

جامعة المنوفية
مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية
مدينة السادات

فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وأثارهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية

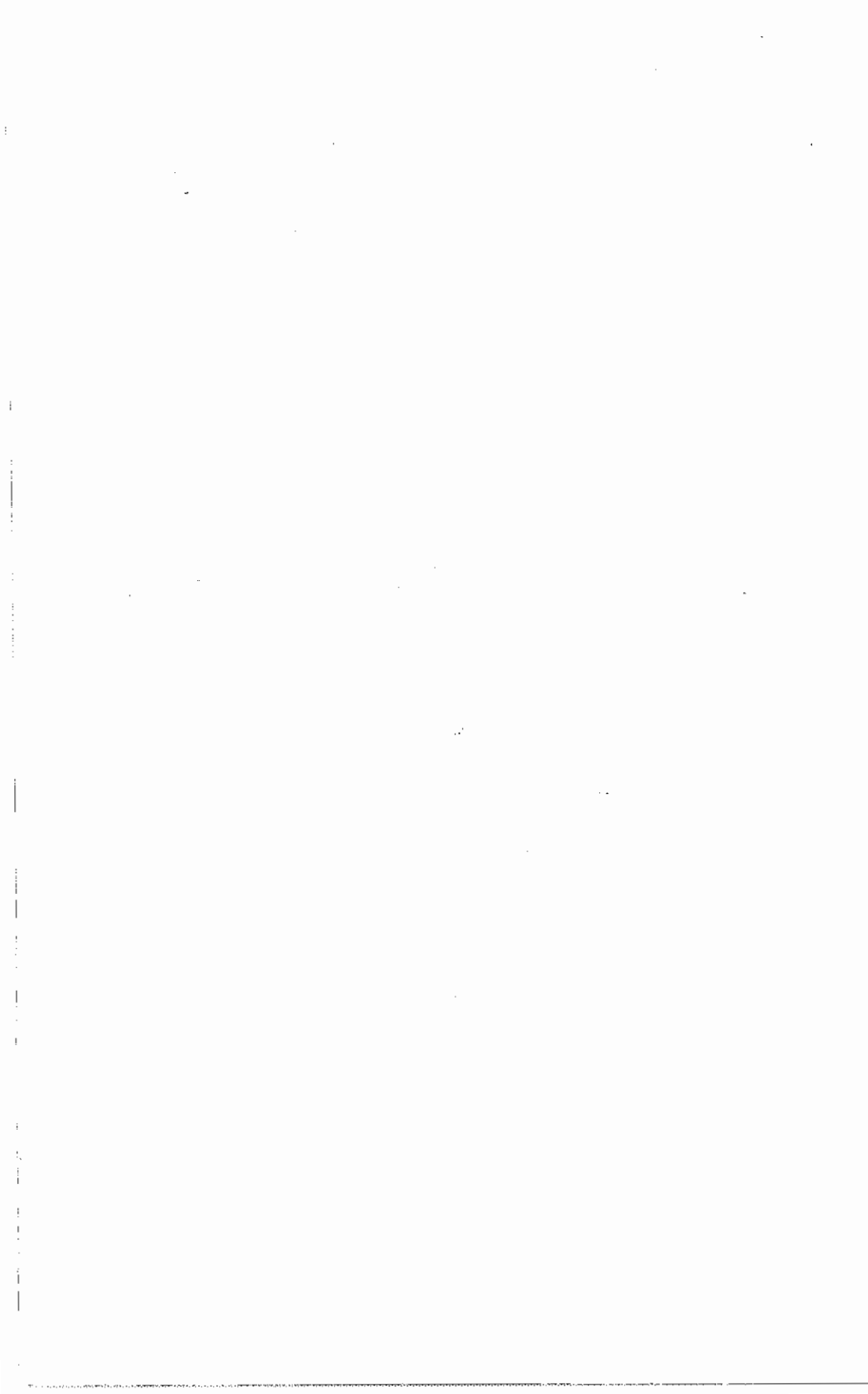
إعداد

الدكتورة/ إيملي محمد حلمي حمادة

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب — جامعة المنوفية

يونيو ٢٠٠٣



مقدمة :

يتناول هذا البحث دراسة فاعلية درجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية وآثارها في درجة شعور الإنسان بالراحة في مناطق الدلتا المصرية. وتمتد منطقة الدراسة فيما بين دائرتي عرض ٢٥ ٢٩ شمالاً ، وبين ٣٣ ٣١ شمالاً ، وبين خطي طول ١٢ ٣٠ شرقاً ، وبين ٢٨ ٣٢ شرقاً. وقد اعتمد البحث في تحديد منطقة الدراسة على الموقع الفلكي في المقام الأول للارتباط الوثيق بين الخصائص المناخية والموقع الفلكي دون أن يعني ذلك إغفال تأثير الموقع الجغرافي والخصائص الطبوغرافية.

وتتميز منطقة الدراسة بانبساط السطح واستوائه وانحداره التدريجي. إذ تتحدر من القاهرة جنوباً حيث منسوب ١٧ متراً إلى مستوى سطح البحر شمالاً بمسافة ١٧٠ كيلومتراً بمتوسط انحدار ١٠/م/كم وتتقارب خطوط الكنتور نسبياً في الأجزاء الجنوبية للدلتا بينما تتباعد شمالاً ليصل متوسط الانحدار بالقرب من البحيرات إلى ٣٠/م/كم ، ثم ينخفض ليبلغ ٥٠ /م/ كم^(١). ويمتد ساحل الدلتا لمسافة حوالي ٢٢٠ كم فيما بين بور سعيد والإسكندرية كجزء من الساحل الشمالي الذي يمتد بمسافة تبلغ ١٠٠٠ كم^(٢) ، وتشرف على ساحل البحر المتوسط بهذا الاستواء فتكون بمثابة بوابة مفتوحة أمام مؤثراته والمؤثرات الأطلسية أيضاً لتتوغل جنوباً حتى دائرة عرض ٣٠ شمالاً حيث الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة^(٣). ويسهم أيضاً اتساع البحيرات الساحلية الشمالية [المنزلة ١٥٥ ألف فدان - البرلس ٥٥ ألف فدان - إكرو ١٧ ألف فدان بمنسوب متر واحد تحت مستوى سطح البحر^(٤)] في وضوح كل من المؤثرات البحرية والبحرية تحت تأثير الرياح السائدة من

(١) أبوالحجاج ، يوسف، سنة ١٩٩٤ ب ، ص ٧٧.

(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٨٧ ص ٤.

(٣) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٢٦.

(٤) أبوالحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤ اب ص ٧٧.

الجهات الشمالية الثلاث. وتغطي الدلتا الأراضي الزراعية وشبكة كثيفة من الترع والمصارف ، فضلاً عن فرعي دمياط ورشيد ليصل طول الأول ٢٣٥ كم والثاني ٢٢٩ كم^(١) ، مما يسهم في توفير مصادر المياه فتتشط عمليات التبخر تحت تأثير الوفرة الحرارية بالمنطقة فيرتفع محتوى الهواء من بخار الماء، مما يحدد الرطوبة النسبية في ضوء علاقتها العكسية بدرجة الحرارة.

هذا ، ولا يشعر الإنسان بدرجة الحرارة كما يسجلها الترمومتر الجاف ، وإنما يشعر بدرجة الحرارة مقترنة بالرطوبة النسبية ، إذ تنخفض قدرته على احتمال درجة الحرارة حينما يقترن ارتفاعها بارتفاع في رطوبته النسبية ، والعكس في حالة الهواء الجاف. ويرى البعض^(٢) أن الإنسان يشعر بالراحة عند درجة حرارة ٣٠م ورطوبة نسبية ٥٠%، بينما ينزعج حين ارتفاعها إلى ٨٥% مع ثبات درجة الحرارة. ويرتبط ذلك باختلاف درجة التأقلم المناخي Acclimatization للإنسان مع الإجهاد الحراري Heat Stress وفقاً لرطوبته النسبية^(٣).

وقد قام البعض بدراسة الأبعاد التأثيرية لدرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية في درجة شعور الإنسان بالراحة. إذ قام العالم "تيرجونج" Terjung، ١٩٦٦ بتقسيم العالم إلى أقاليم مناخية حيوية Bioclimatic Regions. وقد حدد أنسبها لراحة الإنسان هي تلك التي تتمتع بمتوسطات شهرية ٢٠م ورطوبة نسبية ٧٠% ، بينما تصبح غير مريحة حينما ترتفع إلى ٢٣،٣م مع ثبات الرطوبة النسبية^(٤).

(١) أبو الحجاج، يوسف سنة ١٩٩٤ (ب) ص ٦٣.

(٢) الفندي ، سنة ١٩٧٧ ص ٢٩٣.

(٣) Hobbs, 1980, p.62.

(٤) Mather, 1974, p.254.

وقد قام العالم "توم" Thom سنة ١٩٥٩ بصياغة معيار الحرارة - الرطوبة فيما يطلق عليه قرينة الانزعاج^(١) لتحديد المناخ المثالي لراحة الإنسان ، فضلاً عن أربعة أنواع أخرى للمناخ الحيوي معتمداً على الحرارة الشهرية {بالدرجات المئوية} والرطوبة النسبية^(٢). كما استخدم العالم بروكس Brooks تعبير الحرارة المحسوسة Sensible Temperature واعتبرها المحصلة الحرارية التي يحس بها الإنسان. وقد اعتبر درجة الحرارة ٢٥ م هي درجة الحرارة المريحة Comfort Degree ، بينما يصبح الهواء ثقيلًا إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ٢٥ م من الترمومتر المبلل ، وحينما ترتفع لأكثر من ٢٨ م يصبح الهواء مرهقاً ويصعب العمل^(٣).

وقد استخدم العالم أوليفر Oliver، ١٩٧٢ معيار الحرارة / الرطوبة Temperature Humidity Index (THI) واعتبره أهم المعايير الميئورولوجية الحيوية Biometeorological Indices التي تحدد الحرارة التي يشعر بها الإنسان وأطلق عليها الحرارة المؤثرة Effective Temperature^(٤) ، ويعتمد البحث

(١) قرينة توم ويطلق عليها قرينة الانزعاج على النحو التالي:

$$DI = T - 0.55 (1-H) T - 14.5$$

حيث : T : درجة حرارة الترمومتر الجاف (م).

H: الرطوبة النسبية % وقد حدد درجات الراحة وفقاً لنتائج المعادلة على النحو التالي

أقل من ١٠ : انزعاج شديد بارد ، ١٠ - ١٥ : انزعاج متوسط بارد ، ١٥ - ١٨ : راحة نسبية باردة ، ١٨ - ٢١ : راحة تامة ، ٢١ - ٢٤ : راحة نسبية حارة ، ٢٤ - ٢٧ : انزعاج متوسط حار ، ٢٧ - ٢٩ : انزعاج شديد حار ، أكثر من ٢٩ : إجهاد كبير وخطير ، (مسعود ، محمد سنة ٢٠٠٢ ، ص ٢٣١)

(٢) علي ، عبدالقادر سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٨.

(٣) شرف ، عبدالعزيز طويح ، سنة ١٩٨٠ ص ١٣٩ - ١٤١.

(٤) وقد حددها وفق المعادلة التالية :

$$ET = Td - 0.55 - (0.55RH) (Td - 58)$$

حيث Td: درجة حرارة الهواء الجاف فـ

RH: الرطوبة النسبية %

٥٨ : معامل ثابت

وقد حدد أوليفر درجات الراحة وفقاً لنتائج الحرارة المؤثرة (ET) كالتالي:

أقل من ٦٠ : بعض الناس يشعرون بعدم الراحة

على تطبيق هذه المعادلة وفق معطيات بيانات ٢٣ محطة رصد جوي تتوزع في مناطق الدلتا ، فضلاً عن ثلاث محطات ساحلية شمالية {رشيد - بلطيم - دمياط} ، وثلاث محطات أخرى على الأطراف الشرقية للدلتا {بور سعيد - الإسماعيلية - السويس} ، وثلاث تمثل رأس الدلتا {مطار القاهرة - غرب القاهرة - الجيزة} بهدف تدعيم نتائج الدراسة من جراء الاستفادة بأكبر عدد من المحطات التي تشترك في ملامحها المناخية العامة مع منطقة الدراسة ، ولذا قد تجنب البحث الاستعانة بأي من محطات الساحل الشمالي الغربي (شكل ١). ويعتمد البحث على تحليل بيانات درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية في محطات الدراسة خلال الفترة ما بين ١٩٦١ : ١٩٩٨

أهداف البحث :

- إبراز الفروق الحرارية وتحليل أسبابها وتحديد مستوياتها السنوية والفصلية والشهرية بين محطات الدراسة.
- بحث خصائص الرطوبة النسبية من حيث توزيعاتها ومعدلاتها السنوية والفصلية والشهرية.
- تحديد الخصائص الفصلية للمناخ الحيوي في منطقة الدراسة.
- بحث مدى ملائمة مناخ منطقة الدراسة لراحة الإنسان.
- تحديد أنسب الفصول والشهور لراحة الإنسان وفقاً لدرجات الحرارة العظمى والصغرى واليومية تحت تأثير خصائص الرطوبة النسبية.

٦٠ - ٦٥ : أغلب الناس يشعرون بالراحة

٧٥ : نصف الناس على الأقل لا يشعرون بالراحة

٨٠ أو أكثر : يشعر الجميع بعدم الراحة وفقدان القدرة على التركيز.

(Oliver , 1981.p190:200)

فرضيات البحث :

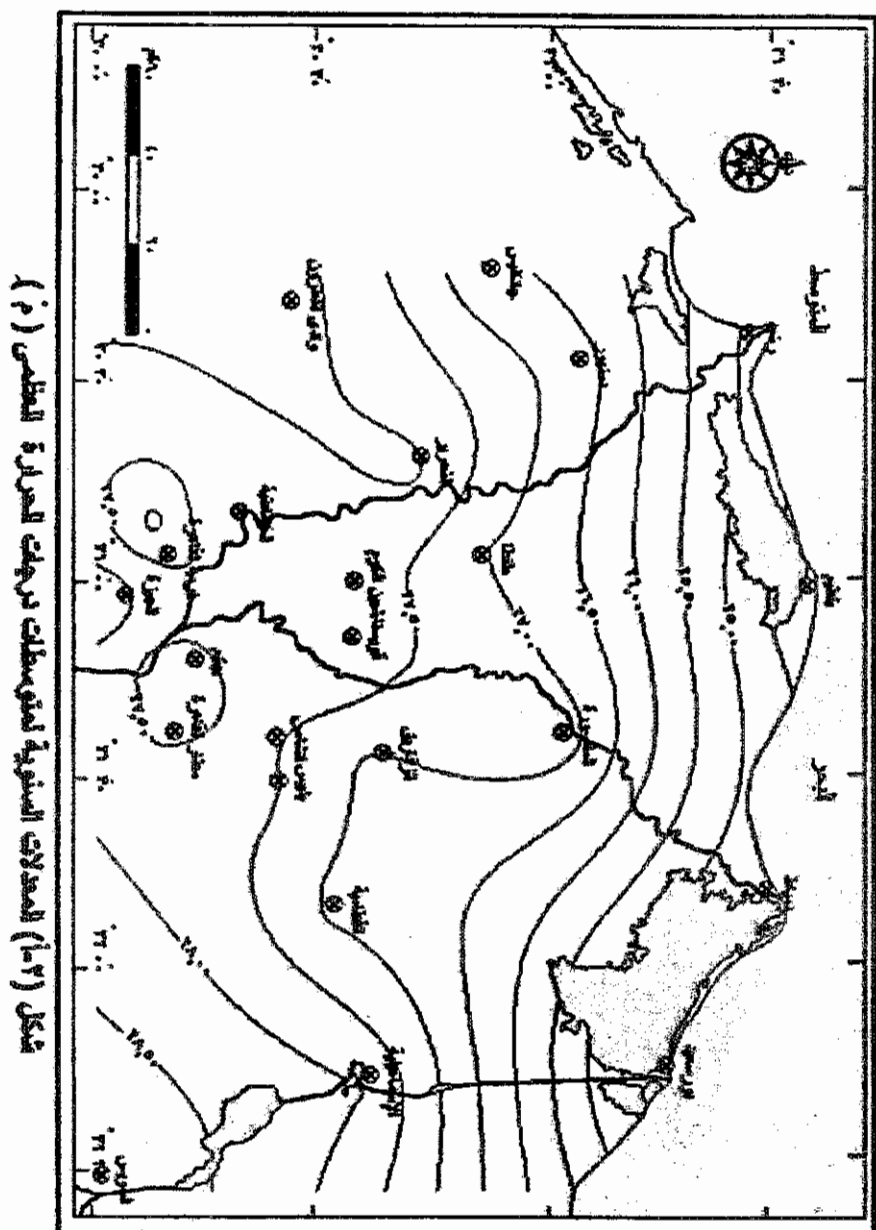
- ترتبط الخصائص التفصيلية للعناصر المناخية - محل الدراسة - بالموقع الجغرافي أكثر من ارتباطها بالموقع الفلكي لامتدادها الطولي المحدود.
 - يلعب الظهير " الزراعي منه أو الصحراوي " دوراً واضحاً في إبراز الخصائص التفصيلية للعناصر المناخية.
 - يعتبر كل من فصل الربيع وفصل الخريف الأنسب مناخياً لراحة الإنسان.
 - تظهر بوضوح الفروق بين المحطات فيما يتعلق بإحساس الإنسان بالراحة المناخية خلال فصلي الشتاء والصيف.
 - لا يعني الموقع البحري للمحطات أن يكون مناخها الأنسب لراحة الإنسان على مدار العام.
- ولتحقيق أهداف البحث والتحقق من فرضياته ، يتناول البحث دراسة المعدلات السنوية والفصلية والشهرية للعناصر التالية :
- معدلات درجة الحرارة العظمى
 - معدلات درجة الحرارة الصغرى
 - معدلات درجة الحرارة اليومية
 - معدلات الرطوبة النسبية
 - درجات الحرارة المؤثرة

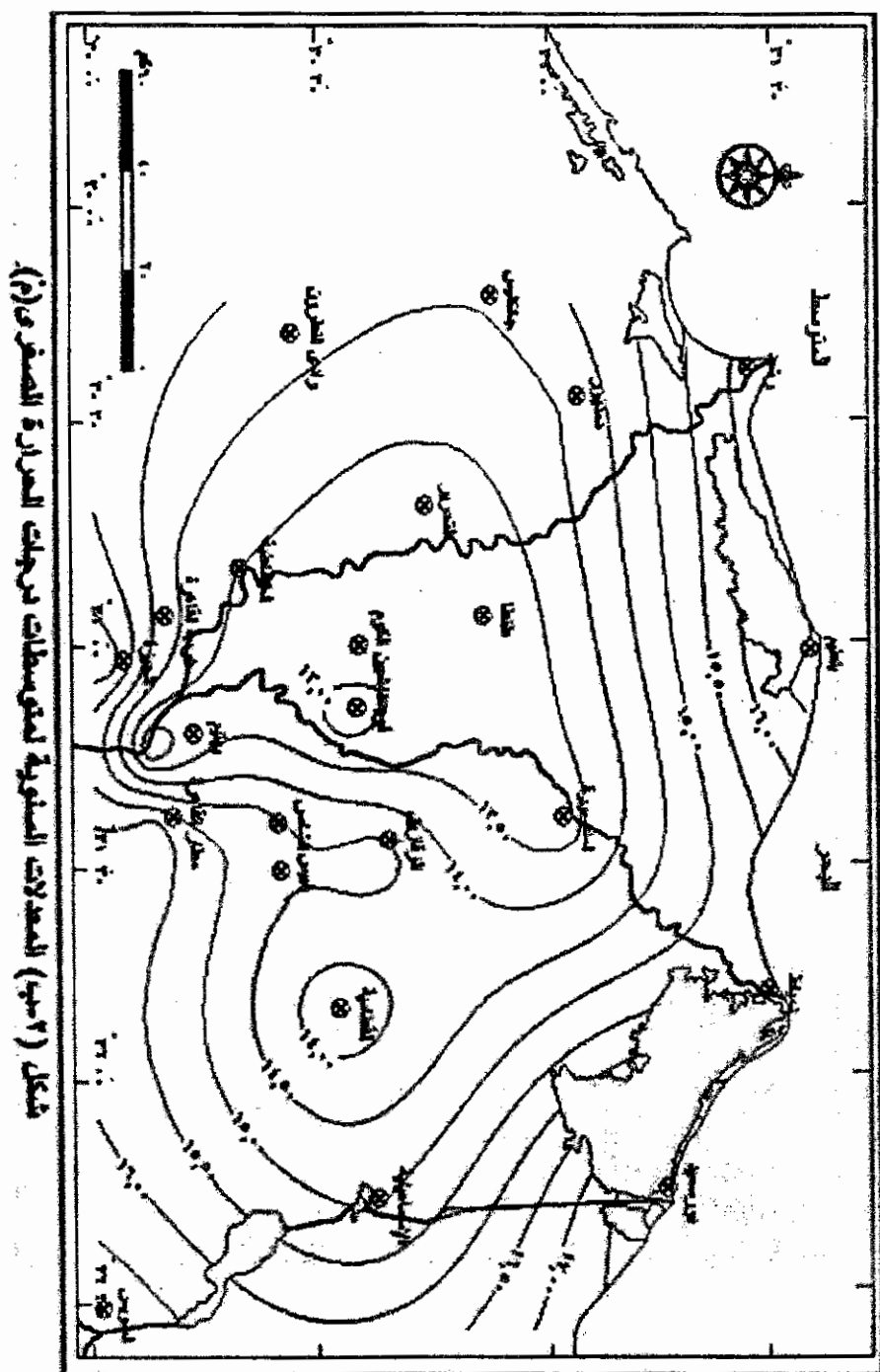
البحث السادس : فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وتأثيرهما على راحة الإنسان في الدلتا المصرية

درجة الحرارة	المعدل السنوي للحرارة	المعدل السنوي للحرارة القصوى	المعدل السنوي للحرارة العظمى	المعدل السنوي للحرارة اليومية	المعدل السنوي للحرارة الليلية	المعدل السنوي للرطوبة النسبية	البعد عن البحر بالكمومتر	الارتفاع عن سطح البحر	خط العرض	دوائر العرض	المقدار
21.6	12.9	16.9	24.1	20.3	69.9	2.8	1.0	31 6	31 33	31 33	بهايم
21.6	13.2	16.3	24.8	20.5	69.4	12	1.7	30 24	31 23	31 23	رشيد
21.0	13.5	15.5	24.5	19.7	73.5	6	1.98	31 49	31 25	31 25	دمياط
22.4	13.6	18.0	24.0	21.0	69	0	0.8	32 14	31 17	31 17	دول متجد
20.9	14.5	14.1	26.8	19.8	68.4	50	2.38	30 28	31 02	31 02	دمياط
21.0	15.1	13.2	27.3	19.7	67.1	52.86	4.25	31 27	31 00	31 00	المنصورة
20.7	13.9	14.0	26.6	20.0	66.0	50	8.11	30 12	30 40	30 40	جناكيس
19.9	14.1	13.1	27.0	19.4	66.1	82.8	6.4	31 00	30 48	30 48	منكبا
20.6	14.8	13.2	28.1	19.9	65.4	91.4	15.6	30 42	30 39	30 39	الغدير
21.2	14.6	13.4	27.5	20.0	66.1	95.7	11.5	31 01	30 36	30 36	شبين الكوم
20.8	14.8	12.8	28.0	19.8	67.3	115.7	9.15	31 08	30 35	30 35	قويسنا
21.4	14.5	14.8	26.9	20.4	61.8	95.7	8.27	31 30	30 35	30 35	الاقلاق
21.83	14.93	15	28	21	60.8	78.57	11.54	32 14	30 35	30 35	الإسماعيلية
21.6	14.8	14.6	27.6	20.8	58.8	121.43	29.48	31 35	30 24	30 24	بلبيس
21.4	14.9	14.4	28.3	20.8	54.8	104.3	48.98	30 22	30 24	30 24	الطور
21.5	14.5	14.8	27.5	20.7	59.8	180	29.77	31 28	30 23	30 23	كشكس
21.3	14.7	13.7	27.7	20.3	61.2	135.7	15.23	30 52	30 19	30 19	الخطاطبة
20.7	14.8	12.6	27.3	19.8	63.4	157.1	16.9	31 15	30 18	30 18	بهنم
21.8	14.6	15.8	27.5	21.4	54.9	157.1	64.12	31 24	30 08	30 08	منكبا
21.1	15.0	14.5	26.9	20.3	56.2	157.1	163.34	30 54	30 06	30 06	غرب القاهرة
20.9	15.7	13.6	26.9	20.1	55.4	114.3	244.7	31 50	30 03	30 03	القاهرة
23.0	16.8	15.8	28.4	22.0	48.6	171.4	34.4	31 13	30 03	30 03	الجيزة
23.01	14.39	17	29	23	50.9	135.7	2.48	32 28	29 25	29 25	السويس

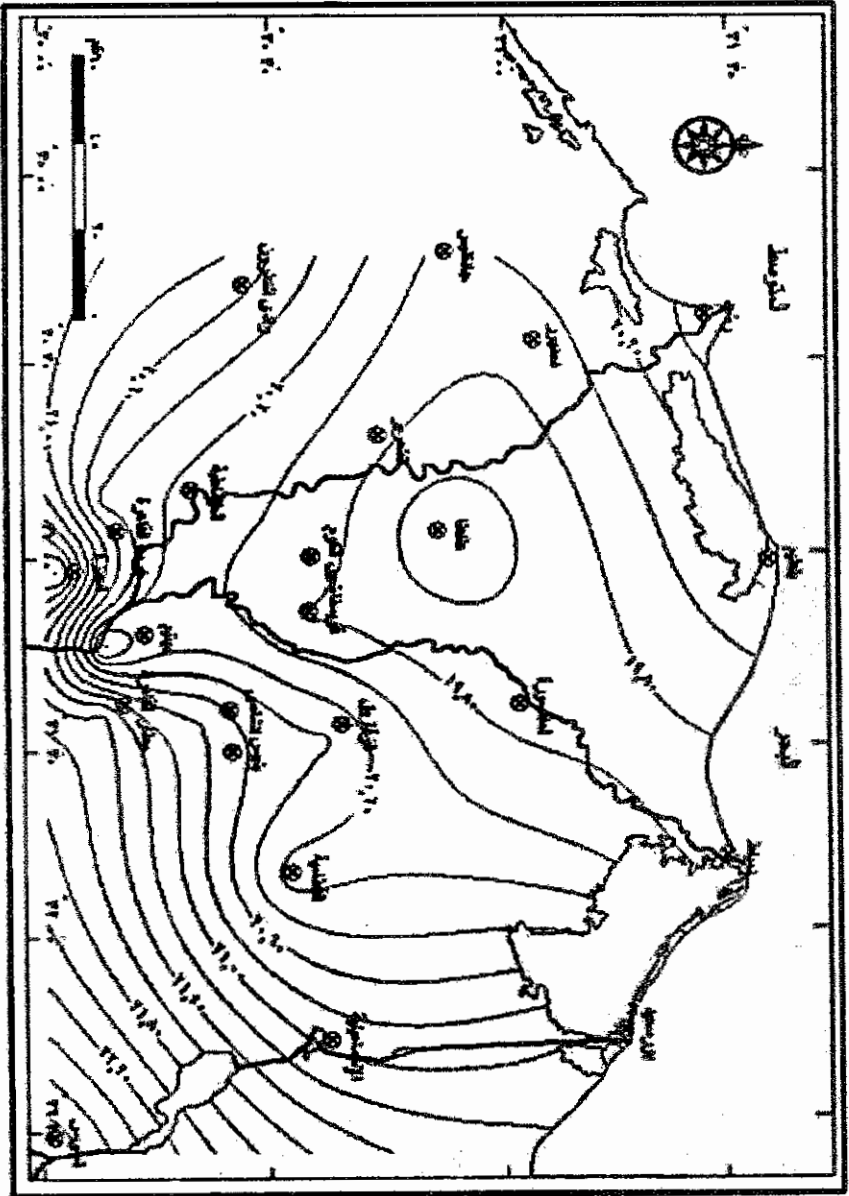
المصدر :

هيئة العامة للأرصاد الجوية : جمهورية مصر العربية ، بيانات مناخية غير منشورة لحصص الدلتا خلال الفترة ١٩٧١ - ١٩٧٤ م
 هيئة العامة للأرصاد الجوية : جمهورية مصر العربية ، بيانات مناخية غير منشورة لحصص الدلتا خلال الفترة ١٩٧١ - ١٩٧٤ م
 الطقس للناسخ لبحر : هيئة المصرية العامة للمناخ ، سنة ١٩٧٦ م
 الهيئة العامة للمناخ : جمهورية مصر العربية ، طر : مؤشرات الوجه البحري ، القاهرة : سنة ١٩٧٧ م ، صفحات ١٠١ - ١٠٥





شكل (٢٠) المعدلات السنوية لمتوسطات درجات الحرارة اليومية (°م)



أولاً : المعدلات السنوية

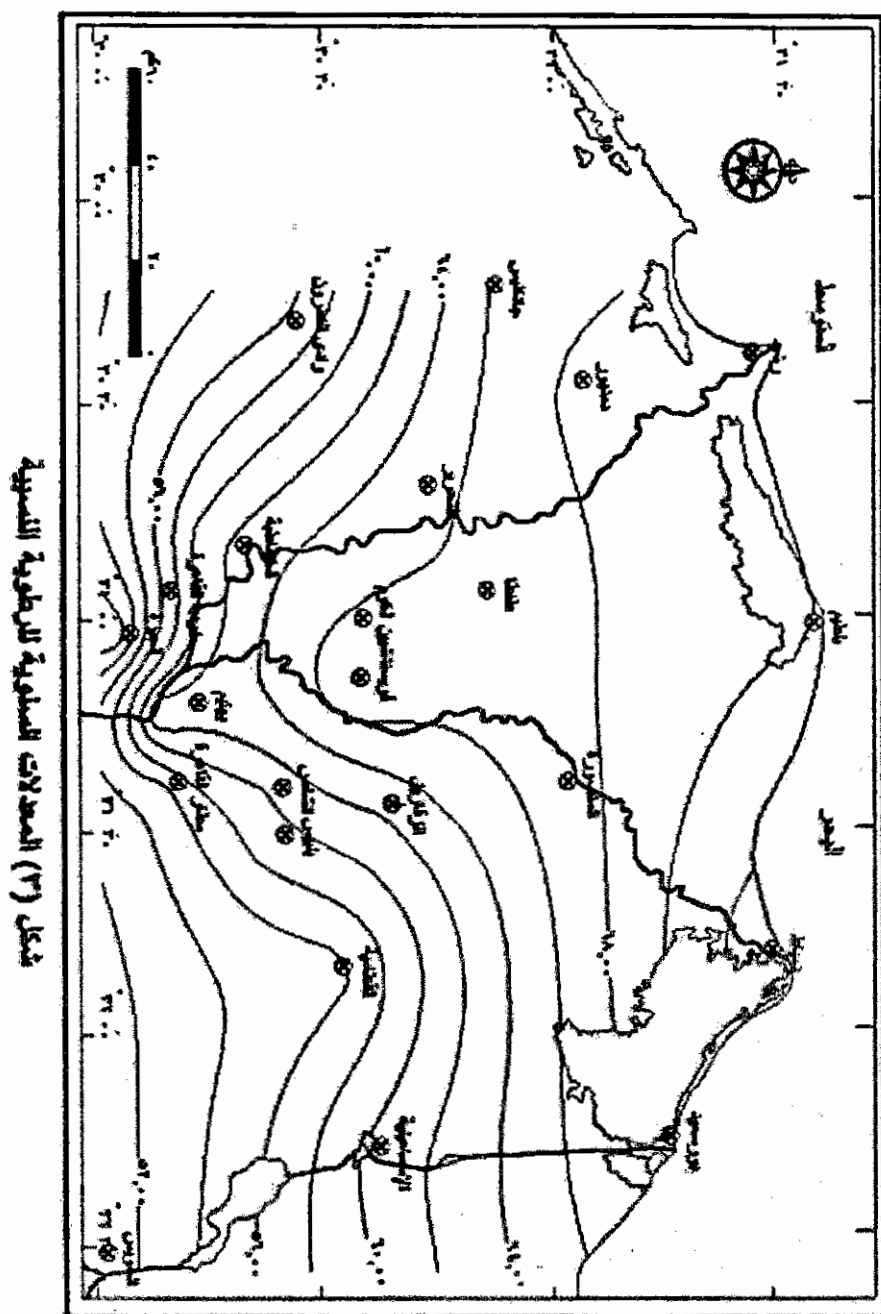
يمكن تتبع المعدلات السنوية لدرجات الحرارة من تحليل جدول (١) وشكل (٢) حيث تعكس معدلات الحرارة العظمى التأثير الواضح لمدى توغل المؤثرات البحرية الملطفة لدرجة الحرارة. إذ يبلغ المعدل السنوي للعظمى في منطقة الدراسة ٢٦,٨م ، ويتراوح فيما بين ٢٤,١م في محطة بلطيم ، وبين ٢٩م في محطة السويس ، بفارق حراري ٥م بين شمال المنطقة وجنوبها (شكل ٢ أ). وينخفض كذلك الفارق الحراري لمعدلات الصغرى ليليلغ ٤,٤م بين شمال المنطقة وجنوبها (شكل ٢ ب). وإذ تنخفض المعدلات السنوية للحرارة ليلاً بالاتجاه جنوباً (لتأخذ عكس اتجاه معدلات الحرارة نهاراً) تماشياً مع المؤثرات البحرية اللطيفة وضعف توغلها جنوباً ، فإن ارتفاع الحرارة الصغرى في المحطات الساحلية الشمالية يرتبط في جزء منه بالحرارة الكامنة في بخار الماء. هذا وتتمتع المحطات الساحلية بتجانس حراري فيما يتعلق بالمتوسطات اليومية ، بينما تتسع الفروق الحرارية فيما بين المحطات بالاتجاه جنوباً وفقاً لدرجة استغانتها من المؤثرات البحرية وانعكاساً لطبوغرافيتها (شكل ٢ ج) ويبلغ المعدل السنوي للحرارة اليومية ٢٠,٣م ، ويتراوح ما بين ١٩,٤م {طنطا} وبين ٢٣م {السويس} ، بفارق حراري ٣,٦م ، وهكذا تنخفض الفروق الحرارية اليومية مقارنةً بمثلاتها للعظمى وللصغرى (شكل ٢).

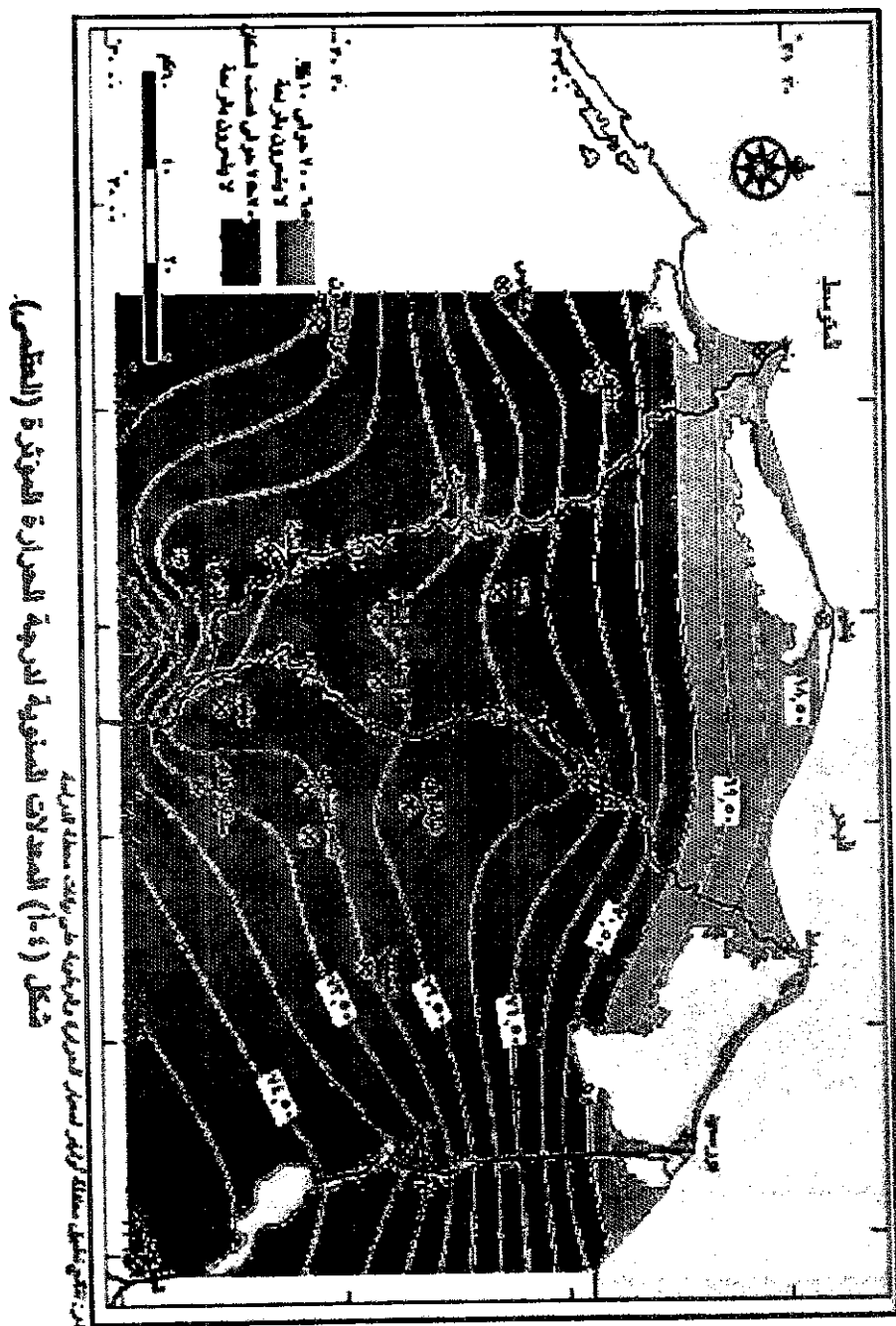
وتتناقص المعدلات السنوية للرطوبة النسبية بالاتجاه صوب الجنوب ابتعاداً عن المؤثرات البحرية الرطبة ، كما تتسع الفروق بين نصيب المحطات منها في ذات الاتجاه. وتتناقص أيضاً المعدلات بالاتجاه شرقاً بسبب توغل بعض المؤثرات القارية واتساع الظهير الصحراوي كما هو الحال في محطة السويس {٥٠,٩%}. هذا ويبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية ٦٤,٢% ، ويتراوح ما بين ٤٨,٦% {محطة الجيزة} ، وبين ٧٣,٥%

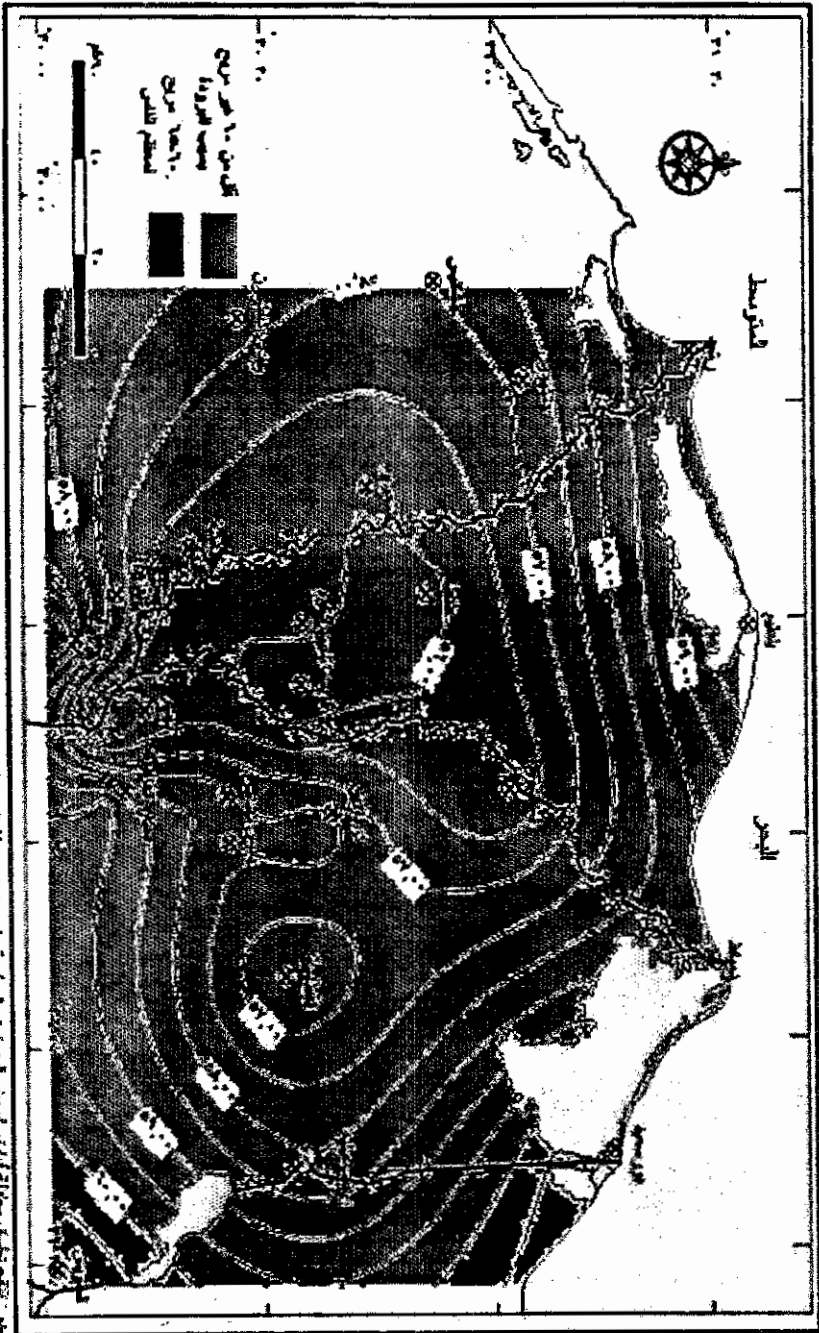
{محطة دمياط} بفارق ٢٤,٩% بين شمال المنطقة وجنوبها (جدول ١ وشكل ٣).

ويمكن دراسة الآثار المحسوسة للمعدلات السنوية للحرارة العظمى والصغرى واليومية تحت تأثير الرطوبة النسبية على راحة الإنسان من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة^(١) إذ يتضح من تحليل نتائج جدول (٢) وشكل (٤ أ - ٤ ب - ٤ ج) ، أن مناخ المنطقة غير مريح لنصف الناس " على الأقل " نهاراً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ٦٨,١ : ٧٥,٨ ، بينما يعد مريحاً ليلاً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٣ : ٦١,٢. وهكذا ، يمكن القول بأن مناخ المنطقة مريحاً للناس وفقاً للمعدلات اليومية إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٣,٢ : ٦٥,٧ ، ويستثنى منها محطة السويس فقط .

(١) Oliver, 1972.

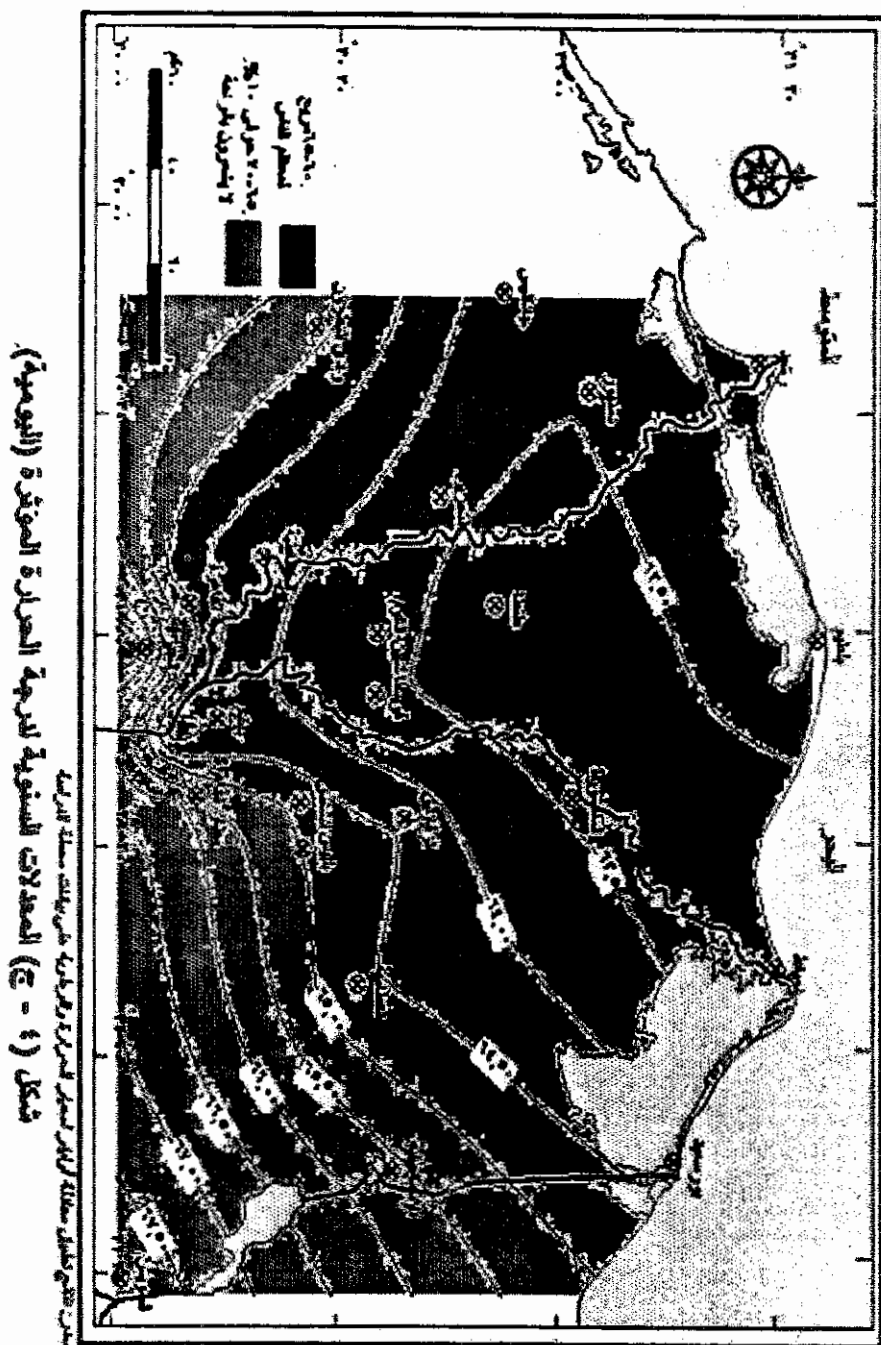






شكل (٩ - ب) المعدلات المستوية لدرجة الحرارة المئوية (المصفوف)

مصدر: تم إعدادها من خلال بيانات الأرصاد الجوية في منطقة الدلتا



ثانياً : المعدلات الفصلية

١. المعدلات الشهرية :

تتوزع نطاقات الضغط الجوي جنوباً تبعاً لحركة الشمس الظاهرية وتعامدها على مدار الجدي ويتبعها وصول الكتل القطبية القارية والقطبية البحرية ، فضلاً عن الكتل المدارية القارية التي تسيطر على شمال أفريقيا^(١).

ويتكئ الإشعاع الشمسي ليصل لأقل مستوياته خلال فصل الشتاء لينتراوح ما بين ٣٥٠ : ٤٠٠ سعر حراري/سم^٢/يومياً على محطات الدراسة باستثناء السويس حيث ينخفض إلى ٣٣٩ سعر حراري/سم^٢/يومياً^(٢). ويتميز البحر المتوسط بكونه موطناً لتجديد الانخفاضات الجوية الشتوية التي تنشأ أصلاً فوق المحيط الأطلنطي غرباً في منطقة الضغط المنخفض الأيسلندي " يتوزع جنوباً شتاءً " فتتحرك الانخفاضات الجوية من الغرب إلى الشرق [يطلق عليها الأعاصير المهاجرة]^(٣). وتتقاطر هذه الانخفاضات الجوية بمعدل ثلاثة إلى خمسة انخفاضات جوية خلال فصل الشتاء على شمال منطقة الدراسة^(٤). ويبلغ نصيب بعض محطات الدراسة {رشيد - دمنهور - جناكليس - التحرير - النطرون} منها حوالي ٣٥,٦% من جملة تكراراتها السنوية^(٥). وتساعد الدورة العامة للرياح وسيادة الرياح من الجهة الغربية [يبلغ تكرارها ٦٣,٦% و ٥٤,٢% في محطتي دمنهور والتحرير^(٦) و ٥٢,٩% و ٤٧% في محطتي دمياط وبور سعيد^(١)] على توغلها حتى دائرة عرض ٣٠ شمالاً^(٢) حيث الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة.

(١) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ١٢.

(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠ (أ) ص ١٥.

(٣) أبوالحجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤ (أ) ص ٩٧.

(٤) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٩٨ ص ٢١٣.

(٥) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٢٢.

(٦) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٩١.

ويعكس شكل (٥ أ) انخفاض متوسطات الحرارة العظمى شتاءً إلى أدنى مستوياتها ، إذ يبلغ معدلها الشتوي ٢٠ م° ويتراوح ما بين ١٨ م° {بلطيم} و ٢٢ م° {السويس} بفارق حراري ٤ م° بين شمال المنطقة وجنوبها. وهكذا يسود الدفء شتاءً خلال ساعات النهار ولا تختلف في تلك المحطات الجنوبية عن تلك الشمالية إذ يأخذ المنحنى خطأً يكاد يكون مستقيماً من محطة بلطيم شمالاً إلى محطة القطامية جنوباً ليرتفع ارتفاعاً طفيفاً في محطة السويس.

وتتسع الفروق الحرارية بين المحطات فيما يتعلق بالحرارة الصغرى وينعكس ذلك في عدم انتظام المنحنى الحراري في اتجاه واضح (شكل ٥ ب). إذ يبلغ المعدل الشتوي للحرارة الصغرى ٨ م° ممثلاً الحد الأدنى لدرجات الحرارة ليلاً ، ويتراوح ما بين ٧ م° في معظم المحطات الداخلية ، ويرتفع بالاتجاه شمالاً ليلبلغ ١٢ م° في محطة بور سعيد الساحلية نتيجة لتمتعها بالمؤثرات البحرية الدفيئة. وتتدنى المتوسطات اليومية للحرارة إلى أقل مستوياتها الفصلية شتاءً " مثلها في ذلك مثل المتوسطات العظمى والصغرى " إذ يبلغ معدلها الشتوي ٤ م° (شكل ٥ ج). ومما يذكر أن الفروق الحرارية تكاد تختفي بين المحطات إذ يأخذ المنحنى الحراري لليومية خطأً مستقيماً يشبه مثيله بالنسبة لمعدلات الحرارة العظمى.

وترتفع الرطوبة النسبية لتصل ذروتها خلال فصل الشتاء، إذ يبلغ معدلها الشتوي ٦٧,٥% ويتراوح ما بين ٧٥,١% {دمياط} وبين ٥٣,١% {الجزيرة} بفارق ٢٢% بين المحطات الساحلية الشمالية والأخرى الداخلية الجنوبية انعكاساً لمدى توغل المؤثرات الرطبة (شكل ٦ أ). وتتسع أيضاً الاختلافات في مستويات الرطوبة النسبية فيما بين المحطات الداخلية ذاتها

(١) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٤٥.

(٢) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٢٦.

كنتيجة للتأثير الموقع الجغرافي وتباين الظهير ما بين زراعي إقويسنا ٧٢,٨ % وآخر صحراوي {الإسماعيلية ٦٤,٥ %}.

ويمكن بحث فاعلية المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية في مدى شعور الإنسان بالراحة من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة^(١)، إذ يتضح من تحليل جدول (٢) وشكل (٧) أن سكان المنطقة يشعرون بالراحة نهائياً خلال فصل الشتاء، حينما تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦١,٧ و ٦٦، بينما يشعر بعض سكان المنطقة بعدم الراحة في الليالي الشتوية، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٤٨,٥ و ٥٤ ويغلب عليهم الشعور بعدم الراحة في معظم الأيام الشتوية، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٤ و ٥٨,٩ ونخلص من ذلك أن المعدلات الشتوية لدرجات الحرارة غير مريحة لسكان المنطقة على مدار ساعات اليوم باستثناء فترات ما بعد الظهر في أثناء تسجيل درجات الحرارة العظمى.

٢. المعدلات الربيعية :

تتوزح أشعة الشمس شمالاً خلال فصل الربيع، ويبدأ الضغط المرتفع الأزورى والمرتفع الآسيوي في الانكماش والاضمحلال تدريجياً. وتستمر الانخفاضات الجوية في تحركها شرقاً وإن كانت أقل عدداً وأضعف توغلاً نحو الأطراف الجنوبية لمنطقة الدراسة. وتجذب بعض هذه الانخفاضات الجوية الهواء الساخن من الجنوب فيما يعرف بالخماسين التي تهب من الجهات الصحراوية الجنوبية ويتحرك بعضها على طول الجزء الشمالي من الصحراء الليبية إلى الدلتا المصرية شرقاً مصحوباً برياح ترتبط شدتها طردياً مع عمق المنخفض^(٢). ويتبع رياح الخماسين ارتفاع مفاجئ في درجات الحرارة ما بين ١٠ - ٢٠م خلال بضع ساعات (فايد، يوسف سنة

(١) Oliver, 1972.

(٢) أبوالمعاج، يوسف سنة ١٩٩٤ (١) ص ٩٩-٩٨.

١٩٨٢ ص ٥٨). ويتميز فصل الربيع عن باقي فصول السنة بزيادة عدد المنخفضات الخماسينية^(١)، وتبلغ النسبة المئوية لتكرارها خلال فصل الربيع ٥٠,١% من جملة تكراراتها السنوية على النطاق المحصور فيما بين ٣٠-٣٥ ش (تمثل منطقة الدراسة جزءاً منه)^(٢). وتسود الرياح الشمالية باتجاهاتها ليليلغ تكرارها ٦٥,٧%، ٦٣,٥%، ٥٧,٦%، و٤٦% لمحطات دمياط ودمنهور والزقازيق ورشيد. وتختفي الرياح الجنوبية الغربية ليحل محلها الرياح الجنوبية الشرقية والرياح الجنوبية بنسب تكرار تبلغ ١٨,٢% و١٠,٤% و٥,٧% في محطات رشيد والنطرون وجناكليس^(٣). هذا وترتفع سرعة الرياح خلال فصل الربيع كما هو الحال خلال فصل الشتاء.

ويرتفع المعدل الربيعي للحرارة العظمى ليليلغ ٢٦م، ويتراوح ما بين ٢٣م كحد أدنى في المحطات الساحلية الشمالية، وبين ٢٩م كحد أقصى في محطة الجيزة جنوباً. ويزيد عن مثيله الشتوي بفارق حراري ٦م. ولذا يبتعد المنحنى الربيعي عن مثيله الشتوي بالاتجاه جنوباً نتيجة لاتساع الفروق الحرارية فيما بينهما خاصة في المحطات الجنوبية حيث تكاد تختفي المؤثرات البحرية ويشد نفوذ المنخفضات الخماسينية وما يصاحبها من ارتفاع في المعدل الربيعي لدرجات الحرارة نهاراً (شكل ٥ أ). أما بالنسبة للحرارة الصغرى فيتضح من شكل (٥ ب) أن المنحنى الحراري ربيعاً يقترب من مثيله الشتوي في المحطات الساحلية مما يشير إلى التجانس الحراري فيما بينهما بسبب المؤثرات البحرية الدفينة شتاءً والمعتدلة ربيعاً. بينما تتسع الفروق بينهما في المحطات الداخلية جنوباً لضعف توغل هذه المؤثرات البحرية نسبياً، إذ يبلغ المعدل الربيعي لمتوسطات الصغرى ١٣م، ويتراوح المعدل الربيعي ما بين ١١م في معظم المحطات الساحلية الشمالية

(١) El- Sabbagh, 1964 p.21.

(٢) زهران، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٢٥.

(٣) زهران، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٩٤.

و ١٦م في محطة السويس بفارق حراري ٥م كما هو بالنسبة للمعدل الشتوي مما يعكس تجانس درجات الحرارة ليلاً فيما بين محطات الدراسة خلال فصلي الشتاء والربيع. ويتباعد المنحنى الحراري للدرجات اليومية عن مثيله الشتوي بفارق حراري يزداد جنوباً متماثلاً مع اتجاه ارتفاع الحرارة لضعف توغل المؤثرات البحرية المعتدلة من جهة ، وشدة تأثير المنخفضات الخماسينية من جهة أخرى. ويسود التجانس الحراري ربيعاً إذ يتراوح المعدل الربيعي في منطقة الدراسة ما بين ١٨م : ٢٢م (شكل ٥ ج). وإذ يبلغ المعدل الربيعي لمتوسطات اليومية ١٩م ، فإنه يرتفع ٦م عن مثيله للصغرى ، بينما ينخفض ٧م عن مثيله للعظمى.

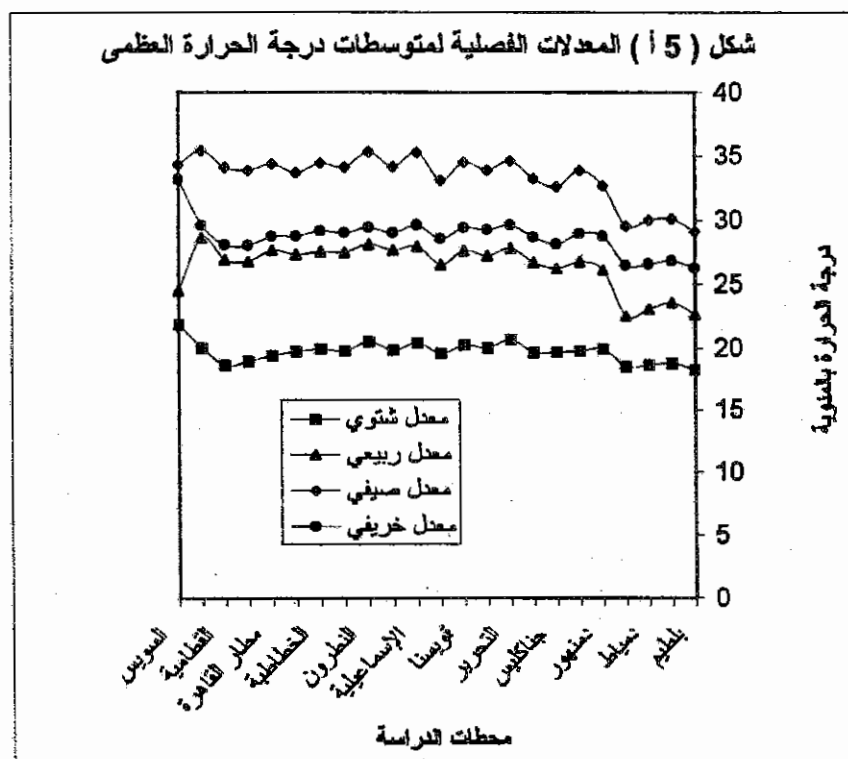
هذا وتطراً على الرطوبة النسبية ربيعاً تغيرات فجائية حادة بسبب حالات عدم الاستقرار. إذ تنخفض إلى حدودها الدنيا في أثناء مرور المنخفضات الخماسينية ، بينما ترتفع إلى أكثر من ٨٥% في أثناء مرور الانخفاضات الجوية المصحوبة برياح شمالية رطبة^(١). وينخفض المعدل الربيعي للرطوبة النسبية ليمثل الحد الأدنى للمعدلات الفصلية إذ يبلغ ٥٩% ، ويتراوح ما بين ٤١,١% {الجيزة} وبين ٧١,٥% {دمياط} بفارق ٣٠% بين شمال المنطقة وجنوبها. ويأخذ المنحنى الربيعي اتجاهاً هابطاً في مجمله من الشمال صوب الجنوب مع ظهور بعض الانحناءات الصاعدة في المحطات ذات الظهير الزراعي الواسع والشبكة الكثيفة من الترع والمصارف (شكل ٦ أ).

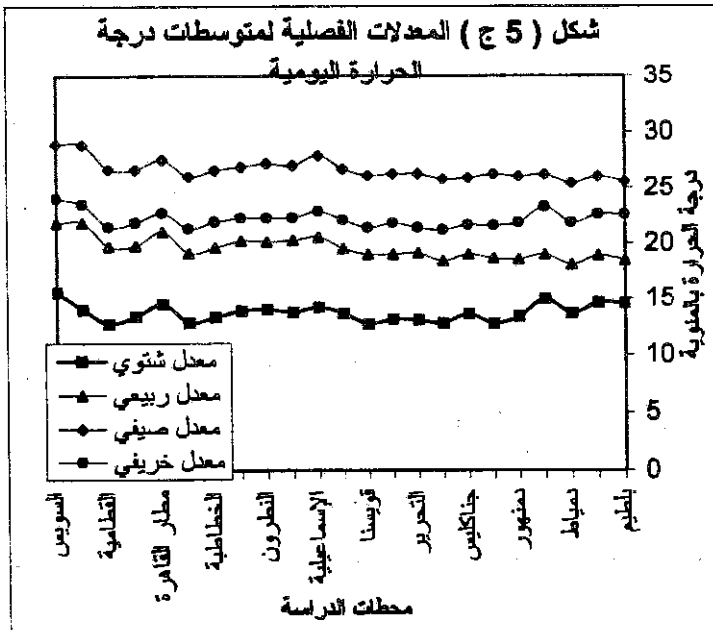
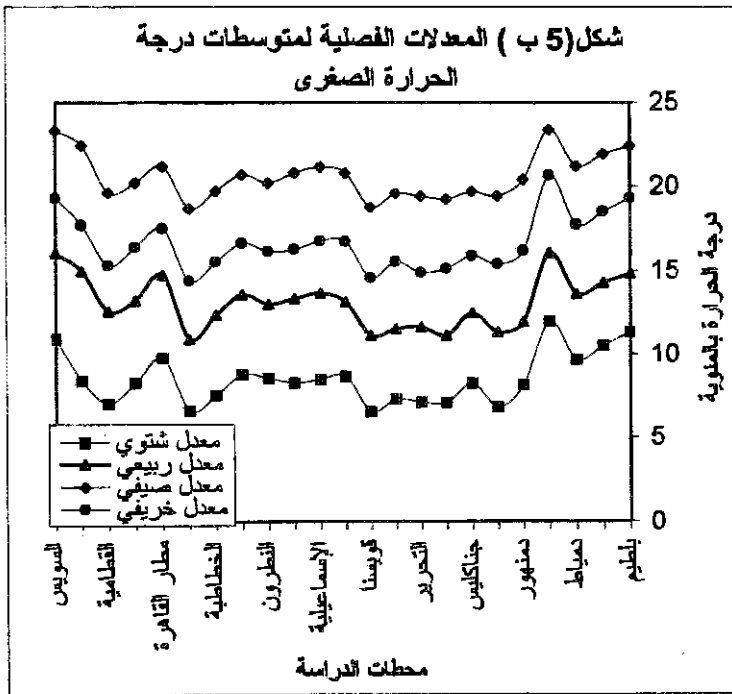
ويعكس جدول (٢) وشكل (٧) الأبعاد التأثيرية لفاعلية درجات الحرارة على الرطوبة النسبية ربيعاً من خلال تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة^(٢). ويتضح أن بعض سكان المنطقة يشعرون بعدم الراحة نهائياً ، وترتفع نسبة هؤلاء ويزيد شعورهم بعدم الراحة بالاتجاه جنوباً بعيداً عن

(١) فايد ، يوسف سنة ١٩٩٤ ص ٢٢٤.

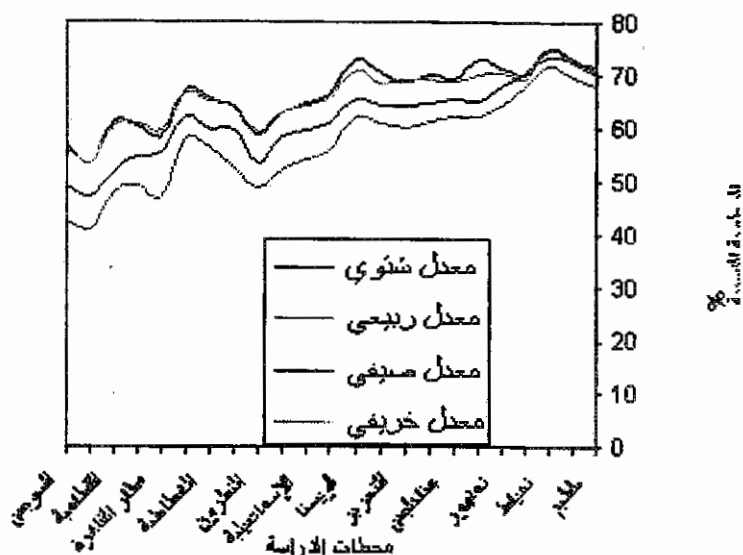
(٢) Oliver, 1972.

المؤثرات البحرية المعتدلة إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٦,٧ {بلطيم} و ٧٧,٣ {الجيزة}. بينما يشعر بعض السكان خاصة في الأجزاء الداخلية من المنطقة بعدم الراحة ليلاً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٣,١ {بهتيم} و ٥٩,٧ {السويس}. ونخلص من ذلك أن المعدلات الربيعية مريحة لسكان المنطقة على مدار ساعات اليوم باستثناء فترات تسجيل الحرارة العظمى والصغرى.

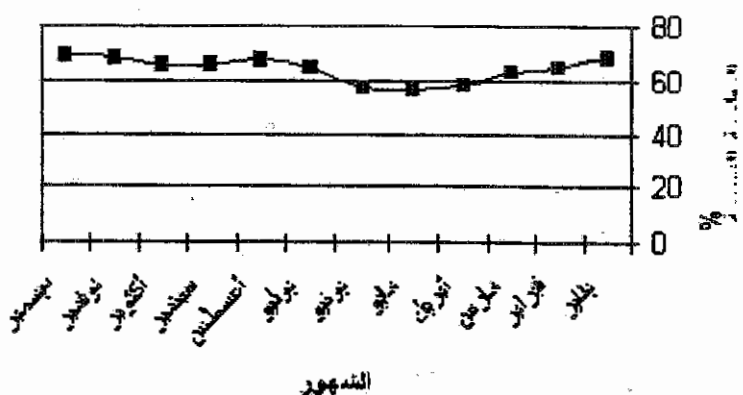




شكل (6 أ) المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية



شكل (6 ب) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة



٣. المعدلات الصيفية :

يأخذ الضغط الجوي شكلاً ثابتاً مستقراً طوال فصل الصيف إذ ينعدم تقريباً مرور الانخفاضات الجوية على شرق البحر المتوسط " ومنطقة الدراسة " على عكس الأحوال خلال فصلي الشتاء والربيع. وتتأثر مصر بالكتل القارية شديدة الحرارة TCh التي تقع جنوب الجبهة دون المدارية S.T.F. وكذلك الكتل القارية المدارية TC إلى شمال تلك الجبهة مما يسهم في ارتفاع درجة الحرارة صيفاً^(١). ويغطي الضغط الجوي المنخفض سطح اليابس الساخن في مصر بينما يصبح البحر المتوسط بمثابة بحيرة من الضغط المرتفع النسبي ، فتتأثر السواحل الشمالية والدلتا المصرية بتبادل المؤثرات بين نظامي الضغط الجوي بشكل مباشر. ويصل إلى مصر أيضاً بعض المؤثرات القادمة من مركز الضغط المرتفع الأزوري فوق المحيط الأطلنطي مما يسهم في تعديل درجة الحرارة خاصة في المحطات الساحلية^(٢) ويحول الاستقرار الشامل في الدلتا المصرية "كجزء من الصحراء الكبرى الأفريقية" دون تكرار المنخفضات الصحراوية^(٣).

وتبلغ النسبة المئوية لتكرار تلك المنخفضات صيفاً ٣,٢ % من جملة تكرارها على النطاق المحصور ما بين ٣٠ - ٣٥ شمالاً^(٤). ويسهم طول النهار ، وصفاء السماء ، وتعادم الشمس على مدار السرطان ، وبلوغ الإشعاع الشمسي حدوده القصوى صيفاً [يرتفع لأكثر من ٦٦٠ سعر حراري/ سم^٢ / يومياً^(٥)] في زيادة كفاءة عمليات التسخين لليابس بينما تظل درجة حرارة المياه منخفضة نسبياً ، فيساعد ذلك على تلطيف درجة الحرارة في المحطات الشمالية بالمنطقة [تتوغل المؤثرات البحرية إلى اليابس لمسافة

(١) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٩٨ ص ٢١٤.

(٣) El-Sabghah, 1964 p.24.

(٤) زهران ، بسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٣٠.

(٥) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠ ص ١٥.

تبلغ ٣ كم صيفاً^(١). وتسود الرياح الشمالية الغربية صيفاً " بسبب شدة الانحدار البارومتري بين الضغط المرتفع دون المداري على البحر المتوسط ، وبين مراكز الضغط المنخفض على طول الجبهة دون المدارية " بنسب تكرار تبلغ ٥٣,٣% و ٤٦,٧% و ٤٥,٤% و ٢٦,٤% في محطات دمياط والتحرير ورشيد ودمهور^(٢). وتهب الرياح الشمالية بنسب تكرار مرتفعة أيضاً لتبلغ ٢٧,٩% و ٢٥,٩% و ٢٢,٤% في محطات دمنهور وجناكليس والزقازيق ، ثم تليها الرياح التجارية الشمالية الشرقية اللطيفة^(٣).

وتتضح الفروق الحرارية أكثر ما تتضح في المحطات الشمالية فيما يتعلق بالحرارة العظمى حيث نفوذ المؤثرات الملطفة لدرجات الحرارة في تلك المحطات ، بينما تخفي هذه الفروق بالاتجاه جنوباً حيثما تضعف المؤثرات البحرية.

ويأخذ المنحنى الحراري لمتوسطات العظمى صيفاً اتجاهاً صاعداً من الشمال صوب الجنوب مقارنةً بمثيله

الربيعي والشتوي (شكل ٥ أ). ويشير ذلك إلى أن الموقع الجغرافي وطبوغرافية مواقع المحطات ذات تأثير أوضح من الموقع الفلكي في ترسيم الفروق الحرارية فيما بين المحطات صيفاً ، بينما نفوذ الموقع الفلكي أوضح خلال فصلي الشتاء والربيع. ويبلغ المعدل الصيفي للحرارة العظمى ٣٣م (يارتفاع ٧م عن مثيله الربيعي وأيضاً ٣م عن مثيله الشتوي) ، ويتراوح المعدل ما بين ٢٩م (يلطيم) و ٣٥م (الجيزة) بفارق حراري ٦م بين شمال المنطقة وجنوبها. أما معدل الحرارة الصغرى فيتراوح ما بين ١٩م كحد أدنى في المحطات الداخلية ، وبين ٢٣م في الأخرى الساحلية بفارق حراري ٤م بسبب الخصائص الحراري للمياه في كونها تبرد ببطء. كما تسهم

(١) عمر ، سنة ١٩٨٨ ص ٨.

(٢) زهران ، بسبوني سنة ٢٠٠٢ ص ٩٧.

(٣) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٤٥.

المسطحات المائية في ارتفاع الرطوبة التي تعرقل فاعلية الإشعاع الأرضي في فقدان حرارته المكتسبة من الإشعاع الشمسي إلى أن يصل الهواء لدرجة التبريد ، وعند نقطة الندى تتطلق الحرارة الكامنة في بخار الماء، ومن ثم ترتفع درجة حرارة الهواء . ويبلغ المعدل الصيفي لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة ٢٠م (بارتفاع ٧م و ١٢م عن مثليه الربيعي والشتوي بالتوالي كما هو بالنسبة للعظمى). ولا تختلف هذه الملامح أيضاً فيما يتعلق بالحرارة اليومية، إذ يبلغ المعدل الصيفي ٢٦م (بارتفاع ٧م و ١٢م عن مثليه الربيعي والشتوي بالتوالي كما هو بالنسبة للعظمى والصغرى). ويتراوح المعدل الصيفي ما بين ٢٥م {دمياط} وبين ٢٩م {الجيزة والسويس} مما يعكس التباين في متوسطات الحرارة اليومية فيما بين المحطات وأنعكس ذلك على شكل المنحنى الذي يكاد يأخذ خطأ مستقيماً (شكل ٥ ج).

ويساعد ارتفاع الضغط الجوي في طبقات الجو العليا " الضغط المرتفع الأزوري " على الحيلولة دون صعود الهواء المحمل ببخار الماء إلى أعلى فيبقى محصوراً في الطبقة السفلية من الهواء قريباً من سطح الأرض مما يسهم في ارتفاع الرطوبة النسبية في المنطقة صيفاً دون أن يكون لذلك أي ارتباط بالرياح الموسمية الممطرة صيفاً على الهند حيث تحول الدورة العامة للرياح دون بلوغها المنطقة^(١). فيبلغ المعدل الصيفي للرطوبة النسبية ٦٣,٢ % ممثلاً المعدل الأوسط بين المعدلين الربيعي والشتوي إذ يرتفع عن الأول وينخفض عن الثاني بمقدار ٤%. ويتراوح المعدل الصيفي ما بين ٤٧,٣% {الجيزة} وبين ٧٣,٤% {دمياط} بفارق ٣٠% بين المحطات الساحلية والأخرى الداخلية. وينسجم شكل المنحنى الصيفي باتجاهه الهابط من الشمال صوب الجنوب مع المؤثرات الرطبة الشمالية مثله في ذلك مثل المنحنى الشتوي والربيعي ، وانعكس ذلك في تقارب المنحنيات الثلاثة في المحطات الشمالية وتباعدهم بالاتجاه جنوباً (شكل ٦ أ) حيثما يرتبط مستوى الرطوبة

(١) أبو حجاج ، يوسف سنة ١٩٩٤ (أ) ص ١٠٠.

بمدى توفر مصادر المياه من الترع والمصارف والأراضي الزراعية ، ومن ثم تنشيط عملية التبخر تحت تأثير الحرارة المرتفعة صيفاً.

وتتبعس بوضوح هذه الخصائص الحرارية تحت تأثير الرطوبة في تحديد درجات شعور الإنسان بالراحة. إذ يتضح من نتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة^(١) كما في جدول (٢) وشكل (٧) أن أغلب سكان المنطقة يعانون من وطأة الشعور بعدم الراحة تحت تأثير الحرارة العظمى صيفاً ، ويتفاقم هذا الشعور ليبلغ عدم القدرة على العمل أو التركيز بالاتجاه جنوباً إذ تتراوح الحرارة المؤثرة نهاراً ما بين ٧٣,٥ {بلطيم} وبين ٨٥,٤ {الجيزة}. بينما يتمتع السكان بمناخ مريح في الليالي الصيفية " على العكس من الليالي الشتوية والربيعية " إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٢,٥ {بهيتيم} وبين ٦٤ {القطامية} ، ويستنتى منها عدم الشعور بالراحة في محطتي السويس والجيزة. هذا ويمكن القول بأن نصف السكان على الأقل يعانون من مناخ غير مريح على مدار ساعات اليوم صيفاً، ويتفاقم هذا الشعور بالاتجاه جنوباً، إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٩,٦ {بلطيم} وبين ٧٦,٧ {الجيزة} " وفقاً لمتوسطات الحرارة اليومية ".

(١) Oliver , 1972.

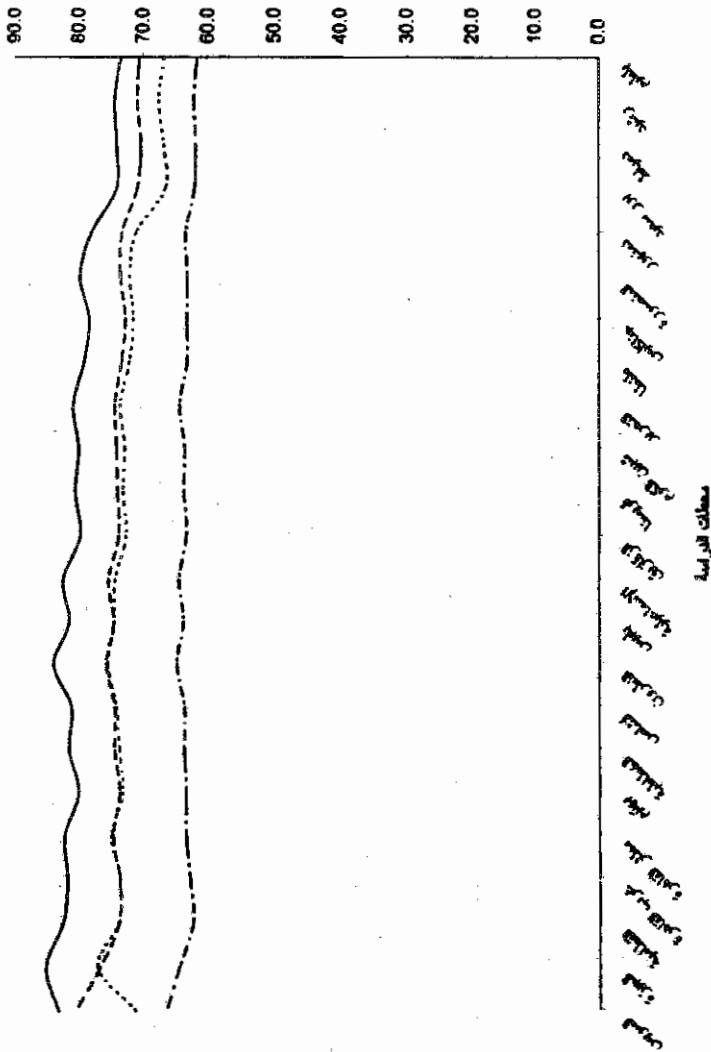
البحث السادس : فاعلية معدلات الحرارة والرطوبة وأثارهما على راحة الإنسان في التلثة المصرية

جدول رقم (٢) المعدلات الفعالية والسيوية للحرارة والرطوبة												
المستوى	المعدلات الفعالية للحرارة والرطوبة الجووية				المعدلات الفعالية للحرارة والرطوبة السطحية				المعدلات الفعالية للحرارة والرطوبة الجوفية			
	معدل حراري	معدل سطحي	معدل رطوبي	معدل شعوري	معدل حراري	معدل سطحي	معدل رطوبي	معدل شعوري	معدل حراري	معدل سطحي	معدل رطوبي	معدل شعوري
الاستعداد	62.8	66.1	57.9	54.0	70.6	73.5	66.7	61.7	66.5	69.6	62.0	57.6
الاستعداد	61.9	65.6	57.3	53.3	70.9	74.4	67.6	62.2	67.0	70.1	62.5	58.0
الاستعداد	61.0	64.7	56.6	52.4	70.4	74.2	66.9	61.9	65.3	69.2	61.4	56.6
الاستعداد	64.4	67.3	59.3	54.7	70.9	74.1	66.6	62.0	67.3	70.4	62.5	58.0
الاستعداد	59.4	64.2	54.6	50.6	73.3	78.0	71.1	63.5	65.6	70.5	62.2	58.3
الاستعداد	58.5	63.2	53.8	49.2	73.6	79.9	72.1	63.2	65.4	71.1	62.4	56.6
الاستعداد	59.1	63.5	55.1	50.5	72.8	78.4	71.5	63.3	65.5	70.6	62.6	56.6
الاستعداد	58.2	63.0	53.5	49.3	73.4	79.3	72.2	63.2	65.0	70.6	62.2	56.6
الاستعداد	58.0	63.3	54.1	49.2	74.4	81.0	73.6	64.4	65.2	71.2	63.1	56.9
الاستعداد	58.7	63.4	54.0	49.6	74.2	80.1	72.8	63.6	65.7	71.2	62.9	56.0
الاستعداد	57.6	62.5	53.5	48.9	74.0	80.6	73.1	63.7	65.1	70.9	62.8	55.6
الاستعداد	80.1	65.1	55.8	50.8	73.8	79.9	72.7	63.4	66.3	72.2	63.8	56.6
الاستعداد	80.2	65.5	56.5	50.4	75.4	82.6	74.4	64.5	67.4	73.6	65.1	57.1
الاستعداد	59.6	65.2	56.0	50.2	74.6	81.6	74.5	63.8	66.7	72.9	64.9	56.6
الاستعداد	59.5	64.8	55.6	50.2	75.8	84.0	75.5	64.9	67.0	73.6	64.9	56.9
الاستعداد	80.0	66.0	56.4	50.8	74.5	81.3	74.2	63.7	66.6	72.5	64.8	56.8
الاستعداد	58.7	63.9	54.9	49.4	74.6	81.7	73.8	63.8	66.1	72.2	63.9	56.2
الاستعداد	57.4	62.5	53.1	48.5	73.8	80.3	73.3	63.5	65.3	71.2	63.2	55.7
الاستعداد	61.2	65.9	57.9	51.7	74.8	82.4	75.1	63.6	67.5	73.9	66.2	57.5
الاستعداد	59.8	64.7	55.9	50.0	73.8	82.0	73.7	62.9	66.3	72.9	64.5	56.2
الاستعداد	58.5	64.1	55.0	48.6	73.9	82.7	74.0	62.5	65.9	73.2	64.5	55.4
الاستعداد	61.7	68.1	58.2	49.7	76.8	85.4	77.3	64.6	69.1	76.7	67.8	56.9
الاستعداد	63.6	69.0	59.7	53.1	80.8	83.5	71.4	66.7	69.4	76.4	67.6	58.9

معدل سطحي: معدل حراري / الرطوبة على جدار مسطح الرأس

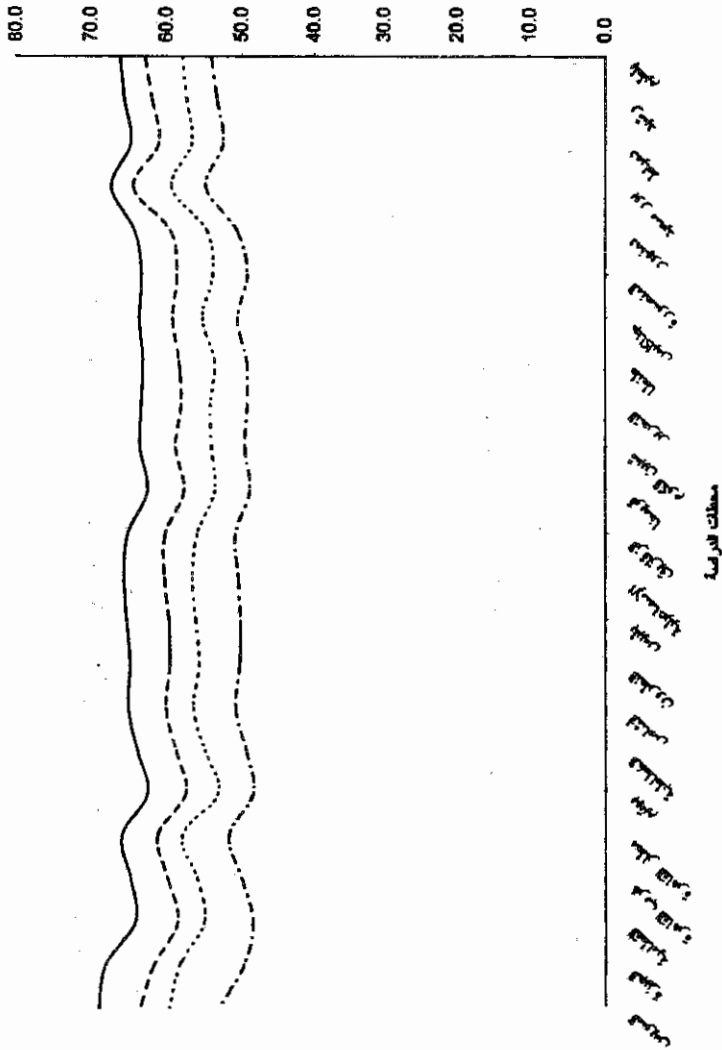
شكل (٧ - أ) المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة العظمى

درجات مئوية



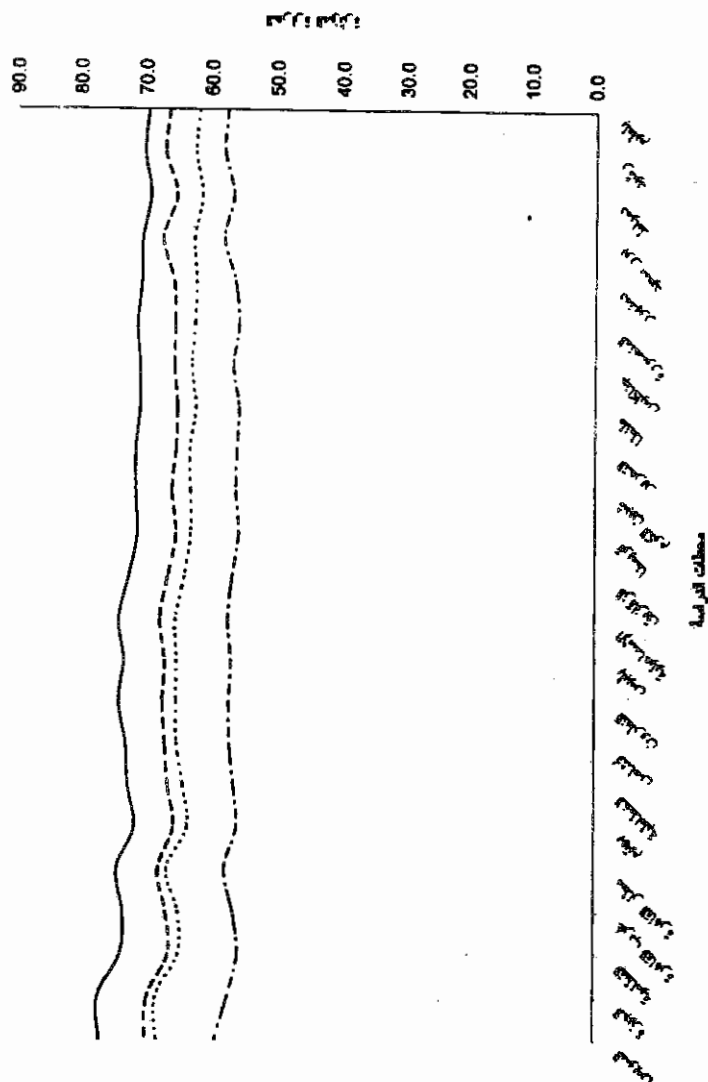
معدل شهري
معدل ربعي
معدل سنوي
معدل حراري

شكل (٧ - ب) المعدلات الفصلية للحرارة المؤثرة الصغرى
١٩٧٢ : ١٩٧٣



.....	محل شندى
.....	محل رويحي
.....	محل صهيبي
.....	محل بحري

شكل (٧ - ج) المعدلات الفصلية للحرارة اليومية المؤثرة في منطقة الدراسة



المعدل الفعلي
المعدل الفرضي
المعدل الفرضي
المعدل الفرضي

٤. المعدلات الخريفية :

تأخذ توزيعات الضغط الجوي في الانهيار خريفاً بفعل المنخفضات الجوية شبه الخماسينية التي تتحرك نحو الشرق على الساحل الأفريقي الشمالي " ومنطقة الدراسة كجزء منه " كما هو الحال ربيعاً ولكنها تكون أضعف وأبطأ حركة. ويساعد تيار الهواء النفاث فوق البحر المتوسط في نشأة هذه المنخفضات وتعميقها على طول الجبهة دون المدارية شبه الساكنة على شمال أفريقيا^(١). وتتراجع الجبهة دون المدارية جنوباً فتتسع المساحة المغطاة بالهواء المداري فوق شمال أفريقيا. هذا وتخفض معدلات الإشعاع الشمسي خريفاً عن نظيرتها ربيعاً لتتراوح ما بين ٤٥٠ - ٥٠٠ سعر حراري/سم^٢ / يومياً كنتيجة لصفاء السماء ربيعاً عقب فصل الشتاء البارد ، بينما يعقب فصل الخريف فصل الصيف بحرارته المرتفعة ونشاط التيارات الهوائية الصاعدة المحملة بالأتربة والذرات الغبارية ، فضلاً عن ارتفاع محتوى الهواء خريفاً من العوالق المائية ، فتسهم هذه الظروف في انخفاض معدلات الإشعاع الشمسي خريفاً^(٢). وبالرغم من هذه الفروق في كمية الإشعاع في الفصلين الانتقاليين ، إلا أنها لا تنعكس على درجات الحرارة ، إذ ترتفع الحرارة خريفاً مقارنةً بالربيع كنتيجة لانسحاب الفائض الحراري المكتسب من الصيف إلى أوائل الخريف بينما يستهلك جزء من الإشعاع الشمسي ربيعاً في تعويض الأرض ما فقدته من حرارة خلال الشتاء. وتأخذ الرياح خريفاً ذات الاتجاهات الشمالية كما هو ربيعاً " لتشابه توزيعات الضغط الجوي في كليهما " لتبلغ مثلاً ٥٨% في كل من الزقازيق والنطرون. وتخفض سرعة الرياح خريفاً إذ لا يتجاوز معدلها الخريفي في معظم محطات الدراسة ٣,٢ كم / ساعة بسبب عدم اكتمال الضغوط الجوية المؤثرة وضعف مراكز انحداراتها. وتتزايد سرعة الرياح في أواخر فصل الخريف

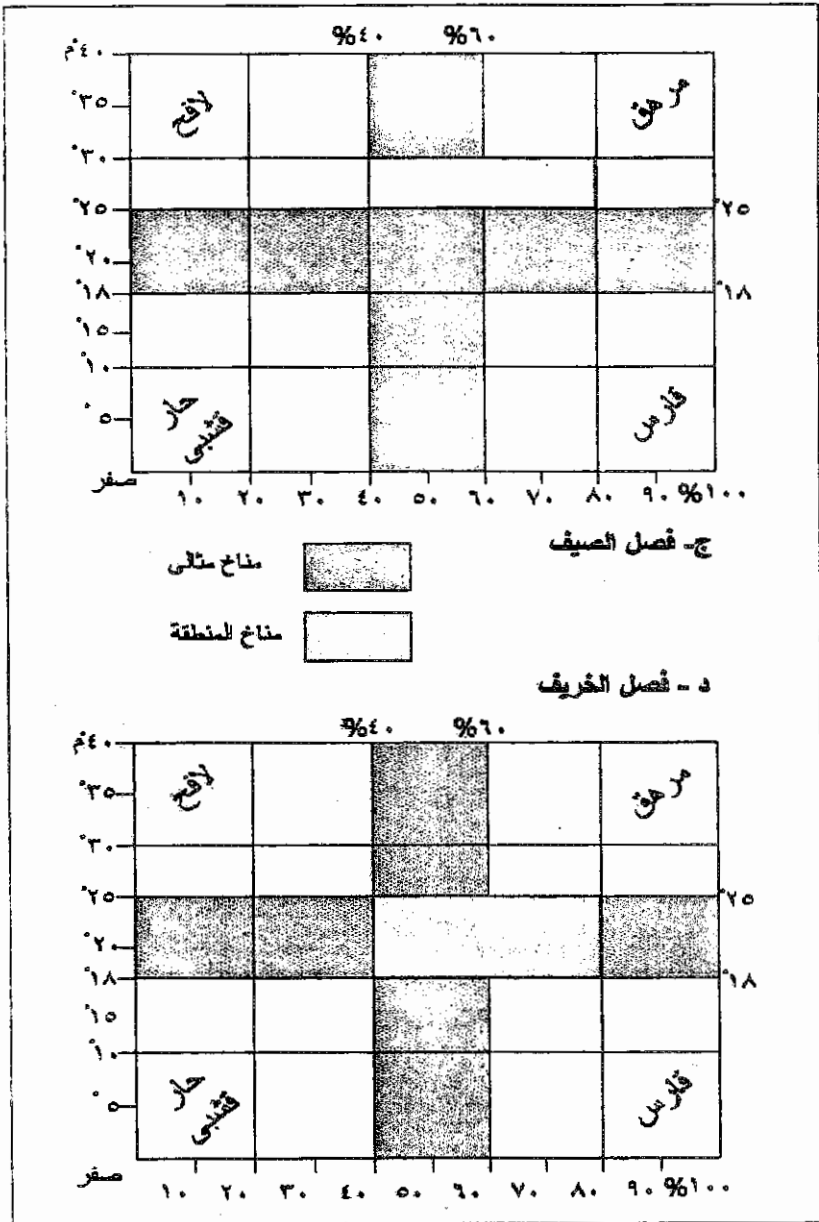
(١) علي ، عبدالقادر سنة ١٩٩٢ ص ٣٢.

(٢) يوسف ، عبدالعزيز سنة ٢٠٠٠ (ب) ص ١٣.

في أثناء مرور الانخفاضات الجوية عبر البحر المتوسط التي يبلغ معدلها ٩ انخفاضات جوية خلال شهر نوفمبر مقابل اثنين فقط خلال شهر سبتمبر^(١).

وتجسم الخصائص الحرارية خريفاً هذه الظروف المناخية إذ أن المعدل الخريفي للحرارة العظمى يبلغ ٢٨ م فينخفض عن مثيله الربيعي ٢ م ، ولذا يقتربان بوضوح خاصة في المحطات الداخلية لضعف توغل المؤثرات البحرية. بينما يرتفع المعدل الخريفي عن مثيله الشتوي ٨ م فيعكس اتساع الفروق الحرارية فيما بينهما "لما أتضح من أسباب" على الرغم من كون الخريف يمثل الانتقال إلى الشتاء. وينخفض المعدل الخريفي عن مثيله الصيفي ٦ م كنتيجة لانسحاب جزء من حرارة الصيف إلى أوائل الخريف. وتتمتع المنطقة بتجانس حراري بين المحطات خريفاً (شكل ٥ أ) إذ يتراوح المعدل الخريفي ما بين ٢٦ م {إلطيـم} وبين ٢٨ م {غرب القاهرة} بفارق حراري ٢ م بين شمال المنطقة وجنوبها. هذا ، وتكاد المنحنيات الحرارية الفصلية للصغرى تتطابق في شكلها العام وكذلك في ذبذباتها الموجبة والسالبة لتصبح أكثر تجانساً من مثيلاتها للحرارة العظمى والصغرى (شكل ٥ ب). ويبلغ المعدل الخريفي للصغرى ١٧ م ، فينخفض عن مثيله الصيفي بفارق ٣ م ، ويرتفع عن الربيعي بفارق ٤ م ، في حين يرتفع كثيراً عن مثيله الشتوي بفارق ٩ م. هذا وتتسجم الحرارة اليومية مع مثيلاتها للعظمى والصغرى إذ يقترب منحنى المعدل الخريفي من مثيله الربيعي والصيفي " خاصة في المحطات الداخلية جنوباً بعيداً عن المؤثرات البحرية اللطيفة " كما هو الحال بالنسبة لمتوسطات العظمى والصغرى (شكل ٥ ج). ويبلغ المعدل الخريفي لمتوسطات الحرارة اليومية ٢٢ م ، فينخفض عن مثيله الصيفي بفارق ٤ م ، ويرتفع عن مثيله الربيعي والشتوي بفارق ٣ م و ٨ م بالتوالي.

(١) زهران ، بـسيوني سنة ٢٠٠٢ ص ٣١.



شكل (٨) الأنماط الفصلية للمناخ الحيوى فى محطات الدراسة

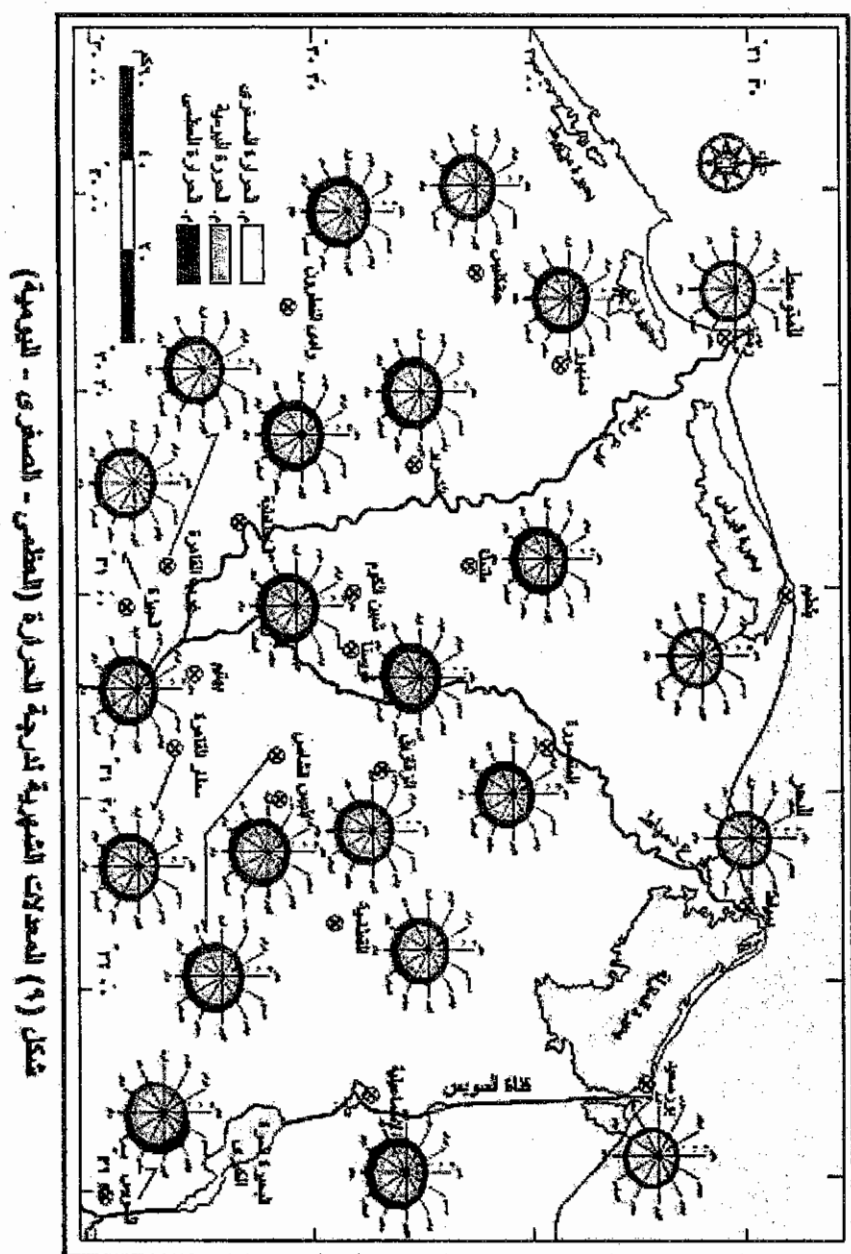
ويعتبر الخريف فصل بداية المنخفضات الجوية وتحركها نحو الشرق فتنتقل الهواء الرطب إلى الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ، وينعكس ذلك بوضوح على المعدل الخريفي للرطوبة النسبية إذ يبلغ ٦٦,٩% فيكاد يطابق مثيله الشتوي ، بينما يرتفع كثيراً عن مثيله الربيعي الذي يمثل الحد الأدنى للرطوبة النسبية الفصلية. ويتراوح المعدل الخريفي للرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨% {الجيزة} وبين ٧٤,٥% {دمياط} بفارق ٢١,٧% بين شمال المنطقة وجنوبها " انعكاساً للمؤثرات البحرية الرطبة " كما هو الحال شتاءً. هذا وتتقارب إلى درجة التداخل المنحنيات الفصلية للرطوبة النسبية في المحطات الساحلية ، بينما تأخذ في التباعد بالاتجاه جنوباً " اتجاه تناقص الرطوبة النسبية" باستثناء التداخل المتواصل فيما بين المنحنيين الخريفي والربيعي في سائر المحطات (شكل ٦ أ).

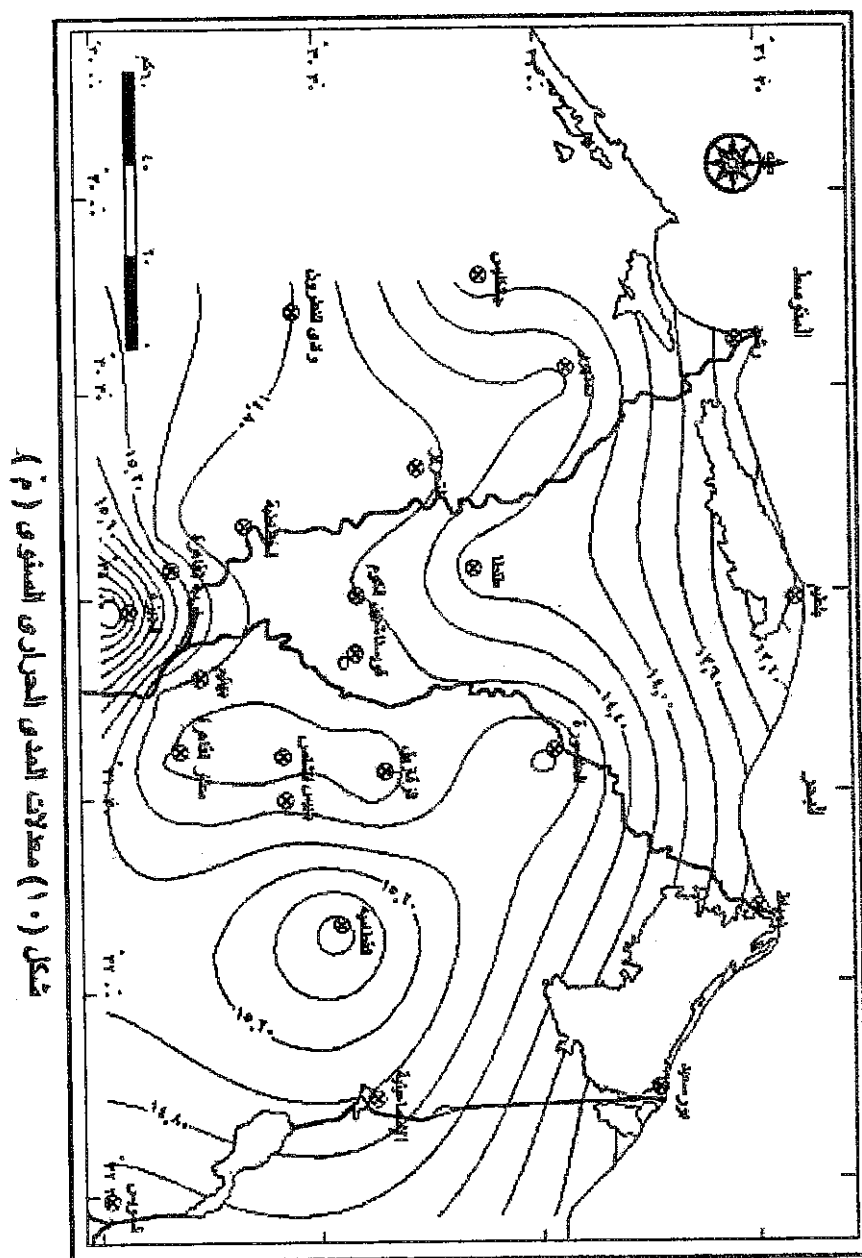
وتعكس فاعلية هذه الخصائص المناخية خريفاً في مؤشرات درجات الراحة للإنسان وفقاً لنتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة كما يلخصها جدول (٢) وشكل (٧). إذ يشعر أغلب سكان المنطقة بعدم الراحة نهاراً خلال فصل الخريف. ويتفاقم هذا الشعور إلى حد التعب الشديد وفقدان القدرة على العمل بالاتجاه جنوباً حيث تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٧٠,٤ {دمياط} و ٨٠,٨ {السويس}. ويكاد ينحصر الشعور بالراحة ليلاً على سكان المحطات الساحلية الشمالية وكذلك محطات قناة السويس دون سواها من المحطات ، بينما يعاني أغلب سكان المنطقة من عدم الراحة المناخية خاصة في أثناء تسجيل الحرارة العظمى أو الصغرى على حد سواء.

هذا ويمكن بحث الأبعاد التأثيرية للحرارة اليومية والرطوبة النسبية من خلال تحديد الأنماط الفصلية للمناخ الحيوي وفق قرينة توم^(١). إذ يسود خلال فصل الشتاء مناخ انزعاج متوسط بارد في معظم محطات الدراسة ، حيثما

(١) علي ، عبدالقادر سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٨.

تتراوح متوسطات الحرارة اليومية ما بين ١٠ م - ١٨ م والرطوبة النسبية ما بين ٦٠ % - ٨٠ % ، بينما يتمتع سكان محطات النظرون ومطار القاهرة والجيزة والسويس بمناخ مثالي مريح حيثما تتراوح الحرارة اليومية ما بين ١٤ م - ١٦ م والرطوبة النسبية ما بين ٥٣ % - ٥٦ % (شكل ٨ أ). أما في فصل الربيع ، فيتمتع سكان المنطقة بمناخ مثالي مريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ١٨ م - ٢٢ م والرطوبة النسبية ما بين ٤١,١ % - ٧١,٥ % (شكل ٨ ب). ويشعر سكان المحطات الساحلية وبعض المحطات الداخلية إلى الشمال من دائرة ٣٥ ٣٠ شمالاً (جدول ١ وشكل ١) بمناخ انزعاج متوسط حار رطب خلال فصل الصيف حينما تبلغ الحرارة اليومية ٢٦ م والرطوبة النسبية ٦٣,٩ % ، بينما يشعر سكان المحطات التي تقع إلى الجنوب من دائرة ٣٥ ٣٥ شمالاً بمناخ مثالي مريح حيثما تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢٧ م - ٢٩ م و الرطوبة النسبية ما بين ٤٧,٣ % - ٦٠ % (شكل ٨ ج). ويتميز فصل الخريف الانتقالي كمثيله فصل الربيع بسيادة المناخ المثالي المريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢١ م - ٢٤ م والرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨ % - ٧٤,٥ % (شكل ٨ ج). ونخلص من ذلك أن الفصلين الانتقاليين هما الأنسب مناخياً لراحة الإنسان وفقاً للمعايير الحيوية. الخريف الانتقالي كمثيله فصل الربيع بسيادة المناخ المثالي المريح إذ تتراوح الحرارة اليومية ما بين ٢١ م - ٢٤ م و الرطوبة النسبية ما بين ٥٢,٨ % - ٧٤,٥ % (شكل ٨ ج). ونخلص من ذلك أن الفصلين الانتقاليين هما الأنسب مناخياً لراحة الإنسان وفقاً للمعايير الحيوية.





ثالثاً : المعدلات الشهرية

يمكن دراسة الخصائص الشهرية لدرجات الحرارة من شكل (٩) ، إذ يتضح انخفاض الحرارة العظمى خلال شهور الشتاء لتبلغ حدودها الدنيا فتتراوح ما بين ٨,٨م لشهر يناير و ٢٠,٢م لشهر ديسمبر بمدى حراري فصلي ضئيل لا يتجاوز ١,٤م. بينما ترتفع فجائياً المتوسطات العظمى خلال شهور الربيع لتتراوح ما بين ٢٢,٣م لشهر مارس وبين ٣٠,٢م لشهر مايو. ويتسع المدى الحراري الفصلي ليبلغ ٨م بين مقدمة الربيع وأواخره بسبب التغير من انخفاضات البحر المتوسط خلال شهور الشتاء إلى المنخفضات الخماسينية خلال شهور الربيع. وتبلغ متوسطات العظمى حدودها القصوى خلال شهور الصيف ، وتتقارب فيما بينها إذ لا يتجاوز المدى الحراري الفصلي ٠,٢م بسبب الارتفاع العام للحرارة نهاراً. هذا وينسحب جزء كبير من درجات الحرارة خلال شهور الصيف إلى مقدمة الخريف إذ تبلغ خلال شهر سبتمبر ٣١,٨م ، ثم تنخفض تدريجياً لتبلغ ٢٤,٤م خلال شهر نوفمبر. ويرتفع المدى الفصلي ليبلغ ٧,٤م بين سبتمبر الذي يعد بحق امتداداً لشهور الصيف ، وبين شهر نوفمبر الذي يعد المقدمة الفعلية لشهور الشتاء. وتجدر الإشارة إلى ارتفاع الحرارة العظمى لشهر أكتوبر {٢٩,٢م} عن مثيلتها لشهر أبريل {٢٦,٦م} بسبب تأثير التسخين خلال شهور الصيف لكل من المسطحات المائية واليابس وامتدادها إلى أكتوبر ، فضلاً عن تأثير المنخفضات شبه الخماسينية الحارة التي تسهم أيضاً في ارتفاع الحرارة نهاراً خلال شهر أكتوبر مقارنةً بمثيله خلال أبريل^(١). وتنخفض أيضاً الحرارة الصغرى لتبلغ حدودها الدنيا خلال شهور الشتاء، حين تتراوح ما بين ٧,٩م و ٩,٣م لشهري يناير وديسمبر بالتوالي.

(١) علي ، عبدالقادر ، سنة ١٩٩٢ ص ٤٢.

ويرتفع المدى الشتوي ليلبلغ ٢,٣ م مقارنةً بمثيله للعظمى {١,٤ م} فيشير إلى الاتساع النسبي في الفروق الحرارية ليلاً بسبب اختلاف الخصائص الحرارية بين اليابس والماء ومدى فاعلية الحرارة الكامنة في بخار الماء. وتأخذ الحرارة الصغرى في الارتفاع التدريجي خلال شهور الربيع لتتراوح بين ١٠ م - ١٥,٩ م. وهكذا ينخفض المدى الحراري الربيعي ليلاً {٥,٩ م} عن مثيله نهاراً {٨ م} فيعكس ببطء التغيرات الحرارية ليلاً . وتتميز شهور الصيف بارتفاع عام في الحرارة الصغرى كما هو الحال بالنسبة للعظمى ، وقد انعكس ذلك أيضاً في انخفاض المدى الحراري الصيفي للصغرى إذ لا يتجاوز ١,٨ م. ويلاحظ احتفاظ الحرارة الصغرى على ارتفاعها أثناء شهر سبتمبر ، ثم تنخفض تدريجياً لتصل حدها الأدنى خلال شهر نوفمبر ، بمدى حراري خريفي ٦,٢ م {يقترّب من مثيله للعظمى ٧,٤ م}.

وجدير بالذكر أن ، هناك تقارباً في المدى الحراري لفصلي الخريف والربيع " لمتوسطات الصغرى " كفصلين انتقاليين مع ارتفاع الأول. كما يتقارب المدى الحراري لفصلي الشتاء والصيف كفصلين انتقاليين مع ارتفاع الشتوي. ويشير ذلك إلى أن التغيرات الحرارية ليلاً خلال شهور الخريف والشتاء تزيد عن مثيلاتها خلال الربيع والصيف. وتأخذ المعدلات الشهرية لمتوسطات الحرارة اليومية ذات الملامح الخاصة بالعظمى والصغرى على حد سواء . إذ تتراوح خلال شهور الشتاء ما بين ١٢,٩ م - ١٤,٣ م لشهري يناير وديسمبر ومدى فصلي ١,٤ م. وتتراوح خلال شهور الربيع ما بين ١٥,٨ م - ٢٢,٧ م لشهري مارس ومايو بمدى فصلي ٦,٩ م. وتبلغ حدودها القصوى خلال شهور الصيف لتتراوح ما بين ٢٥,٩ م - ٢٦,٦ م لشهري يونيو وأغسطس بمدى فصلي ٠,٧ م. ويمتد ارتفاعها إلى شهر سبتمبر لتبلغ ٢٥,٢ م ، ثم تأخذ في الانخفاض لتبلغ ١٨,٣ م لشهر نوفمبر بارتفاع ٤ م عن شهر ديسمبر ، وهكذا يعادل تماماً المدى الخريفي مثيله الربيعي. ويزيد أيضاً معدل الحرارة اليومية لشهر أكتوبر عن مثيله لشهر

أبريل كما هو الحال بالنسبة للحرارة العظمى والصغرى على حد سواء. وينعكس ذلك على درجة القارية^(١) ، إذ يبلغ معدل القارية في منطقة الدراسة ٢١,٤ مما يعني أن مناخها شبه قاري.

ومما يدعم ذلك ، أن المدى الحراري السنوي يتراوح ما بين ١٢,٩ م كحد أدنى في محطة بلطيم الساحلية ، وبين ١٦,٨ م في محطة الجيزة الداخلية ، كما ويبلغ معدله خلال مدة الدراسة ١٤,٥ م (شكل ١٠). هذا وبدراسة العلاقة بين المسافة الأفقية بين مواقع المحطات وساحل البحر المتوسط (جدول ١) ، نخلص إلى أن المدى الحراري السنوي يرتفع بمتوسط ١,٥ م لكل ١٠ كيلومتراً بعداً عن خط الساحل ، كما ترتفع القارية بمتوسط ٢,٢ لكل ١٠ كيلومتراً بعداً عن خط الساحل.

ويمكن تتبع الخصائص الشهرية للرطوبة النسبية من شكل (٦ ب) ، إذ يعتبر شهر يناير أكثر شهور السنة برودة هو الأكثر ارتفاعاً في المعدلات الشهرية إذ تبلغ ٦٨,٦% ، بينما تبلغ أدناها في شهر مايو ٥٦,١%. هذا وترتفع الرطوبة النسبية خلال شهور الصيف لتقترب من معدلاتها الشتوية إذ تبلغ ٦٧,٦% خلال شهر أغسطس بسبب هبوب الرياح الشمالية الرطبة ، فضلاً عن شدة نشاط نسيم البحر وتوغله نحو المناطق الداخلية لمسافة تتراوح ما بين ٢٠ - ٣٠ كيلومتراً بعيداً عن خط الساحل^(٢). وتسهم أيضاً الانقلابات الحرارية Thermal Inversion من نوع نسيم البحر في انحصار الهواء الرطب البارد نسبياً بالقرب من سطح الأرض فترتفع الرطوبة النسبية في المحطات الساحلية تحديداً. هذا ولا يمكن إغفال نشاط عمليات التبخر تحت تأثير ارتفاع درجات الحرارة صيفاً في ارتفاع الرطوبة النسبية أيضاً ،

(١) درجة القارية = الفرق بين متوسط درجة حرارة أكتوبر وأبريل/ المدى الحراري السنوي (م) ١٠٠

(عبد الحكيم ، صبحي ، سنة ١٩٧٩ ص ٨١).

(٢) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٣٢٤.

إذ يبلغ المتوسط اليومي لكمية التبخر ٥,٤ ملليمتر / يوماً خلال شهر يونيو في محطات رشيد وبلطيم ودمياط^(١).

ويساعد كذلك اتساع الأراضي الزراعية التي تغطي الدلتا المصرية وكثافة شبكة الترعرع والمصارف في ارتفاع الرطوبة النسبية في نروة ارتفاع الحرارة صيفاً إذ يرى البعض^(٢).

إن أي مساحة خضراء لا يتجاوز مساحتها ٢٢٤٠٠ م^٢ تسهم في ارتفاع الرطوبة النسبية بمتوسط يتراوح ما بين ٥% نهاراً و ٨% ليلاً مقارنةً بالكتل السكنية. ويستمر ارتفاع الرطوبة النسبية خلال شهور الخريف لتقترب معدلاتها وتوزيعاتها من مثيلاتها خلال شهور الشتاء إذ تتراوح ما بين ٦٥,٧ % - ٦٨,٦ % لشهري أكتوبر ونوفمبر. ويرتبط ارتفاع الرطوبة النسبية خريفاً بسيادة الرياح الشمالية الرطبة وتأثير بدايات وصول الانخفاضات الجوية الشتوية خاصة خلال شهر نوفمبر^(٣).

ويمكن استخدام المنحنيات المناخية Climographs^(٤) في تمثيل العلاقة بين المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لإبراز مدى تأثيرهما معاً على راحة الإنسان. إذ يتبين أن ، شهور يونيو ويوليو وأغسطس هي فترة مزعجة تمثل المناخ الحار الرطب Muggy حيث ترتفع درجة الحرارة لأكثر من ٢٥ م وترتفع الرطوبة النسبية لأكثر من ٥٠ % في جميع محطات الدراسة. أما باقي شهور السنة فيسودها مناخ بارد رطب Raw إذ تنخفض درجة الحرارة لأقل من ٢٥ م كما تنخفض الرطوبة النسبية لأقل من ٥٠ % ، ومن ثم تمثل الفترة المريحة مناخياً في سائر محطات الدراسة.

(١) يوسف ، عبدالعزيز سنة ١٩٨٧ ص ١٥ .

(٢) يوسف ، سنة ٢٠٠٠ ج ٧٣ : ٧٥ .

(٣) فايد ، يوسف وآخرون ، سنة ١٩٩٤ ص ٣٢٤ .

(٤) عبدالحكيم ، صبحي ، وماهر الليثي ، سنة ١٩٧٩ ص ٣٣٢ : ٣٣٨ .

ويمكن تحديد مدى ملائمة الحرارة والرطوبة الشهرية لراحة الإنسان من نتائج تطبيق معادلة الحرارة المؤثرة. إذ نستخلص أن شهور مارس وأبريل ونوفمبر هي الأنسب لراحة الإنسان (حين تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٠ - ٦٥). بينما تعتبر الفترة الممتدة من شهر مايو إلى شهر أكتوبر هي فترة يشعر خلالها الإنسان بانزعاج متوسط حار (حين تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٦٧,٢ - ٧٢). وتعتبر شهور ديسمبر ويناير وفبراير هي فترة يشعر خلالها الإنسان عليه بانزعاج متوسط بارد^(١) (إذ تتراوح الحرارة المؤثرة ما بين ٥٥,٦ - ٥٧,١).

النتائج :

- يتحكم الموقع الجغرافي وطبوغرافية مواقع المحطات في إبراز الفروق الحرارية فيما بين المحطات خلال فصل الصيف ، بينما يعتبر نفوذ الموقع الفلكي أوضح خلال فصول السنة الأخرى.
- وتتمتع المحطات الساحلية بتجانس حراري ، بينما تتسع الفروق الحرارية فيما بينها بالاتجاه جنوباً وفقاً لمدى توغل المؤثرات البحرية ، فضلاً عن خصائصها الطبوغرافية. وينعكس تأثير الموقع الجغرافي بوضوح على معدلات الرطوبة النسبية إذ تتناقص بالاتجاه صوب الجنوب والشرق بسبب ضعف توغل المؤثرات البحرية الرطبة جنوباً ، وتوغل بعض المؤثرات القارية شرقاً. هذا ويتميز التوزيع الفصلي للرطوبة النسبية بالتجانس العام بين محطات المنطقة خاصة الساحلية منها.
- وفيما يتعلق بمدى ملائمة المناخ لراحة الإنسان في منطقة الدراسة ، فقد اتضح أنه مناخ مثالي خلال فصلي الربيع والخريف ، بينما يصبح مناخاً مزعجاً بارداً خلال فصل الشتاء ، ومناخاً مزعجاً متوسط حار رطب

(١) Mather , 1974. p 254.

خلال فصل الصيف. ويقتصر شعور الإنسان بالراحة خلال فصل الشتاء على فترات ما بعد الظهيرة ، أما الليالي الشتوية فهي غير مريحة. بينما يحدث العكس خلال فصل الصيف ، إذ يقتصر شعور الإنسان بالراحة على الليالي الصيفية ، بينما يتفاقم الشعور بعدم الراحة وعدم القدرة على التركيز في أثناء تسجيل النهايات العظمى للحرارة. هذا وتعتبر الشهور مارس وأبريل ونوفمبر أنسب شهور السنة لراحة الإنسان ، ويقف على النقيض منها شهري مايو وأكتوبر إذ تعتبر غير مريحة مناخياً .

المصادر العربية :

- ١- أبوالحجاج ، يوسف : جغرافية مصر : يوسف عبدالمجيد فايد : مناخ مصر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤ (أ).
- ٢- أبوالحجاج ، يوسف : جغرافية مصر : جودة حسنين جودة : جيومورفولوجية مصر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤ (ب).
- ٣- زهران ، بسيوني : المناخ وأثره على استهلاك مياه الري في محافظتي البحيرة وأسيوط - دراسة مقارنة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية البنات ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٢.
- ٤- شرف ، عبدالعزيز طريح : مناخ الكويت ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، سنة ١٩٨٠.
- ٥- عبدالحكيم ، محمد صبحي ، وماهر عبدالحמיד الليثي : علم الخرائط ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، سنة ١٩٧٩.
- ٦- عبدالحكيم ، محمد صبحي : مدينة الإسكندرية ، مكتبة مصر ، القاهرة ، سنة ١٩٧٩.
- ٧- علي ، عبدالقادر عبدالعزيز : التباين المكاني والزمني لدرجات الحرارة في جمهورية مصر العربية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الرابع والعشرون ، سنة ١٩٩٢.

- ٨- علي ، عبدالقادر عبدالعزيز : العلاقة بين المناخ والحركة السياحية في جمهورية مصر العربية - دراسة تطبيقية ، المؤتمر الخامس للأرصاء الجوية والتنمية المستدامة ، ٢٢ - ٢٤ فبراير ، سنة ٢٠٠٠ ص ٣٢٤ : ٣٣٨.
- ٩- عمر ، محمود حسن : العلاقة بين المناخ الكلي والمناخ الجزئي ، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا ، سنة ١٩٨٨.
- ١٠- فايد ، يوسف عبدالمجيد : مناخ مدينة جدة ، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، جامعة الملك عبدالعزيز ، المجلد الثاني ، جدة ، ص ٢٠١ : ٢٢٧.
- ١١- فايد ، يوسف عبدالمجيد وآخرون : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة ، سنة ١٩٩٤.
- ١٢- الفندي ، محمد جمال الدين : الطبيعة الجوية ، مكتبة الفلاح ، الطبعة الثانية ، الكويت ، سنة ١٩٧٧.
- ١٣- مسعود ، محمد كامل : المناخ وأثره على السياحة الخارجية في جمهورية مصر العربية - دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية البنات ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٢.
- ١٤- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : أثر تباين الظهير على مناخ ساحل مصر الشمالي ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، العدد ٣٦ ، سنة ١٩٨٧.
- ١٥- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : التباين المناخي بين السواحل المصرية - دراسة جغرافية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثاني والثلاثون ، الجزء الثاني ، سنة ١٩٨٨ ص ٢٠٥ : ٢٢٤.
- ١٦- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : التباين المناخي على ثلاثة محاور طولية في مصر ، مجلة بحوث كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، العدد الرابع ، سنة ٢٠٠٠ (أ).

- ١٧- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : الضباب في مصر دراسة جغرافية في التباين المكاني ، مركز بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس ، سنة ٢٠٠٠ (ب).
- ١٨- يوسف ، عبدالعزيز عبداللطيف : مناطق الحرارة المتلى في مدينة القاهرة - دراسة جغرافية في المناخ الحضري ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد السادس والثلاثون ، الجزء الثاني ، سنة ٢٠٠٠ (ج).
- ١٩- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية : بيانات مناخية غير منشورة لمحطات الدراسة خلال الفترة ١٩٦١ : ١٩٩٨ .
- ٢٠- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، جمهورية مصر العربية : الأطلس المناخي لمصر ، الهيئة المصرية العامة للمساحة ، سنة ١٩٩٦ .
- ٢٠- الهيئة المصرية العامة للمساحة ، جمهورية مصر العربية : طرق مواصلات الوجه البحري ، القاهرة ، سنة ١٩٨٧ . مقياس ١ : ٤٠٠٠٠٠ .

المصادر غير العربية :

1. Hobbs, J. E., : Applied Climatology, Dawson Westview Press, England, 1980.
2. Mather, John, : Climatology - Fundamentals, And Application, Mc - Graw Hill, U. S. A., 1974.
3. Oliver, John, E., : Climate And Man `s Enviroment, John Wiley & Sons, New York, 1972.
4. Oliver, John, E., : Climatology : Selected Applications, John Wiley & Sons, New York, 1981.
5. El-Sabbagh, M. K. : Desert Depressions in the Middle East - Their Formation, Deeping, Filling and Associated Weather Phenomena, Thesis M. Sc. Unpublished, Cairo University, 1964.