



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۰۷۴۹

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

20749

1st. Edition

2016

ارگونومی محیط‌های حرارتی - راهبرد ارزیابی ریسک برای
پیشگیری از استرس یا ناراحتی‌های شرایط کاری حرارتی

**Ergonomics of the thermal environment — Risk assessment
strategy for the prevention of stress or discomfort in
thermal working conditions**

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 مؤسسه 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی رسمی ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و بسته‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

(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 Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

"ارگونومی محیط‌های حرارتی - راهبرد ارزیابی ریسک برای پیشگیری از استرس یا ناراحتی‌های شرایط کاری حرارتی"

رئیس:

دائی جواد، حسین
(لیسانس مهندسی متالورژی)

دبیر:

احمدی، حامد
(لیسانس مهندسی صنایع)

اعضا: (به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، کریم
(لیسانس علوم تجربی)

اعرابی، محمد جواد
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

حاذق جعفری، کورش
(دکترای دامپزشکی)

رحمتی، مهرداد
(فوق لیسانس مهندسی صنایع)

رسولی هارونی، سلمان
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

سلیمی، مهرداد
(فوق لیسانس مکانیک بیوسیستم)

سیف آقایی، فریده
(فوق لیسانس بهداشت حرفه‌ای)

فروتن، فرزاد
(لیسانس مهندسی متالورژی)

کریمی، مصطفی
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

سمت و/یا نمایندگی

کارشناس اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری

مدیر تحقیق و توسعه شرکت تشگاز

سرپرست ایمنی و بهداشت شرکت تشگاز

مرکز رشد واحدهای فناور

کارشناس مسئول گروه پژوهشی مهندسی پزشکی پژوهشکده برق،
مکانیک و ساختمان پژوهشگاه استاندارد

کارشناس اداره کل استاندارد استان چهارمحال و بختیاری

مدیر عامل شرکت دانش بنیان کهکشان

کارشناس پارک علم و فناوری استان چهارمحال و بختیاری

وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی (مرکز سلامت محیط کار)

شرکت مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (ساپکو)

بنیاد نخبگان استان چهارمحال و بختیاری

شرکت مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو (سپکو)	محسنی، رسول (فوق لیسانس شیمی پلیمر)
شرکت پویا پرتو تبریز	محمد نژاد، نوذر (لیسانس مهندسی مکانیک)
پتروشیمی شازند اراک	محمدی، وحید (فوق لیسانس مهندسی مکانیک)
شرکت همگام خودرو	مقصودیان، بابک (لیسانس مهندسی صنایع)
هیئت علمی دانشگاه شهرکرد	ملکی، علی (دکترای مکانیک بیوسیستم)
هیئت علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران	نیک آئین، زیبا (دکترای بیومکانیک)

فهرست مندرجات

صفحه									عنوان
ب									آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج									کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه									فهرست مندرجات
و									پیش‌گفتار
ز									مقدمه
۱								۱	هدف و دامنه کاربرد
۱								۲	مراجع الزامی
۲								۳	فلسفه راهبرد
۳								۴	مرحله ۱: مشاهده
۳								۱-۴	اهداف
۳								۲-۴	روش
۶								۵	مرحله ۲: تحلیل
۶								۱-۵	اهداف
۶								۲-۵	روش
۱۰								۶	مرحله ۳: تخصص
۱۰								۱-۶	اهداف
۱۰								۲-۶	روش
۱۱									پیوست الف (اطلاعاتی) نمونه‌هایی از اقدامات پیشگیرانه
۱۳									پیوست ب (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد "ارگونومی محیط‌های حرارتی- راهبرد ارزیابی ریسک برای پیشگیری از استرس یا ناراحتی‌های شرایط کاری حرارتی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوطه توسط سازمان استاندارد ملی ایران تهیه و تدوین شده و در پانصد و شصت و هفتمین جلسه کمیته ملی استاندارد صنایع مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۵/۰۱/۳۱ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و شرایط کاری، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استاندارد ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای رجوع به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین‌المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 15265:2004, Ergonomics of the thermal environment — Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions

مقدمه

این استاندارد یکی از مجموعه استانداردهای مورد استفاده برای برآورد کردن محیطهای حرارتی می باشد. سایر استانداردهای این مجموعه به بیان چگونگی تاثیر گذاری پارامترهای تنظیم حرارت انسان در محیطی که در آن واقع شده و باید تخمین یا به لحاظ کمی تعیین شود، می پردازد. به منظور پیش بینی درجه ناراحتی یا ریسک سلامتی در این محیطها تعیین چگونگی سایر پارامترها باید یکپارچه سازی شود. استاندارد حاضر برای استانداردسازی روشهایی که متخصصین سلامت شغلی به منظور دسترسی به مشکل مطرح شده در ارتباط با استرس و ناراحتی در شرایط کاری حرارتی و جمع آوری پیشرونده اطلاعات مورد نیاز برای کنترل یا پیشگیری از بروز آن بهتر است به کار ببرند، می پردازد.

ارگونومی محیط‌های حرارتی - راهبرد ارزیابی ریسک برای پیشگیری از استرس یا ناراحتی‌های شرایط کاری حرارتی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین، راهبرد برای ارزیابی و تفسیر ریسک محدودیت‌های فیزیولوژیکی یا احساس ناراحتی هنگام کار در معرض محیط آب و هوایی مشخص، می‌باشد.

این استاندارد در هر وضعیت کاری با شرایط پایدار یا متغیر آب و هوایی، میزان سوخت و ساز یا پوششی کاربرد دارد. این استاندارد یک رویه واحدی را تشریح نمی‌کند بلکه به بیان یک راهبرد سه مرحله‌ای هنگام نیاز به طراحی نتیجه‌گیری مناسب درباره ریسک و شناسایی بهترین کنترل و اقدامات پیشگیرانه مورد نیاز می‌پردازد که بتواند به طور موققت آمیزی در پیش برد عمیق‌تر بینش نسبت به شرایط کاری مورد استفاده قرار گیرد.

این استاندارد به وضوح درجهت پیشگیری و/ یا کنترل مشکلات کاری در سرما و گرما می‌پردازد. ریسک ناشی از اختلالات گرما یا سرما و یا ناراحتی حاصل از آن‌ها تنها تا حد لزوم برای رسیدن به این هدف ارزیابی شده است.

با این حال کاربران باید با قوانین ملی که ممکن است اجرای ارزیابی ریسک را به صورت سازمان یافته الزام کند، موافقت کنند.

به دلیل اینکه راهبرد مذکور در جهت پیشگیری و طراحی شرایط کاری تهیه شده است، در کل به موضوع مطالعه بستگی دارد. در آخرین گام از هر مرحله راهبرد، تفاوت‌های فردی از طریق در نظر گرفتن نظارت‌های پزشکی در کوتاه مدت) و نظارت (در دراز مدت) انجام می‌گردد.

به هر حال استانداردهایی که بر پایه این راهبرد به وجود آمده‌اند، بسته به محدودیت‌ها و/ یا توصیه‌های پیشین به درجاتی از ایمنی با حمایت از اکثریت کارگران گرایش دارند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات نامی 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

یادآوری - استاندارد ملی شماره ۱۰۱۴۷ در سال ۱۳۸۶، ارگونومی محیط‌های حرارتی - اصطلاحات و نمادها تدوین شده است.

۳ فلسفه راهبرد

هدف اصلی از ارزیابی ریسک‌های مرتبط با محیط‌های کاری حرارتی تعیین کمیت ریسک نیست لیکن برای جلوگیری یا از بین بردن یا به حداقل رساندن ریسک‌ها می‌باشد.

تعداد موقعیت‌های کاری که با مشکلات حرارتی مواجه هستند زیاد است و الزام به مطالعه جزئیات همه آن‌ها آرمانی^۱ و غیر عملی خواهد بود. نظر به اینکه که در اکثر موارد راه حل‌ها می‌توانند بر پایه **مشاهدات** ساده و بدون پیچیدگی پیدا شوند، این امر بی‌فایده خواهد بود. با این حال، در برخی موارد **تحلیل** بیش از حد جزئیات شامل اندازه‌گیری‌ها الزامی است و در برخی موارد خاص، **تخصص** بر پایه تکنیک‌های ارزیابی پیچیده می‌تواند الزامی باشد.

بنابراین راهبرد مذکور بر پایه یک رویکرد پیشرونده در سه مرحله با مشخصه‌هایی که در جدول ۱ خلاصه شده، درج شده است.

روش تهیه شده برای تعیین این که، در چه شرایطی، مشکل وجود دارد و برای جمع آوری اطلاعات تنها نیاز به از بین بردن مشکل یا حداقل بهبود شرایط آن می‌باشد.

جدول ۱ - مقایسه مشخصه‌های سه مرحله از راهبرد

مرحله ۳ "نظر کارشناسی"	مرحله ۲ "تحلیل"	مرحله ۱ "مشاهده"	مشخصه
موارد بسیار پیچیده	موارد پیچیده‌تر	زمانی که یک "مشکل" شناسایی شده است	چه زمانی؟
ارزیابی و اندازه‌گیری‌های تخصصی	اندازه‌گیری متداول	مشاهدات کیفی	چگونه؟
زیاد	متوسط	کم	هزینه؟
چند روز	یک روز	دو ساعت	مدت زمان (اولویت‌بندی بر مبنای حجم کار)
یکسان + متخصصین + کارشناسان	یکسان + متخصصان	کارگران + مدیریت شرکت	توسط چه کسی؟
پایین تخصصی شده	متوسط بالا	بالا متوسط	شایستگی - وضعیت کار: - ارگونومی:

مرحله ۱- **مشاهده** توسط افراد شرکت با آگاهی کامل از شرایط کار اما لزوماً بدون آموزش در خصوص ارگونومی، انجام می‌شود. هدف از مشاهده مشخص نمودن وضعیت کار در تمامی شرایط، در طول روز و در تمام طول سال و نه در یک زمان خاص می‌باشد.

مرحله ۲-تحلیل توسط همان اشخاص با کمک متخصصین بیشتری از طریق آموزش‌های خاص در خصوص ارگونومی محیط‌های حرارتی انجام شده است. این مرحله با وضعیت کار در شرایط خاص (تابستان، شب و غیره) سر و کار دارد و در حین اولین مرحله تعیین و به اندازه‌گیری‌های معمول نیاز دارد.

مرحله ۳ - نظر کارشناسی توسط همان اشخاص، با کمک کارشناسان تخصص بسیار بالا انجام می‌شود. این مرحله با شرایط کاری حرارتی بسیار پیچیده سر و کار دارد و به اندازه‌گیری‌های پیچیده یا خاص نیاز دارد.

۴ مرحله ۱: "مشاهده"

۱-۴ اهداف

اهداف این مرحله عبارتند از:

- جمع آوری اطلاعات در مورد وضعیت کار، به طور کلی در رابطه با شرایط کار، شرایط آب و هوایی و منابع گرما یا سرما،
- تعیین اقدامات فنی درستی که می‌توانند مستقیماً جلوگیری / کنترل ریسک را انجام دهند، و
- برای تعیین تمامی آن‌چه برای "تحلیل" لازم است.

۲-۴ روش اجرایی

- ۱-۲-۴ شرایط کاری شناخته شده یا شرایطی که احتمالاً به افزایش یک مشکل حرارتی منجر شود را شرح دهید. به عنوان مثال "یک کارگاه در صبح زمستانی" یا "هنگام تمیز کردن کوره در هر فصل"
 - ۲-۲-۴ برای هر شش پارامتر، وضعیت را به صورت جداگانه با استفاده از مقیاس‌های بیان شده در جدول ۲ ارزیابی کنید. همچنین میانگین نظرات کارگران را گزارش کنید.
- به یاد داشته باشید که هدف اصلی از این روش اجرایی، صرفاً امتیاز دهی نیست بلکه تحلیل دلایل امتیازدهی و تعیین چگونگی بهبود آن است.

جدول ۲ - مقیاس امتیاز دهی برای روش "مشاهده"

امتیاز	شرایط
دمای هوا	
-۳	انجماد
-۲	معمولاً بین ۰°C و ۱۰°C
-۱	معمولاً بین ۱۰°C و ۱۸°C
۰	معمولاً بین ۱۸°C و ۲۵°C
۱	معمولاً بین ۲۵°C و ۳۲°C
۲	معمولاً بین ۳۲°C و ۴۰°C
۳	معمولاً بیش از ۴۰°C
رطوبت	
-۱	خشکی گلو و چشم‌ها پس از ۲ الی ۳ ساعت
۰	طبیعی
۱	پوست مرطوب
۲	پوست کاملاً مرطوب
تابش حرارتی	
-۱	احساس سرما روی صورت پس از ۲ الی ۳ دقیقه
۰	هیچ‌گونه تابشی قابل تشخیص نیست
۱	احساس گرما روی صورت پس از ۲ الی ۳ دقیقه
۲	تابش غیر قابل تحمل روی صورت با گذشت بیش از ۲ دقیقه
۳	احساس سوختن آنی
جریان هوا	
-۲	جریان شدید هوای سرد
-۱	جریان ملایم هوای سرد
۰	هوای فاقد جریان
۱	جریان ملایم هوای گرم
۲	جریان شدید هوای گرم
بار کاری فیزیکی	
۰	کار اداری : آسان، فشار کاری پایین، حرکات گاه و بی‌گاه با سرعت معمولی
۱	کار متعادل با دست‌ها یا پاها : استفاده از ماشین آلات سنگین، راه رفتن یکنواخت
۲	کار شدید با بازوها و بدن : حمل و نقل اشیاء سنگین، بیل زدن، چوب بری، سریع راه رفتن یا در حال حمل یک بار سنگین
۳	کار بسیار شدید با سرعت بالا : بالا رفتن از پله‌ها، نردبان

دنباله جدول ۲ - مقیاس امتیازدهی برای روش "مشاهده"

امتیاز	شرایط
پوشش	
۰	سبک، انعطاف پذیر، عدم تداخل با کار
۱	بلند، سنگین تر، اندکی تداخل با کار
۲	زمخت، سنگین، مخصوص تابش، رطوبت یا دمای پایین
۳	بالاپوش‌های مخصوص همراه با دستکش، کلاه، کفش
نظرات کارگران	
-۳	لرز، ناراحتی شدید برای کل بدن
-۲	ناراحتی موضعی شدید، احساس سرما سرتاسری
-۱	ناراحتی موضعی حاصل از سرمای ملایم
۰	بدون هیچ‌گونه ناراحتی
۱	عرق کردن ملایم و ناراحتی، تشنگی
۲	عرق کردن شدید، تشنگی شدید، کار شدید اصلاح شده
۳	عرق کردن بیش از حد، کار بسیار خسته کننده، پوشش مخصوص

۴-۲-۳ نتایج را در جدول شماره ۳ گزارش کنید.

جدول شماره ۳ - جدول امتیازات برای وضعیت کنونی

پارامترها	-۳	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳
دمای هوا							
رطوبت	-	-					
تابش حرارتی	-	-					
جریان هوا	-						
بارکاری فیزیکی	-	-					
پوشش	-	-					
نظرات کارگران							

۴-۲-۴ اگر وضعیت ایده‌آل نیست (امتیازات خارج از ۱- تا ۱)، دلیل را شناسایی کنید و اهمیت مسئله را به لحاظ (منابع، سطوح، مکان و غیره) بیان کنید.

مقیاس‌هایی که در جدول ۲ طراحی شده، به گونه‌ای است که وضعیت مطلوب در هر مورد صفر در نظر گرفته می‌شود. اقدامات پیشگیرانه هنگامی که یک یا چند پارامتر از حالت بهینه منحرف شد، باید انجام شوند هر چقدر انحراف بزرگ‌تر باشد نیاز به راه حل بیشتر است.

چنانچه فرایندهای صنعتی، پارامترهای حرارتی، را شدیداً تحت تاثیر قرار ندهند، با در نظر داشتن نمونه‌های اقدامات پیشگیری ارائه شده در پیوست الف این استاندارد راه‌هایی را برای بهبود وضعیت مورد نظر جستجو کنید.

در صورت لزوم، اقداماتی نظیر: نوشیدنی‌های گرم یا سرد، دوره‌های بازیابی^۱، سازمان‌دهی کار، پوشش، را در کوتاه مدت به اجرا بگذارید. اقدامات کوتاه مدت بهتر است به صورت اقدامات موقتی باقی بمانند. این اقدامات نیاز به تحلیل بیشتر برای حل مشکل تخصصی را نشان می‌دهند. چنانچه طبق پیش‌بینی وضعیت بهبود یافت، امتیازی که ممکن است بدست بیاید را تخمین بزنید. شرایط را در آینده با در نظر گرفتن اقدامات پیشگیرانه و کنترلی، بر اساس مقیاس‌های بیان شده در جدول ۲ داوری کنید. هنگامی که پیش‌بینی وضعیت آینده دشوار یا غیر قابل اعتماد به نظر برسد، نشان دهنده این است که برای ارزیابی ریسک‌های باقی‌مانده و شناسایی اقدامات کنترلی اضافی به تحلیل بیشتری نیاز است.

۴-۲-۵ گزارش این امتیازات در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴ - جدول امتیازات برای وضعیت پیش‌بینی شده

پارامترها	-۳	-۲	-۱	۰	۱	۲	۳
دمای هوا							
رطوبت	-	-					-
تابش حرارتی	-	-					
جریان هوا	-						-
بارکاری فیزیکی	-	-	-				
پوشش	-	-	-				

۴-۲-۶ چنانچه برای تعیین کمی و حل مسئله به تحلیل با جزئیات بیشتری نیاز دارید، تصمیم‌گیری کنید. به این منظور، تعداد امتیازات خارج از بازه ۱- تا ۱ را برای وضعیت پیش‌بینی شده در آینده در نظر بگیرید. در پایان "مشاهده"، کاربر باید نیاز به "تحلیل" کامل‌تر برای این وضعیت کاری را تعیین کند.

۵ مرحله ۲ "تحلیل"

۱-۵ اهداف

برای شرایط انتخاب شده در حین مرحله ۱: "مشاهده"، اهداف مرحله ۲ "تحلیل"، عبارتند از:

- کمی کردن ریسک ناراحتی حرارتی یا محدودیتی که به عنوان تابعی از مقادیر کمینه و بیشینه پارامترهای آب و هوایی است،
- تعیین سازمان‌دهی کار بهینه،
- تعیین چیزهایی که در "تخصص" (مرحله ۳) مورد نیاز است، و
- در صورت لزوم، توجیه هزینه‌های اقدامات پیشگیرانه تعیین شده در مرحله ۱ برای کارفرما.

۲-۵ روش اجرایی

۱-۲-۵ توالی فعالیت‌های محل کار را تحلیل کنید.

- الف - تعریف فعالیت‌ها.
 - ب - میانگین و بیشینه مدت زمان.
 - پ - دوره مربوط به وضعیت کاری.
 - ت - تعداد کارگران در معرض.
 - ث - عوامل کمی کردن به صورت دقیق عبارتند از:
 - دمای هوا: اگر یک افزایش یا کاهش غیر طبیعی وجود داشته باشد.
 - رطوبت: اگر با محیط بیرون متفاوت باشد.
 - تابش: اگر در معرض تابش خورشید یا سطوح خیلی داغ یا خیلی سرد قرار داشته باشد.
 - جریان هوا: اگر یک کوران هوا وجود داشته باشد.
 - بار کاری: اگر زیاد یا ناشناخته باشد.
 - ویژگی‌های پوشش: اگر به پوشش خاصی نیاز باشد.
- اطلاعات بهتر است در فرمی شبیه به جدول ۵ گزارش داده شوند.

جدول ۵ - خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به توالی فعالیت‌های تحلیل

عوامل به کمیت درآمده	کارگران در معرض	مدت زمان		فعالیت
		بیشینه	میانگین	

۲-۲-۵ ارزیابی وضعیت کار:

- الف - در مدت زمان روز/ روزهای بیانگر این دوره مرتبط با شرایط آب و هوایی و کار؛
- ب - شرایط آب و هوایی بیرون شامل: دما، رطوبت، در معرض خورشید، باران و؛
- پ - اندازه‌گیری یا برآورد میانگین و بیشینه مقادیر در مدت زمان روز/ روزهای بیانگر این دوره؛
- ت - محاسبه شاخص‌های زیر بر اساس استانداردهای مربوطه:
 - محافظ پوششی مورد نیاز (IREQ)^۱؛
 - متوسط نظرات پیش‌بینی (PMV)^۲ و درصد نارضایتی پیش‌بینی شده (PPD)^۳
 - دمای گوی‌سان تر (WBGT)^۴

1- Required Clothing Insulation
 2- Predicted Mean Vote
 3- Predicted Percentage of Dissatisfied
 4- Wet Bulb Globe Temperature

- پیش بینی کرنش گرمایی (PHS)^۱ و محدوده مدت در معرض قرار گرفتن (DLE)^۲

اطلاعات بهتر است در فرمی شبیه به جدول ۶ گزارش داده شوند.

جدول شماره ۶- ارزیابی شرایط کار برای هر فعالیت

فعالیت		فعالیت		پارامترها
میانگین	بیشینه	میانگین	بیشینه	
				t_a RH t_g v_a M I_{cl}
				IREQ PMV PPD WBGT PHS/DLE
نمادها و واحدها مناسب مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۴۷ می باشند.				
t_a دمای هوا RH رطوبت نسبی t_g دمای مرطوب کره v_a سرعت جریان هوا M میزان سوخت و ساز I_{cl} $m^2.k.W^{-1}$ (برای پوشاک عایق)				

۳-۲-۵ طبقه ریسک در وضعیت حاضر با استفاده از مقیاس زیر ارزیابی کنید.

-
- 1- Predicted Heat Strain
 2- Duration Limit of Exposure

جدول ۷ - طبقه ریسک

معیارها	طبقه
$DLE < 30 \text{ min}$	فشار کار لحظه‌ای
$I_{clr} < IREQ_{min}$ and $DLE < 120 \text{ min}$	فشار کاری در کوتاه مدت
$PMV < -2$ and $IREQ_{min} \leq I_{clr} \leq IREQ_{neutral}$ $-2 \leq PMV < -0,5$ $-0,5 \leq PMV \leq 0,5$	فشار کاری در دراز مدت
	ناراحتی سرمایی
	راحتی
$0,5 < PMV \leq 2$	ناراحتی گرمایی
$DLE < 480 \text{ min}$	محدودیت در دراز مدت
$DLE < 120 \text{ min}$	محدودیت در کوتاه مدت
$DLE < 30 \text{ min}$	محدودیت فوری

از سه مورد اخیر، اطلاعات زیر را استخراج کنید:

- متوسط آب از دست رفته پیش‌بینی شده در مدت زمان بیش از ۸ ساعت از روز؛
- ریسک پیش‌بینی شده افزایش دمای داخلی بدن.

۴-۲-۵ قابل قبول بودن این شرایط کاری به وسیله مقایسه میانگین و بیشینه مدت زمان هر فعالیت با حداکثر زمان مجاز در معرض قرار گرفتن (DLE) تعیین کنید.

۵-۲-۵ تکنیک‌های پیشگیری/کنترل و نیز سازمان‌دهی کار بهینه برای هر پارامتر تعیین کنید.

۶-۲-۵ ریسک باقی‌مانده بعد از اجرای اقدامات پیشگیرانه/کنترل، با استفاده از معیارهایی که در بالا (زیربند ۳-۲-۵) به آن‌ها اشاره شده را تعیین کنید قابلیت پذیرش می‌تواند با مقایسه DLE پیش‌بینی شده برای هر فعالیت با مدت زمان واقعی کار تعیین شود.

۷-۲-۵ تصمیم بگیرید که آیا نیاز به مرحله ۳: "تخصص" وجود دارد.

۸-۲-۵ اقدامات حفاظتی را در کوتاه مدت تعیین کنید.

۹-۲-۵ الزامات مورد نیاز برای مراقبت پزشکی را در کوتاه مدت تعیین کنید.

۱۰-۲-۵ الزامات مورد نیاز برای مراقبت پزشکی را در دراز مدت تعیین کنید.

نتایج حاصل از "تحلیل" را می‌توان در فرمی شبیه به جدول ۸ خلاصه کرد.

جدول ۸ - ارزیابی ریسک و اقدامات کنترلی برای هر فعالیت

فعالیت	فعالیت	ارزیابی
		ریسک الف - طبقه ریسک ب - در صورت وجود استرس گرمایی - نرخ عرق کردن - از دست دادن آب به طور روزانه - DLE
		قابلیت پذیرش
		اقدامات پیشگیرانه / کنترل
		ریسک باقی مانده الف - طبقه ریسک ب - قابلیت پذیرش
		نیاز به نظر کارشناسی
		اقدامات کوتاه مدت
		نظارت‌های پزشکی

۶ مرحله ۳: "نظر کارشناسی"

۱-۶ اهداف

اهداف در این مرحله عبارتند از :

- برای مشخص کردن بهتر برخی از منابع گرما یا سرما و/ یا برخی از پدیده‌های حرارتی در محیط کار با استفاده از اندازه‌گیری‌های خاص، و
- برای مشخص کردن در معرض قرار گرفتن کلی کارگران و پیدا کردن اقدامات پیشگیری و کنترلی خاص برای اجرا شدن از طریق تحلیل خالص‌تر فعالیت‌ها و پارامترهای آب و هوایی.

۲-۶ روش اجرایی

۱-۲-۶ تعیین شرایط بررسی جزئیات بیشتر و روزهای بیانگر.

۲-۲-۶ ارزیابی ریسک در وضعیت فعلی.

۳-۲-۶ برای هر توالی از فعالیت‌ها، اطلاعات مربوط شامل: مدت زمان، دمای هوا، رطوبت، تابش، سرعت جریان هوا، میزان سوخت و ساز، عایق بودن پوشاک، در شرایط متوسط و شدید را جمع‌آوری کنید.

۴-۲-۶ ریسک را در هر فعالیت و در سطح جهانی با استفاده از شاخص‌های حرارتی ارزیابی کنید.

- عایق بودن پوشاک مورد نیاز (IREQ) برای شرایط سرد؛

- برای وضعیت راحت و ناراحت کننده (PMV-PPV)؛

- کرنش حرارتی پیش بینی شده (PHS) برای شرایط با محدودیت حرارتی

۵-۲-۶ اقدامات پیشگیری/کنترلی را تعیین کنید.

۶-۲-۶ تعدیل‌های انجام شده برای هر پارامتر را جهت رسیدن به مجموعه کامل از پارامترها و/ سازمان‌دهی کار^۱ (فاز استراحت) پیدا کنید.

۷-۲-۶ در صورت نیاز، تحلیل دقیق و تخصصی روی هر یک از منابع گرما یا سرما انجام دهید.

۸-۲-۶ ریسک باقی مانده بعد از اجرای اقدامات پیشگیرانه/کنترلی را ارزیابی کنید.

۹-۲-۶ اقدامات حفاظت فردی را تعیین کنید.

۱۰-۲-۶ الزامات برای مراقبت‌های پزشکی در دراز مدت را تعیین کنید.

پیوست الف
(اطلاعاتی)
نمونه‌هایی از اقدامات پیشگیری

الف- ۱- دمای هوا

منابع گرما یا سرما پیرامون را تعیین کنید.
منابع هوای گرم یا سرد را برطرف کنید.
سطوح داغ را عایق بندی کنید.
هوای گرم یا سرد موجود در محل را تخلیه کنید.
بدون ایجاد کوران تهویه کنید.
از پوشاک با عایق بندی پایین تر یا بالاتر استفاده کنید.

الف- ۲- رطوبت

از نشت بخار و آب جلوگیری کنید.
سطوح سرد با آب یا هر سطح تبخیری را محصور کنید.
از پوشاک ضد آب، اما نفوذپذیر به بخار استفاده کنید.

الف- ۳- تابش گرمایی

سطوح تابش را کاهش دهید.
از صفحات منعکس کننده استفاده کنید.
سطوح تابش را عایق بندی یا ترمیم کنید.
محل ایستگاه‌های کاری را از سطوح تابش دور کنید.
از پوشاک محافظ در برابر انعکس تابشی استفاده کنید.

الف- ۴- جریان هوا

کوران هوا را کاهش داده یا حذف کنید.
از صفحات برای حفاظت کردن در برابر محل‌های ورود کوران استفاده کنید.
ایستگاه کار را دور از کوران هوا تعیین کنید.

الف-۵ بار کار فیزیکی

تحرک حین کار را کاهش دهید.
جابجایی را به حداقل برسانید.
سرعت جابجایی‌ها را کم کنید.
تلاش‌ها را کاهش دهید، از کمک‌های مکانیکی استفاده کنید.
جانمایی را بهبود دهید.

الف-۶ پوشش

طراحی لباس را بهبود دهید.
مواد مناسب‌تر را انتخاب کنید.
به دنبال مواد سبک‌تر باشید.

پیوست ب
(اطلاعاتی)
کتابنامه

- [1] استاندارد ملی شماره ۱۰۱۴۶: سال ۱۳۸۶، ارگونومی محیط‌های حرارتی - نظارت پزشکی بر افراد در معرض محیط‌های بسیار گرم یا سرد
- [2] استاندارد ملی شماره ۱۰۱۴۸: سال ۱۳۸۶، ارگونومی محیط‌های حرارتی - اصول و ضوابط اجرایی استانداردهای ملی
- [3] استاندارد ملی شماره ۱۴۳۵۴: سال ۱۳۹۰، ارگونومی - ارزیابی کرنش حرارتی با اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی
- [4] ISO 7726, Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities
- [5] ISO 9920, Ergonomics of the thermal environment — Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble
- [6] ISO 8996, Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate
- [7] ISO/TR 11079, Evaluation of cold environments — Determination of required clothing Insulation
- [8] ISO 7730, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort
- [9] ISO 7243, Hot environments — Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGTindex(wet bulb globe temperature)
- [10] ISO 7933, Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain