سلسلة المكتبة العمالية (١١)

المعهد العربي للثقافة العمالية وبحوث العمل - بغداد

الحرارة

وأثرها على صحة العاملين

د. حكمت جميل

سِلسِلَة المكتبة العمّالية (١١)

المعهَد العَربي لِلثقافَة العمّالية وَبحوث العَمَل - بَغداد

الحـــــرَارة

وَأثـرهـــا على صـحّـة العامـلـيـن

د. حِكمَت جَميل

اختِصاصي الأمراض المِهنية وطب الصناعات
كلية الطب - جَامِعَة بغداد

مقدّمة

ما من شك في أن لدرجة حرارة البيئة التي يعيش فيه الانسان أو جو العمل الذي يعمل به تأثير كبير على صحته. وقد خصص هذا الكراس من سلسلة المكتبة العمالية التي يصدرها المعهد العربي للثقافة العمالية وبحوث العمل- بغداد التابع لمنظمة العمل العربية لدراسة هذه الظواهر وتأثيرها على العاملين في محيط يتميز بالحرارة أو البرودة ووسائل التغلب على الاخطار الناجمة عن هذه الوضع.

والباحث الذي أعد ضمن هذه السلسة ثلاثة كراسات في السلامة والصحة المهنية استاذ في جامعة بغداد بكلية الطب واختصاصي في طب الصناعات وامراض المهن ومن المعروفين بنشاطهم الكثيف وجهودهم المخلصة لحماية العامل العربي من الاخطار المحيطة به.

مدير المعهد

تمهيد

لقد قسم العلماء الحيوانات الى قسمين حيوانات ذات الدم الحار وحيوانات ذات الدم البارد، وقد اعتبر الانسان من ذوات الدم الحار لان درجة حرارة جسمه ثابتة وتتراوح بين ٣٦,٨ الى ٣٧,٨درجة مئوية، ورغم تعرض الانسان الى درجات الحرارة المختلفة سواء في بيئة العمل او البيئة التي يعيش فيها او لمقدار الحرارة التي يولدها جسمه فان جسمه يعمل على ابقاء درجة حرارته ثابتة، وقد وصف احد العلماء الانسان كماكنه منتجة للحرارة تنتج بحدود ٢٥٠ الى ٤٨٠٠ وحدة حرارية بالمقياس الانكليزي (B.T.U)في الساعة الواحدة، وقال اذا اراد الانسان البقاء حيا عليه ان يفقد الحرارة التي يولدها بهذا الشكل او بذاك شرط ان يكون فقدان الحرارة من الجسم بنفس السرعة التي تتولد فيها لكي يحافظ على بقائه بصحة جيدة وليتمكن من الاستمرار في اداء العمل المطلوب منه.

ان تعريف العاملين عن عن ما هية الحرارة والبرودة وتأثيرها على الصحة يجب ان يبقى هدفا مركزيا لأطباء الصحة المهنية في

الوطن العربي لان الفرد «العامل» يواجه شكلين من اشكال الحرارة هي حرارة البيئة التي يعيش فيها وحرارة بيئة العمل خاصة بعد دخول الصناعة الى الوطن العربي بشكل واسع النطاق، حيث ان العامل في المصنع سيواجه حرارة المصنع والتي تختلف كلياً عن حرارة البيئة التي تعود العيش فيها. ان الحرارة داخل مواقع العمل تختلف من مصنع لآخر فهناك بيئة عمل تتميز بالجو الحار الجاف او الجو الحار الرطب وقد تكون سرعة الهواء داخل قاعة العمل واطئة او سريعة كما يحتمل ان يكون هناك اشعاع حراري عالي، ان كل هذه الامور قد تصادف الفرد العامل مجتمعة او منفردة في موقع العمل. فالحرارة الزائدة تؤثر على صحة العاملين وعلى مقدار أنتاجيتهم اذا لم تتخذ الاجراءات الوقائية لمنع وصولها الى الفرد العامل وتقع مسؤولية اتخاذ مثل هذه الاجراءات الوقائية على عاتق المهندسين العاملين في حقل الصحة المهنية والتي لم تعدُ مشكلة لا يمكن حلها كما كان ذلك قبل القرن العشرين وذلك لأمكانية التعرف تماما على مقدار الحرارة المتولدة او المفقودة في موقع العمل وفي جسم الانسان لذا وجب على اطباء الصحة المهنية ومسؤولي السلامة المهنية ومفتشي العمل ان يقوموا باستمرار بتفتيش مواقع العمل والتأكد من ان درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء داخل مواقع العمل ملائمة ومريحة لعمل الفرد العامل.

الفصل الأول

الحرارة وأثرها على صحة العاملين

ص	س	الخطأ	الصواب
٥	١	فيه	فيها
٥	٦	هذه	هذا
١١	٣	نقله	نقلها
١١	٣	لفرض	لغرض
١٢	٧	السعر	السعره
١٤	٢٢	٢سم	٢ ملم
١٧	١٦	في	من
٢١	١٧	الناقلة غير	غير الناقلة
٢١	٢٠	غي	غير
٢٣	١١	الحراة	الحرارة
٢٣	١٧	الحركره	الحرارة
٢٤	٥	١٧٠	١٧
٢٥	٢٢	المشروبات	المشروبات سي سي
٢٦	٢١	المستهلة	المستهلكة
٢٩	٥	البرطية	البريطانية
٢٩	١٥	احله	سلك
٣٤	٢٢	الحراة	الحرارة
٣٥	٧	المجتمعة	مجتمعة
٣٦	١٥	عم	عن
٣٨		رقم ٦-٢	رقم -٧-
٤٠	٥	projector	قياس سرعة
٤٣	٩	٧٠	٦٥
٥٤	٤	رقم ١١	رقم١١،١٢،١٣،١٤
٥٤	٦	رقم ١٢	رقم ١٥
٥٥	٨	رقم ١٣	رقم ١٦
٦٠	١٠	تحكم	يتحكم
٦٢	٣	يحث	بحث
٦٧	١٧	جوار	جدار
٦٨	١٨	التهاب	٥ - التهاب
٧٢	٢٠	١٠٤	٤ و ١
٧٤	٤	من	مثل
٨١	١٠	رقم ١٧	رقم ١٧ و ١٨
٨٥	٧	مقادر	مقدار
١٠٠	٢	العامل	العام

تحذف الكلمات أو الجمل التالية

٧ ١٤ عن

٢٢ ٢٢ ان انتقال الحرارة ٢٣ ١٢ الداخلية والحرارة بواسطة ... هما

٢٣ ١ لاخر ٣٢ ٥ بوظائف الجسم

٢٣ ١١ الحرارة ٤٤ ٤ الى واحد ... لتر

٥٦ ١ تكون

لم يطبع سهواً

٣٦ ٨ شكل رقم ٤ ٤١ ٢ شكل رقم ٩

تصحيح المعادلة التالية

١٧ ٢٢ خزن الحرارة ..... التبخير

الحرارة المخزونة = عملية التمثيل الغذائي ± الاشعاع

± التوصل ± الحمل ـ التبخير ـ الجهد المصروف

الحرارة: كان العلماء يعتقدون حتى منتصف القرن التاسع عشر ان الحرارة شيء مائع عديم اللون ولا يرى بالعين ولكن يمكن نقله الى مادة اخرى لفرض تسخينها، وقد اطلق على هذا الشيء المائع اسم المائع الحراري (calorie). من هذا نفهم ان المائع الحراري يتولد عند احتراق بعض المواد مثل الخشب او الفحم اما اذا بردت المادة الساخنة فان ذلك دلالة على فقدان هذه المادة لجزء من مائعها الحراري. وفي عام ١٨٠٠ لاحظ الكونت رمفورد العالم والخبير بالمدفعية ان الحرارة تتولد بكثرة عند عملية ثقب المدفع بمثقب مما يضطر العمال الى تبريد الثاقب والمثقوب حيث يصل في كثير من الاحيان الى درجة الغليان، فيتبخر ويعوض بغيره من الماء البارد، وقد استنتج الكونت رمفورد ان الحرارة التي يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة غير محدودة ويستمر تولدها ما دامت عملية الثقب مستمرة او بمعنى آخر ما دام الاحتكاك قائماً وعليه لا تكون الحرارة مادة وانما هي حصيلة حركة المثقب اثناء عملية حفر سبطانة المدفع. وبعد اربعين عاما جاء العالم جيمس يرسكوت جول واجرى العديد من التجارب وتبين

ان الكميات المتساوية من الطاقة الميكانيكية تولد دائما نفس الكمية من الحرارة وهكذا يظهر من تجارب رمفورد وجول ان الطاقة الميكانيكية والحرارة متكافئتان وان الحرارة لا بد وان تكون نوعا من انواع الطاقة، اذا فأننا نستطيع تعريف الحرارة على انها نوع من انواع الطاقة التي تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة جسم ما عندما تصل اليه من الاجسام الاخرى، وتقاس كمية الحرارة بوحدة تسمي الكالوري (calorie) او السعر وهي تعادل كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو غرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية بالمقياس المئوي.

المقياس المئوي: هو مقياس اوجده الفلكي السويدي اندرز اسلزيوس (Anders Celsius) واعطى لنقطة انجماد الماء في هذا المقياس الصفر ولنقطة غليان الماء المئة والمسافة بين النقطتين قسمت الى مئة قسم متساوي واطلق على كل واحد من هذه الاقسام اسم الدرجة المئوية.

هذا وان حرارة اي جسم يمكن ان نعتبرها متساوية في جميع اجزائه لان اي اختلاف في درجة حرارة الجسم ينعدم بمرور الوقت

شكل رقم - ١ - محرار مئوي

بسبب انتقال الحرارة من المنطقة ذات درجة الحرارة العالية الى المنطقة ذات الحرارة المنخفضة في الجسم الواحد، ان هذه الحالة تنطبق على جميع الاجسام سواء كانت صلبة او سائلة او غازية.

مصادر الطاقة الحرارية: هناك مصادر متعددة للطاقة الحرارية يمكن تلخيصها بما يلي:-

١ - **الشمس** : ان الحرارة التي تصل الارض من الشمس تساعد النباتات على النمو وتمكن الحيوانات ومن ضمنها الانسان ان تتخذ من هذه النباتات غذاء تقتات عليه، هذا وان ما تستمده الارض من طاقة الشمس الحرارية لا يساوي إلا جزءاً من بليونين من الطاقة التي تولدها الشمس.

٢ - **باطن الارض:**- لقد اثبت العلماء ان باطن الارض اسخن بكثير من سطحها الخارجي بدليل ما نشاهده من صخور منصهرة خارجة من افواه البراكين او عند مشاهدتنا تدفق الماء المغلي من بعض الفوارات الطبيعية.

٣ - **التفاعلات الكيمياوية:**- ان تفاعل المواد الكيمياوية مثل احتراق النفط والبنزين والغاز والخشب والفحم مع الاوكسجين يولد حرارة اصطناعية وبنفس الطريقة تتولد الطاقة الحرارية داخل جسم الانسان عندما يتحد الاوكسجين مع المواد الغذائية في عملية التمثيل الغذائي.

٤ - **الطاقة الميكانيكية** : - تتولد الطاقة الحرارية من الطاقة الميكانيكية وذلك عند احتكاك اي جسمين مع بعضهما وهذا ما تعلمناه من تجارب العالمين رمفورد وجول.

٥ ـ **الطاقة الكهربائية:** ـ يمكن توليد طاقة حرارية من الطاقة الكهربائية وذلك بامرار تيار كهربائي في موصل يقاوم مرور التيار الكهربائي ومن امثلة ذلك المكواة الكهربائية والغلاية الكهربائية والمدفاة الكهربائية وغيرها من الاجهزة التي تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة حرارية.

٦ ـ **الطاقة النووية:** يبني العالم أجمع آمالاً كبيرة على توليد الطاقة الحرارية من الطاقة النووية ولا تزال الدراسات والتجارب تعطي اقل مما يمكن ان يستعمله الانسان من اجهزة في حياته اليومية في توليد الطاقة الحرارية من الطاقة النووية.

حرارة جسم الانسان: تختلف درجة حرارة البيئة المناخية باختلاف فصول السنة، فتراها على العموم عالية في الصيف وواطئة في الشتاء ومعتدلة في الربيع والخريف وهذا لايعني تساوي درجات الحرارة للفصل الواحد او اليوم الواحد من الفصل، فان الفارق بين الليل والنهار في درجات الحرارة قد يكون كبير واحيانا اكبر من الفارق بين فصل وآخر ورغم كل هذا التباين في درجات حرارة البيئة المناخية تبقى درجة حرارة جسم الانسان ثابته لا تتغير وتتراوح بين ٣٦,٨ الى ٣٧,٨ درجة مئوية ، إلا انه قد لوحظ ان درجة حرارة جلد الانسان لها خاصية تختلف عن باقي اعضاء الجسم من حيث ان درجة حرارة الجلد تتأثر بدرجة المحيط الخارجي، فاذا تعرض الفرد مثلا الى محيط خارجي بارد وبدأ يشعر بالارتجاف من البرد فان درجة حرارة جلده تنخفض بشكل ملحوظ وقد تصل الى درجة ٣٥ مئوية على بعد ٢ سم من سطح

الجلد بينما تتراوح بين ٣٢ الى ٣٦ درجة مئوية على بعد بضعة مليمترات من سطح الجلد اذا كان هواء المحيط الخارجي دافئا، كما ان درجة حرارة عضلات الجسم تتغير تبعاً لمقدار الجهد الذي تقوم به العضلة إلا ان هذا التغير في درجة الحرارة يكون وقتياً فقط حيث تعود درجة حرارة العضلة وتخضع لدرجة الجسم الثابتة .

التنظيم الفيسيولوجي (الفسلجي) لحرارة الجسم: ان جميع فعاليات جسم الانسان ومن ضمنها درجة حرارة الجسم تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي في الدماغ. حيث في الدماغ مركز خاص لتنظيم درجة حرارة الجسم يسمى بمركز التنظيم الحراري ويتكون هذا المركز من جزئين احدهما يقوم بتنظيم عملية التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم والآخر يقوم بتنظيم عملية انتاج الحرارة للجسم وان هذين الجزئين يعملان معا لغرض الحفاظ على درجة حرارة ثابته لجسم الانسان. فعندما يتعرض جسم الانسان لحرارة خارجية عالية فان التشعبات العصبية الدقيقة للاعصاب الطرفية المنتشرة في جلد الانسان والمتخصصة بالتأثر بالحرارة فقط تتبناه وتقوم جميعا بايصال هذا التنبيه (الاحساس) الى الخلايا العصبية الموجودة في مركز التنظيم الحراري بالجهاز العصبي المركزي في الدماغ عن طريق الاعصاب الطرفية. اما عند ازدياد انتاج الحرارة داخل جسم الانسان كنتيجة لاداء مجهود عضلي او نشاط كيمياوي فان الدم الوريدي الخارج من مركز الانتاج الحراري يحمل جزءاً من هذه الحرارة بحيث لو قيست درجة حرارة الدم الوريدي فأنها تكون اعلى من درجة حرارة الدم

الشرياني الداخل الى مركز الانتاج الحراري ويجري الدم في الدورة الدموية حتى يصل الى مركز التنظيم الحراري في الجهاز العصبي المركزي، ان هذا المركز يتميز بكثرة الشعيرات الدموية بالمقارنة الى اي منطقة اخرى من الدماغ لذا فان هذا المركز يتمكن من الاحساس باي ارتفاع يحدث في درجة حرارة الدم الواصلة اليه وعندها يعمل على التخلص من الحرارة الزائدة بشتى انواع الطرق مثال ذلك، اذا سار انسان يزن ٦٥ كيلو غرام لمدة ٣٠ - ٤٠ دقيقة في جو بارد وبسرعة ٨٠ متر في الدقيقة فان درجة حرارة جسمه ترتفع الى ٣٨,٣ درجة مئوية، اما اذا ركض نفس الانسان الذي يزن ٦٥ كيلو غرام مسافة ١٥٠٠ متر في فترة زمنية تساوي ٨ دقائق وفي نفس الجو البارد فإن درجة حرارة جسمه ترتفع الى ٣٩,٥ درجة مئوية بسبب الزيادة في الجهد الذي بذله اثناء الركض. ان ارتفاع درجة حرارة هذا الانسان الى ٣٩,٥ درجة مئوية لا يعني اصابته بحمى مرضية وانما يحدث ذلك بسبب تولد الحرارة من التفاعل الكيميائي الحاصل عند التمثيل الغذائي في العضلة وكذلك بسبب ضعف الكفاءة في تقلص العضلات نفسها حيث ان ٧٥٪ من الحرارة المتولدة من التمثيل الغذائي تتحول الى حرارة، لذا فإن جسم الانسان يقوم بالتخلص من الحرارة الزائدة بالطرق التالية:

اولاً: رفع درجة حرارة الجلد:- يقوم الجهاز العصبي المركزي في الدماغ بالايعاز الى الاوعية الدموية الشعرية المنتشرة في الجلد بالتوسع والتمدد حيث عندها تزداد كمية الدم الحاملة للحرارة

العالية في الجلد وينعكس ذلك بارتفاع درجة حرارة الجلد نفسها ومن خلال هذا التوسع يتم التخلص من الحرارة العالية للدم عن طريق الاشعاع والحمل والتوصيل.

ثانياً: افراز العرق:- يقوم الجهاز المركزي العصبي بتنشيط الغدد العرقية المنتشرة في جلد الانسان حيث يقدر عدد الغدد العرقية في جلد الانسان بحوالي مليونين ونصف المليون غدة لشخص يزن ٦٥ كيلو غرام ان الغدد العرقية تحتوي على ٠,١٪ الى ٠,٣٪ من مجموع ما يحتويه الجسم من ملح الطعام (sodium chloride)وان هذا المقدار من ملح الطعام يعتمد على مقدار تأقلم الفرد لمحيط ومقدار ما يتناوله يوميا من الملح، كما ان الغدد العرقية تحتوي على كمية قليلة من املاح البوتاسيوم (Potassium)اضافة لاحتوائها على ملح الحامض اللبني المسمى اللكتات (Lactate) وكذلك تحتوي الغدد العرقية على مادة اليوريا (Urea)وان كمية اللكتات واليوريا في الغدد العرقية هي أكثر مما نجدها في مصل الدم (Plasma) ان تنشيط الغدد العرقية من قبل الجهاز العصبي المركزي يعني افراز كمية من العرق أكثر في الاعتيادي وعندها يتبخر العرق من الجلد، وكنتيجة لهذا التبخر يتم فقدان الحرارة من داخل جسم الانسان، ويعتمد مقدار العرق المتبخر على عوامل خارجية تحيط بجسم الانسان مثل درجة الرطوبة النسبية للهواء وسرعة حركة الهواء وباختصار فإن جسم الانسان يخضع للمعادلة التالية:

خزن الحرارة عملية التمثيل الغذائي - الاشعاع - التوصيل - الحمل + التبخير.

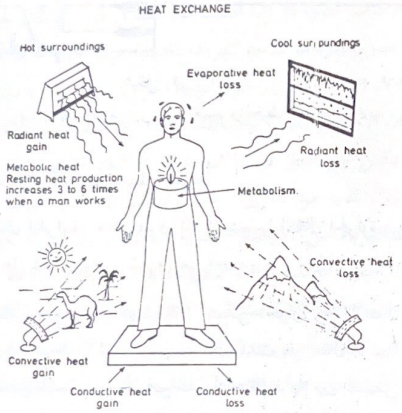
ان عملية التمثيل الغذائي تشمل عملية احتراق المواد الغذائية في الجهاز الهضمي وكذلك في الجهاز العضلي اي اثناء حركة العضلات، فمثلا عند تغير موضع الجسم من وصعية الجلوس الى وضعية الوقوف فان الجسم يحتاج الى ٨٠ كيلو سعره للقيام باعادة هذه الوضعية لمدة ساعة واحدة بينما يحتاج للقيام بعمل شاق لمدة ساعة واحدة ٦٠٠ كيلو سعره حرارية. هذا ويتمكن الفرد الاعتيادي من القيام بمجهود يعادل ١٨٠ كيلو سعره حرارية او كالوري في الساعة الواحدة ولمدة ثمانية ساعات في اليوم ضمن بيئة عمل درجة حرارتها ٣٠ درجة مئوية، اما اذا حاول الفرد زيادة طاقته الى ٤٢٠ كيلو كالوري في الساعة فعندها يجب تخفيض درجة حرارة بيئة العمل الى ٢٧ درجة مئوية ليتمكن الفرد من الحفاظ على صحته.

التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الخارجي: ـ يعتمد التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الخارجي على عدة عوامل أهمها:

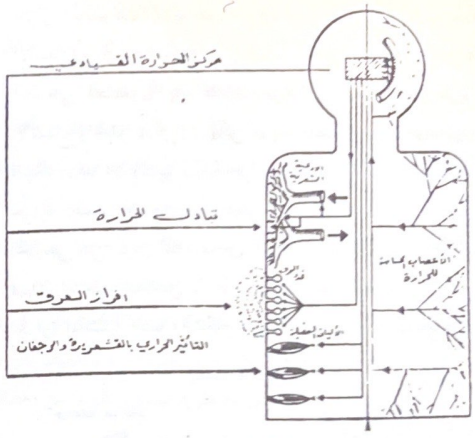
١ ـ درجة حرارة الجسم.
٢ ـ درجة حرارة المحيط الخارجي.
٣ ـ درجة الرطوبة النسبية في الهواء المحيط بالجسم
٤ ـ سرعة حركة الهواء المحيط بالجسم
٥ـ الحرارة السطحية للسطوح التي تحيط بالجسم البشري مثل ارضية الموقع، السقف، الآلات والعدد، الحواجز.. الخ.

فاذا كانت درجة حرارة الهواء المحيط بالجسم اقل من درجة

حرارة الجسم فان الجسم يفقد الحرارة الى المحيط الخارجي بواسطة الاشعاع والحمل. اما اذا تساوت درجة حرارة الجسم والمحيط الخارجي فعندها لا يتم فقدان الحرارة من الجسم عن طريق الاشعاع والحمل ولكن.. يمكن ان يتم فقدان الحرارة عن طريق التبخر، اما اذا زادت درجة حرارة المحيط الخارجي عن درجة حرارة الجسم فعندها يبدأ الجسم باكتساب الحرارة من المحيط الخارجي عن طريق الملامسة اي التوصيل والاشعاع وعندها تتم عملية التبخر للتخلص لا من حرارة الجسم الداخلية بل من الحرارة المكتسبة ايضا والشكل رقم ـ٢ـ يوضع التبادل الحراري



شكل رقم ـ ٢ ـ
أ ـ التبادل الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي



شكل رقم - ٢ -
ب - التبادل الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي

بين جسم الانسان والمحيط الخارجي.

انتقال الحرارة: هناك طرق ثلاث يتم بها انتقال الحرارة من منطقة الى اخرى وهذه الطرق هي: -

١- **الاشعاع** (Radiant heat): تتمكن الحرارة من الانتقال بالفراغ عن طريق الاشعاع واحسن مثال لذلك هو انتقال الاشعة الصادرة من الشمس الى الارض علما بأن هناك فراغا بين الشمس والارض، كما ان جميع الاجسام الساخنة تبعث باشعاع حراري يعادل درجة حرارة ذلك الجسم فمثلا لو كان هناك جسمان

احدهم بدرجة حرارة ٧٠مئوية والآخر بدرجة حرارة ٣٠ درجة مئوية فان الجسم الاول يكتسب من الجسم الثاني حرارة اشعاعية تعادل ٣٠ درجة مئوية بينما يكتسب الجسم الثاني من الجسم الاول كمية من الحرارة الاشعاعية تعادل ٧٠ درجة مئوية ويستمر هذا حتى تتساوى درجة حرارتهما تماما مثل ظاهرة الاواني المستطرقة، هذا وان الاشعاع الحراري لا يؤثر في الوسط الذي ينتقل فيه بل يؤثر على الاجسام التي تمتصه ، هذا وان جميع الاجسام سواء كانت صلبة او سائلة او غازية لها القدرة على اعطاء حرارة عن طريق الاشعاع وان الاشعة الحرارية حسب نظرية ماكسويل (Maxwell) هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية والتي تشبه موجات الضوء إلا إنها تختلف عنها فقط في طول الموجة، حيث ان الضوء عبارة عن موجه كهرومغناطيسية مرئية مجال طولها ٣٥ز° و ٥,٧٥ميكرون، بينما طول الموجة الحرارية يمتد حتى ١٠ ميكرون. ان الاجسام الصلبة والسائلة الموجودة في الطبيعة لها القدرة على عكس جزء معين من الاشعة الحرارية القادمة اليها وتشع نتيجة ذلك كمية من الحرارة، هذا وتختلف الاجسام الصلبة الناقلة للكهرباء عن الأجسام الصلبة الناقلة غير للكهرباء حيث ان الأجسام الصلبة الناقلة للكهرباء تعكس معظم الأشعة القادمة ولذلك تشع كمية ضئيلة من الحرارة والعكس صحيح للأجسام غي الناقلة للكهرباء، كما ان بعض الغازات لها القدرة على اشعاع الحرارة من جهة وامتصاص الأشعة الحرارية الساقطة عليها من جهة اخرى. هذا ويحصل اشعاع الغازات في المنطقة تحت الحمراء

لمجال طول الأمواج نظراً لان بناء الذرات المتكونة من الجوهر تكون في حالة اهتزاز بصورة مستمرة نتيجة اصطدامها ببعضها البعض.

٢ ـ الحمل (Convective heat): ـ تنتقل الحرارة بطريقة الحمل بين اجزاء المادة الواحدة حتى يتم تعادل درجة حرارة المادة نفسها شرط ان تكون هذه المادة سائلة او غازية وليس صلبة والمثال التالي يوضح كيفية انتقال الحرارة بواسطة الحمل: عند تسخين اناء فيه سائل ما من اسفله يتمدد الجزء الاسفل من السائل نتيجة ارتفاع درجة حرارته وتقل كثافته فتصبح أخف وزنا من باقي اجزاء السائل الموجود في الاناء يعلو هذا الجزءمن السائل ويحل محله كمية اخرى اقل منه حرارة ولكنها اكثر كثافة وتستمر هذه العملية حتى يتم التجانس في درجة الحرارة لكل اجزاء السائل في الاناء. وما ينطبق على المواد السائلة ينطبق على المواد الغازية ولكن ليس على المواد الصلبة وان هذه الطريقة في انتقال الحرارة تسمى الحمل..

٣ ـ التوصيل (Conductive heat) : ـ تعتمد طريقة انتقال الحرارة بواسطة التوصيل على ملاصقة جسم ذو درجة حرارة واطئة لجسم آخر ذو درجة حرارة اعلى ومن خلال هذا التلاصق او التماس تنتقل الحرارة مباشرة من السطح الساخن الى السطح البارد بعدها تنتقل الحرارة في باقي اجزاء الجسم البارد بنفس الطريقة ويستمر هذا حتى تتساوى درجة حرارة الجسمين التوصيل يعني انتقال القدرة الحرارية من جزئي الجسم الصلب ما داما ملاصقين او متماسين. ان انتقال الحرارة بواسطة،

لآخر وبالرغم من ان نفس العملية تحدث في حالة كون المادة سائلة او غازية إلا ان الجزئيات في هذه الحالة غير مرتبطة بمكان محدد كما هو الحال في المادة الصلبة وانما تبدل مكانها باستمرار وهذه الطريقة في انتقال الحرارة تسمى التوصيل، وهكذا نجد ان انتقال الحرارة في المواد السائلة او الغازية يكون اما بطريقة التوصيل او الحمل، اما انتقال الحرارة بواسطة الاشعاع فان كل الاجسام سواء كانت صلبة او سائلة او غازية لها القدرة على اصدار طاقة حرارية على شكل موجات كهربائية وبالعكس يمكن ان تمتص مثل هذه القدرة الاشعاعية.

مصادر حرارة جسم الانسان: ـ هناك مصدران من مصادر الحراة التي تؤثر على درجة حرارة جسم الانسان هما الحرارة الداخلية والحرارة الت تؤثر على درجة حرارة جسم الانسان هما الحرارة الداخلية والحرارة المكتسبة من المحيط الخارجي ولكن بفضل وجود مركز التنظيم الحراري في الجهاز المركزي العصبي في الدماغ فان درجة حرارة الجسم تبقى ثابتة وسوف نشرح باختصار هذين المصدرين: ـ

١ ـ **مصادر الحركرة الداخلية لجسم الانسان**: ـ تتولد الحرارة (الطاقة) داخل جسم الانسان من احتراق المواد العضوية الموجودة في الغذاء وجدول رقم ـ١ـ يبين مقدار الطاقة الحرارية التي تتولد داخل جسم الانسان عند تناوله المواد الغذائية. المدرجة ادناه بالكالوري او السعرة.

جدول رقم - ١ -

يبين مقدار الطاقة الحرارية التي تتولد داخل جسم الانسان عند تناوله المواد الغذائية التالية:

نوع المادة الغذائية	مقدار الطاقة الحرارية المتولدة (كالوري) عند تناول ٢٥ غرام اي اونس واحد من المادة الغذائية
فواكـة	
تفاح طري	١٧٠
برتقال طري	١٥
عرموط طري	١٠
خوخ طري	١٥
عنب طري	١٥
موز طري	٢٠
مشمش طري	٣٠
تمر طري	٦٠
لحوم	
لحم البقر	١٢٥
لحم الدجاج	٥٥
لحم السمك	٣٥
لحم الخروف	٨٥
كبد الخروف	٣٥

مشتقات الحليب	
الحليب	٢٠٠
الكريم	١٦٥
الزبد	٢٢٥
الجبن	١٠٠
الخضروات	
فاصوليا مطبوخة بالماء	٢٥
معكروني مطبوخ بالماء	٣٠
السبيناخ المطبوخ بالماء	٥
البطاطا المطبوخة بالماء	٢٥
الجزر المطبوخ بالماء	٥
ملفوف او لهانة مطبوخة بالماء	٥
زلاطة متفرقة	١٠
الحلويات	
الدوندرمة	٥٥
المربة	٧٥
العسل	٨٠
الجيلي	٢٥
جكليت	١٢٥
حلويات	١١٠
سكر اعتيادي	١١٠
المشروبات	
بيبسي كولا ١٨٥	٨٠

بيرة بطل ٥٧٥	٢٠٠
شيري كل ٥٠	٦٠
شراب كل ٥٠	٩٠
كحول كل ٥٠	١٥٠
متفرقات	
الخبز	٧٠
الرز المطبوخ بالماء	٣٥
الدهن او زيت الاكل	٢٦٥
البيض (بيضة واحدة)	١٦٥
ملح الطعام	صفر
شاي بدون سكر	صفر
قهوة بدون سكر	صفر

هذا ويقوم جسم الانسان باستخدام هذه الحرارة (الطاقة) الناتجة من احتراق هذه المواد في تأدية وظائفه الحيوية المتعددة والتي تشمل ما يلي :-

٢ - النشاط الميكانيكي :- ان ٢٥٪ من الحرارة (الطاقة) المتولدة من احتراق المواد العضوية يُستعمل فقط في اداء حركة انقباض العضلات (النشاط الميكانيكي) بينما ٧٥٪ من هذه الطاقة تتحرر على هيئة طاقة حرارية . ان هذه النسب ثابتة وتعتمد على مقدار النشاط العضلي الذي يقوم به الفرد ، لذا فان نوع العمل هو الذي يحدد كمية الحرارة المستهلة في اداء النشاط العضلي وكمية الحرارة

المتحررة والتي يجب التخلص منها للحفاظ على درجة حرارة الجسم بشكل ثابت والجدول رقم -٢- يبين مقدار الطاقة الحرارية المتولدة داخل جسم الانسان من التمثيل الغذائي عند القيام بفعاليات مختلفة .

جدول رقم - ٢ -

يبين مقدار الطاقة الحرارية المتولدة من عملية التمثيل الغذائي داخل جسم الانسان

نوع العمل	نوع الحركة	مقدار الحرارة المتولدة بوحدة القياس البريطانية hr/B.T.U في الساعة الواحدة
عمل خفيف الجهد	وضعية الجلوس	٤٠٠
عمل خفيف الجهد	وضعية الجلوس مع حركة بسيطة للايدي والجذع	٤٥٠-٥٥٠
عمل خفيف الجهد	وضعية الجلوس مع حركة متوسطة للاطراف العليا والسفلى	٥٥٠-٦٥٠
عمل خفيف الجهد	وضعية الوقوف مع عمل خفيف على الماكنة	٥٥٠-٦٥٠
عمل خفيف الجهد	وضعية الجلوس مع حركة عنيفة للاطراف العليا والسفلى	٦٥٠-٨٠٠

عمل متوسط الجهد	واقف مع عمل خفيف مع مشي قليل	٦٥٠-٧٥٠
عمل متوسط الجهد	واقف مع عمل متوسط مع مشي قليل	٧٥٠-١٠٠٠
عمل متوسط الجهد	مشي مع رفع وزن متوسط او دفع وزن متوسط	١٠٠٠-١٤٠٠
عمل مجهد	حركة متقطعة مع رفع وزن ثقيل او دفع وزن ثقيل او سحب وزن ثقيل	١٥٠٠-٢٠٠٠
عمل مجهد	اكبر جهد ممكن ان يقوم به الانسان	٢٠٠٠-٢٤٠٠

اما جدول رقم- ٣- فيبين مقدار الطاقة الحرارية التي يصرفها الفرد عند القيام باعمال مختلفة مقاسة بوحدة الحرارة البريطانية B.T.U في الساعة الواحدة.

جدول رقم- ٣-

يبين مقدار الطاقة الحرارية المصروفة من جسم الانسان عند القيام باعمال مختلفة

نوع العمل	مقدار الحرارة المصروفة مقاسة بوحدة الحرارة البريطانية hr/B.T.U في الساعة الواحدة
طابعة كهربائية	٢٧٠- ٣٣٠
طابعة ميكانيكية	٣٠٠- ٣٧٥
الجلوس الاعتيادي	٣٨٠- ٣٩٥
الوقوف الاعتيادي	٤٠٥ - ٤٥٠
رسم الخرائط والتصاميم	٤٣٠
عامل حفر اعتيادي	٤٣٠
عامل تجميع مواد بسيطة	٤٣٠
عامل لف اسك ماطور	٥٢٥
عامل طباعة	٥٢٥
عامل ماكنة بسيطة	٥٧٠
عامل نشارة خشب	٥٧٠
عامل الموبيليات	٥٧٠
عامل تجميع آلة متطورة	٦٤٠
عامل راديوات	٦٤٠
سائق مركبة	٦٧٠
عامل صفائح المعادن	٧١٥
سير سريع	٧١٥- ٩٢٥
عامل ميكانيكي	٧٤٠

عامل ثقب الصخور	٨٨٠- ٢٢٥٥
عامل ثقب حجر الفحم	٩٠٠- ٢٢٥٥
عامل قطع الاعشاب	٩٠٥- ١٨٥٥
عامل البناء الاعتيادي	٩٥٠
عامل البناء- لباخ-	٩٧٥
عامل تصليح المكائن	١٠٠٠
سائق التراكتور	١٠٠٠
عامل الحديقة	١٠٢٠
الرقص على المسرح	١٠٤٥
عامل مزج السمنت	١١١٥
العمل الذي يتطلب المشي	١١٦٥- ١٦١٠
دفع عربة ثقيلة	١١٩٠- ١٦٦٠
عامل تنظيف الخشب	١٣٥٥
عامل الجرف	١٣٨٥- ٢٤٩٥
عامل مزج المواد	١٤٢٥
عامل حفر	١٤٢٥- ٢٠٩٠
عامل حفر الحديقة	١٤٤٥
عامل التنظيف	١٤٥٠
عامل قص الاخشاب	١٥٠٠- ١٧٨٠
عامل تطريق المعادن	١٥٢٠- ١٥٩٥
عامل ايقاد الافران	١٥٨٥- ٣٨٥٠
عامل فأس	١٦٤٠- ٥٧٣٠
عامل حفر الخشب	١٦٦٥
عامل قص الاشجار	١٦٦٥
عامل الاخشاب بمنشار يدوي	١٧٨٠- ٢٥٠٥

تسلق سلم اثناء العمل	١٨٣٠- ٣١٤٠
عامل النجارة	١٩٢٥- ٢١٦٠
تسلق شجرة	١٩٥٠- ٣٠٢٠
عامل النقش	٢٠٧٠- ٢٧٦٠
عامل رفع المعادن المصهورة	٢٥٠٠- ٣٠٠٠

ب- **التفاعلات الكيمياوية** :- ان الحرارة (الطاقة) المتولدة من احتراق المواد العضوية يستعمل قسم منها في عملية الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائي وبناء الانسجة المختلفة وافراز العصارات وغيرها من العمليات الكيمياوية التي تتم داخل جسم الانسان باستمرار.

حـ- **حفظ درجة حرارة جسم الانسان** :- ان الحرارة (الطاقة) المتولدة من احتراق المواد العضوية قد يستفاد منها ايضا في حفظ توازن درجة حرارة الجسم عند تعرضه لمحيط خارجي ذو درجة واطئة جداً، لذا فان الجسم له القابلية على خزن بعض المواد الغذائية التي يستفاد منها مستقبلاً لتكوين الحرارة (الطاقة) وان هذا المقدار من الحرارة يعتمد على نوع ومقدار المادة المخزونة.

٢ - **الحرارة المكتسبة من المحيط الخارجي** : - ان جسم الانسان قد يكتسب حرارة من المحيط الخارجي اذا كانت درجة حرارة المحيط اعلى من درجة حرارة الجسم وذلك عن طريق الاشعاع والتوصيل (انظر شكل رقم - ٢ -).

وسائل تصريف الحرارة من جسم الانسان : لما كان جسم

الانسان ذو قابلية على توليد الطاقة الحرارية من عملية حرق المواد الغذائية وكذلك له القابلية على اكتساب الحرارة من المحيط الخارجي فلا بد من اسلوب آخر يتمكن بواسطته التخلص من بعض هذه الحرارة (الطاقة) لغرض الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للجسم لاستمرار فعالية وظائف الجسم بوظائف الجسم بشكل صحيح وبعسكه فان جسم الانسان يتعرض الى ارتفاع في درجة حرارته وهذا يؤثر على صحته عموما.

ان الاساليب التي يتبعها الجسم لتصريف الحرارة الزائدة هي :-

١ ـ **التوصيل** (Conductive heat Loss) :- ان اسلوب فقدان الحرارة عن طريق التوصيل يعتبر من اضعف الاساليب التي يتم خلالها فقدان الجسم للحرارة لان ذلك يتطلب ملاصقة او تماس جسم الانسان بجسم آخر التصاقاً على ان يكون اقل حرارة من جسم الانسان (انظر شكل رقم ـ ٢ـ) وقد وجد ان مقدار فقدان الحرارة بهذا الاسلوب في الظروف الاعتيادية لا يزيد عن ٣ـ٤٪ من حرارة الجسم، ولذا فيجب الانتباه الى مقدار الفقدان الحراري من جسم الانسان بواسطة التوصيل عند تأثيث قاعات العمل او الغرف او العدد اليدوية او المكائن المختلفة والعمل على تغطية ارضية القاعات والغرف وسطوح الطاولات وبعض الاجزاء من العدد اليدوية والمكائن وادوات قيادة المركبة وغيرها من المواد بمواد عازله للحرارة مثل الخشب او الفلين وذلك لمنع ضياع الحرارة التي يمكن ان تتسرب عن طريق الاقدام او الايدي او بقية اجزاء الجسم

الاخرى الى الارض او الآلات الموصلة للحرارة.

٢ ـ **الحمل** : (Convective heat Loss) :- ان اسلوب فقدان الحرارة عن طريق تيارات الحمل من جسم الانسان يعتبر انشط من اسلوب التوصيل اذا كانت درجة حرارة المحيط الخارجي اقل من درجة حرارة الجسم حيث ان الهواء الملاصق لجسم الانسان يكتسب الحرارة من الجسم فيسخن وعندها يتمدد وتقل كثافته فيرتفع ويحل محله هواء بارد اكثر كثافة وهكذا تستمر العملية (انظر شكل رقم ـ٢ـ). وقد وجد ان مقدار ما يفقده جسم الانسان في الظروف الاعتيادية من الحرارة عن طريق تيارات الحمل يساوي ١٥٪ من حرارة الجسم.

٣ ـ **الاشعاع** (Radiant heat Loss) :- ان اسلوب فقدان الحرارة من جسم الانسان عن طريق الاشعاع يعتبر من انشط الاساليب بالمقارنة الى التوصيل والحمل، حيث يتمكن جسم الانسان في الظروف الاعتيادية من فقدان ٤٠ـ ٦٠٪ من حرارة جسمه عن طريق الاشعاع الحراري (انظر شكل رقم ـ٢ـ). ان فقدان الانسان للحرارة باسلوب الاشعاع يمكن ان نصوره اذا فرضنا ان الجو بارد والفرد جالس في غرفة ذات نوافذ كبيرة المساحة فترى ان الفرد يبدأ بالشعور باحساس غير مريح الا وهو احساس البرد حتى اذا كانت حرارة الهواء مناسبة وذلك بسبب فقدان الجسم لكمية كبيرة من الحرارة بواسطة الاشعاع وذلك بسبب الفارق بين حرارة الجلد وحرارة الجو البارد، لان حرارة الهواء لا تدخل في حساب فقدان الحرارة بطريقة الاشعاع . كما ان

فقدان الفرد للحرارة بواسطة الاشعاع يعتمد على نوع الملابس التي يرتديها.

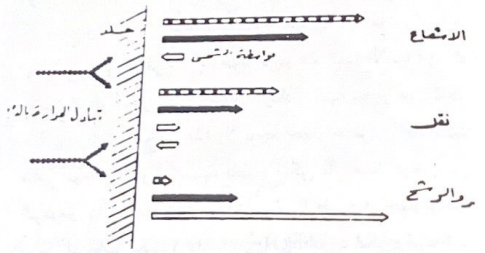
٤ ـ **التبخر** (Evaporation heat Loss): ـ هناك اسلوبان يتم خلالهما فقدان الحرارة من جسم الانسان بواسطة التبخر هما: ـ

أ ـ **التبخر عن طريق التنفس**: ـ ففي عملية الشهيق يتم استنشاق الهواء الجاف عادة اي الخالي من بخار الماء ذو درجة الحرارة الواطئة بالمقارنة الى حرارة جسم الانسان وفي عملية الزفير يتم اخراج الهواء الذي يكون مشبعاً بالرطوبة وتكون درجة حرارته تعادل درجة حرارة الجسم وهكذا يتم تخلص الجسم من بعض الحرارة بسبب اختلاف درجة تشبع هواء الشهيق بالمقارنة عن هواء الزفير. هذا وقد وجد ان الانسان الاعتيادي يحتاج الى ٣٠ باوند من الهواء في اليوم الواحد بالمقارنة الى ٥ باوند من الماء و٤ باوند من الغذاء لكي يتمتع بصحة جيدة. ان هذه الارقام تبقى صحيحة في الاحوال الطبيعية، اما في العمل المجهد فان الانسان يحتاج٣ـ٥ اضعاف الهواء الطبيعي اي بحدود٩٠ـ١٥٠ باوند من الهواء في اليوم الواحد ليتمكن من القيام بهذا المجهود والحفاظ على صحته في آن واحد.

ب ـ **التبخر عن طريق الجلد**: ـ ان جلد الانسان رطب في الظروف الاعتيادية وذلك بسبب ما تطرحه الانسجة الداخلية من ماء من خلال الغدد العرقية المنتشرة على سطح الجلد باستمرار وان هذا الماء يتبخر من الجلد ليحل محله ماء آخر وتسمى هذه الظاهرة بالنتح، وان مقدار الحراة المفقودة بهذه الطريقة يعتمد على مقدار

الماء المتبخر من سطح الجلد اضافة لتداخل عوامل اخرى مثل درجة حرارة المحيط الخارجي ودرجه الرطوبة النسبية للهواء وقد وجد ان جسم الانسان في الظروف الاعتيادية يفقد بحدود ٤٠٪ من حرارة جسمه عن طريق التبخر وهذا يعادل فقدان لتر واحد من الماء في اليوم الواحد عن طريق التبخر واذا حسبت مقدار الحرارة المفقودة عن طريق التبخر لكانت النتيجة تساوي ٦٠٠ كالوري والتي تعادل ربع ما يفقده الجسم من الحرارة المجتمعة.

ان فقدان الماء من جسم الانسان بواسطة التبخر سواء عن طريق التنفس او الجلد خلال ثمانية ساعات عمل اعتيادي يساوي ٢٥٠ غرام وهذا يعادل ٢٥٪ من مجموع ما يفقده الجسم من ماء علماً ان هذا الفقدان يتم دون ان يشعر به الفرد وبدون ان يعرق. والشكل رقم ـ ٣ ـ يبين أسلوب تبادل الحرارة بين الجسم والمحيط الخارجي.

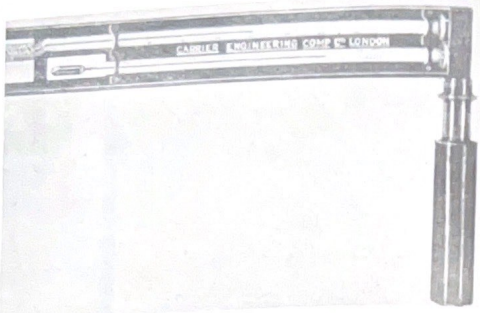


شكل رقم ـ ٣ ـ
يبين التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الخارجي

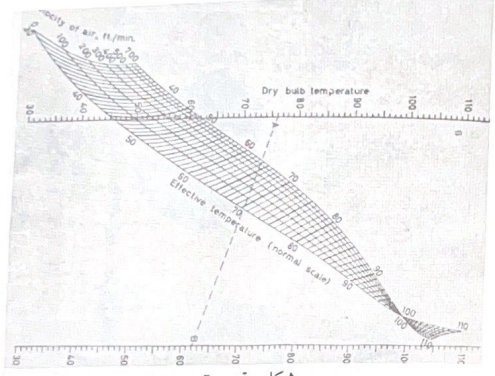
قياس الحرارة: هناك أجهزة متعددة تقيس درجة حرارة الاجسام المختلفة حيث ما يصلح لقياس درجة حرارة الهواء قد لا يصلح لقياس درجة حرارة جسم صلب مثل قطعة من الحديد وسوف نشرح الاجهزة التي تهم موضوع البحث:

١ - **قياس درجة حرارة الهواء:** تقاس درجة حرارة الهواء بجهاز يسمى الترمومتر الجاف (Dry Thermometer) حيث يعتمد عمله على أثر مادة الزئبق الذي بداخله بالحرارة والشكل رقم - ٤ - يبين هذا النوع من الحرارة.

٢ - **قياس درجة الرطوبة النسبية للهواء:** - الهواء الرطب عبارة عن خليط من الهواء وبخار الماء ويمكن اعتبار كل من الهواء وبخار الماء غازات مثالية اذا كان الضغط الجزئي لكل منهما صغيراً ولذلك يمكن اعتبار الهواء الرطب عبارة عن خليط من غازين مثاليين ولكن يجب أن يكون الضغط الجزئي لبخار الماء أقل من ضغط الاشباع والذي بواسطته تتحد نسبة الرطوبة في الهواء، هذا ولا يمكن ان يحتوي الهواء على رطوبة تزيد عم كمية الاشباع إلا اذا كانت الرطوبة على شكل سائل (رذاذ، ضباب) أو على شكل صلب (جليد، ثلج). هذا ولا يوجد جهاز خاص لوحده يمكننا قياس درجة الرطوبة النسبية للهواء ولكن باستعمال نوعين من الترمومتر (الترمومتر الجاف والترمومتر الرطب) في جهاز واحد يسمى المرطاب المعلق (Sling Hygrometer) - شكل رقم - ٥ - يمكن الحصول على قياس لدرجة الرطوبة النسبية وذلك بعد الحصول على قياس لدرجتين من الحرارة هما درجة حرارة الترمومتر

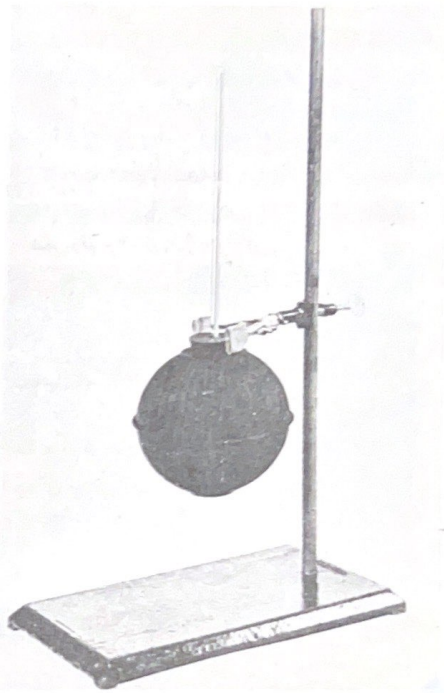


شكل رقم - ٥ - المركاب المعلق



شكل رقم - ٦ -

الجاف ودرجة حرارة الترمومتر الرطب حيث يتم أولاً المقارنة بين الدرجتين التي تم الحصول عليها وبعدها تستخدم لوحة خاصة



شكل رقم - ٦ - أ -

تسمى بلوحة الرطوبة النسبية (شكل رقم - ٦ -) لغرض استخراج درجة الرطوبة في الهواء من درجة الحرارة التي تم الحصول عليها.

ان عمل الترمومتر الرطب يتم بتبليل مستودعه الزئبقي بالماء ثم يتم تحريك المرطاب المعلق حركة دائرية في الهواء ينتج عنها تبخر جزء من الماء الموجود في المستودع والذي بدوره (أي الماء) يقوم بأمتصاص الحرارة من الزئبق وتستمر عملية تحريك المرطاب المعلق حتى يتم ثبات درجة حرارة الترمومتر الرطب، حيث تعتمد درجة انخفاض الحرارة في الترمومتر الرطب على سرعة تبخر الماء والذي يعتمد بدوره على مقدار درجة رطوبة الهواء نفسها. أما الترمومتر الجاف المثبت في المرطاب المعلق فإنه يقوم بقياس درجة حرارة الهواء الاعتباري والتي كما ذكرنا سابقاً يستفاد منها للحصول على درجة الرطوبة النسبية للهواء.

٣ - قياس درجة الحرارة الاشعاعية (Radiant Heat): - ان جميع الاجسام تشع حرارة ولغرض قياس مقدار ما تشعه من الحرارة يستعمل جهاز يسمى الترمومتر (جلوب الاسود) (Globe Thermometer). ويتكون هذا الجهاز (شكل رقم - ٧ -) من كرة مصنوعة من مادة الصلب الرقيق مطلية باللون الأسود ويوجد في مركز هذه الكرة من الداخل ترمومتر زئبقي جاف حيث يقوم بقياس درجة حرارة الهواء الملامسة له وبنفس الوقت يتأثر الترمومتر الزئبقي بالحرارة الاشعاعية التي تصله من خلال امتصاص الكرة للأشعة الحرارية من المحيط الخارجي.

٤ - قياس سرعة الهواء (Air Movemen): ان درجة حرارة

شكل رقم - ٨ -

الجو تتأثر بسرعة الهواء (الريح) وكذلك درجة الرطوبة النسبية، لذا فأننا بحاجة لمعرفة مقدار سرعة الهواء عند حساب درجة حرارة الجو فالجهاز الذي يستعمل لقياس سرعة الهواء يسمى المرياح او الانيمومتر (Anemometer) - شكل رقم - ٨ - والذي له القدرة على قياس سرعة الهواء مباشرة بالقدم او المتر في الثانية الواحدة ولكن هذا الجهاز لا يفي بالغرض اذا أريد قياس سرعة الهواء داخل مواقع العمل لان هذا الجهاز (المرياح) يعمل عندما يكون اتجاه الريح (الهواء) في مسار ثابت وهذا ما لا نجده داخل قاعات العمل، لأن الهواء داخل قاعات العمل متغير بسبب ما يحتويه المكان من مكائن والات مختلفة اضافة لنوع بنائه الهندسي،

لذا فقد وجد جهاز آخر لقياس سرعة الهواء داخل قاعات العمل يعرف بالترمومتر «كاتا الفضي» (شكل رقم - ٩ -) - Slivred Kata Thermometer - ويتكون هذا الجهاز من ترمومتر كحولي له مستودعان احدهما فوق الآخر وقد اطلي المستودع الأسفل بطبقة لامعة من مادة الفضة لكي تعكس الحرارة الاشعاعية بأكملها وطريقة العمل تتم بوضع مستودع الترمومتر كاتا الفضي الأسفل في اناء فيه ماء يغلي حيث يتمدد الكحول ويرتفع ليملى المستودع العلوي من الترمومتر ثم يخفف مستوى الكحول الى حد معين يقع بين نقطتين على ترمومتر كاتا الفضي، بعدها تستخدم لوحة خاصة بالترمومتر لحساب سرعة الهواء، ان سرعة الهواء تعتبر العامل الأساسي في سرعة هبوط درجة حرارة الكحول.

التأقلم للحرارة (Heat Acclimatization) : ان الطبيعة البشرية دفعت الانسان والحيوان على حد سواء بالبحث عن منطقة مريحة للبقاء فيها وهذا ما يمكن مشاهدته عندما نلاحظ كيف يفتش الحيوان عن مكان لا يتعرض فيه للحرارة العالية أو البرودة الشديدة وكذلك الانسان نراه ينتقي الملابس والكماليات الخاصة به والمفيدة قدر الامكان لكي لا يتعرض الى حرارة عالية أو برودة قاسية لفرض الحفاظ على التوازن الحراري لجسمه. ان عملية التأقلم للحرارة تتأثر بثلاث عوامل أساسية هي فعالية مركز التنظيم الحراري وسرعة دقات القلب التي تحدد كمية الدم الخارجية منه وعملية التبخر وسوف نشرح كلاً من هذه العوامل باختصار: -

١ ـ **فعالية مركز التنظيم الحراري:** ـ يحتفظ جسم الانسان بدرجة حرارة ثابتة تتراوح بين ٨. ٣٦ الى ٨. ٣٧ درجة مئوية وهذا يتم بفضل مركز التنظيم الحراري في المخ والذي يستلم احساس الحرارة بواسطة خلايا الاحساس الحراري المنتشرة في الجلد والنخاع الشوكي والأحشاء الداخلية وجدار الأوعية الدموية المنتشرة في العضلات والمرتبطة بأعصاب خاصة لنقل الاحساس الحراري الى مركز التنظيم الحراري بالمخ، ففي الأجواء الحارة يتم تنظيم الحرارة في الجسم عن طريق كل من

أ ـ الغدد العرقية،

ب ـ التنفس،

جـ ـ مقدار سريان الدم في الأوعية الدموية،

د ـ حركة العضلات.

وهذا يعني ان الحرارة المتولدة في جسم الانسان يمكن التخلص منها بطريقة التوصيل والحمل والاشعاع والتبخر.

٢ ـ **سرعة دقات القلب وكمية الدم الخارجة منه:** ـ ان تعرض الفرد للحرارة يعني توسع وتمدد في الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد حيث يتم تصريف الحرارة عن طريق الحمل وهذا يعني زيادة تدفق الدم من القلب الى الأوعية الدموية الشعرية الموجودة في الجلد ولغرض ابقاء عمل القلب منظم، نرى ان الأوعية الدموية المنتشرة في الأحشاء الداخلية من جسم الانسان تنقبض وعندها تقل كمية الدم فيها وذلك لتعادل التوسع الذي حصل في اوعية الجلد.

٣ ـ **عملية التبخر:** ـ تعتبر عملية التبخر من أهم العوامل التي يتم فيها تصريف الحرارة الزائدة من الجسم خاصة عند ارتفاع درجة حرارة المحيط الى ٣٥ درجة مئوية، حيث يبدأ العرق عندما تصبح درجة حرارة المحيط الخارجي ٣٣ درجة مئوية ولكن التبخر يقل اذا كان الجو مرطباً وهذا ما نلاحظه على عمال المناجم لأن الرطوبة النسبية للهواء داخل المنجم هي ٨٠٪.

ان عدد الغدد العرقية تختلف من انسان لأخر تبعاً لوزنه مثلاً هناك ما يقارب من مليونين ونصف المليون من الغدد العرقية في جلد الانسان الذي يزن ٧٠ كيلو غرام. ان انتشار هذه الغدد العرقية في جلد الانسان غير متساوي ولهذا نرى ان التعرق في بعض مناطق الجلد هي أكثر من غيرها كما ان التأقلم يعمل على تحديد عدد الغدد العرقية للعمل بنشاط وأكثر من الاعتيادي مثلاً ان الغدد العرقية في الظهر انشط من الغدد العرقية الموجودة في منطقة الصدر عند القيام بجهد معين او عند التعرض لحرارة عالية. هذا ويتمكن الانسان من افراز العرق في ظروف مناخية غير رطبة بحدود ١,٥ لتر في الساعة ولكن هذا الرقم قد يرتفع الى ٣ لتر في الساعة اذا تأقلم الفرد لظروف حرارية معينة بعد عشرة ايام من العيش في المحيط الجديد دون ان يؤثر هذا المقدار من الافراز على صحته. ان التغيير في مقدار فقدان الماء من الغدد العرقية يرافقه فقدان الاملاح، حيث ان الفرد في اليوم الاول لتعرضه لحرارة ذات رطوبة مناسبة يفقد بحدود ١٥ ـ ٢٥ غرام من الملح باليوم الواحد ولكن بعد ٦ اسابيع من العمل في هذا المحيط

وكسبه التأقلم نرى انه يفقد فقط ٣ ـ ٥ غرام من الملح في اليوم الواحد وهذا يتم بفضل الهرمونات التي تعمل على حفظ توازن حاجة الجسم من هذه الاملاح.

الى واحد غرام لكل لتر وان هذه الارقام تختلف باختلاف الافراد. من هذا نفهم ان الفرد يتمكن من التأقلم والعيش بدرجة حرارة معينة حيث وجد ان ٣٢ درجة مئوية هي أعلى درجة حرارة يتمكن الانسان من تحملها دون ان تؤثر على درجة حرارة جسمه من المحيط الخارجي وهو في حالة الراحة اي بدون اداء اي جهد عضلي او فكري شرط ان تكون درجة الرطوبة النسبية في الجو ١٠٠٪ والهواء ساكن اي غير متحرك، اما اذا كانت درجة الرطوبة النسبية في الجو اقل من ١٠٠٪ فإن جسم الانسان يتحمل حرارة بدرجة اعلى من ٣٢ درجو مئوية، لذا فهناك علاقة عكسية بين درجة الرطوبة النسبية للهواء ودرجة حرارة الهواء اي كلما انخفضت درجة الرطوبة النسبية للهواء زاد مقدار تحمل الفرد لدرجات الحرارة والعكس صحيح ايضاً. هذا وهناك عوامل متعددة تدخل في التأثير على تأقلم الفرد للحرارة اهمها:

أ ـ الحرارة الاشعاعية (فقدان وكسب)
ب ـ الرطوبة النسبية للهواء
جـ ـ درجة حرارة الهواء
د ـ سرعة الهواء
هـ ـ سرعة انجاز العمل
و ـ نوع الملابس ومقدار بعدها عن الجسم

ز ـ العمر
ح ـ الجنس
ط ـ صحة الفرد العامة
ي ـ بنية الفرد

لذا يطلق اسم درجة الحرارة الفعالة او المريحة على الحرارة المناسبة لعمل الفرد في موقع العمل دون ان تؤثر على صحته وتحدد هذه الدرجة بعد اخذ جميع العوامل التي سبق ذكرها اعلاه بنظر الاعتبار شرط ان تكون درجة الرطوبة النسبية للهواء ١٠٠٪ والهواء ساكن الحركة تماما. هذا وقد وجد ان درجة الحرارة الفعالة (اي المريحة للعمل) تتراوح بين ١٩ ـ ٢٤ درجة مئوية صيفاً و١٧ ـ ٢٢ درجة مئوية شتاء لمعظم الافراد العاملين (٩٧٪ من مجموع العاملين) في مواقع العمل المختلفة ومع هذا فان درجة الحرارة الفعالة (اي المريحة) تختلف تبعا لنوع العمل الذي يمارسه الفرد العامل حيث وجد انه كلما زاد الجهد المعروف في العمل كلما تطلب ان تكون درجة الحرارة الفعالة اقل، حيث ان اقصى درجة يتحملها الشخص الساكن الذي لا يؤدي عملا هي ٣٢ درجة مئوية فعالة بينما اقصى درجة حرارة يتحملها الفرد العامل عندما يؤدي عملا خفيفاً هي ٢٩ درجة مئوية فعالة وقد تكون اقل بقليل عندما يؤدي الفرد عملاً عضلياً مرهقاً.

ان الفرد الذي يعمل في ظروف عمل تتصف بالحرارة لسنين طويلة يتأقلم بشكل يظهر ان ظروف العمل الحارة لا تحدث اي ضرر على صحته لان مقدار الفقدان من السوائل والاملاح يصبح

طبيعياً ومتوازناً في الجسم ولذلك نرى العمال لا يعرقون بالرغم من عملهم في جو حار مقارنة بالافراد الذين يدخلون نفس الموقع الحار لاول مرة او الذين لا زالوا في الايام او الاسابيع الاولى من العمل.

هذا ولا بد من ان نشير الى نوع العلاقة بين بعض العوامل مثل الجنس، العمر، البيئة، الادوية والتأقلم لغرض التعرف على كل العوامل التي ورد ذكرها واثرها في التأقلم فقد وجد العلماء ان درجة الحرارة الفعالة (المريحة) للنساء هي اكثر من الرجال بدرجة واحدة كما ان درجة الحرارة الفعالة للاشخاص الذين يتجاوز عمرهم اربعين سنة واكثر هي اكثر بدرجة واحدة مقارنة بالشباب، كما ان الشخص البدين (اي وزن الشخص اكثر من الوزن الطبيعي بحوالي ٢٠ كيلو غرام) اصعب للتأقلم للحرارة من الشخص الاعتيادي هذا وان استعمال بعض العقاقير الطبية مثل السلسبيليت (Salicylate) وبعض المهدئات مثل الميبروباميد (Meprobamate) وبعض المنبهات مثل أمفيتامين (Ampheta-mines) تضعف من قابلية الفرد للتأقلم. ان تأقلم الفرد للعيش او العمل في ظروف حرارية معينة لا يعني مطلقا بقاء التأقلم للحرارة اذا ترك العمل لفترة معينة اضافة لاحتمال تعرض صحته للانتكاس. فقد وجد ان ابتعاد الفرد العامل عن موقع عمله مدة اسبوع واحد قد يفقده ربع او ثلث التأقلم الذي كان قد تعود عليه، اما اذا غاب او ابتعد العامل مدة ثلاثة اسابيع عن موقع العمل سواء في الصيف او الشتاء فانه يفقد تأقلمه تماما لمحيط

العمل الذي كان يعمل به. والجدول رقم - ٤ - يبين العلاقة بين درجة الحرارة الفعالة ونوع العمل.

جدول رقم - ٤ -

يبين العلاقةو بين درجة الحرارة الفعالة ونوع العمل

نوع العمل	درجة مئوية
عمل ذهني يتم بوضعية الجلوس	٢١ - ٢٣
عمل خفيف يتم بوضعية الجلوس	١٩
عمل خفيف يتم بوضعية الوقوف	١٨
عمل ثقيل يتم بوضعية الوقوف	١٧
عمل ثقيل جداً	١٥ - ١٦

من هذا نستنتج ان درجات الحرارة الفعالة في بيئة المصانع تختلف من مصنع لآخر تبعا لنوع الصناعة ولهذا فان كل معمل يحتاج الى نوع معين من أجهزة التكييف للسيطرة على الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء ولهذا يستحسن ان يكون في المصانع الكبيرة مهندس اختصاصي في بيئة العمل.

الفصل الثاني

مصادر الحرارة في اماكن العمل :- تختلف درجات الحرارة في بيئة العمل تبعاً لنوع العملية الصناعية من جهة ومقدار التحكم الهندسي لبيئة العمل من جهة اخرى. حيث ان توفر الاجهزة الخاصة بسحب الحرارة الزائدة من بيئة العمل لهو الاسلوب الأمثل لجعل بيئة العمل لا تحدث أي ضرر على صحة الفرد العامل حيث كلنا نعرف أن جسم الأنسان يتأثر بحرارة المحيط بشكل يجعله إما أن يفقد من حرارة جسمه أو يكتسب حرارة لجسمه من المحيط الخارجي أو أن لا يفقد ولا يكتسب عند العمل في موقع تكون درجة حرارته تعادل درجة الحرارة الفعالة للفرد. هـذا وان اهم مصادر الحرارة في أماكن العمل هي :-

أولاً- الشمس : يتعرض الأفراد الى حرارة الشمس إذا كان العمل في العراء كما نرى ذلك في الأعمال الآتية :-

١- إصلاح الاراضي وشق الترع والقنوات وتطهيرها.
٢- شق الطرق وتعبيدها وصيانتها ومد خطوط السكك الحديدية

شكل رقم - ١٠ -

٣- العمل بالمحاجر

٤- كشف واستخراج وتكرير البترول.

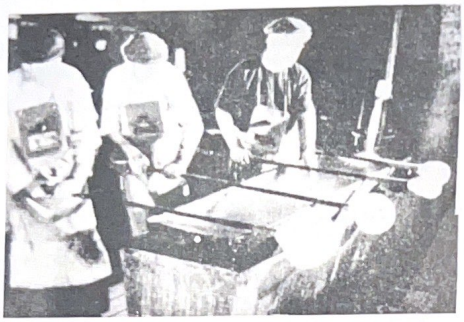
٥- انشاء المباني والخزانات وغيرها من المنشآت المدنية

٦- استخراج الملح بالملاحات

٧- حرارة الشمس تؤثر أيضاً على المعامل المغلقة من حيث تأثير حرارتها على الجدران والسقوف ومن خلالها نفوذها الى الداخل عبر الأبواب والنوافذ.
شكل رقم - ١٠ - يمثل احدى هذه الأعمال.

ثانياً: **الأفران**: يتعرض الأفراد العاملون بجوار الأفران الى حرارة عالية جداً وهذا ما نشاهده في الأعمال التالية:-

١- صناعة الحديد والصلب وصناعة الطابوق والفخار والأواني الجير والزجاج والاسمنت والسكر.



شكل رقم - ١١ -

٢- عمليات صهر المعادن وسباكتها.

٣- عمليات تقطير الفحم والبترول وانتاج غاز الاستصباح.

شكل رقم - ١٢ -

٤- عمليات الحدادة المختلفة

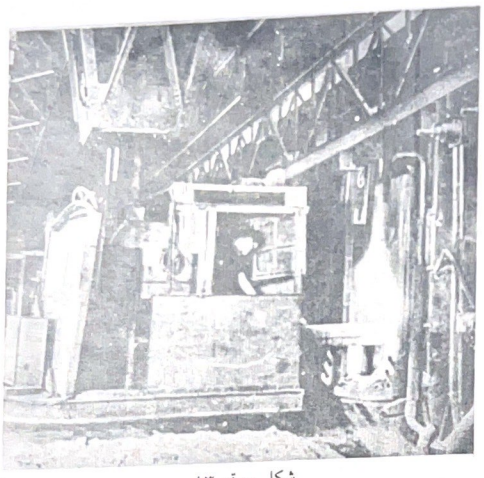
٥- صناعة الأسمدة وحامض الكبريتيك وصناعة النشادر

٦- المخابز والأفران.

شكل رقم - ١١ - يمثل احدى هذه الصناعات.

ثالثاً: تحت سطح الأرض- يتعرض الأفراد العاملون في المناجم والأنفاق الى حرارة عالية والشكل رقم - ١٢ - يوضح العمل في المنجم.

رابعاً: أعمال اخرى:- هناك أعمال أخرى يتعرض فيها العامل



شكل - رقم ١٣ -

الى الحرارة العالية ومن أمثلة هذه الأعمال

١- عمليات تشكيل وطلاء ولحام المعادن

٢- معاصر الزيوت

٣- عمال الإطفاء

٤- محلات تنظيف الملابس

٥- عمليات توليد البخار والعمل امام الغلايات في السفن والقطارات وغيرها.

شكل رقم - ١٣ - يمثل احدى هذه الأعمال.

إذاً الحرارة في أماكن العمل يمكن أن تكون تتولد من المصادر التالية :ـ

أ ـ الحرارة الناتجة من تأثير أشعة الشمس على الجدران والأسقف

ب ـ الحرارة الناتجة من نفوذ أشعة الشمس الى داخل مواقع العمل من النوافذ والابواب

جـ ـ الحرارة الناتجة من العملية الصناعية نفسها

د ـ الحرارة المتولدة من الكهرباء وتشغيل المكائن والماطورات

هـ ـ الحرارة المتولدة من الأفراد العاملين أنفسهم.

تأثير الحرارة على جسم الإنسان :ـ ان جسم الإنسان يعمل دوماً على الإحتفاظ بدرجة حرارة ثابتة لجسمه وذلك بفضل مركز التنظيم الحراري في المخ ليتمكن من القيام بوظائف الجسم على الوجه الأكمل إلا أنه إذا تعرض إلى درجة حرارة عالية بحيث يصعب على مركز التنظيم الحراري في المخ القيام بتكيف الجسم لهذه الدرجة من الحرارة فأن الإنسان يتعرض لحالة مرضية حيث أن الشخص غير المتأقلم لبيئة عمل حارة يتمكن من البقاء ساعة واحدة في موقع عمل ذو درجة حرارة ٣٩,٥ درجة مئوية ورطوبة نسبية تساوي ١٠٠٪ إذا كان التمثيل الغذائي له يعطي ٨٠ كيلو كالوري في الساعة، أما إذا كان التمثيل الغذائي له يعطي ١٨٠ كيلو كالوري في الساعة فأنه يتمكن البقاء ساعة واحدة في محيط عمل ذات حرارة ٣٦,٥ درجة مئوية مع رطوبة نسبية تساوي ١٠٠٪، وأذا ارتفعت كمية الحرارة الناتجة من التمثيل الغذائي إلى ٢٧٠ كيلو كالوري في الساعة فأنه يتحمل البقاء ساعة واحدة في

محيط عمل ذات حرارة ٣٦,٥ درجة مئوية ورطوبة تعادل ١٠٠٪ وتستمر درجة الحرارة بالانخفاض حتى تصل ٣١,٥ درجة مئوية مع رطوبة نسبية تساوي ١٠٠٪ إذا كان التمثيل الغذائي له يعطي ٣٦٠ كالوري في الساعة. اما إذا إضطر الفرد العامل إلى الدخول لموقع عمل حار جداً بحيث تصبح درجة حرارة جلده ٤٥ درجة مئوية ولم يكن متأقلماً لهذه الدرجة من الحرارة فأن الفرد يبدأ بالشعور بآلام عامة ثم يبدأ بالشعور بحرقه في الجلد وبعدها تظهر الحبيبات على الجلد ثم يبدأ الجلد بالتلف هذا وان الضرر قد يصيب الجهاز التنفسي أيضاً. لهذا وجب على أرباب العمل تحديد أعلى درجة حرارة لكل موقع عمل يتمكن الفرد أن يعمل بها دون أن تؤثر على صحته وذلك بعد أخذ المعادلة التالية بنظر الاعتبار. (درجة الحرارة الفعالة لموقع العمل تساوي حرارة البيئة زائداً الإجهاد العضلي الذي يبذله الفرد أثناء العمل) وبعكسه فأن الأفراد يتعرضون لمخاطر الحرارة حيث يحتمل أن يصاب الفرد بإحدى الحالات المرضية التالية :ـ

أولاً : اضطرابات نفسية او عصبية : ان العمل في بيئة حارة (٣٠ درجة مئوية) قد تؤدي إلى تعرض الفرد الى الشعور بالضيق والعصبية كما يصبح من السهل إثارة العامل بأمور بسيطة قد لا يتأثر بها إذا لم يكن جو العمل حاراً. ان هذه التأثيرات تزداد كلما كانت درجة حرارة بيئة العمل أعلى وقد ينعكس أثر ذلك على الفرد بالأمور التالية :ـ

أ ـ زيادة في نسبة الأخطاء

ب- زيادة في معدل الاصابات والحوادث.

جـ نقص القدرة والكفاءة الانتاجية للفرد.

دـ انخفاض الكفاءة في أداء العمل الذهني وكذلك ضعف القدرة على التركيز او أداء العمليات الحسابية المعقدة والتي تتطلب الدقة في أدائها.

هـ الشعور بعدم الرغبة للعمل.

وـ زيادة في معدل الاجازات المرضية

زـ زيادة في نسبة ترك العمال للعمل

حـ الشعور بالتعب بسرعة

هذا وأن الدراسات العلمية أوضحت أن العمل في درجة حرارة ٢٧ درجة مئوية نادراً ما تكون سبباً في حدوث معظم النقاط المدرجة أعلاه.

ثانيا: التأثير على وظائف الجسم:- أن العمل في بيئة حارة تضعف القدرة على أداء العمل العضلي كمحاولة من الجسم لتقليل الحرارة التي ينتجها من عملية احتراق المواد الغذائية، وأن هذا يؤدي بالنتيجة إلى شعور الفرد بالتعب بسرعة مما يضطره للتوقف عن العمل رغم أن ما أنجزه قليل جداً بالمقارنة لقابليته الجسمانية عند توفر بيئة ملائمة للعمل، ويمكن تلخيص أهم الأعراض التي تحدث نتيجة التغيرات الوظائفية عند العمل في بيئة حارة بما يلي:-

أـ الشعور بالاجهاد الفكري والعضلي رغم أن الإجهاد الفكري يكون أكثر ظاهراً

ب- زيادة في ضربات القلب

جـ ارتفاع ضغط الدم

دـ نقص في فعالية جهاز الهضم.

هـ زيادة قليلة في درجة حرارة الجسم السطحية حيث ترتفع حرارة الجلد من ٣٢ درجة مئوية الى ٣٦ أو ٣٧ درجة مئوية.

وـ زيادة في افراز العرق حيث تصل كمية الإفراز الى أقصاها عندما تصبح درجة حرارة الجلد ٣٤ درجة مئوية، هذا ويفقد الجسم حرارة بمقدار ٥٨ ـ ٦٢ كالوري لكل ١٠٠ س س من العرق.

ثالثاً: التأثيرات المرضية:- ان تعرض جسم الإنسان لمحيط خارجي حار لفترة ليست بالقصيرة قد يؤدي الى حالات مرضية بسبب الزيادة في الجهد الذي يبذله القلب والدورة الدموية نتيجة الحرارة العالية التي يتعرض لها الجسم، إضافة لما قد يصيب الفرد من حالات مرضية أخرى بسبب الزيادة في فقدان السوائل وملح الطعام وغيرها من المواد نتيجة تعرضه للحرارة العالية أيضاً. وأن أهم الحالات المرضية التي يحتمل أن يصاب بها الفرد نتيجة تعرضه للحرارة العالية هي:-

١- الضربة الحرارية (Heat Stroke) وتسمى أيضاً بضربة الشمس وليس من الضروري أن تكون نتيجة التعرض للشمس وإنما قد يتعرض الفرد للإصابة بالضربة الحرارية إذا عمل في جو حار مشبع بالرطوبة للمرة الأولى أي قبل تأقلمه للعمل في مثل هذا الجو خاصة إذا كان وزنه أكثر من الوزن الإعتيادي بخمسة عشر كيلو غرام (أي بدين) وكذلك إذا أهمل شرب الماء أثناء العمل في

مثل هذا الجو أو أهمل ارتداء الملابس الواقية أو إذا كان مصاباً بأحد أمراض الأوعية الدموية أو مرض من أمراض القلب قبل فترة قصيرة . ان العمل في مثل هذا الجو خطر جداً لأنه يعطل إمكانية جسم الإنسان من التخلص من حرارته لأن ارتفاع درجة الرطوبة النسبية في الجو يمنع تبخر العرق رغم افراز كميات كبيرة منه ، ينتج عن ذلك إرتفاع درجة حرارة الجسم نفسها حيث تصل ٤٠ درجة مئوية وأحياناً ترتفع الى ٤٣ درجة مئوية مما يؤدي إلى انهيار مركز التنظيم الحراري في المخ وتعطل عمله . ان إنهيار مركز التنظيم الحراري يؤدي إلى منع إفراز العرق من الجلد مما يجعله جافاً ومحتقناً ، لأن هذا الجهاز هو الذي تحكم في هذه العملية . هذا وأن الزيادة الحاصلة في درجة حرارة الجسم تؤدي أيضاً إلى زيادة في نسبة التمثيل الغذائي في الجسم وهذا يعني أيضاً زيادة في إنتاج الحرارة داخل الجسم ، عندها يشعر المصاب بأعراض الضربة الحرارية والتي تتمثل بالصداع الشديد والشعور بالدوار وضيق النفس وأحياناً التقيؤ وبعد دقائق أو أيام قليلة تبدأ درجة حرارة الجسم بالارتفاع وقد تصل الى ٤٠ درجة مئوية واحياناً ٤٣ درجة مئوية تبعاً لشدة الإصابة يتبعها تشنجات عصبية وأحياناً فقدان الوعي كما ان جلد المصاب يتصف بالسخونة والجفاف لأن عملية إفراز العرق تتوقف .

ان العلاج السريع والفعال لهذه الحالة (الضربة الحرارية) هي العمل بكل الطرق وبسرعة فائقة لتخفيض درجة حرارة الجسم الى ٣٩ درجة مئوية وذلك بالإعتماد على قياس درجة حرارة الجسم

من منطقة الشرج لأنها تمثل الدرجة الحقيقية لدرجة حرارة الجسم مقارنة لقياس درجة حرارة الجسم من الفم وذلك لتداخل عوامل خارجية قد تؤثر على قراءة الدرجة مثل عدم ضمان غلق الفم أثناء قياس درجة الحرارة أو تأثر المحرار بدرجة حرارة الهواء الخارجي أو بسبب إنخفاض درجة حرارة الفم نفسها نتيجة شرب المصاب بعض السوائل الباردة . إن عملية تخفيض درجة حرارة الجسم الى ٣٩ درجة مئوية يتم بوضع المصاب في حمام مائي بارد أو مثلج ويبقى فيه حتى تنخفض درجة حرارة جسمه الى ٤١ درجة مئوية إذا كانت ٤٣ درجة مئوية ثم ينقل المصاب من الحمام المثلج الى الفراش حيث يبدأ بعمل الكمادات المثلجة لغرض وضعها على الرأس والأطراف العليا والسفلى مع تعريضه لهواء المروحة أو لهواء بارد جاف ويستمر ذلك حتى تنخفض درجة حرارة الجسم الى الدرجة الطبيعية أي بحدود ٣٧,٥ درجة مئوية كما يجب اجراء عملية المساج للاطراف وبقية أجزاء الجسم بنفس الوقت وذلك لتنشيط الدورة الدموية في الجلد . أن خطورة هذه الحالة تكون اشدها في ٢٤ ساعة الأولى على الأغلب ولكن هذا لا يعني عدم ظهور الخطورة خلال ١٢ يوماً من الإصابة ، لذا يستحسن نقل المصاب إلى المستشفى لغرض توفير الراحة التامة والعلاج اللازم حيث قد يحتاج فترة تتراوح من ٢ - ٤ أسابيع على الأقل وذلك لأن انهيار المركز العصبي قد يعرض المصاب للإصابة بالنكسة في أي وقت ، أما العلاج الذي يحتاجه المصاب هو المنبهات مثل الكورامين والمحاليل الأخرى التي يجب اعطاؤها للمصاب بسبب فقدان الجسم للسوائل ولتخفيف الجهد الذي يبذله الدورة

الدموية ومع كل هذا فأن مثل هذه الحالة قد تؤدي الى الوفاة خلال ٢٤ ساعة الأولى اذا كانت شدة الإصابة كبيرة جداً ويعتمد هذا أيضاً على قابلية الفرد لمقاومة شدة الحرارة بحث وجد أن الفرد ذو السمنة الزائدة (٢٥ كغم وزن أكثر من الوزن الإعتيادي) تكون إصابته بالضربة الحرارية أشد بستة مرات بالمقارنة للفرد ذو الوزن الطبيعي وكذلك فأن العمر ونوع التغذية ونوع العمل يلعبان دوراً مهماً في تقدير شدة الإصابة. هذا وقد وجد العالم وندهام (Wandham) ان الضربة الحرارية كانت مميتة لبعض عمال مناجم جنوب إفريقيا عندما كانت درجة حرارة المنجم ٣٠ درجة مئوية مع رطوبة نسبية تعادل ١٠٠٪، كما لاحظ حالة وفاة اخرى بالضربة الحرارية عندما كانت درجة الحرارة ٣٤,٥ درجة مئوية ودرجة الرطوبة النسبية ١٠٠٪ علماً أن السبب الحقيقي للوفاة بالضربة الحرارية غير معروف تماماً ولكن ما تم التأكد منه هو حدوث وذمة في الدماغ ونزف دقيق في النخاع ونخر الأنسجة في الأعصاب النخاعية، هذا ويعتقد الاختصاصيون بأن الحرارة تحدث في بعض مناطق الدماغ نوعاً من التلف الذي يصيب الخلايا العصبية الحيوية وعندما يتجاوز هذا التلف حداً معيناً فإن أي معالجة لتخفيض درجة الحرارة لا فائدة منها.

ويمكن تلخيص العوامل التي تؤدي إلى حدوث الضربة الحرارية عند الفرد بما يلي:-

أ- قلة في فقدان الحرارة من الجسم بسبب:

- قلة اعداد الغدد العرقية

- خمول الغدد العرقية
- انخفاض في سرعة سريان الدم بالأوعية الشعرية
- ارتفاع درجة حرارة الهواء المحيط بالجسم
- ارتفاع الرطوبة النسبية للهواء
- قلة في فقدان الحرارة عن طريق الحمل

ب- زيادة في استلام الجسم الحرارة بسبب:

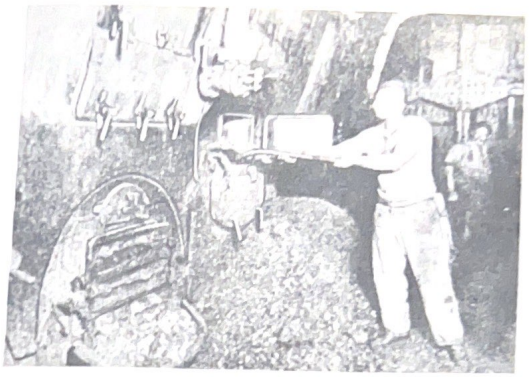
- ازدياد في امتصاص الإشعاع الحراري في المحيط
- درجة حرارة الهواء اعلىٰ من درجة حرارة الجلد

جـ- زيادة في إنتاج الحرارة داخل الجسم من عملية التمثيل الغذائي بسبب:-

- زيادة في عمل العضلات
- زيادة في الجهد المبذول
- زيادة في درجة حرارة الجسم بسبب وجود حالة مرضية

د- خلل في مركز التنظيم الحراري في المخ بسبب اصابة الفرد بحالة التهاب مرضية.

٢- الإجهاد الحراري (Heat Exhaustion): - يتعرض الفرد للإصابة بالإجهاد الحراري إذا كان يعمل في جو حار جداً بغض النظر عن مقدار الجهد العضلي الذي يؤديه كما يمكن ان يتعرض لهذه الحالة إذا كان عمل الفرد يتطلب اجهاداً عضلياً. ان الإصابة بالإجهاد الحراري يعني حدوث زيادة في كمية الدم الذاهبة الى الجلد نتيجة توسع وتمدد الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد وبنفس



شكل رقم ١٤

الوقت يحدث قلة في كمية الدم الذاهبة الى الأنسجة الحيوية كالجهاز العصبي بالمخ، ان هذه الحالة تؤدي أيضاً إلى زيادة تعرق الإنسان ينتج عنها نقص في حجم الدم المار في الدورة الدموية ولغرض تعويض هذا النقص في حجم الدم المار في الدورة الدموية يقوم القلب بزيادة عدد ضرباته (دقاته) لغرض زيادة تدفق الدم الى الدورة الدموية مما يؤدي الى اجهاد القلب يتبعها انهيار الدورة الدموية عندها يشعر المصاب بالتعب والصداع والدوار والإحساس بالبرد والقيء ثم اضطراب في التنفس، يسقط بعدها على الأرض في حالة إغماء، حيث يلاحظ اصفرار وجه المصاب وزيادة سرعة ضربات القلب وضعف في النبض مع هبوط ملحوظ في ضغط الدم عندها يصبح التنفس سريعاً وسطحياً يرافق ذلك

شكل رقم - ١٥ -

اتساع في حدقة العين، إلا أن درجة حرارة الجسم تبقى طبيعية، أي ان حرارة جسم الإنسان لا تتغير عند الإصابة بالإجهاد الحراري، أما جلد المصاب فيكون رطباً وبارداً، وأن أحسن علاج لهذه الحالة هو نقل المصاب فوراً من موقع التعرض للحرارة إلى مكان بارد مع تمديد المصاب على ظهره ورفع ساقيه الى الأعلى وإبقاء الرأس منخفضاً قدر الإمكان أي عدم وضع وسادة تحت الرأس ثم توفير الراحة التامة للمصاب لحين إتمام نقله إلى إحدى المستشفيات لكي يعطى المنبهات والمنشطات للدورة الدموية والجهاز التنفسي إضافة لاعطائه المحاليل التي تساعد على إعادة ضغط الدم الى حالته الطبيعية تجنباً من حدوث مضاعفات اخرى.

إن الإصابة بالإجهاد الحراري يعني حدوث:

أ- نقص في كفاءة الدورة الدموية للفرد

ب- نقص في كمية الماء الموجودة في الجسم
جـ- نقص في كمية ملح الطعام الموجودة في الجسم
د- نقص في كفاءة الغدد العرقية

ان تعرض الأفراد للحرارة العالية لا يعني إصابتهم بالإجهاد الحراري لأن قابلية الأفراد تختلف، فالأشخاص الأكثر عرضة للإجهاد الحراري هم الذين لم يستطيعوا التأقلم للمحيط الحراري الجديد او الذي يشكون من أمراض مختلفة او الذين لا يشربون الماء أو السوائل أثناء العمل لتعويض ما يفقدونه عن طريق التبول والتنفس والتعرق. ويمكن تلخيص العوامل التي تؤدي الى حدوث الإجهاد الحراري بما يلي:-

أ- تمدد وتوسع في الأوعية الدموية يرافقها قلة في كمية الدم المارة في هذه الأوعية مما يؤدي إلى إنخفاض القدرة على فقدان الحرارة من خلال الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد الى المحيط الخارجي وهذا يحدث عند الزيادة في العمل والزيادة في فعالية الهضم.

ب- عند حدوث الضعف في كفاءة القلب مثل حالات الانفعال، سوء التغذية، نقص في التدريب العضلي، وجود الألتهابات، حالات التسمم، حالات أمراض القلب.

٣- تقلصات الحرارة (Heat Cramp): ان حالات تقلصات الحرارة كانت مشاعة بين العمال الذين يقومون بوضع الفحم في أفران البواخر والسفن لأيقادها وفي عام ١٩١٥ سجلت ٨٠ إصابة في سفينة واحدة ولكن تطور مادة الوقود من الفحم الى الزيت قلل

إصابة الأفراد بهذه الحالة المرضية وفي عام ١٩٢٣ بين العالم موز (Moss) أن الأفراد العاملين في المناجم هم أكثر عرضة للإصابة بتقلصات الحرارة من غيرهم من العمال وذلك بسبب تعرضهم لحرارة تتراوح بين ٣٧ - ٤٠ درجة مئوية داخل المنجم. ان إصابة الفرد بتقلصات الحرارة يعني حدوث تعرق شديد ينتج عنه نقص كبير في كمية الأملاح تقدر بحوالي ٣٠ غرام من الملح، يرافقه نقص كبير أيضاً في كمية الماء مما تؤدي الحالة هذه إلى شعور الفرد المصاب بالعطش الشديد الذي يدفع إلى شرب كميات كبيرة من الماء دون الملح وبعد شرب الماء وامتصاصه يحدث تخفيف لتركيز الملح في الجسم عموماً ويؤدي هذا النقص في الملح إلى زيادة حساسية العضلات وخاصة العضلات التي كانت أكثر نشاطاً قبل الإصابة بتقلصات (أو تشنجات) الحرارة. ان هذه الحالة قد تؤدي إلى حدوث تقلصات في العضلات غير الارادية كعضلات الامعاء ينتج عنها الشعور بالمغص والذي قد يؤدي الى التقيؤ، أما الأعراض الأولية لحالة التقلصات الحرارية هي حدوث تقلصات مؤلمة في العضلات الارادية للجسم وشعور الفرد بآلام شديدة في عضلات الساقين او جوار البطن. ان الإصابة بهذه الحالة لا تحدث تغيراً في درجة حرارة الجسم كما لا تحدث أي تغيير في ضغط الدم أو سرعة النبض ولا يفقد المريض الوعي. ان العلاج السريع لهذه الحالة هو نقل المصاب من موقع العمل الحار إلى مكان بارد مع توفير الراحة التامة له ويبدأ حالاً بإعطاء محلول ملح الطعام بكل الطرق سواء عن طريق الفم (يمكن اعطاء محلول ملح الطعام الاعتيادي) أو بأن يحقن تحت الجلد أو في العضلة أو في

الوريد بمحلول ملح الطعام المصنوع لاستعمالات الحقن فقط. لهذا فإننا نتوجه الى كافة أرباب العمل الذين يشغلون عمالاً في مواقع عمل يحتمل ان تحدث عندهم حالات تقلصات الحرارة أن يوفروا كميات كبيرة من الملح مخلوطاً مع الماء في مواقع مختلفة من العمل ليتمكن العامل من شربها أو توفير الملح على شكل حبوب تعطى قبل وجبة الطعام وذلك لتجنب حدوث حالات تشنج الحرارة بين العاملين.

٤ـ التعب الحراري (Heat Prostration) :ـ يتعرض الفرد إلى التعب الحراري إذا كان الجو شديد الحرارة أو إذا بذل الفرد مجهوداً كبيراً في جو حار، ففي هذه الحالة تصبح الدورة الدموية غير كافية للقيام بتنظيم درجة حرارة الجسم وان التعب يظهر على الفرد خاصة إذا كان الجو حاراً ورطباً ورديء التهوية حيث يسرع النبض ويقل الضغط الشرياني مما يؤدي الى انخفاض تدفق الدم الى المراكز العصبية والقلب والعضلات وباقي اجزاء الجسم وعندها يشعر العامل بضعف وتخاذل ودوخة وصداع بينما يصبح الجلد رطباً وبارداً وتعالج هذه الحالة باعطاء المحاليل والمهدئات لاعادة اضطراب الدورة الدموية.

التهاب العيون :ـ ان تعرض الأفراد الى درجات الحرارة العالية في مواقع العمل ولسنين طويلة تحدث التهابات الملتحمة او التهابات الجفون كما قد تحدث عتمة في القرنية وتكلس في عدسة العين (الكتاراكت او الساد) ينتج عنها ضعف البصر.

٦ـ التهابات الجلد :ـ ان تعرض الأفراد الى درجات الحرارة

العالية في مواقع العمل تحدث بعض الأضرار في جلد الإنسان مثل الالتهابات الجلدية أو تلون الجلد مع ظهور البثور، كما أن التعرض للحرارة يضعف من مقاومة الجلد لهذه الأمراض وغيرها. هذا وأن أمراض الجلد غالباً ما تظهر في المناطق المغطاة بالملابس وقد يشعر الفرد بالحرقة والحكة في مناطق الإصابة عند حدوث التعرق والعلاج هو نقل المصاب الى منطقة عمل باردة لبضعة أيام أو أسابيع حيث تشفى الحالة بدون أي دواء ويستحسن إرشاد الفرد المصاب بأخذ حمام بارد وبعد التجفيف يمكن دهن المنطقة المصابة بمادة سيليكات الزنك المائية او كربونات الزنك والتي تسمى بمحلول الكالامين (Calamine Lotion). ان هذه الحالة المرضية تختلف عن حالة احتراق جلد الإنسان بسبب تعرضه للشمس لأن احتراق الجلد عند تعرضه للشمس هو بتأثير الأشعة فوق البنفسجية من أشعة الشمس.

٧ـ تأثير الرطوبة النسبية على أعضاء الجسم :ـ ان تأثير الرطوبة النسبية للهواء على صحة العامل هي أكثر أهمية من تأثير الحرارة على صحة العامل من وجهة النظر الطبية. هذا وقد كان الأفراد يشكون سابقاً من عفونة جدران الأبنية الداخلية بسبب كثرة الرطوبة فيها ولكن عندما أصبحت الأبنية مدفأة بشكل جيّد وأصبح الهواء جافاً داخل الأبنية بقي الأفراد يشكون، ولكن شكواهم لم تكن من عفونة الأبنية بل من تأثير جفاف الهواء على صحتهم. حيث أن المجاري التنفسية ابتداءً من الأنف وحتى الحويصلات الرئوية مبطنة من الداخل بغشاء يسمى الغشاء

شكل رقم - ١٦ - أ -

المخاطي الذي له القابلية على افراز سائل مخاطي للحفاظ على رطوبة المجاري التنفسية. كما أن الغشاء المخاطي المبطن للجزء العلوي من المجاري التنفسية يحتوي على أهداب لها القابلية على الاهتزاز (الحركة) وأن أهم فائدة لهذه الأهداب هي طرحها للسائل المخاطي الذي يفرزه الغشاء المخاطي الى الأعلى اضافة للمواد الغريبة التي قد تدخل المجاري التنفسية كالغبار مثلاً. ان لكل من الأنف والحنجرة والقصبات الهوائية دوراً مهماً في تنظيم

شكل رقم - ١٦ - ب -

حرارة الجسم، إضافة لتصفية وترطيب وتدفئة هواء الشهيق، حيث أن الترطيب الدائم للغشاء المخاطي المبطن للأنف والحنجرة والقصبات الهوائية يرفع درجة حرارة هواء الشهيق الى درجة حرارة الجسم ويزيد في رطوبته الى درجة الإشباع التي يحتاجها الجسم، إلا أن استمرار الفرد في استنشاق هواء جاف لفترة طويلة، يؤدي إلى جفاف السائل المخاطي الذي يفرزه الغشاء المبطن للمجاري التنفسية، وعندها يبدأ الفرد بالإحساس بجفاف في الأنف والحنجرة وأن استمرار استنشاق الفرد للهواء الجاف يؤدي الى تهيج مؤلم في نفس المنطقة وعندها يصبح الكلام والبلع مزعجين للفرد نفسه، كما أن الجفاف يوقف عمل الأهداب من أداء وظيفتها، أن هذه الحالة تؤدي الى تحويل السائل المخاطي الى مادة

غروية صعبة الحركة وان بقاءها في المجاري التنفسية يكون بيئة ملائمة لتكاثر الجراثيم في هذه الكتل المخاطية يتبعها نفوذ هذه الجراثيم من هذه الكتل والتأثير على الأغشية المخاطية محدثة الألتهابات المختلفة مثل الزكام أو التهاب الحنجرة أو الأنف أو البلعوم، ولهذا السبب تزداد مثل هذه الحالات المرضية بين الأفراد خلال فصل الشتاء وذلك بسبب جفاف هواء الأماكن المدفأة ودوام استنشاقهم الهواء الجاف، حيث وجد أن الجراثيم والفيروسات الراشحة تعيش في الهواء الجاف فترة اطول عما لو كان الهواء يحتوي على رطوبة نسبية تتراوح بين ٤٠ ـ ٦٠٪، لذا فان أي رطوبة نسبية في هواء الشهيق أقل من ٣٠٪ تعتبر ضارة بصحة الفرد لأنها تحدث جفافاً في السائل المخاطي الذي تفرزه المجاري التنفسية وينتج عن ذلك الحالات المرضية التي تم ذكرها، ولهذا ننصح بضرورة رفع الرطوبة النسبية للهواء في مواقع العمل الى درجة تتراوح بين ٤٠ ـ ٥٠٪ لضمان المحافظة على صحة العاملين عند استنشاقهم لهذا النوع من الهواء.

٨ـ تأثيرات أخرى: ـ ان الإشعاع الحراري الشديد (كالعمل بالقرب من الأفران) يؤثر على العين وكذلك على الجلد مما قد يؤدي الى حدوث الساد (الكتاركت) وكذلك الحرق في الجلد، كما أن هناك خطراً ملحوظاً من الأشعة تحت الحمراء خاصة اذا كان طول الموجة ١٠٤ ميكرون وصادرة من اجسام ساخنة في درجة حرارة ٩٨٠ درجة مئوية فمثل هذه الأشعة لها القدرة على النفاذ المباشر الى داخل أنسجة الرأس مسببة سخونة في المخ مما يؤدي الى

أعراض عصبية أكثر حدة من تلك التي نلاحظها في حالة الصدمة الحرارية وان مثل هذه الحالة غالباً ما تؤدي الى النزف ثم يعقبها حمى وقد تحدث احياناً الوفاة. كما ان هناك حالة مرضية اخرى تصيب بعض الأشخاص بسبب التعرض للحرارة تسمى الوخز الحراري (Prickly heat) أو (Miliaria) وأن أهم أعراضها هو تمزق وانفجار الغدد العرقية الموجودة تحت سطح الجلد مباشرة وقد تكون هذه الحالة المرضية وقتية او مزمنة.

العمل في الأجواء الباردة: ان انتاجية الفرد أي مقدار نشاطه في العمل يعتمد على قابليته الجسمانية والعقلية. وكما ذكرنا فأن محيط العمل له علاقة مباشرة بذلك ففي المحيط البارد يقوم جسم الإنسان بتوليد الطاقة الحرارية لغرض الحفاظ على إبقاء درجة حرارة الدماغ ثابتة (٣٧ درجة مئوية) على الأقل لكي يضمن استمرار سير الدم الى جميع اجزاء الجسم وخاصة الأطراف.

ان التغيرات الوظيفية التي تحدث عند تعرض الفرد لمحيط بارد هي: ـ

أـ تقلص الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد والأطراف لغرض تقليل تسرب الحرارة من الجسم الى المحيط الخارجي.

بـ يبدأ الجسم بالارتعاش، حيث أن هذه الحركة تزيد من انتاجية الجسم في توليد الطاقة الحرارية.

هذا وان الجسم له القابلية على التأقلم للعمل في المحيط البارد حيث تتوسع الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد والأطراف لكي تزيد من كمية الدم المارة بها وعندها يبدأ الفرد بالإحساس بالحرارة

بالمقارنة للشخص غير المتأقلم ومع هذا فان التأقلم للبرودة اصعب بكثير من التأقلم للحرارة لأسباب غير واضحة علمياً.

هناك بعض الأعمال التي تتطلب ان تكون درجة الحرارة في موقع العمل منخفضة الى ١٥ درجة مئوية او اقل من العمل في مخازن التبريد أو في العراء عندما يكون البرد قارصاً أو العمل في أعالي الجبال وغير ذلك من أعمال ونتيجة لذلك يتعرض العمال لمخاطر البرودة.

ان جهل العمال بمخاطر البرودة وعدم اتخاذ الاحتياطات الوقائية اللازمة عند العمل في الأجواء الباردة يعرض العامل للإصابة بشحوب الجلد بسبب تقلص الأوعية الدموية المنتشرة في الجلد ينتج عنها نقص في كمية الدم التي تصل الى الجلد او المنطقة المعرضة للبرودة. أما إذا تعرض الفرد الى برودة جزئية أي أقل من درجة الانجماد فأنه قد يصاب بألم وتنمل (الاحساس بما يشبه وخز الابر) في منطقة التعرض وكذلك يحدث تشقق وتقشف في الجلد، هذا وقد وجد ان الاجواء المشبعة بالرطوبة والبرودة المجمدة تحدث ضرراً كبيراً على أنسجة الجسم والأوعية الدموية والأعصاب وعضلات الساقين.

ان تعرض أحد اعضاء جسم الانسان لدرجات الحرارة الواطئة جداً قد يحدث تجمداً في ذلك العضو بسبب انقطاع الدم عنه نتيجة انكماش الأوعية الدموية ينتج عن ذلك موت الأنسجة لذلك العضو وتحدث حالة تسمى الغنغرينا (Gangrene). ان أكثر الأعضاء تعرضاً لمثل هذه الحالات هي أطراف الجسم كأصابع

اليدين والقدمين والأذنين والأنف.

ان الأمراض التي تصيب الأفراد الذين يعملون في مواقع باردة جداً (أقل من درجة الصفر المئوي) (Frostbite) وكذلك المرض المسمى «بقدم الخندق». ان هذه الحالات المرضية نادرة في الوطن العربي. هذا وقد وجد ان الأفراد العاملين في الأجواء الباردة أكثر عرضة لأمراض الجهاز التنفسي وأمراض الروماتزم والأنفلونزا بالمقارنة لعموم الناس هذا وينصح بمنع تشغيل الأفراد المصابين بأمراض الأوعية الدموية او المدمنين على التدخين أو شرب الكحول في مواقع العمل الباردة جداً لما لذلك من ضرر على صحتهم، حيث ثبت بأنه إذا تعرض الفرد للبرودة وانخفضت درجة حرارة جسمه من ٣٧ درجة مئوية الى ٢٨ درجة مئوية فأن الفرد يفقد وعيه وقد يصاب بعجز القلب ويتعرض للموت إذا لم يعالج بسرعة وذلك بوضعه في حمام حار او دافىء لغرض رفع درجة حرارة جسمه بأسرع ما يمكن.

أما الحالات المرضية التي ورد ذكرها اعلاه فيتم علاجها باستخدام الكمادات الدافئة لا الساخنة وذلك بوضعها على منطقة الإصابة أي المنطقة المتجمدة.

ان العمل في الأجواء الباردة يتطلب من العامل ارتداء الملابس الواقية والمصنوعة من المواد التي تمنع دخول الماء الى جسم الإنسان وكذلك تعمل على المحافظة على حرارة الجسم من الفقدان.

هناك بدلة عمل تتكون من غطاء للرأس وقفازات وأحذية بالاضافة الى البدلة التي تحمي الجسم بأكمله.

الفصل الثالث

طرق الوقاية من مخاطر الحرارة: هناك عدة طرق لوقاية العامل من مخاطر التعرض للحرارة أهمها:

١- تطبيق طرق الوقاية الهندسية

٢- مراعاة تطبيق طرق الوقاية الطبية

٣- استعمال معدات الوقاية الشخصية

٤- والأهم من كل هذا وذاك هو مقدار ادراك العامل لهذه المخاطر ومعرفته كيفية الوقاية منها

٥- وجود القوانين والأنظمة التي تحمي العامل من مخاطر الحرارة. وقبل ان نتطرق الى هذه الطرق لا بد من أن نذكر العوامل التي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند التخطيط لتوفير بيئة ملائمة للعمل وهذه النقاط هي:

أ- الحرارة الاشعاعية المتولدة من مواقع العمل أو من المحيط كله.

ب- حرارة هواء بيئة العمل مع اخذ بنظر الاعتبار الرطوبة النسبية.

جـ الحرارة التي تصل العامل من الاجسام الموجودة داخل بيئة العمل.

د- الحرارة المتولدة من كثافة العاملين في موقع العمل.

ان طرق الوقاية من مخاطر التعرض للحرارة هي:-

أولاً- طرق الوقاية الهندسية:- ان إستخدام الطرق الهندسية للوقاية من مخاطر الحرارة التي يتعرض لها الفرد العامل تعتبر من أفضل وأنجح الطرق إذا كانت ممكنة التطبيق، ومن هذه الطرق:-

أ- الاستبدال: وذلك باستبدال العمليات الساخنة بعمليات باردة. ان تحقيق تطبيق هذه الطريقة غير ممكن من الناحية العملية في الوقت الحاضر كما نعلم ذلك من واقع الصناعات المعروفة والتي تحتاج الى حرارة عالية لاتمام المرحلة الصناعية مثل صناعة الزجاج او صهر المعادن وغيرها.

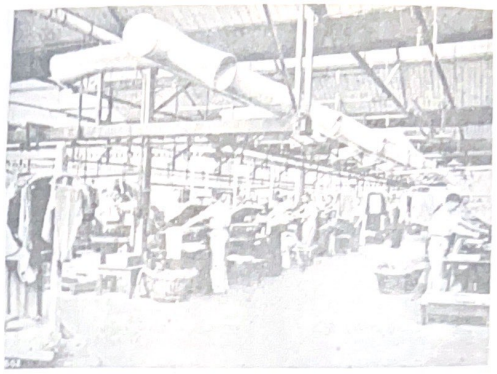
ب- العزل: نقصد بالعزل ابعاد العمليات الصناعية ذات الحرارة العالية عن مجموع العاملين وذلك بعزل الموقع الصناعي الحار عن باقي مواقع العمل وتحذير العمال من الأقتراب من المواقع الحارة عدا الذين يشتغلون فعلاً في الموقع الحار وبذلك نكون قد ابعدنا القسم الأكبر من العاملين من مخاطر التعرض للحرارة.

جـ استعمال الحواجز الوقائية:- من الممكن جداً تقليل كمية الحرارة التي يتعرض لها العاملون في مواقع العمل وذلك اما بوضع الحواجز التي لها القابلية على امتصاص الحرارة من بيئة العمل مثل

شكل رقم - ١٧ - يبين استخدام التهوية بشكل صحيح في موقع العمل

نصب الواح متعددة من الصلب الرقيق يفصلها مادة عازلة للحرارة مثل مادة الأسبست أو الهواء، كما يمكن استخدام الحواجز العاكسة للاشعاع الحراري حيث توضع هذه الحواجز بين مصدر الحرارة وبين العاملين بالعملية الصناعية الساخنة او الحارة. ان نسبة انعكاس الحرارة من هذه الحواجز تختلف تبعاً لنوع مادة الحاجز نفسه، حيث لو تم استعمال حاجز من مادة الألمنيوم فأن مقدار ما ينعكس من الحرارة من هذا الحاجز يساوي ٩٠٪ من الحرارة الساقطة عليه.

د- التهوية:- ان استخدام التهوية الصحيحة في مواقع العمل (شكل رقم - ١٧ -) يلعب دوراً كبيراً في توفير بيئة ذات حرارة ملائمة لعمل الفرد، حيث أن تحقيق درجة الحرارة الفعالة (المريحة)



شكل رقم - ١٨ -
يبين استخدام التهوية بشكل صحيح في موقع العمل

في موقع العمل يعتمد على درجة الرطوبة النسبية من جهة وعلى سرعة الهواء في موقع العمل من جهة أخرى، لأن انخفاض درجة الرطوبة النسبية وزيادة في حركة الهواء تساعد على تبخر العرق من جلد الإنسان، وهذا بدوره يساعد على التخلص من حرارة الجسم.

ان تنظيم قنوات التهوية في مواقع العمل يجب ان تكون مبنية على اسس علمية وان يؤخذ بنظر الاعتبار كثافة الأفراد وموقع البناء وقياس النوافذ وعددها ودرجة حرارة الهواء الخارجي، كما يشترط أن يمر الهواء البارد على العامل قبل مروره على موقع العمل

شكل رقم - ١٩ -
يبين كيفية توجيه الهواء البارد على العامل الذي يعمل في موقع حار

شكل رقم - ١٩ - يبين كيفية توجيه الهواء البارد على العامل الذي يعمل في موقع حار.

هـ النوافذ وحرارة الأبنية: - هناك نوعان من البناء سواء لقاعات العمل أو للغرف، الأول يتميز بانخفاض السقوف وكبر النوافذ حيث تشكل النوافذ عادة ٥٠٪ من السطح الخارجي

للبناء، وان مثل هذا البناء يحتاج الى تهوية أكثر وان كبر النوافذ يؤدي الى برودة المكان شتاء وتدفئة المكان في الربيع والصيف وان مثل هذا البناء يعرف بالبناء الحديث. اما النوع الثاني من البناء فيتميز بارتفاع السقوف حيث تشكل مساحة النوافذ فيه ١٥ ـ ٣٠٪ من مساحة السطح الخارجي للبناء فقط، أي أقل بكثير من النوع الأول. ان النوع الثاني من البناء يعرف بالبناء القديم والذي كان منتشراً قبل حوالي نصف قرن. واذا اعتبرنا عامل التوصيل الحراري ٣,٥ للنافذة و ٠,٨ للجدار نجد أن ٨٢٪ من فقدان الحرارة الكلية يكون عن طريق النوافذ وفقط ١٨٪ عن طريق الجدران والسقوف، أي ان فقدان الحرارة عن طريق النوافذ في المباني تساوي أربع أضعاف عما يتم من فقدانه بواسطة الجدران والسقوف، لذا فأن اجراء عملية العزل الحراري للنوافذ يكون ذو فائدة أكبر بالمقارنة لعملية عزل الجدران، لذا فان البناء الحديث الذي يهدف لإيجاد وسيلة تربط ساكني البناء بالمحيط الخارجي عن طريق جعل النوافذ كبيرة جداً يصعب تكيف درجة حرارته بشكل يريح الفرد الذي يعيش داخل هذا البناء، لذا وجب على المهندس المشرف أخذ النقاط التالية بنظر الاعتبار عند تصميم البناء:ـ

١ـ فقدان الحرارة من خلال جدران البناء والنوافذ والأبواب والسقف

٢ـ فقدان الحرارة من خلال التهوية او من خلال سحب الأبخرة والغازات الضارة وحتى الادخنة.

٣ـ تكوين الحرارة داخل بيئة العمل من الآلة أو الكهرباء أو الأفراد.

هذا ولا بد من الاشارة الى بعض الأخطاء التي قد تحدث في موقع العمل والتي تكون السبب في عدم السيطرة على توفير درجة الحرارة الفعالة (المريحة) للفرد:ـ

١ـ الخطأ في حساب مقدار الحرارة المتولدة في موقع العمل.

٢ـ الخطأ في تقدير مقادر الحرارة الناتجة بسبب المراجل والأفران والأجهزة الأخرى بشكل دقيق.

٣ـ فقدان الحرارة من موقع العمل بسبب انعدام أو عدم كفاءة العازل الحراري الموجود في موقع العمل والذي يؤدي الى تسرب حرارة أكثر مما حسب له.

٤ـ عدم انتظام التوزيع العادل للاشعاع الحراري لمواقع العمل مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة في بعض المواقع وانخفاضها في مواقع اخرى.

٥ـ خطأ في تصميم قنوات التهوية وذلك اما أن تكون كبيرة أو صغيرة أو غير محكمة الصنع.

٦ـ الخطأ في تقدير حجم ساحبات الهواء لموقع العمل.

٧ـ الخطأ في تصميم مواقع النوافذ والأبواب مما قد يؤدي الى حدوث تيار هواء داخل موقع العمل.

٨ـ خطأ في تصميم قنوات سحب الأبخرة والغازات من قاعات العمل.

ثانياً: طرق الوقاية الطبية:ـ هناك أربعة انواع من الخدمات الطبية

التي تلعب دوراً كبيراً في وقاية العامل من مخاطر الحرارة.

١ـ **الفحص الطبي الابتدائي**:ـ يشترط إخضاع العامل الذي يطلب التعيين الى فحص طبي يقوم به طبيب متخصص بطب الصناعات والأمراض المهنية أو ممارس في الصحة المهنية أو أن يحال الى لجنة طبية بكتاب من المصنع أو المعمل الذي سيستخدم العامل لغرض تبيان نوع العمل الذي سيمارسه العامل وذلك لغرض اجراء الفحص الطبي الدقيق عليه وذلك لتجنب انجاح الفرد بالفحص الطبي إذا كان مصاباً بمرض قد يكون تشغيله سبباً لحدوث مضاعفات لهذا المرض الذي قد يودي بحياة العامل، كما أن الفحص الطبي الابتدائي يكشف عن أي حالة مرضية كامنة لم يسبق للعامل معرفته بها، إضافة لتسجيل نتائج هذا الفحص سواء بالسلب او الايجاب في بطاقة العامل الصحية لغرض استخدامها كأساس في المستقبل عند تقدير حالته الصحية أو لغرض التعرف فيما اذا كانت إصابته الحالية حدثت بسبب العمل أم كان مصاباً بها قبل التعين.

ان الفحص الطبي الابتدائي يجب ان يشمل الفحوص التالية:ـ

أـ فحص سريري عام

بـ قياس وظيفة الرئة لمعرفة مقدار طاقة الفرد لأخذ الأوكسجين من جهة ومقدار ما يستهلكه الفرد من أوكسجين عند القيام بجهد معين.

جـ الانتباه لعمر العامل لأن الأفراد الذين يزيد عمرهم عن أربعين سنة هم أقل تأقلماً للحرارة من الشباب وذلك بسبب خمول كثير من الغدد العرقية أو عدم استجابة الغدد العرقية للتغيرات الحرارية.

دـ قياس حجم ومساحة الجسم: ان جهد العامل يتأثر بوزن الجسم فمثلاً اذا كان وزن الفرد ٥٠ كيلو غرام او أقل فأن مقدار ما يأخذه من الأوكسجين ليس فقط قليلاً وإنما مقدار تحمل هذا الفرد للحرارة يكون ضعيفاً جداً بالمقارنة لشخص ذو وزن طبيعي عند قيام الاثنين بنفس العمل. ان الفرد ذو مساحة جسم صغيرة يكون له القدرة على إنتاج الحرارة من التمثيل الغذائي أكثر من الشخص ذو مساحة جسم أكبر، لهذا لا يفضل تشغيل الأفرادذوي الوزن القليل في الأماكن الحارة.

هـ عامل الجنس: على الطبيب ملاحظة كون الرجال أكثر قابلية للعمل في أجواء حارة بالمقارنة للنساء.

هذا وأن الأفراد الذين يثبت الفحص الطبي الإبتدائي إصابتهم بأمراض القلب أو الدورة الدموية أو الأمراض المزمنة مثل مرض الكلى المزمن أو المصابين بحالة زيادة إفراز الغدة الدرقية أو غيرها من الأمراض يجب عدم الموافقة على تشغيلهم في مواقع العمل التي يحتمل أن يتعرض بها الفرد الى حرارة عالية.

٢ـ **الفحص الطبي الدوري**:ـ ان العاملين في مواقع العمل التي تتميز بارتفاع درجة الحرارة يجب اخضاعهم الى الفحص الطبي الدوري بين فترة واخرى على أن لا تزيد الفترة عن سنة

واحدة، وذلك لضمان تمتعهم باللياقة البدنية وعدم إصابتهم بأي حالة مرضية خلال عملهم. ان الفحص الطبي الدوري يضمن أيضاً كون العمل يتم في بيئة مناخية لا تحمل ضرراً على العاملين وبعكسه يطلب من الإدارة العمل على معالجة الموقف لأن إستمرار تعرض الأفراد للحرارة العالية يعني توقع إصابة العاملين بمخاطر الحرارة العالية وبالنتيجة احداث الضرر بالأفراد العاملين. إن إتخاذ أي قرار لمعالجة الموقف يجب أن يكون مبنياً على أسس علمية وبعد إجراء القياسات الحرارية لمواقع العمل.

٣ـ **الخدمات العلاجية**:ـ في المصانع الكبيرة على رب العمل تعيين طبيب للإشراف على الخدمات العلاجية اليومية للعمال سواء لمعالجة الحالات المرضية الاعتيادية او الناتجة بسبب العمل. ان عدد ساعات اشتغال الطبيب في المصنع يعتمد على عدد العاملين من جهة وتوفر الطبيب من جهة أخرى ويفضل تعيين من لهم اختصاص أو ممارسة في موضوع طب الصناعات والأمراض المهنية لغرض التوفيق في تقديم الخدمات العلاجية والوقاية للعاملين في آن واحد.

٤ـ **خدمات الاسعاف الأولى**:ـ ان الطبابة في المصنع ملزمة بالإشراف المباشر على توفير صناديق الاسعافات الأولية في كل موقع عمل مع ضمان تجهيزه بالمحتويات الكاملة باستمرار وتدريب احد العاملين في كل موقع عمل على كيفية تقديم الاسعافات الأولية عند الحاجة.

ثالثاً: القابلية الجسمانية للتأقلم لحرارة المحيط:ـ يستطيع جسم

الإنسان التكيف لتقلبات درجات حرارة المحيط وذلك بواسطة قابليته للتأقلم على الحرارة ويتم ذلك من خلال التغيرات الوظيفية التالية التي تحدث في الجسم:ـ

١ـ حدوث زيادة في كمية وسرعة افراز العرق.
٢ـ حدوث قلة في كمية الملح المفقودة مع العرق.
٣ـ امكانية التحكم في مقدار توسع الأوعية الدموية في الجلد لكي يتم تنظيم كمية الدم المارة في باقي انسجة الجسم الحيوية.
٤ـ يمكن تخفيض درجة التمثيل الغذائي بمقدار مناسب ينتج عنه انخفاض في انتاج الحرارة في الجسم.

ان هذه التغيرات التي تحدث داخل جسم الإنسان تسمى بعملية التأقلم والهدف منها تقليل الاصابة بأمراض الحرارة العالية إضافة لأحداث الاستقرار في جهاز الدوران وكذلك الانتظام في دقات القلب. ان التأقلم للحرارة يجب أن يخضع لنظام معين إذا أريد تجنب أي ضرر على الفرد، حيث يتم تعريض الفرد للحرارة لمدة خمسة عشر دقيقة فقط في اليوم الأول ثم يعرض ساعة واحدة صباحاً وساعة واحدة بعد الظهر في اليوم الثاني، أما في اليوم الثالث فيعرض الفرد ساعتين صباحاً وساعتين بعد الظهر للحرارة وتزداد مدة التعرض الى ثلاث ساعات صباحاً وثلاث ساعات بعد الظهر في اليوم الرابع وعندها يتأقلم الفرد ويتمكن من العمل في المحيط الحراري، هذا وان التأقلم على الحرارة يتكامل بعد اسبوعين من العمل تقريباً ويبدأ الفرد بعدم التضايق للمحيط الحراري وكذلك لا يبقى أي احتمال لإصابته بأمراض الحرارة

شرط أن يكون متخذاً الاحتياطات الوقائية أثناء العمل، لذا يجب عدم تشغيل الفرد في المناطق الصناعية الحارة قبل امراره بفترة مناسبة يتمكن خلالها من التأقلم على المحيط الحراري شرط أن يكون قد نجح في الفحص الطبي الابتدائي.

رابعاً: معدات الوقاية الشخصية:- هناك معدات متعددة قد يحتاجها الفرد العامل في مواقع الحرارة العالية. ان معدات الوقاية الشخصية يجب توفيرها من قبل صاحب العمل مجاناً للعاملين وان يختارها من النوع الملائم للعمل شرط أن تكون مواصفاتها خاضعة لمواصفات عالمية مقبولة من حيث أدائها العمل الوقائي عند الارتداء. وأن أهم المعدات التي يحتاجها العامل في الموقع الحراري هي:

١- الملابس الواقية: هناك أنواع عدة من الملابس التي يمكن ان تقي الفرد العامل من الحرارة العالية، ومن أهم مواصفات هذا النوع من الملابس هو أن تسمح للعرق بالتبخر بسهولة وأن يتخللها الهواء، لأن الهواء يساعد على وقاية الجسم من الحرارة لأنه عازل نوعاً ما. كما ان هناك بعض الملابس التي يمكن ملؤها بالهواء البارد أو الثلج (شكل رقم - ٢٠ -) أثناء العمل وعندها تصلح لوقاية العامل من الحرارة لعدة ساعات وقد تصل الى أربعة ساعات أحياناً، وهذا يعني أن العامل يمكنه ملء هذا النوع من الملابس بالهواء البارد أو الثلج صباحاً عند بدء العمل وبعد وجبة الغذاء مرة أخرى.

كما أن هناك ملابس مصنوعة من مادة عازلة مثل الاسبست أو

شكل رقم - ٢٠ -
بدله يمكن ملئها بالهواء البارد او الماء المثلج

شكل رقم - ٢١ -
بدله يمكن ان يرتديها العامل ويدخل النار دون ان يؤثر على صحته

غيرها من المواد تعمل على عزل الجسم عن مصدر الحرارة إضافة لوجود بدلة كاملة يمكن أن يرتديها الفرد العامل ويدخل شعلة النار دون أن تؤثر عليه أو على البدلة التي يرتديها وأن هذا النوع من البدلة مصنوع من مواد متعددة هي :

أ- الطبقة الخارجية من البدلة مصنوعة من الألمنيوم لغرض عكس الإشعاع الحراري وبنفس الوقت تكون غير قابلة للاشتعال

ب- البدلة عموماً سميكة لتعمل كعازل حراري .

جـ البدلة مبطنة من الداخل بمادة عازلة تماماً بحيث تمنع وصول الحرارة الى جسم الإنسان .

د- السطح الداخلي للبدلة له قابلية امتصاص العرق الذي يفرزه الجسم .

هـ البدلة موصلة بانبوب إلى الخارج لغرض سحب بخار الماء الناتج من التبخر إضافة لأمكانية دفع هواء الى داخل البدلة لغرض التنفس .

ان المواصفات المذكورة اعلاه يمكن استخدامها في عمل الصداري والأحذية والقفازات والخوذات وغيرها .

٢- القفازات والأحذية : عند العمل في اجواء حارة يجب الزام العامل بارتداء القفازات والأحذية ، ليس فقط للوقاية من الحرارة ولكن لتجنب المخاطر الأخرى الناتجة من العمل . ان القفازات والأحذية يجب أن تكون من النوع الذي يفي بالغرض وأن يكون مريحاً وسهل الإستعمال .

٣- معدات اخرى مثل الخوذات والنظارات والصداري : ان

توفير مختلف أنواع المعدات في موقع العمل يضمن رعاية العامل من مخاطر العمل وقد يحتاج الى استعمال بعضها عند اجراء بعض العمليات التي تحمل خطورة على صحته وليس شرطاً ان يرتديها باستمرار. هذا ويجب معاقبة العامل الذي لا يرتدي المعدات الواجب ارتدائها أثناء العمل لأن أي إهمال في عدم ارتداء معدات الوقاية الشخصية قد يؤدي أحياناً لى إصابة خطرة قد تكون نتيجتها الوفاة أحياناً.

خامساً: **الوعي الوقائي**: ان نشر الوعي الوقائي بين العاملين يعتبر الحجر الأساسي في الحفاظ على الكادر البشري من مخاطر المهنة، لذا يجب إفهام كل فرد يباشر بالعمل بمخاطر المهن عموماً ومخاطر مهنته خصوصاً، مع إفهامه طرق الوقاية الصحيحة من هذه المخاطر لحين إدراكه أن العمل لا يحدث أي ضرر على الفرد العامل فيما إذا إتبع طرق الوقاية العامة والخاصة باستمرار وبدون تماهل أو كسل ويفضل عرض فلم سينمائي للعامل يوضح مخاطر العمل وطرق الوقاية لكي يدركها بشكل أفضل، حيث أن استعمال الوسائل السمعية والبصرية في توعية العامل بموضوع الصحة والسلامة المهنية اثبتت فعاليتها وقللت الأضرار وهذا ما أثبتته الدراسات العلمية.

هذا ويمكن تقديم بعض الإرشادات للفرد العامل في بيئة حارة:-

١- عند الشعور بالحر يجب تقليل الجهد العضلي قدر الإمكان او التوقف عن أداء أي عمل إضافي.

٢- تجنب تناول أي نوع من المشروبات الكحولية أثناء العمل لأن ذلك يؤدي الى توسع الأوعية الدموية بالجلد مما يزيد من شدة الإصابة بالإجهاد الحراري.

٣- التمتع بفترات استراحة كافية بين وجبات العمل شرط أن يقضي الفرد هذه الفترات في أماكن بعيدة عن التعرض للحرارة أي في مكان بارد ومريح.

٤- توفير فترة كافية للنوم وذلك لاعطاء راحة للجسم لأن الإجهاد يقلل الى حد كبير من مقاومة الجسم للحرارة.

٥- عند التعرض للعرق الزائد أثناء العمل يجب تعويض الجسم عما فقده وذلك بأخذ ملح الطعام والماء باستمرار لكي لا تحدث حالة تشنجات (تقلصات) الحرارة

هذا ويجب توعية العامل أيضاً بالأمور التالية:-

أ- تزويده بمعلومات كافية حول كيفية التأقلم لمحيط العمل.

ب- افهامه عن سبب تناوله كمية أكبر من الماء أثناء العمل في محيط حار بالمقارنة للعمل في محيط ذو درجة حرارة اعتيادية.

جـ- تزويده بمعلومات كافية عن سبب وجوب تناوله حبوب ملح الطعام أثناء العمل في محيط حار.

د- القيام بشروحات وافية له عن ماهية اعراض أمراض التعرض للحرارة العالية وعرض فلم سينمائي لذلك.

هـ- تزويده بمعلومات كافية عن علاقة الحرارة بالمشروبات وبعض أنواع الأدوية وأثرها على صحته.

و- تدريبه على كيفية إرتداء معدات الوقاية الشخصية وكيفية

ادامتها وخزنها مع شرح عن خواص هذه المعدات وخاصة بدلة العمل التي تقي الفرد من الحرارة العالية.

هذا ونتقدم ببعض الإرشادات الصحية للعاملين في وضعية الجلوس في فصل الشتاء:-

١- يجب أن تكون درجة حرارة بيئة العمل ما بين ٢٠ - ٣٠ درجة مئوية عند مستوى ارتفاع الرأس.

٢- يجب ملاحظة كون درجات حرارة الحواجز الموجودة داخل قاعات العمل بنفس درجة حرارة بيئة العمل أو بفارق لا يزيد عن ٢ - ٣ درجة مئوية.

٣- حركة الهواء في موقع العمل يجب أن تكون أقل من ٠,٢ متر في الثانية.

٤- الرطوبة النسبية للهواء يجب أن تكون ما بين ٤٠ - ٥٠٪.

سادساً: وجود القوانين والأنظمة التي تحمي العامل من مخاطر الحرارة في بيئة العمل:- لا يمكن تحقيق تطبيق طرق الوقاية التي ورد ذكرها ما لم يكن هناك نص قانوني يلزم أصحاب العمل بالتقيد به. فان وجود القوانين والأنظمة التي تحدد درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء في مواقع العمل المختلفة يساعد في توفير بيئة ملائمة للعمل. أن تحقيق تحديد درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء لكل صناعة ليس بالأمر السهل ولهذا فان القانون يمكنه إلزام كافة أصحاب العمل بتحديد درجة الحرارة الفعالة لموقع كل عمل داخل المصنع الواحد وإعلان ذلك بأمر إداري يوزع على العاملين لغرض التعرف على درجة الحرارة

الفعالة في موقع العمل أما قانون العمل فيمكنه تحديد الدرجات العليا والصغرى بشكل عام لصناعات متعددة ولتكون دلالة لاصحاب العمل. ان معرفة درجات الحرارة والرطوبة وحركة الهواء لا يكفي ما لم يكن هناك رقابة لقياس تلك الدرجات بين فترة واخرى للتأكد من كون بيئة العمل ملائمة لعمل الأفراد وأن مسؤولية ذلك تقع على عاتق مسؤول السلامة المهنية بالتعاون مع الطبابة وشعبة الهندسة الفنية التي تقوم بالقياسات الدورية لدرجات الحرارة والرطوبة وسرعة الهواء لبيئة العمل. ان تعاون الادارة مع مسؤول السلامة المهنية وطبابة الموقع الصناعي وممثل العمال يساعد في تهيئة ظروف عمل ملائمة للفرد العامل والذي ينعكس بالنتيجة في زيادة الانتاج والمحافظة على صحة العامل.

المراجع

المصادر باللغة العربية

الفيزياء- كتاب الصف الرابع الثانوي العام - الجمهورية العراقية - وزارة التربية - ١٩٧٨

٢- ارنست ايكارت - ترجمة المهندس مروان الأخرس- المدخل في انتقال الحرارة والمادة - الجمهورية العربية السورية - وزارة التعليم العالي - ١٩٧٣

د. محمد مختار عبد اللطيف وجماعته - دليل الامن الصناعي للمراقبين والمشرفين - السلسلة العمالية - العدد رقم (٢١) لسنة ١٩٦٦

٤- د. محمد لبيب السرسي وجماعته - موسوعة الأمن الصناعي للدول العربية - الدار العربية للموسوعات - حسن الفكهاني - الجزء الأول - ١٩٧١

٥- د. عبد الرزاق الخطيب - التلاؤم بين العامل وعمله -

الجمهورية العربية السورية -
الاتحاد العام لنقابات العمال
- المعهد النقابي المركزي دمشق

المراجع باللغة الانكليزية

References

1- Carl Zenz, Occupational Medicine, principles and Applications - Year Book Medical Publishers, Inc. Chicago 1975

2- Chanlett, E. Environmental Protection. Mc Graw - Hill, Book Company, New York 1973

3 - Clayton, G. and Clayton, E. C. Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. John wiley, and Sons, New York. 1978.

4 - Harvey and Murray, Industrial Health technology Butterworth and Co. London 1958.

5 - Heating and Cooling for man in Industry., American Industrial Hygiene Association 1970.

6 - Hunter, D., The Diseases of Occupations Hodder and Stoughton London 1980.

7 - Occupational Health and Safety, I. L. O. Geneva 1976.

8 - Schilling, R. S. F, Occupational Health Practice Butterworth and Co. London 1973.

فهـــرس

مقدمة ٧

الفصـــل الاول ٩

الحرارة ١١
مصادرالطاقة الحرارية ١٣
حرارة جسم الانسان ١٤
التنظيم الفسلجي لحرارة جسم الانسان ١٥
التبادل الحراري بين جسم الانسان والمحيط الخارجي ١٨
انتقال الحرارة ٢٠
مصادر حرارة جسم الانسان ٢٣
وسائل تصريف الحرارة من جسم الانسان ٣١
قياس الحرارة ٣٦
التأقلم للحرارة ٤١

الفصـــل الثاني ٤٩
مصادر الحرارة في اماكن العمل ٥٠

تأثير الحرارة على جسم الانسان ٥٦
الضربة الحرارية ٥٩
الاجهاد الحراري ٦٣
تقلصات الحرارة ٦٦
التعب الحراري ٦٨
التهاب العيون ٦٨
التهابات الجلد ٦٨
تأثير الرطوبة النسبية على اعضاء الجسم ٦٩
تاثيرات اخرى ٧٢
العمل في الاجواء الباردة ٧٣

الفصـــل الثالث ٧٧
طرق الوقاية من مخاطر الحرارة ٧٩
- طرق الوقاية الهندسية ٨٠
- طرق الوقاية الطبية ٨٥
- القابلية الجسمانية للتأقلم على الحرارة ٨٨
- معدات الوقاية الشخصية ٩٠
- التوعية
- وجود القوانين والانظمة التي تحمي العامل من مخاطر الحرارة في بيئة العمل. ٩٦
- المراجع باللغة العربية ٩٩
المراجع باللغة الانكليزية ١٠٠

طبعت بإشراف
دار الفـ باء للطباعة والنشـ ـر
بيروت ـ لبنان
١٩٨٠