of industrial spaces*, Proceedings of CLIMA 2000, Copenhagen
- [37] LAVIANA, J.E., ROHLES, F.H. and BULLOCK, P.E., Humidity, Comfort and Contact Lenses, *ASHRAE Transactions* 94, pp. 3-11, 1988
- [38] MCCULLOUGH, E.A. and WYON, D.P., Insulation Characteristics of Winter and Summer Indoor Clothing, *ASHRAE Transactions* 89, pp. 614-633, 1983
- [39] MCCULLOUGH, E.A., JONES, B.W. and HUCK, J., A Comprehensive Data Base for Estimating Clothing Insulation, *ASHRAE Transactions* 92, pp. 29-47, 1985
- [40] MCINTYRE, D.A., Overhead Radiation and Comfort, *The Building Services Engineer* 44: pp. 226-232, 1976
- [41] MCINTYRE, D.A., Preferred Air Speeds for Comfort in Warm Conditions, *ASHRAE Transactions* 84, pp. 264-277, 1978
- [42] MCNALL, P.E., JR., JAAX, J., ROHLES, F.H., NEVINS, R.G. and SPRINGER, W., Thermal Comfort (Thermally Neutral) Conditions for Three Levels of Activity, *ASHRAE Transactions* 73, (Part I): I.3.1-I.3.14, 1967
- [43] MCNALL, P.E., JR. and BIDDISON, R.E., Thermal and Comfort Sensations of Sedentary Persons Exposed to Asymmetric Radiant Fields, *ASHRAE Transactions* 76, pp. 123-136, 1970
- [44] NAGANO, K., TAKAKI, A., HIRAKAWA, M., FUJIWARA, M. and TOCHIHARA, Y., *Thermal responses to temperature steps in summer*. Kyushu Institute of Design, 2003
- [45] NEVINS, R.G. and FEYERHERM, A.M., Effect of Floor Surface Temperature on Comfort. Part IV: Cold Floors, *ASHRAE Transactions* 73 (Part II): III.2.1 - III.2.8, 1967
- [46] NEVINS, R.G., MICHAELS, K.B. and FEYERHERM, A.M., The Effect of Floor Surface Temperature on Comfort. Part II: College Age Females, *ASHRAE Transactions* 70, pp. 37-43, 1964
- [47] NEVINS, R.G. and MCNALL, P.E., JR., ASHRAE Thermal Comfort Standards as Performance Criteria for Buildings, CIB Commission W 45 Symposium, *Thermal Comfort and Moderate Heat Stress*, Watford, U.K. 1972 (Published by HMSO London 1973)
- [48] NIELSEN, B., I. ODDERSHEDE, A. TORP and P.O. FANGER, Thermal Comfort During Continuous and Intermittent Work. *Indoor Climate*, P.O. Fanger and O. Valbjorn, eds., Danish Building Research Institute, Copenhagen, 1979, pp. 477-490
- [49] NILSSON, S.E. and ANDERSSON, L., Contact Lens Wear in Dry Environments, *ACTA Ophthalmologica* 64, pp. 21-225, 1986

- [50] OLESEN, S., FANGER, P.O., JEMSEN, P.B. and NIELSEN, O.J., Comfort limits for man exposed to asymmetric thermal radiation. Proc. of CIB Commission W45 (Human Requirements) Symposium: Thermal comfort and Moderate Heat Stress, Building Research Station, London, September 1971, HMSO, 1973, pp. 133-148
- [51] OLESEN, B.W., Thermal Comfort Requirements for Floors, Proceedings of The Meeting of Commissions B1, B2, E1 of IIR, Belgrade, 1977, pp. 307-313
- [52] OLESEN, B.W., Thermal Comfort Requirements for Floors Occupied by People with Bare Feet, *ASHRAE Transactions* 83, pp. 41-57, 1977
- [53] OLESEN, B.W., SCHOLER, M. and FANGER, P.O., Discomfort Caused by Vertical Air Temperature Differences, *Indoor Climate*, P.O. Fanger and O. Valbjorn, eds., Danish Building Research Institute, Copenhagen, 1979
- [54] OLESEN, B.W., A New and Simpler Method for Estimating the Thermal Insulation of a Clothing Ensemble, *ASHRAE Transactions* 92, pp. 478-492, 1985
- [55] OLESEN, B.W., SLIWINSKA, E., MADSEN, T.L. and FANGER, P.O., Effect of Body Posture and Activity on the Thermal Insulation of Clothing. Measurements by a Movable Thermal Manikin, *ASHRAE Transactions* 88, pp. 91-805, 1987
- [56] ROHLES, F.H., JR., WOODS, J.E. and NEVINS, R.G., The Influence of Clothing and Temperature on Sedentary Comfort, *ASHRAE Transactions* 79, pp. 71-80, 1973
- [57] ROHLES, F.H., WOODS, J.E. and NEVINS, R.G., The Effect of Air Speed and Temperature on the Thermal Sensations of Sedentary Man, *ASHRAE Transactions* 80, pp. 101-119, 1974
- [58] ROHLES, F.H., MILLIKEN, G.A., SKIPTON, D.E. and KRSTIC, I., Thermal Comfort During Cyclical Temperature Fluctuations, *ASHRAE Transactions* 86, pp. 125-140, 1980
- [59] ROHLES, F.H., KONZ, S.A. and JONES, B.W., Ceiling Fans as Extenders of the Summer Comfort Envelope, *ASHRAE Transactions* 89, pp. 245-263, 1983
- [60] SCHEATZLE, D.G., WU, H. and YELLOTT, J., Extending The Summer Comfort Envelope with Ceiling Fans in Hot, Arid Climates, *ASHRAE Transactions* 95, Part 1, pp. 269-280, 1989
- [61] SPRAGUE, C.H. and MCNALL, P.E., JR., Effects of Fluctuating Temperature and Relative Humidity on the Thermal Sensation (Thermal Comfort) of Sedentary Subjects, *ASHRAE Transactions* 77, pp. 183-199, 1971
- [62] TANABE, S., KIMURA, K. and HARA, T., 1987. Thermal comfort requirements during the summer season in Japan. *ASHRAE Transactions* 93,(1): pp. 564-577.
- [63] TANABE, S., and KIMURA, K., 1994. Effects of air temperature, humidity, and air movement on thermal comfort under hot and humid conditions. *ASHRAE Transactions*, Vol. 100, part 2, p. 16
- [64] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996a. Draught sensitivity is influenced by general thermal sensation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(4), pp. 295-305.
- [65] TOFTUM, J., NIELSEN, R., 1996b. Impact of metabolic rate on human response to air movements during work in cool environments. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(4), pp. 307-316.
- [66] TOFTUM, J., ZHOU, G., MELIKOV, A., 1997. Airflow direction and human sensitivity to draught. Proceedings of CLIMA 2000, Brussels.
- [67] TOFTUM, J., MELIKOV, A., TYNEL, A., BRUZDA, M. and FANGER, P.O. 2003. Human response to Air Movement - Evaluation of ASHRAE's Draft Criteria (RP-843). *HVAC&R Research*, vol. 9 no. 2, April 2003

- [68] TSUZUKI, K. and OHFUKU, T., Thermal comfort and thermoregulation in elderly compared to young people in Japanese winter season. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Japan.
- [69] WYON, D.P., ASGEIRSDOTTIR, TH., KJERULF-JENSEN, P., and FANGER, P.O., The Effects of Ambient Temperature Swings on Comfort, Performance and Behaviour, *Arch. Sci. Physiol.* 27, pp. 441-458, 1973
- [70] ASHRAE Standard 55, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*
- [71] ISO 7243, *Hot environments — Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT —index (wet bulb globe temperature)*
- [72] ISO 7726, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*
- [73] ISO 7933, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*
- [74] ISO 8996, *Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate*
- [75] ISO 9920, *Ergonomics of the thermal environment — Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble*
- [76] ISO 10551, *Ergonomics of the thermal environment — Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales*
- [77] ISO 11399, *Ergonomics of the thermal environment — Principles and application of relevant International Standards*
- [78] ISO TR 11079, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of cold stress using calculation of the required clothing insulation (IREQ) and the assessment of local cooling effects*
- [79] ALFANO, G., CANNASTRARO, G., D'AMBROSIO, F.R. and RIZZO, G., Notes on the use of the tables of standard ISO 7730 for the evaluation of the PMV index, *Indoor Built Environment*. 1996. 5:355-357
- [80] ANDERSON, I., LUNDQUIST, G.R. and PROCTOR, D.F., Human perception of humidity under four controlled conditions. *Achieves of Environmental Health* 26, pp. 22-27, 1973