أثر المناخ على كفاءة العمل فى منطقة برج العرب – محافظة الاسكندرية (دراسة في المناخ التطبيقى)

إعداد

د / عبير على فرغلى

مدرس الجيومورفولوجى بالمعهد العالى للدراسات الادبية كينج مريوط

د/ محمد عبد الحميد أمين

دكتوراه فى الجغرافيا الطبيعية

الملخص

يعد المناخ أحد مكونات البيئة الطبيعية التي يشعر بها الإنسان ويحس بتأثيرها، ويستجيب لتغيرات عناصرها وخاصة المتطرفة منها ، وتعدد ظروف المناخ وتقلباته لها دور كبير فى أحساس العمال بالراحة وقدرتهم على مواصلة العمل.

ويتوقف تقدير حالة الشعور بالراحة او الضيق على مستوى النشاط الذى يمارسه العمال ومدى تكيف العمال لخصائص المناخ المحلى لبيئة العمل ، ولا يكفي استخدام عنصر مناخي واحد لوصف شعور الإنسان بالراحة إذ يشترك مجموعة من عناصر المناخ لتحديد هذا الشعور من هذا المنطلق هدف البحث تحديد الأشهر التى يسود فيها مناخ مريح يشعر فيه العمال بالراحة وتلك التى يسود فيها مناخ غير مريح يسبب الارهاق وعدم الرغبة فى العمل .

ولصعوبة إيجاد علاقة أو قانون أو معيار يأخذ في الحسبان كافة عناصر المناخ المؤثرة في راحة الإنسان وقياس مؤثراتها الفسيولوجية على صحته ،تعددت القرائن والمخططات لقياس تأثير هذه العناصر على راحته الفسيولوجية ، ومن أشهر تلك المخططات المخطط البيانى لموندر والمخطط البيانى لترجنج والمخطط البيانى لتيلور والمخطط البيانى لسنجر.

اعتمد البحث لإظهار التباين المكاني والزماني للعناصر المناخية المؤثرة علي مستوى الراحة الحرارية للعمال، من خلال تطبيق معيار درجة الحرارة والرطوبة THI (Temperature Humidity Index) والمخطط البيانى لسنجر

الكلمات الدالة : الراحة المناخية ، المخطط البيانى لسنجر ، معيار درجة الحرارة والرطوبة

مقدمة :

اهتمت الدراسات والبحوث الجغرافية الحديثة بالجانب التطبيقي النفعي لمعالجة بعض المشكلات البيئية ، بهدف دراستها ووضع حلول سريعة تحد من المشكلة ،وحلول مستدامة طويلة المدي مرنة ومتطورة .

ويعد المناخ من أكثر عناصر البيئة الطبيعية تأثيراً في شعور الإنسان بالراحة أو الضيق ، لذا تحظي دراسة العلاقة بين المناخ والإنسان بأهمية كبيرة في الدراسات المناخية لما لها من تأثير علي صحة الإنسان وراحته وقدرتة علي العمل ، وتعتمد قدرة الإنسان علي العمل علي عدة جوانب شخصية ؛كالحالة الصحية والنفسية والاجتماعية ومنها ما يتعلق بالظروف المناخية المحيطة ومدى ملائمتها مع متطلبات العمل .

ومن عناصر المناخ التي نالت اهتمام الباحثين درجة الحرارة في مكان العمل فارتفاع درجة الحرارة عن الحد المناسب يشعر العمال بالإرهاق البدني والنفسي ، وقد يبدو لأول وهلة أن درجة الحرارة هي العامل الحاسم التي تؤثر علي أداء العمال ،إلا أن الدراسات الحديثة قد أثبتت أن تفاعل عناصر المناخ كدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح مع بعضها هو الذي يقرر مدي إحساس العامل بالراحة الحرارية ومن ثم قدرته علي الإنتاج ، ويؤدي ارتفاع نسبة الرطوبة في بيئة العمل علي إعاقة العامل عن القيام بعمله وشعوره بالتعب والإرهاق المتكرر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للجسم وعدم تبخر العرق عن سطح جلده .

وتعتبر الراحة الحرارية[1] مطلب ضروري للعامل ومؤشراً علي جودة البيئة المحيطة به ، وتوفر أجواء مناسبة لرفع كفاءة الإنتاج ،حيث تبين أن درجة حرارة الهواء المرتفعة أو المنخفضة بالمصانع تؤدي إلي تدهور أداء العمال وشعورهم بالإرهاق البدني والتباطؤ في تأدية العمل مما ينعكس سلباً علي إنتاجية المؤسسة ، ويتأزم الوضع إذا لم يتوفر نظام تهوية بالمؤسسة خاصة إذا كانت المنطقة تتميز بالحرارة الشديدة وطبيعة العمل تساهم في ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة بالمكان .

<u>هدف البحث</u> : يهدف البحث إلي :

١ – دراسة كفاءة العمل والإنتاجية لدي عمال منطقة برج العرب الصناعية وعلاقتها بالأحوال المناخية السائدة حيث أن شعور العمال بالراحة الحرارية وارتباطها بالإنتاجية العالية ما هو إلا نتيجة لتأثير العناصر المناخية والتي تتباين من فصل لأخر بل وفي نفس الفصل الواحد .

٢ – إجراء تحليل لعناصر المناخ للتوصل إلي دليل مناخي يفيد في فهم مستويات الراحة الحرارية للعمال.

٣ – تحديد الأوقات المناسبة للعمل حسب المعايير المناخية .

<u>منهجية البحث :</u>

اعتمد البحث علي المنهج التحليلي الكمي في دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة لإظهار التباين المكاني والزماني للعناصر المناخية المؤثرة علي مستوى الراحة الحرارية للعمال، من خلال تطبيق بعض المعايير المناخية مثل درجة الحرارة والرطوبة THI (Temperature Humidity Index) ومخطط سنجر

[1] الراحة الحرارية هى حالة من التعادل الحراري لا يشعر معها الإنسان بالبرد أو الحر أو أي مضايقة نتيجة لخلل فى البيئة الحرارية المحيطة به .

أساليب الدراسة :

استخدم الباحثان الأسلوب الإحصائي والأسلوب الكارتوجرافي والدراسة الميدانية التى جاءت فى يونيو ٢٠٢٠ وذلك للحصول على بيانات ومعلومات تخدم الدراسة وقد تم تصميم استمارة استبيان لهذا الغرض .

الدراسات السابقة :

١ – دراسة سبل وبازل Siple & Passel (١٩٤٥) حيث اعتمدت الدراسة علي قدرة الرياح علي التبريد وهي محصلة تجارب أُجريت في القارة القطبية الجنوبية واقترحوا استخدام دليل التبريد للرياح .

٢ – دراسة ثوم Thom(١٩٥٩) التي قدَّم فيها **توم** طريقة لحساب معامل الشعور بالضيق لمناخ الولايات المتحدة الأمريكية في ظل ظروف مناخية معينة على أساس الربط بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية والاعتماد على درجة الحرارة الجافة والرطبة وقد سُميت هذه الطريقة بدليل الحرارة وقد وضع حدوداً تصنيفية لذلك

٣- دراسة Terjung (١٩٦٦) ابتكر تيرجنج تصنيفاً مناخياً يقوم على أساس تأثير المناخ في إحساس الإنسان بالحر أو البرد والتعرف على أكثر المناطق ملائمة من الناحية المناخية لجسم الإنسان وتحديد الفترة الزمنية المناسبة لذلك ، حيث صنَّف مناخ الولايات المتحدة الأمريكية إلى عشرين إقليماً مناخياً فسيولوجي

٤ – دراسة عبدالله سالم وآخرون (٢٠٠٤)عن المناخ وعلاقته بكفاءة العمل وراحة الإنسان في الموانى التجارية العربية في الخليج العربي، حيث توصلت الدراسة إلى اتفاق كل المعايير المستخدمة على اعتبار أشهر الصيف أشهراً غير مريحة فى جميع الموانى

٥ – دراسة ضاحي وأبي غرسة (٢٠٠٨) التي هدفت لقياس المناخ وراحة الإنسان في مدينة سرت من خلال تطبيق معادلتي أوليفر وتوم Oliver & Thom اعتماداً على قيم درجات الحرارة للترمومتر المبلل والجاف ومعدلات الرطوبة النسبية، وخلصا إلى أنَّ أنسب الشهور راحة هو شهر يناير مقابل شهر أغسطس أكثر الشهور انزعاجاً لارتفاع درجات الحرارة والرطوبة النسبية وأنَّ شهري مارس وسبتمبر أقل الشهور راحة مناخية لأنهما يأتيان مباشرة خلف فصلي الشتاء والصيف على التوالي كما أوصيا بالتوسع في استخدام التكييف الصناعي لممارسة السكان أنشطتهم بشكل مناسب وتحديد ساعات العمل في الصباح الباكر حتى العاشرة صباحاً تجنب للإصابة بالأمراض الناتجة عن ارتفاع درجات الحرارة

٦ – دراسة محمد أبو الحسن القاسم (٢٠١٧) تطبيق قرينة توم على راحة الإنسان في مدينة الإحساء بالمملكة العربية السعودية ، وهدفت الدراسة إلى تحديد أثر عناصر المناخ الحرارة والرطوبة النسبية على راحة الإنسان ، وتوصلت الدراسة إلى ضرورة ربط الأجازات بشهور الانزعاج الحراري

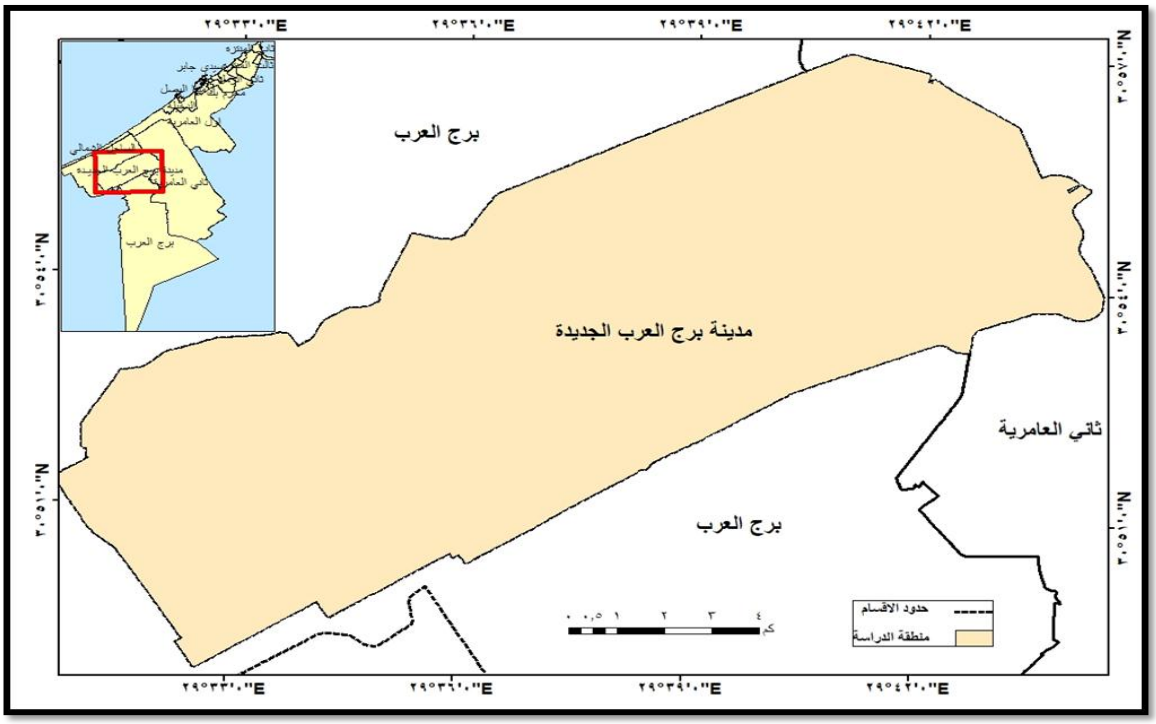
٧ – دراسة إبراهيم إسحيم العكرمي ، ابتسام المهدي (٢٠١٨)عن مستويات راحة السكان وكفاءة العمل فى مدينة صرمان – شمال غرب ليبيا ،أظهرت الدراسة أن العناصر المناخية (درجة الحرارة ،الرياح ، الرطوبة) تؤدى دور مهماً فى شعور السكان بالراحة وحسب قرينة جيفني للحرارة الفعالة يشعر السكان بالراحة خلال الأشهر من إبريل حتى اكتوبر،بينما وصف مناخ منطقة الدراسة بالراحة النسبية حسب قرينة توم ، وأكدت نتائج مخطط سنجر أن الأشهر المريحة بلغت أربعة أشهر تمتد من ديسمبر حتى مارس ويضاف إليها شهر إبريل كشهر مثالي لكفاءة العمل والإنتاج .

منطقة الدراسة :

تقع مدينة برج العرب جنوب غرب محافظة الإسكندرية بمسافة ٦٠ كم بين دائرتي عرض ″٤٥.٤٧ ′٤٨ °٣٠ و ″١٩.٨٨ ′٥٧ °٣٠ شمالاً وخطى طول ″٥١ ′٣٠ °٢٩ و ″٢٠.٦٥ ′٤٤ °٢٩ شرقاً وعلى ارتفاع ٢٨ مترمن منسوب سطح البحر، وفي منطقة قليلة الكثافة العمرانية حيث تبلغ مساحة الاستخدام السكني ٥٨.٢ كم٢ (استراتيجية التنمية العمرانية لمحافظات مصر) بنسبة ١٦.٧%من إجمالى مساحة منطقة الدراسة البالغ ٣٤٨.٥ كم٢ شكل رقم (١) وهى منطقة مفتوحة علي الصحراء من الجهة الغربية مما أثر في سرعة الرياح وحدوث العواصف الترابية نتيجة تعرية التربة .

وقد تم انشائها بقرار رئيس الجمهورية رقم ٥٠٦ لعام ١٩٧٩ للتخفيف من الإزدحام بمدينة الإسكندرية وتنقسم مدينة برج العرب الجديدة تنظمياً إلى ثلاثة عشر حي وتشمل العديد من المدارس والجامعات وكذلك أربعة مناطق صناعية كبري .

شكل رقم (١) الموقع الجغرافى لمدينة برج العرب



الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة :

يتباين شعور العمال بالراحة وفقا لتباين الظروف المناخية ،التي تعد الأساس في شعورهم بالراحة والضيق ويتوقف عليها كفاءة وإنتاجية العمال ،وتختلف العوامل التي تؤثر علي شعور العمال وتتنوع الوسائل التي يمكن استخدامها لقياس إحساس العمال بالراحة أو الضيق وتختلف استجابة الإنسان للأحوال الجوية نتيجة لاختلاف العمر والجنس والنشاط ودرجة حرارة جسمه والوسط البيئي الذي يتبادل معه الطاقة ،وإذا فاقت التقلبات المناخية قدرة الجسم علي التعادل يبدأ الشعور بالضيق والانزعاج مما يؤثر سلباً علي كفاءة الإنتاجية.

ومن المعروف أن شعور الإنسان بالحرارة يقترن بالرطوبة الجوية وسرعة الرياح ، حيث يستطيع الإنسان تحمل درجة حرارة عالية بينما تقل هذه القدرة الاحتمالية إذا ما اقترن ارتفاع درجة الحرارة بارتفاع ماثل في الرطوبة النسبية بينما يشعر الإنسان بانخفاض درجة الحرارة إذا اقترن ذلك برياح سريعة ،ولذلك طور علماء المناخ عدة مقاييس لمعرفة وقياس تفاعل الإنسان مع الظروف المناخية ، وإحساسه بالضيق من الطقس علي الرغم من صعوبة تقييم مدي استجابة الإنسان لعناصر المناخ كالحرارة والرطوبة وسرعة الرياح ،مما تطلب حساب هذا التأثير علي الخصائص الفسيولوجية والحسية للإنسان وترجمتها إلى لغة قياس للتوصل إلى صيغ رياضية أو معايير لحساب شعور الإنسان بالراحة .

ولصعوبة إيجادعلاقة أوقانون أومعيار يأخذ في الحسبان كافة عناصر المناخ المؤثرة في راحة الإنسان وقياس مؤثراتها الفسيولوجية على صحته ،تعددت القرائن والمخططات لقياس تأثير هذه العناصر على راحته الفسيولوجية ، وقد صنفت القرائن والمخططات المناجية الفسيولوجية إلى ثلاث مجموعات وذلك بالاعتماد على عناصر المناخ المؤثرة على راحة الإنسان.

١ – الراحة المناخية بتأثير عنصر مناخى واحد : وهى
قرائن[١] تعتمد على عنصر مناخى مؤثر على راحة الإنسان ونشاطه ،وتعد درجة الحرارة هى العنصر المناخى الأكثر استخداماً فى ذلك وقد ظهرت قرائن توصف بالعنصر المناخى كقرينة درجة الحرارة ،وتبريد الرياح ،وقرينة الحرارة المكافئة.

٢- القرائن المركبة وتعتبر
القرائن المركبة أكثر دقة ومصداقية فى التعبير عن حدود الراحة المناخية حيث تعتمد على عدة عناصر مناخية ، ومن أمثلتها قرينة الحرارة والرطوبة ،وقرينة أوليفر واللذان يعتمدان على العاملان الأكثر تأثيراً فى راحة الإنسان متوسط درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية بينما تعتمد قرينة تبريد الرياح (سيبل وباسل) فى التصنيف على درجة الحرارة وسرعة الرياح

٣ – قرائن المناخ الشمولى
هى عبارة عن نماذج مناخية فسيولوجية تأخذ فى اعتبارها عدة عناصر مناخية ، وتركز على تمثيل نطاق الراحة على منحنى واحد أو عدة منحنيات تدمج تأثير المؤثرات المختلفة ، وبتوقيع نقاط تمثل الظروف المناخية على المنحنى يمكن تحديد نطاق الراحة المناخية ، ومن أشهر تلك المخططات المخطط البيانى لموندر والمخطط البيانى لترجنج والمخطط البيانى لتيلور والمخطط البيانى لسنجر ،وقد أظهرت التجارب أن الجو يكون مناسباً ومريحاً إذا تراوحت درجة الحرارة الفعالة بين (١٩ -٢٤) ،بينما إذا تراوحت درجة الحرارة الفعالة بين (٢٩ – ٣٢) فإن أقل جهد يقوم به العامل يشكل إجهادا وإضرارا علي صحته ، فراحة العمال المناخية من أهم العوامل التي تؤثر في إنتاجية كماً ونوعاً.

أولاً : الإشعاع الشمسي

يعرف الإشعاع الشمسي solar radiation بأنه الطاقة الإشعاعية التى تطلقها الشمس فى جميع الاتجاهات ، وتختلف شدة الإشعاع تبعا للموقع الجغرافى ولفصول السنة ،يعد الإشعاع الشمسي أكثر المتغيرات تأثيراً فى

[١] القرينة : هي صيغة رياضية تتضمن العلاقة بين متغيرين من عناصر المناخ كالحرارة والرطوبة او الحرارة وسرعة الرياح

درجة الحرارة وأساس في عملية الموازنة الحرارية لجسم الإنسان ،حيث يقوم جسم الإنسان بامتصاص الإشعاع والتفاعل معها .

ويتألف الإشعاع الشمسي من عدد من الأشعة التي تؤثر علي الإنسان ،فالأشعة تحت الحمراء يمتصها جسم الإنسان مباشرة أو من خلال ملابسه وبذلك ترفع من حرارته الداخلية ،أما الأشعة فوق البنفسجية فلها فائدة لجسم الإنسان حيث تساعده في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح (سماح إبراهيم،٢٠٠٩) ولكن إذا تعرض لها الإنسان بشكل مباشر قد تسبب له الكثير من الأمراض .

وترتبط كمية الإشعاع الشمسي بطول النهار الذي يتأثر بدرجة عرض المكان ، فخلال فصل الصيف يزداد طول النهار علي حساب الليل ،ويؤثر تعرض الإنسان للأشعة الشمسية سواء صيفاً أو شتاءاً علي إحساسه بالراحة الحرارية فيستطيع العامل إنجاز أعمال عضلية بشكل أفضل من الأعمال الذهنية في ظل ظروف حرارية أكبر من المعتاد إذا تعرض للأشعة الشمسية في الشتاء بينما ظروف المناخ البارد محفزة أكثر للنشاط الذهني وتعد منطقة برج العرب الجديدة من أكثر المناطق التى تمتلك سطوعاً شمسياً ويعتبر سطوع الشمس من أهم العوامل المؤثرة في درجة الحرارة وبخاصة في فصل الصيف وذلك نتيجة لطول ساعات سطوع الشمس . ويلاحظ من دراسة الجدول رقم (١) ما يلي يقل عدد ساعات سطوع الشمس خلال فصل الشتاء لتصل إلى ٦,١ ساعة في شهر يناير ،بينما تزداد في فصل الربيع لتبلغ ٩.٢ ساعة خلال شهر إبريل ،ثم تصل إلى أقصاها في فصل الصيف خاصة شهر يونيو ١١.٨ ساعة ثم تقل بعد ذلك خلال فصل الخريف لتبلغ نحو ٧.٧ساعة لشهر نوفمبر بمنطقة الدراسة .

ثانياً: درجة الحرارة :-

تعد درجة الحرارة أحد أهم العناصر المناخية التى تتأثر بها باقي العناصر ،وتتميز منطقة برج العرب الجديدة باعتدال درجات الحرارة علي مدار العام ويعتبر شهر يناير أقل شهور السنة حرارة ، إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى ١٨.٣°، ثم تأخذ درجة الحرارة في الارتفاع تدريجياً بعد شهر يناير حتى تصل إلى حدها الأقصى في شهر أغسطس ، إذ يبلغ متوسط درجة الحرارة نحو ٣٠.٤ درجة ، ثم تعاود درجة الحرارة انخفاضها مرة أخرى حتى تصل في ديسمبر إلى ٢٠.١ درجة مئوية شكل رقم (٢)

وتعتبر درجة الحرارة من أكثر العناصر المناخية تأثيراً علي صحة وراحة العمال سواء كانت مرتفعة أو منخفضة حيث تؤدي درجات الحرارة العالية إلي الإجهاد الحراري وضعف كفاءة العمال في أداء الأعمال الذهنية والعضلية بينما يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى تجمد الأصابع و يمتد التجمد تدريجياً إلى باقي الأطراف مما يؤثر علي انتاجية العامل .

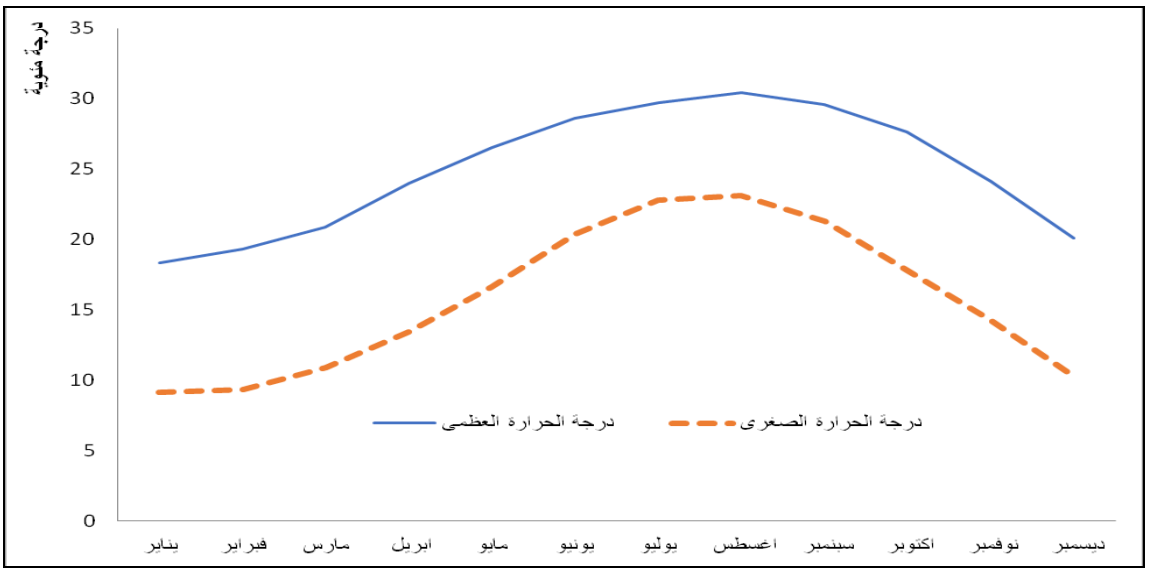
جدول (١) عناصر المناخ الرئيسية في محافظة الإسكندرية (محطة برج العرب) خلال شهور السنة

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
الدرجة العظمي	١٨,٣	١٩,٣	٢٠,٩	٢٤	٢٦,٥	٢٨,٦	٢٩,٧	٣٠,٤	٢٩,٦	٢٧,٦	٢٤,١	٢٠,١	٢٤,٤٢
الدرجة الصغري	٩,١	٩,٣	١٠,٩	١٣,٤	١٦,٦	٢٠,٤	٢٢,٨	٢٣,١	٢١,٣	١٧,٨	١٤,٣	١٠,٣	١٤,٠٨
الرطوبة النسبية	٧٠	٦٨	٦٦	٦٥	٦٧	٧٠	٧٢	٧١	٦٨	٦٨	٦٩	٧٠	٦٨
سرعة الرياح	١١,٤	٩,٦	٩	٨,١	٧,٥	٨	٨,١	٨,٤	٦,٦	٦,٤	٨,٧	٩,٥	٨,٤٤
الاشعاع الشمسي	٦,١	٧	٨	٩,٢	١٠,٦	١١,٨	١٢	١١,٥	١٠,٧	٩,٤	٧,٧	٦,١	٩,١

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة

يوجد في جسم الإنسان منظم حراري هو الجهاز العصبي الذي يعمل علي الحفاظ علي درجة حرارة الجسم ٣٧درجة وعندما يكتسب الجسم طاقة حرارية تساهم في رفع درجة حرارته يبدأ عندها التنبيه للجلد بفرز العرق للتخفيف من الحرارة وإعادتها إلى ٣٧ درجة ،وتتباين الحدود الحرارية اللازمة لراحة الإنسان ونشاطه ما بين ١٥ – ١٨ درجة مئوية كحدود دنيا و ٢٥-٢٨ درجة مئوية كحدود قصوى (ليث محمود محمد ٢٠١٤)

شكل رقم (٢) المعدل الشهرى لدرجات الحرارة العظمى والصغرى



وتعد بيئة العمل من أهم مقومات نجاح مؤسسات العمل الحديثة فى أداء عملها وزيادة إنتاجيتها ،حيث تؤثر بيئة العمل الطبيعية فى الروح المعنوية للعاملين وأكدت الدراسة أن العاملين فى بيئة عمل غير مناسبة يصابون بالأمراض التى تنعكس على كفاءة أدائهم وإنتاجيتهم مما يعنى مزيد من الخسائر لأصحاب العمل وزيادة أعباء خدمات الرعاية الصحية ، وينخفض أداء العاملين فى ظل درجات حرارة عالية أو منخفضة ولذلك أدخلت كثير من المصانع إجهزة التبريد أو التدفئة المركزية

جدول (٢) يوضح آراء أفراد عينة الدراسة حول عبارات درجة الحرارة (ن =٥٠٠)

العبارة	العدد	%
هل يؤثر تعرض مبنى المصنع لدرجات حرارة مختلفة على بيئة العمل	٤٨٣	٩٦.٦
هل تسبب درجة الحرارة المختلفة فى بيئة العمل نقصاً فى التركيز	٤٣٠	٨٦
هل تسبب درجة الحرارة المرتفعة الإحساس بالإرهاق والتعب	٤٥١	٩٠.٢
هل يزيد ارتفاع درجة الحرارة فى المصنع من العصبية	٤٠٣	٨٠.٦
هل تؤثر درجة الحرارة المرتفعة فى المصنع من ارتفاع الرطوبة النسبية	٤٤٣	٨٨.٦
هل تؤثر درجة الحرارة على الإنتاجية	٤٩٨	٩٩.٦
هل يؤدى ارتفاع درجة الحرارة فى المصنع إلى مشاكل صحية	٣٨٠	٧٦

المصدر من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الاستبيان ، ن = عدد عينة الدراسة

ويتضح من الجدول رقم (٢) أن أفراد عينة الدراسة يرون أن تأثير درجة الحرارة فى بيئة العمل بالمصنع عالية،حيث أكد ٩٩.٦ % من حجم العينة أن درجة الحرارة تؤثر على الإنتاجية وسبب فى ارتفاع الرطوبة النسبية والإحساس بالإرهاق والتعب بينما يرى ٨٦ % من حجم العينة أن درجة الحرارة العالية تسبب نقصاً فى التركيز وزيادة العصبية وانتشار الأمراض .

ثالثاً:الرطوبة النسبية

تؤثر الرطوبة النسبية تأثيراً مباشراً علي صحة وراحة العمال فالجسم البشري بحاجة إلى وجود ولو قدر قليل من الرطوبة حتى لا يتعرض الجلد لعملية التشقق ،حيث يقاوم الجسم البشري نقص الرطوبة في الجو بواسطة خصائصه الفسيولوجية عن طريق إفرازالعرق الذي يعمل علي ترطيب الجلد ولا يشعر العامل بالإرهاق الحراري فى الهواء الجاف الذي تبلغ رطوبته النسبية ٢٠ % و تصل درجة حرارته ٣٠ درجة مئوية.

جدول (٣) العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكفاءة العمال

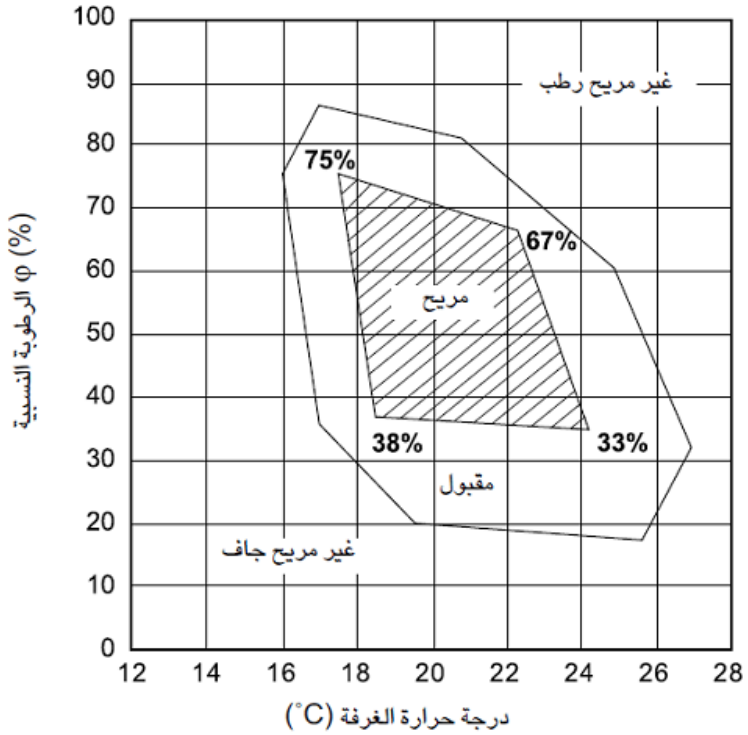
درجة الحرارة	الرطوبة النسبية	التأثير علي راحة العمال وكفاءتهم
٢١	٤٠	أقصي راحة
	٧٥	العمل بدون الشعور بالإرهاق
	٨٥	الشعور بالإرهاق
	٩٠ – فأكثر	عدم الارتياح
٢٤	٦٥	عدم الارتياح
	٨٠	تعب شديد
	١٠٠	يستحيل تأدية العمل الشاق
٣٠	٢٥	العمل بشكل عادي
	٥٠	لا يزال العمل ممكناً
	٦٥	يستحيل تأدية أعمال شاقة
	٨٠	ارتفاع درجة حرارة الجسم

المصدر (www.sqfetyconsullance.blogspot.com)

وترتبط قدرة العمال علي تحمل الارتفاع في درجة الحرارة بالرطوبة النسبية فقد تكون درجة حرارة من (٢٥ - ٣٠) درجة مئوية ملائمة للعمال إن لم تتجاوز الرطوبة النسبية ٥٠ % بينما يشعر العمال بعدم الارتياح إذا ارتفعت نسبة الرطوبة إلى ٩٠% وانخفضت درجة الحرارة إلى ٢٠ درجة مئوية جدول رقم(٣).

ويمكن حصر تأثير الرطوبة على راحة الإنسان فى عدة مواضع ،عندما تكون درجة حرارة الهواء المحيط أكثر من حرارة الجسم والرطوبة النسبية منخفضة فيبدأ الإنسان بالتعرق وسرعان ما يتبخر العرق لجفاف الهواء المحيط بالإنسان فيشعر بالبرودة بينما يشعر بعدم الراحة إذا كانت درجة حرارة الهواء المحيط أعلى من درجة حرارة جسم الإنسان مع رطوبة نسبية عالية وكذالك عندما تكون درجة حرارة الجسم أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط مع رطوبة نسبية منخفضة جداً تسبب شعور بالبرودة شكل رقم (٣).

شكل (٣) يبين حدود الراحة الحرارية وعلاقتها بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية



ويتضح من تتبع الجدول رقم (١) والشكل رقم (٤)

أن المعدل السنوي للرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة يبلغ ٦٨ %، حيث تبلغ الرطوبة النسبية أقصاها ٧١ % في فصل الصيف بينما تصل إلى أقل معدلاتها ٦٦ % في فصل الربيع ، ويبلغ المتوسط الشهري لها في فصل الشتاء ٦٩% .

شكل رقم (٤) الرطوبة النسبية خلال شهور السنة

رابعاً : الرياح

لا تؤثر التغيرات في الضغط الجوي علي راحة العمال بصورة مباشرة بل عن طريق التأثير في عناصر مناخية أساسية مؤثرة مثل الرياح التي لها تأثير كبير علي الإحساس بالراحة أو الإرهاق ففي المناطق الباردة تتسبب الرياح في إزاحة الهواء الدافئ الملامس للجلد مما يؤدي إلى إحساس بالبرد وعدم الراحة ،وتسبب الرياح في

شعور الإنسان بالبرودة خاصة أثناء الشتاء علي الرغم من أنها لا تقلل درجات الحرارة الفعلية ولكن تجعل عملية الفقد الحراري للجسم أكثر فاعلية بينما في الجو الحار تعمل الرياح علي خفض درجة الحرارة عن طريق تبخيرها للعرق بإزاحة الهواء الرطب الملامس للجلد واستبداله بهواء جاف.

ويجب أن تكون سرعة الرياح فى بيئة العمل معتدلة ، ويفضل أن تتراوح داخل المصنع بين (١ – ٢) م / ث ، ويؤدى انخفاض سرعة الهواء عن ١م /ث إحساس العمال بعدم الراحة ، أما إذا زادت سرعة الهواء عن ٢م / ث يشعر العامل بالضيق نتيجة لتيارات الهواء ، أما فى المناطق المفتوحة فالسرعات بين (٣ – ٤) م/ث تحقق الراحة إذا كانت درجة حرارة الهواء مناسبة تتميز مدينة برج العرب بهدوء نسبى مقارنة ببعض المناطق الساحلية ، وتهب الرياح غالباً من اتجاه الشمال الغربى والشمال لمعظم شهور السنة بينما تهب الرياح أحياناً من جهة الجنوب الشرقى فى فصل الربيع وبداية فصل الصيف ، وتقل أوقات هبوب الرياح بدرجة كبيرة على مدار شهورالسنة فيما عدا أوقات هبوب رياح الخماسين فى فصل الربيع وأثناء النوات االشتوية ، وتصل متوسط سرعة الرياح السطحية إلى (١٧.٩٦) كم /ساعة خلال فصل الشتاء ، بينما يبلغ متوسط سرعة الرياح (١٤.٧) كم/ساعة خلال شهور الصيف بما يعادل حوالى ٤ م/ث ،وتبلغ أقصى قيمة لها فى شهر يناير(٢٠.٥) كم/ساعة . يتضح من تتبع الجدول رقم (٤) أن نسبة آراء أفراد عينة الدراسة حول عبارات نوع التهوية تراوحت بين(٨٣ % - ٩٠.٩ %) مما يدل على أن تأثير نوع التهوية على بيئة العمل عالية ،حيث أكد ٨٨% من أفراد عينة الدراسة أن تجديد الهواء بالمصانع يزيد من الانتاجية بينما يؤثر سوء التهوية على راحة العمال وانخفاض أدائهم .

جدول(٤) يوضح آراء أفراد عينة الدراسة حول عبارات نوع التهوية (ن =٥٠٠)

العبارات	العدد	%
هل يؤثر التحكم فى مستوى تدفق الهواء فى المصنع على راحة العمال	٤٢٨	٨٥.٦
هل تؤثر توافر أجهزة التكيف إيجابيا فى بيئة العمل	٤٠١	٨٠.٢
هل يسبب نقص الهواء فى المصنع ضيق التنفس	٤٥٣	٩٠.٦
هل يؤثر سوء التهوية في أداء العمل	٤١٥	٨٣
هل يزيد تجديد الهواء بالمصنع من الانتاجية	٤٤٠	٨٨
هل يؤثر وجود نظام تهوية جيد بالمصنع على نشاط وحيوية العمال	٤٣٢	٨٦.٤

المصدر من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الاستبيان ، ن = عدد عينة الدراسة

خامساً الغطاء النباتى

يعد الغطاء النباتى من أهم الوسائل المستخدمة للحد من تأثير العوامل المناجية وتحسين ظروف المناخ المحلى ،إذ تعمل النباتات على تخفيض درجات الحرارة بامتصاص نسبة عالية من الإشعاع الشمسى والتى تتراوح بين (٦٢- ٩٥ %) من قيمة الإشعاع الواصل إلى منطقة الدراسة (عبد المحسن مدفون ص٢٦٥)، كما أن بخار الماء الذى تطلقه النباتات أثناء عملية (البخر – نتح) تساعد فى ترطيب الهواء ورفع معدلات الرطوبة النسبية

فى مناطق الغطاء النباتى المحيطة بالمناطق الصناعية بنسبة ١١.٧% (الدراسة الميدانية) مما يؤدى إلى الحد من العواصف الترابية وحفظ التربة وعدم انجرافها خاصة في المناطق المعرضة لهبوب الرياح الحارة والجافة ،فبالرغم من أن جهاز مدينة برج العرب حدد اشتراطات بنائية بحيث لا تتعدى المبانى الخرسانية ٤٠% من مساحة أرض المصانع إلا أن أصحاب المصانع يستخدموا المساحات الفضاء لتخزين المنتجات أوعمل أرصفة تحميل ولا يستغلوا هذه المساحات فى عمل مساحات خضراء لتلطيف الجو، وقد بينت الدراسة الميدانية انخفاض نسبة مساحة الغطاء النباتى حول المصانع حيث لا تتعدى مساحتها ٤ % من إجمالى مساحة المصانع

المخطط البيانى لسنجر

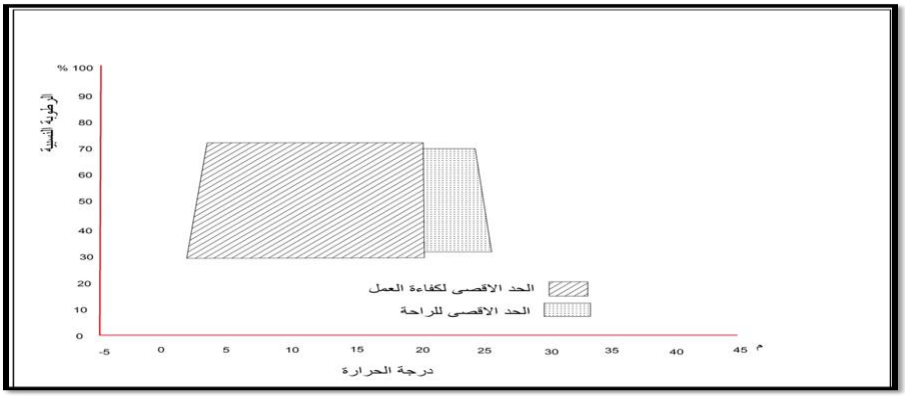
تتميز منطقة برج العرب بارتفاع درجات الحرارة بحكم موقعها من دوائر العرض المدارية ،يرافقها ارتفاع في الرطوبة النسبية ،وتُعد مثل هذه الظروف المناخية ظروفاً مرهقة للعمال وتقلل من درجة إحساسهم بالراحة خاصة عندما تتوقف عملية التعرق التي تُعد من أهم العمليات المسئولة عن تعديل درجة حرارة الجسم البشرى، لذلك وتحت مثل هذه الظروف يضطر الإنسان إلى تعديل درجة حرارة الهواء ورطوبته لتوفير الحد الأدنى لقيام الجسم البشرى بنشاطاته المتنوعة فى وسط من الراحة0

يحدد مخطط سنجر مدى الشعور بالحد الأقصى للراحة والحد الأقصى لكفاءة العمل واللذان يرتبطان بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية ويعكس أثر المناخ المباشر على النشاط البشرى ، ظهر مخطط سنجر لأول مرة عام ١٩٦٨ في التقرير الذي أعدته مؤسسة دوكسيادس الاستشارية في شئون التنمية لمدينة الرياض في المملكة العربية السعودية .

استخدم سنجر في مخططه البياني درجات الحرارة التي دونت على المحور الأفقي والرطوبة النسبية على المحور الرأسي وقد حدد مخططه البياني (comfort frame) الذي انحصرت حدوده بين درجة حرارة ٢٧ درجة مئوية ومقداررطوبة نسبية ٧١% تقريبا، ووضع سنجر داخل مخططه البياني شكلين أحدهما مربع والأخر مستطيل متجاورين شكل رقم (٥)

ففي حالة وقوع الأشهر داخل إطار المربع أو المستطيل تُعد أشهر مناسبة تتميز بدرجات حرارة ورطوبة نسبية يشعر فيها الإنسان بالراحة أثناء تأدية عمله مع فارق بسيط ضمن حدود المستطيل أو المربع ، حيث أن الأشهر التي تقع ضمن حدود المستطيل هي أشهر الحد الأقصى للراحة ، أي تعتبر أشهر مثالية للراحة ، بينما الأشهر التي تقع ضمن حدود المربع الكبير تمثل الأشهر التي تعد جيدة بالنسبة لكفاءة العمل من وجهة نظر سنجر وهي الأشهر التي يستطيع فيها الإنسان تأدية عمله بكفاءة عالية دون الحاجة إلى استخدام الوسائل الاصطناعية للتدفئة والتبريد في المكان الذي يعمل فيه ، أما الأشهر السيئة التي تقع خارج هذا الإطار ، فإنها أشهر تكون حالة الجو فيها سيئة من حيث تأثيرها على العمال ولا يستطيعوا تأدية عملهم بكفاءة عالية بدون استخدام وسائل اصطناعية لتبريد وتدفئه الجو.

شكل (٥) المخطط البيانى لسنجر

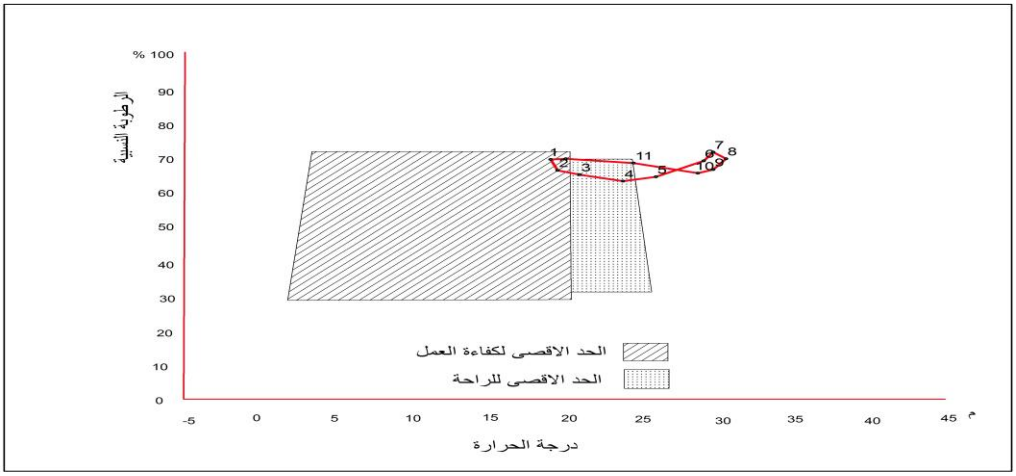


نتائج تطبيق المخطط البياني لسنجر على منطقة الدراسة:

باستخدام المعطيات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة وبعد توقيعها على المخطط البياني ، تم التوصل إلى أهم الأشهر المريحة وغير المريحة للعمال ليلاً و نهاراً وتم تحديد الأشهر المثالية للراحة ولكفاءة العمل في منطقة الدراسة باستخدام معدلات درجات الحرارة العظمى مع معدلات الرطوبة النسبية وتوقيعها على المخطط البياني لسنجر شكل (٧،٦)

تباينت أشهر الحد الأقصى لكفاءة العمل والإنتاج فى منطقة برج فقد امتدت لستة أشهر بداية من شهر نوفمبر حتى شهر إبريل ، وتزامنت هذه الفترة مع انخفاض درجة الحرارة وارتفاع معدلات الرطوبة النسبية مما يساعد على زيادة النشاط العضلى والذهنى للعمال نهاراً بينما امتدت أشهر الحد الأقصى لكفاءة العمل والإنتاج ليلاً لمدة عشر أشهر بداية من شهر سبتمبر حتى شهر يونيو وجاءت الأشهر السيئة للراحة متزامنة مع أشهر الصيف النظرية بداية من شهر يونيو حتى سبتمبر أحد أشهر الخريف وقد تجاوزت هذه الأشهر إطار الراحة الذى وضعه سنجر لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية

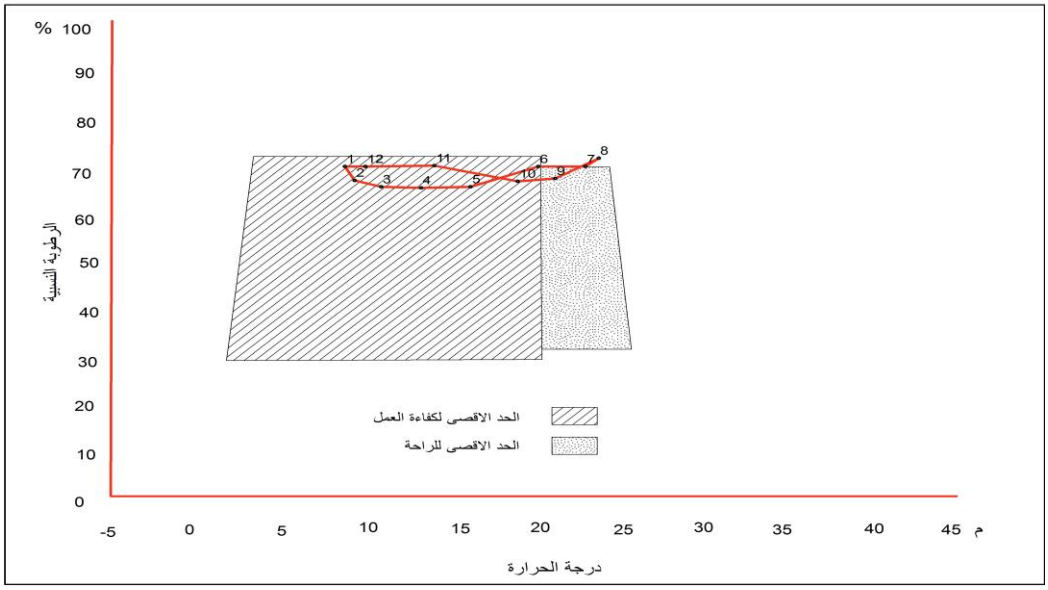
شكل (٦)المخطط البياني لسنجر خلال النهار



قرينة أوليفر(Oliver's Index (THI) (Temperature – Humidity Index)

ويعد هذا الدليل معياراً مناسباً للتعبير عن راحة الإنسان وقدرته الإنتاجية ،حيث يقيس راحة الإنسان فى المناطق المغلقة غير المكيفة مثل المصانع بعيداً عن تأثير الإشعاع الشمسى ،ومن مميزات هذا القانون أنه يستند على عنصرين الحرارة والرطوبة النسبية بوصفهما العنصرين الرئيسين المؤثرين في راحة الإنسان وتحديد ما يعرف بالحرارة الحسية وليس المقصود بها حرارة الهواء التى يمكن قياسها بواسطة الترمومتر الرطب أو الجاف إنما هي الحرارة التي يشعر ويحس بها جسم الإنسان ، بحيث يوضح لنا الدليل أن في حالة ارتفاع الرطوبة يشعر الإنسان بأن درجة الحرارة هي أعلى من الحرارة المسجلة ، لتشبع الجو بالرطوبة مما يؤدي إلى توقف عملية التبخر من الجسم .

شكل (٧)المخطط البياني لسنجر خلال الليل



لم يأخذ الدليل تأثير سرعة الرياح ، حيث أن الشعور بالراحة في درجة حرارة ورطوبة معينة يختلف تماماً مع اختلاف سرعة الرياح في موقع ما ، أي أن الرياح في سرعتها المختلفة تقلل أو تزيد من الشعور بتأثير الحرارة والرطوبة معاً ،

الصيغة العامة لمعادلة دليل درجة (THI) تعطى بالعلاقة الآتية

$$THI = T . (0.55 . 0.55\ Rh)(T-58)$$

(Oliver,l.E. 1981p188)

حيث أن

الرطوبة النسبية = Rh

درجة الحرارة بالفهرنهايت = T

قرينة الحرارة والرطوبة = **THI**

وقد تم المفاضلة بينها وبين قرينة توم التي وُجد أنها تتفق في المدخلات والنتائج مع قرينة أوليفر وان كانت قرينة أوليفر تعتمد على متغير درجة الحرارة مباشرة دون الحاجة إلى قيم درجات الحرارة للترمومتر الجاف والمبلل التي لا تتوفر في محطات منطقة الدراسة وتتحدد درجة الراحة والانزعاج عند أوليفر فتكون حدود الراحة عند قيم الدليل بين ٦٠-٦٩ فهرنهيت وإذا وصلت قيم الدليل إلى ٧٠ فان ١٠% من الناس يشعرون بعدم الراحة بينما يشعرون الناس بعدم الراحة عندما ترتفع هذه النسبة لتصل إلى ٧٩ فأكثر وقد تم تصنيف قيم (THI) إلى ثلاثة أصناف رئيسة هي جدول(٥)

جدول (٥) تصنيف دليل الجرارة والرطوبة (THI)

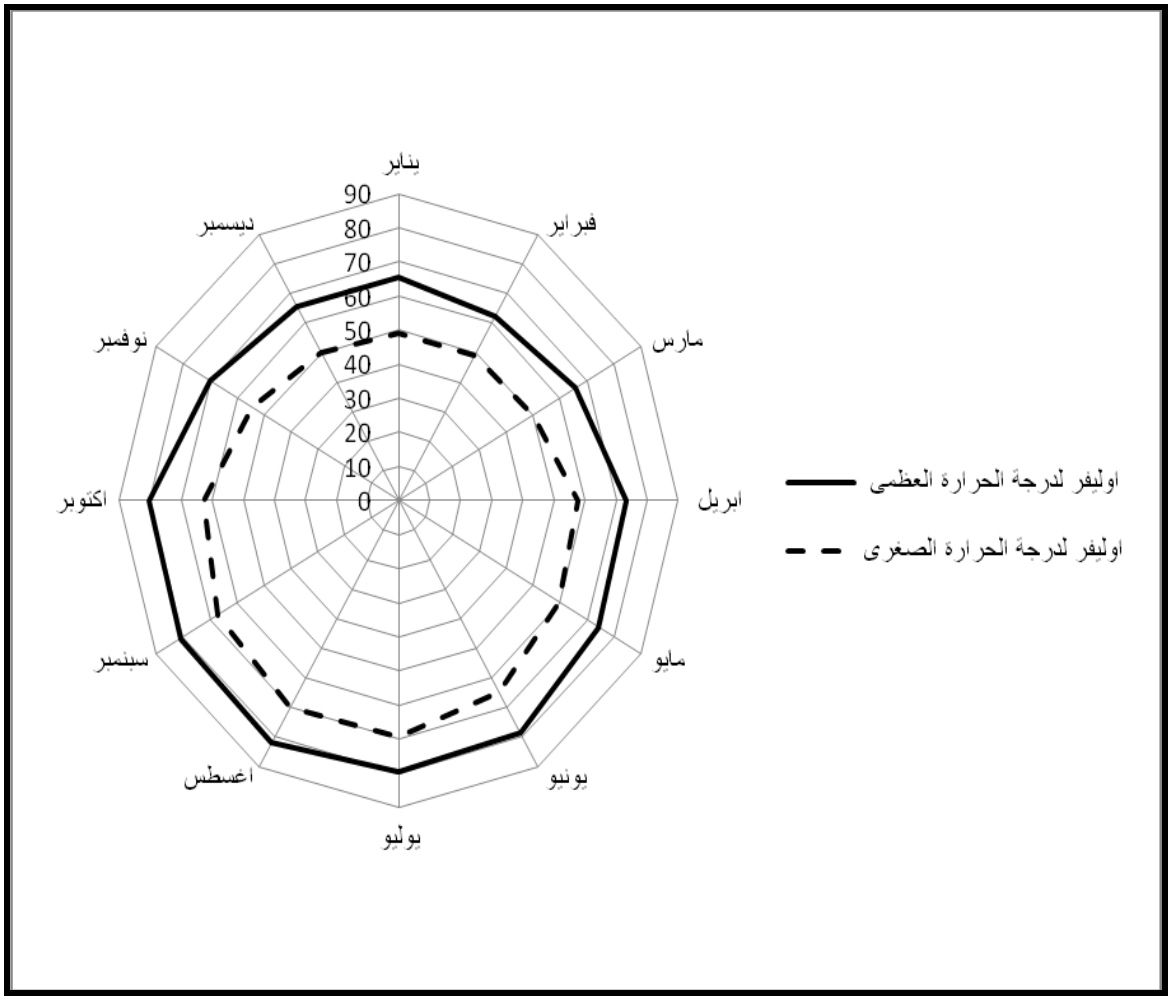
مرتبة الراحة	التصنيف	الرمز	قيم الدليل (THI) فهرنهيت
الإقليم المثالي	الإقليم المثالي للراحة	P	٦٠- ٦٩
	الإقليم المريح	P*	٧٠ – ٧١
	الإقليم أقل من المريح	P**	٧٢ – ٧٣
الإقليم البارد غير المريحة	الإقليم البارد غير المريح	C	٥٥ – ٥٩
	الإقليم الأكثر برداً	C*	٥٠ – ٥٤.٩
	الإقليم شديد البرودة	C**	اقل من – ٥٠
الإقليم الحار غير المريح	إقليم غير المريح الدافئ	H	٧٤ – ٧٦
	إقليم غير المريح الحار	H*	٧٦.١ -٧٨
	إقليم شديد الحرارة	H**	اكبر من ٧٩

ونتيجة للعلاقة ما بين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وتأثير ذلك على راحة الإنسان تم استخدام دليل الحرارة والرطوبة(THI) بالدرجات الفهرنهايتية والرطوبة النسبية حيث تم تحويل معدلات درجات حرارة(مْ) إلى درجات فهرنهايتية .

جدول (٦) نتائج معادلة دليل الحرارة والرطوبة (THI)

	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أوليفر لدرجة الحرارة العظمى	٦٥.٥	٦٢.٧	٦٥.٨	٧٣.٢	٧٤.٣	٧٨.٨	٧٩.٤	٨١.٧	٨٠.٩	٨٠.٢	٧٠.١	٦٥.٥
أوليفر لدرجة الحرارة الصغرى	٤٨.٩	٤٩.٢	٤٩.٩	٥٧.٦	٥٩.٧	٦٥	٦٩.٥	٧٠	٦٧.٤	٦٢.٧	٥٤.٥	٥٠.١

شكل (٨) توزيع أيام الراحة والانزعاج حسب قرينة أوليفر



من خلال تتبع الجدول (٦) والشكل(٨) الذى يبين قيم دليل درجة الحرارة والرطوبة (THI) يلاحظ أن شهور العمل وكفاءة الانتاج اقتصرت على ستة أشهر هى يناير وفبراير ومارس وإبريل ونوفمبر وديسمبر بينما عدت بقية شهور السنة أشهر غير مريحة للعمال وتؤثر على الكفاءة الانتاجية ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة نهاراً وتُعد هذه الشهور ملائمة لكفاءة العمل ليلاً. وقد توافقت نتائج مخطط سنجر ودليل الحرارة والرطوبة مع ما قام به الباحثان خلال الدراسة الميدانية على بعض المصانع الخاصة بصناعات النسيج والسيراميك والمواد الغذائية حيث أكد العمال أن أشهر الراحة تُعد من أفضل الشهور للعمل والأكثر انتاجاً ، بينما جاء ذلك مخالفاً لأصحاب المصانع حيث تُعد الأشهر الغير مريحة للعمل فى مخطط سنجر ودليل الحرارة والرطوبة هى أشهر موسم العمل ويزداد الطلب على الانتاج

النتائج

أظهرت الدراسة أن العناصر المناخية ، درجة الحرارة ، الرياح، والرطوبة النسبية تلعب دوراً مهماً في شعور الإنسان بالراحة ، كما أن شعور الإنسان بالراحة يرجع لعوامل أخرى نفسية وصحية وحسب درجة التأقلم مع ظروف المناخ والبيئة التي يعيش فيها . تبين من خلال الدراسة أثر عنصري الحرارة والرطوبة على راحة العمال من خلال تطبيق قرينتى الحرارة والرطوبة على متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، حيث كانت نتائج أشهر فصل الصيف تدل على شعور بالانزعاج وعدم الراحة بسبب ارتفاع متوسطات درجة الحرارة والرطوبة النسبية أظهرت نتائج تطبيق معايير الراحة المناخية تحديد الفصول التي يسود فيها مناخ مريح والفصول غير المريحة مما يساعد على تكوين دليل مناخي لمعرفة أنسب أوقات الراحة والعمل. أكدت نتائج المخطط البياني(سنجر) أنَّ الأشهر المريحة بلغت ستة أشهر في منطقة الدراسة تمتد من شهر يناير وفبراير ومارس وإبريل ونوفمبر وديسمبر تعد أشهر مثالية لكفاءة العمل والإنتاج

التوصيات

- توسيع مساحة الغطاء النباتي لما له من تأثيرات إيجابية ملطفة للجو

- الاهتمام بالدراسات المناخية البشرية وخاصة الدراسات التي تهتم براحة الإنسان Human Comfort.

- توفير ظروف الراحة للعمال التى تسهم فى رفع كفاءة العمل وبالتالى المساهمة فى زيادة الانتاج من خلال تعديل الأحوال الجوية عن طريق استخدام وسائل التبريد والتدفئة الاصطناعية

- تعديل أوقات العمل فى فصل الصيف والتى تعد أشهر غير مريحة على أساس أن تبدأ ليلاً مع ضرورة مراعاة أن تتناسب الأجازات بالأشهر غير المريحة

المراجع

- إبراهيم إسحيم العكرمى ، ابتسام المهدى (٢٠١٨) مستويات راحة السكان وكفاءة العمل فى مدينة صرمان شمال غرب ليبيا ،مجلة كلية التربية العدد الثاني عشر

- حافظ عيسى خير الله (٢٠٠٧) التباين المكاني والزماني للأشهر المريحة وغير المريحة في ليبيا باستخدام مؤشر THI مجلة جامعة سرت العلمية للعلوم والإنسانية المجلد السابع العدد الثاني ، ديسمبر .

- رعد رشاد يعقوب وآخرون (٢٠١٦)، تأثير المناخ على راحة الإنسان في مدينة البصرة ، مجلة الدراسات الجغرافية ، العدد السابع تموز ص 300 -316.

- سماح إبراهيم الدورى (٢٠٠٩) أثر التذبذب المناخى على راحة الانسان في محافظة صلاح الدين ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة تكريت ، ص٢١

- شحاته سيد طلبه (٢٠٠٤) أثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد 44 ، الجزء الثاني .

- شحاته سيد طلبه (٢٠٠٤)المقومات الطبيعية للسياحة بمنطقة ينبع بالمملكة العربية السعودية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية :العدد ، 43الجزء الأول.

- طارق زكريا إبراهيم زكريا (٢٠٠٣) المناخ وراحة الإنسان في إمارة عسير بالسعودية ، بحوث الشرق الأوسط ، العدد ١٣ سبتمبر .

- عبد الحسن مدفون أبو رحيل(١٩٩٥) ، أثر المناخ في تخطيط المناطق العمرانية وتصميم الوحدة السكنية في العراق ، رسالة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية التربية (ابن رشد)، جامعة بغداد،.

- عبد العزيز عبد اللطيف (٢٠٠٢) الاتجاهات الحديثة في المناخ التطبيقي ، "حوليات آداب عين شمس ، القاهرة: المجلد ، 30العدد الثاني ، إبريل.

- على حسن الشلش (١٩٨٠) المناخ وأشهر الحد الأقصى للراحة وكفاءة العمل في العراق ، جامعة البصرة ، مجلة كلية التربية،العدد3 ، السنة الثانية ، ص16 .

- ليث محمود محمد الزنكنة (٢٠١٤) دور المناخ فى تحديد مستويات الراحة في قضاء كلار وتأثيراتها السياحية رسالة ماجستير غير منشورة،،كلية التربية الاساسية ،قسم العلوم الاجتماعية ،جامعة كريمان السلمانية العراق .

- محمد أبو الحسن القاسم (٢٠١٧) تطبيق قرينة توم على راحة الإنسان في مدينة الإحساء بالمملكة العربية السعودية.

- محمود عبد الفتاح عنبر(٢٠١٢) أثر المناخ على راحة الإنسان في شرقي دلتا النيل، مجلة كلية الآداب- الإنسانيات والعلوم الاجتماعية جامعة القاهرة المجلد 72 ، العدد7 ، أكتوبر ، ص 302 .

- مسعد سلامة مسعد (٢٠٠٥) أقاليم الراحة والإرهاق المناخي في مصر ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية :العدد4.

- الهيئة العامة للتخطيط العمراني (٢٠١٠) المنظور البيئي لإستراتيجية التنمية العمرانية علي مستوى الجمهورية (إقليم الإسكندرية)

- Barry Roger G. & Chorley Richard J. , 1998, Atmosphere, weather and climate, Routledge, London

- Craghan Michael, 2003, Physical Geography, John Wiley & Sons, New Jersey.

- Manmohan Singh, 2008 "Human comfort at Chandigarh", Meteorological Centre, Shimla India Meteorological Department, New Delhi: 53-64.

- Oliver Johne, 2005, Encyclopedia of World Climatology, Indiana State University Springer, The Netherlands.

- Siple, P.A. and Passel C.f. 1945, "Measurement of atmospheric cooling of subfreezing Temperature", Phil. Soc

- Terjung, W.H., 1966, "World pattern of the distribution of the monthly comfort index, International journal of biometeorology", 56: 214-232.

- Thom, E.C. 1959, "The discomfort index**,**" Weather wise, Xinanchan, 12: 57-60.

نموذج استبيان

– نوع المنشأه والنشاط

.....

– مساحة المنشأه .....

– مواعيد العمل اليومية.

.....

– مواعيد راحة العمال

.....

– كيف يقضي العمال ساعات الراحة

.....

هل تسبب لك درجات الحرارة عدم الشعور بالراحة نعم ☐ لا ☐

هل يتوفر في المصنع نظام تهوية نعم ☐ لا ☐

ما نوع التهوية بالمصنع طبيعية ☐ صناعية ☐ مختلطة

هل يؤثر تعرض مبنى المصنع لدرجات حرارة مختلفة على بيئة العمل نعم ☐ لا ☐

هل تسبب درجة الحرارة المختلفة فى بيئة العمل نقصاً فى التركيز نعم ☐ لا ☐

هل تسبب درجة الحرارة المرتفعة الاحساس بالإرهاق والتعب نعم ☐ لا ☐

هل يزيد ارتفاع درجة الحرارة فى المصنع من العصبية نعم ☐ لا ☐

هل تؤثر درجة الحرارة المرتفعة فى المصنع من ارتفاع الرطوبة النسبية نعم ☐ لا ☐

هل تؤثر درجة الحرارة على الانتاجية	نعم	☐	لا	☐
هل يؤدى ارتفاع درجة الحرارة فى المصنع إلى مشاكل صحية	نعم	☐	لا	☐
هل يؤثر التحكم فى مستوى تدفق الهواء فى المصنع على راحة العمال	نعم	☐	لا	☐
هل تؤثر توافر أجهزة التكيف ايجابيا فى بيئة العمل	نعم	☐	لا	☐
هل يسبب نقص الهواء فى المصنع ضيق التنفس	نعم	☐	لا	☐
هل يؤثر سوء التهوية في أداء العمل	نعم	☐	لا	☐
هل يزيد تجديد الهواء بالمصنع من الانتاجية	نعم	☐	لا	☐
هل يؤثر وجود نظام تهوية جيد بالمصنع على نشاط وحيوية العمال	نعم	☐	لا	☐