7. Smith, D. M., Industrial Location, John Wiley Sons, Inc., New York 1971.
8. Smith. D.M., Industrial Estates Feasibility Study, Egypt, Cairo 1988.

* * *

تباين مؤشرات الشعور بالراحة فى مدن المملكة العربية السعودية : دراسة تطبيقية لتوازن الطاقة عند بيرت

د. محمد فوزى أحمد عطا*

المقدمة :

إن الموقع الفلكى للمملكة العربية السعودية بين دائرتى عرض 16°، 32° شمالا هو المسؤول الأول عن وضعها ضمن الأقاليم المدارية، حيث أن قسمها العظم يقع ضمن النطاق الصحراوى المدارى الجاف لغرب القارات (عبد الرحمن الشريف، 1977، ص 61). هذا الموقع هو المسؤول عن تحديد الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على المملكة وعن تحديد طول الليل وطول النهار وبالتالى عدد ساعات سطوع الشمس على مدار السنة.

أيضاً موقعها الجغرافى فى مهب الرياح التجارية الجافة شتاءً والرياح القارية الجافة صيفاً جعلها تستقبل الكتل الهوائية الجافة من مختلف الجهات وفى معظم الأحيان. إضافة إلى اتساع أطرافها وقلة تأثير المسطحات المائية بحكم ظروفها الطبيعية، تضافرت هذه العوامل فى جعل مناخ معظم أراضيها قارياً وترتفع فيه قيم المدى الحرارى السنوى واليومى إلى معدلات كبيرة.

ويواجه سكان المدن فى المملكة العربية السعودية ظروفاً مناخية متطرفة تتمثل فى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانخفاضها شتاءً، وعظم تأثير الإشعاع الشمسى (أبو العلا، 1979، ص 68)، إضافة إلى العواصف الشديدة والرياح المحملة بالرمال والغبار والتى يساعد على إثارتها المساحات الشاسعة من الصحارى المكسوة برمال وأتربة جافة مفككة، أما السواحل فإن ارتفاع نسبة الرطوبة مقترنة بارتفاع درجة الحرارة عامل أخر يعكس شعور الإنسان بالضيق مناخياً لاسيما فى الصيف.

وقد أدى التطور السريع الذى تم فى المملكة خلال الأربعين سنة الماضية إلى زيادة عدد السكان زيادة كبيرة وتوجهت الزيادة فى معظمها للسكن فى المدن، وأن هذه المدن تنتشر على مساحة

واسعة متباينة فى صفاتها، فتقع على دوائر عرض مختلفة وارتفاعات متباينة وفى مواجهتها لحركات الهواء وعناصر الطقس ولذلك فإن ظروفـها وخصائصها تتباين. وقد

---

* أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد، كلية الآداب . جامعة القاهرة (فرع بنى سويف).

دخلت المملكة فى هذه الفترة عهد التنمية الاقتصادية والاجتماعية وخطت فيها بسرعة مما يتطلب من الباحثين مجاراة هذا التطور بدراسة العوامل المؤثرة فى خطط التنمية وحيث أن الفرد السعودى هو محور هذا التطور فقد بات لزاما الإحاطة بالعوامل المؤثرة على إنتاجيته وكفاءته فى العمل وتعتبر العوامل المناخية من أهم العوامل التى تؤثر على نشاط الإنسان وفعاليته وحيويته وإنتاجه، ومن أهم هذه العوامل المؤثرة على راحة الإنسان تلك الاختلافات المتباينة فى درجة حرارة الهواء التى تؤثر فى كيفية التوازن الحرارى لجسم الإنسان، بل وفى مزاجه، ومدى نشاطه، وقدرته على العمل، ومدى تعرضه للأمراض الناتجة عن التغير الفجائى فى الظروف الطقسية (حسن سيد أبو العينين، 1981، ص 44).

وبذلك فإن ساكنى المدن فى المملكة العربية السعودية يتعرضون للارتفاع الشديد فى درجة الحرارة والتذبذب فى ظروف الطقس وتفاوت المدى الحرارى وما يتركه من أثر سيئ فى نفسية الفرد ونشاطه وحيويته وإنتاجه.

ورغم قدرة الإنسان المتباينة على التأقلم Climatic Adaptation مع الظروف الطقسية المتباينة والتى ليست لها علاقة بالخلفية الحضارية أو التاريخية أو النفسية للإنسان، ورغم أنها ترتبط بالخلفية الفسيولوجية له إلا أن ذلك لا يقلل من أهمية هذا الموضوع وهو من بين الأسباب التى دفعت الباحث لتقصى ظروف المملكة المناخية ودراسة العوامل المؤثرة فى راحة الإنسان، أملا فى تحقيق وتحديد الجو الملائم لزيادة إنتاجية الفرد وتحسين كفاءة العمل وبذل الجهود فى خفض حدة العبء الحرارى الذى يتعرض له فى ظروف خارج المنزل.

ويؤثر مناخ المدن على سكانها فى نواحى شتى أهمها التبادل الحرارى بين الإنسان وبيئته، وقد زاد الاهتمام بالطاقة وبدراسة عناصر توازن وتبادل الإشعاع فى دراسة مناخ المدن مما سهل عملية المقارنة بين الظروف المختلفة لمناخ المدن ومقارنة الجهد الحرارى الذى يتعرض له الإنسان فيما بين تلك المدن (Tuller, S. E., 1975, P. 1) .

وقد استخدمت قرائن متعددة لتقويم أثر العناصر المناخية على الإنسان ومنها قرينة الجهد الحرارى Heat Stress Index والتى وضعها بليدنج وهاتش (Belding and Hatch) عام 1955م، والمجال الإشعاعى الفعال فى الراحة Effective Radiant Field for Comfort لجيج عام 1967م، ومعادلة الراحة الأساسية Basic Comfort Equation والتى صاغها فانجر (Fanger) عام 1967م،

لوحة الإحساس الحرارى The Thermal Sensation Diagram لإباموتو ونيشى (Ibamoto and Nishi) عام 1969م وغيرها من قرائن الراحة. (Nishi, and K, Ibamato, 1969, P. 94).

وعلى الرغم من تداخل وتعقد العوامل المكونة للبيئة الحرارية وصعوبة حساب قرينة الإحساس الحرارى لعناصر البيئة المختلفة فقد طورت معادلات خاصة بميزانية الطاقة لتقدير قيم تبادلها بين الإنسان وبيئته. (Terjung, W. H., 1971, P. 483) . وقد تطورت هذه المعادلات بحيث صارت تأخذ فى اعتبارها كل العناصر المناخية وثيقة الصلة بها وكل عمليات تبادل الحرارة بين الإنسان وبيئته سواء بعمليات الإشعاع أو الحمل أو التوصيل أو التبخر (Morgan, D.L., 1974, P.188).

ولما كان الشعور بالراحة أو الانزعاج هو استجابة فسيولوجية للبيئة الطبيعية، وأن العامل الفسيولوجى الأكثر أهمية فى التبادل الحرارى بين جسم الإنسان والبيئة المحيطة به، وهو درجة حرارة سطح الجلد، حيث يمثل جلد الإنسان الطبقة الفاصلة بين داخل الجسم والبيئة الخارجية والتى تظهر عندها قيم الحرارة المتبادلة عن خسارة أو اكتساب سواء بسبب التبخر أو بالإشعاع أو بالحمل أو التوصيل إلى الملابس. (Gagge, A. P. 1969,.P.215) وحيث تتركز فيه أيضاً مراكز الإحساس وكما قال الله تعالى فى سورة النساء الآية 56. (إن الذين كفروا بآياتنا سوف نصليهم ناراً كلما نضجت جلودهم بدلناهم جلوداً غيرها ليذوقوا العذاب إن الله كان عزيزاً حكيماً).

ومن ثم فإن الأسس التى يعتمد عليها استخدام درجة حرارة الجلد كقرينة للراحة هى:

1. أن درجة حرارة الجلد عامل رئيسى فى تقدير درجة الإحساس بالحرارة التى تسببها عوامل البيئة. كما أن قوة العلاقة بين درجة حرارة الجلد والراحة مثبتة إلى حد بعيد. (Gagge, A. P. 1971, P. 247)
2. تتناسب درجة الانزعاج الناتج عن الحرارة تناسباً طردياً مع ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة الجلد عن الدرجة المثالية للراحة. إذ تبين أن مقدار الانزعاج بسبب البرد يتزايد بمقدار 1.125 مرة مقابل انخفاض درجة حرارة الجلد درجة مئوية واحدة (Gonzalez, R. R., 1973, P. 94).

   ويتزايد بسبب ارتفاع الحرارة بمقدار 1.8 مرة مقابل ارتفاع درجة حرارة الجلد درجة واحدة عن الدرجة المثالية للراحة (Gagge, A. P. 1969, P. 222).
3. تعتمد قرينة درجة حرارة الجلد على أساس طبيعى يسهل تفسيره.
4. يرتبط إفراز العرق ارتباطا وثيقاً بالشعور بالراحة عندما تكون الغدد العرقية فى حالة نشطة وقد استخدمت نسبة تبلل الجسم بالعرق كقرينة للراحة فى البيئات الحارة، وقد استخدمت فى هذه الدراسة كدالة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بدرجة حرارة الجلد. لأن درجة حرارة الجلد ورطوبته خاصتان أساسيتان طبيعيتان لطبقة الجلد (Burt, J. E. 1979, P. 4). وتتأثر بذلك بعمليات التنظيم الداخلى والجهد الخارجى الذى تسببه البيئة (Gagge, A. P. 1971, P. 248)، كما أثبتت الدراسات أن لدرجة

حرارة الجلد ورطوبته علاقة كبيرة بلشعور بالراحة حيث يعملان على تحقيق ميزانية الطاقة عند الفرد.

ولما كان بيرت Burt فى عام 1979 قد طور نموذجاً رياضياً ينطوى على حل معادلة ميزانية الطاقة وإيجاد درجة حرارة الجلد ورطوبته كحد من حدود المعادلة واعتبارها مقياساً واقعياً للراحة فى البيئة ويشمل هذا النموذج حل القياسات المناخية والبيئية المؤثرة على راحة الفرد، فهو يعطينا تسجيلا متصلا عن تغير درجة حرارة الجلد فى كل ساعة فى النهار أو الليل ويشمل تفاصيل مكونات الأشعة التى يكتسبها المرء الواقف فى مكان مكشوف أو يخسرها.

لذلك كان لزاماً علينا دراسة عناصر معادلة توازن الطاقة بالتفصيل، ودراسة جميع المعادلات لأنها داخلة فى النموذج المستخدم فى الدراسة، ولما كانت استجابة النموذج لا تتغير تبعاً لمتغير منفرد لأن العلاقة معتمدة على قيم المتغيرات المستقلة الأخرى، وإن هذا التعميم أو عدم الاستقلالية المتداخلة بين المتغيرات خفضت حساسية النموذج لأخطاء البيانات المسجلة، فإن البيانات المقبولة من قبل النموذج ليست مستقلة تماماً كارتباط درجة حرارة الهواء بالإشعاع الشمسى مثلا وبالتالى فإن الخطأ ليس من المحتمل أن يكون كبيراً فى درجة حرارة الجلد المتوقعة، إضافة إلى أن الثوابت فى المعادلات المستخدمة فى البرنامج لحساب ميزانية الطاقة هى نتاج دراسة تجريبية مثل الحرارة النوعية للهواء الجاف ومعدل التنفس، أو أنها استخلصت القيم المتوسطة لها مثل الحرارة الذاتية وانعكاسية الملابس.

ومما تجدر الإشارة إليه أن معظم عناصر موازنة الطاقة مثل فقدان الحرارة بالتنفس والتعرق والحمل تخضع لاختلاف درجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح بدرجات متفاوتة وهذه عناصر مستقلة تمثل البيئة المدروسة وهى هنا تمثل مدن المملكة. كما أن مقياس الراحة المستخدم وهو درجة حرارة الجلد يتأثر كثيراً بالإشعاع الشمسى وهو العنصر الفعال والمصدر الأساسى للحرارة فى كل مكان، ومن ثم فقد كان استخدام هذا المعيار فى دراسة مدى اختلاف الظروف المناخية فى مدن المملكة وذلك من خلال أثرها على الفرد إلى جانب توضيح اختلافاتها الإقليمية.

ميزانية الطاقة عند بيرت :

طور بيرت نموذجاً رياضياً يجسم طريقة تبادل الإنسان للطاقة مع بيئته معتمداً على ما توصلت إليه دراسات فسيولوجية ومناخية وهندسية سابقة فى هذا المجال، يزود النموذج ببيانات مناخية وبيئية تصف طبيعة المدن، فيحسب درجة حرارة جلد الإنسان وشكل تفسيرها عند تعرضه لتلك البيئات، ومنها يمكن الحكم على مقدار الراحة والانزعاج التى يشعر بها المرء فى تلك المدن.

وقد استخدم بيرت صيغة المعادلة العامة المتعلقة بتوازن الطاقة فى جسم الإنسان (Burt, J. E. 1979, P. 33) وهى :

$$M - P - S = K = R + C$$

حيث أن :

M = الناتج الحرارى من الاستقلاب الذاتى (كيلو سعر / ساعة).

P = الفقدان الحرارى بالتنفس (كيلو سعر / ساعة).

S = الفقدان الحرارى الناتج عن تبخر العرق (كيلو سعر / ساعة).

K = النقل الحرارى خلال الملابس (كيلو سعر / ساعة).

C = النقل الحرارى بالحمل التصاعدى (كيلو سعر / ساعة).

R = النقل الحرارى للإشعاع الصافى (كيلو سعر / ساعة).

إن جميع الوحدات المستخدمة فى المعادلة هى بالكيلو سعر / ساعة، والمعادلة تعبر عن الاختلاف بين الحرارة المنتجة داخل الجسم بعمليات التوليد الذاتى وتلك المفقودة عند سطح الجلد ومنقولة منه خلال الملابس إلى السطح الخارجى لها. ويفقد الجسم الحرارة إلى البيئة الخارجية بعمليات الحمل بفضل الهواء المحيط بالجسم أو بالإشعاع للبيئة. [المعرفة المزيد عن متغيرات معادلة توازن الطاقة فى جسم الإنسان يمكن الرجوع إلى (Burt, J. E. 1979)].

افتراض المعادلة :

1. يتضمن حل هذه المعادلة افتراض توازن الطاقة فى جسم الإنسان بمعنى أن ما يفقده المرء يعادل ما يكتسبه من الطاقة أى على افتراض حالة التوازن التى لا تتضمن التخزين الحرارى.
2. يفترض النموذج أن الإنسان يكون فى حالة توازن من حيث أن ما يكتسبه من الطاقة يعادل ما يستهلكه منها وقد اعتمد فى ذلك على عدة أسس هى :

أ – تشكل قيمة تخزين الطاقة إذا حصلت نسبة صغيرة جداً بحيث تقل عن 10% من معدل الحرارة المتولدة ذاتياً حسبما توصل إلى ذلك جيج فى عام 1969م (Gagge, A. P. 1969, P. 110).

ب– يعتبر النموذج بيانات المتوسطات الشهرية متعلقة باليوم الخامس عشر من كل شهر ومن ثم فإن افتراض حالة التوازن فى اكتساب واستهلاك الطاقة تعتبر مقبولة، خاصة عند حساب استجابة الإنسان للظروف البيئية الجديدة (Gonzalez, R. 1974, P. 13).

ج– يهمل النموذج قيمة فقدان الحرارة بالتوصيل من الجسم إلى سطح الأرض لأن التوصيل لا يتم إلا عن طريق القدمين وهو فى معظم الحالات معزول عن الأرض بمادة عازلة للحرارة. وإن حدث فهو لا يشكل سوى نسبة بسيطة من مقدار الطاقة المنقولة من الجسم إلى سطح

الأرض، فالقدمان تشكلان نسبة 2.5% من مساحة سطح الجسم (Burt, J. E. 1979, P. 2).

د- أهمل النموذج كذلك عمليات فقدان الطاقة التى تحدث فى جسم الإنسان بصورة غير دائمة أو مؤقتة ولا تشكل إلا نسبة بسيطة من نشاط الإنسان اليومى، وذلك مثل الجهد المبذول فى مضغ الطعام وفى عمليات التبول أو التبرز.

وهنا يجب علينا أن نتعرف على الثوابت التى افترضها البرنامج وهى :

جدول (1) : ثوابت نموذج بيرت.

* لمعرفة المزيد عن متغيرات معادلة موازنة الطاقة ونموذج بيرت يمكن الرجوع إلى (Burt, J. E., 1979).

إن الشعور بالراحة قضية نسبية وتختلف من شخص إلى آخر باختلاف استجابة الأجسام للتغيرات التى تحدث فى البيئة المحيطة، وتعتبر البيئة مريحة إذا كانت مرضية لما لا يقل عن 95% من أفراد المجتمع. (Fanger, P. O., 1970, P. 13) .

وقد اختلفت مقاييس الراحة لتشخيص استجابة الجسم للعناصر المناخية المختلفة، ومع ذلك فإن استخدام مؤشر درجة حرارة الجلد والتى تتأثر بمختلف العوامل المناخية المرتبطة بالشعور بالراحة هو الأكثر ملاءمة لتقييم راحة الإنسان خارج المنزل. (Burt, J. E. 1979, P. 1).

وقد استخدم نموذج بيرت الخاص بتوازن الطاقة فى جسم الإنسان والذى يعتمد على معدلات شهرية لمناخ المدن فيحل المعادلات الداخلة فى موازنة الطاقة ويعطى مخرجات عديدة من أهمها

درجة حرارة الجلد وتغيرها فى كل ساعة من ساعات النهار أو الليل، وقد عامل النموذج جميع المتغيرات البيئية والفسيولوجية غير الداخلة فيه على أنها قيم ثابتة وقد حددت مسبقاً له.

وقد دلت النتائج على وجود اختلافات مكانية واسعة فى درجة حرارة الجلد كما دلت على وجود اختلافات شهرية وساعية فيها فى المكان الواحد، وهذا يعنى اختلافات فى الشعور بالراحة أو الانزعاج فى الزمان والمكان.

التباين الإقليمى فى درجة حرارة جلد الإنسان :

لتحليل مدى الراحة معتمدين على درجة حرارة الجلد والتى هى من مخرجات نموذج بيرت تم تطبيقه على 26 مدينة بالمملكة (جدول رقم 2 وشكل رقم 1)، حيث أن درجة حرارة الجلد دليل جيد فى التعبير عن الراحة لارتباطه بالتعبير الموضوعى للراحة كما أوضح ذلك بيرت نفسه (Burt, J. E. 1979, P. 2) ، كما أن درجة حرارة الجلد مقياس طبيعى يسهل تفسيره إضافة إلى إمكانية استخدامه مباشرة فى معادلة ميزانية الطاقة، وقد اعتبر بيرت فى دراسته بلوغ درجة حرارة الجلد 33° م هى الدرجة المريحة تجريبياً، بينما نجد أن فاجنر اعتبر أن أغلب الناس يعتبرون درجة حرارة الجلد 32.5°م درجة مريحة (Fagner, 1970, P. 10). هذا وقد روعى فى اختيار المحطات المستخدمة فى الدراسة أن تكون موزعة توزيعاً مناسباً بحيث تشمل مناطق المملكة المعمورة.

هذا ويحل نموذج الطاقة عند بيرت معادلة ميزانية الطاقة فى جسم الإنسان ويعيد ويكرر حلها على فترات ساعية لليوم الخامس عشر من كل شهر، ويكررها فى جميع أشهر السنة، وكان من نتائج حساب المعادلة . أى من مخرجات النموذج . معدل درجة حرارة الجلد على فترات ساعية، كذلك فى الليل والنهار فى تلك الأيام المحددة بشكل تفصيلى، ولما كانت نتائج شهرى يناير ويوليه توضحان حالتى التطرف فى السنة، لذلك فإننا سنكتفى بتحليل نتائجهما وبتمثيل تباينها فى مدن المملكة على الخرائط.

ونتيجة للفوارق الواضحة فى درجة حرارة الجلد بين الليل والنهار فى المدن، فقد استخلصت متوسطات درجة حرارة الجلد لليل والنهار كلا على حدة للشهرين المذكورين (يناير ويوليه) كما حسبت الاختلافات فى حرارة الجلد بين الليل والنهار لتمثل الفروق اليومية وحسبت الاختلافات بين حرارته فى يناير ويوليه ليمثل الفروق الفصلية. وقد استخدم الجدول رقم (3) فى تحديد وقت الشروق والغروب وتوضيحها على الأشكال وفى حساب طول اليوم الفعلى وهى خطوة سابقة لحساب معدل حرارة الجلد بصورة صحيحة فى النهار وفى الليل.

جدول (2) : المحطات المستخدمة فى الدراسة.

شكل (1) : محطات منطقة الدراسة.

جدول (3) : أوقات الشروق والغروب فى مدن المملكة فى اليوم الخامس عشر من شهرى يناير ويوليو.

استخلصت هذه البيانات من خلال موقع المدن بالنسبة لخطوط الطول.

أولاً : معدل درجة حرارة الجلد فى مدن المملكة :

1) معدل درجة حرارة الجلد فى النهار فى شهر يناير :

من خلال قراءتنا للجدول رقم (4) والذى يوضح معدل درجة حرارة جلد الإنسان لساعات النهار فى شهر يناير فى مدن المملكة وكذلك الشكل رقم (2) يمكن أن نستنتج الآتى :

1. تستأثر المدن الواقعة على الحدود الشمالية من المملكة بالأوضاع المريحة فتسجل درجة حرارة جلد الإنسان الذى يقف أو يمشى فى أحد شوارع تلك المدن 33°م ويتضح هذا فى كل من رفحة والجوف (33.1°م، 33.3°م) على التوالى.

وبصفة عامة فإن درجة حرارة الجلد لا تتباين كثيراً فى شهر يناير خلال ساعات النهار، حيث بلغ التباين درجتان مئويتان فقط، فكانت أدنى درجة حرارة للجلد فى طريف 32.9°م وأعلى درجة حرارة للجلد فى جيزان 34.9°م. ويعود ذلك إلى تأثير الإشعاع الشمسى الذى يرفع درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهار رغم برودة الهواء. وبذلك تتمتع معظم مدن المملكة بظروف مريحة نسبياً، هذا وتزيد درجة حرارة الجلد زيادة تدريجية فى المدن حسب تدرج موقعها من الشمال إلى الجنوب فنجدها فى حائل 33.3°م، وفى الرياض 34.3°م، كذلك تتدرج من المرتفعات نحو المنخفضات أو نحو الساحل فتسجل فى خميس مشيط 33.8°م وفى بيشة 34.3°م وفى جدة 34.7°م.

2. من خلال تحليلنا للشكل رقم (2) يظهر بوضوح أن أهم المؤثرات فى توزيع خطوط تساوى درجة حرارة الجلد فى مدن المملكة فى ساعات النهار الشتوى هى دوائر العرض، غير أنه يوضح أثر امتداد المرتفعات الجبلية فى غرب المملكة بحيث سببت انحراف توزيع خطوط التساوى، فتحول اتجاهها إلى الاتجاه الشمالى الجنوبى بدلا من الاتجاه الشرقى الغربى. كذلك يوضح اختلاف أثر الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الباردة التى سببت تقوساً فى الخطوط نحو الجنوب عن أثر الرياح الشمالية الغربية الأدفأ منها والتى سببت تقوساً فى الخطوط معاكساً للاتجاه السابق (نحو الشمال) وذلك فى الساحل الشمالى للبحر الأحمر، فانعكس أثرها على مناخ المدن وسجلت حدوداً قريبة من المريحة فكانت فى تبوك 33.7°م وفى تيماء 33.5°م.

3. يتميز إقليم ساحل البحر الأحمر بارتفاع درجة حرارة الجلد بالقياس إلى غيره من المناطق، ومع ذلك فإن مدنه تبدى تبايناً مفاده أن درجة حرارة الجلد تزداد ارتفاعا كلما اتجهنا جنوباً ويصل إلى حد الإزعاج كما فى جيزان حيث وصلت درجة حرارة الجلد إلى 34.9°م.

4. تتمتع مدن المرتفعات بدرجة حرارة جلد منخفضة بالقياس إلى المناطق الأخرى ومريحة إلى حد ما وتتقارب مع درجات حرارة الجلد فى المناطق الشمالية، ومثال ذلك أبها فى المناطق المرتفعة

كانت درجة حرارة الجلد بها فى نهار الشتاء (34°م)، وبتبوك إحدى مدن الشمال وكانت درجة حرارة الجلد بها فى نفس الفترة (33.7°م).

جدول (4) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان الواقف خارج البيت فى النهار والليل بمدن المملكة فى شهر يناير.

* استخلصت قيم درجة حرارة الجلد من مخرجات النموذج وذلك طبقاً لوقت الشروق والغروب الموضح فى الجدول رقم (3)، وقد حذفت الفترات التى لا تشكل ساعة كاملة.

شكل (2) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان لساعات النهار فى شهر يناير.

2) معدل درجة حرارة الجلد فى الليل فى شهر يناير :

إذا تتبعنا معدلات درجة حرارة جلد الإنسان خارج المنزل لساعات الليل من شهر يناير فى مدن المملكة ومن خلال تحليلنا للجدول رقم (4) والشكل رقم (3) يمكن أن نتوصل إلى النتائج التالية :

1. تنخفض معدلات درجة حرارة الجلد كثيراً فى ساعات الليل الشتوى فى معظم مدن المملكة وتظهر اختلافاً وفارقاً كبيراً عما كانت عليه فى ساعات النهار الشتوية، كما أنها تظهر اختلافا وفارقاً كبيراً من مكان لآخر، فنجدها تسجل 6.7°م فرقاً فى درجات حرارة الجلد بين أدفأ وأبرد مدينة. ومع ذلك فإن خط التساوى 33.5°م والذى يحصر مدن الساحل الشرقى والجزء الأوسط إلى الشمالى من الساحل الغربى والجزء الجنوبى من المنطقة الوسطى تتمتع بظروف أقرب إلى المريحة خلال ساعات الليل بين مدن المملكة عموماً.

شكل (3) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان لساعات الليل فى شهر يناير.

2. تنخفض درجة حرارة الجلد كلما اتجهنا من الجنوب إلى الشمال متأثرة بدوائر العرض، ومع ذلك فالتأثير القارى أكثر وضوحا خلال ساعات الليل عما هو عليه خلال ساعات النهار ويدل على ذلك تقوس الخطوط التى تنحدر بشدة فى الوسط عن الأطراف.
3. تشمل مدن المنطقة الشمالية أقل درجات حرارة للجلد خلال ساعات الليل (ومثال ذلك مدينة طريف التى وصل معدل درجة حرارة الجلد بها خلال ليالى الشتاء إلى 28°م) بحيث تصبح حرارتها غير مريحة ويظهر أثر الرياح الشمالية الباردة فى تقوس خطوط حرارة الجلد المتساوية أكثر مما كان فى ساعات النهار بحيث انخفضت درجة حرارة الجلد فى المدن الداخلية بمقدار درجة مئوية واحدة عن نظيرتيها الواقعتين على نفس دائرة العرض فى الساحلين الغربى والشرقى.
4. تأتى مدن المناطق المرتفعة فى المرتبة الثانية بعد المنطقة الشمالية فى انخفاض درجة حرارة الجلد خلال ساعات الليل الشتوى غير أن معدلاتها قريبة من الدرجة المريحة وهى 33°م، ويكون انحدارها تدريجيا نحو الشرق وشديداً نحو الغرب مما يبرز أثر التضاريس من ناحية كما يبرز تأثر الأولى بالموجات الباردة التى تسببها الرياح الشمالية الشرقية بينما يظل السفح المواجه للبحر الأحمر دفيئاً وتزداد درجة حرارة الجلد ارتفاعا كلما قربنا من الساحل.
5. تستأثر منطقة الساحل الجنوبى الغربى بأعلى درجة حرارة للجلد فى ساعات الليل الشتوى حيث تصل فى جيزان إلى 34.7°م، أى أنها تصل إلى درجات غير مريحة بفعل ارتفاع الحرارة وليس بسبب انخفاضها كما يحدث فى غيرها من المدن، وتتناقص درجة حرارة الجلد كلما اتجهنا شمالاً على ساحل البحر الأحمر حتى تصبح درجة حرارة الجلد مريحة، أو كلما اتجهنا

شرقاً ابتداءً من الساحل باتجاه الداخل، ولكن بسرعة تزيد عن الحالة الأولى (الاتجاه إلى الشمال) حتى تصبح غير مريحة بسبب البرودة.

3) معدل درجة حرارة الجلد فى النهار فى شهر يوليه :

من خلال تحليلنا للجدول رقم (5) والذى يتضمن معدلات درجة حرارة جلد الإنسان الواقف خارج المنزل فى ساعات النهار فى مدن المملكة خلال شهر يوليه وكذلك الشكل رقم (4) يمكن أن نصل إلى :

1- ترتفع درجة حرارة الجلد كثيراً خلال ساعات النهار فى مدن المملكة حيث تزيد درجة حرارة جلد الإنسان الذى يقف أو يمشى خارج المنزل فى جميع مدن المملكة عن 34°م ، أى أنها تفوق الدرجة المريحة بل وتزيد عن 35°م فى 50% من مدن المملكة، وهى درجة مزعجة جداً بسبب ارتفاع الحرارة، وتقتصر المناطق التى تقل فيها درجة حرارة جلد الإنسان عن 35°م على المدن الشمالية أو الموجودة فى المرتفعات الغربية.

2- لا تتباين درجة حرارة الجلد كثيراً خلال ساعات النهار فى مدن المملكة حيث لا تزيد فى أكثر المدن حرارة عنها فى أقلها حرارة عن 0.9°م فقط، وتقع جميعها ضمن المناطق غير المريحة والمزعجة بسبب ارتفاع الحرارة وزيادة الإشعاع الشمسى.

3- تتركز درجات حرارة الجلد الأكثر ارتفاعاً على كل من ساحلى الخليج العربى والبحر الأحمر ومدن المنطقة الوسطى نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وشدة كثافة الإشعاع الشمسى وصفاء الجو نسبياً، ويزيد الوضع سوءاً فى المناطق الساحلية بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة لأنها تقلل من فرصة فقدان الحرارة بالتبخر.

4- تتشابه درجة حرارة الجلد تقريباً فى مدن المنطقة الشمالية والشمالية الغربية وهى تتراوح بين 34.6°م . 35°م، وتشكل إقليماً متشابهاً حاراً فى حين أن مدن هذه المناطق سجلت أدنى درجات حرارة الجلد خلال ساعات النهار فى ديسمبر، وهذا يعبر عن الفروق السنوية الكبيرة فيها.

5- تسجل مدن المرتفعات الغربية أقل متوسط فى درجة حرارة الجلد فى ساعات النهار صيفاً، وبذلك فهى تقترب من الدرجات المريحة للإنسان إلا أنها لا تصل إليها. وقد تضافرت عدة عوامل فى تلطيف الجو منها انخفاض درجة حرارة الهواء نتيجة لطبيعة المنطقة الجبلية وسقوط الأمطار واعتدال نسبة الرطوبة الجوية بالقياس إلى المناطق السابقة، كذلك ارتفاع نسبة التغيم والتى تسهم فى تخفيف حدة الإشعاع الشمسى وكثافة الغطاء النباتى واتساع الرقعة الخضراء، وقد ساهمت هذه العوامل فى تخفيف وطأة المناخ وخفضت من درجات الحرارة عامة وبالتالى

خفضت درجة حرارة الجلد مما أهل المناطق الجبلية فى الجنوب الغربى لتكون أماكن للتصييف.

6- ترتفع درجة حرارة الجلد ابتداءً من المرتفعات الجبلية كلما اتجهنا نحو الغرب باتجاه ساحل البحر الأحمر ونحو الشرق باتجاه الداخل، ولكنه يتزايد بشدة ناحية ساحل البحر الحمر بالمقارنة بالاتجاه ناحية الداخل، والتى يكون التزايد فيها أقل وطأة وذلك تبعاً للانخفاض التدريجى للتضاريس نحو الشرق.

شكل (4) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان فى النهار فى شهر يوليه.

جدول (5) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان الواقف خارج البيت فى النهار والليل بمدن المملكة فى شهر يوليو.

استخلصت قيم درجة حرارة الجلد من مخرجات النموذج وذلك طبقاً لساعات النهار والليل الموضحه فى الجدول وقد حذفت الفترات التى لا تشكل ساعة كاملة.

4) معدل درجة حرارة الجلد ليلاً فى شهر يوليه :

من خلال قراءتنا للجدول رقم (5) والذى يوضح معدلات درجة حرارة جلد الإنسان فى ساعات الليل بمدن المملكة فى شهر يوليه وأيضا الشكل رقم (5) يتضح لنا الآتى :

1- تسجل مدن المملكة درجة حرارة جلد مرتفعة تزيد عن 33.9°م أى أنها تزيد عن الدرجة المريحة، وتصل إلى الدرجة المزعجة فى بعضها كما هو الحال فى جيزان 35.2°م وفى القطيف 34.9°م.

2- تتشابه درجة حرارة الجلد فى ساعات الليل فى معظم مدن المملكة، إذ لا يتجاوز الفرق بين أكثرها حرارة وأقلها حرارة 1.26°م، وهو الفرق بين درجتى حرارة الجلد فى كل من أبها 33.9°م وجيزان 35.16°م. ومع ذلك فإن الفارق يزيد عن الفارق بينهما فى ساعات النهار، ومن ناحية ثانية فإن هذا الفارق عند الحدود الحرجة بين الدرجة المزعجة والمقبولة وهو بسبب أن الشعور بالانزعاج نتيجة لارتفاع درجة الحرارة يتزايد مع مربع درجة حرارة الجلد، وبذلك فإن أى زيادة فى درجة حرارة الجلد عن الدرجة المريحة يكون تأثيرها مضاعفاً على الفرد أى أن جسم الإنسان يكون أكثر حساسية لارتفاع درجات الحرارة من انخفاضها عن الدرجات المريحة.

3- من خلال قراءتنا للشكل رقم (5) أيضا نجد أن خطوط حرارة الجلد المتساوية تتأثر فى اتجاهها على خريطة المملكة بدوائر العرض، حيث يتزايد باتجاه الجنوب، ومع ذلك تبدى هذه الخطوط تقوساً فى المنطقة الشمالية الغربية، وأن هذا التقوس فى الوسط يتجه نحو الجنوب واتجاه أطراف الخطوط الشرقية والغربية نحو الشمال، وهو دلالة على تبريد المنطقة الوسطى قياساً بالأطراف وذلك بسبب القارية وبعدها عن المؤثرات الملطفة وبسبب مؤثرات مبردة شمالية.

4- تحافظ مدن السواحل على ارتفاع معدل درجة حرارة الجلد خلال ساعات الليل، وهى بذلك الأكثر إزعاجاً خاصة فى القسم الجنوبى من ساحل البحر الحمر، حيث يقترن ارتفاع الرطوبة النسبية بارتفاع درجة الحرارة مما يضاعف أثر التبخر الملطف لحرارة الجسم ولذلك تتأثر الخطوط باتجاه الساحل أكثر مما تتأثر بدوائر العرض، ومثال ذلك نجد درجة حرارة الجلد فى جيزان 35.2°م بينما هى فى الوجه الواقعة شمالاً على ساحل البحر الأحمر أيضاً 34.8°م.

5- تعتبر المناطق المرتفعة هى الأكثر راحة فى الليل على الإطلاق، وذلك لانخفاض درجة حرارة الجو عامة واعتدال درجة حرارة الجلد، إذ سجلت خميس مشيط أدنى درجة 33.9°م، ويتضح أثر امتداد المرتفعات الجبلية فى غرب المملكة فى انحراف اتجاه خطوط حرارة الجلد المتساوية نحو الشمال والجنوب.

شكل (5) : معدل درجة حرارة جلد الإنسان فى الليل فى شهر يوليه.

ثانياً : التباين الفصلى لدرجة حرارة الجلد فى مدن المملكة :

تم التوصل فى الجزء السابق إلى أن مدن المملكة تسيطر عليها أجواء متغيرة غير ثابتة، ولو أنها أجواء غير مريحة فى أكثر الأوقات، وهذا فى معظم الحالات يعود إلى ارتفاع درجة الحرارة وفى أقلها يعود لانخفاضها، أما الأجواء المريحة فهى نادرة الحدوث ولو أن مدة سيطرتها تختلف من مدينة إلى أخرى، الأمر الذى يدعو إلى دراسة التباين الفصلى وكذلك التباين اليومى لدرجة حرارة الجلد فى تلك المدن.

1) الاختلافات الفصلية النهارية :

من خلال قراءتنا للجدول رقم (6) والذى يوضح الفروق اليومية والفصلية فى معدل درجة حرارة الجلد بين شهرى يناير ويوليه بمدن المملكة، وكذلك الشكل رقم (6) ومنهما يمكن أن يتضح لنا الآتى :

1- لا تسجل فروقات فصلية كبيرة خلال النهار بين شهرى يناير ويوليه وذلك نتيجة لعظم مقدار الإشعاع الشمسى وقلة الغيوم وزيادة ساعات سطوع الشمس نسبياً فى الشهر البارد (يناير).

2- تتأثر خطوط التباين بدوائر العرض وباتجاه امتداد البحر الأحمر الذى يكون لامتداده دور معاكس لاتجاه الجبال فيحجز فى جزئه الجنوبى أعلى منطقة فى درجة الحرارة صيفاً وشتاءً وهى بذلك أقلها تبايناً ممثلة فى جيزان (0.3_°م). ويتزايد هذا التباين بالاتجاه الشمالى والشمالى الشرقى إلى أن تقترب من درجتين مئويتين عند الحدود مع العراق تبعاً

لاختلاف طول الليل عن النهار. وبذلك فإن أكثر المناطق تطرفاً هى مدينة طريف، الواقعة فى أقصى شمال المملكة والتى سجلت الفروق فيها 1.8°م تليها المناطق الوسطى من المملكة ابتداء من الشمال باتجاه الجنوب متمشية فى ذلك مع دوائر العرض إلى حد كبير.

3- تؤثر المرتفعات الغربية والبحر الأحمر على انحراف خطوط تباين حرارة الجلد الفصلية عن اتجاه دوائر العرض إلى اتجاه يساير كلاً من اتجاه المرتفعات وشاطئ البحر الأحمر.

4- تسجل الفروقات الفصلية قيما متدنية فى المناطق المرتفعة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة نسبياً خلال شهر يوليه وانخفاض ساعات الإشعاع الشمسى بسبب ارتفاع نسبة التغيم ولمواجهتها للمؤثرات الغربية بينما تعتدل درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهارفى يناير.

5- انحراف خطوط التباين عن دوائر العرض جعل مناطق الساحل الغربى أقل تباينا من مناطق الساحل الشرقى، فنجد أن الساحل الغربى يتميز بارتفاع درجات الحرارة خلال شهر يوليه والدفء خلال شهر يناير، بينما تنخفض درجات الحرارة فى هذا الشهر فى الساحل الشرقى الذى يواجه التيارات الباردة الشمالية فتنخفض درجة حرارة الجلد إلى درجة غير مريحة بسبب البرودة، فتسجل فروقات فصلية تزيد عما هى عليه فى الساحل الغربى.

جدول (6) : الفروق اليومية والفصلية فى معدل درجة الحرارة
بين شهرى يناير ويوليو بمدن المملكة.

حسبت هذه البيانات حسب معدل درجة حرارة الجلد فى ساعات النهار والليل
فى مدن المملكة والتى حصلت من مخرجات النموذج.

شكل (6) : الاختلافات الفصلية فى درجة حرارة جلد الإنسان
بين يناير ويوليه خلال ساعات النهار فى مدن المملكة.

2) الاختلافات الفصلية الليلية :

تتضح الاختلافات الفصلية بين معدلات درجة حرارة الجلد فى ساعات الليل فيما بين يومى 15 يناير و 15 يوليه من خلال تحليلنا للجدول رقم (6) وكذلك الشكل رقم (7) وهى كالآتى:

1- تسجل الاختلافات الفصلية الليلية قيماً أكبر من الاختلافات النهارية، وإن كانت تختلف من مكان إلى آخر بين مدن المملكة، ففى الجنوب لا تتعدى هذه الاختلافات سوى درجة مئوية واحدة ولكنها تتجاوز 6 درجات فى شمال المملكة. فالمحطات التى تزيد الفروق فيها عن 3 درجات تبلغ 27% من عدد المحطات وهى تقع فى المنطقة الشمالية بينما تسجل 63% من المحطات فروقات تقل عن 3 درجات مئوية وتزيد عن درجة واحدة وهى تقع فى باقى مدن المملكة.

2- تدفع القارية والمؤثرات الشمالية الباردة فى شمال المملكة التباين الكبير من الوسط نحو الجنوب باستثناء الطرفين الشرقى والغربى حيث تطغى ظروف مزعجة جداً فى الشتاء ومريحة نسبياً فى الصيف.

شكل (7) : الاختلافات الفصلية فى درجة حرارة جلد الإنسان
بين يناير ويوليه خلال ساعات الليل فى مدن المملكة.

3- توزيع خطوط التباين المتساوية الليلية مشابه لتوزيع خطوط التباين النهارية إلى حد كبير، إلا أنها تختلف فى قيم الفروق، إذ يتأثر اتجاه الخطوط بدوائر العرض، ولو أنها تتقوس فى الوسط نحو الجنوب مما يعكس أثر شدة القارية.

4- يسجل ساحل الخليج العربى فروقاً تتشابه مع المنطقة الوسطى، ولذلك لا تنحرف اتجاهات خطوط التباين عن اتجاه دوائر العرض لأن ساحل الخليج العربى يتأثر نتيجة لانبساطه وعدم وجود عوائق بالظروف القارية المجاورة، وهو بذلك يختلف عن ساحل البحر الأحمر الذى تنحرف عنده الخطوط بحيث توازى خط الشاطئ كما أنها توازى المرتفعات الغربية وتسجل أقل فروقات حرارية فى المملكة خاصة فى جيزان.

5- يشتد انحراف الخطوط وتقوسها فى الغرب بحيث تتأثر باتجاه المرتفعات الغربية، وان طول ساحل البحر الأحمر وامتداد الشريط الساحلى الضيق المتميز فى ظروفه المناخية والمتأثر بالبحر كان له دور فى انحراف خط التساوى 1°م باتجاه ساحل البحر الأحمر من الشمال نحو الجنوب، وإن كانت الجبال تزيد فيها الفروق عن درجتين وهى ليست قليلة إنما تقل عن الشمال، بينما فى الساحل الجنوبى شبه معدومة فهى تقل عن 0.5°م فى النصف الجنوبى من الساحل وتتمتع مدن شمال البحر الأحمر بأجواء مريحة ليلا نتيجة لهبوب الرياح الشمالية الغربية.

ثالثاً : التباين اليومى لدرجة حرارة الجلد فى مدن المملكة :

1) التباين اليومى فى شهر يناير :

من خلال قراءتنا للشكل رقم (8) والجدول رقم (6) يمكن أن تتضح لنا عدة ملاحظات عن التباين اليومى لدرجة حرارة الجلد فى مدن المملكة ومن هذه الملاحظات :

1- لا يعتبر التباين اليومى فى درجة حرارة جلد الإنسان الذى يقف خارج المنزل فى مدن المملكة فى شهر يناير مرتفعا حيث تنحصر الفروق اليومية لأقل من درجتين مئويتين فى 62% من مدن المملكة، وهى المدن الواقعة على السواحل ومدن المنطقة الوسطى ومدن المناطق المرتفعة، بينما تزيد الفروق اليومية عن 2°م فى بقية مدن المملكة (38%)، وهى محطات المنطقة الشمالية، وهذا يؤكد أن المحطات التى ترتفع فيها نسبة القارية ويعظم فيها الفرق فى

درجة حرارة الهواء بين الليل والنهار والتى يقل تأثير البحر عليها، ينعكس هذا كله على الفروقات اليومية فى درجة حرارة الجلد، ومما تجدر الإشارة إليه أن الفروقات فى المدى اليومى هى نتيجة للعلاقة بين درجة حرارة الهواء وبين الإشعاع والتى تزداد اعتبارا من شروق الشمس رغم برودة الهواء بينما تنخفض درجة حرارة الجلد خلال ساعات الليل متأثرة ببرودة الهواء، فتسجل فارقاً كبيراً عنها خلال النهار.

2- يزداد التباين اليومى ابتداء من المنطقة الوسطى باتجاه الشمال الغربى حيث يتجاوز هذا التباين 4°م فى شمال المملكة. ويتضح أثر عامل القارية وكذلك الرياح الشمالية الباردة على دفع التباين الكبير من شمال المنطقة الوسطى باتجاه الجنوب الشرقى. أما منطقة المرتفعات الغربية فتنحرف فيها خطوط حرارة الجلد المتساوية باتجاهها أى من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى، ويزداد التباين مع الارتفاع ويقل مع الانخفاض فى الاتجاهين الشرقى والغربى. أما المناطق الساحلية فتسجل أقل الفروق فى درجة حرارة الجلد بين النهار والليل حيث يقل عن 0.5°م ما عدا الساحل الشمالى الغربى حيث يتجاوز الفارق فيه الدرجتين المئويتين.

شكل (8) : الاختلافات اليومية فى درجة حرارة الجلد فى مدن المملكة فى شهر يناير.

2) التباين اليومى فى شهر يوليه :

من خلال دراسة التباين اليومى لدرجة حرارة جلد الإنسان فى المملكة خلال فصل الصيف، وذلك عن طريق تحليل الجدول رقم (6) والشكل رقم (9) يتضح لنا الآتى :

1- نلاحظ أن الفروقات اليومية فى شهر يوليه ضئيلة جداً حيث يستمر ارتفاع درجة حرارة الهواء لساعات طويلة بعد غروب الشمس، وبما أن درجة حرارة الجلد تتأثر بالإشعاع الشمسى فى النهار وبدرجة حرارة الهواء فى الليل فإنها بذلك تسجل فروقات قليلة، فلا يزيد مقدار الفرق فى درجة حرارة الجلد بين الليل والنهار عن 0.7°م على الأكثر، وهذا يتحقق فى تيماء بسبب شدة القارية وانخفاض حرارة الجو فى الليل إلى درجة تؤثر على الجلد. بينما تزيد الفروقات اليومية عن 0.4°م فى 57% من مدن المملكة وهى التى تحتل المنطقة الشمالية الغربية والمنطقة الوسطى وكذلك المرتفعات الغربية، وتسجل الفروقات 0.3°م فى أقل من 43% من مجموع المدن بالمملكة وتمثلها مدن الساحلين الشرقى والغربى وبعض مدن المنطقة الوسطى والشرقية.

2- أكثر المناطق اختلافا فى الفروقات الحرارية للجلد هى المناطق الشمالية الغربية والوسطى والمرتفعات الغربية، وهذا فى الواقع يتماشى مع الأقاليم المناخية التى تتميز بظروف شبه متميزة عن الأقاليم الأخرى، فنجد أن طبيعة المناطق القارية تختلف ظروفها خلال ساعات الليل عن النهار، بينما نجد أن المدن الساحلية تحافظ على ارتفاع درجات حرارتها حتى ساعات متأخرة من الليل، وبذلك تسجل المناطق القارية اختلافا أكبر فى درجة حرارة الجلد عنها فى المناطق الساحلية. أما المناطق المرتفعة فإن كثافة الإشعاع الشمسى ترفع درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهار وينقطع فى الليل.

شكل (9) : الاختلافات اليومية فى درجة حرارة الجلد فى مدن المملكة فى شهر يوليه.

رابعاً : التغير اليومى لدرجة حرارة الجلد فى مناطق المملكة :

لما كانت المملكة تضم خمسة أقاليم متباينة، فقد تم اختيار خمس محطات لتمثل كل واحدة منها أحد هذه الأقاليم وذلك لمتابعة تغير أوضاع عناصر الطاقة فى جسم الإنسان فى تلك المدن الخمس على مدى 24 ساعة مرة فى يوم 15 يناير ومرة فى يوم 15 يوليه ومدى علاقة كل عنصر منها بتغير درجة حرارة الجلد، والمدن التى تم اختيارها هى :

أ- مدينة أبها وتمثل إقليم المرتفعات الغربية فى جنوب غرب المملكة.

ب- مدينة الرياض وتمثل إقليم الهضبات الوسطى.

ج- مدينة الظهران وتمثل إقليم الساحل الشرقى.

د- مدينة جدة وتمثل إقليم الساحل الغربى.

هـ- مدينة الجوف وتمثل إقليم الهضبات الشمالية.

1) إقليم المرتفعات الغربية (مدينة أبها) :

يوضح الشكلان رقم (10، 11) والجدولان رقم (7، 8) والخاصان بالتغير الساعى لعناصر موازنة الطاقة فى الإنسان ودرجة حرارة جلده بمدينة أبها فى اليوم الخامس عشر من كل من شهرى يناير ويوليه، اتجاهات هامة ومميزة عن المناطق الأخرى، فمن خلال قراءتنا للشكل رقم (10) والجدول رقم (7) والخاص بشهر يناير يمكن أن نستنتج الآتى:

1- تتأثر درجة حرارة الجلد كثيراً بأشعة الموجة القصيرة، حيث ترتفع فى مدينة أبها منذ ساعات الصباح فتصل حدودها القصوى عند الساعة التاسعة صباحا وتستمر مرتفعة حتى الساعة الرابعة عصرا وعندها تبدأ مرة أخرى فى الانخفاض التدريجى حتى غروب الشمس، حيث يشتد

انخفاضها خلال ساعات الليل ويستمر حتى تبلغ أدنى قيمة لها قبيل الشروق. وتعتبر أشعة الموجة القصيرة العامل المسيطر فى رفع درجة حرارة الجلد ولذلك فإن اتجاه منحناها اليومى يساير منحنى أشعة الموجة القصيرة إلى حد كبير.

2- إن الانخفاض التدريجى فى درجة حرارة الجلد بعد الساعة الرابعة عصرا يرجع إلى استمرار اكتساب الحرارة بتأثير أشعة الموجة الطويلة، ولو أنه يتم بقيم مرتفعة فإنه يقل عن نسبة فقدان الجسم للحرارة بفضل الحمل والتبخر أى لزيادة الفرق بين درجة حرارة الملابس ودرجة حرارة سطح الجلد.

3- يستمر انخفاض درجة حرارة الجلد فى الليل حتى يسجل درجة منخفضة جداً عند الساعة الرابعة قبل الشروق تبعاً للانخفاض التدريجى فى درجة حرارة الهواء فى هذا الوقت، ولأن أشعة الموجة القصيرة ينقطع وصولها فى الليل وتنخفض سرعة الرياح إلى أدنى قيمة لها.

جدول (7) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة أبها فى اليوم الخامس عشر من شهر يناير.

شكل (10) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة أبها فى 15 يناير.

4- يسجل منحنى أشعة الموجة القصيرة قمتين، تقع الأولى منهما فى الساعة التاسعة صباحاً والقمة الثانية فى الساعة الثالثة بعد الظهر ويسجل انخفاضا كبيراً بينهما، مما يدل على انخفاض وصول هذا النوع من الأشعة فى فترة الظهيرة وذلك لأن أهم العوامل التى تؤثر فى منحنى الإشعاع اليومى على إنسان يقف على قدميه هى :

أ- زاوية دائرة العرض.

ب- زاوية اتجاه أشعة الشمس عن السمت.

ج- مقدار التغيم.

ويعتبر عامل زاوية اتجاه أشعة الشمس عن السمت أكثر العوامل أثراً فى تحديد كمية الأشعة القصيرة الموجة، وبما أن مدينة أبها تقع عند دائرة عرض 08 18° شمالا فإن زاوية انحراف أشعة الشمس عن خط السمت فى وقت الزوال يوم 15 يناير يساوى 50.37°، وتبلغ مساحة الظل فى ذلك الوقت 0.567م2.

ومن الواضح أن خط ارتفاع الشمس فى أبها يزيد عما هو عليه فى المدن الواقعة فى دوائر عرض أكبر منها، ومن ثم فإنه يمكن تعليل الانخفاض النسبى فى وصول أشعة الموجة القصيرة فى وقت الظهيرة إلى ارتفاع الشمس وصغر مساحة الأجزاء من الجسم التى تقع عليها هذه الأشعة، ولهذا نجد أن جميع منحنيات أشعة الموجة القصيرة اليومية للمواقع بين دائرتى عرض 30° جنوباً وشمالاً تتخذ فى الشتاء قمتين، الأولى فى الساعة التاسعة صباحا والثانية فى الساعة الثالثة ظهراً.

5- يساير منحنى فقدان الحرارة بالحمل أشعة الموجة القصيرة وينخفض إلى حده الأدنى بعد الغروب عندما تتقارب درجة حرارة الملابس مع درجة حرارة الهواء والتى وإن كانت منخفضة

خلال ساعات النهار إلا أنه يزيد انخفاضها خلال ساعات الليل فتستمر بذلك عملية فقدان الحرارة بالحمل خلال ساعات الليل والنهار.

6- يسهم كل من فقدان الحرارة بالتبخر من العرق والإشعاع الحرارى بنصيب بسيط فى تنظيم درجة حرارة الجلد خلال ساعات الليل وبنصيب أكبر خلال ساعات النهار.

7- يسهم فقدان الحرارة بالتنفس مساهمة محدودة جداً مقارنة بعوامل فقدان الطاقة الأخرى وذلك فى ساعات الليل والنهار على السواء.

ولتتبع التغير الساعى لدرجة حرارة الجلد فى مدينة أبها فى منتصف شهر يوليه ومقارنته مع منحنيات التغير الساعى لعناصر موازنة الطاقة بجسم الإنسان وهى المنحنيات التى تظهر من خلال الشكل رقم (11) والجدول رقم (8) ومن خلال هذا الشكل ممكن أن نصل إلى :

1- ترتفع درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهار وتبلغ أقصاها الساعة الثامنة صباحا فتسجل 34.3°م، ولا تسجل فارقا كبيراً فى الليل حيث سجلت 33.8°م الساعة الثالثة أى بفارق 0.5°م فقط بينما المدى اليومى فى 15 من شهر يناير كان 3.7°م.

2- ساهم تدفق أشعة الموجة القصيرة والذى يبدأ منذ الشروق فى ارتفاع درجة حرارة الجلد طوال النهار، كما ساهمت درجة حرارة الهواء واستمرار تدفق أشعة الموجة الطويلة ذات القيمة العالية نسبياً فى استمرار ارتفاعها خلال ساعات الليل، ومع ذلك فإن مدينة أبها مقارنة ببقية مدن المملكة تتمتع بظروف قريبة من المريحة فى النهار ومريحة فى الليل وتكون أكثر راحة فى الساعات المتأخرة من الليل حيث تصبح درجة حرارة الهواء أكثر اعتدالا.

3- ترتفع أشعة الموجة القصيرة كثيراً بعد الشروق وتحدث قمتان تبلغ القمة الأولى الساعة الثامنة صباحاً والقمة الثانية الساعة الرابعة عصراً، ويحدث انخفاض كبير بينهما خاصة عند الظهيرة الساعة 12 ظهراً، وعند حساب الأشعة القصيرة الموجة الساقطة على جسم الإنسان وجد أنها تتأثر كثيراً بالمساحة المعرضة من الجسم للإشعاع، ومن ثم فإن الأشعة الشمسية عند الزوال تكون قريبة من العمودية فى الصيف 87.13°م وبالتالى تقل المساحة من الجسم التى تتعرض مباشرة لها فتقل كمية الأشعة القصيرة الموجة الساقطة على الإنسان وأقل مما هى فى فترتى الضحى وبعد الظهيرة.

4- يشكل الحمل أهم قنوات تصريف الطاقة خلال ساعات النهار وهو يحد نسبياً من ارتفاع درجة حرارة الجلد، ومع أنه يرتبط ارتباطا رئيسياً بالفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الملابس إلا انه يتزايد أيضا تبعا لارتفاع درجة حرارة الملابس، ويتماثل مع منحنى أشعة الموجة القصيرة فى ارتفاعه وانخفاضه فيسجل قمتين ثنائيتين، فيبلغ أقصاه الساعة الرابعة عصراً بمقدار 420

ك سعر/ساعة بينما يسجل قيما سالبة بعد الغروب وهو بذلك يضيف قليلاً من الحرارة إلى الجسم لا تتجاوز 28 ك سعر/ساعة. بينما يسهم الإشعاع بنصيب جيد فى تصريف الطاقة خلال ساعات الليل ولو أنه يبلغ أقصاه الساعة الثامنة صباحاً تبعاً للقمة الأولى لأشعة الموجة القصيرة.

5- يتناقص فقدان الحرارة بالتعرق طوال الليل ويبدأ بالارتفاع البسيط عند الساعة الخامسة صباحا ويشتد ارتفاعه الساعة السادسة بعد الشروق ويستمر من الساعة الثامنة حتى الساعة الرابعة بشكل شبه ثابت ثم يبدأ بالتناقص البطئ أولاً ويشتد التناقص خلال الليل.

جدول (8) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة أبها فى اليوم الخامس عشر من شهر يوليه.

شكل (11) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة أبها فى 15 يوليو.

2) إقليم الهضاب الوسطى (مدينة الرياض) :

تختلف الظروف كثيراً فى مدينة الرياض عنها فى مدينة أبها، ومن خلال قراءتنا للشكل رقم (12) والجدول رقم (9) والذى يبين تغير عناصر موازنة الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى 15 يناير يمكن أن نتوصل إلى :

1- تبدأ درجة حرارة الجلد بالارتفاع السريع منذ الساعة السابعة صباحاً فتبلغ 34°م فى الساعة الثامنة، 34.5°م فى الساعة التاسعة وتستمر مرتفعة حتى الساعة الثانية، وإن كانت تزيد زيادة محدودة عند الساعة الثانية عشر ظهراً حيث تتزامن مع أقصى تدفق لأشعة الموجة القصيرة والتى ترفع درجة حرارة الهواء.

2- تبدأ درجة حرارة الجلد فى الانخفاض اعتبارا من الساعة الثالثة بعد الظهر، ومع ذلك يقل انخفاضها بعد الغروب ويصبح بطيئاً جداً ولا يتجاوز الانخفاض حتى الساعة الواحدة بعد منتصف الليل 0.5°م وذلك لارتفاع درجة حرارة الهواء فى هذه الفترة إضافة إلى استمرار تدفق أشعة الموجة الطويلة وهى كبيرة القيمة حيث يعتبر هذان العاملان المسببان لاستمرار ارتفاع درجة حرارة الجلد بعد غروب الشمس.

3- تنخفض درجة حرارة الجلد انخفاضا سريعاً خلال ساعات الليل المتأخرة أى بين الساعة الواحدة والسادسة صباحاً، إذ تنخفض بمعدل 0.5°م فى كل ساعة، ويعود ذلك للانخفاض السريع فى درجة حرارة الهواء، وتبلغ أدنى قيمة لدرجة حرارة الجلد عند الساعة السادسة صباحاً حيث تبلغ 30.9°م.

4- تبلغ قمة أشعة الموجة القصيرة ذروتها الساعة الثانية عشر ظهراً، ولكننا نلاحظ أن منحنى أشعة الموجة القصيرة فى الرياض تكون ذروته عريضة حيث تمتد من الساعة الحادية عشرة صباحاً وحتى الساعة الواحدة ظهراً، على العكس من منحنى أبها الذى تظهر له ذروتان، ويرجع ذلك لأن اتجاه الأشعة الشمسية يكون مائلا فى الرياض فى وقت الزوال بمقدار 42° وهذا يعنى أن نسبة أكبر من أشعة الموجة القصيرة تسقط على الشخص الواقف بالقياس إلى

أبها، يدل على ذلك أن مساحة الظل تساوى عند الساعة الثانية عشرة ظهرا 0.80 م2 بينما كانت فى أبها 0.567م2 خلال نفس الفترة.

5- تتوقف عملية فقدان الحرارة بالحمل على الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الملابس وأيضا على سرعة الرياح، والعاملان يبلغان الذروة عند الظهيرة، فمع ازدياد الفرق بين درجة حرارة الهواء والملابس تزداد قيمة فقدان الحرارة بالحمل، ونظراً لأن عملية التسخين تكون كبيرة، لذلك فإننا نجد أن قيمتها فى النهار تكون عالية جداً حيث تبلغ 73% من قيمة أشعة الموجة القصيرة. هذا ونجد أن الارتفاع السريع فى قيمة فقدان الحرارة بالحمل منذ الساعة السابعة ووصولها الذروة بين الساعة الحادية عشر صباحاً والواحدة ظهراً يعكس مقدار الفرق بين درجة حرارة الملابس ودرجة حرارة الهواء والتى بلغت 14.6°م عند الساعة العاشرة صباحاً، 12.8°م عند الساعة الثانية عشر ظهراً. ويبدأ تناقص فقدان الحرارة بالحمل بعدئذ ويشتد التناقص عند الساعة الثالثة بعد الظهر إلى أن تتقارب درجتا حرارة الملابس والهواء عند الغروب، فيقل تبعا لذلك الفرق بينهما وتقل أيضا قيمة فقدان الحرارة بالحمل حتى تكاد تكون شبه معدومة حيث لا تتجاوز 3 ك سعر/ساعة.

6- تحافظ عملية فقدان الحرارة بالتنفس على قيم متماثلة طيلة فترتى النهار والليل، وهى ذات أهمية ثانوية فى راحة الإنسان حيث تنخفض قيمتها كثيراً عن بقية عوامل فقدان الطاقة حتى فى درجات حرارة منخفضة فإن حرارة الجو النوعية للهواء الجاف والمحسوبة هنا 0.24°م والداخلة فى معادلة حساب فقدان الحرارة بالتنفس. وضألة قيمة معدل التنفس بالكيلو جرام/ساعة نسبة إلى الحرارة الذاتية والمحسوبة 100 ك سعر/ساعة، خفضت قيم الطاقة المستنفذة فى معادلة هواء الشهيق والزفير من جهة، كذلك ترتبط الطاقة المستنفذة فى تبخر هواء الرئة مع ضغط بخار الماء فى الهواء والذى تكون قيمة منخفضة فى معظم مدن المملكة، وقد ساهمت هذه العوامل مجتمعة فى انخفاض قيمة فقدان الحرارة بالتنفس.

7- يعتبر عامل فقدان الحرارة بالإشعاع العامل المسيطر فى فقدان الجسم للحرارة خلال ساعات الليل عن بقية العوامل الأخرى، ويزداد خلال ساعات النهار بسبب تزايد مصادر اكتساب الجسم للحرارة (أشعة الموجة القصيرة) حتى أنه يتضاعف نتيجة لتأثره بدرجة حرارة سطح الملابس التى تكون حارة فى النهار وتصل إلى 150 ك سعر / ساعة أى قدر نصف ما يكتسبه من أشعة الموجة الطويلة.

8- يلاحظ أن أشعة الموجة الطويلة تسجل قيما متماثلة طوال اليوم وذلك لأن تأثير التغيم اعتبر ثابتاً خلال اليوم والمعلومات المدخلة فى البرنامج كانت معدلات ومع ذلك فقد أوضح الشكل رقم (12) أن منحناها أحدث تموجا بسيطا يتمثل فى الزيادة التدريجية البطيئة منذ ساعات الشروق والتى تستمر إلى ما بعد الظهيرة حيث يبدأ بالانخفاض البطئ، وهو يتبع تقريبا منحنى درجة حرارة الهواء.

جدول (9) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الرياض فى اليوم الخامس عشر من شهر يناير.

شكل (12) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الرياض فى 15 يناير.

هذا وتختلف الظروف المناخية فى الرياض تماما فى شهر يوليو عنها فى شهر يناير فعند قراءتنا للشكل رقم (13) والجدول رقم (10) والذى يوضح منحنيات التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى 15 يوليو بمدينة الرياض يمكن أن نستنتج الآتى :

1- تعتبر درجة حرارة الجلد فى الرياض مرتفعة جداً فى فصل الصيف وشبه ثابتة الارتفاع إذ لا تختلف بين الليل والنهار كثيراً حيث لم يتجاوز الاختلاف اليومى فى يوم 15 يوليو 0.8°م (34.5°م . 35.3°م) ومع ذلك فإن الارتفاع فى المسار اليومى لدرجة حرارة الجلد تبدأ منذ الساعة السادسة صباحاً ويستمر إلى الثامنة، ثم تبقى مرتفعة وقد تصل إلى أقصى حد فى الساعة الرابعة قبل أن تعود إلى الانخفاض التدريجى البسيط بعدئذ حتى شروق اليوم التالى، ويتفق هذا الارتفاع مع ارتفاع درجة حرارة الهواء التى تبلغ ذروتها فى تلك الفترة، ولكن ارتفاع قيم أشعة الموجة الطويلة هو الذى حافظ على ارتفاع درجة حرارة الجلد طوال ساعات الليل وجعلها قريبة من درجة حرارتها فى النهار.

2- إن أهم ما يميز أشعة الموجة القصيرة فى شهر يوليو عنه فى شهر يناير هو ظهور قمتين فى المنحنى، القمة الأولى تحدث من الساعة الثامنة وحتى الساعة التاسعة صباحاً، وتحدث القمة الثانية من الساعة الثالثة إلى الساعة الرابعة بعد الظهر، وذلك نتيجة حصول انخفاض يبلغ مقداره 100 ك سعر / ساعة فى الساعة الثانية عشرة ظهراً، ويحدث هذا الانخفاض نتيجة ارتفاع الشمس فى وقت الزوال فى 15 يوليو بمدينة الرياض إلى 86.4°، وهذا يجعل الأجزاء التى تتعرض من الجسم لأشعة الموجة القصيرة محدودة إلى أدنى قدر ممكن ويدل على ذلك تقلص مساحة الظل إلى 0.088 م.2

3- يدل منحنى فقدان الحرارة بالحمل إلى انخفاض قيمته فى النهار إلى نحو نصف قيمته فى شهر يناير خاصة انخفاضه فى الليل حيث يعطى قيماً سالبة، وهذا يعنى أن الجسم يكتسب حرارة من البيئة بطريقة الحمل بدلا من أن يخسرها لأن فقدان الحرارة بالحمل يرتبط بالفرق بين درجة حرارة الهواء والملابس ارتباطا رئيسيا لأن استمرار ارتفاع درجة حرارة الهواء خلال ساعات الليل مدعمة بارتفاع أشعة الموجة الطويلة تجعل درجة حرارة الهواء محتفظة بتفوقها على درجة حرارة سطح الملابس.

4- يزيد فقدان حرارة الجسم بالتعرق فى النهار عنه فى الليل فى فصل الصيف إذ يبلغ فى 15 يوليو نحو ضعفه فى 15 يناير (120 ك سعر/ساعة فى يناير . 250 ك سعر/ساعة فى يوليو) وقد بدأ ارتفاعه منذ الساعة السادسة وبلغ أقصاه بين الساعة الثانية والثالثة ظهراً ثم انخفض تدريجياً منذ

الساعة الرابعة واستمر بالانخفاض البسيط إلى أن بلغ أدناه عند الشروق، ويتفق هذا الارتفاع النهارى فى فقدان الحرارة بالتعرق مع ارتفاع درجة حرارة الهواء.

5- يسهم فقدان الحرارة بالإشعاع بنصيب جيد مقارنة بعوامل فقدان الطاقة الأخرى وهو يتأثر بدرجة حرارة الملابس وبأشعة الموجة الطويلة ويتضاعف تأثيره فى النهار عما هو فى الليل بسبب توفر الطاقة الزائدة فى الجسم، ويبلغ أقصاه مع القمة الأولى لأشعة الموجة القصيرة تبعاً للارتفاع المفاجئ فى درجة حرارة الملابس.

جدول (10) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الرياض فى اليوم الخامس عشر من شهر يوليه.

شكل (13) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الرياض فى 15 يوليو.

3) المنطقة الشرقية (مدينة الظهران) :

من خلال استعراضنا للشكل رقم (14) والجدول رقم (11) والذى يبين التغير الساعى لعناصر موازنة الطاقة وتغير درجة حرارة الجلد فى الظهران فى يوم 15 يناير، يمكن أن تتضح عدة حقائق هى :

1- تبدأ درجة حرارة الجلد فى الارتفاع التدريجى منذ الساعة السابعة وحتى التاسعة صباحاً حيث يتضاءل تزايدها حتى تظهر فى المنحنى على شكل قمة عريضة من الساعة التاسعة صباحاً وحتى الساعة الثالثة ظهراً، ثم تبدأ فى الانخفاض التدريجى حتى الساعة الرابعة صباحاً فتصل (33°م) وهى الدرجه المثالية فى الراحة، ثم تنخفض عنها حتى تصل أدنى حد لها فى الساعة الخامسة (32.7°م)، وهى بذلك تختلف عن المدن الداخلية التى ينحدر فيها انخفاض درجة حرارة الجلد فى هذا الوقت انحداراً شديداً، ويتأثر ارتفاعها النهارى بطبيعة الحال بارتفاع درجة حرارة الهواء وتدفق أشعة الموجة القصيرة.

2- يظهر منحنى أشعة الموجة القصيرة أقل نسبيا مما هو فى المدن المماثلة التى تقع فى نفس دائرة العرض ويبلغ أقصاه الساعة الثانية عشرة ظهراً (520 ك سعر/ساعة) وذلك لنقصان كمية الإشعاع الشمسى الكلى الساقط بسبب ارتفاع نسبة التغيم. ويبدأ وصول هذه الأشعة منذ الشروق ويزداد تدفقها بسرعة حتى تشكل قمة فى الساعة الثانية عشر ظهراً، ثم تتناقص بسرعة مثلما ارتفعت بسرعة حتى تتوقف عند الغروب وتتشابه الظهران مع الرياض فى تشكيل قمة واحدة من أشعة الموجة القصيرة.

3- إن أهم عناصر فقدان حرارة الجسم فى النهار يعود إلى الحمل حيث يتجاوز مقداره 450 ك سعر/ساعة، ويبدأ بالارتفاع السريع منذ الشروق حيث يكون 50 ك سعر/ساعة، ويصل إلى ذروته فى الساعة الثانية عشرة ظهراً، ثم يتناقص بسرعة بعد الساعة الواحدة ليصل إلى أدنى قيمة عند الغروب، وبذلك فإن منحنى فقدان الحرارة بالحمل يتفق إلى حد كبير مع منحنى أشعة الموجة القصيرة فيرتفع بارتفاعها وينخفض بانخفاضها ويرتبط أيضاً بسرعة الرياح ودرجة حرارة الهواء، ويرجع انخفاضها فى الليل إلى تقارب درجة حرارة الملابس ودرجة حرارة الهواء حيث أن قيمة الحمل تتناسب مع مقدار الاختلاف بينهما.

4- ترتفع أشعة الموجة الطويلة طوال اليوم ويبدى منحناها وضعاً شبه ثابت لعدم وجود فرق كبير بين مقدارها فى النهار والليل (270 ك سعر/ساعة نهاراً، 320 ك سعر/ساعة ليلا) مثلها فى ذلك مثل مدينة الرياض، ويساعد على هذا الارتفاع والانتظام ارتفاع ضغط بخار الماء، ويبدأ التزايد البسيط منذ الشروق بفضل ارتفاع درجة حرارة الهواء وثبات ارتفاعه فى النهار.

جدول (11) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الظهران فى اليوم الخامس عشر من شهر يناير.

شكل (14) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الظهران فى 15 يناير.

5- يسجل عنصر فقدان الطاقة بالتعرق قيماً صغيرة جداً خلال ساعات الليل بسبب اعتدال درجة حرارة الجلد، غير أنه يبدأ بالارتفاع النسبى خلال الساعات الأولى للنهار ويستمر فى الارتفاع

التدريجى إلى أن يصل 100 ك سعر/ساعة فقط من الساعة الثانية عشر ظهراً وحتى الساعة الرابعة، ويبدو أن ضآلة الطاقة التى يفقدها الجسم بسبب العرق فى الظهران حتى فى النهار يعود إلى ارتفاع ضغط بخار الماء أى زيادة الرطوبة الجوية.

6- يعتبر عامل فقدان الطاقة بالإشعاع الأكثر فعالية خلال ساعات الليل بالإضافة إلى أنه يرتفع نسبياً فى النهار حتى يصل إلى 120 ك سعر/ساعة.

أما قراءتنا للشكل رقم (15) والجدول رقم (12) والذى يمثل المنحنيات الساعية لعناصر توازن الطاقة فى جسم الإنسان ومقارنتها بتغير درجة حرارة الجلد فى الظهران فى يوم 15 يوليه يتضح الآتى :

1- تبدو درجة حرارة الجلد فى أيام الصيف أكثر ارتفاعاً وأكثر انتظاماً من أيام الشتاء فهى تتراوح بين 34.6°م، 35.2°م، وتبدأ فى ارتفاعها التدريجى البسيط الساعة السادسة صباحاً إلى أن تصل أعلى قيمة لها فى الساعة الرابعة من بعد الظهر، ثم تنخفض تدريجيا إلى أن تصل إلى أدنى قيمة لها فى الساعة الرابعة من بعد الظهر، ثم تنخفض تدرجياً إلى أن تصل أدنى قيمة لها فى الساعة الرابعة صباحاً مع ملاحظة أنها تحافظ على ارتفاعها طوال اليوم، فلا تتجاوز الاختلافات اليومية 0.56°م، وتؤثر كل من أشعة الموجة القصيرة والطويلة ودرجة حرارة الهواء فى الارتفاع النسبى الذى يطرأ على منحنى درجة حرارة الجلد فى النهار، وتقل نسبياً فعاليات قنوات تصريف الطاقة فى الظهران عند مقارنتها بعناصر موازنة الطاقة فى الرياض وأبها مما يعكس أثره السيئ على الفرد.

2- من الملاحظ أيضاً أن أشعة الموجة الطويلة تعتبر أهم عناصر موازنة الطاقة فى الظهران صيفاً وأكثرها انتظاماً وتتراوح قيمها بين 335 ك سعر / ساعة عند الساعة الرابعة صباحاً إلى 410 ك سعر / ساعة عند الساعة الثانية ظهراً، ويعود ارتفاعها إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء وشدة كثافة الإشعاع الشمسى إضافة إلى ارتفاع ضغط بخار الماء تبعاً لزيادة الرطوبة الجوية.

3- يبدأ تدفق أشعة الموجة القصيرة منذ الساعة السادسة صباحاً وتبلغ ذروتها الأولى بين الساعة الثامنة والساعة التاسعة صباحاً بـ 477 ك سعر/ساعة وبانخفاض نسبى عند الساعة الثانية عشرة بمقدار 100 ك سعر/ساعة تقريباً حيث تسجل 380 ك سعر/ساعة، وتسجل الذروة الثانية بين الساعة الثانية والساعة الثالثة من بعد الظهر، وهو بذلك يشبه منحنى أشعة الموجة القصيرة فى مدينة الرياض.

جدول (12) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الظهران فى اليوم الخامس عشر من شهر يوليه.

شكل (15) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الظهران فى 15 يوليو.

4- يسهم الحمل بنصيب جيد فى تصريف الطاقة ويتبع منحنى أشعة الموجة القصيرة فيسجل أعلى قيمة فى الساعة التاسعة صباحاً تبعاً لارتفاع قيمة الاختلاف بين درجتى الملابس والهواء، وتنقلب فعالية الحمل بعد الغروب خاصة فتكسب الجسم حرارة وتسهم فى استمرار ارتفاع درجة حرارة الجلد، ويضعف هذا الأثر قبل الشروق لليوم التالى.

5- رغم أن مدينة الظهران مدينة ساحلية ترتفع فيها نسبة الرطوبة الجوية إلا أن قيمة فقدان الحرارة بالتبخر من العرق تسهم بصورة جيدة فى تنظيم درجة حرارة الجسم تبعاً لزيادة سرعة الرياح نسبياً علماً بأن فعالية الغدد العرقية تزداد عندما تصل درجة حرارة الجلد إلى 34°م وهى تسهم بحوالى 13% من مجمل الطاقة المفقودة. ولا يكون الفقد بهذه الطريقة على وتيرة واحدة بل يزيد فى النهار بمقدار 120 ك سعر / ساعة عن الليل ولكن تغيره شبه منتظم، ويكون الحد الأدنى منذ الساعة الخامسة صباحاً وتصل الذروة بين الساعة الثانية ظهراً والرابعة بعد الظهر ثم يبدأ التناقص التدريجى حتى أواخر الليل.

6- تزداد فعالية فقدان الحرارة بالإشعاع فى النهار عن الليل وتسجل أعلى قيمة بين الساعة الثامنة والتاسعة صباحاً تبعاً لارتفاع نسبة الأشعة المكتسبة وتسجل أدنى قيمة لها قبيل الشروق.

7- فقدان الحرارة بالتنفس قليل جداً لا يتجاوز 19 ك سعر / ساعة وشبه ثابت على مدى ساعات الليل والنهار وذلك بسبب التذبذب البسيط فى قيم ضغط بخار الماء على مدى اليوم فهو لا يتجاوز 4.17 ملليمتر زئبق ولا يقل عن 3.98 ملليمتر زئبق.

4) منطقة شمال المملكة (مدينة الجوف) :

يمثل الجدول رقم (13) والشكل رقم (16) منحنيات التغير الساعى لعناصر موازنة الطاقة بجسم الإنسان فى مدينة الجوف فى يوم 15 يناير، وتبدى مدينة الجوف اختلافاً كبيراً فى منحنى درجة حرارة الجلد حيث تنخفض درجة حرارته انخفاضا شديداً قبل الشروق، وترتفع ارتفاعاً حاداً منذ الشروق وتبدى بذلك اختلافاً كبيراً بين الليل والنهار يصل إلى أكثر من 7 درجات مئوية لم يحدث مثله فى المدن الأخرى بالمملكة، ويمكن إبداء الملاحظات التالية على منحنيات الشكل السابق الذكر رقم (16) :

1- تبدأ درجة حرارة الجلد فى الجوف فى الارتفاع السريع الساعة السابعة صباحاً حيث تسجل الساعة التاسعة ما يقرب من النهاية العظمى متأثرة فى ذلك بالإشعاع الشمسى الكثيف، وتحافظ درجة حرارة الجلد على هذا المستوى وربما مع تزايد بسيط حتى الساعة الثالثة بعد الظهر، ثم تنخفض انخفاضا سريعاً وإن كان غير منتظم على عكس تزايدها بعد الشروق حتى تبلغ أدنى درجة فى الساعة الخامسة صباحاً أى قبيل الشروق، وذلك بمعدل تناقص سريع يبلغ نحو 0.5°م كل ساعة، ويعكس هذا الاختلاف الكبير بين حالتى النهار والليل شدة القارية التى تتمتع بها الجوف بالنسبة للمناطق أو المدن الأخرى.

2- يظهر منحنى أشعة الموجة القصيرة بشكل ناقوس طويل منتظم ممثلا فى ذلك قصر طول النهار وتزايد وصول أشعة الموجة القصيرة ووصولها إلى درجات بالغة الارتفاع تصل إلى

800 ك سعر/ساعة، أى أنه يشكل قمة واحدة عريضة وذلك بسبب ميل الأشعة نظراً لموقع الجوف قرب دائرة عرض 30° شمالاً وبالتالى يكون ميل أشعة الشمس فى وقت الزوال يوم 15 يناير هو 39.48° وينعكس هذا فى كبر مساحة الظل التى تساوى 1.04 م2.

3- يبلغ الفرق بين درجة حرارة سطح الملابس ودرجة حرارة الهواء مداه عند الساعة الثانية عشرة ظهراً (8.4°م) وهو من الأسباب التى تضاف إلى مسار منحنى أشعة الموجة القصيرة الذى يشكل قمة تقع ذروتها الساعة الثانية عشرة ظهراً أيضاً فى التأثير فى ارتفاع قيمة فقدان الحرارة بالحمل وتشكيلها قمة واحدة تقع ذروتها فى نفس الوقت الساعة الثانية عشرة ظهراً وتصل هذه القيمة إلى 725 ك سعر / ساعة.

4- منحنى أشعة الموجة الطويلة شبه منتظم وفروقه قليلة بين النهار والليل (40 ك سعر / ساعة) فتسجل أدناها عند الشروق وأعلاها بعد الظهر شأن المدن سابقة الدراسة، ولو أنها بشكل عام قليلة بالقياس إلى تلك المدن حيث تتراوح بين 240 – 283 ك سعر / ساعة، ومع انخفاض درجة حرارة الهواء انخفضت قيمة أشعة الموجة الطويلة وبالتالى فإن تأثيرها ضعيف أيضاً على درجة حرارة الجلد.

5- يسجل فقدان الطاقة بالإشعاع المرتبة الثالثة ويصل إلى 160 ك سعر / ساعة فى النهار، 70 ك سعر / ساعة فى الليل ويتصف بأنه منتظم يبلغ أدناه قبيل الشروق ويبدأ بالارتفاع المحسوس منذ الساعة السابعة ويصل الذروة بين الساعة التاسعة والساعة الثانية عشرة ظهراً. أما قيم فقدان الطاقة بالتعرق فهى محدودة فى الليل حيث لا تتجاوز 30 ك سعر/ساعة، وترتفع منذ الشروق بانتظام وتصل الذروة بين الساعة الثانية عشرة ظهراً والواحدة بعد الظهر، وتصل إلى 80 ك سعر/ساعة. أما الفقدان بالتنفس فإن مساهمته محدودة جداً فهى لا تتجاوز 20 ك سعر/ساعة، ولا تختلف بين النهار والليل كثيراً. ومن الجدير بالملاحظة أن الانخفاض الشديد فى درجة حرارة الهواء يعتبر هو العامل المسيطر فى الانخفاض الشديد فى درجة حرارة الجلد خلال ساعات الليل، بينما تسيطر أشعة الموجة القصيرة فى رفع درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهار القصيرة ومن ثم انخفضت قيم فقدان الطاقة إلى حدودها الدنيا وبرزت قيمة الحمل كمعدل لتأثير الإشعاع.

جدول (13) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الجوف فى اليوم الخامس عشر من شهر يناير.

شكل (16) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الجوف فى 15 يناير.

هذا ويمثل الجدول رقم (14) والشكل رقم (17) منحنيات التغير الساعى لعناصر موازنة الطاقة ودرجة حرارة الجلد فى مدينة الجوف فى يوم 15 يوليه، ومن خلاله يمكن أن نستنتج الآتى :

1- تسجل درجة حرارة الجلد درجات حرارة مرتفعة وهى فوق المريحة طوال الليل والنهار، وتستمر مرتفعة لدرجة شبه منتظمة مع وجود فارق لا يتجاوز 0.5°م أى بين 34.40°م فى أواخر الليل، 34.90°م بعد الزوال، وذلك نتيجة لكثافة الإشعاع الشمسى، سواء الموجة القصيرة فى النهار أو الموجة الطويلة فى النهار والليل والذى يرفع درجة حرارة الجلد خلال ساعات النهار، ويحافظ على ارتفاعها فى ساعات الليل، وهو أهم فارق بين منحنى اليوم الشتوى عن منحنى اليوم الصيفى.

2- إن أهم المتغيرات فى موازنة الطاقة فى النهار هى أشعة الموجة القصيرة والتى تشكل على عكس اليوم الشتوى قمتين تحدث قمتها الأولى بين الساعة الثامنة والتاسعة صباحاً، حيث تبلغ 542 ك سعر/ساعة، وتحدث قمتها الثانية بين الساعة الثالثة والرابعة مساءً، ويحدث انخفاض كبير بينهما عند الساعة الثانية عشرة ظهراً فيبلغ 424 ك سعر/ساعة، ويفسر هذا الانخفاض ارتفاع أشعة الشمس عن خط السمت بنحو 83° أى تكون الأشعة شبه عمودية وما ينتج عنه من صغر الأجزاء المعرضة للإشعاع من الجسم فى هذا الوقت.

3- ترتفع قيمة فقدان الحرارة بالحمل بقمتين متبعة فى ذلك لأشعة الموجة القصيرة فتسجل القمة الأولى 354 ك سعر/ساعة عندما يبلغ الفرق بين درجة حرارة الملابس ودرجة حرارة الهواء أقصاه عند الساعة الثامنة صباحاً بمقدار 6.3°م، بينما ينخفض الفرق بينهما إلى 2.5°م عند الساعة الثانية عشرة ظهراً، وهذا يفسر الانخفاض إلى 241 ك سعر/ساعة عند الساعة الثانية عشر ظهراً، بينما يعود إلى الارتفاع عند الساعة الرابعة عصراً بقمة ثانية وإن كانت تقل قليلاً عن القمة الأولى، وتحدث عندما يقل الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الملابس حيث تصل إلى 3.4°م. ثم ينخفض سريعاً عند الساعة الخامسة ويسجل قيماً سالبة عند الغروب، بمعنى أن الجسم يبدأ يكتسب الحرارة من الجو بهذه الطريقة طوال ساعات الليل حتى الشروق.

4- ترتفع قيمة فقدان الحرارة بالتعرق منذ ساعات الصباح الأولى، إلا أن ارتفاعها تتضاءل سرعته قليلا منذ الساعة السابعة صباحاً وتبلغ الذروة منذ الساعة الثانية عشرة ظهراً، وتستمر مرتفعة حتى الساعة الرابعة فتبلغ 215 ك سعر/ساعة، وتتبع فى هذا التغير ارتفاع درجة حرارة الهواء، كما تتبع للفرق بين ضغط بخار الماء عند سطح الجلد وضغط بخار الماء للهواء والمساحة المبللة بالعرق من الجسم، ويكون انخفاض الطاقة بالتعرق بعد الغروب انخفاضاً تدرجياً تبعاً للانخفاض التدريجى فى درجة حرارة الهواء إلى أن تصل إلى أقل قيمة عند الساعة الخامسة صباحاً (أقل من 100 ك سعر/ساعة).

جدول (14) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة الجوف فى اليوم الخامس عشر من شهر يوليه.

شكل (17) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة الجوف فى 15 يوليو.

5- يسهم فقدان الحرارة بالإشعاع بنصيب يقل قليلا عن مساهمة التعرق فى تصريف الحرارة، وهو يرتفع منذ شروق الشمس ليبلغ الذروة عند الساعة الثامنة فيسجل 168 ك سعر/ساعة، ثم ينخفض قليلا عند الساعة الثانية عشرة ظهراً ويستمر كذلك وإن كان قد يقل قليلا حتى الساعة الرابعة، فيسجل 154 ك سعر/ساعة وهو يتبع فى ذلك درجة حرارة الملابس لأن الإشعاع يتم عن طريق سطح الملابس الخارجية.

5) إقليم الساحل الغربى (مدينة جدة) :

من خلال دراستنا للجدول رقم (15) والشكل رقم (18) والذى يوضح منحنى تغير درجة حرارة الجلد فى يوم 15 يناير فى مدينة جدة، ومقارنته مع تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان فى ذلك اليوم، ولما كانت الظروف المناخية فى مدينة جدة فى شهر يناير تمتاز بالاستقرار والاعتدال بالقياس إلى المدن الأربعة السابقة الذكر، ويشعر الإنسان فيها بالراحة وتنعكس هذه الراحة من خلال المؤشرات التى تعبر عنها منحنيات الشكل المذكور رقم (18) ومن خلاله يتضح الآتى :

1- لا تتعرض درجة حرارة الجلد فى جدة فى هذا الشهر إلى تغيرات أو ذبذبات كبيرة، وكلها تكون فوق الدرجات المريحة، إذ لا تتجاوز الفروقات بين الليل والنهار 0.6°م، حيث تصل أدناها فى أواخر الليل إلى 34.25°م أى قريبة من المريحة، ويحدث أعلاها فى الفترة من الساعة التاسعة صباحاً وتمتد إلى الساعة الثالثة بعد الظهر، ثم تبدأ بعدها بالتناقص التدريجى وشبه المنتظم حتى أواخر الليل.

2- إن أهم المتغيرات تأثيراً فى ميزانية الطاقة فى النهار هى أشعة الموجة القصيرة والتى تبدأ من الشروق قبل السابعة وتشكل منحنى ناقوسى مرتفع ولكنه منبسط القمة والتى تقع بين الساعة العاشرة والثانية بعد الظهر، وتبلغ قيمتها 670 ك سعر/ساعة، ثم تبدأ بالتناقص السريع من الساعة الثالثة بعد الظهر وحتى غروب الشمس بمثل سرعة التزايد فى الصباح أى أن أشعة الموجة القصيرة أبدت فى جدة موقعاً متوسطاً بين أبها ذات القمتين فى الشتاء بسبب ارتفاع الشمس النسبى والجوف ذات القمة الواحدة بسبب شدة ميل الشمس فى وقت الزوال والناتج عن موقع كل من هذه المدن على دوائر العرض المختلفة.

3- منحنى أشعة الموجة الطويلة يبدى تشابهاً كبيراً فى جميع المدن السعودية من حيث الانتظام وقلة الاختلاف وكونه يبدأ بالتزايد البطئ منذ الصباح، وإنما تختلف كل مدينة فى قيمة أشعة الموجة الطويلة حسب ظروفها، فبالنسبة لجدة تتراوح بين 300-350 ك سعر/ساعة وتسهم أشعة الموجة الطويلة فى احتفاظ درجة حرارة الجلد باستقرارها طيلة فترة الظهيرة وفى انخفاضها التدريجى والبسيط بعد الغروب نتيجة لاعتدال درجة حرارة الهواء ولارتفاع الرطوبة النسبية (وهما عاملان أساسيان فى حساب أشعة الموجة الطويلة).

جدول (15) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة جدة فى اليوم الخامس عشر من شهر يناير.

شكل (18) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة جدة فى 15 يناير.

4- لما كانت درجة حرارة الملابس تسجل ارتفاعاً كبيراً فى النهار يبدأ بعد الساعة السابعة صباحاً، إذ أنها ترتفع 13°م فى الساعة الحادية عشر عما كانت عليه فى أواخر الليل، وتسجل اختلافاً كبيراً بينها وبين درجة حرارة الهواء وبذلك فإنها تسبب ارتفاعاً كبيراً فى قيم خسارة الجسم للحرارة بالحمل تبدأ من الشروق حتى الساعة العاشرة صباحاً وعندها تستمر كما هى مرتفعة نحو (550 ك سعر/ساعة) حتى الساعة الثانية بعد الظهر مسايرة فى ذلك منحنى أشعة الموجة القصيرة. ثم تبدأ بالتناقص بعدها والتناقص السريع منذ الساعة الثالثة بعد الظهر حتى المغرب وعندها ينقلب تأثيرها ويصبح سلبيا فى الليل، أى أن الجسم يأخذ باكتساب الحرارة بالحمل من البيئة، أى تأخذ الملابس فى اكتساب الحرارة ويستمر ذلك إلى أن تنخفض درجة حرارة الهواء بعد الساعة الثانية بعد الظهر، ويتوقف اكتساب الجسم من حرارة الجو فيعود الحمل ويصبح إيجابياً ولو بقيم صغيرة حتى شروق اليوم التالى.

5- نتيجة لاعتدال درجة الحرارة فى الليل والنهار انخفضت قيمة فقدان الحرارة بالإشعاع (أقل من 70 ك سعر/ساعة) ولو أنها ترتفع فى النهار إلى نحو ضعف قيمتها فى الليل.

6- أما التعرق فيسهم بنصيب جيد فى تنظيم درجة حرارة الجسم خلال ساعات النهار حيث ترتفع تدريجياً عند الساعة السابعة وتبقى مرتفعة وفى حدود 160 ك سعر/ساعة من التاسعة وحتى

الثالثة بعد الظهر ثم تنخفض تدريجياً بعدئذ وبقيم متوسطة خلال ساعات الليل متأثرة فى ذلك بدرجة حرارة الهواء.

أما الجدول رقم (16) والشكل رقم (19) والذى يوضح منحنى تغير درجة حرارة الجلد فى مدينة جدة فى 15 يوليه مقارناً بمنحنيات تغير عناصر توازن الطاقة فى الجسم فى ذلك اليوم ومن الشكل يمكن أن نستنتج الآتى :

1- ترتفع درجة حرارة الجلد فى هذا الشهر وتحافظ على ارتفاعها طوال النهار والليل فى الحدود المزعجة بسبب ارتفاع الحرارة إذ تزيد عن 34.75°م وزيادة على ذلك فإنها تسجل فروقات يومية ضئيلة لا تتعدى 0.4°م فيصل أقصاها 35.25°م. ومع ذلك فإنها تبدأ بالارتفاع البطئ منذ الشروق حتى تصل أقصى قدر فيما بين الساعة التاسعة صباحاً وحتى الثالثة بعد الظهر قبل أن تبدأ بالانخفاض البطئ أيضاً وهى بذلك تتأثر بأشعة الموجة القصيرة فى النهار وبدرجة حرارة الهواء المرتفعة فى الليل.
2- ترتفع أشعة الموجة الطويلة ارتفاعاً كبيراً، إذ أنه بين الساعة الحادية عشر ظهراً والساعة الواحدة بعد الظهر يفوق أشعة الموجة القصيرة وهى ظاهرة لم تشاهد فى المدن الأخرى رغم أن نسبة التغيم لا تتجاوز 27% وذلك بسبب ارتفاع درجة حرارة الهواء الذى اقترن بارتفاع الرطوبة النسبية وإذا ما قورنت بمدينة الظهران مثلا فقد بلغ ضغط بخار الماء فيها 4 ملليمتر زئبق، بينما سجل فى مدينة جدة 9 ملليمتر زئبق.

جدول (16) : تغير عناصر موازنة الطاقة فى جسم الإنسان (ك سعر/ساعة) ودرجة حرارة جلده ودرجتا حرارة الهواء والملابس (°م) بمدينة جدة فى اليوم الخامس عشر من شهر يوليو.

شكل (19) : التغير الساعى لعناصر ميزانية الطاقة بجسم الإنسان ودرجة حرارة جلده فى مدينة جدة فى 15 يوليو.

3- ترتفع قيم أشعة الموجة القصيرة منذ الشروق وتظهر بقمتين عند الساعة التاسعة صباحاً وعند الثالثة بعد الظهر، فتسجل 448 ك سعر/ساعة مع انخفاض كبير عند الساعة الثانية عشرة ظهراً حيث تبلغ 360 ك سعر/ساعة.

4- ترتفع درجة حرارة الملابس بشكل فجائى منذ الصباح بتأثير أشعة الموجة القصيرة فترتفع تبعاً لذلك قيمة فقدان الحرارة بالحمل وهو يشكل منحنى شبيه بمنحنى أشعة الموجة القصيرة من حيث أنه يشكل قمتين بينهما منخفض عند الساعة الثانية عشرة ونتيجة للفروق بين درجة حرارة الملابس والهواء والتى بلغت عند الساعات التاسعة والثانية عشرة والثالثة بعد الظهر 5.06°م، 2.6°م، 3.2°م على التوالى، وهذا يفسر شكل منحنى فقدان الحرارة بالحمل الذى تبلغ قمته الأولى والثانية 286 ك سعر/ساعة، ورغم مساهمة الحمل الفعالة فى تخفيف وطأة الحرارة فى النهار إلا أنها تنعكس بعد غروب الشمس، فيصبح فقدان الحرارة بالحمل سالباً يكسب الجسم حرارة من الجو بتأثير من درجة حرارة الهواء التى تستمر مرتفعة مسببة استمرار ارتفاع إشعاع الموجة الطويلة.

5- يسهم التعرق بنصيب جيد فى ميزانية طاقة الجسم بقمة عريضة طوال ساعات النهار ويستمر مرتفعاً مع انخفاض بسيط خلال ساعات الليل، ويبقى فقدان حرارة الجسم بالإشعاع شبه منتظم وإن كان يرتفع فى النهار إلى نحو ضعف قيمته فيبلغ 130 ك سعر/ساعة نتيجة للارتفاع

السريع لدرجة حرارة سطح الملابس فى النهار ولانخفاضها فى الليل، وتتشابه جدة مع المدن الأخرى فى أن فقدان الحرارة بالتنفس قليل جداً ويتراوح بين 14.2 – 17.2 ك سعر/ساعة وقليل التغير ومنتظم.

الخاتمة والتوصيات :

تؤثر عناصر المناخ المختلفة على راحة الإنسان فى مدن المملكة العربية السعودية بدرجات متفاوتة وأهمها الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة، ومنها يتعرض الفرد لاختلافات حرارية يومية وفصلية كبيرة جداً تنعكس عليه فى وجوه مختلفة. وقد اختص هذا البحث بتعيين العناصر المناخية التى ترتبط ارتباطاً كبيراً وتؤثر على راحة الفرد فى مدن المملكة وتناول شرحها تحليلا وتفصيلا ودورها إيجاباً وسلباً، وأهمها الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح. كما تناول هذا البحث أحد مؤثرات الشعور بالراحة والذى استخدم مؤشر درجة حرارة الجلد كمعيار للراحة كما أنه أكثر مؤشرات الشعور بالراحة شمولية وهو نموذج بيرت والذى يختبر أثر العوامل المناخية على موازنة جسم الإنسان الحرارية. وقد اعتمد البحث على نموذجه للحصول على درجة حرارة الجلد فى 26 مدينة فى المملكة جهزت معلوماتها كمعدلات شهرية لقياس معادلة موازنة الطاقة ومن مخرجاتها :

قراءات ساعية لدرجة حرارة الجلد، درجة حرارة الملابس لفرد يقف أو يمشى بسرعة معتدلة فى شارع فى أحد مدن المملكة، إضافة إلى تسجيلات تفصيلية ساعية أيضاً للعناصر المناخية المحيطة مثل درجة الحرارة وضغط بخار الماء وسرعة الرياح وإلى مقياس أشعة الموجة الطويلة والقصيرة التى يكتسبها ذلك الفرد وقراءات لقنوات تصريف الطاقة مثل التنفس والتعرق والإشعاع والحمل ومن دراستها أمكن التوصل إلى :

1- تعتبر درجة حرارة الجلد مؤشراً جيداً يمكن الاستدلال به فى توضيح أثر العناصر المناخية فى مدن المملكة على راحة الفرد، كما أمكن تحديد الملامح المناخية العامة فى المملكة، ومن ثم تحديد أكثرها ملائمة لراحة الفرد، وقد ساهمت الدراسة أيضا فى تقييم أهمية ودور قنوات تصريف الطاقة فى ميزانية الجسم الحرارية.

2- يعتبر الإشعاع الشمسى العنصر المناخى الأكثر أهمية فى رفع درجة حرارة الجلد خلال النهار ويستأثر بالأهمية القصوى أيضاً ضمن العوامل المؤثرة فى راحة الفرد وذلك فى فصل الصيف وحتى فصل الشتاء، بينما تعتبر درجة حرارة الهواء هى العامل المسيطر فى تغير درجة حرارة الجلد خلال الليل ويظهر ذلك جلياً خلال الساعات المتأخرة من الليل فى المناطق الداخلية فى فصل الشتاء حيث تنخفض درجة حرارة الجلد كثيراً تبعاً لانخفاض درجة حرارة الهواء.

3- تتمتع المنطقة الشمالية والشمالية الغربية بظروف مريحة إلى باردة نسبياً فى فصل الشتاء نهاراً تليها المنطقة الشرقية والوسطى والمرتفعات الغربية وهى تلائم كفاءة العمل وزيادة الإنتاجية. بينما يصبح الليل بارداً وتزداد برودته ويشتد إزعاجه فى المنطقة الشمالية، فقد سجلت مدينة الجوف فى الخامس عشر من يناير انخفاضا كبيراً فى درجة حرارة الجلد بلغ 26.8°م وبلغت فى القريات أدنى من ذلك فسجلت 25.2°م.

4- يتمتع إقليم الساحل الغربى بظروف مريحة خلال ساعات النهار فى فصل الشتاء فى قسمه الشمالى والأوسط وبذلك تعتبر مدينتا جدة والوجه مشتى المملكة خلال هذا الفصل حيث تتمتع بظروف ملائمة ومريحة وهذا ما نلاحظه حالياً من اتجاه سكان المدن لقضاء أجازاتهم فى جدة خلال فصل الشتاء، أما القسم الجنوبى من ساحل البحر الأحمر فهو حار مزعج فى النهار وحتى فى الليل.

5- تتمتع معظم مدن المملكة بصفاء الجو وخلو السماء من السحب معظم أيام السنة فارتفعت تبعاً لذلك مقادير الإشعاع الشمسى إلى حدود كبيرة خاصة فى فصل الصيف وهى تتقارب فى بعض المدن من النسبة العظمى لوصول أشعة الشمس إلى سطح الأرض عند خلو السماء من الغيوم.

6- تسوء الأحوال الجوية كثيراً خلال ساعات النهار والليل فى جميع مدن المملكة فى فصل الصيف فهو حار قائظ مزعج يعانى فيه الناس من ارتفاع الحرارة خلال ساعات النهار وتستمر إلى ساعات طويلة من الليل تسهم الرياح غالباً فى إكساب الجسم حرارة فى المدن الداخلية، وتقترن الحرارة بالرطوبة فيصبح الجو ثقيلا مرهقاً على الفرد فى المدن الساحلية. وما تلبث أن تنخفض الحرارة قبيل الشروق فى بعض المدن ويقترب الوضع من الراحة النسبية حتى ترتفع مرة أخرى مع ارتفاع الشمس فتحدث بذلك تراكماً حرارياً يؤثر على شعور الفرد، فيقلل من طاقته اليومية ونشاطه وحيويته.

أما منطقة المرتفعات فى الجزء الجنوبى الغربى من المملكة فتكون ظروفها الجوية قريبة من المقبولة (أو مقبولة فى قسم من أيامها) خلال ساعات النهار ومريحة خلال ساعات الليل وبذلك فإن مدينة أبها أو ما شابهها من مدن وقرى المرتفعات الجبلية فى الجنوب الغربى تعتبر مصيف المملكة.

7- تتعرض مدن المنطقة الوسطى والشمالية خلال أشهر الصيف لموجات حارة لافحة وتتعرض لهبوب رياح السموم الحارة فترتفع درجات الحرارة إلى حدودها القصوى، كما تتعرض مدن المناطق الساحلية لموجات حارة رطبة تقترن فيها موجات الحرارة العالية بالرطوبة المرتفعة فبينما ترهق درجات الحرارة المرتفعة الجسم وتزيد الرياح من إحساسه بالحرارة فإن ارتفاع نسبة الرطوبة الجوية قلل من فرص تبخر العرق من الجسم فتصبح عبئاً ثقيلاً يرهق الفرد ويحد من نشاطه الجسمى

والذهنى حيث بلغت درجة الحرارة الفعالة الدرجة الحرجة وهى 30°م التى تلزم الفرد تجنب العمل المتواصل والجهد البدنى المرهق فى مثل هذه الظروف.

8- نتيجة لارتفاع درجات حرارة الهواء فى فصل الصيف إلى حدود قصوى وهى غالبا تتجاوز 37°م فى معظم مدن المملكة فى النهار وهى درجة حرارة الجسم الداخلية عند هذا الحد تلزم جسم الإنسان بتصريف طاقته بالتبخر كعامل أساسى فى تصريف الطاقة يليه الإشعاع والحمل وإن كان الحمل يكسب الجسم الحرارة بدل تصريفها منه خلال الليل فى معظم مدن المملكة.

9- يسهم التنفس مساهمة محدودة جداً فى تصريف الطاقة مقارنة بعوامل فقدان الطاقة الأخرى فى الشتاء والصيف على حد سواء وذلك لارتفاع درجات حرارة الهواء فى الصيف فيتقارب مع درجة حرارة هواء الزفير، وينخفض فى الشتاء أسوة بعوامل فقدان الطاقة الأخرى.

10- يسهم الحمل والإشعاع مساهمة فعالة ضمن قنوات تصريف الطاقة فى المدن الساحلية بينما يستأثر الإشعاع بتبخر العرق بالنصيب الأكبر ضمن قنوات تصريف الطاقة فى المدن الداخلية.

11- يولد جسم الإنسان طاقة حرارية ذاتية تتناسب مع حجم المجهود الفعلى الذى يقوم به الفرد، وتضعف قنوات تصريف طاقة الجسم عند ظروف حرارية عالية تبعاً لزيادة الإشعاع الحرارى. وفى مدن المملكة العربية السعودية يتعرض الفرد تبعاً لارتفاع درجات الحرارة، ولعظم الإشعاع الحرارى عند القيام بمجهود كبير فى أوقات الذروة إلى الإصابة بضعف فى الأداء والتوتر ومن ثم الإجهاد الحرارى.

12- يؤثر تصميم الملابس ومواصفاتها فى شعور الفرد بالراحة، ففى شهور الصيف يلزم الفرد ارتداء ملابس قطنية، وذلك لنفاذيتها وشدة امتصاصها للعرق لتصريف الطاقة، حيث تعمل الخيوط القطنية والكتانية والحرير كعروق شعرية لحمل الماء داخل النسيج فتساعد على زيادة التبخر فى حين أن شيوع استخدام الملابس ذات الخيوط التركيبية فى السنوات القليلة الماضية والتى تتميز بقلة امتصاصها وعدم نفاذيتها رغم رخص ثمنها ورواجها فإنها لا تناسب أجواء المملكة خلال أشهر الصيف خاصة ممن يؤدون أعمالهم خارج المنازل حيث تزيد من عبئهم الحرارى.

13- إن ارتفاع نسبة الرطوبة الجوية فى الهواء فى مدن الساحلين الشرقى والغربى مع ازدياد نسبة الغبار الساقط المعلق فى الجو وزيادة النشاط البترولى وتركز عناصر المخلفات الصناعية تؤثر تلك الأجسام الصلبة فى الجو على ساكنى المدن بصور شتى وأهمها مشكلات الجهاز التنفسى مثل زيادة إفراز الأغشية المخاطية فى الأنف والتهاب القصبات الهوائية والسعال وأمراض الربو والحساسية إضافة إلى زيادة تكاثر البكتريا.

وأملا فى تخفيف العبء الحرارى على ساكنى المدن السعودية ورغبة فى محاولة الإحاطة بالظروف الملائمة لزيادة إنتاجية الفرد فإننا نوصى بالآتى :

1- إن العمال الذين يمارسون جزء كبيراً من نشاطهم فى الهواء تحت أشعة الشمس، ليس أمامهم سوى تجنب العمل فى أوقات الظهيرة فى أشهر الصيف، أو على الأقل من الساعة الثانية عشر ظهراً وحتى الثالثة بعد الظهر، وقد يعوض عملهم بتمديد ساعات العمل إلى الساعة السابعة مساءً بدلاً من فترة الظهيرة، حيث أنه من الأفضل تجنب وقت الذروة للإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة، وإن كان لابد من العمل فى مثل ذلك الوقت فعلى العمال اتخاذ الاحتياطات اللازمة مثل اختيار نوع الملابس، وأغطية الرأس، والإكثار من شرب السوائل، والمشروبات الباردة وتناول وجبة غذاء خفيفة يقل فيها الدهون والسكريات لتخفيف معدل إنتاج طاقة الجسم الذاتية. بينما يلزم العمال الذين تضطرهم ظروف العمل التواجد فى مناطق ترتفع فيها نسبة الرطوبة الجوية مقترنة بارتفاع درجة الحرارة، اتخاذ احتياطات أكبر بأن يقترح إضافة لفكرة تمديد فترة العمل إلى الساعة السابعة توفير فرق عمالة تتناوب إنجاز العمل بحيث يكون إنجاز العمل أكثر فعالية وتوفير وقت لراحة الفرد لتجنب العمل خلال الساعات الحرجة حرصاً على صحة العمال من الإجهاد الحرارى.

2- عدم تعرض الجلد مباشرة لفترات طويلة للإشعاع الشمسى لأن ذلك يسبب إصابة الجلد بالالتهابات، كما أن النظر إلى الشمس وقت الكسوف دون استخدام عدسات واقية من أهم الأسباب لإصابة العين بالمياه البيضاء أو الزرقاء.

3- تساهم معظم الظواهر المحيطة فى أشهر الصيف بإشعاعات ترفع من العبء الحرارى المحيط بالإنسان ويدل على هذا ارتفاع قيم أشعة الموجة الطويلة فى كل مدن المملكة على الإطلاق، ونتيجة للعبء الإشعاعى الكبير الذى يتعرض له القاطن فى المدن نتيجة للظروف المناخية الحارة ورغبة فى تخفيف هذا العبء بات ضرورياً اختيار مواد البناء ذات مميزات أقل فى التخزين الحرارى وانعكاسية أكبر للإشعاع أو استخدام العوازل الحرارية.

4- تتقارب الظروف الجوية فى معظم مدن المملكة فى فصل الشتاء ويلزم الفرد فيها لباس داخلى قطنى طويل يشعر فيه الإنسان بالراحة لأنه يعمل على امتصاص العرق ويحفظ حرارة الجسم عند وجود طبقة أخرى عازلة فوقه، أما الطبقة الخارجية فإنه يلزم استخدام الأنسجة الطبيعية كالصوف مثلا والتى تمتاز بقيمة عزل جيدة للحرارة. كما يحتاج الفرد إلى طبقة أخرى سميكة خلال ساعات الليل ولتكن من الصوف لتميزها برداءة التوصيل الحرارى فتحفظ حرارة الجسم فى حدود مريحة خاصة وأن أدنى سرعة للرياح عند درجات حرارة منخفضة تساهم مساهمة فعالة فى تخفيض درجة حرارة الجلد.

5- يحتاج سكان المناطق الساحلية إلى ملابس فضفاضة قطنية خفيفة وتتميز الملابس الملاصقة للجسم بطريقة حبك جيدة وناعمة وسميكة نسبياً ومصنوعة من النسيج القطنى جيد الامتصاص،

وأن يكون اللباس الخارجى من القطن الخفيف لنعومته أو الكتان، ونظراً لتميز هذه الأنسجة لعظم امتصاصيتها ونفاذيتها وتخلخل الهواء داخلها فتساعد على زيادة التبخر من الجسم وتلطيفه.

6- فى مدن المنطقة الوسطى والشمالية نجد أن ظروف الحرارة والجفاف الشديدين تزيد من معاناة الإنسان، فيلزم سكانها ملابس تقيهم وهج الإشعاع الشمسى وتخفف عبء الحرارة محافظة على بقاء سطح الجلد جافاً وبارداً قدر الإمكان بزيادة فاعلية فقدان الحرارة بتبخر العرق فى النهار وفى اتزان حرارة الجسم فى الليل بحيث تزداد فعالية فقدان الحرارة بالإشعاع والحمل. وأن يكون هناك طبقة لباس قطنى خفيف وطبقة أخرى من اللباس الكامل مصنوع من الأقمشة القطنية جيدة السمك والمتانة أو أن تكون نسبة الخام الطبيعية فيها لا تقل عن 50% وذلك حسب نوعية العمل الذى يقوم به الفرد.

المراجع

1. حسن سيد أبو العينين، (1981) : أصول الجغرافيا المناخية، الدار الجامعية للطباعة والنشر، الطبعة الأولى.
2. عبد الرحمن صادق الشريف، (1977) : جغرافية المملكة العربية السعودية، دار المريخ، الرياض.
3. محمود طه أبو العلا، (1979) : جغرافية شبه جزيرة العرب، الجزء الثانى (جغرافية المملكة العربية السعودية)، الرياض.
4. نعمان شحادة، (1985) : أنماط المناخ الفسيولوجى فى الأردن، مجلة دراسات، المجلد الثانى عشر، العدد الثانى.
5. نعمان شحادة (1983) : المناخ العملى، مطبعة النور النموذجية، الأردن.

6. Bell, G., D. Smith, and C. Paterson, (1976): Textbook of Physiology and Biochemistry, Churchill Livingstone, Ninth Edition.
7. Burt, J. E., (1979): A Model of Human Thermal Comfort and Associated Comfort Patterns for The United States, Publication in Climatology, vol. xxxII, No. 3, Thornthwaite Associate, Laboratory of Climatology, Elmer, N. J.
8. Fanger, P.O., (1970): Thermal Comfort Analysis Application in Environmental Engineering, Danish Technical Press, Copenhagen and McGraw, New York.

9. Gagge, A. P. and J. A. J. Stolwijki and Y. Nishi, (1971): An Effective Temperature Scale Based on a Simple Model of Human Physiological Regulatory Response, Transactions ASHRAE, vol. 77.
10. Gagge, A. P., (1969): Man, his Environment, his Comfort Heating Piping, and Air Conditioning, No 41, pp. 209-223.
11. Gagge, A. P., Stolwijki T. A., and Nishi, y., (1969): The Prediction of Thermal Comfort When Thermal Equilibrium is Maintained by Sweating, Transactions of ASHRAE, vol. 75.
12. Gonzalez, R., Y. Nishi, and A. P. Gagge, (1974): Experimental Evaluation of Standard Effective Temperature: A New Biometeorological Index of Man Thermal Discomfort, International Journal of Biometeorology, 18.
13. Gonzalez, R.R. and A. B. Gagge, (1973): Magnitude Estimate of Thermal Discomfort During Transients of Humidity and Operative Temperature and Their Relation to The New ASHRAE (E.T.), Transaction of ASHRAE, vol. 79.
14. Mather, J.R., (1974): Climatology, Fundamentals and Applications, New York, McGraw Hill.
15. Nishi, Y. and K. Ibamato, (1969): Model Skin Temperature An Index of Thermal Sensation in Cold, Warm, and Humid Environments, Transactions of the American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, No. 75.
16. Rosenau, J.M., (1980): Last Maxcy, Public Health and Preventive Medicine.
17. Terjung, W.H. and S.S-F. Louie, (1971): Potential Solar Radiation Climates of Man, Annals of The A. A. G., vol. 60.
18. Terjung, W.H., (1978): An outline of boundary layer Climatology Method and Analyses.
19. Tuller, S.E., (1975): The Energy Budget of Man: Variations With Respect to a Downtown Urban Environment, International Journal of Biometeorology, No. 19.
20. UNESCO, (1963): Environmental Physiology and Physiology in Arid Conditions: Review of Research Arid Zone Research No. 22, Paris, UNESCO, pp. 15-36.

* * *

أثر الرياح الشمالية فى تلطيف الحرارة فى بعض مناطق المملكة العربية السعودية