التطرف الحراري وأثره على راحة الإنسان فيما بين فرعي دمياط ورشيد

"دراسة في المناخ التطبيقي"

د. ساميه علي علي مبروك(*)

الملخص:

يؤثر المناخ بصفة عامة على راحة الإنسان الفسيولوجية وخاصة أثناء أيام التطرف الحراري (موجات الحر والبرد) والذي زاد تكراره وحدته في الآونة الأخيرة في ظل التغيرات المناخية مما بات يؤثر على راحة الإنسان بشكل ملحوظ ومتكرر، وهدفت هذه الدراسة إلى قياس مدى تكرار موجات الحر والبرد، ومدى الراحة والانزعاج الحراري للسكان في منطقة الدراسة اثناء أيام التطرف الحراري حيث تخفي المعدلات العامة كثير من التفاصيل المناخية التي يظهرها قيم التطرف المناخي، فبلغ معدل درجة الحرارة السنوي اثناء موجات الحر والبرد "التطرفات الحرارية " ٢٥°م بفارق زيادة ٢.١°م عن المعدل العام لدرجة الحرارة في الأيام العادية في منطقة الدراسة، ويزداد هذا الفارق على المستوى الفصلي والشهري، وقد تم استخدام المؤشرات الرياضية المختلفة لتوضيح أثرها على الاتزان الحراري والمائي لجسم الإنسان ليلا ونهارا والمقارنة بينهما، وخلصت الدراسة إلى أن شهري أبريل وأكتوبر أكثر شهور العام ملائمة من حيث الاتزان الحراري والمائي لجسم الإنسان حيث يزداد معدلات التعرق والفقد الحراري والإجهاد وخاصة خلال موجات الحر والبرد في باقي شهور العام، وذلك وفق معادلة آدولف مما يشكل خطورة على صحة الإنسان في منطقة الدراسة، وبتطبيق معادلة جيفني تبين أن منطقة الدراسة وفق معدل درجة الحرارة في أيام موجات البرد والحر أنها غير ملائمة حراريا في معظم شهور العام وبخاصة في فصل الشتاء والصيف خلال التطرفات الحرارية، كما تم الاعتماد على قرينة الراحة لتوم لتصنيف منطقة الدراسة من حيث درجة ملائمتها لراحة السكان خلال أيام التطرف المناخي حيث وضح المؤشر أنه تصنف منطقة الدراسة خلال فصل الصيف بأنها أقل فصول العام راحة حيث يشعر السكان بإجهاد كبير جدا، كما يمثل فصل الشتاء أثناء الموجات الباردة على معظم منطقة الدراسة انزعاج شديد وعدم راحة لانخفاض درجة الحرارة، وأن فصلي الربيع والخريف هما الأقل من حيث الانزعاج فيمثلان للسكان انزعاج متوسط واتضح أن معظم شهور العام غير ملائمة حراريا للإنسان اثناء الموجات المتطرفة.

كلمات مفتاحية: التطرف الحراري– الدلتا– موجات الحر والبرد– القبة الحرارية– الراحة الحرارية.

(*) مدرس الجغرافيا الطبيعية بقسم الجغرافيا –كلية الآداب – جامعة دمياط، samiaali@du.edu.eg.

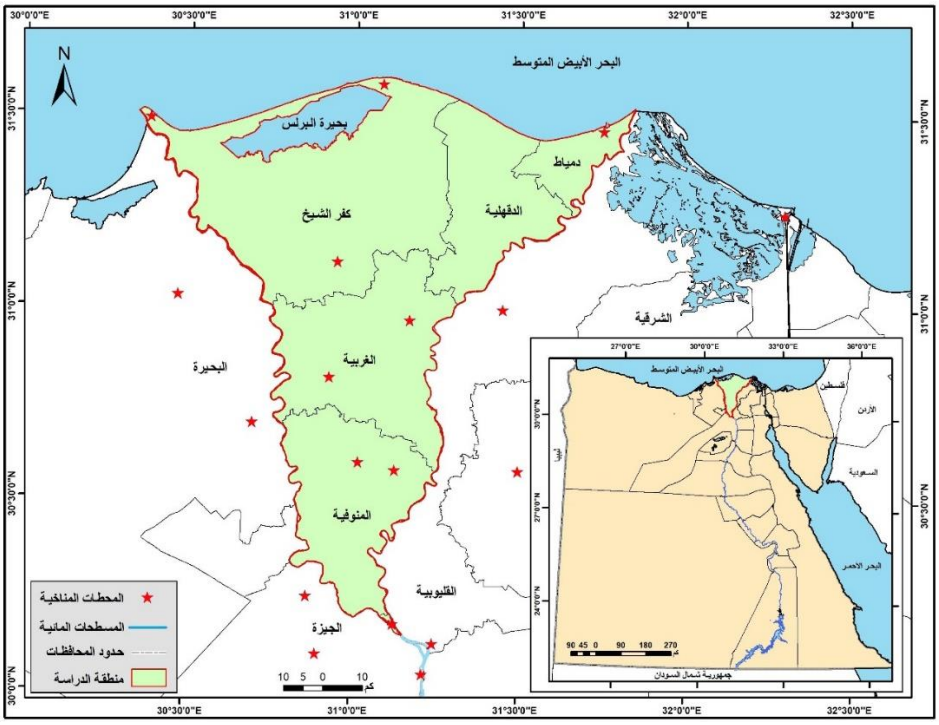
المقدمة:

تعد التطرفات الحرارية من أكبر الظواهر المناخية التي لها تأثير مباشر على صحة الإنسان، وبصفة عامة يسعى جسم الإنسان طوال الوقت لتحقيق الراحة الحرارية، وتعد درجة الحرارة من أهم العوامل التي تتحكم في تحديد متطلبات شعور الإنسان بالراحة الفسيولوجية، ويشعر الإنسان بالراحة الحرارية إذا تراوحت درجة حرارة الهواء بين (١٧-٣١ °م) التي تساعد جسمه لتحقيق درجة الحرارة المطلوبة (٣٧°م)، ويحاول الإنسان بشكل دائم أن يولد طاقة داخلية عن طريق الحركة أو تناول الغذاء، وإن أي تغير في معدلات درجة الحرارة الخارجية يجعله يشعر بالانزعاج بالبرودة أو الإجهاد الحراري (مندور، ٢٠٠٥، ص٢١٥)، فالتطرف الحراري بنوعيه البارد والحار يحدث تغيرات فسيولوجية ونفسية لدى السكان مما يسبب الأمراض وأحيانا وتصل إلى حد الموت في بعض الأماكن حيث سجلت شيكاغو عدد ٤٦٥ حالة وفاه بسبب موجات الحر في عام ١٩٩٥م (أحمد، ٢٠١٢، ص ١٣-١٤)، ولذلك يعد التطرف الحراري من أكثر العوامل البيومناخية التي تؤثر على راحة الإنسان بشكل مباشر سواء على المستوى الحراري أو المائي أو مؤشر الراحة الحرارية، ولقد شهد العالم تغيرات مناخية كبيرة في الآونة الأخيرة مما زاد من معدلات موجات الحر والبرد، وتكمن أهمية منطقة الدراسة في أن الدلتا تمثل محورا مهما لمصر على المستوى الاقتصادي والسكاني والعمراني، لأنها تضم ما يزيد عن ٢٠٪ من سكان الدولة، بالإضافة أنها تمثل أكثر من نصف النشاط الاقتصادي لمصر، بالإضافة إلى إنها تعد بوابة مصر الشمالية فتتضافر هذه العوامل جميعا للاهتمام براحة السكان وعمل على توفير أكبر قدر من الراحة البيو مناخية ودراستها بنوع من التفصيل.

موقع منطقة ومحطات الدراسة:

تمتد منطقة الدراسة فلكيا فيما بين دائرتي عرض ٥٠" ٠٧ ´ ٣٠° و ٣٥" ٠٥ ´ ٣١° شمالا وبين خطي طول ٢٠ ´ ٣٠° و ٥٠" ٥٢ ´ ٣١° شرقا، بمساحة بلغت ٨٤٦٩,٥١ كم٢، وبالنسبة للموقع الفكي يحدها شمالا البحر المتوسط وجنوبا إقليم القاهرة أما شرقا فيحدها فرع دمياط وغربا يحدها فرع رشيد، واحتوت على خمس محافظات وهي (كفر الشيخ والغربية والمنوفية ودمياط والدقهلية) وأكبرهم من حيث المساحة محافظة كفر الشيخ حيث تمثل ما يزيد عن ثلث منطقة الدراسة، بمساحة بلغت ٣٢٩٧ كم٢، بنسبة ٣٨,٩٪ من إجمالي منطقة الدراسة ونسبة من المحافظة قدرت بنحو ٩٧.٨٪، ويليها محافظة الغربية بمساحة ١٩٣١.٥ كم٢ بنسبة تقترب من ربع منطقة الدراسة حيث بلغت ٢٢.٨٪ وتغطى معظم محافظة الغربية بنسبة بلغت ٩٩.٧٪ من إجمالي المحافظة، وجاءت محافظة المنوفية في المرتبة الثالثة

من حيث المساحة فقدرت بنحو ١٥٤٥.٧٩ كم٢ وبنحو ١٨.٣٪ من منطقة الدراسة، وتغطى ما يزيد عن ثلثي المحافظة بنسبة ٦٨.٧٪ وتعدا محافظة دمياط والدقهلية هما الأقل تمثيلاً في منطقة الدراسة بمساحة (٣٩٦.٧٢ – ١٢٩٨.٥ كم٢) على الترتيب ونسبة من المحافظة (٣٢.٩ – ٤٥٪) حيث بقية خارق منطقة الدراسة، واعتمدت الدراسة على ثمانية عشر محطة مناخية منها تسع محطات داخل منطقة الدراسة وعدد تسع من المحطات خارج حدود منطقة الدراسة لزيادة دقة التحليل واستخراج طبقات IDW داخل برنامج Arc GIS بشكل جيد وذلك كما هو موضح في شكل (١) في جدول (١) وملحق (١).



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية لشمال الدلتا مقياس ١:٥٠٠٠٠٠، وباستخدام برنامج Arc GIS10.8.

شكل (١) الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة والمحطات المناخية المستخدمة في الدراسة

جدول (١) مساحات منطقة الدراسة

المحافظة	المساحة داخل منطقة الدراسة	% من منطقة الدراسة	المساحة الكلية للمحافظة	% من مساحة المحافظة (باقي المساحة خارج نطاق الدراسة)
كفر الشيخ	3297	38.9	3754.3	87.8
الغربية	1931.5	22.8	1936.9	99.7
الدقهلية	1298.5	15.3	3941.5	32.9
دمياط	396.72	4.7	881.2	45
المنوفية	1545.79	18.3	2250.9	68.7
الإجمالي	8469.51	100		

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على شكل (١) واستخدام برنامج ArcGIS10.8.

أهمية موضوع الدراسة:

تكمن أهمية موضوع الدراسة في تحديد مدى تكرار التطرفات الحرارية وأثرها على راحة الإنسان الفسيولوجية وكيفية تفادى أخطارها حفاظا على راحة وصحة الإنسان في منطقة الدراسة.

مشكلة الدراسة:

تتعرض منطقة الدراسة في الآونة الأخيرة إلى تكرار التطرفات الحرارية سواء من خلال الموجات الحارة أو الباردة وذلك وفقا للتغيرات المناخية، مما يشكل خطورة كبيرة على راحة الإنسان الفسيولوجية وعلى توازن جسمه الحراري والمائي مما دعا إلى دراسة الموضوع.

أسباب اختيار موضوع الدراسة:

- اعتمدت معظم الدراسات السابقة على استخدام المعدلات والمتوسطات المناخية العامة والتي تعمل على اخفاء الكثير من الحقائق المناخية التي تؤثر بشكل مباشر على راحة الإنسان.
- ملاحظة الباحثة تكرار موجات الحر وشدة موجات البرد في الآونة الاخيرة كأحد نتائج التغيرات المناخية الحالية.
- العلاقة الوثيقة بين المناخ والإنسان وبخاصة درجة الحرارة، مما أدى إلى دراسة مؤشر راحة الإنسان اثناء التطرفات الحرارية سواء الحارة أم الباردة.

أهداف الدراسة:

سعت هذه الدراسة لتحقيق عدة أهداف وهي على النحو التالي:

- مراقبة مدى تكرار الموجات المتطرفة سواء الحارة أو الباردة في منطقة الدراسة، وتحديد اتجاهها خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١م سواء بالاتجاه نحو الزيادة أو النقصان.
- تحليل درجات الحرارة المتطرفة سواء المرتفعة أو المنخفضة التي شهدتها منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١م على المستوى الزماني والمكاني.
- قياس الموازنة الحرارية والمائية لجسم الإنسان في ظل التطرف الحراري وتحديد أثرها على راحة الإنسان.
- تصنيف منطقة الدراسة وفق الراحة الحرارية خلال موجات التطرف الحراري وتتبع تغيرها على المستوى الزماني والمكاني، وتحديد أفضل الفترات المناخية لراحة الإنسان الفسيولوجية.

الدراسات السابقة:

تعددت الدراسات التي تناولت أثر المناخ بعامة على راحة الإنسان ومنها:

- دراسة حمادة (٢٠٠٣) عن فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وآثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، وتوصلت الدراسة أن المناطق الشمالية من الدلتا تتمتع بتجانس حراري ويقل التجانس كلما اتجهنا جنوبا سواء على مستوى معدلات درجة الحرارة أو الرطوبة، كما صنفت منطقة الدراسة بأنها ذات مناخ مثالي خلال فصلي الربيع والخريف ومزعج بارد خلال فصل الشتاء، ومزعج متوسط حار رطب صيفاً، وتناولت المعدلات السنوية والفصلية والشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة.
- دراسة طلبه (٢٠٠٤) بعنوان أثر المناخ على راحة الانسان بمنطقة المدينة المنورة دراسة في المناخ التطبيقي وحدد أنسب الطرق لقياس قرينة الراحة، وحساب الموازنة الحرارية والمائية لجسم الإنسان وتحديد أي المدن أكثر راحة في المنطقة، ودراسة أثر درجة الحرارة على معدلات التطرف وأكد أن استخدام قيم المعدلات الشهرية والفصلية تخفي قيما يومية تزيد أو تقل عن المعدلات الشهرية وبالتالي لها تأثير على راحة الإنسان.
- دراسة مندور (٢٠٠٥) بعنوان أقاليم الراحة والإرهاق المناخي في مصر، حيث درس درجة الحرارة والرياح كمتوسطات عامة في ١٢ محطة مناخية في مصر، ومن خلالها صنف وتناول المنحنى المناخي الحيوي في مصر وتحديد أقاليم الراحة والإرهاق المناخي وفقا لمعامل الحرارة والرياح، وخلصت الدراسة إلى أن مناخ مصر يتصف بالمناخ المعتدل وأنه لا يوجد تطرفات مناخية مزعجة للإنسان في أي نطاق من أرض مصر سواء الشمالية أو الجنوبية، وتوّصل الباحث إلى هذه النتيجة لعدم الاهتمام بالقيم المتطرفة ودرس المعدلات العامة بالإضافة إلى قلة عدد المحطات المناخية المستخدمة في هذه الدراسة.
- دراسة أحمد (٢٠١٢) وتناول أثر التطرف الحراري على الصحة البشرية لمنطقة بني وليد " دراسة في المناخ التطبيقي" وتناول فيها دراسة التغييرات المناخية وكيفية تأثير التطرفات الحرارية على الأحوال النفسية للأفراد، وحدد أن معظم الموجات التي تأتي على بنى وليد هي من النوع القصير، وتوصّل إلى أن كبار السن هم الأكثر تأثرا بالتطرف الحراري وحدد فصل الصيف هو الأكثر انزعاج للسكان.
- دراسة عنبر (٢٠١٢) بعنوان أثر المناخ على راحة الانسان في شرقي دلتا النيل وتناول فيها الموازنة الحرارية والمائية لجسم الإنسان، وصنف منطقة الدراسة وفق قرينة الراحة عند أوليفر وتوم، واعتمد

على بيانات المعدلات الشهرية والسنوية مما ترتب عليه أن السكان يشعرون براحة فسيولوجية كاملة خلال فصلي الربيع والخريف وهي نفس ما توصلت إليه دراسة حمادة، بينما فصلي الشتاء والصيف مزعجان حراريا.

- دراسة السامرائي (٢٠٢٢) بعنوان التطرف في درجات الحرارة (العظمى والصغرى) في محافظة صلاح الدين، وتناول فيها تعريف التطرف الحراري، ودرس التطرف في معدلات درجة الحرارة الصغرى والعظمى وتوصل أن محطة سامراء تشهد أعلى تطرف حراري في المنطقة.

تساؤلات الدراسة:

- هل تؤثر الموجات المتطرفة الحرارية على راحة الإنسان بصورة مباشرة في منطقة الدراسة؟
- ما هي قرينة الراحة الحرارية للإنسان أثناء الموجات المتطرفة في منطقة الدراسة؟ وما هو مدى ملائمة منطقة الدراسة حراريا للإنسان؟
- هل هناك تكرار للموجات المتطرفة الحرارية؟ وهل هذا التكرار يتجه نحو الزيادة أم النقصان؟
- ما مدي التوازن الحراري والمائي لجسم الإنسان أثناء حدوث تطرف حراري؟

فرضيات الدراسة:

- أن الموجات المتطرفة سواء الحارة أو الباردة لها تأثير مباشر على راحة الإنسان في منطقة الدراسة.
- أن سكان منطقة الدراسة أثناء التطرفات الحرارية لا يشعرون بالراحة التامة.
- أصبحت الموجات الحارة أكثر تكرار وأعلى في درجة الحرارة، والموجات الباردة أقل تكرار وأقل في درجة الحرارة.
- تباين الفقد والكسب الحراري والتوازن المائي لجسم الإنسان في منطقة الدراسة على المستوى الشهري والفصلي والسنوي نتيجة للتطرف الحراري.
- تتباين منطقة الدراسة في مدى وملاءمتها حراريا للسكان سواء على المستوى الزماني أو المكاني.

مناهج وأساليب الدراسة:

اعتمدت هذه الدراسة على عدة مناهج وأساليب لخدمة موضوع الدراسة، وجاءت المناهج في اثنين أولها المنهج الموضوعي حيث اهتم بموضوع أثر التطرف الحراري على راحة الإنسان فيما بين فرعي دمياط ورشيد دراسة في المناخ التطبيقي، وثانيها المنهج التطبيقي والذي يعد أساس الدراسة لتحديد مدى تأثير التطرفات الحرارية على راحة الإنسان في منطقة الدراسة، أما بالنسبة لأساليب الدراسة فجاءت

في الأسلوب الكمي من حيث جدولة البيانات ومعالجة وتحليل واستخراج النتائج ودراسة المعادلات الرياضية واختيار أيها أكثر ملائمة مع منطقة الدراسة، والأسلوب التقني حيث تم الاعتماد على برنامج ArcGIS10.8 لتمثيل البيانات خرائطيا حتى يسهل قراءتها وتحليلها وتفسرها وبرنامج Excel لرسم الأشكال البيانية، بالإضافة إلى الأسلوب التحليلي لإظهار أسباب التباين في درجة الحرارة المتطرفة ومؤشرات الراحة الحرارية على المستوى الزماني والمكاني .

مصطلحات الدراسة:

- **موجة الحر:**

هي الفترة الزمنية التي تتجاوز فيها درجة الحرارة اليومية العظمى المعدل الشهري لها لمدة ثلاثة أيام متتالية أو أكثر (شحادة، ١٩٩٠، ص٥).

- **موجة البرد:**

هي الطقس البارد الملحوظ وغير المعتاد الذي يتميز بانخفاض حاد في درجات حرارة الهواء القريب من سطح الأرض وتستمر تحت مستوي معين لمدة يومين متتاليين على الأقل خلال الموسم البارد (Anel ،et ،al ,2017 , P 4).

- **التطرف الحراري:**

هو عبارة عن موجة حارة او باردة تزيد فيها درجة الحرارة او تقل عن خمس درجات عن المعدل العام للمنطقة ويزيد استمرارها على الإقليم أكثر من ثلاثة أيام.

(Climate Change. Geneva: IFRS, 2016, P٤)

وعرفها السامرائي بأنها مقدار التغير في عناصر المناخ بين شهر وآخر وسنة وأخري سواء كان هذا التغير سالبا أو موجبا (السامرائي، ٢٠٢٢، ص ٨٧٦).

- **القبة الحرارية Thermal Dome:**

هي ظاهرة يحدث فيها أن تتسبب منطقة ضغط جوي مرتفع في طبقات الجو العالية بحبس هواء المحيط الساخن أسفل منها كما لو كانت غطاء أو قبة، ليتسبب ذلك في تسخين هذا الهواء عبر عملية ديناميكية تسمى التسخين تحت الضغط، ولتنشأ من ذلك كتلة هوائية ساخنة سطحية تختلف شدتها بحسب المنطقة وشدة المرتفع الجوي https://www.heat.gov/، وهي أيضا امتداد لمرتفع جوي في طبقات الجو العليا الذي تسبب فيه ارتفاع الهواء الدافئ إلى القرب من سطح الأرض وتستمر لفترة من الزمن من عدة أيام إلى بضع أسابيع وتتشكل بالقرب من المسطحات المائية ذات الضغط المرتفع

ويصاحبها سكون او ضعف في حركة الرياح وزيادة في معدل الرطوبة، وكلا العاملان يساعدان في ارتفاع درجة الحرارة وتصبح أكثر خطر على جسم الإنسان (llsung, 2017,364).

- **الراحة الحرارية:**

عرفها أولجاي بأنها هي الحالة التي لا يشعر الانسان فيها بالبرد أو بالحر ولا يشعر بأي خلل داخل الجسم في وضع الجلوس (Olgyay, 1963, PP.14).

- **الراحة الفسيولوجية:**

هي الإحساس الذي ينتاب الانسان ويجعله يشعر بالراحة النفسية التامة وفق ظروف مناخية وطبيعية محددة يرغب في استمرارها دون زيادة أو نقصان (زكري، ٢٠٠٩، ص ٢٢٢).

أولاً: اتجاهات تكرار التطرفات الحرارية في منطقة الدراسة:

شهدت منطقة الدراسة تغيراً واضحاً في موجات الحر والبرد (المتطرفة) سواء على مستوى الموجات القصيرة والتي تتراوح بين يومان إلى ثلاثة أيام أو الموجات المتوسطة بمدة تتراوح بين ٤-٦ أيام، أو الموجات الطويلة أكثر من ستة أيام وبتحليل جدول (٢) وشكل (٢) اتضح ما يلي:

- تبين أنه من خلال تتبع مدة الدراسة التي تجاوزت الأربعين عاماً أنها شهدت ٢١.٣٧٪ من مدة الدراسة موجات متطرفة، بواقع ١٦٣١ يوم موجات باردة، و١٥٦٧ يوم موجات حارة حيث تزيد أو تقل درجة الحرارة بمعدل خمس درجات عن المعدل العام لدرجة الحرارة خلال الشهر، مما جعل سكان منطقة الدراسة يعانوا ما يزيد عن خمس ($\frac{1}{5}$)العام من عدم ارتياح حرارى، وبلغ عدد الأيام في الموجات الحارة خلال الموجات القصيرة ٦٦٩ يوم، وأيام الموجات المتوسطة ٤٠٠ يوم و ٤٩٨ يوم من الموجات الطويلة، بينما في الموجات الباردة عانت منطقة الدراسة من الموجات القصيرة ٦٥١ يوم والموجات المتوسطة ٤٥٢ يوم والموجات الطويلة ٥٢٨ يوم خلال مدة الدراسة.
- بلغ متوسط عدد الموجات الحارة التي أثرت منطقة الدراسة ٣.٣٠ موجة لكل عام وتعد الموجات القصيرة هي الأكثر تكرار حيث بلغ معدلها سنوياً ٥.٤ موجة حارة / عام وتلتها الموجات المتوسطة بمعدل ٢.٤ موجة حارة / عام، بينما تعد الموجات الطويلة هي الأخطر والأقل تكرار حيث بلغت ٢ موجة حارة / عام، ويعزى زيادة تكرار الموجات القصيرة التي تزيد مدتها عن ثلاثة أيام إلى طول فصل الجفاف في منطقة الدراسة مما يحفز ويجذب المنخفضات الحارة إلى منطقة الدراسة.
- زيادة تكرار الموجات الحارة القصيرة في النصف الثاني من مدة الدراسة حيث بلغ أقصى زيادة له في عام ٢٠١٨ وعام ٢٠٢٠ بعدد تسع موجات حارة، وتلاها عام ٢٠٢١ – ٢٠١٩ – ٢٠٠٨ – ٢٠٠٦ م حيث شهدت ثماني موجات حارة قصيرة، حيث أنها لم تزد عن ست موجات في النصف الأول من

مدة الدراسة إلا في عام ١٩٩٨م حيث بلغت ٧ موجات حارة مما زاد من معامل الانحراف حيث بلغ ١.٧°.

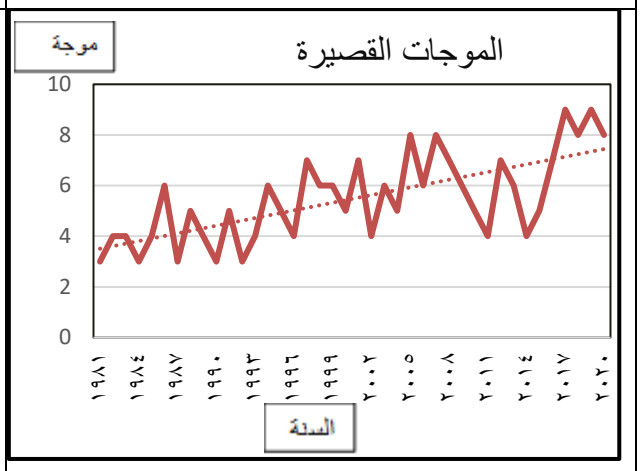
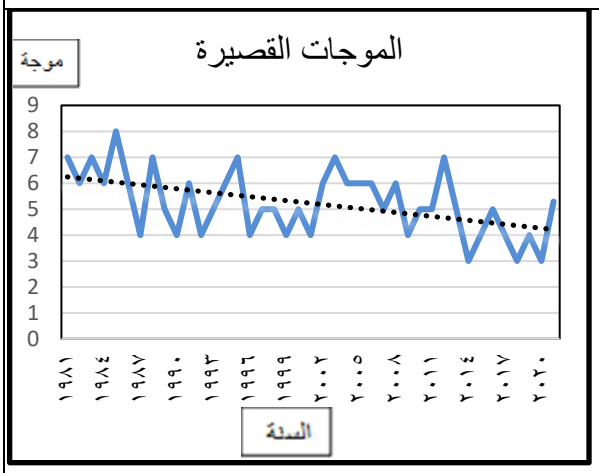
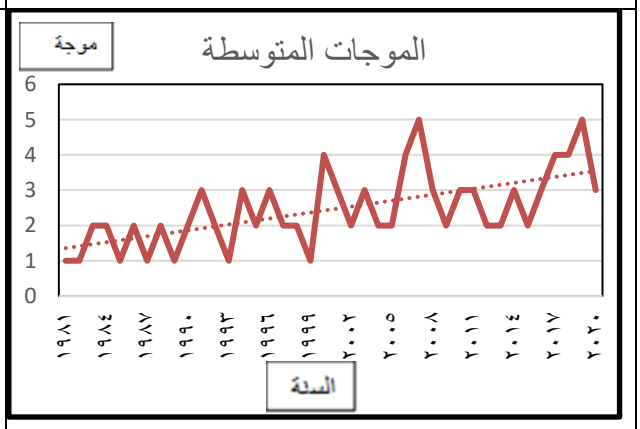
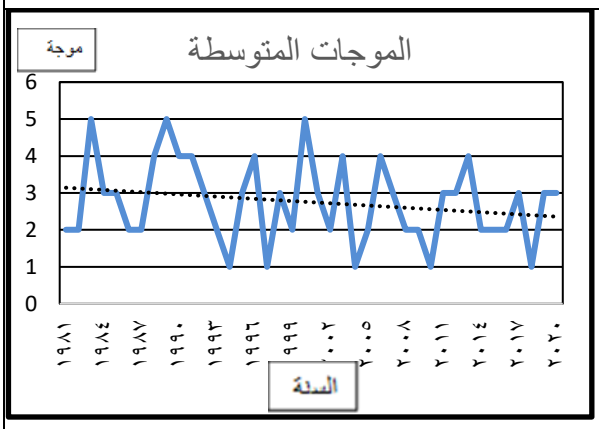
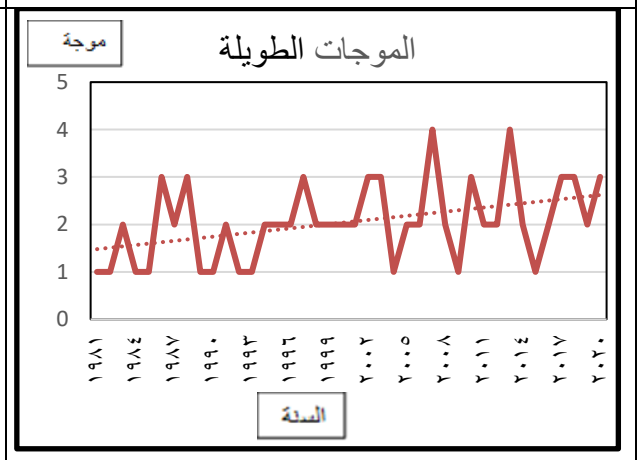
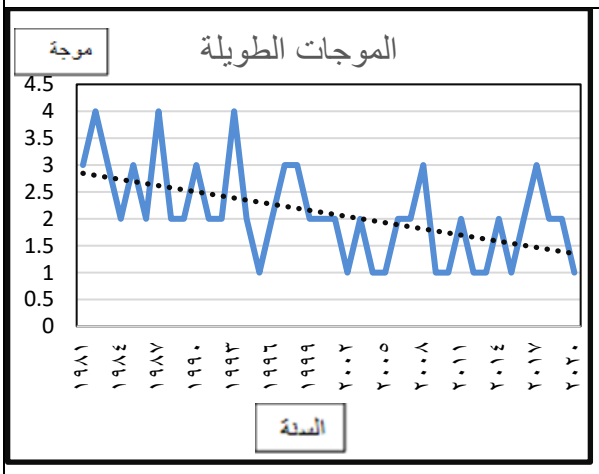
- يتجه تكرار الموجات الحارة المتوسطة والطويلة أيضا نحو الزيادة حيث بلغ أقصى تكرار لها في النصف الأخير من مدة الدراسة، حيث تكررت الموجات الحارة المتوسطة خمس موجات في عامي ٢٠٢٠ – ٢٠٠٨ م، حيث لم تتجاوز خلال النصف الأول من مدة الدراسة الثلاث موجات بمعامل انحراف بلغ ١° في حين بلغ تكرار للموجات الحارة الطويلة بلغ أربع موجات في عام(٢٠٠٨ – ٢٠١٤ م وشهدت أعوام (١٩٨١ – ١٩٨٢ – ١٩٨٣ – ١٩٨٥ – ١٩٩٠ – ١٩٩١ – ١٩٩٣ – ١٩٩٤ م) موجة حارة واحدة من النوع الطويلة الأمد وذلك خلال النصف الأول من مدة الدراسة، بينما في النصف الثاني لم تتكرر إلا في ثلاثة أعوام وهى (٢٠٠٥ – ٢٠١٠ – ٢٠١٦ م).
- بلغ معدل الموجات الباردة التي مرت على منطقة الدراسة ٣.٤ موجة باردة/عام، وتعد الموجات الباردة القصيرة هي الأكثر تكرار في منطقة الدراسة بمعدل بلغ ٥.٣ موجة باردة/ عام ويليه الموجات الباردة المتوسطة بمعدل ٢.٤ موجة باردة/ عام وتعد الموجات الباردة الطويلة هي الأقل تكرار فجاءت بمعدل ٢.١ موجة باردة/ عام.
- شهدت الموجات في منطقة الدراسة انخفاض في تكرار الموجات الباردة القصيرة خلال مدة الدراسة حيث بلغ أقصى زيادة لها في النصف الأول من مدة الدراسة حيث بلغ أكثر تكرار ثمانية موجات باردة في أعوام (١٩٨١– ١٩٨٦– ١٩٩٨– ١٩٩٤) بينما كان أكثر تكرار في النصف الثاني ٤ موجات باردة قصيرة في أعوام (٢٠٠٠– ٢٠٠٢– ٢٠٠٦– ٢٠١٠– ٢٠١٣– ٢٠١٦– ٢٠١٨– ٢٠٢٠)، كما شهدت الموجات الباردة القصيرة انخفاضاً طفيفاً في النصف الثاني من فترة الدراسة بين موجه واحدة إلى خمس موجات وكانت عدد موجتان هما الأكثر تكرار حيث جاءت في تسعة أعوام، بينما في النصف الأول من فترة الدراسة وصلت إلى خمس موجات في أعوام (١٩٨٤– ١٩٩٠– ١٩٨٧ م).
- تتجه الموجات الباردة الطويلة إلى الانخفاض في النصف الثاني من فترة الدراسة حيث لم تتجاوز الموجتان بواقع ثلاث موجات في عامي (٢٠١٨– ٢٠٠٩ م)، بينما خلال النصف الأول وصلت إلى أربع موجات في (١٩٨١– ١٩٨٣– ١٩٨٨– ١٩٩٤ م).

جدول (٢) تكرار الموجات الحارة والباردة على منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة

	موجات حارة			موجات باردة				موجات حارة			موجات باردة		
السنة	ق*	م*	ط*	ق*	م*	ط*	السنة	ق*	م*	ط*	ق*	م*	ط*
1981	4	2	1	8	3	4	2003	4	2	3	6	2	1
1982	3	1	1	7	2	3	2004	6	3	3	7	4	2
1983	4	1	1	6	2	4	2005	5	2	1	6	1	1
1984	4	2	2	7	5	3	2006	8	2	2	٤	2	1
1985	3	2	1	6	3	2	2007	6	4	2	6	4	2
1986	4	1	1	8	3	3	2008	8	5	4	5	3	2
1987	6	2	3	6	٥	2	2009	7	3	2	6	2	3
1988	3	1	2	4	2	4	2010	6	2	1	4	2	1
1989	5	2	3	7	4	2	2011	5	3	3	5	1	1
1990	4	1	1	٨	5	2	2012	4	3	2	5	3	2
1991	3	2	1	4	4	3	2013	7	2	2	٤	3	1
1992	5	3	2	6	4	2	2014	6	2	4	5	4	1
1993	3	2	1	4	3	2	2015	4	3	2	3	2	2
1994	4	1	1	٨	2	4	2016	5	2	1	4	2	1
1995	6	3	2	6	1	2	2017	7	3	2	5	2	2
1996	5	2	2	7	3	1	2018	9	4	3	4	3	3
1997	4	3	2	4	4	2	2019	8	4	3	3	1	2
1998	7	2	3	5	٢	3	2020	9	5	2	4	3	2
1999	6	2	2	5	3	3	2021	8	3	3	3	3	1
2000	6	1	2	4	2	2	المعدل	5.4	2.4	2	5.3	2.8	2.1
2001	5	4	2	5	٢	2	المعدل العام	٣,٣			٣,٤		
2002	7	3	2	4	3	2	الانحراف	1.7	1	0.9	1.3	1.1	0.9
							إجمالي عدد الأيام	669	400	498	651	452	528

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.

- ق * = موجة قصيرة. م*= موجة متوسطة. ط*=موجة طويلة.

الموجات الحارة	الموجات الباردة
	
	
	

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٢).

شكل (٢) الاتجاه الخطى للموجات الحارة والباردة خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١ م

ثانياً: خصائص التطرف الحراري زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة:

يختلف التطرف الحراري على المستوى الزماني والمكاني في منطقة الدراسة وذلك طبقا لاختلاف الظروف المكانية والزمانية وتم تناولها بنوع من التفصيل على النحو الآتي:

١. المعدل السنوي للتطرف الحراري في منطقة الدراسة:

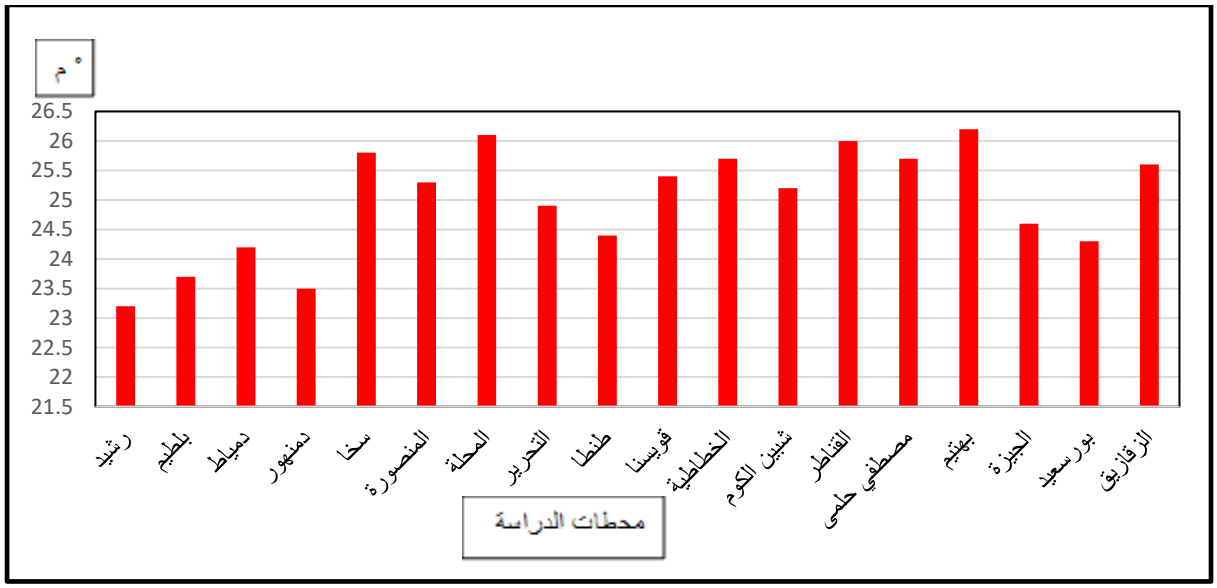
تبين من تحليل جدول (٣) والشكلين (٣ و٤) ما يلي:

- انخفاض معدل درجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة ٢٥ °م، وتعد الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة الأقل تأثرا بالموجات المتطرفة حيث تراوحت درجة الحرارة فيها بين ٢٣.٢ – ٢٤.٣ °م، وتتميز هذه المنطقة بأنها ملامسة لخط الشاطئ مما يلطف من ارتفاع درجة الحرارة بالإضافة أنه ترتفع درجة الحرارة المتطرفة كلما اتجهنا شرقاً في منطقة الدراسة على الشاطئ حيث بلغت في رشيد ٢٣.٢ °م وفي بلطيم ٢٣.٧ °م، وفي دمياط بلغت ٢٤.٢ °م ويعزى ذلك لمعدل اتجاه خط الشاطئ حيث يكون مقابل لاتجاه الرياح غربا مما يقلل من تأثير الرياح بالاتجاه شرقا، بالإضافة لتأثر المنطقة الغربية بأعاصير البحر المتوسط (القلاوى، ١٩٩٤، ص ٩٦).
- تزداد درجة الحرارة المتطرفة بالاتجاه جنوباً في منطقة الدراسة حيث بلغ أقصى زيادة في الأجزاء الجنوبية حيث تراوحت درجة الحرارة بين ٢٥.٣ – ٢٦ °م وبلغت أقصى زيادة في المحلة حيث سجلت ٢٦.١ °م ثم في محطة شبين الكوم حيث بلغت ٢٥.٢ °م وتجاوزت ذلك في جنوب منطقة الدراسة حيث بلغت في محطة بهتيم ٢٦.٢ °م، ويعزى ذلك للبعد عن المؤثرات الساحلية الشمالية.
- تتباين درجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة على مستوى النهار والليل حيث بلغ المدى الحراري ٤.٢ °م، وبلغ معدل درجة الحرارة المتطرفة نهاراً ٢٧.١ °م، وليلاً ٢٢.٩ °م، وتمثل أيضا المناطق الشمالية من منطقة الدراسة أقل انخفاضاً في درجة الحرارة حيث تراوحت على الساحل فيما بين (٢٥.٣ – ٢٦.٣ °م) نهاراً وبين (٢١.١ – ٢١.٦ °م) ليلاً، وتزداد درجة الحرارة نهاراً وليلاً بالاتجاه جنوباً حيث بلغت أقصى زيادة في المحلة (محافظة الغربية) بنحو ٢٨.٣ °م، ٢٤ °م على الترتيب ويعزى ذلك للبعد عن المسطحات المائية والبعد عن التأثير التبريدي لفرعي دمياط ورشيد، وبلغ أقصى تباين في أقصى جنوب منطقة الدراسة في محطة بهتيم حيث سجلت (٢٨.٤ – ٢٤.١ °م) نهاراً وليلاً على التوالي ويعزى ذلك لبعد المحطة عن الأراضي الزراعية.

جدول (٣) المعدل السنوي لدرجات الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١ م

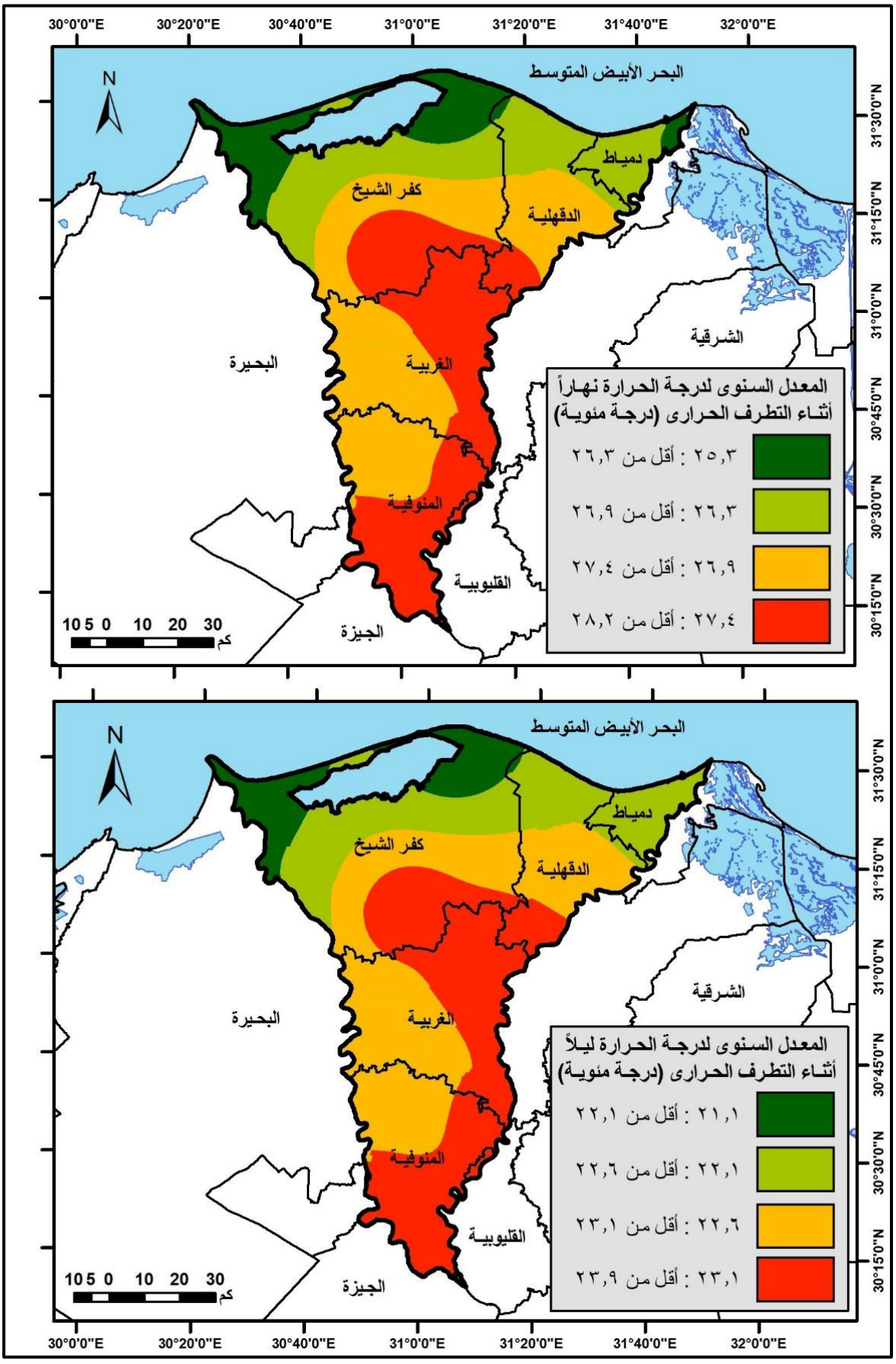
المحطة	رشيد	بلطيم	دمياط	دمنهور	سخا	المنصورة	المحلة	التحرير	طنطا	قويسنا	الخطاطبة	شبين الكوم	القناطر	مصطفى حلمى	بهتيم	الجيزة	بورسعيد	الرقازيق	المعدل	الانحراف
نهارا	25	26	26	26	28	27	28	27	27	28	28	27	28	28	28	27	26	28	27	2
ليل	21	22	22	21	24	23	24	23	22	23	24	23	24	24	24	23	22	23	23	2
المعدل	23	24	24	24	26	25	26	25	24	25	26	25	26	26	26	25	24	26	25	2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٣) باستخدام برنامج Excel.

شكل (٣) التوزيع السنوي لمعدل درجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٣) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٤) المعدل السنوي لدرجات الحرارة المتطرفة على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

٢. المعدل الفصلي للتطرف الحراري في منطقة الدراسة:

تتباين درجة الحرارة على المستوى الزمنى في منطقة الدراسة وذلك وفقا لحركة الشمس الظاهرية ويزداد هذا التباين مع موجات البرد والحر وتم تناوله بنوع من التفصيل كالتالي:

- فصل الشتاء:

يعد فصل الشتاء هو الأبرد في درجات الحرارة المتطرفة ومن دراسة جدول (٤) والشكلين (٥ و٦) وجد أن:

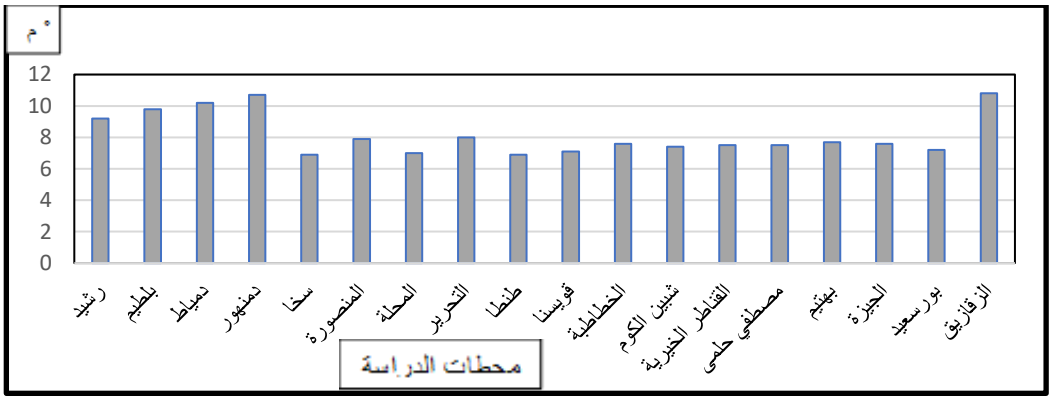
- انخفاض المعدل الفصلي لدرجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة حيث سجلت ٨.١ °م، ويعزى ذلك لموجات البرد التي تساعد على خفض درجة الحرارة بمدى حراري بلغ ٣.٣ °م حيث سجلت نهاراً ٩.٧ °م، وليلاً ٦.٤ °م، وتتشكل هذه الموجات نتيجة للمرتفع الجوي السيبيري القادم من المرتفعات الجوية الباردة عند دائرة عرض ٤٥ °ش.
- ارتفاع درجة الحرارة المتطرفة في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة أثناء الموجات الباردة حيث تزداد عن المعدل الفصلي بنحو ما يقرب من ٢ °م، حيث سجلت في رشيد ٩.٨ °م وفي بلطيم ١٠.٢ °م، ودمياط ١٠.٧ °م، ويعزى ذلك للإطلال على البحر المتوسط ووجود بحيرة البرلس والمنزلة وميناء دمياط وتعد المياه مصدر تسخين ودفيء أثناء فصل الشتاء حيث تزداد درجة الحرارة نهاراً حيث تكون ضغط مرتفع على المسطحات المائية وضغط منخفض على اليابس لتسجل على الترتيب (١١.٤-١١.٧- ١٢. °م).
- يزداد انخفاض درجة الحرارة أثناء الموجات الباردة بالاتجاه جنوباً والبعد عن المسطحات المائية شمالاً، حيث جاء أقصى انخفاض في محافظة المنوفية والغربية وتراوحت درجة الحرارة المتطرفة بين (٧.٠- ٧.٧ °م)وتزداد في الدقهلية وكفر الشيخ لتتراوح بين ٧.٧ °م حتى أقل من ٨.٤ °م وتعد الفئة الأخيرة هي الأقرب للمعدل السنوي في منطقة الدراسة.
- يعد شهر يناير هو الأكثر تعرضاً للموجات الباردة على المستوى السنوي والفصلي في منطقة الدراسة حيث سجل ٧.٢ °م بفارق ٠.٩°م عن المعدل الفصلي و١٧.٨ °م عن المعدل السنوي، وذلك لكثرة مرور النواة الباردة خلال هذا الشهر ومن أشهرها نوه الغطاس وتحدث لتأثر مصر بكتل هوائية باردة قادمة من جنوب شرق أوروبا، ونوه الفيضة الكبيرة التي يصاحبها سرعة للرياح وارتفاع في مستوى سطح البحر والأمواج مما يساعد على سقوط الأمطار، بالإضافة لنوه الكرم ورأس السنة التي تؤدى إلى انخفاض درجة الحرارة وسقوط الأمطار، وتعد محافظة دمياط هي الأعلى في معدل درجة الحرارة خلال هذا الشهر فتسجل ١٠.٢ °م وذلك لإحاطتها بالماء من عدة جوانب، وتسجل أدنى انخفاض في محافظة الغربية في محطة طنطا حيث بلغ ٥.٨ °م وذلك لكونها مدينة داخلية.

- يأتي شهر فبراير بعد يناير من حيث انخفاض درجة الحرارة المتطرفة فيسجل ٨ °م، بمدى حرارى بلغ ٣.١ °م، بانخفاض عن المعدل الفصلي بنحو ٠.١ °م، ويعزى ذلك لاكتمال برودة الأرض في نهاية موسم الشتاء (يوسف، ١٩٨٢، ص ١٠٥)، وذلك يفسر دفء شهر ديسمبر حيث بلغ معدل درجة الحرارة المتطرفة ٩ °م بزيادة عن المعدل الفصلية بنحو ٠.٩ °م، وذلك لسخونة الأرض المكتسبة خلال فصلي الصيف والخريف، بمدى حرارى بلغ ٣.٢ °م، ويمر في شهر فبراير نوتين تساعدين على انخفاض درجة الحرارة وهما نوه باقي الكرم برياح شمالية غربية ممطرة، ونوه الشمس الصغيرة، بينما يأتي خلال ديسمبر أربع نواة وهى (قاسم، وباقي قاسم، والفيضة الصغيرة، وباقي الفيضة الصغيرة ونوه عيد الميلاد) وجميعها نواة ممطرة وجميعها تأتى من الاتجاه الشمالي الغربي والتي يجذبها المنخفضات الجوية في مؤخرتها (توفيق، ٢٠٠٤، ص ٦٦).

جدول (٤) معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الشتاء في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١– ٢٠٢١ م

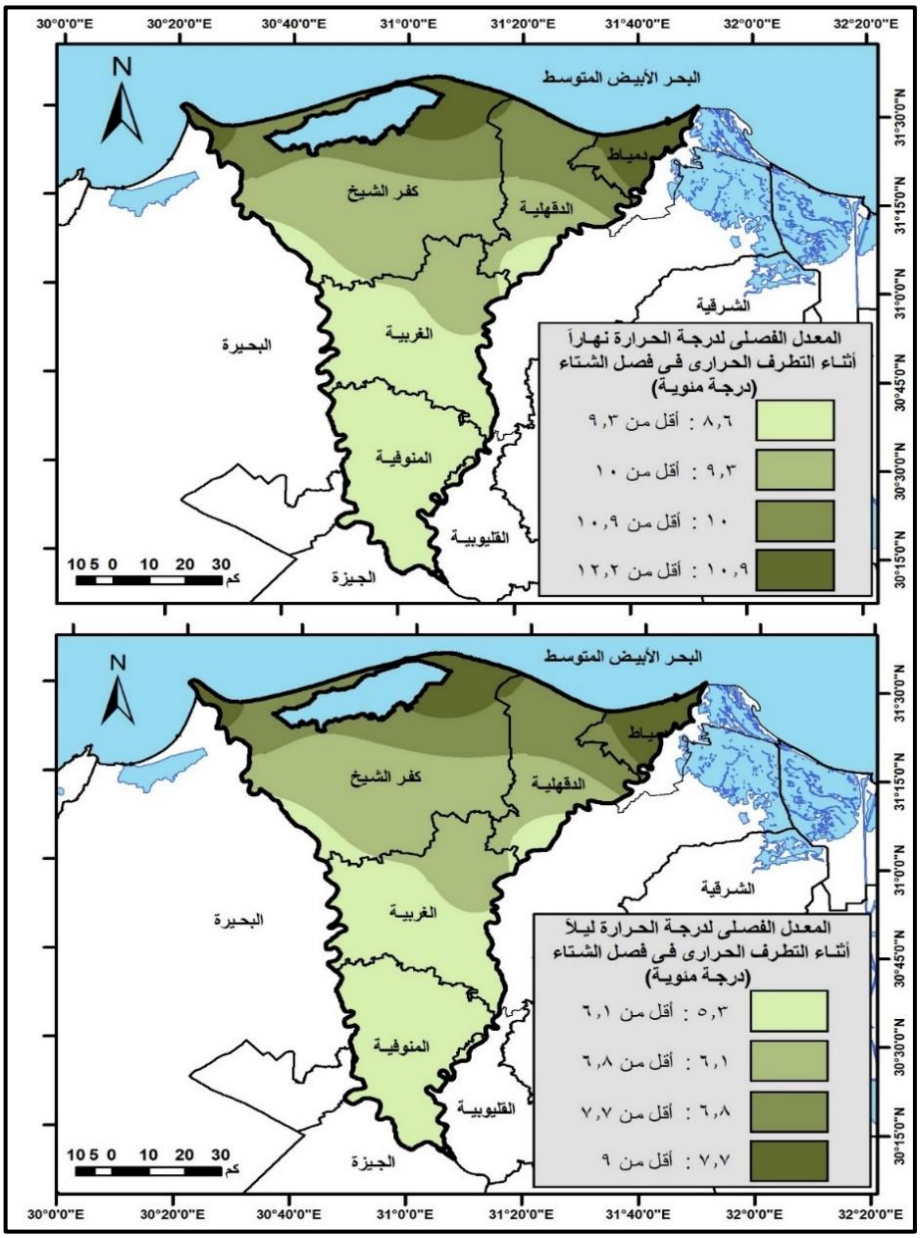
المحطة	ديسمبر			يناير			فبراير			المعدل		
	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	المعدل
رشيد	12	8.8	10	11	8	9.3	11	8	9.7	11	8	9.8
بلطيم	13	10	12	11	8	9.3	11	8	9.6	12	9	10.2
دمياط	14	10	12	12	9	10	12	9	10	12	9	10.7
دمنهور	9.6	6.4	8	8	5	6.3	7.9	5	6.4	8.5	5	6.9
سخا	10	6.9	8.5	8.3	5	6.6	10	7	8.7	9.5	6	7.9
المنصورة	9.6	6.4	8	7.6	4	5.9	8.7	6	7.2	8.6	5	7
المحلة	11	7.3	8.9	8.4	5	6.7	9.9	7	8.4	9.6	6	8
التحرير	9.3	6.1	7.7	7.9	5	6.2	8.2	5	6.7	8.5	5	6.9
طنطا	10	6.9	8.5	7.5	4	5.8	8.4	5	6.9	8.7	5	7.1
قويسنا	10	7.2	8.8	8.3	5	6.6	8.9	6	7.4	9.2	6	7.6
الخطاطبة	9.5	6.3	7.9	8.2	5	6.5	9.3	6	7.8	9	6	7.4
شبين الكوم	10	7.1	8.7	8.2	5	6.5	8.8	6	7.3	9.1	6	7.5
القناطر الخيرية	9.7	6.5	8.1	8.7	5	7	9	6	7.5	9.1	6	7.5
مصطفي حلمى	9.6	6.4	8	8.7	5	7	9.5	6	8	9.3	6	7.7
بهتيم	9.7	6.5	8.1	8.5	5	6.8	9.5	6	8	9.2	6	7.6
الجيزة	10	7	8.7	7.7	4	6	8.5	5	7	8.9	6	7.2
بورسعيد	14	10	12	12	9	10	12	9	10	13	9	10.8
الزقازيق	11	7.3	8.9	8.5	5	6.8	9	6	7.5	9.3	6	7.7
المعدل	11	7.4	9	8.9	6	7.2	9.5	6	8	9.7	6	8.1
الانحراف	1.4	1.4	1.4	1.5	2	1.5	1.2	1	1.2	1.4	1	1.3

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٤).

شكل (٥) معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الشتاء على مستوى الليل والنهار في منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٤) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٦) معدل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الشتاء على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الربيع:

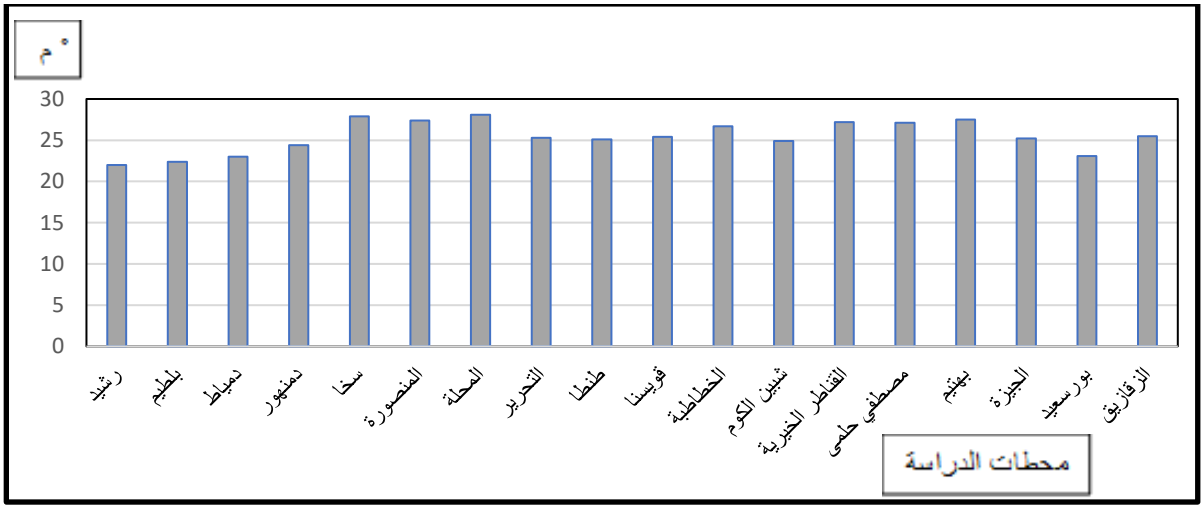
يعد فصل الربيع من الفصول الاعتدالية حيث ترتفع درجة الحرارة نوعا ما مقارنة بفصل الشتاء ومن خلال تحليل جدول (٥) وشكلي (٧و٨) تبين الآتي:

- اقتراب معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال هذا الفصل من المعدل السنوي لدرجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة حيث بلغ ٢٥.٤ °م بزيادة منخفضة بلغت ٠.٤ °م وبمدى حراري بلغ ٤.١ °م وذلك نتيجة لتراجع المرتفعات السيبيرية عند دائرة عرض ٦٥° وتعامد الشمس على خط الاستواء، وارتفاع مجال التيار النفاث شمالاً مما يقلل من فرص تشكل الموجات الباردة.
- تعد المناطق الشمالية من منطقة الدراسة هي الأقل في معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الربيع حيث تتراوح بين ٢٢.٠ °م إلى أقل من ٢٣.٨ °م، ويعزى ذلك لفقدان البحر الحرارة المكتسبة في فصل التبريد (فصل الشتاء) فسجلت المدن الساحلية (٢٢ – ٢٢.٤– ٢٣ °م) في كلا من رشيد وبلطيم ودمياط على التوالي، بمدى حراري بلغ ٤.١ °، وتختلف درجة الحرارة المتطرفة خلال النهار والليل حيث بلغتا (٢٧.٥– ٢٣.٤ °م) على الترتيب.
- ارتفاع درجة الحرارة بالاتجاه جنوباً وشرقاً حيث بلغ أقصى زيادة في الجنوب في محطة شبين الكوم بالمنوفية بمعدل بلغ ٢٧.٢ °م، وذلك للبعد عن المؤثرات الساحلية، بينما تزداد شرقاً في مدينتي سخا والمنصورة حيث سجلا ٢٧.٩، ٢٧.٤ °م على الترتيب ويعزى ذلك لانخفاض المساحات الخضراء والزيادة السكانية.
- يعد شهر مارس هو الأقل في درجات الحرارة المتطرفة على مستوى شهور فصل الربيع حيث بلغ ١١.٢ °م خلال الموجات المتطرفة وذلك لتعرضه للموجات الباردة الممطرة أحياناً مما يقلل من درجة الحرارة، وتبلغ أقصى زيادة خلال النهار بمعدل ١٢.٩ °م، وتنخفض أثناء الليل فتسجل ٩.٥ °م بمدى حراري بلغ ٣.٤ °م.
- تعاود درجة الحرارة الارتفاع في شهري أبريل ومايو حيث بلغا ٣٠.٧– ٣٢.١ °م على التوالي وذلك لوجود رياح التصعيد الحراري مما يساعد على هبوب رياح الخماسين الحارة الجافة، بالإضافة إلى انخفاض فرص تشكل الموجات الباردة على منطقة الدراسة في نهاية فصل الربيع ويعد بداية دخول الموجات الحارة في المنتصف الأخير من شهر أبريل وفي شهر مايو.

جدول (٥) معدل درجة الحرارة أثناء المتطرفة الحرارية خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١م

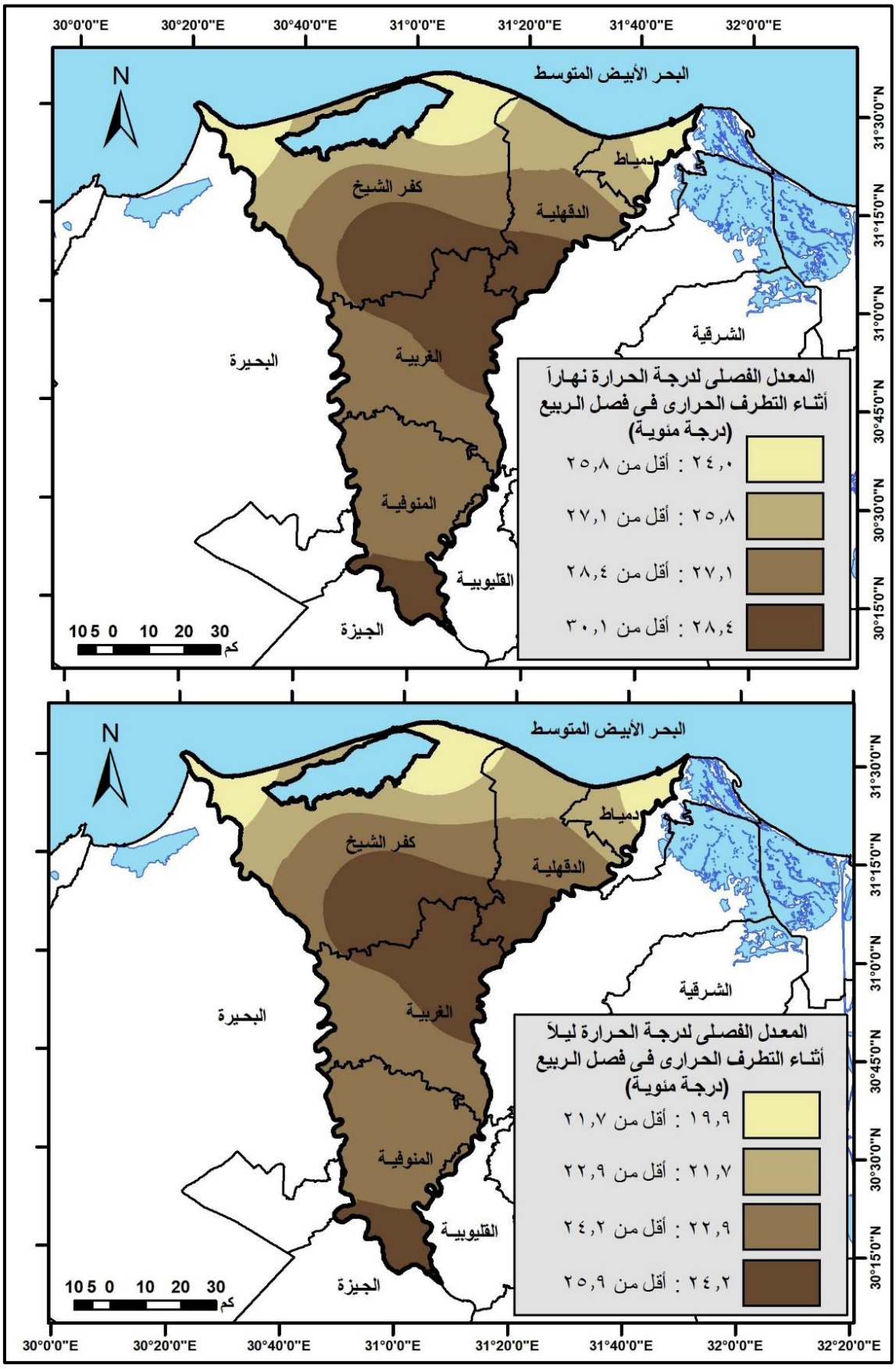
المحطة	مارس			أبريل			مايو			المعدل الفصلي		
	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	المعدل
رشيد	12	9	11	28	24	26	31	27	29	24	20	22
بلطيم	13	9.7	11	29	24	26	32	27	29	24	20	22.4
دمياط	14	10	12	29	25	27	32	28	30	25	21	23
دمنهور	11	7.6	9.3	32	28	30	36	32	34	26	22	24.4
سخا	14	10	12	36	32	34	40	35	38	30	26	27.9
المنصورة	13	9.6	11	36	32	34	39	35	37	30	25	27.4
المحلة	14	11	13	37	32	35	40	35	37	30	26	28.1
التحرير	10	6.6	8.3	34	30	32	38	33	36	27	23	25.3
طنطا	13	9.6	11	32	28	30	37	32	34	27	23	25.1
قويسنا	11	8	9.7	33	29	31	38	33	36	28	23	25.4
الخطاطبة	13	10	12	34	30	32	39	34	36	29	25	26.7
شبين الكوم	10	6.9	8.6	33	29	31	37	33	35	27	23	24.9
القناطر الخيرية	14	11	13	34	30	32	39	34	37	29	25	27.2
مصطفي حلمى	15	12	13	34	29	32	39	34	36	29	25	27.1
بهتيم	16	12	14	34	30	32	39	34	36	30	25	27.5
الجيزة	13	9.7	12	32	28	30	37	32	34	27	23	25.2
بورسعيد	14	11	12	29	25	27	32	28	30	25	21	23.1
الزقازيق	12	8.1	9.8	33	29	31	38	33	36	28	23	25.5
المعدل	13	9.5	11	33	29	31	37	32	34	28	23	25.4
الانحراف	1.6	1.6	1.6	2.6	2.6	2.6	2.9	2.9	2.9	2.4	2.4	1.9

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٥).

شكل (٧) معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الربيع على مستوى الليل والنهار في منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٥) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٨) معدل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الربيع على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الصيف:

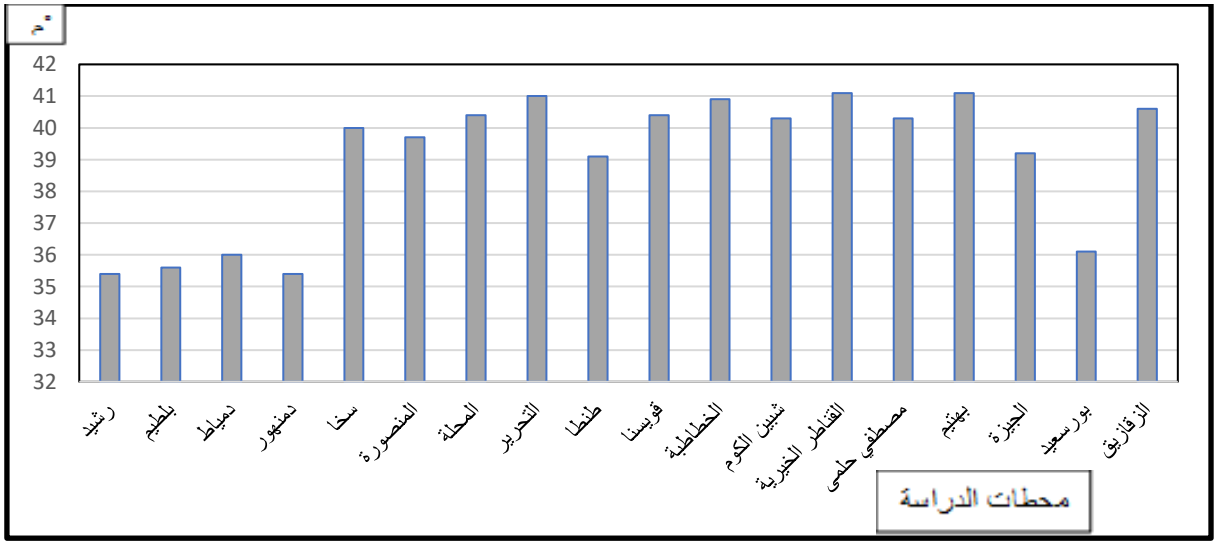
يلاحظ في خلال هذا الفصل زيادة شدة الموجات الحارة مما يسبب ارتفاع كبير في درجة الحرارة على مستوى النهار والليل ومن تحليل جدول (٦) وشكلي (٩ و١٠) تبين ما يلي:

- ارتفاع معدل درجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة حيث بلغ ٣٩.٠ °م بمعدل زيادة عن المعدل السنوي ١٤ °م نظرا لتعامد الشمس خلال هذا الفصل على مدار السرطان جنوب مصر مما يساعد على تشكل ظاهرة القبة الحرارية التي تزيد من ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة والذي بدوره يؤدي زيادة شدة الموجات الحارة، كما يزداد المدى الحراري أثناء الموجات الحارة حيث بلغ ٥.٤ °م بينما بلغت أقصى درجة حرارة متطرفة نهاراً ٤١.٧ °م وأدناها ليلاً ٣٦.٣ °م.
- انخفاض معدل درجة الحرارة المتطرفة في أقصى شمال منطقة الدراسة مقارنة بالاتجاه جنوباً حيث بلغ ٣٥.٤ °م في رشيد و٣٥.٦ °م في بلطيم و٣٦.٠ °م في دمياط، ويتضح أنها ترتفع كلما اتجهنا شرقاً على السواحل الشمالية من منطقة الدراسة وذلك لزيادة مصادر التبخر مما يزيد من بخار الماء الذي يعمل على زيادة فرص التسخين ومنع انعكاس الأشعة الأرضية مرة أخرى للغلاف الخارجي، ويتشابه المدى الحراري في منطقة الدراسة مع المدى الحراري الفصلي.
- يزداد معدل درجة الحرارة المتطرفة بالاتجاه جنوباً والذي يتراوح بين (٣٩.٦- ٤٠.٩ °م) بينما سجلت في جنوب منطقة الدراسة (٤٠.١ °م) في كلا من القناطر وبهتيم، وأقصى زيادة داخل منطقة الدراسة جنوباً شبين الكوم ٤٠.٣ °م، والمحلة ٤٠.٤ °م بفارق زيادة عن الأجزاء الشمالية حوالي ٤ °م، ويعزى ذلك للبعد عن المؤثرات البحرية وخاصة نسيم البحر، والرياح الشمالية الغربية.
- يعد شهر أغسطس هو الأعلى في درجات الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة حيث سجل ٣٩.٨ °م بمدى حرارى بلغ ٥.٥ °م بينما سجلت درجة الحرارة نهاراً ٤٢.٥ °م وليلاً ٣٧ °م وذلك لزيادة امتداد وتأثير منخفض الهند الموسمي خلال شهر أغسطس الذى يزيد من درجة الحرارة (الأسدي، ٢٠١٠، ص ١٨٣)، وسجلت أدنى حرارة متطرفة خلال هذا الشهر في رشيد ٣٧.٣ °م، وأقصاها في التحرير ٤١.٥ °م في جنوب غرب منطقة الدراسة، كما يعد شهر يونيه هو الأقل في درجة الحرارة المتطرفة في منطقة الدراسة بمعدل ٣٨.٤ °م، ومرد ذلك لعدم اكتمال سخونة الأرض ويليه شهر يوليه بمعدل ٣٨.٩ °م.

جدول (٦) معدل درجات الحرارة المتطرفة خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١- ٢٠٢١م

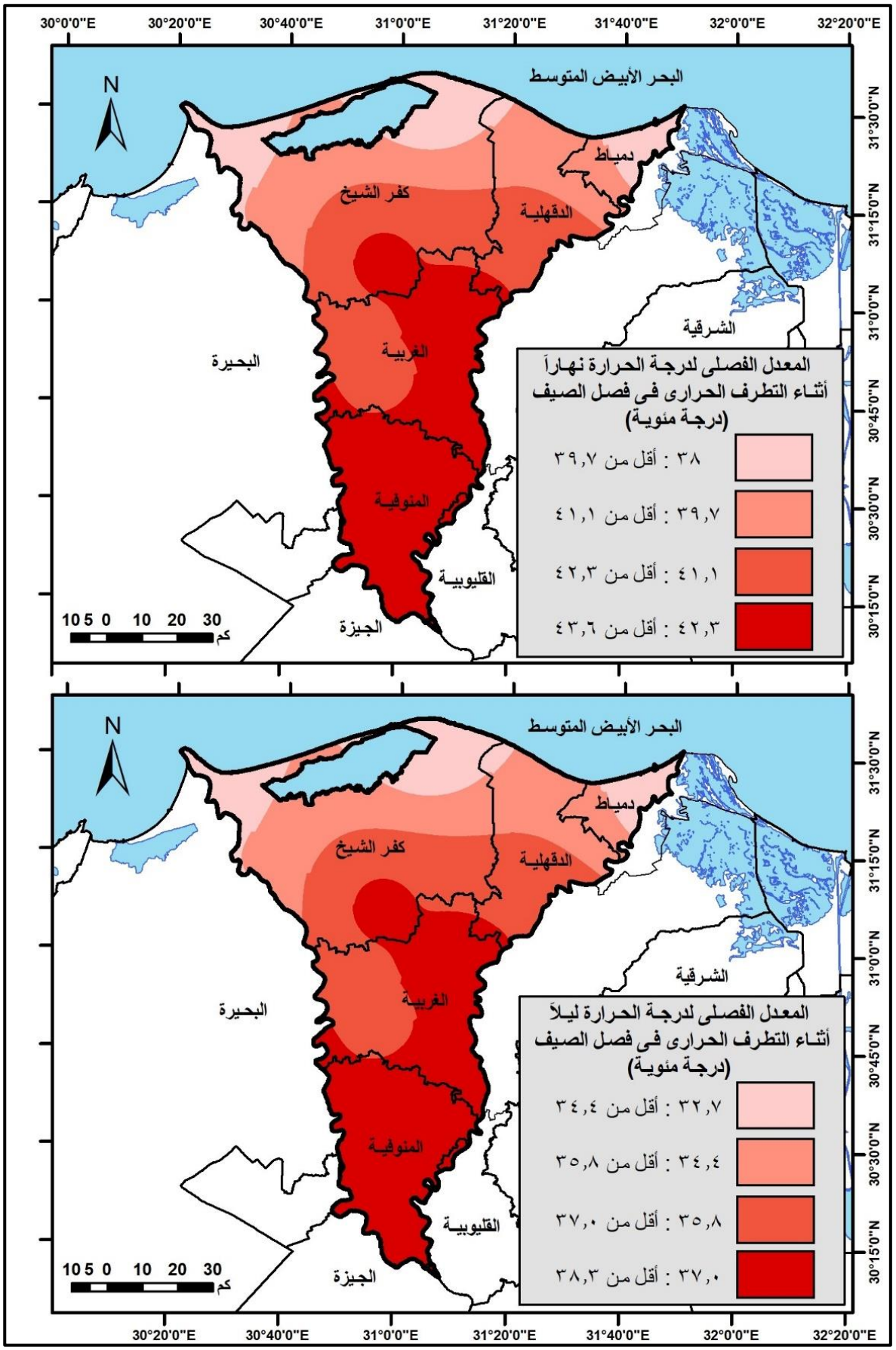
المحطة	يونية			يوليه			أغسطس			المعدل الفصلي		
	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهارا	ليلا	المعدل
رشيد	36	31	33	38	33	36	40	35	37	38	33	35.4
بلطيم	36	31	34	39	33	36	40	35	37	38	33	35.6
دمياط	37	32	34	39	33	36	40	35	38	39	33	36
دمنهور	40	35	38	32	26	29	42	37	40	38	33	35.4
سخا	43	38	40	43	37	40	43	37	40	43	37	40
المنصورة	42	37	40	42	37	40	42	37	40	42	37	39.7
المحلة	43	38	40	43	38	40	43	38	40	43	38	40.4
التحرير	43	38	40	44	39	41	44	39	42	44	38	41
طنطا	41	36	39	42	37	39	42	36	39	42	36	39.1
قويسنا	42	37	40	44	38	41	43	38	41	43	38	40.4
الخطاطبة	42	38	40	44	39	42	44	38	41	44	38	40.9
شبين الكوم	42	37	40	43	38	40	44	38	41	43	38	40.3
القناطر	43	38	40	45	39	42	44	39	41	44	38	41.1
مصطفي حلمى	42	37	40	44	38	41	43	38	40	43	38	40.3
بهتيم	43	38	41	45	39	42	44	38	41	44	38	41.1
الجيزة	41	36	39	42	37	40	42	37	39	42	37	39.2
بورسعيد	37	32	35	39	33	36	40	35	38	39	33	36.1
الزقازيق	42	37	40	44	38	41	44	38	41	43	38	40.6
المعدل	41	36	38	42	36	39	43	37	40	42	36	39
الانحراف	2.5	2.5	2.5	3.3	3.3	3.3	1.4	1.4	1.4	2.4	2.4	2.2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.\



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٦)

شكل (٩) معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الصيف على مستوى الليل والنهار في منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٦) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٠) معدل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الصيف على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الخريف:

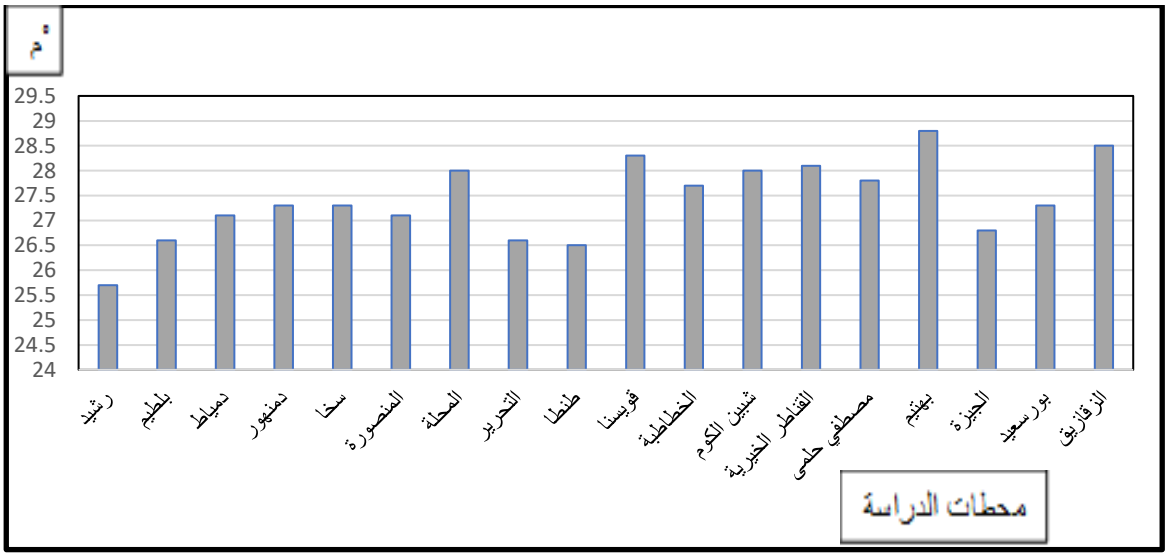
تتراجع درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الخريف تراجعا ملحوظا مقارنة بفصل الشتاء، وذلك لأن منطقة الدراسة خلال هذا الفصل يستحوذ عليها نوعان من الموجات (الموجات الحارة في شهري سبتمبر وأكتوبر، وموجات باردة خلال شهر نوفمبر) بالإضافة لتراجع منخفض الهند الموسمي شرقاً، وتحرك الشمس جنوباً بالاتجاه نحو خط الاستواء، وبتحليل جدول (٧) وشكلي (١١ و١٢) اتضح ما يلي:

- تقارب المعدل الفصلي لدرجة الحرارة المتطرفة مع المعدل السنوي حيث بلغت ٢٧.٤ °م بفارق ٢.٤ °م، بمدى حراري بلغ ٤.٢ °م حيث بلغت درجة الحرارة المتطرفة نهاراً ٢٩.٥ °م، وليلاً ٢٥.٣ °م، وذلك نتيجة لبداية دخول الكتل الهوائية الباردة في آخر فصل الخريف.
- تعد الأجزاء الشمالية الغربية من منطقة الدراسة هي الأقل تعرضاً لدرجة الحرارة المتطرفة حيث تراوحت فيما بين ٢٥.٧ °م إلى أقل من ٢٦.٥ °م وذلك لضعف المنخفضات الجوية وعدم توغلها شرقاً مما يزيد من درجة الحرارة المتطرفة شرقاً حتى تصل ٢٧.١ °م في دمياط و٢٦.٦ °م في بلطيم.
- تزداد درجة الحرارة المتطرفة بالاتجاه جنوباً في منطقة الدراسة حيث تراوحت بين ٢٧.٦ °م إلى أقل من ٢٨.٣ °م في محطتي شبين الكوم وطنطا على التوالي، وذلك للبعد عن المؤثرات البحرية التي تقلل من حدة درجة الحرارة.
- تتباين درجة الحرارة المتطرفة على المستوى الشهري خلال هذا الفصل حيث يعد شهر سبتمبر الأعلى في درجة الحرارة المتطرفة بمعدل بلغ ٣٧ °م ويعزى ذلك لتشكل الموجات الحارة وتأثر المنطقة بالكتل الهوائية الحارة وتقل حدتها خلال شهر أكتوبر لتسجل ٣٣.٢ °م ومع بداية شهر نوفمبر يبدأ دخول الكتل الهوائية الباردة والموجات الباردة القادمة من البحر المتوسط حيث يتحول البحر المتوسط للحالة الدافئة مما يسبب ارتفاع درجة حرارة سطح الماء الذي يساعد على جذب الكتل الهوائية الباردة العليا مما يشكل حدوث فروقات حرارية كبيرة خلال هذا الشهر تتأثر بها المناطق الداخلية أكثر من المناطق الساحلية (سالم، ١٩٩٧، ص ٥٤) ولذلك تزداد درجة الحرارة المتطرفة بالاتجاه نحو الشمال حيث بلغت (١٥.٣– ١٤.٧– ١٣.٣ °م) في كلا من دمياط وبلطيم ورشيد على التوالي، وتنخفض بالاتجاه نحو الداخل حيث سجلت في شبين الكوم ١١.٨ °م وطنطا ١٠.٩ °م.

جدول (٧) معدل درجة الحرارة المتطرفة الحرارية خلال فصل الخريف في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١- ٢٠٢١م

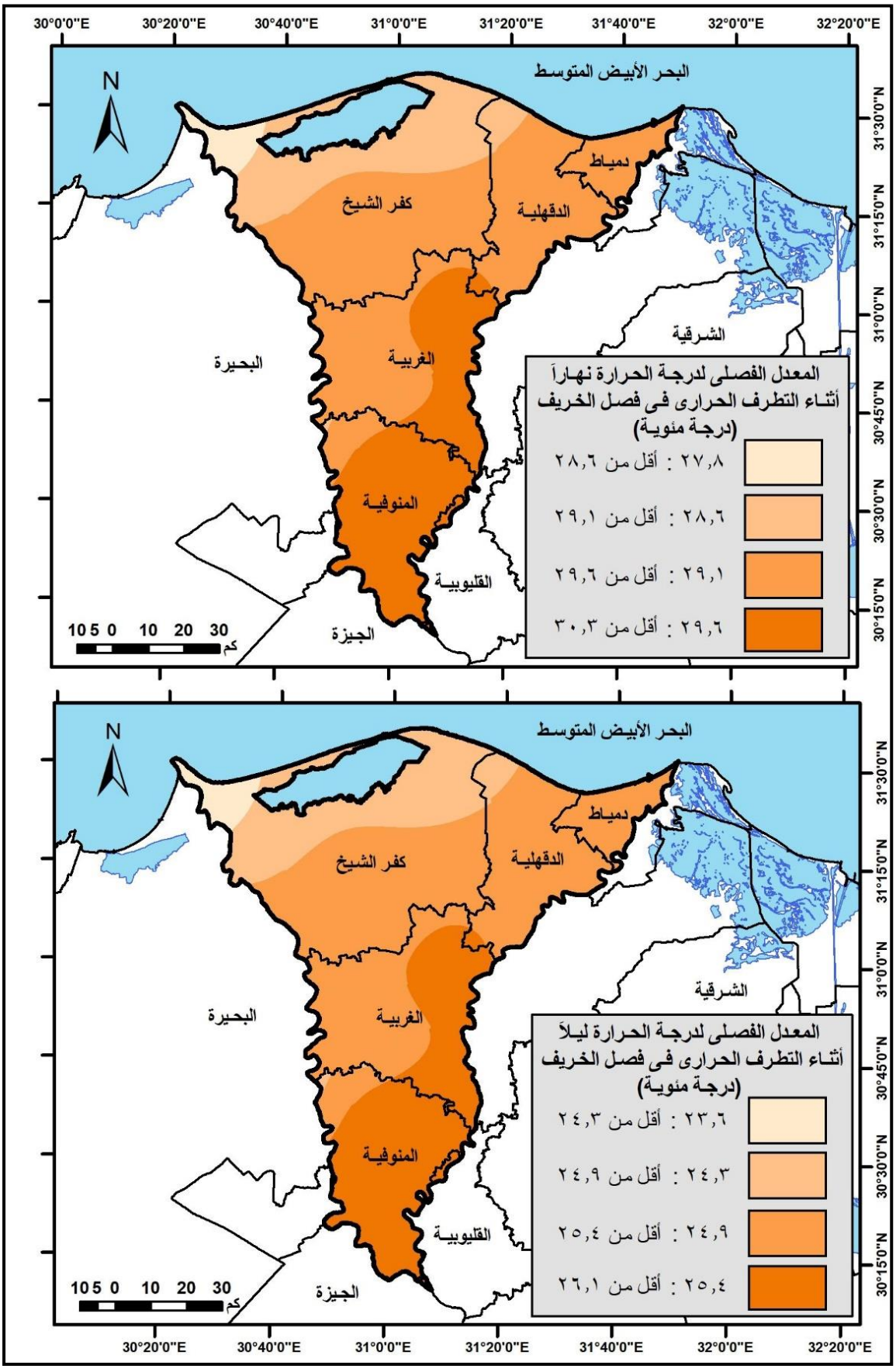
المحطة	سبتمبر			أكتوبر			نوفمبر			المعدل الفصلي		
	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهار	ليل	معدل	نهارا	ليلا	المعدل
رشيد	35.8	31.2	33.5	32.5	28.1	30.3	15.2	11.4	13.3	27.8	23.6	25.7
بلطيم	36.9	32.3	34.6	32.7	28.3	30.5	16.6	12.8	14.7	28.7	24.5	26.6
دمياط	37.4	32.8	35.1	33.1	28.7	30.9	17.2	13.4	15.3	29.2	25.0	27.1
دمنهور	39.3	34.7	37.0	35.5	31.1	33.3	13.6	9.8	11.7	29.5	25.2	27.3
سخا	39.5	34.9	37.2	35.7	31.3	33.5	13.0	9.2	11.1	29.4	25.1	27.3
المنصورة	39.4	34.8	37.1	35.4	31.0	33.2	13.0	9.2	11.1	29.3	25.0	27.1
المحلة	40.2	35.6	37.9	36.7	32.3	34.5	13.6	9.8	11.7	30.2	25.9	28.0
التحرير	40.6	36.0	38.3	36.3	31.9	34.1	9.4	5.6	7.5	28.8	24.5	26.6
طنطا	38.2	33.6	35.9	35.0	30.6	32.8	12.8	9.0	10.9	28.7	24.4	26.5
قويسنا	40.6	36.0	38.3	36.6	32.2	34.4	14.1	10.3	12.2	30.4	26.2	28.3
الخطاطبة	40.7	36.1	38.4	36.6	32.2	34.4	12.3	8.5	10.4	29.9	25.6	27.7
شبين الكوم	40.3	35.7	38.0	36.3	31.9	34.1	13.7	9.9	11.8	30.1	25.8	28.0
القناطر	40.8	36.2	38.5	36.7	32.3	34.5	13.3	9.5	11.4	30.3	26.0	28.1
مصطفي حلمى	40.2	35.6	37.9	36.2	31.8	34.0	13.3	9.5	11.4	29.9	25.6	27.8
بهتيم	41.0	36.4	38.7	36.8	32.4	34.6	14.9	11.1	13.0	30.9	26.6	28.8
الجيزة	38.4	34.0	36.2	35.4	31.2	33.3	12.9	9.1	11.0	28.9	24.8	26.8
بورسعيد	37.6	32.9	35.3	33.4	28.9	31.2	17.3	13.5	15.4	29.4	25.1	27.3
الزقازيق	40.9	36.5	38.7	36.7	32.4	34.6	14.2	10.0	12.1	30.6	26.3	28.5
المعدل	39.3	34.7	37.0	35.4	31.0	33.2	13.9	10.1	12.0	29.5	25.3	27.4
الانحراف	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	0.8

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٧)

شكل (١١) معدل درجة الحرارة المتطرفة خلال فصل الخريف على مستوى الليل والنهار في منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٧) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٢) معدل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الخريف على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

ثالثاً: أثر التطرف الحراري على التوازن الحراري والمائي لجسم الإنسان:

يعد حدوث أي انحراف في درجات الحرارة عن معدلها العام من أكثر العوامل التي تؤثر بشكل مباشر على راحة الإنسان، وتبين أنه في الآونة الأخيرة زاد تكرار الموجات المتطرفة وفقا للتغيرات المناخية، وقد اعتبر العلماء أن درجة الحرارة ما بين ١٨– ٢٥ °م مع رطوبة بنسبة ٣٠٪ هي المثلى لصحة الإنسان وراحته ونشاطه (منظمة الصحة العالمية، ٢٠١٦، ص ٢٦) ووفق التقرير الذى أعدته منظمة الصحة العالمية لدراسة أثر المناخ على راحة الإنسان وجد أن أي زيادة في درجة الحرارة يسبب زيادة في معدلات الأمراض وعدم الاتزان الحراري والمائي لجسم الإنسان، وتم تناولها بنوع من التفصيل كالآتي:

١. الموازنة الحرارية لجسم الإنسان أثناء التطرفات الحرارية:

يحتاج الإنسان طوال حياته أن يحافظ على درجة حرارة جسمه الطبيعية (٣٧ °م) مما يحقق له التوازن الحراري (شوفين، ٢٠١٠، ص ١٢٥)، إن أي ارتفاع أو انخفاض في درجة الحرارة يغير في درجة حرارة جسم الإنسان سواء بطريقة إيجابية أو سلبية مما يزيد من الفقد أو الكسب الحراري، وصاغ أدولف عدة معادلات لحساب التوزان الحراري لجسم الإنسان نهاراً وليلاً واعتمد على الرطوبة النسبية كما هي في الملحق (٢و٣و٤) وتم تطبيقها لتحليل معدلات الفقد أو الكسب الحراري لجسم الإنسان أثناء التطرف الحراري ليلاً ونهاراً كالتالي:

أ. المعدل السنوي للفقد أو الكسب الحراري لجسم الإنسان خلال التطرفات الحرارية:

يسعى جسم الإنسان طوال حياته لتحقيق التوازن الحراري بشكل جيد لتحسين الأداء وبتحليل جدول (٨) وشكل (١٣) تبين ما يلي:

- يتعرض جسم الإنسان للفقد الحراري على المستوى السنوي خلال التطرفات الحرارية ويزداد هذا الفقد ليلاً أكثر من نهاراً حيث بلغ مقداره ليلاً –١٧١.٥ كيلو سعر حراري/ساعة ويقل الفقد الحراري نهاراً حيث بلغ –٢٩.٧ كيلو سعر حراري/ساعة.
- يتباين الفقد الحراري لجسم الإنسان مكانياً في منطقة الدراسة وفقا لاختلاف الظروف المكانية حيث يزداد الفقد الحراري ليلاً على الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة حيث بلغ (–٢٠٣.٩، –١٩٩، –١٩٤.٨، –١٨٥.٤ كيلو سعر/ساعة) لكلاً من رشيد ودمنهور وبلطيم ودمياط على الترتيب ويعزى ذلك للموقع الجغرافي والقرب من المسطحات المائية التي تلطف من درجة الحرارة صيفاً، ويقل الفقد الحراري ليلاً كلما اتجهنا جنوب منطقة الدراسة حيث بلغ في شبين الكوم والمحلة (–١٦٨.٢ و –١٦٦) كيلو سعر حراري/ ساعة، وذلك وفق الموقع على دوائر العرض، ويزداد الفقد الحراري نهاراً

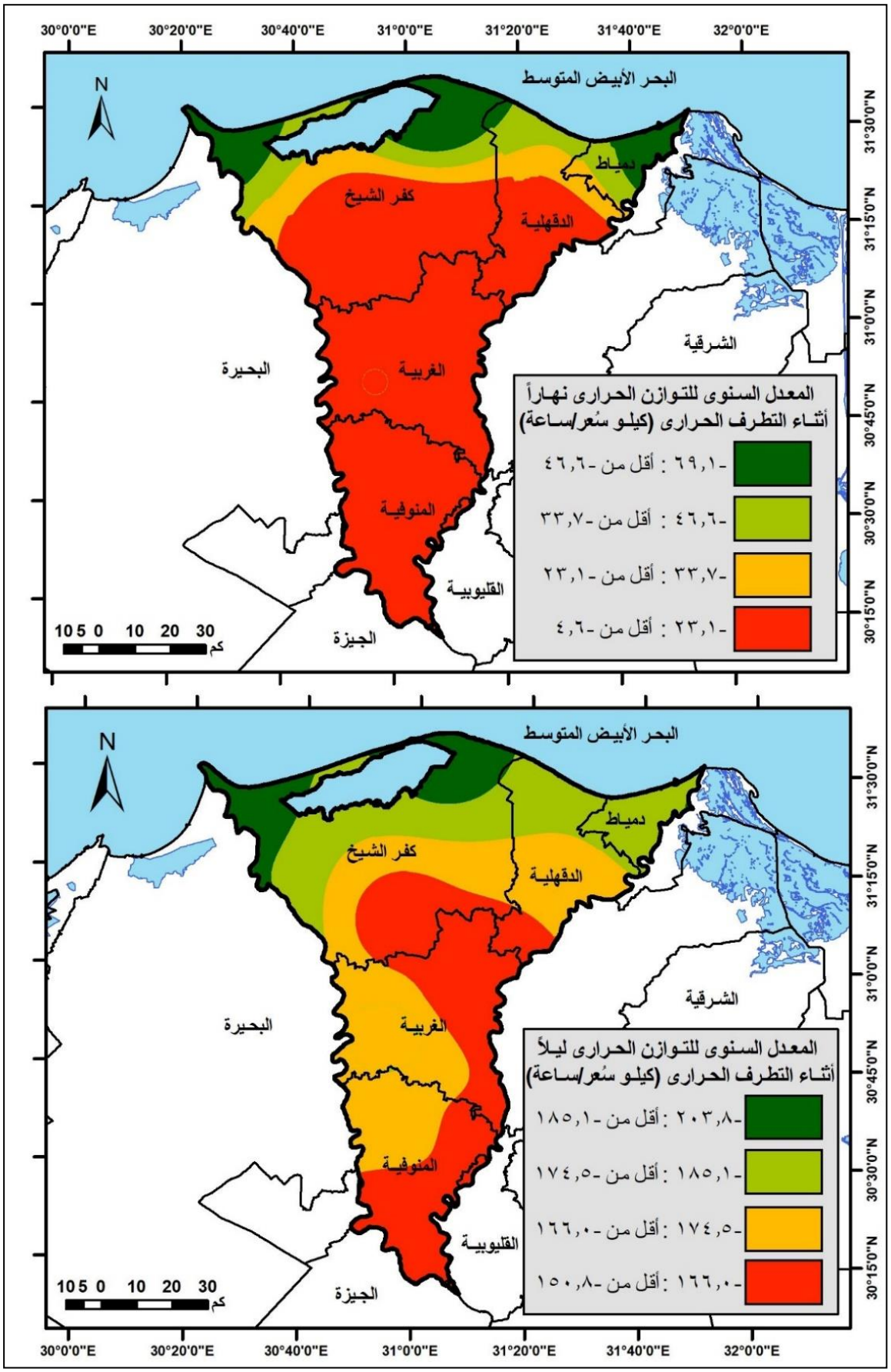
على الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة حيث بلغ أقصاه في رشيد ودمنهور وبلطيم ودمياط (-٦٩.٢ ، -٦٢.٨ ، -٥٨.٦ ، -٤٧ كيلو سعر حراري/ساعة)، وبلغ أقصى انخفاض على المستوى السنوي أثناء التطرفات الحرارية نهار في الأجزاء الجنوبية لمنطقة الدراسة وبلغ أدناه في بهتيم والمحلة والقناطر (-٢.٣ ، -٤.٧ ، -٨ كيلو سعر حرارى/ ساعة)، وذلك يعنى أن جسم الإنسان يحتاج لبذل جهد لتوفير الطاقة اللازمة لأداء مهامه.

- بعامة يتعرض السكان في منطقة الدراسة للفقد الحراري حيث بلغ ما يفقده -٢٠١.٢ كيلو سعر حراري / ساعة، ويبلغ أقصى فقد حراري في الأجزاء الشمالية في محطة رشيد-٢٣٧.١ كيلو سعر حراري / ساعة، وأدناها في الجنوب في محطة بهتيم -١٥٢.٢ كيلو سعر حراري/ ساعة.

جدول (٨) المعدل السنوي للاتزان الحراري العام اثناء التطرف الحراري نهاراً وليلاً في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١- ٢٠٢١ م

المحطة	التوازن الحراري أثناء الموجات		إجمالي الفقد والمكتسب
	نهارا	ليلا	
رشيد	-69.2	-203.9	-273.1
بلطيم	-58.6	-194.8	-253.4
دمياط	-47.0	-185.4	-232.4
دمنهور	-62.8	-199.0	-261.8
سخا	-12.6	-157.4	-170
المنصورة	-22.8	-166.0	-188.8
المحلة	-4.7	-150.8	-155.5
التحرير	-30.5	-172.3	-202.8
طنطا	-41.9	-181.8	-223.7
قويسنا	-20.1	-163.6	-183.7
الخطاطبة	-15.0	-159.5	-174.5
شبين الكوم	-25.8	-168.2	-194
القناطر	-8.0	-153.6	-161.6
مصطفي حلمى	-14.2	-158.8	-173
بهتيم	-2.3	-148.9	-151.2
الجيزة	-38.2	-178.6	-216.8
بورسعيد	-44.7	-183.4	-228.1
الزقازيق	-16.8	-161.4	-178.2
المعدل	-29.7	-171.5	-201.2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٨) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٣) المعدل السنوي للاتزان الحراري لجسم الإنسان في منطقة الدراسة أثناء التطرفات الحرارية خلال النهار والليل

ب. المعدل الفصلي للكسب أو الفقد الحراري لجسم الإنسان خلال التطرفات الحرارية:

يتباين معدل ما يكتسبه جسم الإنسان أثناء التطرفات الحرارية من طاقة سواء كان بالفقد الحراري أو الكسب الحراري، وذلك على المستوى الفصلي وعلى المستوى الشهري وسيتم توضيح هذا التباين بنوع من التفصيل على النحو التالي:

- فصل الشتاء:

تبين من دراسة جدول (٩) وشكل (١٤) ما يلي:

- يعد فصل الشتاء أكبر مستقبل للموجات الباردة على المستوى العام في منطقة الدراسة مما يعرض السكان لفقد حراري كبير في كافة محطات الدراسة، ويجعلهم أكثر عرضة للأمراض مثل الارتجاف وضعف النبض وفقدان الوعي وبرودة الجلد وفقدان الدم وتحول الجلد للون الأزرق بالإضافة إلى ضعف التركيز وزيادة هرمون الثيروتروبك ، حيث بلغ معدل ما يفقده جسم الإنسان من طاقة ما يقرب من الكيلو سعر حراري/ساعة (-٩٠٨.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة) أي ما يقرب من ٢١.٨ كيلو سعر حراري خلال اليوم، وتعد الأجزاء الشمالية هي الأدنى في معدل الفقد الحراري حيث بلغ أدناه في محطة دمياط -٧٩٧.٧ كيلو سعر/ساعة ويعزى ذلك لإحاطتها بالماء من عدة جوانب مما يزيد من التدفئة مقارنة بالأجزاء الداخلية، وسجلت في دمنهور والتحرير (-٩٥٦.٢ ، -٩٥٧.٨ كيلو سعر حراري / ساعة) على الترتيب.
- يزداد معدل فقد الإنسان للحرارة في منطقة الدراسة خلال هذا الفصل بشكل كبير ليلا حيث بلغ معدل ما يفقده ليلا يوميا أثناء الموجات المتطرفة -٤٩٤.٥ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويزداد معدل ما يفقده جسم الإنسان بالاتجاه جنوبا ليلا في منطقة الدراسة، حيث بلغ في محطة كلا من التحرير والمنصورة وطنطا والخطاطبة بمعدل (-٥١٨.١، -٥١٥.١، -٥١٤.٢ ،- ٥١٢.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة) على الترتيب، ويقل الفقد الحراري بالاتجاه شمالا حيث بلغ أدناه في محطة كلا من رشيد وبلطيم ودمياط ودمنهور بمعدل (-٤٦١.٤، -٤٣.٣ ، - ٤٤٣ كيلو سعر حراري / ساعة) على التوالي وذلك وفقا لاختلاف الظروف المكانية بين شمال وجنوب منطقة الدراسة بالإضافة لغياب إشعاع الشمس المباشر ليلا (عنبر، ٢٠١٢، ص ٢٨٣).
- يعد النهار خلال فصل الشتاء هو الأقل في معدل الفقد الحراري خلال الموجات الباردة المتطرفة فبلغ معدله -٤١٢.٨ كيلو سعر حراري/ ساعة، بينما يزداد الفقد الحراري نهارا كلما اتجهنا جنوبا ليبلغ أقصاه -٤٣٩.٧ كيلو سعر حراري/ ساعة في محطة التحرير، ويقل الفقد الحراري شمالا حيث

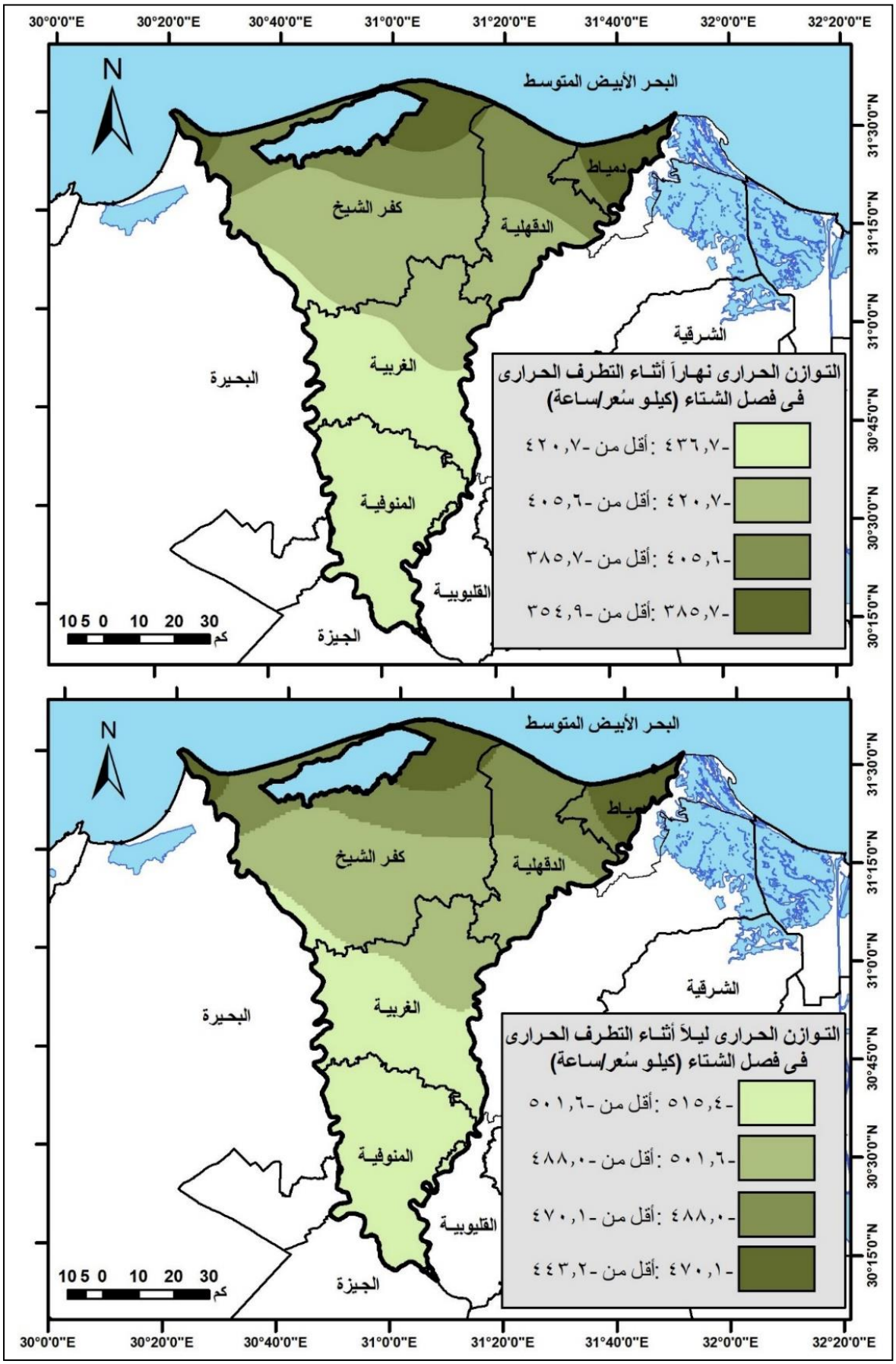
سجل أدناه في الساحل الشمالي فبلغ (-٣٧٥.٩، -٣٦٧.٩، -٣٥٤.٧، -٣٥١.٧ كيلو سعر حراري/ ساعة) في كلا من محطة رشيد وبلطيم ودمياط على التوالي، ويعزي ذلك لانخفاض قيمة الإشعاع الشمسي لتعامدها على مدار الجدي خلال هذا الفصل.

- يعد شهر يناير هو الأعلى في معدل الفقد الحراري أثناء الموجات الباردة المتطرفة، وبلغ أقصاه ليلا حيث يفقد جسم الإنسان -٥٣١.٩ كيلو سعر حراري / ساعة، وخلال النهار -٤٢٩.٨ كيلو سعر حراري/ ساعة ويزداد الفقد الحراري بالاتجاه جنوبا ، وبناء على ذلك يعد شهر يناير هو الأخطر على صحة الإنسان على المستوى الشهري والفصلي والسنوي، ويليه شهر ديسمبر ليلا حيث يفقد الإنسان من طاقة الجسم -٤٩٣.٢ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويليه نهار شهر فبراير أقل في معدل الفقد الحراري حيث بلغ -٤٥٨.٤ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويعد نهار شهر ديسمبر هو الأقل فقدانا لحرارة جسم الإنسان خلال الموجات المتطرفة حيث بلغ -٣٩٢.١ كيلو سعر حراري/ ساعة ومرد ذلك لعدم فقدان الأرض كامل حرارتها المكتسبة خلال فصلي الصيف والخريف.

جدول (٩) التوازن الحراري لجسم الإنسان في فصل الشتاء خلال التطرف الحراري خلال النهار وفق معادلة (أدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد والمكتسب			
	ديسمبر	يناير	فبراير	المعدل نهارا	ديسمبر	يناير	فبراير	المعدل ليلا	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
رشيد	-364.2	-384.0	-379.6	-375.9	-466.0	-490.0	-428.2	-461.4	-830.2	-874	-807.8	-837.3
بلطيم	-337.8	-384.0	-381.8	-367.9	-440.0	-490.0	-430.0	-453.3	-777.8	-874	-811.8	-821.2
دمياط	-329.0	-364.2	-370.8	-354.7	-436.0	-472.0	-421.0	-443.0	-765	-836.2	-791.8	-797.7
دمنهور	-414.8	-450.0	-452.2	-439.0	-514.0	-550.0	-487.6	-517.2	-928.8	-1000	-939.8	-956.2
سخا	-403.8	-443.4	-401.6	-416.3	-504.0	-544.0	-446.2	-498.1	-907.8	-987.4	-847.8	-914.4
المنصورة	-414.8	-458.8	-434.6	-436.1	-514.0	-558.0	-473.2	-515.1	-928.8	-1016.8	-907.8	-951.2
المحلة	-395.0	-441.2	-408.2	-414.8	-496.0	-542.0	-451.6	-496.5	-891	-983.2	-859.8	-911.3
التحرير	-421.4	-452.2	-445.6	-439.7	-520.0	-552.0	-482.2	-518.1	-941.4	-1004.2	-927.8	-957.8
طنطا	-403.8	-461.0	-441.2	-435.3	-504.0	-560.0	-478.6	-514.2	-907.8	-1021	-919.8	-949.5
قويسنا	-397.2	-443.4	-430.2	-423.6	-498.0	-544.0	-469.6	-503.9	-895.2	-987.4	-899.8	-927.5
الخطاطبة	-417.0	-445.6	-421.4	-428.0	-516.0	-546.0	-462.4	-508.1	-933	-991.6	-883.8	-936.1
شبين الكوم	-399.4	-445.6	-432.4	-425.8	-500.0	-546.0	-471.4	-505.8	-899.4	-991.6	-903.8	-931.6
القناطر	-412.6	-434.6	-428.0	-425.1	-512.0	-536.0	-467.8	-505.3	-924.6	-970.6	-895.8	-930.4
مصطفى حلمى	-414.8	-434.6	-417.0	-422.1	-514.0	-536.0	-458.8	-502.9	-928.8	-970.6	-875.8	-925
بهتيم	-412.6	-439.0	-417.0	-422.9	-512.0	-540.0	-458.8	-503.6	-924.6	-979	-875.8	-926.5
الجيزة	-397.2	-456.6	-439.0	-430.9	-502.0	-558.0	-476.8	-512.3	-899.2	-1014.6	-915.8	-943.2
بورسعيد	-326.8	-359.8	-368.6	-351.7	-434.0	-470.0	-419.2	-441.1	-760.8	-829.8	-787.8	-792.8
الزقازيق	-395.0	-439.0	-428.0	-420.7	-496.0	-540.0	-467.8	-501.3	-891	-979	-895.8	-922
المعدل	-392.1	-429.8	-416.5	-412.8	-493.2	-531.9	-458.4	-494.5	-885.3	-961.7	-874.9	-907.3

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة أدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (٩) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٤) معدل الاتزان الحراري لجسم الإنسان خلال فصل الشتاء على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الربيع:

تتحرك الشمس ظاهريا باتجاه الشمال نحو خط الاستواء خلال هذا الفصل مما يقلل من كمية الطاقة التي يفقدها جسم الإنسان، ولكن ما زالت تتعرض المنطقة لموجات باردة متطرفة وخاصة في شهر مارس والنصف الأول من شهر أبريل مما يشكل خطورة على جسم الإنسان ويعرضه لفقد الطاقة، فبتحليل جدول (١٠) وشكل (١٥) تبين ما يلي:

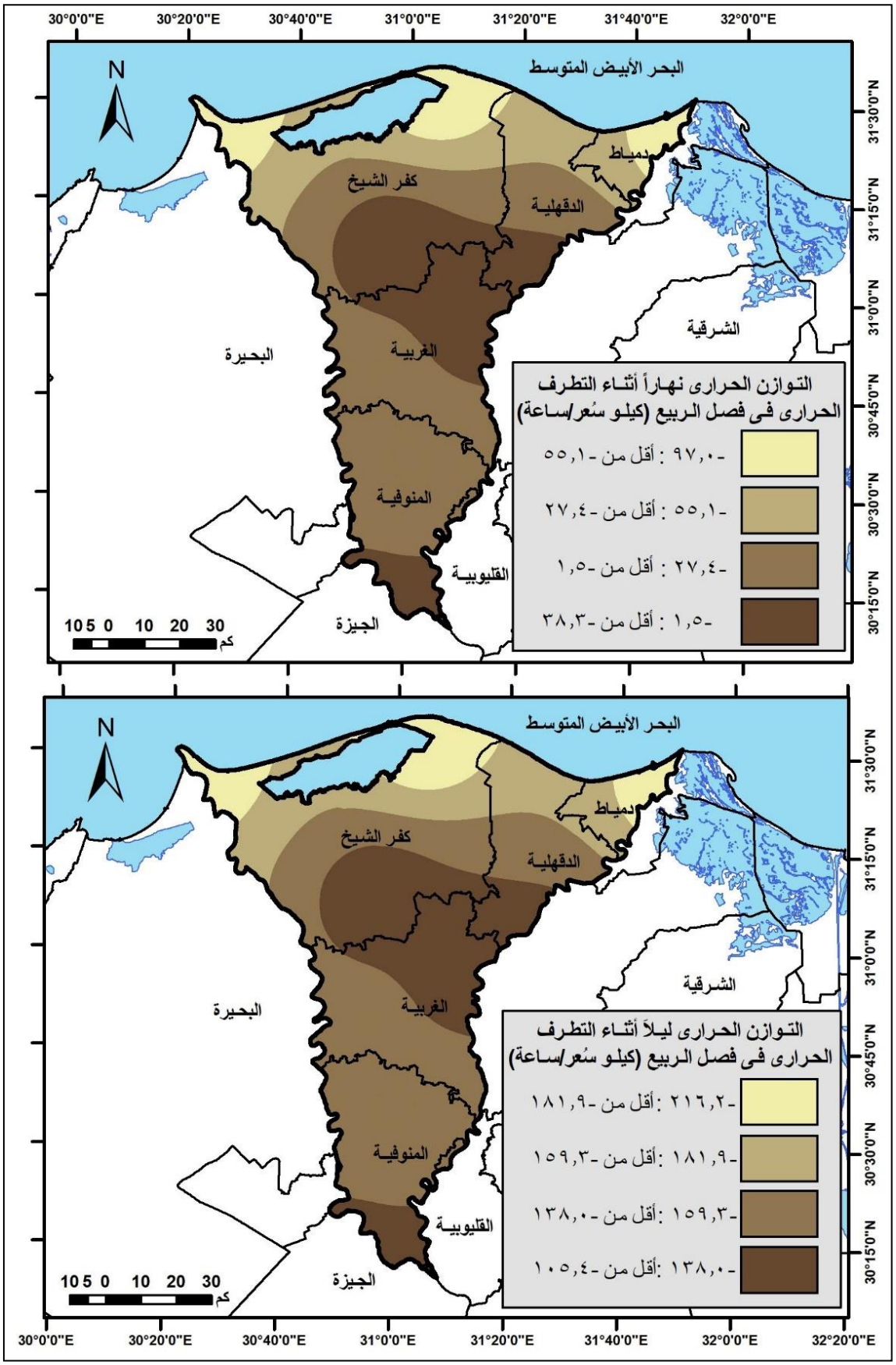
- انخفاض ما يفقده جسم الإنسان من الطاقة خلال هذا الفصل مقارنة بفصل الشتاء، فيفقد أثناء الموجات المتطرفة -١٧٤.٢ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويزداد الفقد الحراري على الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة حيث بلغ (-٣١٣.٧ ، -٢٩٧.٧ ، -٢٧٣.٧ كيلو سعر حراري/ ساعة) في محطات كلا رشيد وبلطيم ودمياط، ويعزى ذلك لفقدان المسطحات المائية كامل حرارتها وعودة نشاط نسيم البحر مرة أخرى، ويقل معدل الفقد الحراري بالبعد عن المسطحات المائية وبالاتجاه جنوبا حيث بلغ أدناه في المحلة -٦٧ كيلو سعر حراري/ ساعة وسخا -٧٦.٣ كيلو سعر حراري .
- يعد شهري أبريل ومايو من أشهر الكسب الحراري فبلغ إجمالي الطاقة المكتسبة فيهما (٣٥ – ١٨٥.٩ كيلو سعر حراري/ ساعة) وذلك لتكون الموجات الحارة.
- انخفاض ما يفقده جسم الإنسان نهارا من طاقة خلال هذا الفصل حيث بلغ -٢٠.٦ كيلو سعر حراري/ساعة مقارنة بفصل الشتاء، ويبلغ أقصى فقدان للطاقة نهارا على الأجزاء الشمالية حيث بلغ -٩٧.٣ و -٨٨.٥ و -٧٥.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة في كلا من محطة رشيد وبلطيم ودمياط على التوالي، وبالاتجاه جنوبا يعد النهار مصدر لكسب الطاقة، حيث بلغ أقصاه ٣٨.٤ كيلو سعر حراري/ساعة في محطة المحلة.
- يعد شهر مارس هو الأبرد نهارا وذلك لاستمرار ما يفقده الإنسان من طاقة خلال الموجات المتطرفة، حيث بلغ معدل ما يفقده الإنسان فيه من الطاقة-٣٤١.٢ كيلو سعر حراري/ ساعة، بينما يعد شهري أبريل ومايو مصدرين لكسب الطاقة نهارا حيث بلغ معدل ما يكتسبه الإنسان في منطقة الدراسة (٩٦.٨ – ١٨٢.٧ كيلو سعر حراري/ ساعة) على التوالي، وذلك لارتفاع درجة الحرارة نهارا وقلة تكرار الموجات المتطرفة الباردة، ويعد هذين الشهرين هما الأمثل من حيث كمية الطاقة المفقودة أو المكتسبة لاقترابهما من الصفر.
- يزداد معدل الفقد الحراري أثناء الليل خلال هذا الفصل فبلغ -١٥٣.٦ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويبلغ أقصاه في شمال منطقة الدراسة في محطة رشيد -٢١٦.٤ كيلو سعر حراري/ ساعة، وبلغ

أدناه في محطة المحلة – ١٠٥.٤ كيلو سعر حراري/ ساعة ومرد ذلك للبعد عن المؤثرات الساحلية، ويعد شهر مايو هو الأقل في معدلات الطاقة المفقودة خلال الليل حيث أصبح مصدر لكسب الطاقة فبلغ ٣.٢كيلو سعر حراري/ ساعة، ويعزى ذلك لتشكل الموجات الدافئة في هذا الوقت من العام مما يزيد من نشاط رياح الخماسين، ويعد شهر مارس هو الأكبر في كمية الطاقة المفقودة ليلا حيث بلغ –٤٠٢.٣كيلو سعر حراري/ ساعة ومرد ذلك لأنه ما زال متأثرا ببرودة فصل الشتاء ولتعرضه لموجات باردة.

جدول (١٠) التوازن الحراري لجسم الإنسان في فصل الربيع أثناء التطرف الحراري خلال النهار والليل وفق معادلة (أدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد والمكتسب			
	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	فصل الربيع
رشيد	-353.2	-3.4	64.8	-97.3	-412.0	-143.8	-93.4	-216.4	-765.2	-147.2	-28.6	-313.7
بلطيم	-337.8	1.0	71.4	-88.5	-399.4	-140.2	-88.0	-209.2	-737.2	-139.2	-16.6	-297.7
دمياط	-322.4	14.2	82.4	-75.3	-386.8	-129.4	-79.0	-198.4	-709.2	-115.2	3.4	-273.7
دمنهور	-384.0	78.0	172.6	-44.5	-437.2	-77.2	-5.2	-173.2	-821.2	0.8	167.4	-217.7
سخا	-326.8	174.8	251.8	33.3	-390.4	2.0	59.6	-109.6	-717.2	176.8	311.4	-76.3
المنصورة	-340.0	170.4	236.4	22.3	-401.2	-1.6	47.0	-118.6	-741.2	168.8	283.4	-96.3
المحلة	-311.4	183.6	243.0	38.4	-377.8	9.2	52.4	-105.4	-689.2	192.8	295.4	-67
التحرير	-406.0	126.4	210.0	-23.2	-455.2	-37.6	25.4	-155.8	-861.2	88.8	235.4	-179
طنطا	-340.0	78.0	177.0	-28.3	-401.2	-77.2	1.6	-160.0	-741.2	0.8	175.4	-188.3
قويسنا	-375.2	104.4	207.8	-21.0	-430.0	-55.6	23.6	-154.0	-805.2	48.8	231.4	-175
الخطاطبة	-331.2	128.6	221.0	6.1	-394.0	-35.8	34.4	-131.8	-725.2	92.8	255.4	-125.7
شبين الكوم	-399.4	106.6	196.8	-32.0	-449.8	-53.8	14.6	-163.0	-849.2	52.8	211.4	-195
القناطر	-311.4	130.8	234.2	17.9	-377.8	-34.0	45.2	-122.2	-689.2	96.8	279.4	-104.3
مصطفى حلمى	-293.8	117.6	223.2	15.7	-363.4	-44.8	36.2	-124.0	-657.2	72.8	259.4	-108.3
بهتيم	-280.6	128.6	225.4	24.5	-352.6	-35.8	38.0	-116.8	-633.2	92.8	263.4	-92.3
الجيزة	-335.6	80.2	179.2	-25.4	-399.4	-75.4	0.2	-158.2	-735	4.8	179.4	-183.6
بورسعيد	-320.2	16.4	84.6	-73.1	-385.0	-127.6	-77.2	-196.6	-705.2	-111.2	7.4	-269.7
الزقازيق	-373.0	106.6	207.8	-19.5	-428.2	-53.8	25.4	-152.2	-801.2	52.8	233.2	-171.7
المعدل	-341.2	96.8	182.7	-20.6	-402.3	-61.8	3.2	-153.6	-743.5	35	185.9	-174.2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة أدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٠) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٥) معدل الاتزان الحراري لجسم الإنسان خلال فصل الربيع في منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الصيف:

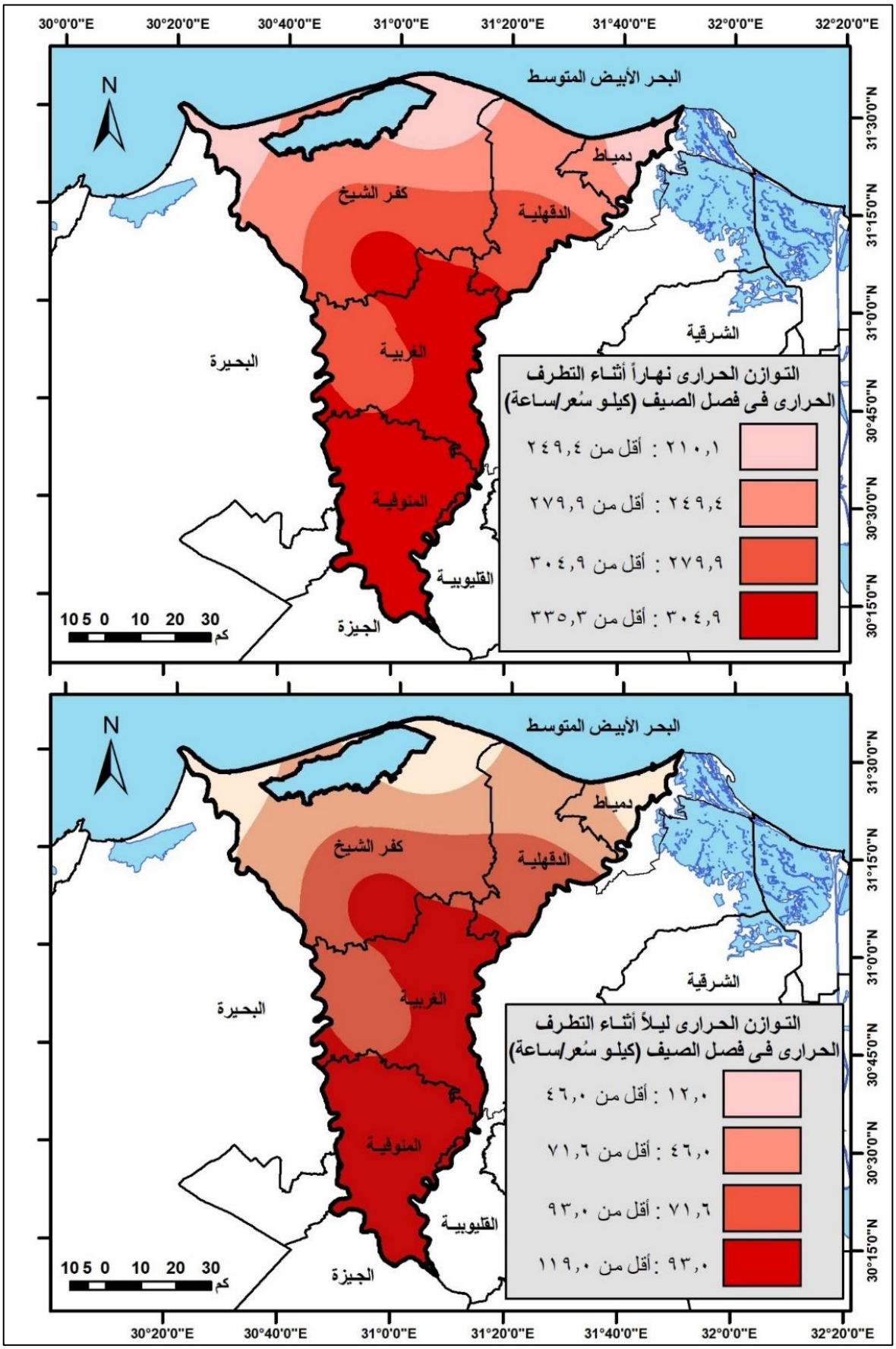
يعد هذا الفصل هو الأعلى في مستوى الكسب الحراري وذلك لسيادة نظام الموجات الحارة المتطرفة التي تزيد من درجة الحرارة ومن تحليل جدول (١١) وشكل (١٦) تبين ما يلي:

- زيادة المعدل العام للكسب الحراري أثناء الموجات المتطرفة فبلغ ٣٧١.٢ كيلو سعر حراري /ساعة ويقل الكسب الحراري في شمال منطقة الدراسة وذلك نتيجة المؤثرات البحرية التي تقلل من درجة الحرارة نوعا ما مقارنة بالداخل فبلغ معدل الكسب الحراري في كل من (رشيد – بلطيم – دمياط) (٢٢١.٩ ، ٢٣٢.٨ ، ٢٤٩.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة)، ويتماشى ذلك مع درجات الحرارة المتطرفة حين زيادتها بالاتجاه شرقا مما يزيد من الكسب الحراري ، ويزداد الكسب الحراري جنوبا وذلك للبعد عن المؤثرات الساحلية حيث يزيد عن نصف الكسب الشمالي فيبلغ ٤٥٤.٥ كيلو سعر حراري/ ساعة في بهتيم و ٤٤٦.٣ في الخطاطبة ، ويعد شهر أغسطس هو الأعلى في معدل كسب الطاقة أثناء الموجات المتطرفة فبلغ ٣٩٩.٢ ثم شهر يوليو٣٦٨.٣ كيلو سعر/ ساعة و ٣٤٦.٢ كيلو سعر/ساعة وذلك يعد شهر أغسطس هو ذروة الاحترار وذلك لأن التربة قد تكون فقدت كامل رطوبتها.
- زيادة الاجهاد الحراري نهارا في منطقة الدراسة خلال الموجات المتطرفة حيث بلغ معدل ما يكتسبه جسم الإنسان ٢٩٠.٣ كيلو سعر حراري/ساعة، بلغ أقصي معدل للكسب نهارا في شهر أغسطس ٣٠٨.١ كيلو سعر حراري/ ساعة وأدناها في شهر يونيه ٢٧٠.٩ كيلو سعر حراري/ ساعة، وذلك لوجود أشعة الشمس نهارا والتي تزيد من درجة الحرارة، بينما ليلا يقل معدل الكسب الحراري نوعا ما حيث بلغ ٨٠.٩ كيلو سعر حراري وذلك لغياب أشعة الشمس ليلا حيث سجل أدني كسب حراري ليلا على الأجزاء الشمالية وبلغ (١١.٩ ، ١٦.٩ ، ٢٤.٦ كيلو سعر حراري/ ساعة) في محطة كلا من رشيد ودمياط وبلطيم على التوالي، وبلغ أقصي كسب حراري ليلا في محطة بهتيم ١١٩.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة ، وأيضا يعد شهر أغسطس هو الأعلى في الكسب الحراري حيث يزيد عن المعدل الفصلي فبلغ ٩١.١ كيلو سعر حراري/ ساعة، بينما يعد شهر يوليو هو الأقل في الكسب الحراري والذي بلغ ٧٥.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة.

جدول (١١) التوازن الحراري لجسم الإنسان في فصل الصيف اثناء التطرف الحراري والليل وفق معادلة (أدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد المكتسب			
	يونية	يوليه	أغسطس	المعدل	يونية	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونية	يوليه	أغسطس	معدل الصيف
رشيد	159.4	216.6	254.0	210.0	**26.0**	14.6	47.0	11.9	185.4	231.2	301	221.9
بلطيم	166.0	225.4	256.2	215.9	20.0	21.8	48.8	16.9	186	247.2	305	232.8
دمياط	183.6	229.8	260.6	224.7	4.0	25.4	52.4	24.6	187.6	255.2	313	249.3
دمنهور	258.4	69.2	302.4	210.0	64.0	106.0	86.6	14.9	322.4	175.2	389	224.9
سخا	309.0	315.6	311.2	311.9	110.0	95.6	93.8	99.8	419	411.2	405	411.7
المنصورة	304.6	304.6	304.6	304.6	106.0	86.6	88.4	93.7	410.6	391.2	393	398.3
المحلة	313.4	324.4	322.2	320.0	114.0	102.8	102.8	106.5	427.4	427.2	425	426.5
التحرير	309.0	346.4	346.4	333.9	110.0	120.8	122.6	117.8	419	467.2	469	451.7
طنطا	276.0	302.4	295.8	291.4	80.0	84.8	81.2	82.0	356	387.2	377	373.4
قويسنا	298.0	335.4	328.8	320.7	100.0	111.8	108.2	106.7	398	447.2	437	427.4
الخطاطبة	306.8	348.6	337.6	331.0	108.0	122.6	115.4	115.3	414.8	471.2	453	446.3
شبين الكوم	300.2	324.4	331.0	318.5	102.0	102.8	110.0	104.9	402.2	427.2	441	423.4
القناطر	311.2	353.0	342.0	335.4	112.0	126.2	119.0	119.1	423.2	479.2	461	454.5
مصطفى حلمى	298.0	335.4	320.0	317.8	100.0	111.8	101.0	104.3	398	447.2	421	422.1
بهتيم	317.8	353.0	335.4	335.4	118.0	126.2	113.6	119.3	435.8	479.2	449	454.7
الجيزة	278.2	304.6	298.0	293.6	82.0	86.6	84.8	84.5	360.2	391.2	382.8	378.1
بورسعيد	185.8	225.4	262.8	224.7	2.0	27.2	54.2	26.5	187.8	252.6	317	251.2
الزقازيق	300.2	339.8	337.6	325.9	102.0	113.6	110.0	108.5	402.2	453.4	447.6	434.4
المعدل	270.9	291.9	308.1	290.3	75.3	76.4	91.1	80.9	346.2	368.3	399.2	371.2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١١) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٦) معدل الاتزان الحراري لجسم الإنسان خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الخريف:

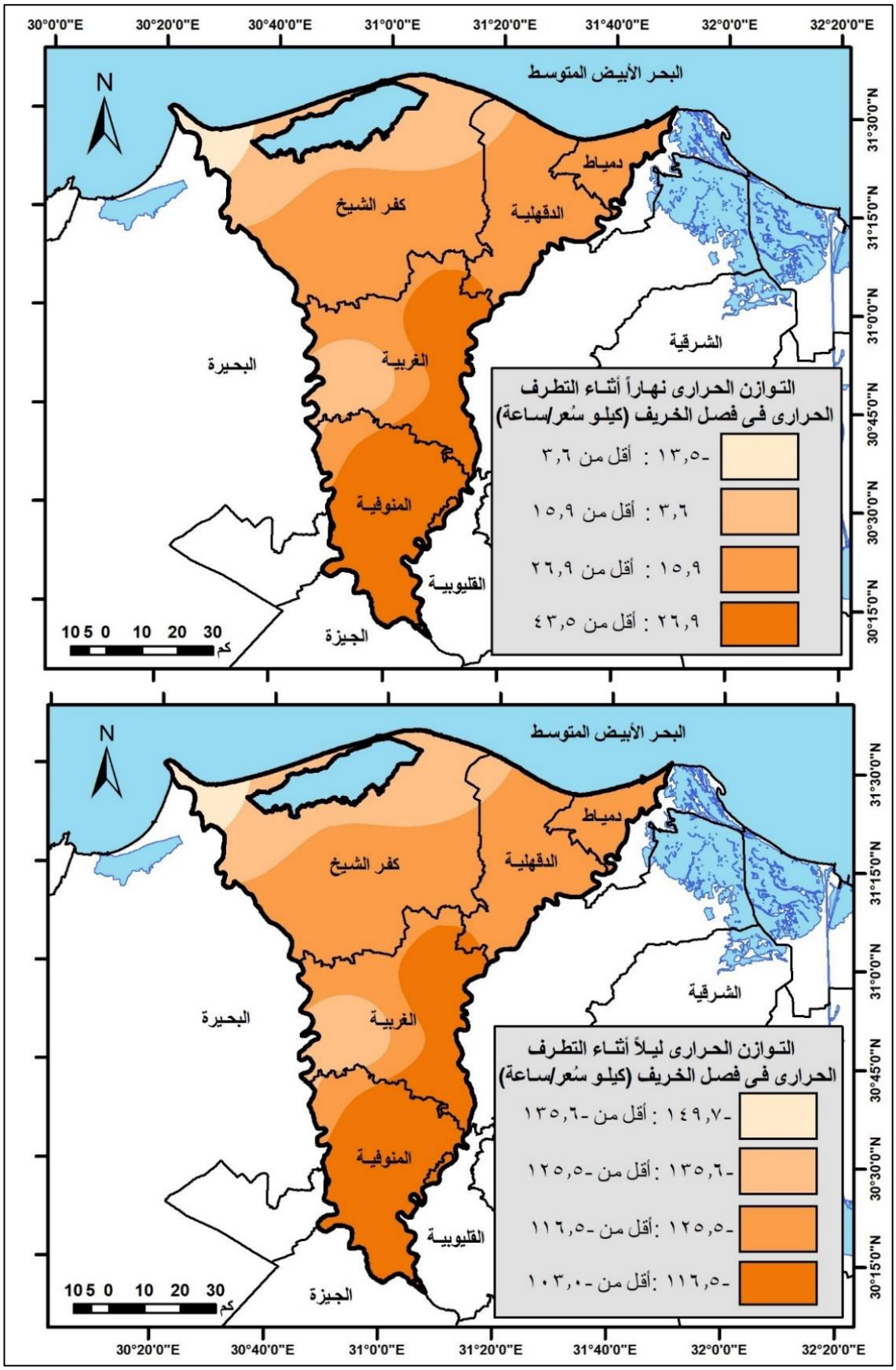
يتميز فصل الخريف بأنه فصل اعتدالي حيث يشهد في شهر سبتمبر موجات حارة متطرفة وفي نهاية الفصل يشهد موجات باردة متطرفة وتبين من تحليل جدول (١٢) وشكل (١٧) ما يلي:

- بلغ معدل ما يفقده جسم الإنسان من الطاقة خلال الموجات المتطرفة خلال هذا الفصل -٩٤.٧ كيلو سعر حراري/ساعة، بلغ أقصي فقد للطاقة في شمال منطقة الدراسة في محطة رشيد -١٦٣.٥ كيلو سعر حراري، ويقل الفقد الحراري ليبلغ أدناه في بهتيم- ٤٠.٨ كيلو سعر حراري / ساعة ، ويعد شهر نوفمبر هو الأعلى في معدل الفقد الحراري حيث بلغ- ٧١٢.٤ كيلو سعر حراري/ ساعة، بينما شهد شهري سبتمبر وأكتوبر كسب حراري فبلغا (٢٩٠.٤ و ١٣٧.٩ كيلو سعر حراري / ساعة) على التوالي وذلك لتأثرهما بالموجات الحارة التي تتبع فصل الصيف مما يزيد من كمية الطاقة المكتسبة.
- يعد النهار مصدر للكسب الحراري خلال هذا الفصل حيث بلغ ٢٤.١ كيلو سعر حراري/ساعة واتضح أن شهر نوفمبر في كل محطات الدراسة مصدر للفقد الحراري نهارا حيث بلغ -٣٢٠ كيلو سعر حراري/ ساعة، ويزداد الفقد الحراري كلما اتجهنا جنوبا بينما يعد شهري سبتمبر وأكتوبر مصدران للكسب الحراري نهارا بمعدل بلغ (٢٣٩.١ – ١٥٣.٥) كيلو سعر حراري/ ساعة على الترتيب.
- يعد الليل مصدر للفقد الحراري حيث بلغ ما يفقده جسم الانسان من طاقة ليلا -١١٨.٨ كيلو سعر حراري/ ساعة، وخاصة في شهري أكتوبر ونوفمبر حيث بلغا (-١٥.٤، - ١١٨.٨) كيلو سعر حراري/ ساعة على الترتيب، ويعد شهر سبتمبر فقط مصدر للكسب الحراري ليلا بمعدل ٥١.٣ كيلو سعر حراري/ ساعة وذلك لتكرار الموجات الحارة، ويبلغ معدل ما يفقده الانسان من طاقة هذا الشهر ١١٨.٨ كيلو سعر حراري / ساعة.

جدول (١٢) التوازن الحراري لجسم الإنسان في فصل الخريف أثناء التطرف الحراري خلال النهار والليل وفق معادلة (أدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد والمكتسب			
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف
رشيد	161.6	89	-292	-13.7	-12.4	-68	-369	-150	149.2	20.8	-660	-164
بلطيم	185.8	93.4	-261	6.1	7.4	-65	-344	-134	193.2	28.8	-604	-128
دمياط	196.8	102	-248	17.1	16.4	-57	-333	-125	213.2	44.8	-580	-108
دمنهور	238.6	155	-327	22.3	50.6	-14	-398	-120	289.2	141	-724	-98.1
سخا	243	159	-340	20.8	54.2	-11	-408	-122	297.2	149	-748	-101
المنصورة	240.8	153	-340	17.9	52.4	-16	-408	-124	293.2	137	-748	-106
المحلة	258.4	181	-327	37.7	66.8	7.4	-398	-108	325.2	189	-724	-70.1
التحرير	267.2	173	-419	6.9	74	0.2	-473	-133	341.2	173	-892	-126
طنطا	214.4	144	-344	4.7	30.8	-23	-412	-135	245.2	121	-756	-130
قويسنا	267.2	179	-316	43.5	74	5.6	-389	-103	341.2	185	-704	-59.5
الخطاطبة	269.4	179	-355	31.1	75.8	5.6	-421	-113	345.2	185	-776	-82.1
شبين الكوم	260.6	173	-325	36.2	68.6	0.2	-396	-109	329.2	173	-720	-72.8
القناطر	271.6	181	-333	39.9	77.6	7.4	-403	-106	349.2	189	-736	-66.1
مصطفى حلمى	258.4	170	-333	31.8	66.8	-1.6	-403	-113	325.2	169	-736	-80.8
بهتيم	276	184	-298	53.8	81.2	9.2	-374	-94.6	357.2	193	-672	-40.8
الجيزة	218.8	153	-342	9.8	38	-12	-410	-128	256.8	140	-752	-118
بورسعيد	201.2	109	-245	21.5	18.2	-54	-331	-122	219.4	55	-576	-101
الزقازيق	273.8	181	-314	47.2	83	9.2	-394	-101	356.8	191	-708	-53.4
المعدل	239.1	153	-320	24.1	51.3	-15	-392	-119	290.4	138	-712	-94.7

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة أدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٢) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٧) معدل الاتزان الحراري لجسم الإنسان خلال فصل الصيف في منطقة الدراسة خلال النهار والليل

٢. أثر التطرف الحراري على التوازن المائي لجسم الإنسان في منطقة الدراسة:

يتكون جسم الإنسان من نسبة كبيرة من الماء تتجاوز نحو نصف إلى ثلثي وزن الشخص العادي حتي يقدر جسم الانسان على بذل الجهد وتقوم الأجهزة بوظائفها بشكل جيد (James.2002.p107)، ويعد أي زيادة أو نقص عن هذه النسبة بمقدار ١٪ تسبب اضطرابا للإنسان ولو وصلت هذه النسبة إلى ١٠٪ فإن الانسان يعجز عن المشي (أحمد، ٢٠١٧، ص١٤٦)، وعند ارتفاع درجة الحرارة فإن الجسم يحاول ان يقاوم هذا الارتفاع بطرق متعددة من أهمها وأكثرها فاعلية زيادة إفراز العرق من سطح جلد الإنسان ولكي يتبخر هذا العرق يلزمه حرارة كامنة يأخذها من الجسم لكي يحفظ التوازن الحراري وتتناسب كمية العرق طرديا مع درجة الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة ارتفع معها نسبة التعرق (طلبه، ٢٠٠٤، ص٢٦٩)، وبتطبيق معادلة آدولف لحساب التوازن المائي لجسم الإنسان في منطقة الدراسة وفق الملاحق (٢ و٥ و٦) وتبين ما يلي :

أ. المعدل السنوي للتوازن المائي لجسم الانسان خلال التطرف الحراري:

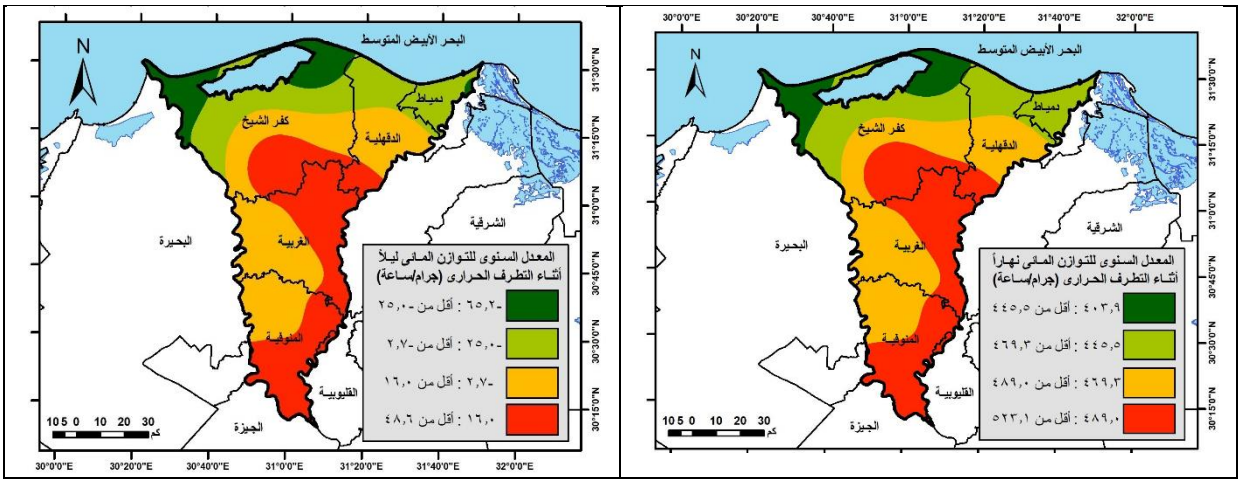
بتحليل جدول (١٣) وشكل (١٨) ما يلي:

- يتعرض الإنسان للتعرق على المستوى السنوي حيت بلغ معدل ما يفرزه جسم الإنسان من عرق ٤٨١.١ جرام/ساعة، ويبلغ أقصى إفراز للعرق أثناء التطرفات الحرارية نهارا بمعدل بلغ ٤٧٦.٨ جرام/ساعة، ويقل إفراز العرق ليلا ليبلغ ٤.٣ جرام /ساعة، ويزداد معدل الفقد المائي ليلا في الأجزاء الشمالية في منطقة الدراسة حيث بلغت (-٢٧٣.١، -٢٥٣.٤، -٢٣٢.٤ جرام/ ساعة) في محطات رشيد وبلطيم ودمياط على الترتيب، ويقل معدل الفقد المائي ليلا بالاتجاه جنوبا حيث بلغ أدناه في محطة بهتيم بمعدل -١٥١.٢ جرام/ ساعة.
- يقل معدل افراز العرق نهارا على الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة، مقارنة بالأجزاء الجنوبية حيث يسجل في رشيد وبلطيم ودمياط (٤٠٣.٨ – ٤٢٣.٥ – ٤٤٥) جرام /ساعة على الترتيب ويعزي ذلك الارتفاع درجة الحرارة جنوبا في منطقة الدراسة حيث يبلغ أقصاه في بهتيم حيث بلغ ٥٢٧.٤ جرام/ ساعة مع زيادة معدل درجة الحرارة.
- يقل معدل إفراز العرق ليلا في منطقة الدراسة حتى يسجل قيما سالبة في رشيد وبلطيم ودمياط ودمنهور وطنطا بقيمة بلغت (-٦٥.٤، -٤٦.٢، -٢٦.٤، -٥٣.٤، -١٧.٣جرام/ ساعة) على التوالي ويعزي ذلك إلى غياب أشعة الشمس ليلا مما يقلل من الفقد المائي.

جدول (١٣) المعدل السنوي للاتزان المائي للتطرف الحراري نهارا وليلا في منطقة الدراسة طبقا لآدولف خلال الفترة ١٩٨١- ٢٠٢١م

المحطة	التوازن المائي خلال الموجات		اجمالي الفقد والكسب
	نهارا	ليلا	
رشيد	403.8	-65.4	338.4
بلطيم	423.5	-46.2	377.3
دمياط	445.0	-26.4	418.6
دمنهور	416.8	-54.4	362.4
سخا	508.6	34.7	543.3
المنصورة	489.5	16.5	506
المحلة	523.2	48.7	571.9
التحرير	474.9	2.8	477.7
طنطا	454.0	-17.3	436.7
قويسنا	494.4	21.4	515.8
الخطاطبة	503.9	30.5	534.4
شبين الكوم	483.9	11.3	495.2
القناطر	516.8	42.8	559.6
مصطفي حلمى	505.4	31.8	537.2
بهتيم	527.4	52.9	580.3
الجيزة	460.8	-10.5	450.3
بورسعيد	449.5	-22.2	427.3
الزقازيق	500.5	25.9	526.4
المعدل	476.8	4.3	481.1

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة أدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٣) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٨) المعدل السنوي للاتزان المائي لجسم الإنسان في منطقة الدراسة خلال النهار والليل

ب. المعدل الفصلي للتوازن المائي لجسم الانسان خلال الموجات المتطرفة:

- فصل الشتاء:

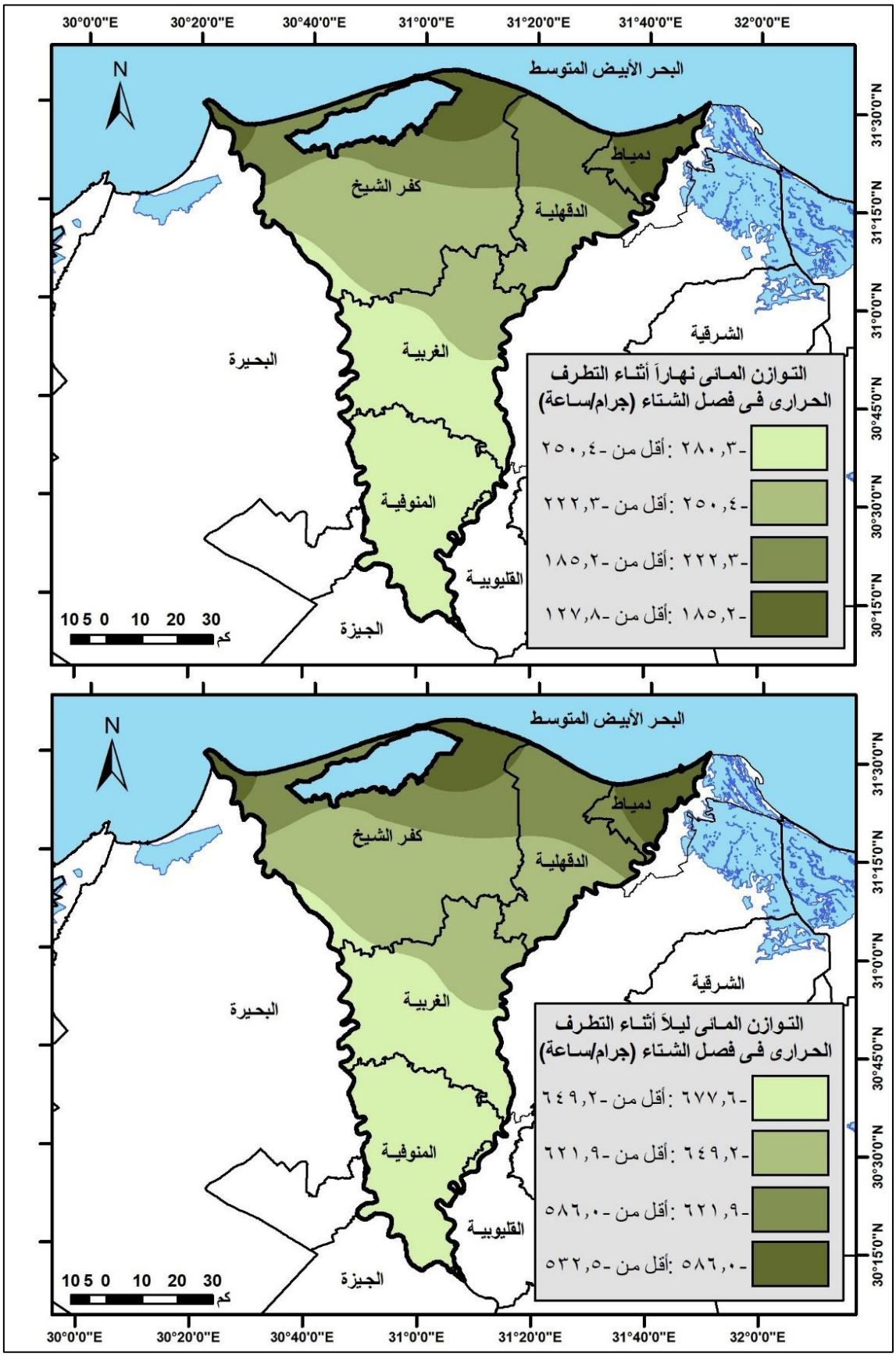
يعد فصل الشتاء هو الأقل في معدل درجة الحرارة وبالتالي هو الأقل في معدل إفراز العرق، ويظهر ذلك خلال الموجات الباردة المتطرفة أنها شديدة البرودة مما لا يسبب إفراز تعرق وبتحليل جدول (١٤) وشكل (١٩) تبين ما يلي:

- تصل معدلات إفراز العرق إلى أدني مستوي لها خلال هذا الفصل حتى تسجل قيما سالبة فبلغ المعدل خلال الموجات المتطرفة -٨٧٠.٩ جرام/ ساعة، ويزداد معدل التطرف بالاتجاه شمالا مقارنة بالجنوب حيث يسجل في أقصى شمال منطقة الدراسة (-٦٥٩.٤، -٤٠٧.٨، -٧٣٥.٥ جرام/ ساعة) في محطات دمياط وبلطيم ورشيد على التوالي، بينما بلغ جنوبا (-٩٦٨.٨، -٩٦٦.١، -٩٥٥.٤) جرام/ ساعة في محطات التحرير ودمنهور والمنصورة على الترتيب ويعزى ذلك لانخفاض درجة الحرارة خلال هذا الفصل.
- يعد شهر يناير الأقل في معدل افراز التعرق حيث بلغ -٩٣٩.٧ جرام/ ساعة، ويليه شهر فبراير بمعدل -٨٧٩.١ جرام/ ساعة، بينما يعد شهر ديسمبر الأعلى في معدل التعرق مقارنة بباقي شهور فصل الشتاء حيث بلغ -٧٩٣.٩ جرام/ ساعة ويعزي ذلك لأنه ادفئ شهور العام وقلة تكرار الموجات الباردة خلال هذا الشهر.
- يعد الليل خلال فصل الشتاء هو الأدنى في معدل إفراز التعرق، حيث بلغ -٦٣٥.٢جرام/ساعة ويسجل شهر يناير خلال هذا الفصل ادني معدل بقيمه بلغت -٦٧٢.٣ جرام/ ساعة ويليه شهر فبراير -٦٣٦.٥ ثم شهر ديسمبر ٥٩٦.٩ جرام ساعة ويقل معدل التعرق بالاتجاه جنوبا خلال الموجات المتطرفة ليلا ويزداد نوعا ما بالاتجاه جنوبا وذلك لدفيء المسطحات المائية شمالا خلال فصل الشتاء.
- يعد النهار الأعلى في معدل التعرق مقارنة بالليل، ولكنه مازال بقيم سالبة حيث بلغ -٢٣٥.٧ جرام/ ساعة، وذلك لقلة تأثير أشعة الشمس بسبب زيادة ميل زاويتها، ويعد شهر يناير هو الأقل في معدل التعرق حيث بلغ -٢٦٧.٤ جرام / ساعة، وذلك لكثرة مرور الموجات المتطرفة والكتل الهوائية الباردة ويليه شهر فبراير حيث بلغ -٢٤٢.٦ جرام/ ساعة وأكثر معدل للتعرق يسجل في شهر ديسمبر بمعدل -١٩٧ جرام/ ساعة.

جدول (١٤) التوازن المائي لجسم الإنسان في فصل الشتاء أثناء التطرف الحراري النهار والليل وفق معادلة (آدولف)

المحطة	نهارا				ليلا							
	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء	ديسمبر	يناير	فبراير	معدل الشتاء
رشيد	-145.1	-182.0	-173.8	-167.0	-543.8	-590.6	-571.1	-568.5	-688.9	-772.6	-744.9	-735.5
بلطيم	-95.9	-182.0	-177.9	-151.9	-493.1	-590.6	-575.0	-552.9	-589	-772.6	-752.9	-704.8
دمياط	-79.5	-145.1	-157.4	-127.3	-485.3	-555.5	-555.5	-532.1	-564.8	-700.6	-712.9	-659.4
دمنهور	-239.4	-305.0	-309.1	-284.5	-637.4	-707.6	-699.8	-681.6	-876.8	-1012.6	-1008.9	-966.1
سخا	-218.9	-292.7	-214.8	-242.1	-617.9	-695.9	-610.1	-641.3	-836.8	-988.6	-824.9	-883.4
المنصورة	-239.4	-321.4	-276.3	-279.0	-637.4	-723.2	-668.6	-676.4	-876.8	-1044.6	-944.9	-955.4
المحلة	-202.5	-288.6	-227.1	-239.4	-602.3	-692.0	-621.8	-638.7	-804.8	-980.6	-848.9	-878.1
التحرير	-251.7	-309.1	-296.8	-285.9	-649.1	-711.5	-688.1	-682.9	-900.8	-1020.6	-984.9	-968.8
طنطا	-218.9	-325.5	-288.6	-277.7	-617.9	-727.1	-680.3	-675.1	-836.8	-1052.6	-968.9	-952.8
قويسنا	-206.6	-292.7	-268.1	-255.8	-606.2	-695.9	-660.8	-654.3	-812.8	-988.6	-928.9	-910.1
الخطاطبة	-243.5	-296.8	-251.7	-264.0	-641.3	-699.8	-645.2	-662.1	-884.8	-996.6	-896.9	-926.1
شبين الكوم	-210.7	-296.8	-272.2	-259.9	-610.1	-699.8	-664.7	-658.2	-820.8	-996.6	-936.9	-918.1
القناطر	-235.3	-276.3	-264.0	-258.5	-633.5	-680.3	-656.9	-656.9	-868.8	-956.6	-920.9	-915.4
مصطفى حلمى	-239.4	-276.3	-243.5	-253.1	-637.4	-680.3	-637.4	-651.7	-876.8	-956.6	-880.9	-904.8
بهتيم	-235.3	-284.5	-243.5	-254.4	-633.5	-688.1	-637.4	-653.0	-868.8	-972.6	-880.9	-907.4
الجيزة	-206.6	-317.3	-284.5	-269.5	-614.0	-723.2	-676.4	-671.2	-820.6	-1040.5	-960.9	-940.7
بورسعيد	-75.4	-136.9	-153.3	-121.9	-481.4	-551.6	-551.6	-528.2	-556.8	-688.5	-704.9	-650.1
الزقازيق	-202.5	-284.5	-264.0	-250.3	-602.3	-688.1	-656.9	-649.1	-804.8	-972.6	-920.9	-899.4
المعدل	-197.0	-267.4	-242.6	-235.7	-596.9	-672.3	-636.5	-635.2	-793.9	-939.7	-879.1	-870.9

المصدر: المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٤) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (١٩) معدل الاتزان المائي لجسم الإنسان خلال فصل الشتاء على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الربيع:

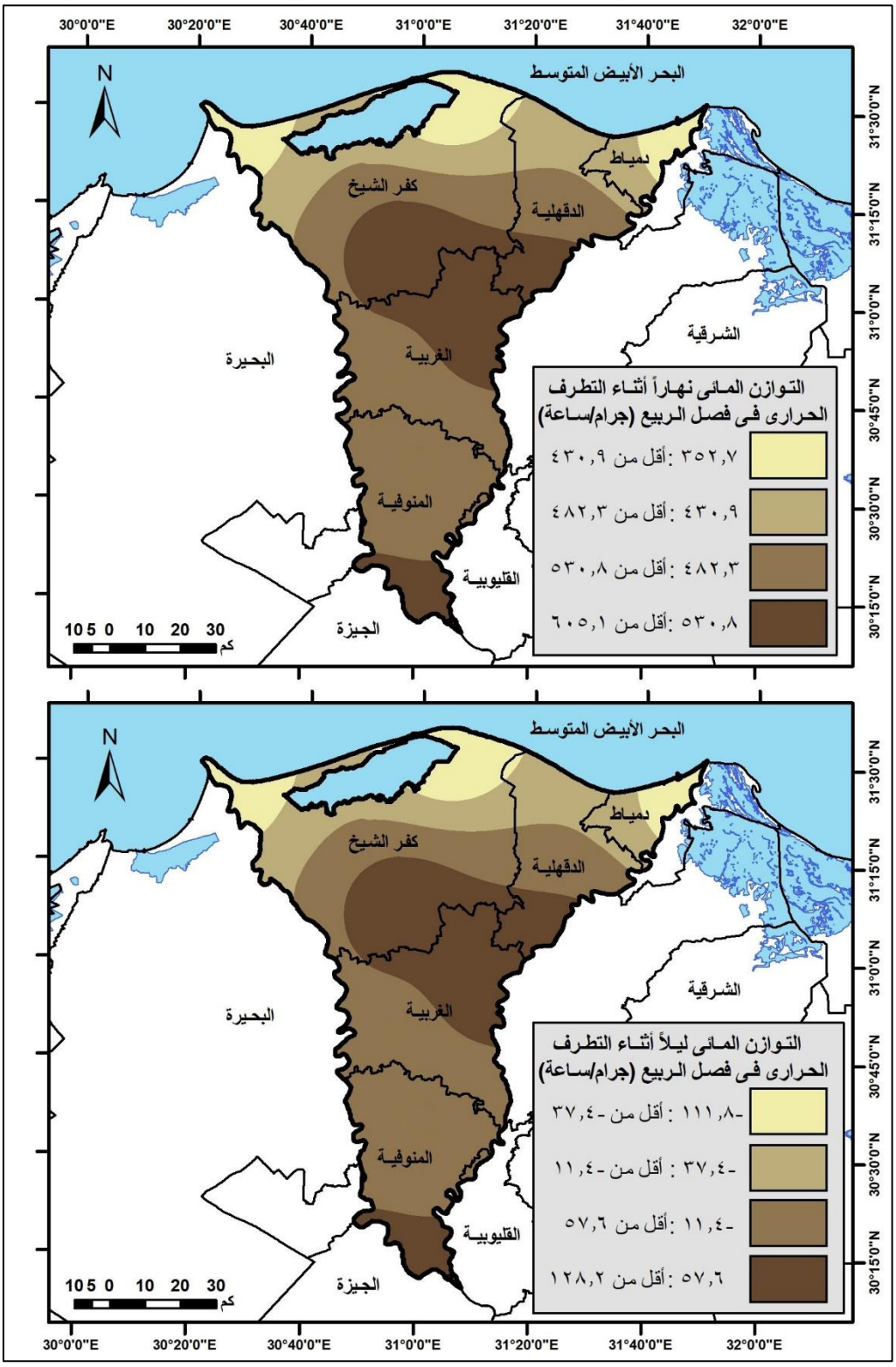
تمر نوعان من الموجات المتطرفة خلال فصل الربيع أحدهما الموجات الباردة وتظهر في شهر مارس وأوائل شهر إبريل والأخرى الموجات الدافئة في أواخر شهر إبريل وشهر مايو وبقياس التوازن المائي في جدول (١٥) وشكل (٢٠) تبين ما يلي:

- أخذ معدل التعرق في اتجاه نحو الزيادة خلال هذا الفصل أثناء الموجات المتطرفة حيث يفقد جسم الانسان ٥١٩.١ جرام/ ساعة من الماء عن سبيل التعرق، ومن ثم سجلت أدنى زيادة لإفراز التعرق في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ويزداد بالاتجاه شرقا حيث سجل في محطات رشيد وبلطيم ودمياط (٢٤٠.٢، ٢٧٢.٢، ٣٢٠.٢) جرام/ ساعة ومرد ذلك لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بسبب القرب من المسطحات المائية، ويزداد افراز التعرق جنوبا حيث يسجل في المحلة ٧٣٣.٥ جرام/ ساعة، ويعد شهر مايو هو الأخطر بالنسبة لشهور فصل الربيع حيث يفقد جسم الإنسان ما يزيد عن كيلو وربع من الماء أثناء الموجات المتطرفة بمعدل بلغ ١٢٣٧.٨ جرام/ ساعة ويليه شهر أبريل من حيث كمية التعرق حيث يفقد جسم الإنسان ٩٣٦.٩ جرام/ ساعة بينما خلال شهر مارس يقل معدل التعرق وذلك لأنه امتداد لفصل الشتاء ومعظم الموجات فيه موجات باردة حيث تأخذ قيم التعرق قيما متدنية بلغت -٦١٧.٣ جرام لكل ساعة.
- يتباين معدل التعرق ليلا ونهارا حيث بلغ أقصي معدل له أثناء النهار فبلغ ٤٩٥.٣ جرام/ ساعة بينما ينخفض ليلا ليسجل ٢٣.٨ جرام/ ساعة، ويعزي ذلك لغياب أشعة الشمس ليلا وفقدان الأرض درجة حرارتها المكتسبة نهارا بسرعة خلال الساعات الأولي من الليل وبلغ أقصى معدل للتعرق نهارا خلال هذا الفصل في شهر مايو حيث بلغ معدل ما يفقده جسم الإنسان خلال هذا الشهر ضعف ما يفقده خلال هذا الفصل حيث يبلغ ٨٧٤.٢ جرام/ ساعة، ويقل معدل التعرق شمالا ليسجل أدناه في رشيد ٦٥٤.٤ جرام/ ساعة وأقصاه في محطة المحلة ٩٨٦.٥ جرام/ ساعة، ويليه شهر أبريل بمعدل تعرق بلغ ٧١٤.١ جرام/ ساعة، ويعد شهر مارس الأقل في معدل التعرق خلال هذا الفصل نهارا حيث بلغ -١٠٢.٣ جرام/ ساعة ويعزي ذلك لانخفاض درجة الحرارة خلال هذا الشهر بينما يقل معدل التعرق ليلا في منطقة الدراسة ليلا في شهر مارس ليسجل -٠.٠ جرام/ ساعة، ويزداد في شهري أبريل ومايو حيث بلغ (٢٢٢.٨ و ٣٦٣.٦ جرام/ ساعة) على الترتيب.

جدول (١٥) التوازن المائي لجسم الإنسان في فصل الربيع أثناء التطرف الحراري خلال النهار والليل وفق معادلة (آدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد والمكتسب			
	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع	مارس	أبريل	مايو	معدل الربيع
رشيد	-125	527	654.4	352.4	-536	45.1	154	-112.2	-661	572.4	808.7	240.2
بلطيم	-95.9	536	666.7	368.8	-509	52.9	166	-96.6	-605	588.4	832.7	272.2
دمياط	-67.2	560	687.2	393.4	-481	76.3	186	-73.2	-549	636.4	872.7	320.2
دمنهور	-182	679	855.3	450.8	-591	189	345	-18.6	-773	868.4	1201	432.2
سخا	-75.4	859	1003	595.6	-489	361	486	119.2	-565	1220	1489	714.8
المنصورة	-100	851	974.2	575.1	-513	353	459	99.7	-613	1204	1433	674.8
المحلة	-46.7	876	986.5	605.2	-462	377	470	128.3	-509	1252	1457	733.5
التحرير	-223	769	925	490.4	-630	275	412	19.1	-853	1044	1337	509.5
طنطا	-100	679	863.5	480.8	-513	189	353	10	-613	868.4	1217	490.8
قويسنا	-166	728	920.9	494.5	-575	236	408	23	-741	964.4	1329	517.5
الخطاطبة	-83.6	773	945.5	545.1	-497	279	431	71.1	-581	1052	1377	616.2
شبين الكوم	-211	732	900.4	474	-618	240	388	3.5	-829	972.4	1289	477.5
القناطر	-46.7	777	970.1	566.9	-462	283	455	91.9	-509	1060	1425	658.8
مصطفى حلمي	-13.9	753	949.6	562.8	-431	260	435	88	-445	1012	1385	650.8
بهتيم	10.7	773	953.7	579.2	-407	279	439	103.6	-397	1052	1393	682.8
الجيزة	-91.8	683	867.6	486.3	-509	193	357	13.9	-601	876.4	1225	500.2
بورسعيد	-63.1	564	691.3	397.5	-478	80.2	189	-69.3	-541	644.4	880.7	328.2
الزقازيق	-162	732	920.9	497.2	-571	240	412	26.9	-733	972.4	1333	524.1
المعدل	-102	714	874.2	495.3	-515	223	364	23.8	-617	936.9	1238	519.1

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٥) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٢٠) معدل الاتزان المائي لجسم الإنسان خلال فصل الربيع على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الصيف:

يعد فصل الصيف هو الأعلى في معدلات التعرق سواء على مستوى النهار أو الليل وبذلك هو الأكثر خطورة بالنسبة لباقي فصول العام وبتحليل جدول (١٦) وشكل (٢١) اتضح ما يلي:

- شهد معدل التعرق العام خلال هذا الفصل في أيام الموجات المتطرفة أقصي قيمة له حيث بلغ ما يفقده جسم الإنسان من الماء١٥٩٨.٢ جرام/ ساعة وذلك لتعامد الشمس على مدار السرطان وارتفاع درجة الحرارة وسيطرة منخفض الهند الموسمي الذي يزيد من حدة التطرفات المناخية الحارة، ويبلغ أقصي زيادة له في الجنوب حيث يزيد عن ١٧٠٠ جرام/ ساعة في محطات (المحلة والتحرير وقويسنا والخطاطبة – والقناطر والزقازيق وبهتيم) بينما يسجل على الساحل قيما منخفضة نوعا ما (١٣٠٨.٥ ، ١٣٢٩.٥ ، ١٣٦١.٤) جرام/ ساعة في محطات رشيد وبلطيم ودمياط ويفقد الانسان أكبر كم من العرق أثناء شهر أغسطس ١٦٦٢ جرام/ساعة، حيث أقصي زيادة خلال هذا الشهر ١٧٨٥.٥ جرام/ ساعة في محطة القناطر، وبلغ أدناه شمالا في محطة رشيد ١٤٦٥.٥ جرام/ ساعة ويعزي ذلك لاكتساب الأرض كامل حرارتها مما يجعلها تتأثر سريعا بالموجات الحارة ويليه شهر يوليه بمعدل بلغ ١٥٨٢.٤ جرام /ساعة، ويسجل أقصاه في محطة بهتيم والقناطر ١٧٩٨.٦ جرام/ ساعة وبلغ أدناه في رشيد ٣٨٨.٣ جرام/ ساعة بينما سجل شهر يونيه ١٥٥٠.٢ جرام/ ساعة وبلغ أدناه في الشمال بمعدل ١١٤٤.٩ جرام/ ساعة في محطة رشيد و أقصاه جنوبا في محطة بهتيم ١٧٢٠.٩ جرام/ ساعة.
- يفقد الإنسان جزء كبير في نهار فصل الصيف وخاصة أيام التطرفات الحرارية وذلك لتعرضه للإشعاع الشمسي المباشر نتيجة لصفاء السماء وعدم تشكل السحب مما يزيد من معدل التعرق نهارا حيث بلغ ١٠٦٨.٨ جرام/ ساعة ويزداد بالاتجاه جنوبا حيث بلغ أقصاه في محطة القناطر ١١٥١.٠ جرام/ ساعة، وبلغ أدناه في رشيد ٩٢١.٥ جرام لكل ساعة ويبلغ أقصي فقدان للماء في شهر أغسطس بنحو١١٠٧.٩ جرام/ ساعة ويليه شهر يوليو بمعدل ١٠٦٠.٦ جرام/ ساعة ثم شهر يونية بمعدل ١٠٣٨.٤ جرام/ ساعة ولذلك تشكل التطرفات الحرارية خطر كبير على صحة الإنسان.

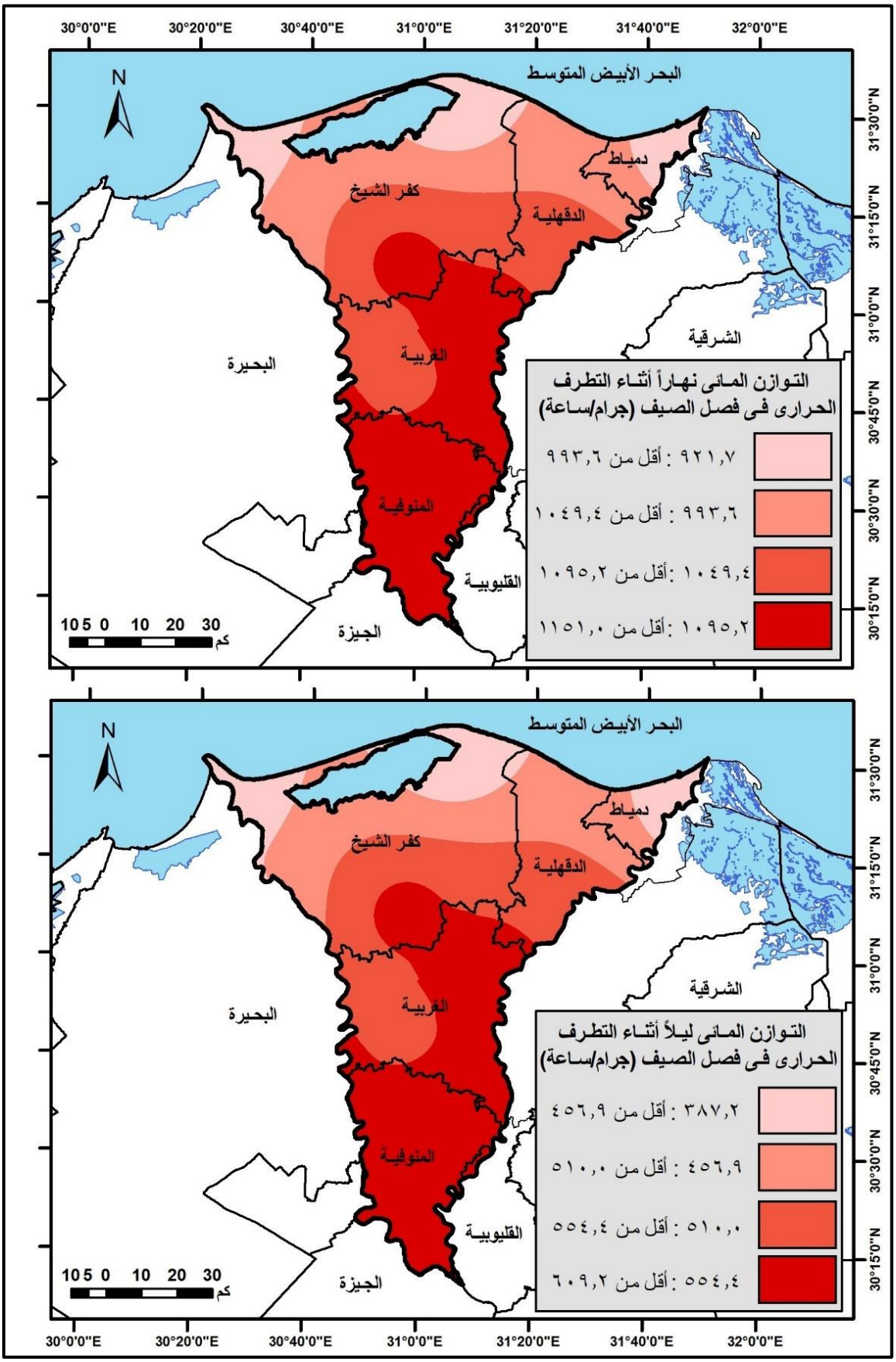
تقل حدة التطرفات الحرارية صيفا خلال فترة الليل مما يقلل من معدل التعرق المائي إلى ما يقرب من النصف مقارنة بالنهار ولكن ما زال مرتفعا حيث بلغ ٥٢٩.٤ جرام/ ساعة، وبلغ أقصي معدل للتعرق أثناء الليل في محطة القناطر بمعدل ٦٠٩.٣ جرام/ ساعة، وتنخفض شمالا لتسجل أدناه في رشيد ٣٨٧جرام/ ساعة، ويعد شهر أغسطس الأعلى في معدل التعرق ليلا حيث بلغ ٥٥٤.١ جرام/ ساعة

حيث بلغ أقصاه في محطة التحرير بمعدل ٦٢٢.٣ جرام/ ساعة وأدناه في رشيد بمعدل ٤٥٨.٢ جرام/ ساعة، ويسجل شهر يونية أقل معدل للتعرق خلال هذا الشهر حيث بلغ ٥١١.٨ جرام /ساعة ويليه شهر يوليه بمعدل ٥٢٢.٢ جرام/ ساعة.

جدول (١٦) التوازن المائي لجسم الإنسان في فصل الصيف أثناء التطرف الحراري خلال النهار والليل وفق معادلة (آدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				إجمالي الفقد والمكتسب			
	يونية	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونية	يوليه	أغسطس	معدل الصيف	يونية	يوليه	أغسطس	معدل الصيف
رشيد	831	927	1007	921.5	314	388	458.5	387	1145	1315	1466	1308.5
بلطيم	843	942	1011	932.1	326	404	462.4	397.4	1169	1346	1474	1329.5
دمياط	876	950	1019	948.4	357	412	470.2	413	1233	1362	1490	1361.4
دمنهور	1015	665	1097	925.9	490	٤٤٠	544.3	٤٩١.٣	1505	792	1642	1312.9
سخا	1110	1102	1114	1108.4	579	564	559.9	567.7	1689	1666	1674	1676.1
المنصورة	1101	1083	1101	1095.1	572	544	548.2	554.7	1673	1627	1650	1649.8
المحلة	1118	1118	1134	1123.2	587	579	579.4	582	1705	1697	1714	1705.2
التحرير	1110	1157	1179	1148.5	579	618	622.3	606.7	1689	1775	1802	1755.2
طنطا	1048	1079	1085	1070.6	521	540	532.6	531.3	1569	1619	1618	1601.9
قويسنا	1089	1137	1146	1124.2	560	599	591.1	583.3	1649	1736	1738	1707.5
الخطاطبة	1105	1161	1163	1143	576	622	606.7	601.5	1681	1783	1770	1744.5
شبين الكوم	1093	1118	1151	1120.5	564	579	595	579.4	1657	1697	1746	1699.9
القناطر	1114	1169	1171	1151	583	630	614.5	609.3	1697	1799	1786	1760.3
مصطفى حلمى	1089	1137	1130	1118.8	560	599	575.5	578.1	1649	1736	1706	1696.9
بهتيم	1126	1169	1159	1151	595	630	602.8	609.3	1721	1799	1762	1760.3
الجيزة	1052	1083	1089	1074.6	525	544	540.4	536.5	1577	1627	1629	1611.1
بورسعيد	880	942	1023	948.5	361	416	474.1	416.9	1241	1358	1498	1365.4
الزقازيق	1093	1145	1163	1133.7	564	603	595	587.2	1657	1748	1758	1720.9
المعدل	1038	1060	1108	1068.8	512	522	554.1	529.4	1550	1582	1662	1598.2

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٦) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٢١) معدل الاتزان المائي لجسم الإنسان خلال فصل الصيف على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

- فصل الخريف:

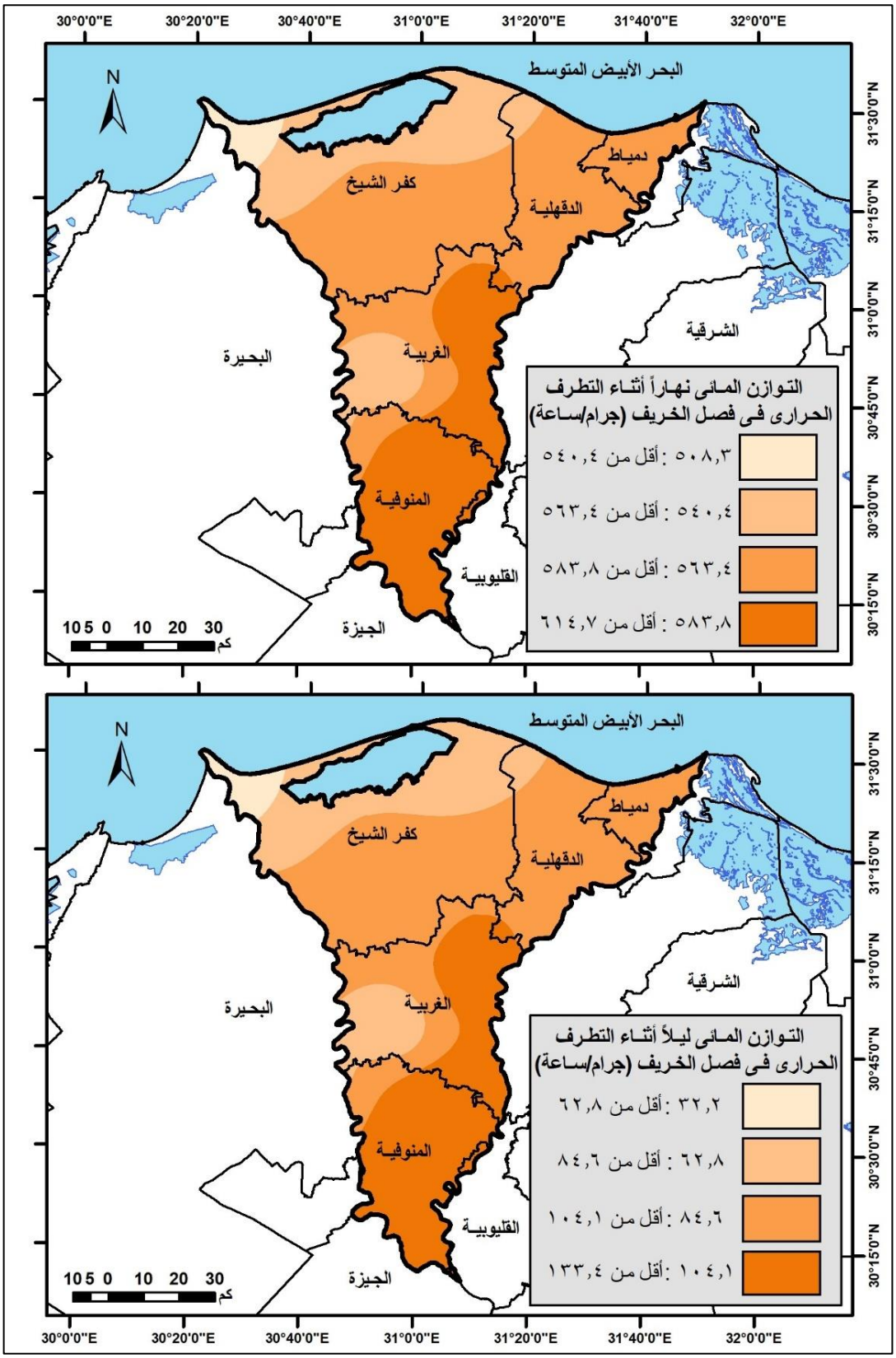
تعاود درجة الحرارة في الانخفاض بعد فصل الصيف وبدأ الاعتدال الخريفي مما يقلل من معدلات التعرق خلال هذا الفصل وبتحليل جدول (١٧) وشكل (٢٢) تبين ما يلي:

- يستمر الفقد المائي والتعرق خلال هذا الفصل حيث بلغ ٦٧٧.٨ جرام/ ساعة وذلك التأثر بالموجات الحارة التي تأتي على منطقة الدراسة خلال شهري سبتمبر وأكتوبر ويزداد إفراز التعرق جنوبا حيث بلغ أقصاه في الزقازيق ٧٦٠.٣ جرام/ ساعة، وبلغ أدناه في رشيد ٦٤٠.٣ جرام/ ساعة، ولم يسجل شهر نوفمبر أي تعرق حيث كل القيم سالبة بمعدل بلغ -٥٥٦.١ جرام/ ساعة ويقل المعدل شمالا ويزداد جنوبا، بينما يسجل شهري سبتمبر وأكتوبر معدلات تعرق كبيرة بلغت (١٤٤٧ – ١١٤٢.٦ جرام/ ساعة) على الترتيب ويعزي ذلك لتأثرها بالموجات الحارة المتطرفة التي تزيد من معدل درجة الحرارة مما يزيد من معدل التعرق .
- زيادة معدل التعرق نهارا خلال فصل الخريف خلال الموجات المتطرفة حيث بلغ ٥٧٨.٦ جرام/ ساعة ويقل بالاتجاه شمالا ليسجل أدناه في محطة رشيد ٥٠٨.٢ جرام/ ساعة، ويزداد جنوبا حتى سجل ٦٢١.٦ جرام/ ساعة في محطة الزقازيق، وسجل شهر سبتمبر خلال هذا الفصل أعلى معدل للتعرق حيث بلغ ٩٧٩.٢ جرام/ ساعة وأدناه في شهر أكتوبر بمعدل ٨١٩.٣ جرام/ ساعة بينما يختفي التعرق خلال شهر نوفمبر نهارا حيث بلغ المعدل -٦٢.٦ جرام/ ساعة.
- يقل معدل التعرق ليلا خلال فصل الخريف حيث بلغ ٩٩.٢ جرام/ ساعة وبلغ أدناه في رشيد بمعدل بلغ ٣٢.١ جرام/ ساعة، وأقصاه جنوبا في محطة بهتيم ١٥١.٧ جرام/ ساعة، ويعد شهر سبتمبر أعلى معدل للتعرق ليلا خلال فصل الخريف حيث بلغ ٤٦٧.٨ جرام/ ساعة ويليه شهر أكتوبر حيث سجل ٣٢٣.٣ جرام/ ساعة، ويعزى ذلك لتأثير الموجات الحارة المتطرفة في بداية الفصل بينما ينعدم التعرق خلال شهر نوفمبر لأن التطرف الحراري يصبح سالب بسبب الموجات الباردة كمقدمات لدخول فصل الشتاء فيصبح معدل التعرق – ٤٩٣.٥ جرام/ ساعة.

جدول (١٧) التوازن المائي لجسم الإنسان في فصل الخريف أثناء التطرف الحراري خلال النهار والليل وفق معادلة (آدولف)

المحطة	نهارا				ليلا				معدل التعرق			
	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	معدل الخريف
رشيد	834.8	700	−9.8	508.2	329.8	209	−442	32.1	1165	908.4	−452	540.3
بلطيم	879.9	708	47.6	545.1	372.7	217	−388	67.2	1253	924.4	−340	612.3
دمياط	900.4	724	72.2	565.6	392.2	232	−364	86.7	1293	956.4	−292	652.3
دمنهور	978.3	823	−75.4	575.1	466.3	326	−505	95.8	1445	1148	−580	670.9
سخا	986.5	831	−100	572.4	474.1	334	−528	93.2	1461	1164	−628	665.6
المنصورة	982.4	818	−100	566.9	470.2	322	−528	88	1453	1140	−628	654.9
المحلة	1015	872	−75.4	603.8	501.4	373	−505	123.1	1517	1244	−580	726.9
التحرير	1032	855	−248	546.4	517	357	−669	68.5	1549	1212	−916	614.9
طنطا	933.2	802	−108	542.3	423.4	306	−536	64.6	1357	1108	−644	606.9
قويسنا	1032	868	−54.9	614.8	517	369	−485	133.5	1549	1236	−540	748.3
الخطاطبة	1036	868	−129	591.5	520.9	369	−556	111.4	1557	1236	−684	702.9
شبين الكوم	1019	855	−71.3	601.1	505.3	357	−501	120.5	1525	1212	−572	721.6
القناطر	1040	872	−87.7	607.9	524.8	373	−517	127	1565	1244	−604	734.9
مصطفى حلمى	1015	851	−87.7	592.9	501.4	353	−517	112.7	1517	1204	−604	705.6
بهتيم	1048	876	−22.1	633.9	532.6	377	−454	151.7	1581	1252	−476	785.6
الجيزة	941.4	818	−104	551.9	439	330	−532	78.9	1380	1148	−636	630.8
بورسعيد	908.6	736	76.3	573.8	396.1	240	−361	91.9	1305	976.5	−284	665.7
الزقازيق	1044	872	−50.8	621.6	536.5	377	−497	138.7	1580	1248	−548	760.3
المعدل	979.2	819	−62.6	578.6	467.8	323	−494	99.2	1447	1143	−556	677.8

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٧) وباستخدام برنامج ArcGIS10.8.

شكل (٢٢) معدل الاتزان المائي لجسم الإنسان خلال فصل الربيع على منطقة الدراسة خلال النهار والليل

رابعا: الملائمة المكانية والزمانية للراحة الحرارية لجسم الإنسان خلال التطرفات الحرارية:

إن الاختلاف والتباين في درجة الحرارة تسبب بعدم الشعور بالراحة لدي السكان وخاصة في الأيام التي شهدت تطرفا حراريا، وتختلف المؤشرات التي تحسب الراحة الحرارية حيث بعضها يعتمد على متغير مناخي واحد مثل معامل جيفني كما في ملحق (٧)، أو تعتمد على أكثر من متغير مناخي مثل مؤشر توم كما في ملحق (٨) وتم تطبيقهما وقياسهما على منطقة الدراسة على النحو التالي:

١. مؤشر الراحة عند جيفني في منطقة الدراسة:

يعتمد مؤشر جيفني على متغير درجة الحرارة فقط وتم قياسه على أفراد يرتدون لباسا عاديا وهم في وضع الجلوس أو العمل وعند تطبيقه على منطقة الدراسة في جدول (١٨) وطبقا للملحق (٧) تبين أن:

- فصل الشتاء: يشعر كل سكان منطقة الدراسة بعدم الراحة الحرارية بشعور بارد، وذلك للانخفاض الشديد في درجة الحرارة أثناء التطرفات الحرارية وذلك على مستوى كل المحطات مما يسبب خطورة على السكان.
- فصل الربيع: يتباين شعور السكان بالراحة حيث المناطق الشمالية يشعر السكان بالراحة المثالية في محطات رشيد وبلطيم ودمياط ودمنهور، وبالاتجاه نحو جنوب المنطقة الشمالية يشعر السكان بعدم راحة مزعج في كلا من محطات سخا والمنصورة والقناطر ومصطفى حلمي وبهتيم بينما يشعر السكان بمناخ انتقالي بين عدم الراحة والراحة (الحار) في محطة التحرير طنطا وقويسنا والخطاطبة والجيزة والزقازيق بينما تشهد محطة المحلة عدم راحة شديدة (حارة).
- فصل الصيف: يشعر جميع السكان في كل المحطات بعدم الراحة الشديدة ويعزي ذلك للارتفاع الشديد في درجة الحرارة أثناء الموجات المتطرفة مما يشكل خطر على جسم الانسان.
- فصل الخريف: يتباين مؤشر الراحة وفقا للظروف المكانية خلال هذا الفصل حيث يصبح المناخ انتقالي بين عدم الراحة وراحة (حار) في محطة كلا من رشيد وبلطيم والتحرير وطنطا والجيزة وبورسعيد بينما يصنف المناخ بأنه عدم راحة مزعج في محطات (دمياط ودمنهور وسخا والمنصورة والخطاطبة وقويسنا ومصطفي حلمي)، ويصل إلى حد عدم الراحة الشديدة (حار) في المحلة وقويسنا وشبين الكوم والقناطر وبهتيم والزقازيق.

جدول (١٨) تصنيف منطقة الدراسة وفق مؤشر الراحة الحرارية عند جيفني

المحطة	فصل الشتاء	الحالة الحرارية	فصل الربيع	الحالة الحرارية	فصل الصيف	الحالة الحرارية	فصل الخريف	الحالة الحرارية
رشيد	9.8	عدم راحة بارد	22	راحة مثالية	35.4	عدم الراحة الشديدة حار	25.7	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
بلطيم	10.2	عدم راحة بارد	22.4	راحة مثالية	35.6	عدم الراحة الشديدة حار	26.6	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
دمياط	10.7	عدم راحة بارد	23	راحة مثالية	36	عدم الراحة الشديدة حار	27.1	عدم راحة مزعج
دمنهور	6.9	عدم راحة بارد	24.4	راحة مثالية	35.4	عدم الراحة الشديدة حار	27.3	عدم راحة مزعج
سخا	7.9	عدم راحة بارد	27.9	عدم راحة مزعج	40	عدم الراحة الشديدة حار	27.3	عدم راحة مزعج
المنصورة	7	عدم راحة بارد	27.4	عدم راحة مزعج	39.7	عدم الراحة الشديدة حار	27.1	عدم راحة مزعج
المحلة	8	عدم راحة بارد	28.1	عدم الراحة الشديدة حار	40.4	عدم الراحة الشديدة حار	28	عدم الراحة الشديدة حار
التحرير	6.9	عدم راحة بارد	25.3	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	41	عدم الراحة الشديدة حار	26.6	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
طنطا	7.1	عدم راحة بارد	25.1	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	39.1	عدم الراحة الشديدة حار	26.5	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
قويسنا	7.6	عدم راحة بارد	25.4	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	40.4	عدم الراحة الشديدة حار	28.3	عدم الراحة الشديدة حار
الخطاطبة	7.4	عدم راحة بارد	26.7	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	40.9	عدم الراحة الشديدة حار	27.7	عدم راحة مزعج
شبين الكوم	7.5	عدم راحة بارد	24.9	راحة مثالية	40.3	عدم الراحة الشديدة حار	28	عدم الراحة الشديدة حار
القناطر	7.5	عدم راحة بارد	27.2	عدم راحة مزعج	41.1	عدم الراحة الشديدة حار	28.1	عدم الراحة الشديدة حار
مصطفي حلمى	7.7	عدم راحة بارد	27.1	عدم راحة مزعج	40.3	عدم الراحة الشديدة حار	27.8	عدم راحة مزعج
بهتيم	7.6	عدم راحة بارد	27.5	عدم راحة مزعج	41.1	عدم الراحة الشديدة حار	28.8	عدم الراحة الشديدة حار
الجيزة	7.2	عدم راحة بارد	25.2	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	39.2	عدم الراحة الشديدة حار	26.8	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
بورسعيد	10.8	عدم راحة بارد	23.1	راحة مثالية	36.1	عدم الراحة الشديدة حار	27.3	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار
الزقازيق	7.7	عدم راحة بارد	25.5	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	40.6	عدم الراحة الشديدة حار	28.5	عدم الراحة الشديدة حار
المعدل	8.1	عدم راحة بارد	25.4	انتقالي بين عدم الراحة وراحة حار	39	عدم الراحة الشديدة حار	27.4	عدم راحة مزعج

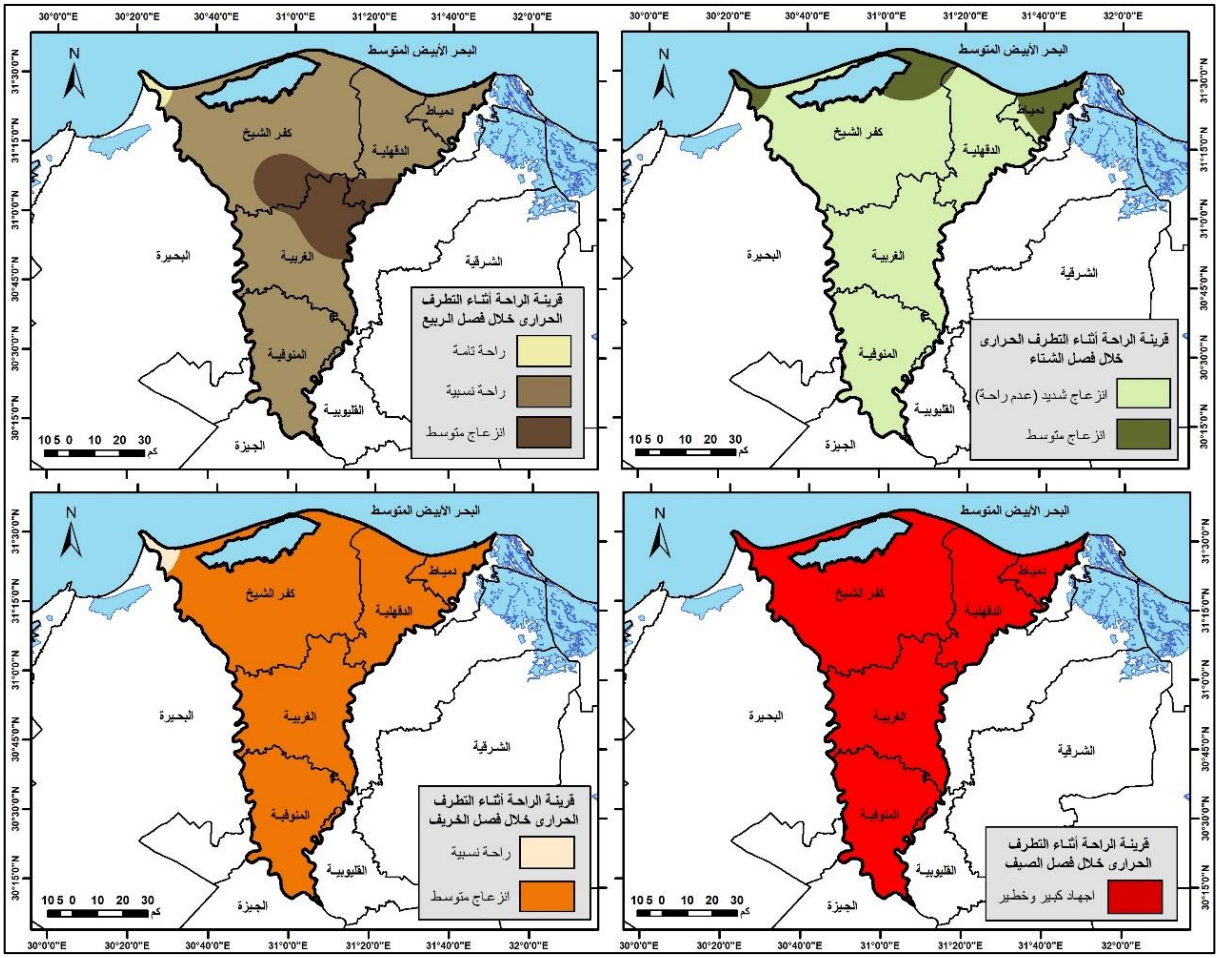
المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جداول (٣و٤و٥و٦و٧) وملحق (٧).

٢. مؤشر الراحة عند توم:

استخدم توم لقياس مؤشر الراحة متغيري درجة الحرارة والرطوبة لتحديد درجة راحة الإنسان كما هو موضح في الملحق (٨) وذلك لقياس مدي الملائمة الحرارية لراحة السكان في منطقة الدراسة خلال الموجات المتطرفة وبتحليل جدول (١٩) وشكل (٢٣) أتضح ما يلي:

- يشعر السكان في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء بانزعاج شديد أي عدم الراحة لزيادة البرودة حيث تسجل جميع المحطات أثناء الموجات المتطرفة الباردة درجة حرارة أقل من ١٠ °م ماعدا الأجزاء الساحلية حيث يشعر السكان بانزعاج متوسط في محطات رشيد وبلطيم ودمياط وذلك على مستوي فصل الشتاء وخلال شهر ديسمبر ويناير وفبراير.
- يتباين شعور الإنسان بالراحة الحرارية خلال فصل الربيع بصفة عامة يشعر السكان براحة نسبية في كل محطات الدراسة ما عدا في محطات سخا والمنصورة والمحلة حيث يشعر السكان بانزعاج متوسط وذلك على المستوى الفصلي، بينما يشعر السكان خلال شهر مارس في معظم محطات الدراسة بانزعاج متوسط بينما في محطة التحرير والخطاطبة يشعر السكان بانزعاج شديد وذلك لانخفاض درجة الحرارة أثناء الموجات الباردة، وخلال شهري أبريل ومايو تشهد المنطقة دخول الموجات الحارة مما يجعل السكان لا يشعرون بالراحة الفسيولوجية حيث يشعر السكان خلال شهر أبريل بشكل عام بانزعاج شديد وذلك لتزايد درجة الحرارة أثناء الموجات المتطرفة والتي تبلغ ٢٧.١ °م وعلى المستوى المكاني يشعر السكان في محطات بلطيم ودمياط وطنطا والخطاطبة ومصطفى حلمي وبهتيم والجيزة بانزعاج متوسط، بينما يصبح الانزعاج شديد في محطات الزقازيق وشبين الكوم والقناطر الخيرية وقويسنا والتحرير ودمنهور، ويبلغ أقصي خطر خلال هذا الشهر في محطات سخا والمنصورة والمحلة حيث يشعر السكان بإجهاد كبير وخطير، وتزداد حدة الموجات الحارة خلال شهر مايو الأمر الذي أدى إلى شعور السكان بإجهاد كبير وخطير بمعظم المحطات ماعدا في محطة كلا من بلطيم ودمياط حيث يشعر السكان بانزعاج شديد، وتعد محطة رشيد الأقل خطرا حيث يشعر السكان بانزعاج متوسط.
- يعد فصل الصيف الأخطر على راحة الإنسان حيث يشعر السكان بإجهاد كبير وخطير سواء على المستوى الفصلي أو على المستوى الشهري للفصل حيث تزيد درجة الحرارة في كل المحطات عن ٢٩ °م.

- يتأثر فصل الخريف بالموجات الحارة المتطرفة مما يجعل السكان يشعرون بانزعاج متوسط في كل محطات الدراسة ماعدا في محطة رشيد حيث يشعر السكان براحة نسبية، ويعد شهر سبتمبر الأقل راحة على مستوى فصل الخريف حيث يشعر السكان بإجهاد كبير وخطير، وكذلك في شهر أكتوبر يشعر السكان بإجهاد كبير في كل المحطات ماعدا في محطات بلطيم ورشيد ودمياط يشعر السكان بانزعاج شديد ومرد ذلك للموجات الحارة المتطرفة، وتقل حدة درجة الحرارة في شهر نوفمبر مما يجعل السكان يشعرون في معظم المحطات بانزعاج متوسط بسبب انخفاض درجة الحرارة ماعدا في محطة دمياط يشعر السكان براحة نفسية.



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول (١٩) وملحق (٨) وباستخدام ArcGIS10.8.

شكل (٢٣) تصنيف منطقة الدراسة وفق مؤشر الراحة الحرارية عند توم

جدول (١٩) تطبيق قرينة الراحة في منطقة الدراسة وفق مؤشر توم

المحطات	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع	يونية	يوليو	اغسطس	الصيف	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	الخريف	السنوي
رشيد	15.5	14.5	14.8	15	15.8	18.2	20.5	18.2	23	24.6	25	24.2	23.7	21.7	19.8	21.7	19.8
بلطيم	16.2	14.7	14.9	15.2	16.2	18.6	21	18.6	23.6	25.6	25.8	25	24.9	22.8	20.5	22.7	20.4
دمياط	16.4	15.2	15.4	15.7	16.6	19.3	21.6	19.2	24.2	25.9	26.3	25.5	25.3	23.2	20.7	23	20.8
دمنهور	15.1	13.8	14.1	14.3	16.3	18.7	21.6	18.9	24.4	21.5	25.3	23.7	24.5	22.1	20.2	22.2	19.8
سخا	14.6	14.3	16.1	15.1	19.4	21.7	24	21.7	25.5	25.6	25.3	25.4	23.9	22	19.9	21.9	21
المنصورة	14.9	13.6	15.7	14.7	19	22	24	21.7	25.3	25.6	25.7	25.5	24.2	22.1	20	22.1	21
المحلة	15.5	14.4	16.4	15.4	20.1	22.7	24.3	22.4	25.8	26.2	26.3	26.1	25	23	20.6	22.9	21.7
التحرير	15	14.2	14.6	14.6	16.3	19.4	22.1	19.3	24.4	25.9	25.9	25.4	24.6	21.6	20.2	22.1	20.3
طنطا	14.5	13.7	14.7	14.3	15.3	18.4	21.2	18.3	23.9	24.9	25	24.6	23.6	21.2	19.6	21.5	19.7
قويسنا	15.4	14.2	14.8	14.8	16.7	19.7	22.1	19.5	24.3	26.1	26.3	25.6	24.9	22.8	20.5	22.7	20.6
الخطاطبة	15	14.3	15	14.8	17.3	19.4	21.6	19.4	24.1	25.2	25.1	24.8	24.2	21.9	20	22	20.2
شبين الكوم	15.3	13.9	14.5	14.5	16.2	19.3	21.7	19.1	24	25.9	26.2	25.4	24.7	22.5	20.3	22.5	20.4
القناطر	15.2	14.6	15	14.9	17.9	19.9	22	19.9	24.1	25.8	25.5	25.1	24.8	22.4	20.4	22.5	20.6
حلمى	15.2	14.5	15	14.9	17.8	19.7	21.8	19.8	23.9	25.4	25	24.7	24.6	22.5	20.3	22.5	20.5
بهتيم	15.4	14.7	15.3	15.1	18.4	20.1	22.4	20.3	24.4	25.9	25.5	25.3	25	23	20.5	22.8	20.9
الجيزة	15.4	14.8	15.1	15.1	18.5	20.7	23.3	20.8	25.6	27.2	27	26.6	25.9	23.2	21.1	23.4	21.5
بورسعيد	16.5	15.3	15.5	15.8	16.7	19.4	21.7	19.2	24.3	26	26.4	25.6	25.4	23.3	20.8	23.1	20.9
الزقازيق	15.6	14.3	14.9	14.9	16.8	19.8	22.2	19.6	24.4	26.2	26.4	25.7	25	22.9	20.5	22.8	20.8
المعدل	15.4	14.4	15.1	15	17.3	19.8	22.2	19.8	24.4	25.5	25.8	25.2	24.7	22.4	20.3	22.5	20.6

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على جداول (٣و٤و٥و٦و٧) ملحق (٢و٨).

النتائج والتوصيات:

أولاً: النتائج:

- زيادة عدد الأيام التي سببت اضطراب لدى السكان بسبب تطرف حراري عن (٥/١) مدة الدراسة بعدد أيام بلغ ٣١٩٨ يوم سواء كان هذا التطرف موجب أو سالب.
- بلغ معدل الموجات الحارة التي تؤثر على منطقة ٣.٣ موجه / عام وأكثرها الموجات الحارة القصيرة وأقلها هي الموجات الطويلة بينما بلغ عدد الموجات الباردة سنوياً ٣.٤ موجه / عام أكثرها تكراراً القصيرة ثم المتوسطة ثم الأقل تكرار تمثل في الموجات الطويلة.
- زيادة المعدل السنوي لدرجة الحرارة المتطرفة حيث بلغ في منطقة الدراسة ٢٥ °م وتقل في معدلها على الأجزاء الشمالية بمتوسط ٢٣.٧ °م وتزداد على الأجزاء الجنوبية حيث بلغت ٢٦.٢ °م، وتزداد حدة التطرفات الحرارية أثناء النهار عن الليل حيث بلغ معدل درجة الحرارة المتطرفة نهاراً ٢٧.١ °م، وليلاً ٢٢.٩ °م.
- يعد فصل الشتاء هو الأبرد خلال العام ومرد ذلك لتكرر الموجات الباردة حيث بلغت درجة الحرارة أدناها جنوب المنوفية (٧ °م) وأقصاها شمالاً في دمياط (١٠.٧ °م)، كما يعد شهر يناير هو الأبرد خلال فصل الشتاء بمعدل بلغ (٧.٢ °م) ويليه فبراير (٨ °م)، وأقصاه في شهر ديسمبر بمعدل بلغ ٩ °م.
- يأتي فصل الربيع في المرتبة الثانية من حيث انخفاض درجة الحرارة المتطرفة بعد فصل الشتاء ويقترب من المعدل السنوي ليسجل ٢٥.٤ °م، وتنخفض درجة الحرارة شمالاً لتسجل في رشيد ٢٢ °م وأقصاها في دمنهور ٢٧.٩ °م، وتزداد درجة الحرارة المتطرفة نهاراً ليبلغ معدلها ٢٧.٥ °م وتنخفض ليلاً لتبلغ ٢٣.٤ °م.
- يعد فصل الصيف هو الأعلى في درجة الحرارة المتطرفة حيث بلغ ٣٩ °م وبلغ أقصى درجة حرارة متطرفة نهاراً ٤١.٧ °م، وليلاً ٣٦.٣ °م ويبلغ أقصى تطرف حراري بالاتجاه جنوباً.
- يتشابه معدل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الخريف مع المعدل السنوي وفصل الربيع حيث بلغ ٢٧.٤ °م وبلغ أقصاه في الجنوب بقيمة ٢٨.٨ °م في بهتيم، وأدناه شمالاً في رشيد ٢٥.٧ °م، وبمدى حراري بين درجة الحرارة المتطرفة نهاراً وليلاً ٤.٢ °م.
- يتعرض جسم الإنسان للفقد الحرارى بسبب الموجات الباردة المتطرفة حيث بلغ المعدل السنوي لما يفقد جسم الإنسان –٢٩.٧ كيلو سُعر حرارى/ ساعة، وسجل فصل الشتاء أعلى معدل للفقد الحرارى

حيث يفقد جسم الإنسان خلال اليوم ما يقرب من ٢١.٨ كيلو سُعر حرارى / يوم، بينما تقل كمية الفقد خلال فصل الربيع مقارنة بفصل الشتاء حيث بلغ -١٧٤.٢ كيلو سُعر حرارى/ ساعة، وتلاه فصل الربيع بمعدل فقد بلغ -٩٤.٧ كيلو سُعر حرارى/ ساعة، بينما يعد فصل الصيف مصدراً للكسب الحرارى حيث بلغ معدل الكسب خلال الموجات المتطرفة ٣٧١.٢ كيلو سُعر حرارى/ ساعة.

- تعد المناطق الشمالية أكثر فقد حرارى وذلك لانخفاض درجة الحرارة بها مقارنة بالداخل حيث بلغ الفقد شمالاً (-٢٧٣.١ ، -٢٣٢.٤ كيلو سُعر حرارى /ساعة)، بينما بلغ جنوباً (-١٥١.٢ ، -١٥٥.٥ كيلو سُعر حرارى/ ساعة) ويزداد الفقد الحرارى ليلاً سواء على المستوى السنوي أو الفصلي حيث تراوح سنوياً (-٢٠٣.٩ ، -١١٩ كيلو سُعر حرارى/ ساعة) شمالاً، ويبلغ جنوباً (-١٦٨.٢ ، -١٦٦ كيلو سُعر حرارى/ ساعة) في شبين الكوم والمحلة على التوالي، ويعد ليل فصل الشتاء الأعلى في معدل الفقد الحرارى حيث بلغ معدل ما يفقد جسم الإنسان ليلاً -٤٩٤.٥ كيلو سُعر حرارى/ ساعة، وتقل خلال فصل الربيع فتبلغ -١٥٣.٦ كيلو سُعر حرارى/ ساعة، وبلغ أدناه في فصل الخريف حيث بلغ -١١٨.٨ كيلو سُعر حرارى/ ساعة بينما يعد فصل الصيف مصدراً لكسب الطاقة على مستوى الليل والنهار بمعدل ١١٩.٣ كيلو سُعر حرارى/ ساعة ليلاً، ٣٠٨.١ كيلو سُعر حرارى/ ساعة نهاراً.
- يتعرض جسم الإنسان للفقد المائي بشكل خطير خلال الموجات المتطرفة وخاصة الحارة منها حيث بلغ إجمالي ما يفرزه جسم الإنسان من العرق على المستوى السنوي ٤٨١.١ جرام / ساعة، وبلغ أقصاه نهاراً حيث بلغ ٤٧٦.٨ جرام / ساعة وأدناه ليلاً ٤.٣ جرام / ساعة، ويعد فصل الصيف الأعلى في معدل الفقد المائي حيث بلغ ١٥٩٨.٢ جرام / ساعة وتلاه فصل الخريف بمعدل ٦٧٧.٨ جرام / ساعة ثم الربيع بمعدل ٥١٩.١ جرام / ساعة، بينما خلال فصل الشتاء لا يسجل فقد مائي حيث بلغ -٨٧٠.٩ جرام/ساعة.
- يفقد الإنسان أكبر كمية من الماء خلال شهر ديسمبر من العام بقيمة بلغ جرام / ساعة ويليه شهر يوليه بمعدل ١٥٨٢.٤ جرام / ساعة.
- يعد النهار هو الأخطر في الفقد المائي لجسم الإنسان حيث بلغ معدل ما يفقد جسم الإنسان نهاراً ١٠٦٨.٨ جرام لكل ساعة خلال فصل الصيف ويليه فصل الخريف بمعدل بلغ تعرق بلغ ٥٧٨.٦ جرام / ساعة، ثم فصل الربيع بمعدل ٤٩٥.٣ جرام / ساعة، بينما يسجل فصل الشتاء قيماً سالبة في الفقد المائي حيث بلغ -٦٣٥.٢ جرام / ساعة، ويزداد معدل الفقد المائي كلما اتجهنا جنوباً في

منطقة الدراسة حيث يزيد الفقد المائي خلال فصل الصيف جنوباً بمعدل ١٧٠٠ جرام / ساعة، ويسجل أدناه شمالاً حيث بلغ ١٣٠٨.٥ جرام / ساعة في محطة رشيد.

- أظهرت الدراسة وفق تطبيق معادلة جيفنى أن جميع السكان يتعرضون لعدم شعور بالراحة البارد خلال فصل الشتاء وعدم الشعور بالراحلة الحار في فصل الصيف، أما خلال فصل الربيع يشعر سكان المناطق الشمالية براحة مثالية والاجزاء الجنوبية يشعرون بعدم راحة مزعج، بينما خلال فصل الخريف يشعر السكان في الاجزاء الشمالية الغربية بعد راحة (حار) والأجزاء الجنوبية يشعر السكان بعد راحة شديدة (حار) وذلك خلال التطرف الحراري.
- أوضحت الدراسة بتطبيق مؤشر توم للراحة المناخية أن فصلى الصيف والشتاء هما الأقل في معدل تحقيق الراحة للسكان في كل منطقة الدراسة حيث يشعر السكان في الأول بإجهاد كبير وخطير لارتفاع درجة الحرارة، والثاني بانزعاج شديد كنتيجة لانخفاض درجة الحرارة، بينما يشعر السكان خلال فصل الربيع براحة نسبية وبشكل تفصيلي يمثل شهر مارس انزعاج متوسط بالنسبة للسكان بسبب الموجات الباردة بينما شهر أبريل يعد بمثل انزعاج شديد لارتفاع درجة الحرارة، ويعد شهر مايو هو الأخطر على مستوى أشهر فصل الربيع حيث أثناء الموجات الحارة المتطرفة يشعر سكان المناطق الداخلية بإجهاد كبير وخطير، بينما خلال فصل الخريف يشعر السكان بانزعاج متوسط، ويعد شهر سبتمبر الأقل في معدل الراحة حيث يشعر السكان بإجهاد كبير وخطير ويعد شهر نوفمبر الأقل خطراً حيث يشعر السكان بانزعاج متوسط.

ثانيا التوصيات:

تمثل التطرفات الحرارية خطراً كبيراً على الإنسان سواء على مستوى الموازنة الحرارية أو المائية لجسم الإنسان أو لتحقيق الراحلة الحرارية وبناء عليه صاغت الدراسة عدة توصيات وهي:

- مراقبة الأحوال الجوية بشكل جيد والتنبؤ بالموجات الحارة والمتطرفة من النماذج المناخية العددية ومتابعة بيانات الأقمار الصناعية وقياس مؤشراتها ومقدار تطرفها بصورة سليمة وإحاطة السكان بهذه التنبؤات بشكل مستمر.
- نشر الوعي المناخي لدى السكان عن خطورة التطرفات الحرارية وأهمية متابعة النشرات الجوية لتفادى هذه الأخطار من خلال وسائل الإعلام والتواصل الاجتماعي.

- الاهتمام بالغطاء النباتي في منطقة الدراسة لما له من أهمية كبيرة في التقليل من حدة ارتفاع درجة الحرارة، ونشر الوعي البيئي حيث أن الملوثات واستخدام البيئة بشكل خاطئ يزيد من حدة التطرف الحراري.
- ارشاد السكان لاستخدام وسائل تدفئة ملائمة خلال الموجات الباردة وتكون هذه الوسائل غير مضرة بالبيئة من حيث ارتداء الملابس الصوف، وتناول المشروبات الدافئة، وغلق النوافذ بالإضافة إلى محاولة انتهاء الأعمال في فترة النهار لأنها أدفئ بعض الشيئ ففي درجة الحرارة.
- توجيه السكان خلال الموجات المتطرفة الحارة بعدد من الإرشادات مثل:

✓ ارتداء الملابس القطنية الجيدة ذات اللون الفاتح لعكس أشعة الشمس وامتصاص أكبر قدر من التعرق وترطيب الجلد.

✓ تعويض كميات افراز العرق بشرب الماء بشكل مستمر.

✓ عدم التعرض لأشعة الشمس المباشرة لفترات طويلة للحماية من الإصابة بضربات الشمس والجفاف.

✓ التكيف مع درجة الحرارة من خلال استخدام وسائل التبريد الملائمة للبيئة مثل تصميم المنازل مع اتجاه الرياح، وعمل عزل للحوائط واستخدام اللون الأبيض في الدهان، الاستحمام بشكل دوري للتقليل من درجة حرارة الجسم.

- الربط بين الأنشطة البشرية والتطرف الحراري من حيث إلغاء الفعاليات الرياضية، والمهرجانات وغيرها من الأنشطة التي تقام تحت أشعة الشمس وذلك لأنها تتأثر تأثراً مباشراً بهذه التطرفات لزيادة اجتماع السكان في آن واحد.

الملاحق:

ملحق (١) الموقع الإحداثي للمحطات المناخية المستخدمة في منطقة الدراسة

المحطة	x	y
رشيد	30.37	31.45
بلطيم	31.08	31.55
دمياط	31.82	31.42
دمنهور	30.47	31.03
سخا	30.95	31.12
المنصورة	31.45	31
المحلة	31.17	30.97
التحرير	30.7	30.7
طنطا	30.93	30.82
قويسنا	31.13	30.58
الخطاطبة	30.87	30.25
شبين الكوم	31.02	30.6
القناطر الخيرية	31.13	30.18
مصطفى حلمى	30.9	30.1
بهتيم	31.25	30.13
الجيزة	31.22	30.05
بور سعيد	32.3	31.25
الزقازيق	31.5	30.58

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برنامج ArcGIS10.3

ملحق (٢) المعدل الشهري والفصلي والسنوي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨١-٢٠٢١م

المحطات	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	أبريل	مايو	الربيع	يونية	يوليو	أغسطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	السنوي
رشيد	70.1	68	66.4	68.2	64.9	65	66	65.3	66	68	67.5	67.3	65.9	65.4	66.3	65.9	66.7
بلطيم	72.8	73	71.4	72.3	69.7	70	72	70.6	74	75	73.8	74.2	70.9	70.3	70.4	70.5	71.9
دمياط	73.4	72	71.9	72.6	70.1	70	73	71.2	75	76	74.1	75	72.3	71.7	72.6	72.2	72.8
دمنهور	72.6	72	70.9	71.8	69.4	64	63	65.7	69	71	68.2	69.2	69.1	69.8	70.3	69.7	69.1
سخا	64.8	64	60.4	63.2	59.8	54	56	56.7	63	64	65.3	64	63.2	64.3	63.8	63.8	61.9
المنصورة	76.4	76	73.6	75.4	71.6	66	61	66	62	70	72.8	68.2	71.4	71.1	73.2	71.9	70.4
المحلة	76.2	76	72.9	75.1	71.1	65	59	65.2	61	69	71.9	67.4	71.3	70.9	72.7	71.6	69.8
التحرير	71.6	70	66.8	69.4	66	60	58	61.5	60	67	69.4	65.4	68.3	68.4	70.1	68.9	66.3
طنطا	72.4	73	70.8	72	69.6	64	61	64.8	62	69	72.1	67.5	71.4	70.2	70.8	70.8	68.8
قويسنا	76.4	76	71.7	74.7	69.2	63	53	61.9	54	65	69.7	62.9	67.7	68.4	75.2	70.4	67.5
الخطاطبة	66.2	62	55.1	61.2	52.4	44	40	45.5	41	51	52.9	48.5	53.7	56.4	61.9	57.3	53.2
شبين الكوم	77.1	76	72.2	75.2	70.3	64	53	62.5	55	66	70.2	63.5	68.3	69.1	75.6	71	68.1
القناطر	68.1	64	58.2	63.5	54	47	41	47.4	44	54	55.1	50.8	56.9	59.2	65.4	60.5	55.6
مصطفى حلمى	68.2	65	57.8	63.8	54.2	46	40	46.9	42	53	55.1	50.1	56.7	59.4	64.9	60.3	55.3
بهتيم	67.1	64	56.7	62.4	53.1	46	40	46.3	43	52	54.2	49.6	55.8	58.6	63.1	59.2	54.4
الجيزة	72.5	73	70.9	72.1	70	64	61	65	62	70	72.5	68.2	71.8	71.2	71.5	71.5	69.2
بورسعيد	73.6	73	72.1	72.8	70.3	71	74	71.5	76	76	74.3	75.3	72.5	71.9	72.8	72.4	73
الزقازيق	76.6	76	71.8	74.8	70.1	64	53	62.4	55	65	70.1	63.2	67.8	68.6	75.4	70.6	67.8
المعدل	72	71	67.3	70	65.3	60	57	60.9	59	66	67.2	63.9	66.4	66.9	69.8	67.7	65.6

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات غير المنشورة لمحطات منطقة الدراسة، قسم البيانات، الإدارة العامة للمناخ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، وبتطبيق معادلة آدولف عام ١٩٤٧م.

ملحق (٣) معادلة آدولف لحساب التوازن الحراري لحسم الإنسان نهاراً

R = 100 + 22 (T-33) human in sun

ملحق (٤) معادلة آدولف لحساب التوازن الحراري لحسم الإنسان ليلاً

R = 20 + 18 (T-33) human in night

حيث R = كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة بالكيلو سُعر / ساعة.

T = درجة حرارة الهواء (العظمى نهاراً – الصغرى ليلاً).

ملحق (٥) معادلة آدولف لحساب التوازن المائي لحسم الإنسان نهاراً

S = 720 + 41 (T-33) under sun

ملحق (٦) معادلة آدولف لحساب التوازن المائي لحسم الإنسان ليلاً

S = ٤٠٠ + ٣٩ (T-33) in night

حيث S = معدل افراز الجسم للعرق (جرام / ساعة).

T = درجة حرارة الهواء العظمى نهاراً – درجة حرارة الهواء الصغرى ليلاً.

(Griffiths, J., F., 1976, PP.73- ٧٦)

ملحق (٧) تصنيف جيفنى لأنواع الراحة وفق درجة الحرارة الفعالة

درجة الحرارة الفعالة	نوع الراحة
أكثر من ٢٨	عدم الراحة الشديدة
٢٧ – ٢٨	عدم راحة مزعج
٢٥ – ٢٦.٩	انتقالي بين عدم الراحة وراحة (حار)
١٧ – ٢٤.٩	حالة الراحة
١٠– ١٦.٩	انتقالي بين راحة وعدم راحة (بارد)
أقل من ١٥	عدم راحة بارد

(Hobbs, J.E, 1980, p.66)

ملحق (٨) مؤشر الراحة عند توم

$$(THI) = T – [(0.55- 0.0055 * U) (T- 14.5)]$$

(THI): دليل الحرارة والرطوبة. (DI: Discomfort دليل الانزعاج.

T: درجة ميزان الحرارة الجاف (درجة مئوية).

U: الرطوبة النسبية%.

فئات مؤشر الراحة عند توم

الفئة	درجة الراحة
أقل من ١٠	انزعاج شديد (عدم راحة)
١٠ ــ ١٥	انزعاج متوسط
١٥ ــ ١٨	راحة نسبية
١٨ ــ ٢١	راحة تامة
٢١ - ٢٤	راحة نسبية (١٠-٥٠٪ من الناس يشعرون بعدم الراحة)
٢٤ ــ ٢٧	إزعاج متوسّط ١٠٠ % من الناس يشعرون بعدم الراحة عند القيمة ٢٦
٢٧ ــ ٢٩	انزعاج شديد
أكثر من ٢٩	إجهاد كبير وخطير على الصحة.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على معادلة توم ١٩٥٧ (نقلا عن موسى: ١٩٩٧، ١٤١).

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- أحمد، احمد قريرة، ٢٠١٢، أثر التطرف الحراري على الصحة البشرية بمنطقة بني وليد " دراسة في المناخ التطبيقي، مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية، كليتي الآداب والعلوم، الجامعة الأسمرية الإسلامية زلتين، ليبيا.
- أحمد حسن، خديجة، ٢٠١٧، أثر المناخ على بعض أمراض الانسان في محافظة القاهرة، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.
- الأسدي، كاظم عبد الوهاب والحسناوي، عزيز حسين، ٢٠١٠، الخصائص الشمولية لمناخ المملكة العربية السعودية، مجلة آداب البصرة، العدد ٥٢.
- السامرائي، منذر كامل إسماعيل، ٢٠٢٢)، التطرف في درجات الحرارة (العظمى والصغرى) في محافظة صلاح الدين، مجلة سر من رأي الدراسات الانسانية مجلد ١٨، العدد ٧٤.
- القلاوي، حسين محمد حسن، ١٩٩٤، بعض الجوانب المناخية في ساحل مصر الشمالي، حولية كلية الآداب، جامعة عين شمس، العدد ١٧.
- توفيق، محمد، ٢٠٠٤، المناخ وأثرة على راحة الانسان في السواحل المصرية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافية، جامعة سوهاج.
- حمادة، إيملي محمد حلمي، ٢٠٠٣، فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وأثارهما على راحة الانسان في الدلتا المصرية، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجغرافية، جامعة المنوفية، ع١.
- زكري، يوسف محمد، ٢٠٠٩، مفهوم الراحة الفسيولوجية للإنسان وطرق قياسها، مجلة السائل جامعة مصراتة، س٣، ع٧.
- سالم، طارق زكريا، ١٩٩٧، دور المنخفضات الجوية في مناخ مصر دراسة في الجغرافية المناخية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب قسم الجغرافية جامعة الزقازيق.
- شحادة، نعمان، ١٩٩٠، موجات الحر في الاردن خلال فصل الصيف ن سلسلة رسائل جغرافية، العدد ١٣٨، الجمعية الجغرافية الكويتية جامعة الكويت.
- شوفين، محمد محمد، ٢٠١٠، المناخ وأثر على الأنشطة البشرية في واحات مصر الغربية، دراسة في المناخ، جامعة سوهاج.

- طلبة، شحاتة سيد احمد، ٢٠٠٤، أثر المناخ على راحة الإنسان لمنطقة المدينة المنورة " دراسة في المناخ التطبيقي، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، ع٤٤، (٢٩٤- ٢٥٧).
- عنبر، محمود عبد الفتاح، ٢٠١٢، أثر المناخ على راحة الانسان في شرق دلتا النيل، مجلة كلية الآب الانسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة القاهرة، مجلة ٧٢ ع٧. اكتوبر ٢٠١٢.
- مندور، مسعد سلامة، ٢٠٠٥، أقاليم الراحة والإرهاق المناخي في مصر، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، ع٤٦، ص ٢٣٩-٢١٥.
- منظمة الصحة العالمية، ٢٠١٦، تقرير عن أثر المتغيرات المناخية على صحة الانسان، ص٦٧.
- موسى، على حسن، ١٩٩٧، المناخ والسياحة، دار الأنوار للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق.
- يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف، ١٩٨٢، الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين "دراسة في الجغرافية المناخية"، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب قسم الجغرافية، جامعة عين شمس.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- *Anel, Juan A.; Fernandez – Gonzalez, Manuel, Labandeeira, Xavier; lopezotero, Xiral and de la torre, laura. 2017, Impact of Cold wave and Heat Wave on the energy production sector atmosphere, 8 (209), 2-13.*
- *Geneva, 2016, extreme Heat, Climate Change, Ifrc, Science partners, European p 1-5.*
- *Griffiths, John F; ,1976, Applied Climatology; An Introduction, 6th Edition, Oxford University Press, London.*
- *Hobbs. J. E, 1980, Applied climatology. London.*
- *IIsung Zo, Joonbm Tee, Buyo kim, and Kyatae Lee, 2017, Analysis Of The Thermal Dome Effect From Global Solar Radiation Oberved With Amodified Pyranometer, Dep of Atmospheric, Enviroment sciences, Gangneung-Wanju, National university, Korea, vol. 1. no, 4, August 2017 P.P 263-270.*
- *James, L.Lewis III , 2004 , Water and Health , MD Brookwood Baptist health and Saint Vincent's asceneion health , Birmingham.*
- *Olgyay, victor,1963: Design with Climte, University press U.S.A.*

ثالثاً: شبكة الانترنت:

- *http: // Doi: 10.3390latomos 8110209*
- *https://www.heat.gov*

Thermal extremes and its impact on human comfort in the Egyptian Delta "A Study in Applied Climate "

Abstract:

The climate in general affects human physiological comfort, especially during days of thermal extremes (heat and cold waves), the frequency and severity of which have increased recently in light of climate changes, which has begun to affect human comfort significantly and frequently. This study aimed to measure the frequency of heat and cold waves. And the extent of comfort and thermal discomfort for the population in the study area during days of thermal extremes, as the general averages hide many of the climatic details that are revealed by the values of climate extremes. The average temperature during heat and cold waves "thermal extremes" reached 25°C, a difference of 2.1°C above the general average of 25°C. Temperature on normal days, and this difference increases on the seasonal and monthly levels. Various mathematical indicators were used to clarify their impact on the thermal and water balance of the human body day and night and to compare them. The study concluded that the months of April and October are the most suitable months of the year in terms of the thermal and water balance of the human body, as rates of sweating, heat loss, and stress increase, especially during heat and cold waves in the rest of the world. months of the year, according to the Adolphe equation, which poses a threat to human health in the study area. By applying the Giffney equation, it was found that the study area, according to the average temperature during the days of cold and heat waves, showed that the study area was thermally unsuitable in most months of the year, especially in the winter and summer. Tom's comfort assumption was also relied upon to classify the study area in terms of the degree of its suitability for the comfort of the population during the days. Climate extremes, as the index showed that the study area is classified during the summer as the most dangerous season of the year, as the population feels great stress and serious heat stress. The winter season, during cold waves over most of the study area, represents severe discomfort and discomfort due to the low temperature. It was found that the spring and fall seasons are the least in terms of discomfort, they represent moderate discomfort to the population, and it turns out that most months of the year are thermally unsuitable for human comfort.

Key words: *thermal extremes - delta - heat and cold waves - thermal dome - thermal comfort.*