نقطة الندى وتأثيرها في الراحة الفسيولوجية للإنسان بدلتا النيل

"دراسة فى المناخ الفسيولوجي"

د. محمد عوض السيد السمني*

الملخص:

نقطة الندى أو درجة حرارة التكاثف هي المحدد الرئيس لنوع التكاثف، كما أنها تؤثر على بعض الأنشطة البشرية بشكل مباشر، وتؤثر على البعض الآخر بصورة غير مباشرة. ولما كانت نقطة الندى تعتمد على عنصري الرطوبة الجوية ودرجة الحرارة، فيمكن من خلالها معرفة تأثيرها على الراحة الفسيولوجية للإنسان. وتتطرق دراسة نقطة الندى والراحة الفسيولوجية للإنسان بدلتا النيل إلى ثلاث نقاط هي: عناصر نقطة الندى، والاختلاف الموسمي لنقطة الندى، وأنماط الراحة الفسيولوجية. وخلصت الدراسة إلى نتائج عدة أبرزها:

- ترتفع نقطة الندى في ساحل الدلتا، في حين تقل بالابتعاد عنه نحو الجنوب عدا رأس الدلتا. وتوجد جزر لنقطة الندى المرتفعة في معظم أشهر السنة مثل كفر شكر والدلنجات، وأخرى لنقطة الندى المنخفضة مثل كفر الشيخ والمنوفية.
- يغلب على دلتا النيل الراحة الفسيولوجية في معظم أشهر السنة خاصة في فصلي الشتاء والربيع. وتعد كفر شكر بالقليوبية من المناطق المريحة فسيولوجيًا في الأشهر من ديسمبر حتى مايو.
- تزداد مساحة المناطق غير المريحة فسيولوجيًا للإنسان في فصل الصيف بدلتا النيل، خاصة في شهر يوليو بالمناطق البعيدة نسبيًا عن ساحل البحر المتوسط، أما في أغسطس فتظهر بالمناطق المطلة على البحر المتوسط.
- يعد الربيع من أفضل فصول السنة من حيث الراحة الفسيولوجية – رغم ما يعكره من رياح الخماسين – فإنها التي تعمل على خفض معدلات الرطوبة النسبية، خاصة شهر إبريل.

الكلمات المفتاحية : نقطة الندى – الراحة الفسيولوجية – دلتا النيل – المناخ الفسيولوجي.

---

* أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة دمنهور.

المقدمة :

يقصد بنقطة الندى Dew point درجة حرارة التكاثف، أو التي يصبح عندها الهواء مشبعًا ببخار الماء مع ثبات الضغط الجوي، بحيث تبلغ الرطوبة النسبية ١٠٠٪[١]، ويتحول بخار الماء إلى الحالة السائلة إذا ارتفعت نقطة الندى على الصفر المئوي، وإلى الصورة المتجمدة إذا انخفضت عنه.

تعد دراسة نقطة الندى من الموضوعات المهمة في الدراسات المناخية، حيث يمكن من خلالها معرفة إمكانية التكاثف من عدمه، ونوعيته، ووقته. كما تؤثر نقطة الندى في الأنشطة البشرية، وتحدد نقطة الندى حالات الراحة الفسيولوجية للإنسان، فيشعر كثير من السكان بالانزعاج عندما تزيد نقطة الندى على ٢١°م (Horstmeyer, 2006).

الراحة الفسيولوجية هي إحساس ينتاب الإنسان ويجعله يشعر بالراحة التامة، وفق ظروف مناخية وطبيعية محددة، يرغب في استمرارها دون زيادة أو نقصان. وتعبر عن حالة الاتزان الحراري بين الجسم والبيئة المحيطة به، في ظل المحافظة على درجة حرارة الجسم العادية (يوسف زكرى، ٢٠٠٥، ص ٢٢٢). ويهتم علم المناخ الفسيولوجي بدراسة وتحليل العلاقة بين الظروف المناخية، وشعور الإنسان بالراحة المناخية أو الضيق والانزعاج (شحاتة طلبة، ٢٠٠٤، ص ١٧٩).

منطقة الدراسة :

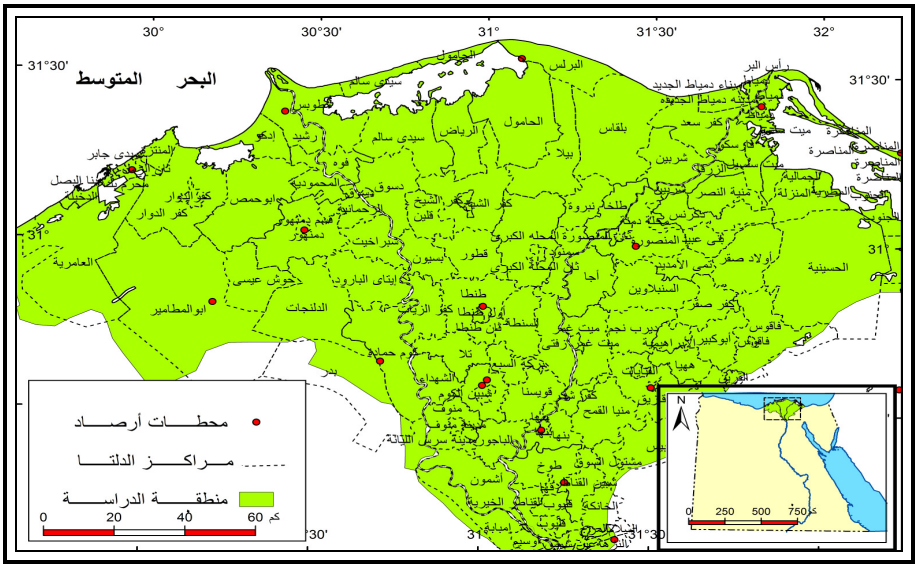
تقع دلتا النيل فلكيًا بين دائرتي عرض ٢٥ َ ٢٩°، ٣٣ َ ٣١° شمالاً، وبين خطي طول ٤٠ َ ٢٩°، ٢٠ َ ٣٢° شرقًا، وتقع جغرافيًا شمالي مصر، ويحدها من الشمال البحر المتوسط، وتحدها الهضبتان الشرقية والغربية[٢]، ويمتد ساحلها على البحر المتوسط لمسافة ٢٢٠ كم، وبعمق ١٧٠ كم نحو الجنوب حتى القناطر الخيرية (شكل ١). وتبلغ مساحة دلتا النيل نحو ٢٢ ألف كم٢، وهو ما يشكل نحو ٢,٢٪ من جملة مساحة الجمهورية. وتشتمل على عشر محافظات، يقع بها ١٥ محطة أرصاد جوية وزراعية، وتنتشر في جميع أجزائها[٣].

---

(١)قد يشعر الإنسان بالضيق والإزعاج الحراري تبعًا لدرجة الحرارة المصاحبة، لذا اعتمد أوليفر على عنصري الرطوبة الجوية ودرجة الحرارة.

(٢) تنتهي الحدود الشرقية والغربية لدلتا النيل مع نهاية الرواسب الفيضية للدلتا، في حين ينتهي حدها الجنوبي عند منطقة القناطر الخيرية، حيث نقطة تفرع النيل إلى فرعي دمياط شرقًا ورشيد غربًا.

(٣) تم الاستعانة ببيانات أربع محطات أرصاد قريبة من منطقة الدراسة هي: القاهرة، والجيزة، والإسماعيلية، ووادي النطرون، وذلك لنجاح عملية التوليف المكاني Interpolation لتكون خطوط التساوي أكثر دقة.



شكل (١) : موقع دلتا النيل ومحطات أرصادها الجوية والزراعية عام ٢٠١٥.

مشكلة البحث :

تتمثل المشكلة البحثية في زيادة الشعور بالانزعاج في فصل الصيف، خاصة بالمناطق الساحلية من دلتا النيل. وقلة الدراسات المناخية عن نقطة الندى وعلاقتها بالراحة الفسيولوجية للإنسان.

الدراسات السابقة:

تتعدد الدراسات المناخية التي درست الراحة الفسيولوجية للإنسان بمعايير أخرى مختلفة عن التي تناولتها الدراسة الحالية، ومنها ما ذُكر في قائمة المراجع، وتندر الدراسات التي تطرقت إلى نقطة الندى وتأثيرها في الراحة الفسيولوجية، ومنها:

- دراسة ياسر السيد (٢٠١٤) "رطوبة التروبوسفير وتغيراتها الرأسية بجمهورية مصر العربية". ودرس نقطة الندى في الفصول الأربعة وتباينها الجغرافي من إقليم لآخر بمصر.
- دراسة لورينس (Lawrence, 2005) عن "العلاقة بين الرطوبة النسبية ودرجة حرارة نقطة الندى في الهواء الرطب". وتناول فيها تأثير الرطوبة النسبية في تباين درجة حرارة نقطة الندى، وتوصل إلى وجود علاقة طردية قوية بين الرطوبة النسبية ونقطة الندى.

- دراسة نيا وآخرين (Niea, et al., 2016) عن "نوع جديد من أجهزة الاستشعار السريع لنقطة الندى باستخدام الكريستال والكوارتز". وتهدف الدراسة إلى حل مشكلة قياس الرطوبة في الغلاف الجوي. فعندما يبدأ التكاثف على سطح الكوارتز والكريستال، تتغير الخصائص الكهربائية لهما. ونتيجة لذلك يمكن استخدامها لتحديد وقت التكاثف.
- دراسة محمدية وآخرين (Mohammadia, et al., 2016) "لاختيار المقاييس الملائمة للتوقع بدرجة حرارة نقطة الندى". وتقترح طريقة للتوقع بدرجة حرارة نقطة الندى. وتشمل البيانات المستخدمة سبع سنوات لقياسات يومية، لبيانات اثنتين من المدن الإيرانية الواقعة في الأجزاء الوسطى وجنوب وسط البلاد (دراسة حالة). وتشير النتائج إلى أن درجة الحرارة الصغرى والرطوبة النسبية هما الأكثر تأثيرًا في التوقع بنقطة الندى.
- دراسة بغبانا وآخرين (Baghbana, et al., 2016) عن "تقدير درجة حرارة نقطة الندى للهواء باستخدام المخططات البيانية". وقد وضع للتوقع بدرجة حرارة نقطة الندى من الهواء الرطب مجموعة من العناصر المناخية أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية.

أهداف الدراسة :

يهدف البحث إلى وصف التباينات المكانية والموسمية في درجة حرارة نقطة الندى، وتحليل العلاقات بينها وبين العناصر المناخية الفعالة من درجة حرارة ورطوبة جوية، وتحديد نطاقات نقطة الندى المرتفعة والمتوسطة والمنخفضة، وتصنيف الراحة الفسيولوجية وفقًا لنقطة الندى.

فروض الدراسة:

تتمثل فروض الدراسة فيما يلي:

- وجود علاقة طردية بين نقطة الندى والرطوبة النسبية، ووجود علاقة عكسية بين نقطة الندى ودرجة الحرارة الصغرى.
- ترتفع نقطة الندى بالقرب من ساحل البحر المتوسط، وتنخفض بالابتعاد عنه، لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بالاتجاه شمالاً.
- تجانس معدلات نقطة الندى بدلتا النيل، لتجانس معدلات درجة الحرارة والرطوبة النسبية بها.

منهج الدراسة وأساليبها:

تعتمد الدراسة على المنهج الموضوعي، حيث تركز طريقة المعالجة على الموضوعات ذات الصلة بنقطة الندى من خلال الركائز الثلاث الرئيسة (التوزيع، والربط، والسببية). واستعانت الدراسة بالأسلوب الكمي في ايجاد العلاقة بين المتغيرات المؤثرة في نقطة الندى بارتباط بيرسون، وحساب معامل الاختلاف لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية ونقطة الندى الشهرية ببرنامج SPSS، والتحليل المكاني ببرنامج ArcGIS، حيث تم إنشاء مجموعة خرائط بطريقة التوليف المكاني Interpolation، وإعادة تصنيفها Reclassify إلى فئات، وعمل خطوط تساوي لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية ونقطة الندى.

مصادر الدراسة:

تتمثل بيانات الدراسة في نشرات المعمل المركزي للمناخ الزراعي، الخاصة ببيانات المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية للفترة الممتدة منذ إنشاء محطات الأرصاد وحتى عام ٢٠١١، وذلك لتوفر بيانات محطات الأرصاد المذكورة، إضافة إلى بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ولتحقيق أهداف الدراسة، تركز على النقاط الرئيسة التالية:

- عناصر نقطة الندى.
- الاختلاف الموسمي لنقطة الندى.
- أنماط الراحة الفسيولوجية.

أولاً – عناصر نقطة الندى :

تعتمد دراسة نقطة الندى على عنصرين أساسيين هما: درجة الحرارة، والرطوبة الجوية، حيث أنهما سبب شعور الإنسان بالراحة الفسيولوجية من عدمه، وتهدف دراستهما إلى معرفة تأثيرهما في تباين معدلات نقطة الندى، حيث أن أي تغير في هذين العنصرين موسميًا ومكانيًا يؤدي إلى تغيرات مماثلة في نقطة الندى.

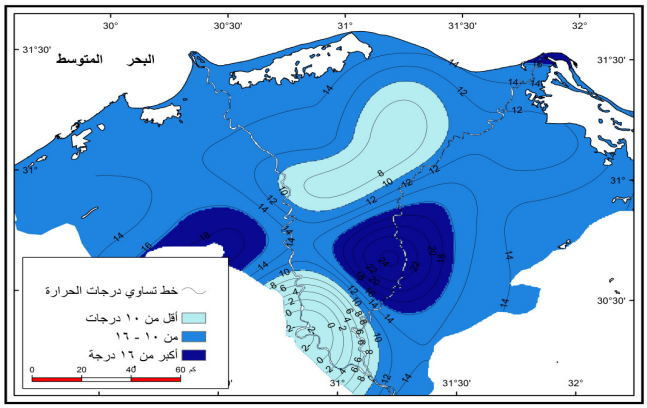
١) درجة الحرارة :

تعتمد الدراسة على المعدل اليومي لدرجات الحرارة للمستويين الشهري والفصلي للفترة حتى عام ٢٠١١، لإظهار الاختلافات الموسمية والمكانية لنقطة الندى في دلتا النيل، وتحديد علاقتها بدرجة الحرارة.

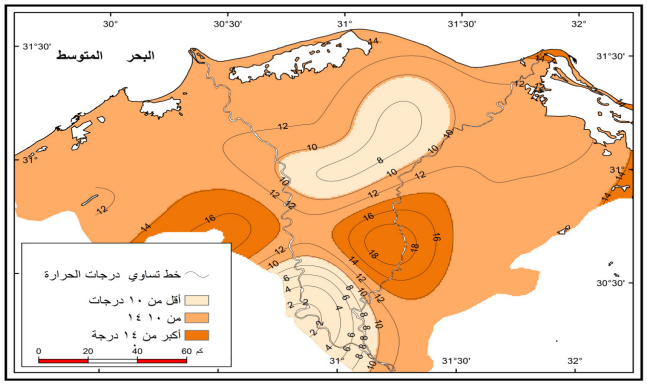
ومن تتبع الأشكال (٢ : ٥) يتضح ما يلي:

- توجد علاقة عكسية ضعيفة جدًا بين نقطة الندى ودرجة الحرارة تبلغ – ٠,١، ذلك لأن درجة الحرارة الصغرى هي الأكثر ارتباطًا بالتكاثف مقارنة بالمتوسط اليومي لدرجة الحرارة المعتمد على الصغرى والعظمى معًا. وبلغ معامل الارتباط بين نقطة الندى ودرجة الحرارة الصغرى – ٠,٥٦، بمعامل تحديد ٠,٣١.
- توجد جزر حرارية باردة في أشهر فصل الشتاء في مناطق: كفر الشيخ، والمنوفية، وأخرى حارة بكفر شكر والدلنجات، وبقية الدلتا في الفئة متوسطة الحرارة.
- أما عن انخفاض درجات الحرارة بالمنوفية فلموقعها بين فرعي دمياط ورشيد، حيث نقطة التفرع في جنوبها عند القناطر الخيرية، وكفر الشيخ لتأثرها بالمؤثرات البحرية.
- اختفت بعض الجزر الحرارية في أشهر فصل الربيع، والتي كانت موجودة في أشهر فصل الشتاء. وترتفع درجات الحرارة بالاتجاه نحو الجنوب بشكل واضح، للبعد عن المؤثرات البحرية في الشمال.
- توجد جزر حرارية باردة في كل أشهر السنة مثل كفر الشيخ والمنوفية، وكذلك توجد جزر حرارية حارة مثل الدلنجات بالبحيرة وكفر شكر بالقليوبية.
- تظهر الجزر الحرارية بشكل واضح في أشهر فصل الخريف، ويتشابه في التوزيع الجغرافي للنطاقات الحرارية بشكل واضح مع أشهر فصل الشتاء.
- يتشابه التوزيع الجغرافي للنطاقات الحرارية في أشهر فصل الصيف مع أشهر الربيع، مع ظهور الجزر الحرارية مرة أخرى خاصة في شهر أغسطس.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري لدرجات الحرارة أقصاه ٢٧,٨٪ في قويسنا، لبعدها عن المؤثرات البحرية، في حين بلغ أدناه ٢٢,٤٪ في بلطيم لانخفاض المدى الحراري بها. ويدل ذلك على التجانس في المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة بين محطات الأرصاد، وفي الوقت نفسه يوجد تباين نسبي في المعدل الشهري لدرجة الحرارة على مستوى المحطة الواحدة.

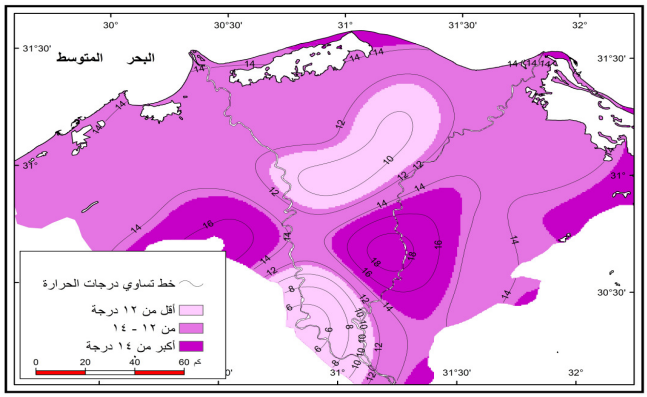
يؤثر توزيع نطاقات درجة الحرارة بشكل كبير على نطاقات نقطة الندى لوجود علاقة عكسية بينهما، فنطاقات الجزر الحرارية الباردة ترتفع فيها نقطة الندى على العكس من نطاقات الجزر الحرارية الحارة التي تنخفض فيها نقطة الندى. ولهذه العلاقة كان من الضروري دراسة هذا العنصر المناخي.



أ- ديسمبر



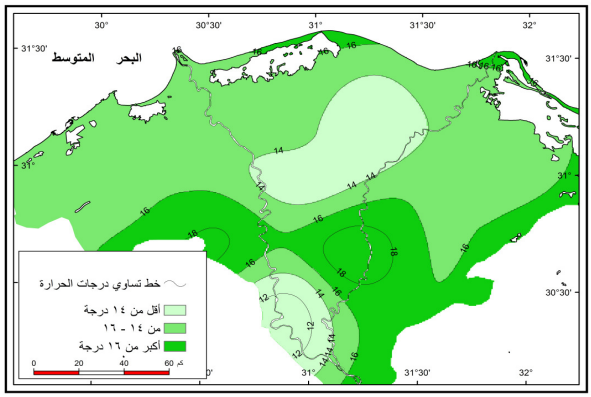
ب- يناير



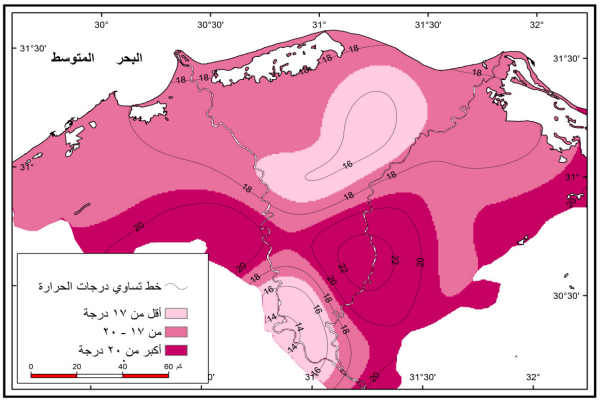
ج- فبراير

شكل (٢) : نطاقات درجة الحرارة في فصل الشتاء بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

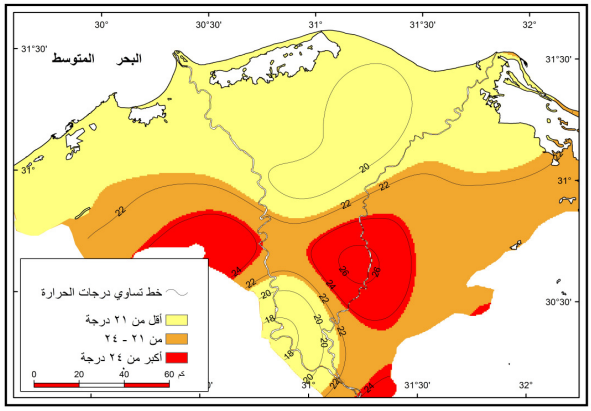
المصدر: ملحق (١).



أ- مارس



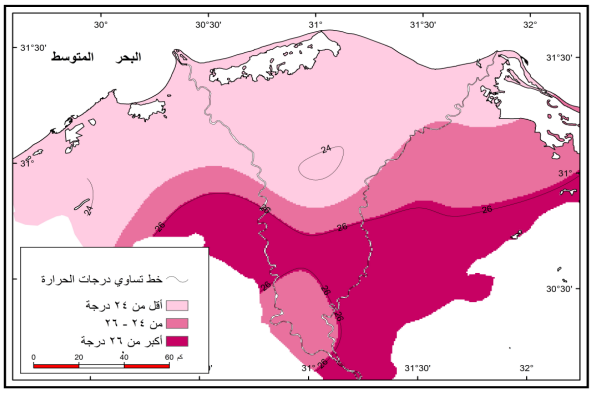
ب- إبريل



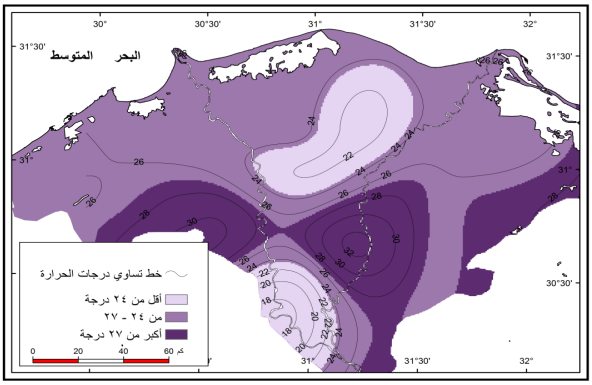
ج- مايو

شكل (٣) : نطاقات درجة الحرارة في فصل الربيع بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

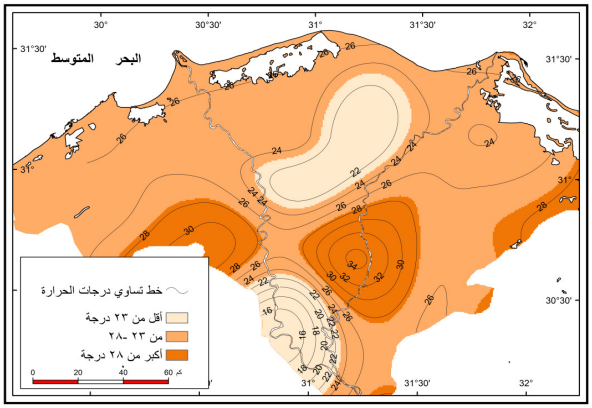
المصدر: ملحق (١).



أ- يونية



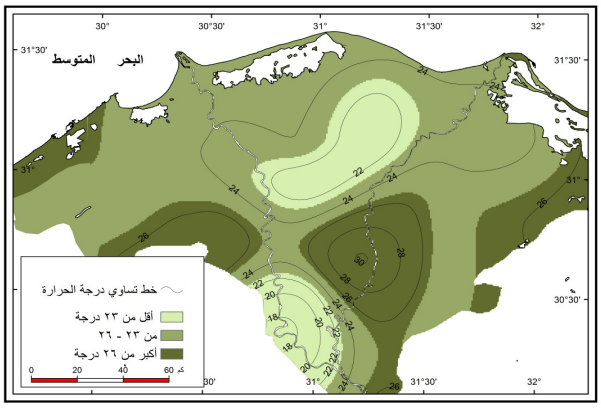
ب- يولية



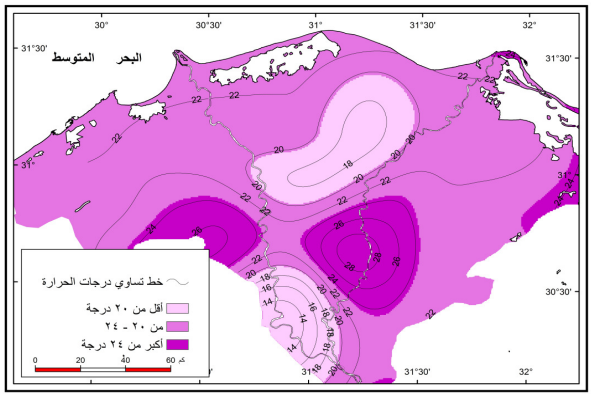
ج- أغسطس

شكل (٤) : نطاقات درجة الحرارة في فصل الصيف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

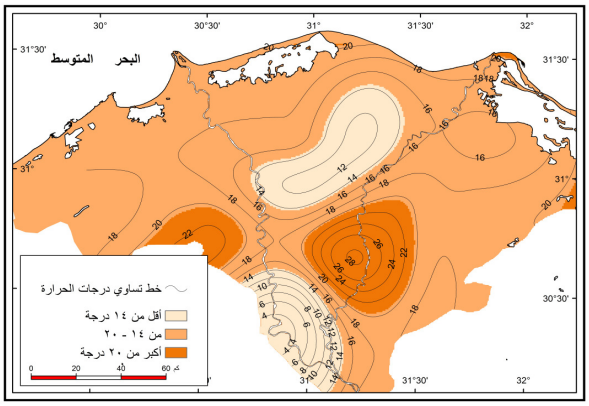
المصدر: ملحق (١).



أ- سبتمبر



ب- أكتوبر



ج- نوفمبر

شكل (٥) : نطاقات درجة الحرارة في فصل الخريف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

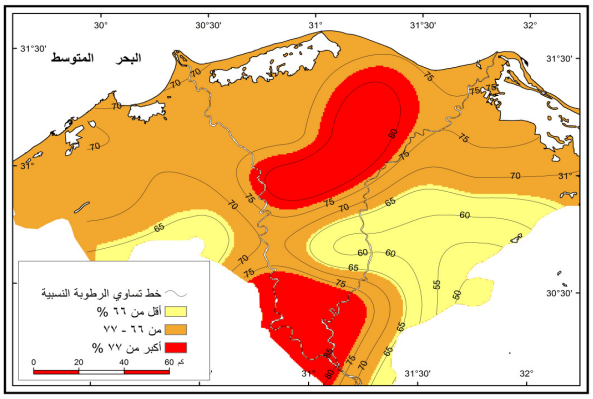
المصدر: ملحق (١).

٢) الرطوبة النسبية :

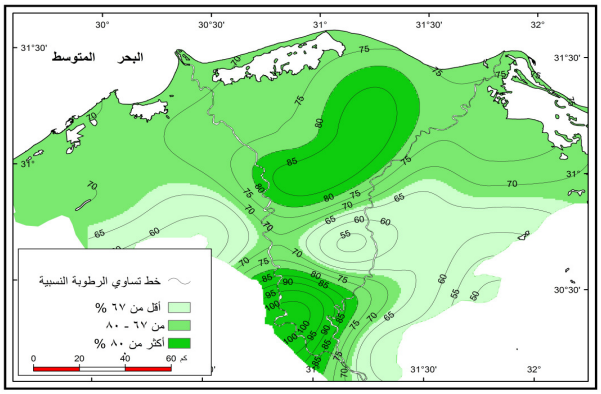
تعد الرطوبة الجوية من أهم عناصر المناخ التي تجعل الإنسان يشعر بالراحة الفسيولوجية من عدمه، فقد ترتفع درجات الحرارة مع رطوبة نسبية منخفضة، ولا يشعر الإنسان بالانزعاج، لأن جفاف الهواء يساعد على التخلص من العرق، على العكس من الهواء الرطب. وترجع أهمية دراسة الرطوبة النسبية إلى معرفة تأثيرها في تغيير معدلات نقطة الندى.

يتضح من تتبع الأشكال (٦ : ٩) ما يلي:

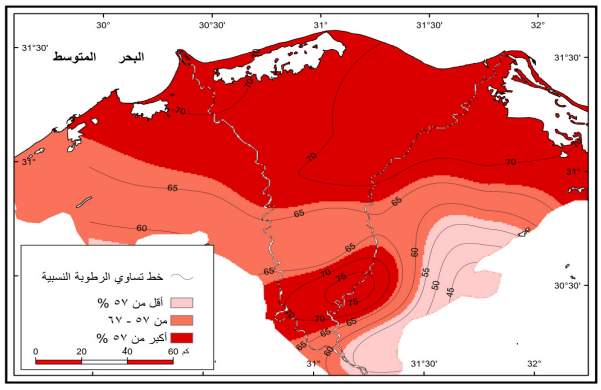
- توجد علاقة ارتباطية طردية قوية جدًا بين الرطوبة النسبية ونقطة الندى، تبلغ ٠,٩٢، بمستوى معنوية ٠,٠١، بدرجة ثقة ٩٩٪، بمعامل تحديد ٠,٨٤، ويعني ذلك أن ٨٤٪ من العوامل المسئولة عن تغيير معدلات نقطة الندى تتمثل في الرطوبة النسبية، ذلك لأنه يزداد التكاثف مع ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية، لذا ترتفع نسبيًا درجة حرارة التكاثف.
- توجد جزر للرطوبة النسبية المرتفعة في كفر الشيخ والمنوفية، وأخرى للرطوبة النسبية المنخفضة بـ "أبو حماد" والدلنجات في فصل الشتاء، وذلك عكس ما يحدث في نطاقات درجة الحرارة والجزر الحرارية بالنطاقات المذكورة. وتختفي تلك الجزر في فبراير، للتجانس النسبي في معدلات الرطوبة النسبية.
- تختفي جزر الرطوبة النسبية نسبيًا في أشهر فصل الربيع، مع تزايد معدلاتها بالقرب من ساحل البحر المتوسط ورأس الدلتا، حيث التقاء فرعيها بمنطقة القناطر الخيرية.
- تبدأ جزر الرطوبة النسبية في الظهور في أشهر فصل الصيف بداية من شهر يولية، للتباين النسبي في معدلات الرطوبة النسبية بين النطاق الساحلي والداخلي من الدلتا.
- ترتفع معدلات الرطوبة النسبية بالاتجاه شمالاً للاقتراب من ساحل البحر المتوسط، وذلك في فصل الخريف، وأوضح ما يكون ذلك في شهر أكتوبر. وترتفع بالاتجاه جنوبًا عند التقاء فرعي الدلتا.
- توجد جزر للرطوبة النسبية المرتفعة طوال العام بكفر الشيخ والمنوفية، وذلك لاقتراب الأولى من ساحل البحر المتوسط، واقتراب الثانية من نقطة التقاء فرعي الدلتا، في حين توجد جزر للرطوبة النسبية المنخفضة في "أبو حماد" والدلنجات، وذلك بسبب الظهير الصحراوي لكل منهما.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري للرطوبة النسبية أقصاه ١٤,٤٪ في بهتيم، في حين بلغ أدناه ٢٪ في بورسعيد، لتباين موقعهما الجغرافي بالنسبة للبحر المتوسط. ويدل ذلك على التذبذب في المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية بين محطات الأرصاد، وفي الوقت نفسه يقل التباين الشهري للرطوبة النسبية في محطة الأرصاد الواحدة على مدار العام.



أ- ديسمبر



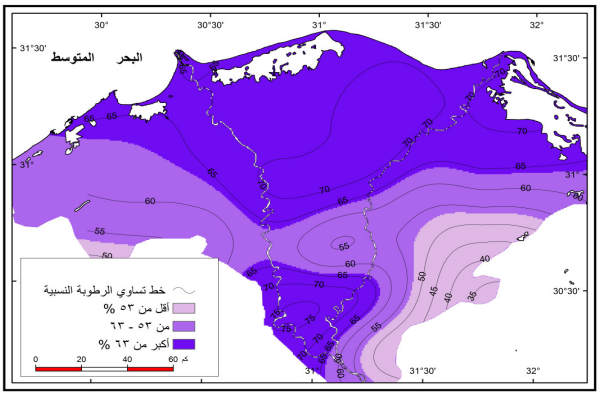
ب- يناير



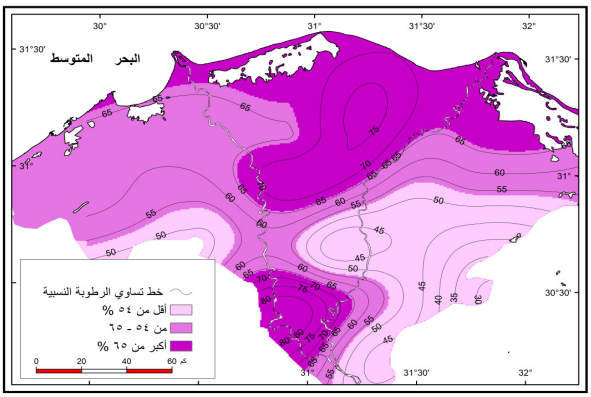
ج- فبراير

شكل (٦) : نطاقات الرطوبة النسبية في أشهر فصل الشتاء بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

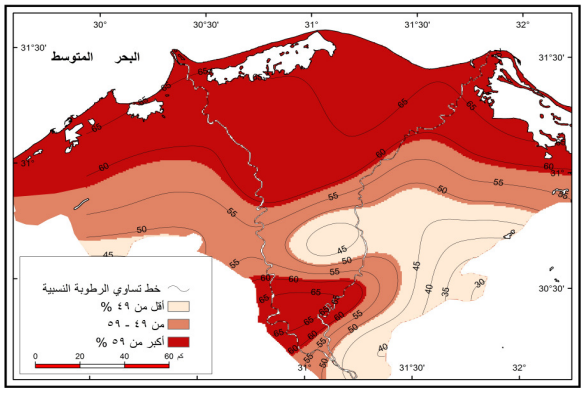
المصدر: ملحق (٢).



أ- مارس



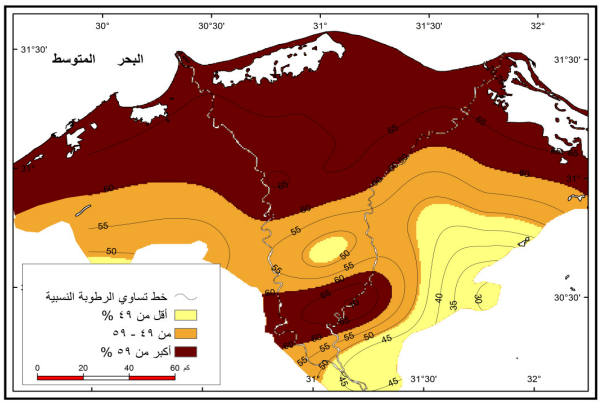
ب- إبريل



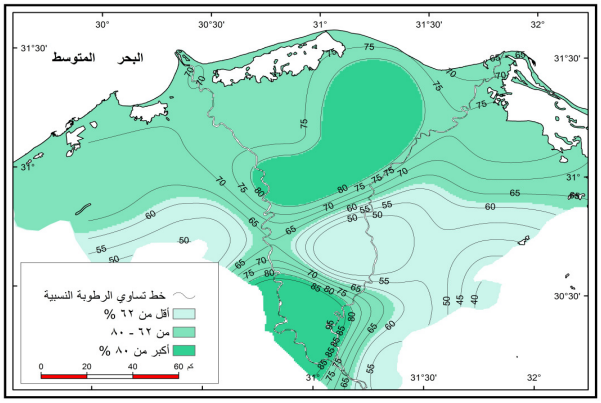
ج- مايو

شكل (٧) : نطاقات الرطوبة النسبية في أشهر فصل الربيع بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

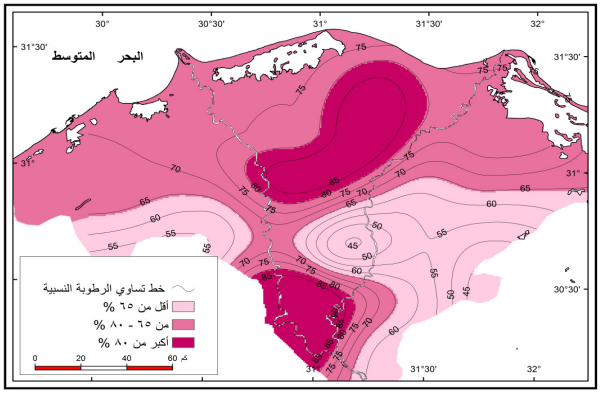
المصدر: ملحق (٢).



أ- يونية



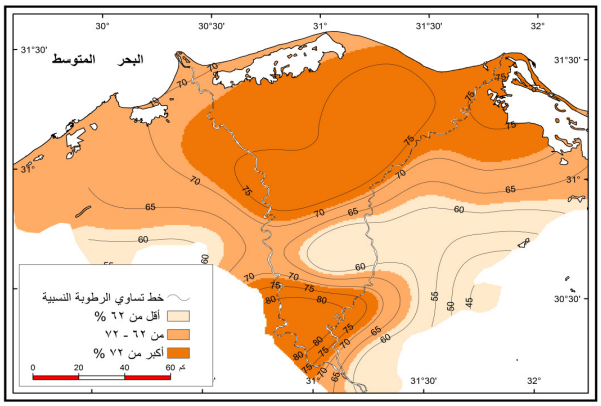
ب- يولية



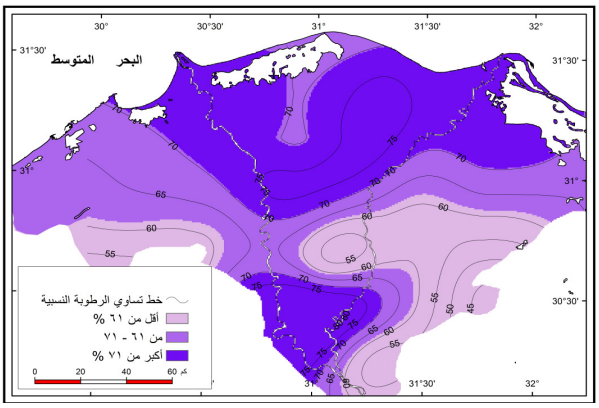
ج- أغسطس

شكل (٨) : نطاقات الرطوبة النسبية في أشهر فصل الصيف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

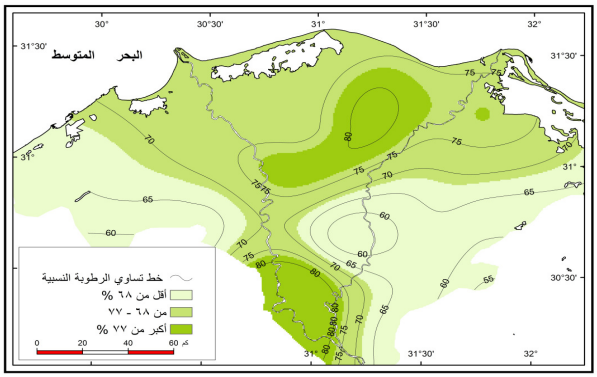
المصدر: ملحق (٢).



أ- سبتمبر



ب- أكتوبر



ج- نوفمبر

شكل (٩) : نطاقات الرطوبة النسبية في أشهر فصل الخريف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

المصدر: ملحق (٢).

- تتأثر نطاقات نقطة الندى بتوزيع نطاقات الرطوبة النسبية، حيث توجد علاقة طردية بينهما، فالنطاقات ذات الرطوبة النسبية المرتفعة يتوقع أن تكون هي نفسها النطاقات المرتفعة في نقطة الندى، إلا إذا كان تأثير درجة الحرارة هو الأكثر (السائد).

ثانياً – الاختلاف الموسمي لنقطة الندى :

تتعدد طرق حساب نقطة الندى، فتوجد الطرق التقليدية مثل المعادلة التالية[1] (Groselj, 2011, p. 7)، وتوجد برامج إلكترونية، ومواقع بشبكة المعلومات الدولية لحسابها تلقائيًا. وتشتمل دراسة الاختلاف الموسمي لنقطة الندى على المستويين الشهري والسنوي، ويرتبط اختلاف معدلاتها بعنصريها (درجة الحرارة والرطوبة النسبية).

١) نقطة الندى الشهرية :

نظرًا لتغير معدلات درجة الحرارة والرطوبة النسبية من شهر إلى آخر، فينعكس ذلك على معدلات نقطة الندى الشهرية. ويمكن تسجيل عدة ملاحظات من تحليل (الأشكال١٠-١٣):

- توجد جزر لنقطة الندى عند كفر شكر والمنوفية والدلنجات و"أبو المطامير" و"أبو حماد" وكفر الشيخ في معظم أشهر السنة، خاصة في أشهر فصلي الشتاء والخريف، لاختلاف درجات الحرارة والرطوبة النسبية فيهما، في حين تختفي في معظم فصل الربيع، وتتلاشى في أشهر فصل الصيف، لتجانس درجات الحرارة والرطوبة النسبية، حيث تزحزح مسار المنخفضات الجوية الجبهية إلى الشمال من حوض البحر المتوسط.
- تقع جزر نقطة الندى المرتفعة في كفر شكر والدلنجات والمنوفية أحيانًا، لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بها، في حين أن جزر نقطة الندى المنخفضة تتمثل في كفر الشيخ و"أبو المطامير" في بعض الأشهر، لانخفاض معدلات الرطوبة النسبية بهما.
- ترتفع معدلات نقطة الندى في النطاق الساحلي من وسط الدلتا، الممتد من دمياط إلى رشيد في كل أشهر السنة، لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية فيه، إلا أن هذا النطاق ينحسر في شهر يولية.

---

(١) معادلة نقطة الندى:

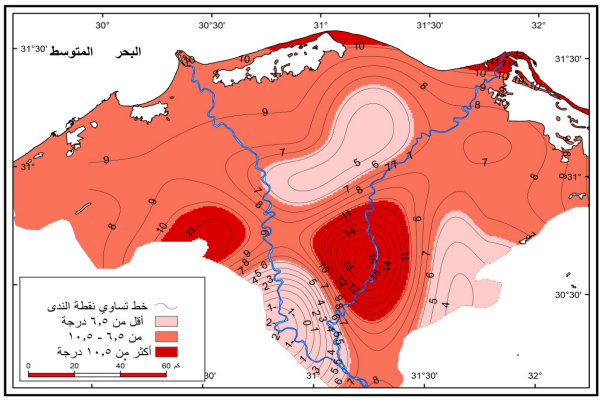
$$Td = \left[\left(\frac{r}{100}\right)^{0.125} \times (112 + \langle 0.9 \times T \rangle)\right] + [(0.1 \times T) - 112]$$

Td = درجة حرارة نقطة الندى (°م).

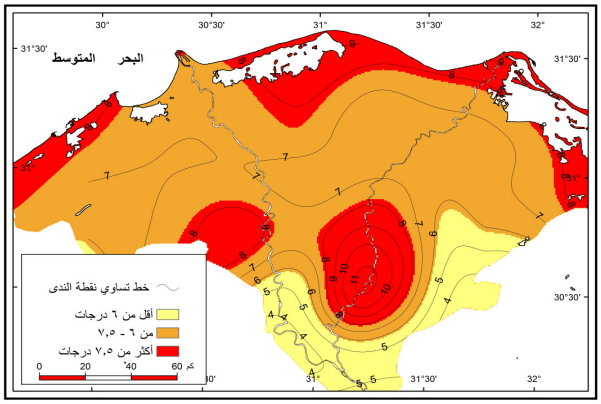
r = الرطوبة النسبية (٪).

T = درجة الحرارة (°م). (ياسر السيد، ٢٠١٤، ص ٤٧٣) – مخرجات المعادلة وردت بالملحق (٣).

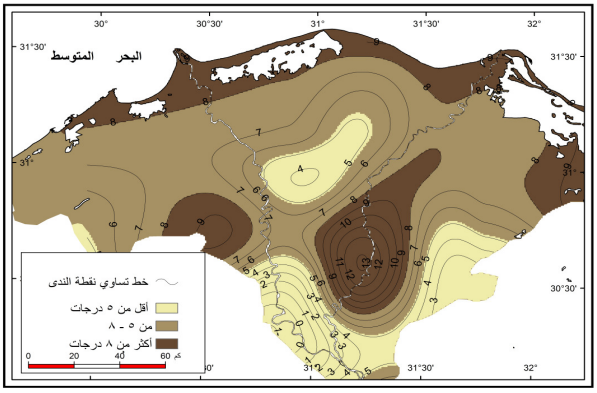
- http://WWW.srh.NOAA.gov/images/epz/wxcalc/rhTdFromWetBulb.pdf



أ- ديسمبر



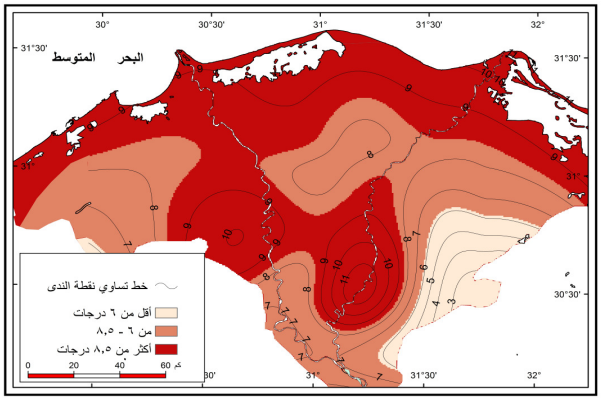
ب- يناير



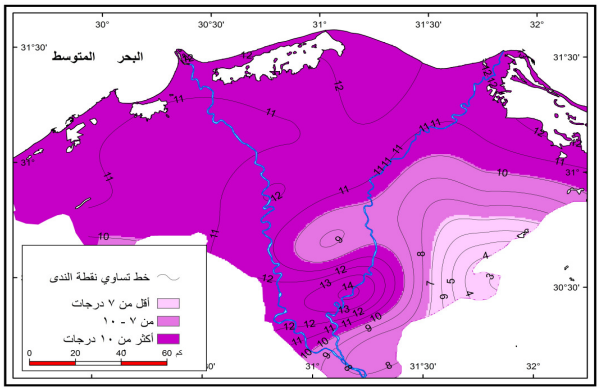
ج- فبراير

شكل (١٠) : نطاقات نقطة الندى في أشهر فصل الشتاء بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

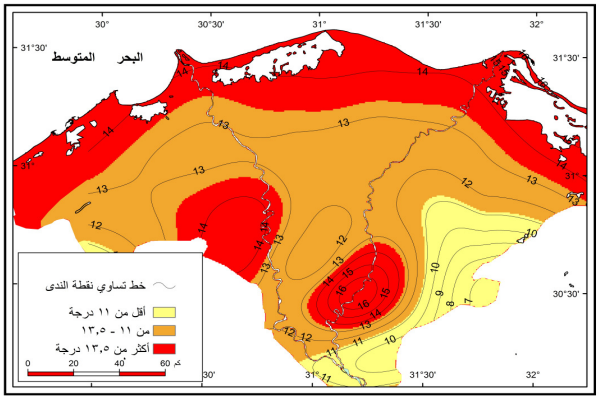
المصدر: ملحق (٣).



أ- مارس



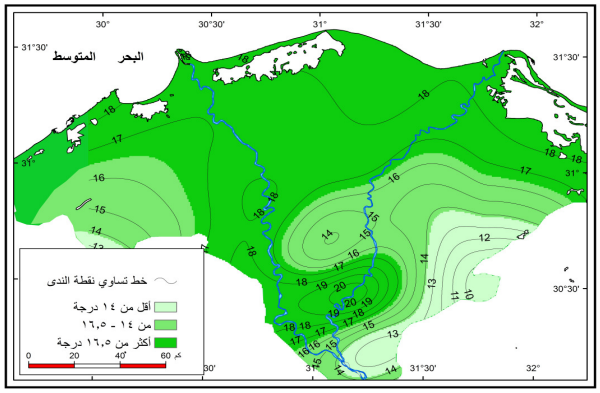
ب- إبريل



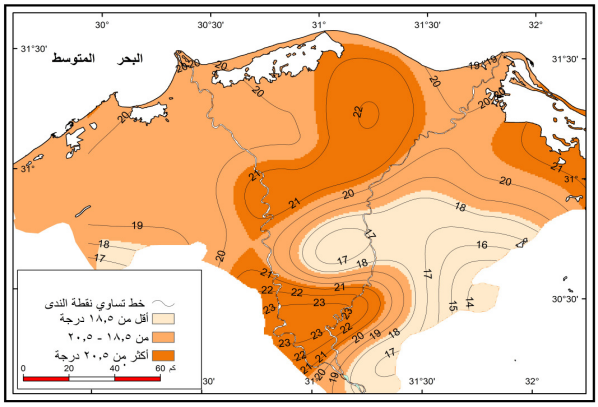
ج- مايو

شكل (١١) : نطاقات نقطة الندى في أشهر فصل الربيع بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

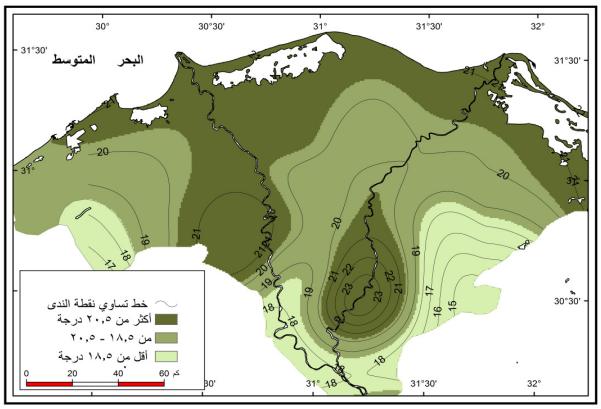
المصدر: ملحق (٣).



أ- يونية



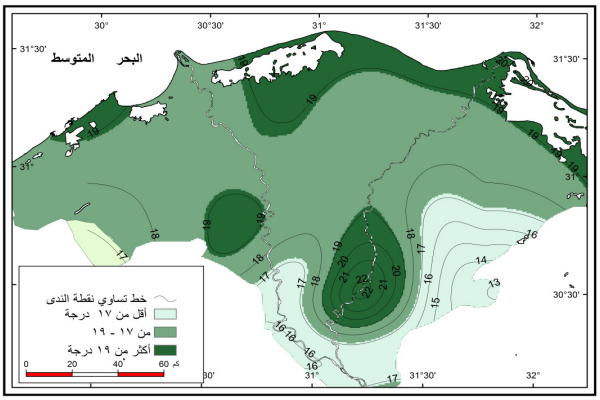
ب- يولية



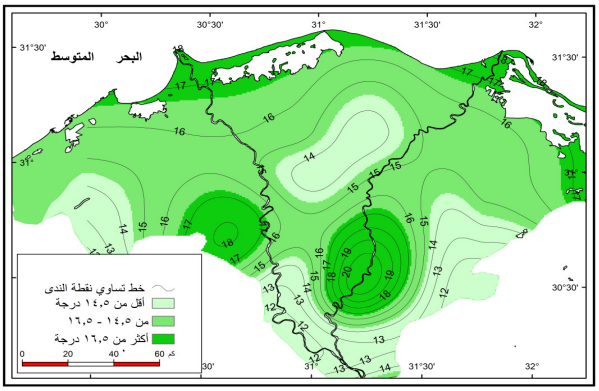
ج- أغسطس

شكل (١٢) : نطاقات نقطة الندى في أشهر فصل الصيف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

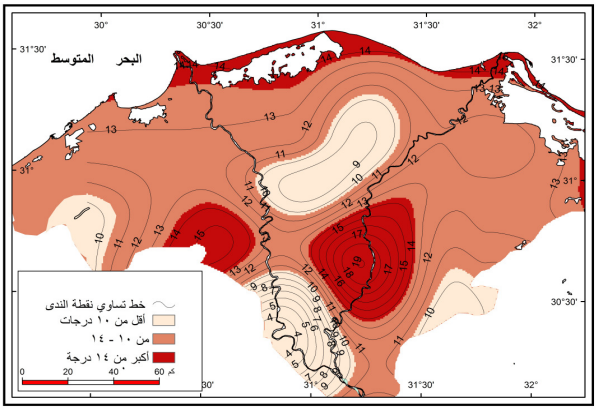
المصدر: ملحق (٣).



أ- سبتمبر



ب- أكتوبر



ج- نوفمبر

شكل (١٣) : نطاقات نقطة الندى في أشهر فصل الخريف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

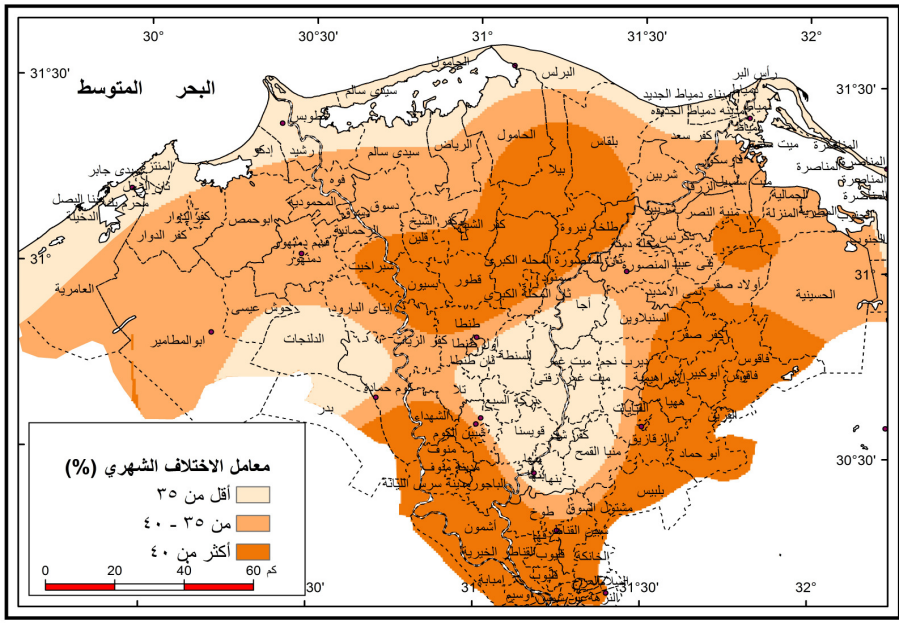
المصدر: ملحق (٣)

- يصل مدى نقطة الندى أقصاه بين نطاقات منطقة الدراسة ٤°م في شهري نوفمبر وديسمبر، في حين يصل أدناه ١,٥°م في يناير، مما يعني أن يناير أكثر تجانسًا في نطاقات نقطة الندى، ويبلغ متوسطه ٢,٥°م في بقية أشهر السنة.
- ترتفع معدلات نقطة الندى بالاتجاه شمالاً في أشهر السنة جميعها تقريبًا، ويستثنى من ذلك جزر نقطة الندى، ويدل ذلك على عظم التكاثف الذي يزداد باتجاه ساحل البحر المتوسط، حيث ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية.
- تقع أبو المطامير وأبو حماد في النطاق المنخفض لنقطة الندى بمعظم أشهر السنة، ويعكس ذلك انخفاض معدلات الرطوبة النسبية بهما وندرة التكاثف، على العكس من منطقة كفر شكر.
- يشغل نطاق نقطة الندى المرتفعة أكبر المساحات في شهري إبريل ويونية، حيث يغطي معظم مساحة الدلتا، في حين أن أكبر المساحات لنطاق نقطة الندى المنخفضة في أكتوبر.
- أما نطاق نقطة الندى المتوسطة فيبلغ أقصى مساحة له في ديسمبر، وأدناه في إبريل.
- يتشابه التوزيع الجغرافي لنقطة الندى في شهري إبريل ويونية، وأشهر يناير ومايو وسبتمبر، ومارس مع أغسطس، وأكتوبر ونوفمبر وديسمبر وفبراير، أما يولية فيختلف عن الأشهر جميعها وإن تشابه قليلاً مع يونية.
- يوجد تجانس نسبي في نقطة الندى بين نطاقات منطقة الدراسة في الفصول الأربعة، وذلك للتجانس النسبي في مناخ الدلتا، خاصة في درجات الحرارة والرطوبة النسبية.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري لمعدلات نقطة الندى أقصاه ٤١,٦٪ في الزقازيق، في حين بلغ أدناه ٢٩,٩٪ في بور سعيد، وذلك لاختلاف معامل القارية والبحرية بينهما، ويدل ذلك على التذبذب في المعدلات الشهرية لنقطة الندى. ويقل معامل الاختلاف بشكل واضح في ساحل دلتا النيل ومنطقة ميت غمر والدلنجات، في حين يزداد في مناطق: الشرقية والقليوبية والمنوفية وكفر الشيخ (شكل ١٤).

٢) نقطة الندى السنوية :

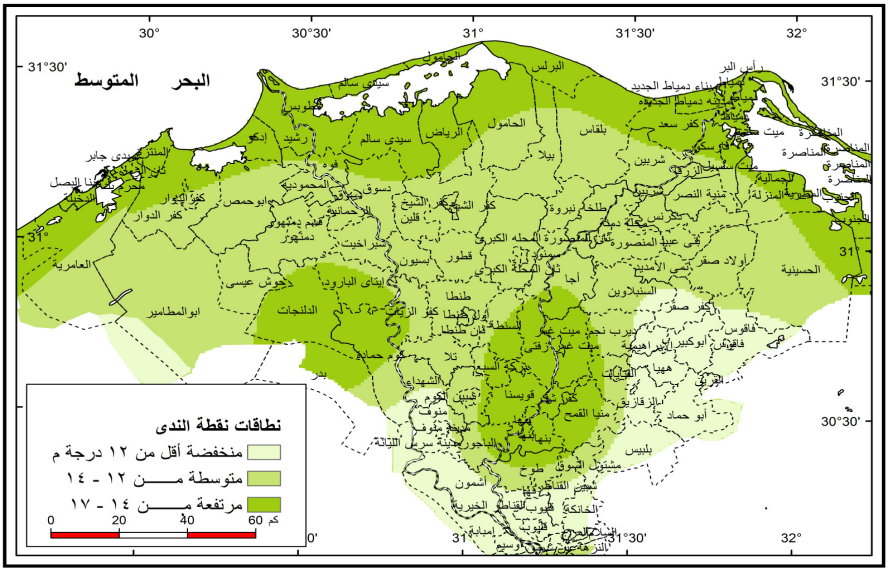
تبعًا للاختلافات النسبية في المعدلات الشهرية لنقطة الندى، تم الاعتماد على المعدل السنوي لنقطة الندى[١]، لتقسيم منطقة الدراسة من خلاله إلى نطاقات ثلاثة (شكل ١٥).

(١) تم إنشاء Field للمعدل السنوي لنقطة الندى وتحويله إلى Raster عن طريق التوليف المكاني Interpolation، ثم عمل إعادة تصنيف Reclassify لل Raster الجديد إلى فئات ثلاث، وإسقاط طبقة مراكز الدلتا عليه (شكل ١٥).



شكل (١٤) : نطاقات معامل الاختلاف الشهري لنقطة الندى بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

المصدر: ملحق (٣).



شكل (١٥) : نطاقات نقطة الندى بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

أ- **نطاق نقطة الندى المنخفضة :** تقل نقطة الندى فيه عن ١٢°م، وتبلغ مساحته ٣,٣ آلاف كم٢، أو ما يمثل ١٥٪ من مساحة الدلتا. ويتوزع على معظم محافظات الشرقية والقليوبية والمنوفية، إضافة إلى جنوب غربي مركز "أبو المطامير".

ويرجع انخفاض نقطة الندى فيه إلى موقعه في هوامش الدلتا الشرقية والغربية والجنوبية، حيث تنخفض فيها معدلات الرطوبة النسبية، وترتفع فيها معدلات درجة الحرارة، مما يتطلب انخفاض معدلات نقطة الندى ليحدث التكاثف. وترتب على ذلك أن أصبحت هذه المنطقة من المناطق المريحة جدًا فسيولوجيًا.

ب- **نطاق نقطة الندى المتوسطة :** تتراوح نقطة الندى فيه بين ١٢-١٤°م، وتبلغ مساحته ١٢,١ ألف كم٢، أو ما يعادل ٥٥٪. ويتوزع على كل الدلتا عدا هوامشها الشرقية والغربية والشمالية والجنوبية. وهو من المناطق المريحة فسيولوجيًا.

ج- **نطاق نقطة الندى المرتفعة :** تزيد نقطة الندى فيه على ١٤°م، لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية، لذا يتكرر حدوث التكاثف، وتبلغ مساحته ٦,٦ آلاف كم٢، أو ما يشكل ٣٠٪. ويتوزع على شمالي الدلتا من بور سعيد شرقًا حتى الإسكندرية غربًا بعمق ٢٥ كم في المتوسط، إضافة إلى منطقتي كفر شكر والدلنجات. وهو من النطاقات الأقل راحة فسيولوجيًا للسكان.

ثالثاً - أنماط الراحة الفسيولوجية :

يمكن تصنيف الراحة الفسيولوجية وفقًا لنقطة الندى[١] في دلتا النيل إلى ست فئات[٢] (Lambert, 2009, p. 12; Horstmeyer, 2006). ويمكن دراسة تلك الأنماط للمستويين الشهري والسنوي:

---

(١) تم عمل إعادة تصنيف Reclassify لكل ال Rasters الخاصة بنقطة الندى إلى فئات وفقًا للتي ذكرها لامبرت وهورستمير للراحة الفسيولوجية. وتم تحديد عدد الفئات لكل Raster من Classes وبالطريقة اليدوية Manual في ال Reclassify، بحيث يتم التحكم في بداية ونهاية كل فئة، ومن ثم يختلف طول الفئات.

(٢) تنقسم الراحة الفسيولوجية وفقًا لنقطة الندى إلى ثمان فئات: ١- نقطة الندى الجافة (مريحة للغاية): تقل نقطة الندى عن ١٠°م. ٢- مريحة جدًا: (١٠-١٢°م). ٣- مريحة: (١٣-١٦°م). ٤- جيدة لمعظم السكان: (١٦-١٨°م). ٥- غير مريحة: (١٨-٢١°م). ٦- غير مريحة رطبة: (٢١-٢٤°م). ٧- غير مريحة للغاية: (٢٤-٢٦°م). ٨- غير مريحة مجهدة: (+ ٢٦°م).
http://www.shorstmeyer.Com/wxfaqs/humidity/humidity.html

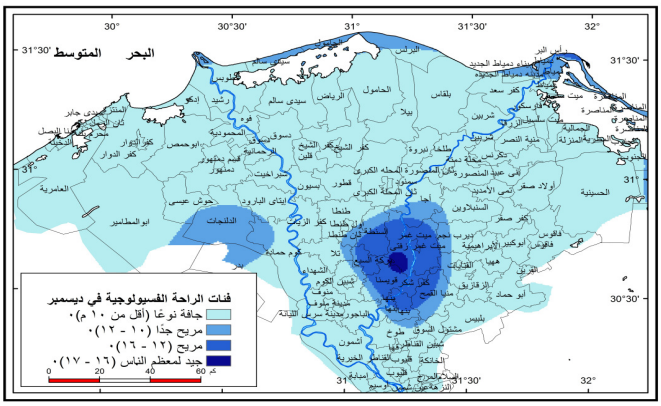
١) على المستوى الشهري :

تنقسم أنماط الراحة الفسيولوجية على المستوى الشهري إلى الأنماط التالية (الأشكال ١٦-١٩):

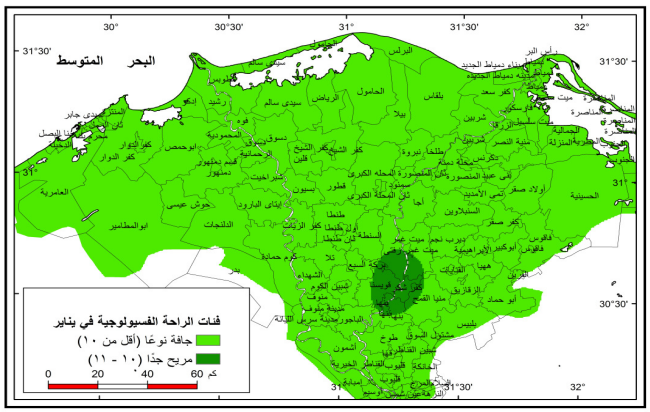
أ- **نقطة الندى الجافة** : تقل نقطة الندى فيها عن ١٠°م، وهي مريحة للغاية، بسبب انخفاض معدلات الرطوبة النسبية. وتسود معظم الدلتا عدا منطقة كفر شكر في شهري يناير وفبراير، وتظهر جزيرة أخرى في مارس بشمال غربي كوم حمادة بمحافظة البحيرة، والهوامش الشمالية والغربية لبحيرة المنزلة. وتتوزع في إبريل على شرقي الدلتا عدا أطرافها الشمالية، وتتركز في وسط شرقي الدلتا في مايو، وتقل في يونية حتى تنحسر في شرقي مركز "أبو حماد"، وتظهر مرة أخرى في شهر نوفمبر في أجزاء متفرقة من شرقي الدلتا وغربها ورأسها وشمالها. أما في ديسمبر فتنتشر في الدلتا كلها عدا الدلنجات وكفر شكر.

ب- **مريحة جدًا** : تتراوح نقطة الندى فيها بين ١٠-١٢°م، وتتركز بمنطقة كفر شكر في شهري يناير وفبراير، وتظهر في مارس بمنطقة أخرى صغيرة شمال غربي كوم حمادة، إضافة إلى معظم محافظة دمياط. وتتوزع في إبريل على معظم شمالي الدلتا وغربها، وتشغل شرقي الدلتا في مايو، وتتركز في "أبو حماد" وشرقي بلبيس بالشرقية في يونية، وتختفي في الشهور من يولية حتى سبتمبر، لتظهر ثانية في أكتوبر بنطاق محدود المساحة في فاقوس و"أبو حماد" وبلبيس بالشرقية، وأشمون ومنوف بالمنوفية. وتتوزع على مناطق متفرقة في محافظات الشرقية وكفر الشيخ والبحيرة والإسكندرية والمنوفية والدقهلية في شهر نوفمبر، ثم تشغل مراكز: الدلنجات والبرلس ورأس البر وأجا وديرب نجم وبنها وتلا في ديسمبر.

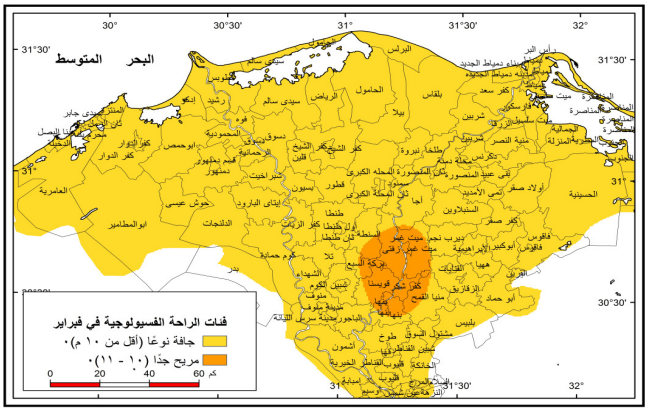
ج- **مريحة** : تتراوح نقطة الندى فيها بين ١٣-١٦°م، وتختفي في أشهر يناير وفبراير ومارس، وتتركز في معظم المنوفية وشمالي كفر الشيخ ومعظم دمياط في إبريل، وتشغل معظم الدلتا في مايو، أما في يونية فتتوزع على محافظتي الشرقية والقليوبية، ومعظم محافظة الغربية، وجنوبي الدقهلية، ومركز "أبو المطامير"، وجنوبي حي العامرية، وجنوب غربي مركز حوش عيسى، وتتركز في مراكز: فاقوس و"أبو كبير" وههيا و"أبو حماد" وغربي زفتى في يولية، أما في أغسطس فتشغل مراكز: "أبو حماد" وبلبيس وجنوبي أبو كبير، وفي سبتمبر تشغل المناطق نفسها تقريبًا بمساحة أكبر، وتتوزع على معظم الدلتا عدا شمالها ومناطق متفرقة بمركزي كفر شكر والدلنجات في أكتوبر، أما في نوفمبر فتشغل معظم الدلتا، وفي ديسمبر تتركز بمنطقة كفر شكر.



أ- ديسمبر



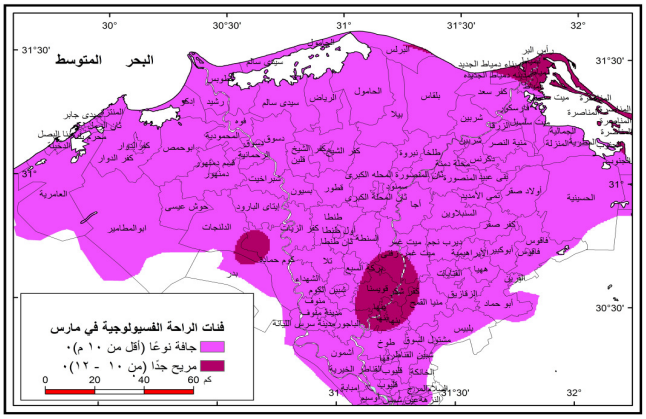
ب- يناير



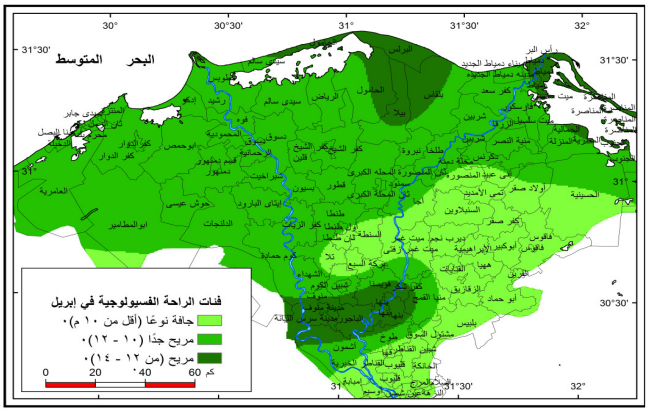
ج- فبراير

شكل (١٦) : نطاقات الراحة الفسيولوجية في الشتاء بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

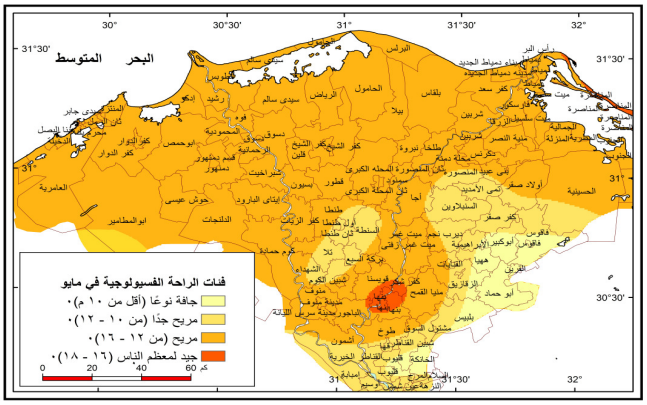
المصدر: ملحق (٣).



أ- مارس



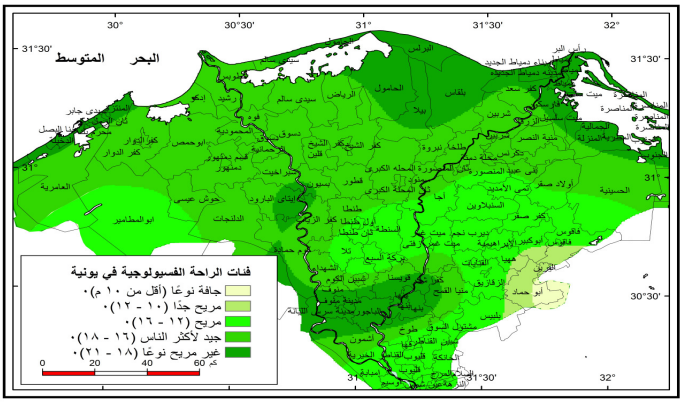
ب- إبريل



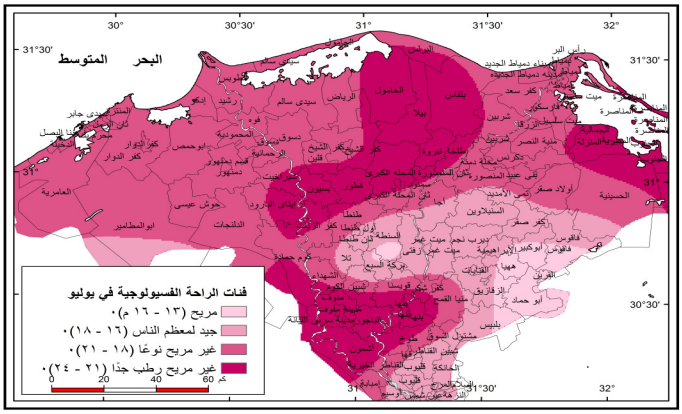
ج- مايو

شكل (١٧) : نطاقات الراحة الفسيولوجية في الربيع بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

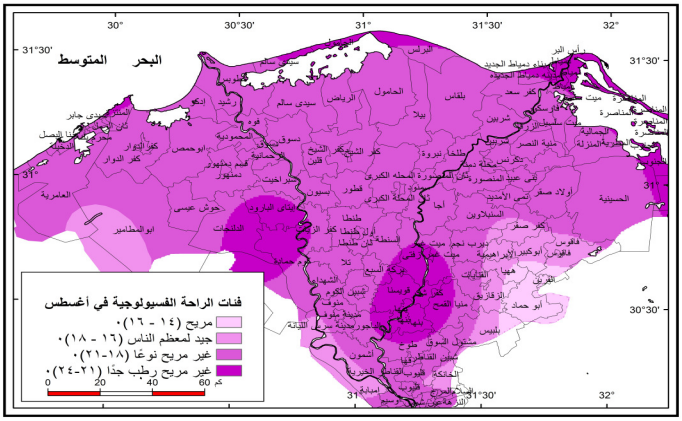
المصدر: ملحق (٣).



أ- يونية



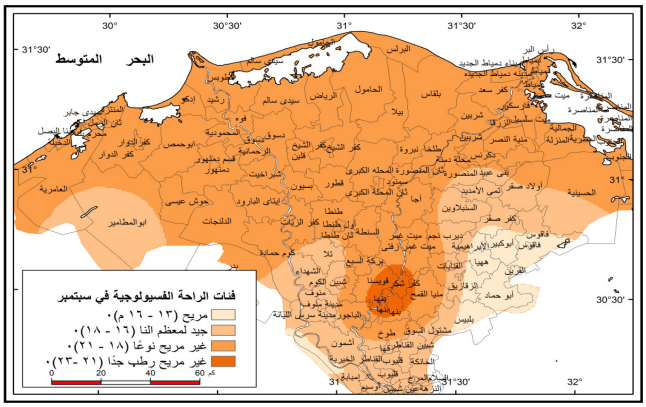
ب- يولية



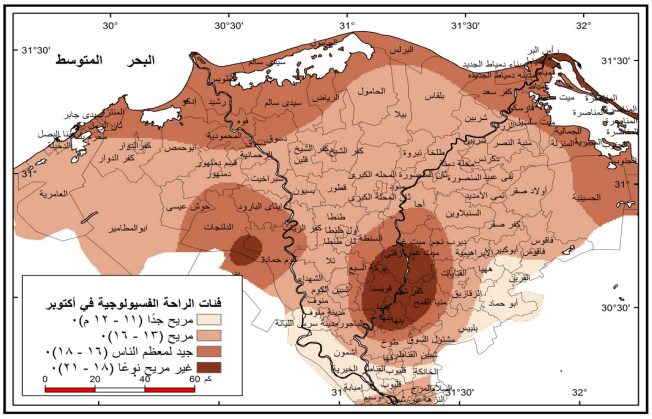
ج- أغسطس

شكل (١٨) : نطاقات الراحة الفسيولوجية في الصيف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

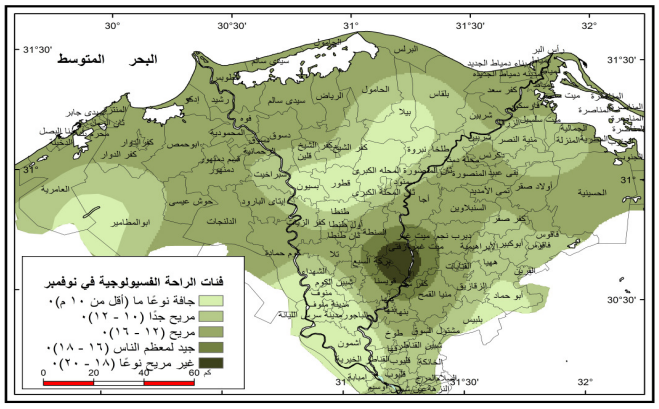
المصدر: ملحق (٣).



أ- سبتمبر



ب- أكتوبر



ج- نوفمبر

شكل (١٩) : نطاقات الراحة الفسيولوجية في الخريف بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

المصدر: ملحق (٣).

د- **جيدة لمعظم السكان** : تتراوح نقطة الندى فيها بين ١٦-١٨°م، وتختفي في الأشهر من يناير حتى إبريل، وتظهر في مايو في منطقة كفر شكر، وتشغل معظم الدلتا عدا ما ذُكر من مناطق في الشهر نفسه بالفئات السابقة في يونية، وتتركز بمحافظتي الشرقية والقليوبية، وأجزاء من الدقهلية والغربية والمنوفية في يولية. وتتوزع في أغسطس على مراكز: فاقوس والإبراهيمية وكفر صقر وههيا وبلبيس بالشرقية، وغربي "أبو المطامير" بالبحيرة، وجنوبي العامرية بالإسكندرية، وغربي المنوفية. وتغطي المناطق المذكورة سلفًا في سبتمبر وإن كانت أكثر اتساعًا منها. وتتوزع في أكتوبر على شمالي الدلتا وأجزاء من مراكز: إيتاي البارود، وحوش عيسى، والدلنجات، وكوم حمادة، وديرب نجم، وزفتى، وبركة السبع، وشبين الكوم، والباجور، وبنها، ومنيا القمح، وميت غمر. وتشغل منطقة بركة السبع في نوفمبر. أما في ديسمبر فتتركز في منطقة ميت غمر.

هـ- **غير مريحة** : تتراوح نقطة الندى فيها بين ١٨-٢١°م، وتختفي في الشهور من ديسمبر حتى مايو، وتظهر في شهر يونية في النطاق الساحلي الممتد من بحيرة المنزلة شرقًا حتى البرلس غربًا (شمالي الدلتا عدا الجزء المطل على خليج "أبوقير")، ومركز إيتاي البارود، ومعظم المنوفية، ومركز بنها، والنطاق الساحلي من الإسكندرية، وتتوزع في يولية على معظم الدلتا عدا معظم كفر الشيخ والشرقية والمنوفية. وتغطي معظم الدلتا عدا كفر شكر والدلنجات ونطاقات متفرقة بشمالي الدلتا في رأس البر والبرلس والحامول والمنتزه في أغسطس. وتشغل معظم الدلتا في سبتمبر، في حين تتركز بمنطقتي كفر شكر وكوم حمادة في شهر أكتوبر، وتتركز في نوفمبر بمنطقة كفر شكر.

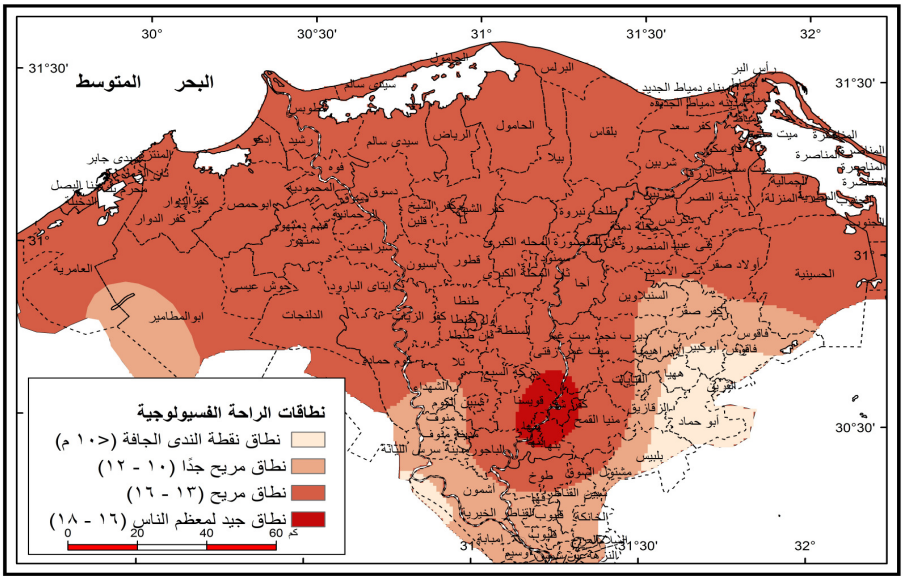
و- **غير مريحة رطبة** : تتراوح نقطة الندى فيها بين ٢١-٢٤°م، وتختفي في الأشهر من نوفمبر حتى يونية، وتتوزع في شهر يولية على معظم كفر الشيخ والمنوفية وجنوبي بحيرة المنزلة في مركزي المطرية والجمالية. أما في شهر أغسطس فتظهر في منطقتي كفر شكر والدلنجات ونطاقات متفرقة من شمالي الدلتا برأس البر والبرلس والحامول والمنتزه. وتتركز في سبتمبر بكفر شكر، وكذلك في شهر أكتوبر إضافة إلى شمال غربي كوم حمادة.

٢) على المستوى السنوي :

تبعًا للاختلافات النسبية في الراحة الفسيولوجية الشهرية، تم الاعتماد على المعدل السنوي لنقطة الندى[١]، لتقسيم منطقة الدراسة من خلاله إلى نطاقات أربعة (شكل٢٠).

---

(١) تم الاعتماد على (شكل ١٥) وعمل ل Raster نقطة الندى إعادة تصنيف Reclassify، بحيث يُقسم إلى فئات تتمشى مع التي وردت عند لامبرت وهورستمير، وذلك بالتحكم في طول الفئة، حيث يختلف من فئة لأخرى، وكذلك بدايتها ونهايتها، بالاعتماد على الطريقة اليدوية Manual في البرنامج. وبالتالي أصبح عدد الفئات أربع وفقًا لقيم خلايا Pixels ال Raster، وإسقاط طبقة مراكز الدلتا عليه (شكل ٢٠).



شكل (٢٠) : نطاقات الراحة الفسيولوجية بدلتا النيل حتى عام ٢٠١١م.

أ- **نطاق نقطة الندى الجافة** : تقل نقطة الندى فيه عن ١٠°م، وتبلغ مساحته ٨٥٢ كم٢، أو ما يمثل ٣,٩٪ من مساحة الدلتا. ويتوزع على مراكز: "أبو حماد"، وبلبيس، و"أبو كبير"، وشرقي الزقازيق بالشرقية، وشرق السادات بالمنوفية. ويعود سبب الجفاف إلى موقع تلك المناطق المذكورة على هوامش الدلتا ذات الظهير الصحراوي.

ب- **نطاق مريح جدًا** : تتراوح نقطة الندى فيه بين ١٠-١٢°م، وتبلغ مساحته ٣,٤ آلاف كم٢، أو ما يمثل ١٥,٥٪. ويتوزع على بعض مراكز الشرقية، والقليوبية، والغربية. وترجع الراحة الفسيولوجية الجيدة إلى اعتدال معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة معًا.

ج- **نطاق مريح** : تتراوح نقطة الندى فيه بين ١٣-١٦°م، وتبلغ مساحته ١٧,٣ ألف كم٢، أو ما يعادل ٧٨,٦٪. ويتوزع على معظم الدلتا. وتعود الراحة الفسيولوجية المناسبة إلى عدم تطرف معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة.

د- **نطاق جيد لمعظم السكان** : تتراوح نقطة الندى فيه بين ١٦-١٨°م، وتبلغ مساحته ٤٠٠ كم٢، أو ما يشكل ١,٨٪. ويتركز في منطقة كفر شكر. ومرد انخفاض الراحة الفسيولوجية فيه إلى ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة معًا، مما يقلل من فرص الشعور بالراحة الفسيولوجية.

النتائج والتوصيات :

- تتشابه نطاقات الحرارة بدلتا النيل، وذلك لصغر مساحتها وتجانسها تضاريسيًا، كما يوجد بها شبكة من الترع والمصارف تجعل حرارتها لا تختلف كثيرًا عن النطاق الساحلي منها.
- توجد جزر حرارية حارة في معظم أشهر السنة مثل كفر شكر والدلنجات، وجزر حرارية باردة مثل كفر الشيخ والمنوفية.
- توجد جزر للرطوبة النسبية المرتفعة في معظم أشهر السنة مثل كفر الشيخ والمنوفية، وأخرى للرطوبة النسبية المنخفضة (أبو حماد والدلنجات).
- ترتفع معدلات نقطة الندى في ساحل الدلتا بسبب ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية، في حين تقل في النطاقات منخفضة الرطوبة النسبية بالابتعاد عن الساحل نحو الجنوب عدا منطقة رأس الدلتا.
- توجد جزر لنقطة الندى المرتفعة في معظم أشهر السنة مثل كفر شكر والدلنجات، وأخرى لنقطة الندى المنخفضة مثل كفر الشيخ والمنوفية.
- لا يوجد اختلاف واضح بين نطاقات الراحة الفسيولوجية بدلتا النيل، ويرجع ذلك إلى تجانس نقطة الندى بها، مع وجود اختلاف طفيف بين نطاقات معينة منها.
- يغلب على دلتا النيل الراحة الفسيولوجية في معظم أشهر السنة، خاصة في فصلي الشتاء والربيع. وتعد كفر شكر من المناطق المريحة فسيولوجيًا في الأشهر من ديسمبر حتى مايو.
- تزداد مساحة المناطق غير المريحة فسيولوجيًا للإنسان في فصل الصيف بدلتا النيل، خاصة في شهر يوليو بالمناطق البعيدة عن ساحل البحر المتوسط، أما في أغسطس فتظهر بالمناطق المطلة عليه.
- يعد الربيع من أفضل فصول السنة من حيث الراحة الفسيولوجية – رغم ما يعكره من رياح الخماسين– فإنها التي تعمل على خفض معدلات الرطوبة النسبية، خاصة شهر إبريل.
- مراعاة التخطيط العمراني المناسب للأحوال الجوية والراحة الفسيولوجية في النطاقات غير المريحة، خاصة فيما يتعلق بسرعة واتجاه الرياح، واستخدام أجهزة تكييف الهواء المنزلية في أشهر الانزعاج وعدم الراحة الفسيولوجية. في مناطق: بنها، وكوم حمادة، وهوامش بحيرة المنزلة، وبعض النطاقات الساحلية خاصة في شهر أغسطس.

المصادر والمراجع

أولاً – باللغة العربية :

١. المعمل المركزي للمناخ الزراعي (٢٠١٢): المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، القاهرة.

٢. الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة (٢٠١٠): المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية، بيانات غير منشورة.

٣. إيملي محمد حلمي حمادة (٢٠٠٣): فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وآثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بمدينة السادات، جامعة المنوفية.

٤. رحاب إبراهيم محمد دكروري (٢٠١٠): المناخ الفسيولوجي في مصر "دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي"، ماجستير، كلية الآداب– جامعة الزقازيق.

٥. شحاتة سيد أحمد طلبة (٢٠٠٤): المقومات الطبيعية للسياحة بمنطقة ينبع بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤٣، الجزء الأول، السنة ٣٦.

٦. عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (٢٠٠٠): المناخ الفسيولوجي في مصر، حوليات كلية الآداب– جامعة عين شمس، المجلد ٢٨، العدد الثاني.

٧. محمد فوزي أحمد عطا (٢٠٠٤): جغرافية المناخ الفسيولوجي على السواحل المصرية "دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي"، مجلة كلية الآداب– جامعة بني سويف، العدد ٧ ، أكتوبر.

٨. مسعد سلامة مسعد مندور (٢٠٠٥): أقاليم الراحة والإرهاق المناخي في مصر، المجلة الجغرافية العربية، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، السنة ٣٧ ، الجزء الثاني، العدد ٤٦.

٩. نعمان شحادة (١٩٨٥): المناخ الفسيولوجي في الأردن دراسة تطبيقية للعلاقة بين المناخ وأحاسيس الناس، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، المجلد ١٢ .

١٠. ياسر أحمد السيد (٢٠١٤): رطوبة التروبوسفير وتغيراتها الرأسية بجمهورية مصر العربية "دراسة في الجغرافيا المناخية"، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب–جامعة دمنهور، العدد ٤٢، يناير.

١١. يوسف محمد زكرى (٢٠٠٥): مفهوم الراحة الفسيولوجية للإنسان وطرق قياسها، مجلة الساتل، كلية الآداب– جامعة ٧ إبريل، الزاوية، ليبيا.

١٢. يوسف محمد زكرى (٢٠٠٥): مناخ ليبيا دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، دكتوراه، كلية علوم الأرض– جامعة منتوري بقسنطينة، الجزائر.

ثانيًا – باللغة الإنجليزية :

1. Baghbana, A., et al, (2016): Estimation of air dew point temperature using computational intelligence schemes, Applied Thermal Engineering, Volume 93, 25 January 2016, Pages 1043–1052.
2. Groselj, D., (2011): Relative Humidity, WMO CIMO Workshop on Meteorology for the English- Speaking Countries of Region V (South-West Pacific) Melbourne, Australia, 21st -25th November.
3. Horstmeyer, S., (2006): "Relative Humidity…Relative to what? The Dew Point temperature a better Approach", Published by Steve Horstmeyer, Meteorologist, Cincinnati, Ohio, USA.
4. Lambert, B., (2009): would you prefer Relative Humidity or Dew point with that soupy Airmass, Skywarnews, National Weather Service State College, PA Spring 2009.
5. Lawrence, M. G., (2005): the relationship between relative humidity and the dew point temperature in moist air 'A simple conversion and applications', Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 86, no. 2, p.p. 225-233.
6. Mohammadia, K., & et al (2016): Using ANFIS for selection of more relevant parameters to predict dew point temperature, Applied Thermal Engineering,Volume 96, 5 March 2016, Pages 311–319.
7. Niea, J., & et al (2016): A new type of fast dew point sensor using quartz crystal without frequency measurement, Sensors and Actuators B: Chemical, Volume 236, 29 November 2016, Pages 749–758.

ثالثًا – مواقع الانترنت :

1. http://WWW.shorstmeyer.Com/wxfaqs/humidity/humidity.html
2. http://WWW.srh.NOAA.gov/images/epz/wxcalc/rhTdFromWetBulb.pdf2-

Dew Point and Physiological Comfort of Man in the Nile Delta

ABSTRACT

Dew point or condensation temperature is the specific type of condensation, it affects some human activities directly, and affects others indirectly. Since the dew point depends on the elements of atmospheric humidity and temperature, it can be known to influence the physiological comfort of the human being. The study of the dew point and the physiological comfort of humans in the Nile Delta address several points: dew point elements, seasonal dew point variations, and physiological comfort patterns.

The study concluded several results, including:

- The dew point rises in the Delta coast, while moving away from the south except the head of the Delta. There are islands of high dew point in most months of the year such as Kafr Shukr and Dalangat, and islands of low dew point such as Kafr El-Sheikh and Menoufia.
- The Nile Delta is dominated by physiological comfort in most months of the year especially in the winter and spring. The area of Kafr Shukr in Qalubia is a physiologically comfortable area in the months of December to May.
- The area of the most uncomfortable areas of humans in the summer in the Nile Delta, particularly in July and in areas relatively remote from the Mediterranean coast, and in August appears in areas overlooking the Mediterranean Sea.
- Spring is one of the best seasons of the year in terms of physiological comfort - despite the turbidity of the winds of the Khmassin - it is working to reduce the relative humidity, especially in April.

Key Words: Dew Point - Physiological Comfort - Nile Delta- Physiological Climatology.