



الجمعية الجغرافية المصرية

**الضوابط المناخية للعجز المائى
فى شبه جزيرة سيناء**

الدكتور/ صلاح معروف عبده عماشة

أستاذ الجغرافية الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية المساعد
كلية الآداب بدمياط - جامعة المنصورة

سلسلة بحوث جغرافية

العدد الواحد والخمسون - 2012

الضوابط المناخية للعجز المائي

مقدمة

يعد موضوع قلة الماء من أهم المشكلات الحيوية فى الأقاليم الجافة وشبه الجافة وخاصة فى الدول التى تعتمد على مصادرها المائية من خارج حدودها الدولية كما هو الحال فى مصر، وتعد صفة الجفاف والعجز المائى المناخى من أهم المشكلات التى تعانى منها المناطق الجافة مثل شبه جزيرة سيناء التى تتميز بندرة الأمطار والموارد المائية فى معظم أنحاءها طبقاً للخصائص البيئية المكانية، مما حفز ذلك المهتمين بهذا المجال إلى النظر بعناية تجاه هذا المشكلات الخطيرة التى تظهر آثارها وتأثيراتها السيئة على المدى القريب والبعيد على بيئة منطقة الدراسة، وإن تقاوم مشكلات المياه وتزايد الطلب عليها ناتج عن التغير المناخى العالمى والنمو السكانى وتزايد متطلبات التنمية الاقتصادية. وعلى أية حال تمثل هذه الدراسة محاولة لإبراز دور فاعلية الضوابط المناخية وأثرها على العجز المائى المناخى للوصول الى تحقيق أهداف إستراتيجية كالهيمنة والسيطرة على المنطقة الحدودية اقتصادياً وتنموياً وسياسياً والتى تمثل منطقة خطر دائم، نتيجة انتشار الكيان الصهيونى على الحدود الشرقية.

وتعد دراسة هذه المشكلات من الدراسات العلمية الحديثة بالغة الأهمية، لاسيما مع ازدياد الطلب والتنافس على الموارد المائية لما تشكلها من عنصر حيوى فى وجود البيئة الحية بالمنطقة، وقد أخذ الجغرافيون وغير الجغرافيون على عاتقهم الاهتمام الكبير بهذه الدراسات عن طريق دراسة مفاهيم الموازنة المائية المناخية والتصحر والجفاف والقيمة الفعلية للأمطار (جهاز بحوث وتنمية وتعمير سيناء، 1990، ص112؛ حليمى عبد القادر، 1990، ص 234؛ وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، 2001، ص 34؛ محمد عطا، 2005، ص 452؛ صلاح معروف، 2008، ص 800)، وتحديد كميات الفائض والعجز المائى وتأثيراتها على الإنسان وبيئته، ومن ثم وضع الحلول الملائمة لتقليل تلك التأثيرات وسبل الاستفادة العظمى من الفائض المائى إن وجد ومعالجة العجز، وهذا ما سيتم التطرق إليه فى هذه الدراسة.

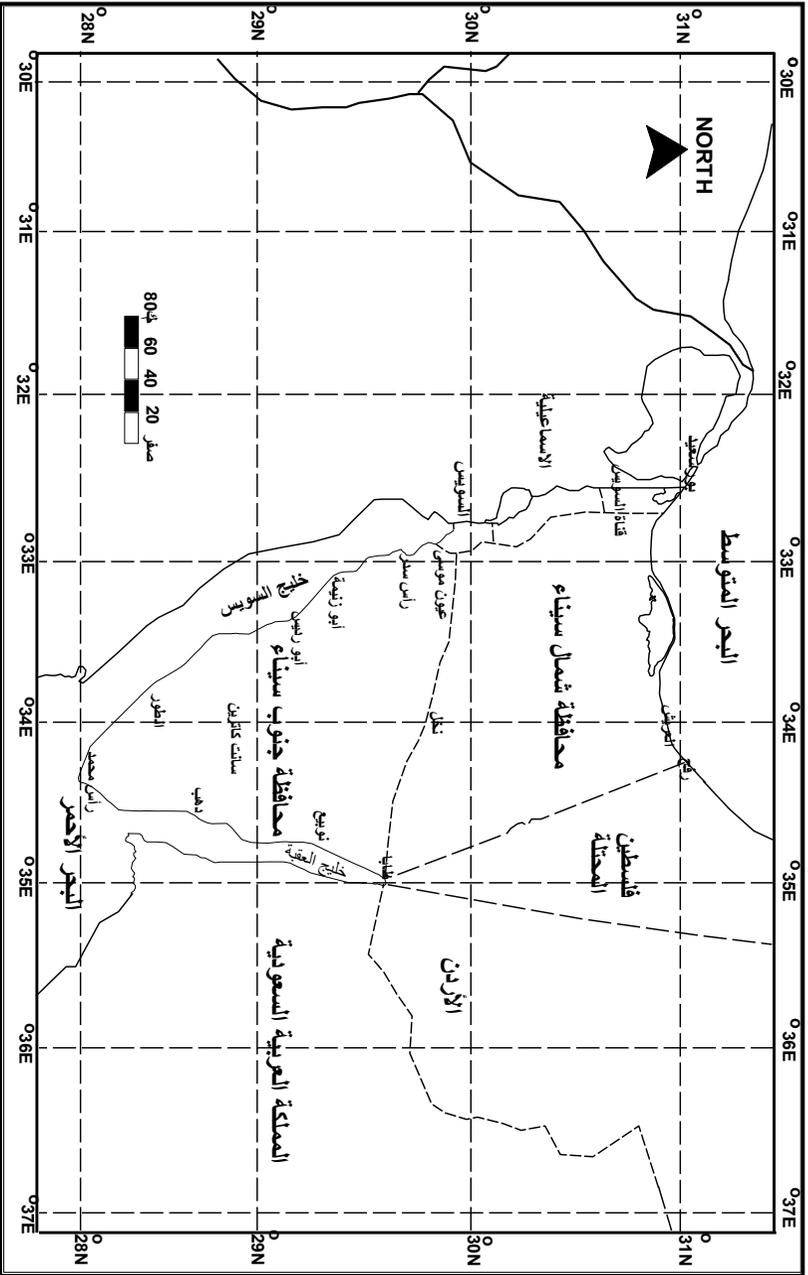
موقع ومساحة منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في الركن الشمالي الشرقي لمصر بين دائرتي عرض 00° و 28° و 30° 31° شمالا، وخطي طول 21° 32° و 58° 34° شرقا، حيث تأخذ شكلا أرضيا أقرب إلى المثلث المنتظم، وبهذا الشكل تأتي المنطقة كميزة فريدة بين أقاليم مصر في وضعها الطبيعي (جمال حمدان، 1993، ص 76) مرتفعة في الجنوب وتتحدر بالتدرج نحو الشمال، وبشدة نحو خليجي العقبة والسويس. وتمتد من ساحل البحر المتوسط شمالا إلى البحر الأحمر جنوبا، ومن الشرق خليج العقبة وفلسطين المحتلة، ومن الغرب خليج وقناة السويس (شكل 1)، وتغطي مساحة قدرها حوالي 61 ألف كم² والتي تمثل حوالي 6% من إجمالي جمهورية مصر العربية البالغة 1 مليون كم².

وتعد منطقة الدراسة إحدى الأقسام الجغرافية المصرية الحدودية التي تتمتع بمناخ محلي خاص، نظرا لموقعها الفلكي والجغرافي وإحاطتها بالمسطحات المائية من ثلاث جهات، مع التباين الواضح في مظاهر السطح. وبناء على ذلك؛ فهي تمتلك العديد من التباينات المناخية والبيئية المختلفة، فضلا عن أنها تمثل مكانا جيدا، وكانت السبب الرئيسي في جذب النشاط البشري على أطرافها وخاصة في الجانب السياحي والتي تمثل إحدى العناصر المهمة في تشكيل مورد اقتصادي جيد، وهذه الخصائص جعلتها منطقة تتفرد بالتميز. فقلة المياه بسبب سيادة الظروف المناخية الجافة كانت مدعاة لهذه الدراسة، ويعزى ذلك لأن الماء أصبح عاملا محددًا للتطور الاقتصادي، ومهيمنًا على رفاهية المجتمعات البشرية (Furon, 1978, p. 34)، هذا بالإضافة إلى التوجه الحكومي في التنمية الاقتصادية داخل المنطقة.

أسباب اختيار الدراسة :

نظرا لقلة الأمطار والموارد المائية في معظم أنحاء منطقة الدراسة فهي لا تفي بمتطلبات التنمية، فكان لا بد من معرفة الضوابط المناخية وأثرها على العجز المائي المناخى من أجل وضع خطط وبرامج التنمية، وتتمثل أسباب اختيار الدراسة في التالي:



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية، مقياس: 1:100000.

شكل (1) : الموقع العام لمنطقة الدراسة.

- أهمية شبه جزيرة سيناء حيث تتمتع بمقومات بيئية متنوعة انعكست على رفع قيمتها المكانية، حيث إن موضوع الدراسة لم ينل اهتماما جغرافيا بشكل جيد.
- يهدف الباحث الى دراسة الخلل الكبير فى ادارة الموارد المائية مع كيفية انتشار المجتمعات العمرانية، وذلك من أجل تأمين البوابة الشرقية لمصر، وماتتعرض لها من مخاطر نتيجة انتشار الكيان الصهيونى.
- التنوع المناخى المحلى للمنطقة والذى يمكن أن يشكل أساسا مهما للجذب السياحى بصفة خاصة والبشرى بصفة عامة.
- تفعيل خطط التنمية فى مصر عن طريق تنويع مصادر الدخل وتخفيف الاعتماد على البترول كمصدر أساسى للدخل داخل المنطقة.
- توفر متطلبات التنمية وتنشيط مناخ الاستثمار التى يمكن تطويرها، مما سيؤدى الى زيادة الآثار الايجابية فى المنطقة.

مشكلة الدراسة :

تتمثل مشكلة البحث فى دراسة مظاهر الجفاف والعجز المائى المناخى بمنطقة الدراسة، مع الأخذ فى الاعتبار أن الضوابط المناخية سوف تكون على أساس مستويين أحدهما: يتمثل فى الضوابط المناخية وأهم مظاهر النوع الأول تتمثل فى (الاشعاع الشمسى والحرارة والأمطار الرطوبة والرياح ... الخ) وهى ماتمت دراسته من خلال التحليل والمعادلات الرياضية بالمنطقة، من أجل معرفة الضوابط المناخية المؤثرة فى مظاهر الجفاف والتبخر/النتح وأثارها الواضح على الميزانية المائية للوقوف على تحديد مخاطر الوضع الفعلى.

ثانيهما: وتتمثل مظاهر النوع الثانى فى استخدام المعادلات الرياضية لقياس مظاهر الجفاف والعجز المائى المناخى، الا أن الدراسات التحليلية التى أجراها الباحث ودعمتها بالبيانات المتاحة انتهت الى أنها لم تظهر فى الدراسات الجغرافية

وغير الجغرافية بدرجة تستدعى دراستها بصورة ملحة فى المنطقة، هذا مع الأخذ فى الاعتبار أثرها الواضح فى تراجع معدلات التنمية الا أن معالجتها أمر ضروريا للحد من المشكلات البيئية.

وبناء عليه فان الورقة البحثية ستهتم لدراسة أثر الضوابط المناخية على الجفاف والعجز المائى المناخى فى المنطقة. وكان لابد هنا من الاشارة الى دراسة الضوابط المناخية والتي تأتى بصفة أساسية فى موضوعات الجغرافية الطبيعية، بحيث يمكن اعتبار المناخ والتنمية أرضا مشتركة تأتى كعلاقة واضحة فى البحث الجغرافى التطبيقى.

تساؤلات الدراسة :

- ومن خلال تلك الأهداف تحاول الدراسة الاجابة على التساؤلات التالية:
1. ماهى الصورة الحقيقية المستندة على الاختلافات بين المعدلات السنوية والشهرية للاشعاع الشمسى ودرجات الحرارة وبين العجز المائى المناخى، وهل هذه الاختلافات مقتصرة على المعدلات السابقة أم أنها تتدرج على باقى العناصر الأخرى داخل منطقة الدراسة؟
 2. هل تملك الضوابط المناخية دورا مؤثرا فى الجفاف والعجز المائى بالمنطقة؟
 3. اذا كانت الفروق المناخية وأهم العناصر الجوية المولدة للعجز المائى المناخى هى حقيقية فماهو العنصر الجوى الأكثر اظهارا لهذه الفروق، ثم كيف ينعكس ذلك على مفهوم الجفاف والعجز المائى؟
 4. هل توجد هناك ارتباطات تساعد فى طبيعة العجز المائى بالاستناد الى أهم عنصر جوى مرتبط، وتتمثل فى معدلات الاشعاع الشمسى ودرجات الحرارة وهل هذه الارتباطات تكون قادرة على تحديد شكل العجز المائى، وماهى طبيعة هذه الارتباطات؟

5. هل من الممكن الاستفادة من الضوابط المناخية في زيادة الجذب البشري بالمنطقة؟
6. كيف يمكن النظر مستقبلا للعجز المائي في المنطقة، وماهى أهم مشكلات التنمية بالمنطقة والحلول المقترحة لحلها؟

المصطلحات الواردة فى الدراسة :

ترتكز الدراسة الى بعض المفاهيم العلمية المنتشرة فى الأدبيات الجغرافية، وأخرى مشتقة من قبل الباحث فى دراسته، وتتمثل فى:

1) مفهوم الجفاف :

يعد مؤشر الجفاف من أكثر التعريفات انتشارا وشيوعا فى القياسات المناخية والذي يتسم بنقص كمية المياه الموجودة فى الاقليم (Perry, 1986, p. 34). وعلى أية حال يعد مؤشر الجفاف أحد المشكلات التى ماتزال تواجه المناطق الجافة بصفة عامة ومنطقة الدراسة بصفة خاصة، ويرجع سبب ذلك الى تشابك وتداخل مفردات الظاهرة وتنوعها، فالجفاف ظاهرة طبيعية وبشرية والمفاهيم حولها غير واضحة وغير محددة فالجفاف "محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر". وتوجد بعض المصطلحات المهمة التى تتعلق بالجفاف والتى تنطبق على الوضع الموجود فى المنطقة وهى:

- ❖ الجفاف المناخى: ويسود هذا النوع فى المنطقة عندما ترتفع الرطوبة ودرجات الحرارة عن المعدل الطبيعى، حيث يرتبط بغياب شبه مطلق من الأمطار (جهاد قرية، 2000، ص 4).
- ❖ الجفاف الهيدرولوجى: ويسود هذا النوع من الجفاف فى المناطق التى تعجز كميات الأمطار الساقطة من توفير المياه فى المجارى المائية.
- ❖ الجفاف الزراعى: يتمثل فى قلة سقوط الأمطار وعدم كفايتها لنمو المحاصيل الزراعية وإنتاجها (على الشلش، 1979، ص 50).

ويتبين من ذلك أن الجفاف ظاهرة طبيعية تتمثل في انخفاض كميات الأمطار الساقطة أو تناقصها عن معدلاتها الاعتيادية في أوقات معينة، والتي قد تستمر لفترات طويلة، ويبدو أن منطقة الدراسة تقع ضمن المفهوم الأول (الجفاف الدائم) والثاني (الجفاف الفصلي)، فالأمطار وإن اقتصر على السقوط في فصل الشتاء فهي لا تسد حاجة السكان من المياه. وعموماً أغلب علماء المناخ يتفقون على تحديد المناخ الجاف بأنه "المناخ الذي تزداد فيه كميات التبخر على كميات التساقط أى المناطق التي تعاني من عجز مائي سواء أكان ذلك على المستوى الشهري أم الفصلي أم السنوي"، وطبقاً (Lo Hoerrou, 1996, p. 133) تتعاظم المتغيرات المناخية مع ظاهرة الجفاف.

2) مفهوم العجز المائي المناخي :

لاشك أن معرفة الفائض أو العجز المائي أداة ضرورية لتقدير كميات المياه أو عجزها على سطح الأرض وتغذية المياه الجوفية (نعمان شحادة، 1983، ص 45). في حين يرى ثورنثويت الذي يعد أول من استعمل مصطلح الموازنة المائية في الدراسات المناخية عام 1948 بأن الموازنة المائية المناخية هي "العلاقة بين ما يدخل منطقة ما من مياه بشكل تساقط وبين الفاقد بالتبخر/النتح من النبات وكذلك أى تغييرات في المياه المختزلة، وبالتالي من الممكن أن نحدد العجز المائي المناخي بأنه عبارة عن زيادة الفاقد عن الفائض.

هدف الدراسة :

بسبب قلة الدراسات الجغرافية التي تتناول المشكلات المناخية في المنطقة، جاءت هذه الدراسة للتعرف على التحليل المكاني للضوابط المناخية المختلفة كأحد أهم مؤشرات عملية الاستقرار البشرى بها وتحديد مناطقها المستقبلية، ولقد زاد الاهتمام بالمناطق الجافة في العقود الأخيرة (Mucher, 1990, p. 163). ولاشك أن

- دراسة وتحليل أثر الضوابط المناخية وعلاقتها بالنشاط الإقتصادي تعد أداة أساسية للتوطن البشرى، وعليه تأخذ هذه الدراسة أربعة أبعاد رئيسة تتمثل فى التالى:
1. معرفة الضوابط المناخية لمنطقة الدراسة وأهم الملامح الرئيسة لها فى الفترة من 1980-2010.
 2. استخراج وقياس بعض المتغيرات المناخية الهامة مثل الجفاف والتبخر/النتح الكامن من التربة وتحديد الفائض والعجز المائى للاستفادة منها فى الاستغلال البشرى الجيد داخل منطقة الدراسة.
 3. وضع مجموعة من الحلول المقترحة والممكنة لمعالجة مشكلات الجفاف والعجز المائى المناخى التى يمكن تطبيقها عمليا بمنطقة الدراسة فى ظل ظروفها الطبيعية والتقنيات التى يمكن إتباعها فى سبيل تحسين ضوابطها من أجل الاستغلال البشرى الجيد.
 4. تحديد مستقبل منطقة الدراسة جغرافيا، وخاصة فى ظل دراسة الخصائص المناخية وتقييمها داخل منطقة الدراسة.

منهجية الدراسة والأساليب :

تعتمد هذه الدراسة على المنهج التحليلى لمراجعة ورصد أهم الضوابط المناخية اعتمادا على بيانات الأرصاد الجوية والخرائط الطبوغرافية، وذلك من خلال استخدام المعلومات، والتقارير، والبيانات، والإحصاءات المنشورة من قبل الجهات الرسمية، وتم توفير البيانات الجغرافية التى تضمنتها الدراسة عن طريق عدة أساليب تمثلت فيما يلى:

1. **الأسلوب الأول** : وهو أسلوب جمع البيانات والمعلومات ويتمثل فى البيانات الأولية حيث يتم توفيرها من محطات الهيئة العامة للأرصاد الجوية (جدول 1 وشكل 2).
2. **أما الأسلوب الثانى** : فيتمثل فى فحص المعادلات المناخية المختلفة المتمثلة فى فاعلية الحرارة لثورنثويت ومعامل القارية لكونراد ومؤشر الاعتدال لبيلى

ومعادلة جفنى لدرجات الراحة ومؤشر فاعلية المطر لكل من ببلى وثورثويت ومعامل برودة الرياح لباسل وسبيل وغيرها لتقدير مدى الجهد البيئى التى تتعرض لها الحياة الحيوية، ومن ثم الوصول الى نتائج لإبراز دورها فى ظاهرة الجفاف والعجز المائى المناخى داخل منطقة الدراسة من أجل تحديد مستقبل منطقة الدراسة عن طريق تحليل وتفسير العلاقات والارتباطات بالمتغيرات البيئية المختلفة.

3. **وأما الأسلوب الثالث :** فيقوم على أساس استخدام أسلوب التحليل الإحصائى لقياس العلاقات بين الضوابط المناخية، وذلك حتى يتسنى للباحث تحديد الشروط المناسبة لتطور النشاط البشرى فى منطقة الدراسة.

4. **وأما الأسلوب الرابع :** فيتمثل فى استخدام الأسلوب الكارتوجرافى، واللجوء إلى الدراسة التطبيقية عن طريق دراسة التحليل المكانى وأثره على الانضباط المكانى للمنطقة.

جدول (1) : أهم المحطات المناخية فى منطقة الدراسة.

البعد والقرب ومن المسطحات المائية	الفترة الزمنية	ارتفاع المحطة (متر)	الموقع الفلكى		اسم المحطة	رقم الجوية
			خط الطول	دائرة العرض		
62 كم	1960-40	401.2	°33 25 ^ـ	°29 55 ^ـ	نخل	-
100 متر	2010-80	3.3	°32 42 ^ـ	°29 35 ^ـ	رأس سدر	455
120 متر	2010-80	2.7	°33 10 ^ـ	°28 53 ^ـ	أبو رديس	458
200 متر	2010-80	9.0	°33 37 ^ـ	°28 14 ^ـ	الطور	459
100 متر	2010-80	53.9	°34 23 ^ـ	°27 58 ^ـ	شرم الشيخ	460
44 كم	2010-80	1350	°34 04 ^ـ	°28 41 ^ـ	سانت كاترين	457
220 متر	2010-80	15.0	°33 49 ^ـ	°31 05 ^ـ	العريش	337
125 متر	2010-91	6.7	°34 23 ^ـ	°31 12 ^ـ	رفح	336

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ادارة المناخ.

الدراسات السابقة :

ركزت الدراسات الجغرافية وغير الجغرافية التي أجريت في منطقة الدراسة على فحص وتحليل الأبعاد الجغرافية بمنهجية واضحة هدفت الى تحليل الوضع الجيومورفولوجي والاقتصادي والعمراني واستعراض الإمكانيات البشرية في عملية التنمية من خلال تقييم للإحصاءات المتوفرة عن منطقة الدراسة. وأعطت الحكومة المصرية منظمات وهيئات علمية مختلفة لدراسة الحركة السياحية والتنقيب على المعادن أو المياه بصفة عامة دون التركيز على عنصر بعينه، وعلى أية حال تنقسم الدراسات السابقة إلى:

1) الدراسات الجغرافية العامة :

هناك العديد من الدراسات الجغرافية العامة وخاصة بعد حرب 1973 كان أسلوب الدراسة يعتمد على كتابة التقارير والأبحاث العلمية من قبل البحاث تمثلت في:

دراسة أحمد صالح (1989) وتناولت الجريان السيلى فى الصحارى المصرية من خلال دراسة العوامل المؤثرة فى الجريان السيلى، وتحليل لعملية الجريان وكيف تبدأ وأشكالها الأساسية، وإمكانية توقع الجريان، كما عرض أيضا لطرق تقادى خطر السيول ومدى إمكانية الاستفادة بمياهها. أما دراسة جودة محروس (1994) فتناول الجريان السيلى فى محافظة جنوب سيناء. ودراسة أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا (1993) بعنوان مخاطر السيول فى مصر، تم عرض لأحواض التصريف فى شبه جزيرة سيناء، وحددت مناطق الخطورة فى المنطقة، ثم قدمت بعض الملاحظات والمقترحات لمواجهة الكوارث. ودراسة مركز بحوث الصحراء (1983) بعنوان موارد الأراضى بسيناء. ودراسة أحمد صالح (1994) وتناول فيها دراسة موجزة لخطر السيول فى وادى فيران وتحديد بعض طرق الحماية من هذا الخطر. ودراسة محمد الحاي (1985) وتناول فيها دراسة السهل الساحلى الشرقى لخليج السويس فى سيناء، دراسة فى الجغرافية الطبيعية. ودراسة عواد موسى (2000) ودرس فيها السيول فى أودية خليج العقبة بمصر، دراسة جغرافية. ودراسة سمير سامى محمود (2000) وتناول المخاطر البيئية فى مصر، وعرض

لأهم الأخطار وطرق الحد والحماية منها، ودراسة كل من صابر أمين (2000) ومصطفى الحاي (2000) وتناولوا فيها دراسة لأهم الأخطار الطبيعية فى شبه جزيرة سيناء، حيث عرض لأهم الأخطار التى تتعرض لها وخاصة السيول والانهيارات الصخرية وأسباب حدوث السيول. ودراسة عزة عبد الله (2000) وتناولت فيها دراسة لأهم الأخطار الجيومورفولوجية على الطرق الرئيسية فى شبه جزيرة سيناء، وأهم الأخطار التى تتعرض لها وخاصة السيول وخطر الانحناءات بالطرق الرئيسية.

2) الدراسات الجيولوجية :

تتعدد الدراسات الجيولوجية فى منطقة الدراسة حيث تتمثل فى دراسة (Bartaov, 1977) والتى تناولت النشأة التكتونية لخليج السويس، والتطور الجيولوجى له. أما دراسة كل من (Moon & Sadek, 1921) والتى تناولت طبوغرافية وجيولوجية الجزء الشمالى من شبه جزيرة سيناء، وعرضت الدراسة للبنية الجيولوجية والتطور الجيولوجى للمنطقة. ودراسة (Renolds, 1979) والتى تناولت الجزء الشمالى لمنطقة خليج السويس من خلال عرض لتوزيع التكوينات الجيولوجية على جانبى خليج السويس والتراكيب الجيولوجية الرئيسية والتطور الجيولوجى لمنطقة خليج السويس. ودراسة (Hammd, et al., 1994) تناول التحليل المورفومتري وتطور مصادر المياه فى منطقة القصيمة بشمال سيناء. ودراسة (Shahat, 1995) وتناولت الخصائص الجيولوجية السطحية وتوزيع التكوينات الجيولوجية والتراكيب الرئيسية والتطور الجيولوجى لمنطقة الجزء الأوسط من غرب سيناء. وإضافة إلى الدراسات الجيولوجية السابقة هناك بعض الدراسات التى تناولت شبه جزيرة سيناء منها دراسات (عبده شطا، 1982؛ Barron, 1907) والتى تناولنا جيولوجية وطبوغرافية شبه جزيرة سيناء، ودراسات (Ball, 1916 and Said, 1962) والتى تناولنا فيها أيضا طبوغرافية مصر وأقسامها التضاريسية وجيولوجية مصر.

3) الدراسات الجيومورفولوجية :

اختصت بعض الدراسات الجيومورفولوجية بدراسة ظاهرة معينة أو دراسة إقليم

محدد بما يشمله من ظاهرات متنوعة، وفيما يلي عرض لأهم هذه الدراسات:

دراسة أحمد صالح (1985) وتناول فيها حوض وادى العريش وتحليل منحدرات منطقة الحوض، وخصائصها المورفومترية. ودراسة محمد مصطفى (1987) وتناولت حوض وادى فيران وأهم الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة. ودراسة محمد مصطفى (1987) وتناولت دراسة التحليل المورفومتري لحوض وادى فيران، وتحليل منحدرات منطقة الحوض؛ ودراسة محمود أبو العينين (1993) وتناولت دراسة التحليل المورفومتري لحوض وادى وردان، وتحليل منحدرات منطقة الحوض. ودراسة أحمد صالح (1989) وتناول فيها دراسة الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقى من طريق النفق الدولى، وذلك من حيث الوضع العام للطريق ودراسة أخطار السيول والتساقط الصخرى، بالإضافة إلى أخطار انحناءات الطريق وتحديد لأهم مواضع هذه الانحناءات. أما دراسة جودة التركمانى (1991) فتناولت دراسته جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادى الغائب بسيناء. ودراسة عويس الرشيدى (1994) وتناولت دراسة التحليل المورفومتري لحوض وادى غرندل، وتحليل منحدراته. ودرس كل من حسين الديب (1998) الظاهرات الجيومورفولوجية بوادى سدر، وعويس الرشيدى (1994) حوض وادى غرندل، ويوسف شريف (1999) حوض وادى بعبع. ودراسة منى الكيالى (1984) تناولت منطقة السهل الساحلى شمال سيناء وأهم الأشكال الرملية، ودراسة حمدينه عوض (1993) تناول فيها جيومورفولوجية إقليم الساحل الشرقى لخليج السويس.

وأما دراسة محمد تراب (1997) فتناول التطور الجيومورفولوجى لحوض وادى قصب بالنطاق الشرقى من سيناء. ودراسة باسم خلاف (2003) والتي تناول فيها دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية بالجزء الجنوب الغربى من سيناء وتحليل سفوح منحدرات ودراسة التحليل المورفومتري للأودية. أما دراسة عادل السعدنى (2008) فتناول جيومورفولوجية مروحة وادى شندق شمال شرق سهل القاع بسيناء، وتوصلت الدراسات الجيومورفولوجية الى دراسة القياسات الميدانية للأودية الجافة والرواسب الفيضية، فضلا عن الأخطار الطبيعية سواء الانهيار الأرضى والسيول. أما دراسة صلاح معروف (2011) فتناول أثر الضوابط التضاريسية وآثارها على النشاط البشرى فى محافظة جنوب سيناء، حيث اتضح دور التضاريس فى تغيير واختلاف الأنشطة البشرية.

4) الموارد المائية :

تتمثل في دراسة السيد الحسينى (1987) وعرض فيها لأهم موارد المياه السطحية والجوفية، وميز بين المياه الجوفية السطحية القريبة من سطح الأرض وبين المياه الجوفية التي تختزن في الصخور الرسوبية التي توجد على أعماق بعيدة، ودراسة محمد الجوهري (1991) فتناول مصادر المياه في شبه جزيرة سيناء. ودراسة صلاح معروف (2007) فتناول الموارد المائية وتقييم التربة في منطقة عيون موسى بسيناء. ودراسة إسماعيل الرملى (1982) عرض فيها للإمكانات المائية في شبه جزيرة سيناء وخطط تنميتها خلال الخمسون عاما القادمة. ودراسة (El-Shamy, 1992) تناولت الخزانات الجوفية للمياه الجوفية في صخور القاعدة والحجر الرملى في المنطقة الشمالية والوسطى من حوض وادى سدر.

5) الدراسات المناخية :

لقد ظهرت العديد من الدراسات المناخية حيث تناولت مصر ككل أو جزء من سيناء وتتمثل في دراسة عبد العزيز عبد اللطيف (1982) وتناول فيها الخصائص لعنصر الحرارة في مصر القرن العشرين. ودراسة محمد فوزى عطا (1992) تناول فيها مناخ الساحل الشمالى في مصر وأثاره الجغرافية للفترة 1950-1990. ودرس شحاته طلبه (1990) المطر في جمهورية مصر العربية خلال الفترة 1950-1985. أما دراسة شحاته طلبه (1995) فتناول موجات الحر والبرد للفترة 1960-1990. ودراسة طارق زكريا (1993) وعرض فيها مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقى لمصر للفترة 1961-1990. ودراسة (El-Hussainy, 1975) والتي تناولت توزيع سطوع الشمس في مصر للفترة من 1969 حتى 1973، ودراسة (Mohamed, 1979) وتم فيها دراسة توزيع فترات السطوع الشمس في مصر للفترة من 1960-1977. ودراسة أحمد الفقى (1990) تناولت الرياح في مصر للفترة 1970-1995. ودراسة مسعد سلامة (2002) وتم فيها دراسة الاشعاع الشمسى في مصر وأثره على العمران والجوانب الطبيعية للفترة 1930-1995. ودراسة مصطفى عبد الحميد (2007) تناول فيها مناخ مصر وأثره على النقل

المائى للفترة 1980-2005.

ومجمل القول لقد جمعت البيانات والمعلومات من الهيئات والمنظمات العلمية بشكل واضح من خلال سلسلة التقارير والرسائل العلمية المختلفة حيث تعرضت لبعض الأساليب والمناهج العلمية التى يمكن إتباعها للتنمية الاقتصادية. ويتضح من عرض الدراسات السابقة؛ أن هذه المشكلة لم تتناول من قبل الباحثين الجغرافيين وغير الجغرافيين. ولذا كانت جديرة بالدراسة العلمية من أجل التنبؤ بتقييم الحركة البشرية فى المنطقة طبقا للضوابط المناخية المختلفة وأثارها على مظاهر الجفاف والعجز المائى المناخى. وعلى الرغم من عمومية أو خصوصية هذه الدراسات إلا أنها قد أفادت الباحث فى إلقاء الضوء على بعض الملامح العامة وبعض العناصر المناخية التفصيلية لمنطقة الدراسة.

الضوابط المناخية فى منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة ضمن الإقليم الجاف، والتي تتميز بسمة واضحة تتمثل فى النقلب والتذبذب وعدم الاستقرار فى الأحوال المناخية من سنة لأخرى. وخلال الفصل الواحد ينعكس أثر العوامل البيئية على أحوال المناخ فى المنطقة؛ فالاختلاف والتباين فى العناصر المناخية واضح، ويجب أن تدرس كمنظومة متكاملة كما وضح كل من (Sellers & Robinson, 1991, p. 18 and Skeeter & Weisner, 2010, p. 343)، وسوف نعرض للضوابط المناخية والتي تتمثل فى التالى:

(1) الإشعاع الشمسى :

من الخصائص المناخية المهمة فى شبه جزيرة سيناء التى لها تأثيرا واضحا على بقية العناصر المناخية، وخاصة على مظاهر الجفاف والعجز المائى المناخى، مقدار وعدد ساعات السطوع الشمسى النظرية والفعلية وكمية الإشعاع الشمسى والنااتجة عن حركة الشمس الظاهرية. والموقع الفلكى الذى يتحكم فى كمية وتوزيع الإشعاع الشمسى الواصل الى أرض منطقة الدراسة.

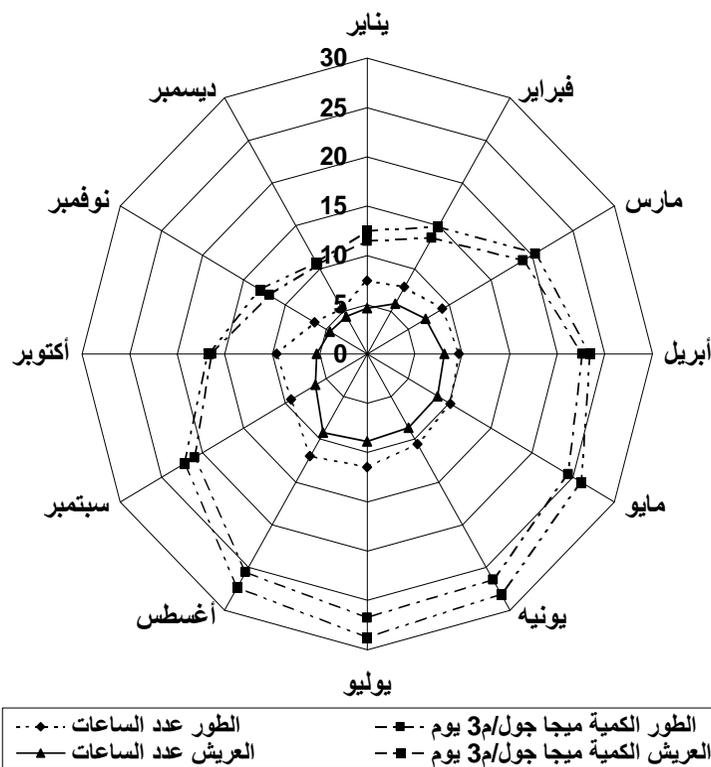
ويلاحظ من الجدول (2) والشكل (3) تتباين واختلاف مدة سطوع الشمس

الفعلية بين شمال وجنوب المنطقة، حيث يبلغ المعدل السنوى فى الجنوب (الطور) أعلاه (9.05 ساعة/اليوم، بينما يكون أقل فى الشمال (العريش) ويبلغ 6.79 ساعة/اليوم، ويعزى ذلك الى كثافة السحب وزاوية ميل أشعة الشمس.

جدول (2) : عدد ساعات سطوع الشمس وكمية الاشعاع الشمسى فى محطات منطقة الدراسة.

العريش		الطور		المحطة الشهر
الكمية ميغا جول/م ³ يوم	عدد الساعات	الكمية ميغا جول/م ³ يوم	عدد الساعات	
12.44	4.63	11.44	7.4	يناير
14.87	5.88	13.56	7.82	فبراير
20.39	7.10	18.89	9.12	مارس
23.45	8.12	22.65	9.67	أبريل
26.04	8.56	24.43	10.12	مايو
28.18	8.65	26.47	10.57	يونيه
28.80	8.88	26.77	11.5	يوليو
27.35	9.25	25.57	12	أغسطس
22.18	6.28	20.99	9.2	سبتمبر
16.73	5.31	16.33	9.5	أكتوبر
12.98	4.50	11.90	6.38	نوفمبر
10.69	4.35	10.44	5.32	ديسمبر
20.34	6.79	24.95	9.05	المعدل السنوى

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.



شكل (3) : عدد ساعات وكمية الإشعاع الشمسى فى منطقة الدراسة.

اختلاف المعدل الشهرى من شهر الى آخر ومن محطة الى أخرى حسب الموقع، حيث يبلغ أعلاه فى محطة الطور (12 ساعة/اليوم) فى شهر أغسطس، بينما يكون أعلاه فى نفس الشهر 9.25 ساعة/اليوم بمحطة العريش، الا أنه يصل أعلاه فى شهور فصل الصيف (10.57، 11.0، 12 ساعة/اليوم)، و (8.65، 8.88، 9.25 ساعة/اليوم) على التوالي متوافقا مع أعلى أعداد ساعات السطوع الشمسى الفعلية. ويبلغ أدناه فى شهور نوفمبر وديسمبر ويناير بفصل الشتاء (6.38، 5.32، 7.4 ساعة/اليوم)، وحوالى (4.50، 4.35، 4.63 ساعة/اليوم) على التوالي متوافقا مع تسجيل أقل أعداد ساعات السطوع الشمسى الفعلية. وهذا انعكاس طبيعى لأشعة الشمس على مدار العام، بينما يكون أقل فى فصلى الخريف والربيع.

تتسلم منطقة الدراسة كميات كبيرة من الإشعاع الشمسى، مما يعنى زيادة فى عدد ساعات السطوع الشمسى النظرية وما يرافق ذلك من ارتفاع كمية الإشعاع الشمسى، إذ يصل المعدل السنوى لمحطة الطور الى (229.44 ميغا جول/م³ السنة) مع التباين الشهرى، أما أعلى كميات قيم الإشعاع الشمسى فبلغت فى محطة العريش حوالى 244.10 ميغا جول/م³ السنة) متوافقا مع زيادة فى عدد ساعات سطوع شمسى نظرية وفعلية.

(2) درجة الحرارة :

تعد درجة الحرارة من أهم الضوابط المناخية التى تؤثر فى العناصر المناخية الأخرى، وهناك العديد من العوامل تؤثر وتعديل فى درجة الحرارة أهمها الموقع الفلكى، والقرب والبعد من المسطحات المائية، وعامل الارتفاع، وحسب التصنيفات المناخية المختلفة تقع المنطقة ضمن الإقليم الجاف. وعلى أية حال، يلعب عامل الارتفاع دورا هاما فى اختلاف درجة الحرارة، مما يشجع السكان والسياح على زيادة الحركة فى المنطقة، ويتضح من تحليل جدول (3) والأشكال (4) أ، ب، ت، ج، د، ع، غ، س، ص) التالى:

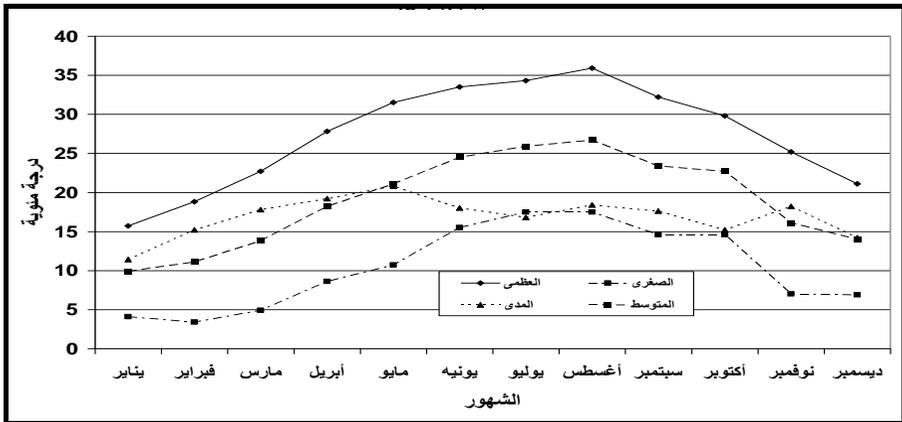
- ❖ أن درجات الحرارة العظمى الشهرية تبدأ فى الارتفاع من شهر أبريل وتزيد بشكل سريع، حيث تبلغ أعلاها بمحطة شرم الشيخ فى شهور يونيو ويوليه وأغسطس 37.8، 38.1، 38°م، بينما تكون أقلها فى درجة الحرارة الصغرى فى محطة سانت كاترين خلال شهور يناير وفبراير ومارس 15.1، 15.5، 18.9 م° على التوالى.
- ❖ ارتفاع درجات الحرارة العظمى فى معظم أنحاء منطقة الدراسة مابين شهرين مايو الى أكتوبر بما فيها المحطات التى تقع على ارتفاعات عالية مثل سانت كاترين ونخل حيث تزيد عن 30°م فى كل محطات سيناء.
- ❖ انخفاض درجات الحرارة الصغرى بشكل كبير فى شهر يناير حيث تبلغ أقلها فى محطتى سانت كاترين ونخل (1.3-4.1 م°) على التوالى، ويعزى ذلك الى عامل الارتفاع.

جدول (٣) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى (م) فى محطات منطقة الدراسة فى الفترة من ١٩٨٠-٢٠١٠م.

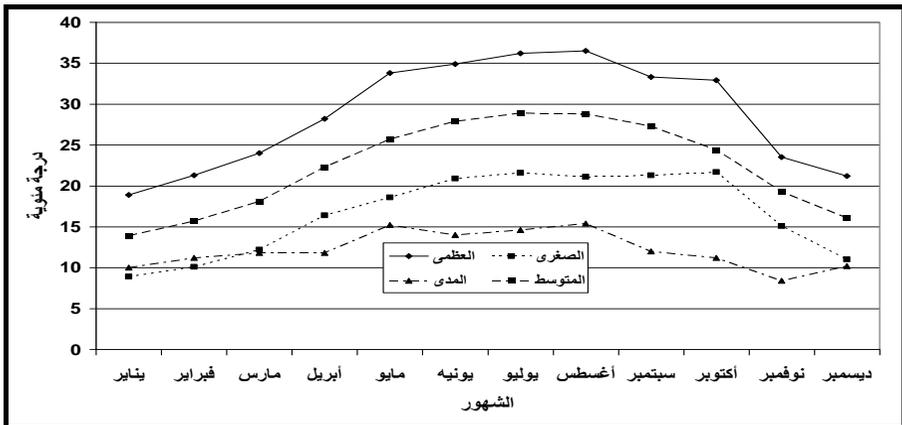
المحطة	الغصن	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
نفل	العظمى	١٥,٧	١٨,٨	٢٢,٧	٢٧,٨	٣١,٥	٣٣,٥	٣٤,٣	٣٥,٩	٣٢,٢	٢٩,٨	٢٥,٢	٢١,١
	الصغرى	٤,١	٣,٤	٤,٩	٨,٦	١٠,٧	١٥,٥	١٧,٥	١٧,٥	١٤,٦	١٤,٦	٧,٠	٦,٩
	المدى	١١,٤	١٥,٢	١٧,٨	١٩,٢	٢٠,٨	١٨,٠	١٦,٨	١٨,٤	١٧,٦	١٥,٢	١٨,٢	١٤,٢
	العظمى	١٨,٩	٢١,٣	٢٤,٠	٢٨,٢	٣٣,٨	٣٤,٩	٣٦,٢	٣٦,٥	٣٣,٣	٣٢,٩	٢٣,٥	٢١,٢
رأس سدر	العظمى	٨,٩	١٠,١	١٢,٢	١٦,٤	١٨,٦	٢٠,٩	٢١,٦	٢١,١	٢١,٣	٢١,٧	١٥,١	١١,٠
	الصغرى	١,٠	١,٢	١,٨	١١,٨	١٥,٢	١٤,٠	١٤,٦	١٥,٤	١٢,٠	١١,٢	٨,٤	١٠,٢
	المدى	٧,٩	٨,٩	١٠,٤	١٤,٦	١٦,٨	١٦,٦	١٦,٦	١٥,٤	١٢,٠	١١,٢	٧,٠	١,٠
	العظمى	٢٠,٢	٢٠,٤	٢٣,٦	٢٨,٣	٣١,٣	٣٤,٨	٣٤,٥	٣٤,٨	٣٢,٤	٢٩,٢	٢٥,١	٢١,٥
أبو رديين	العظمى	٨,٦	١٠,٨	١٣,٠	١٦,٥	١٩,٩	٢١,٠	٢٣,٣	٢٢,٨	٢٢,٢	١٩,٦	١٣,٥	١٠,٧
	الصغرى	١,١	١,٢	١,٦	١١,٨	١١,٤	١١,٤	١١,٢	١٢,٠	١٠,٢	٩,٦	١١,٦	١٠,٨
	المدى	٧,٥	٩,٦	١١,٤	١٤,٧	١٦,٥	١٦,٥	١٢,٠	١٠,٨	١٢,٠	٩,٦	١,٠	١,٠
	العظمى	٢١,٩	٢٢,١	٢٤,٢	٢٨,٣	٣١,٤	٣٤,٨	٣٥,٢	٣٧,٣	٣٥,٥	٣٠,١	٢٩,٨	٢٤,٢
الطور	العظمى	٨,٧	٩,٣	١٢,٦	١٦,٥	٢٠,٨	٢٢,٤	٢٤,٠	٢١,٥	٢٠,١	١٨,٥	١١,٤	١١,٠
	الصغرى	١,٣	١,٢	١,٦	١١,٨	١١,٦	١٠,٦	١١,٢	١١,٢	١٠,٤	١١,٦	١١,٤	١٣,٢
	المدى	٧,٤	٨,١	١٠,٩	١٤,٧	١٦,٥	١٦,٥	١٢,٠	١٠,٨	١٠,٧	١٠,٠	١,٠	١,٠
	العظمى	٢٢,٨	٢٣,٦	٢٥,٨	٢٩,٣	٣١,٤	٣٧,٨	٣٨,١	٣٩,٢	٣٤,٦	٣٤,٦	٢٧,٢	٢٣,٧
شرم الشيخ	العظمى	١٢,٨	١٣,٨	١٦,٢	١٩,٥	٢١,٢	٢٥,٦	٢٧,١	٢٦,٤	٢٦,٠	٢٠,٠	١٧,٦	١٤,١
	الصغرى	١,٠	١,٠	١,٦	١١,٨	١١,٦	١٠,٦	١١,٠	١٢,٨	١٢,٢	١٤,٦	٩,٦	٩,٦
	المدى	١١,٨	١٢,٨	١٤,٦	١٧,٧	١٩,٥	١٥,٠	١٦,٠	١٤,٠	١٣,٨	١٤,٦	٨,٠	٤,٥
	العظمى	١٥,١	١٥,٥	١٨,٩	٢٤,٢	٢٨,٤	٣٢,٣	٣٢,٦	٣٢,٦	٣١,١	٢٦,٣	١٩,٨	١٧,٧
سانت كاترين	العظمى	١,٣	٢,٣	٣,٢	١٤,٦	١٣,٤	١٤,٧	١٦,٧	١٧,٢	١٥,٣	١١,٣	٦,٤	٢,٧
	الصغرى	١,٣	١,٣	١,٣	١٣,٢	١٣,٤	١٤,٧	١٦,٧	١٧,٢	١٥,٣	١١,٣	٦,٤	٢,٧
	المدى	٠,٠	١,٠	١,٩	١,٤	١,٤	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠	١,٠
	العظمى	١٣,٨	١٣,٢	١٣,٢	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦	١٩,٦
العريش	العظمى	١٩,٢	١٩,٦	٢١,٣	٢٣,٧	٢٦,٩	٢٨,٨	٢٨,٨	٢٩,١	٢٩,٨	٢٨,٣	٢٥,٤	٢١,٩
	الصغرى	٨,٦	٩,٤	١٠,٧	١٣,٣	١٦,٣	١٨,٨	٢١,٢	٢١,٩	٢٠,٤	١٨,١	١٤,٤	١٠,٧
	المدى	١٠,٦	١٠,٢	١٠,٦	١٠,٤	١٠,٦	١٠,٠	١٠,٠	٩,٢	٩,٤	١٠,٢	١١,٠	١١,٢
	العظمى	٢٠,٣	٢٢,٦	٢٣,١	٢٨,١	٣٢,١	٣٣,٦	٣٣,٦	٣٤,١	٣٤,١	٣٠,١	٢٤,١	٢٠,١
رفح	العظمى	٧,٧	٨,٨	١٠,١	١٢,٦	١٥,٨	١٧,٧	١٨,٢	١٨,٧	١٨,١	١٦,٣	١٣,٥	٩,١
	الصغرى	١,٢	١,٢	١,٦	١١,٤	١١,٤	١١,٤	١١,٤	١١,٤	١٠,٦	١٠,٦	١٠,٦	١١,٠

المصدر: البيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.

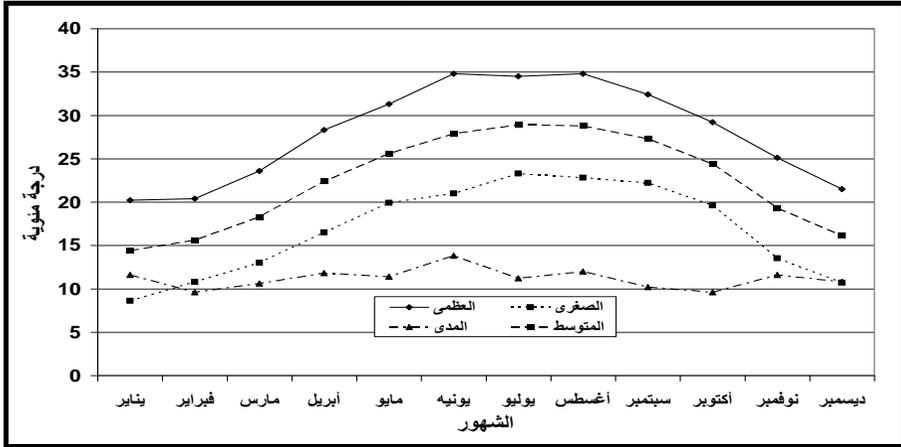
❖ يتراوح المدى الحرارى ما بين (10-21م°) فى جميع محطات منطقة الدراسة، ويبلغ أعلاه فى محطة الطور بحوالى 13.2م° بسبب وقوعها فى النطاق الداخلى، وأقلها فى محطة رأس سدر حيث يبلغ حوالى 10.0م° ربما يرجع الى قربها من المسطحات المائية ودرجة حرارة المياه النوعية، وعلى أية حال يعد المدى الحرارى أهم مؤشر يستدل على قارية المناخ بالمنطقة، حيث يشير الى ظاهرة الجفاف كلما كانت كبيرة، ويقل فى المحطات البحرية والعكس صحيح.



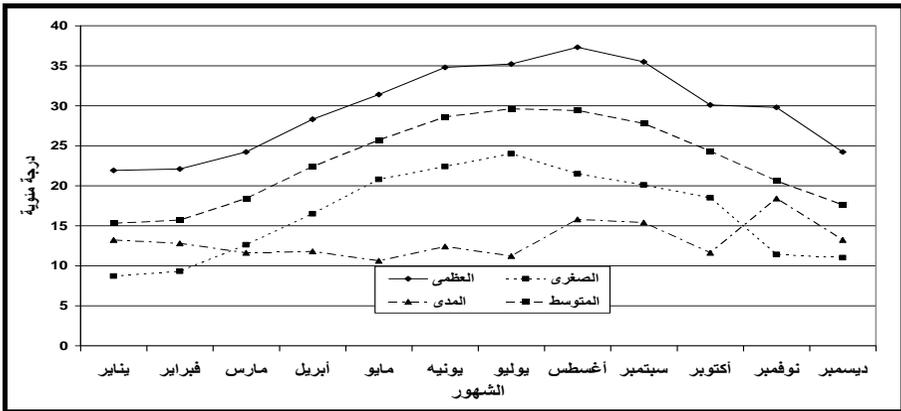
شكل (14) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة نخل (م°).



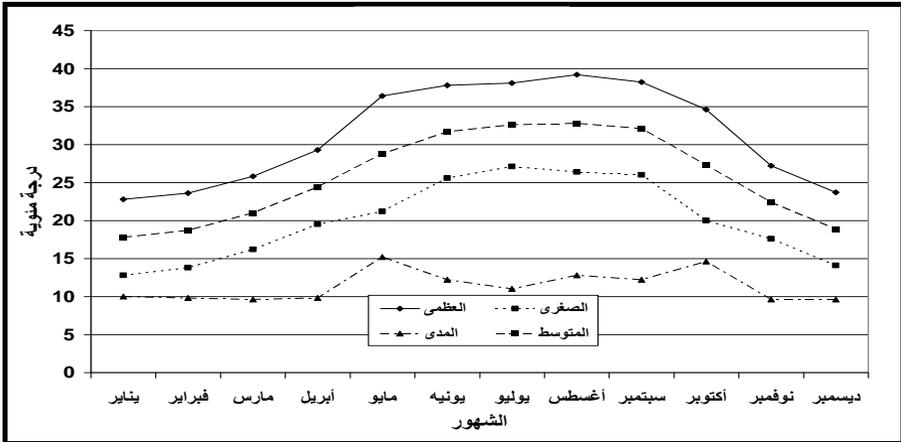
شكل (14ب) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة رأس سدر (م°).



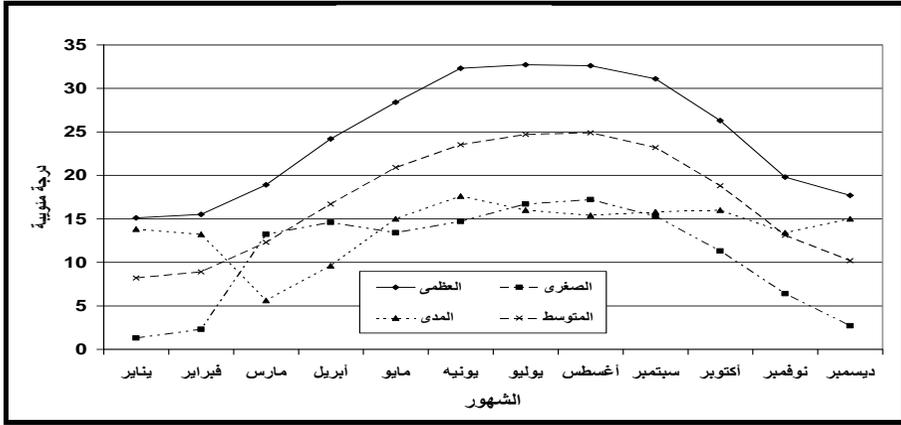
شكل (4ج) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة أبو رديس (م.°).



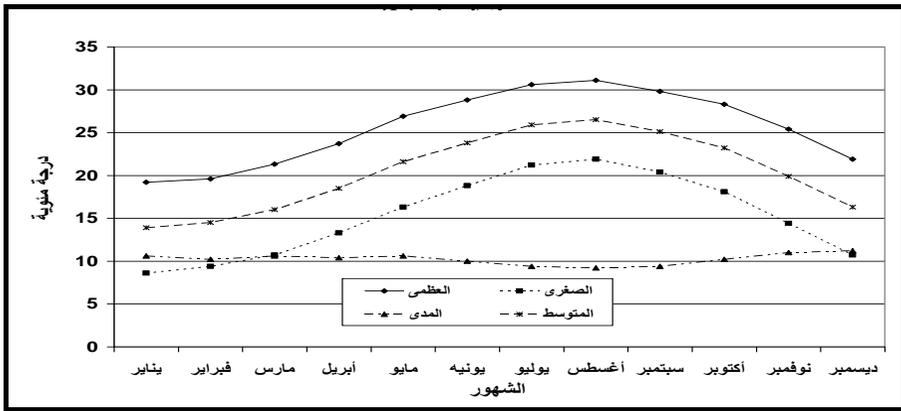
شكل (4د) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة الطور (م.°).



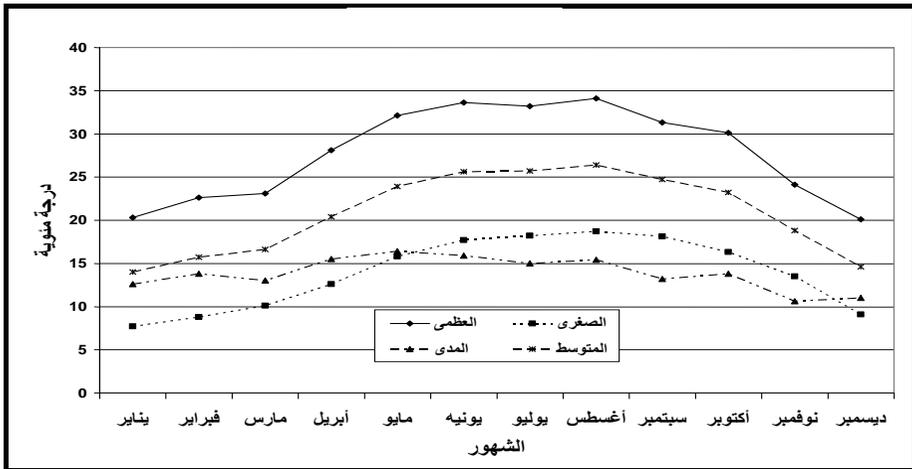
شكل (4ع) : درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة شرم الشيخ (م.°).



شکل (4ع): درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى والمتوسط الحسابي في محطة سانت كازنين (م°).



شکل (4س): درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى والمتوسط الحسابي في محطة العريش (م°).



شکل (4ص): درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى والمتوسط الحسابي في محطة رفح (م°).

جدول (٤) : درجات الحرارة المطلقة العظمى والصغرى (م) بمحطات المنطقة في الفترة من ١٩٨٠-٢٠٢٠م.

المحطة	القصص	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	توفير	ديسمبر
نخل	ع	٣٠,٠	٣٢,٤	٣٣,٣	٣٧,٤	٤٢,٣	٤٢,٣	٤٣,١	٤١,٢	٤٠,٥	٣٧,٢	٣٢,١	٢٧,٧
	ص	٦,٧-	٦,٦-	٥,٥-	٠,٦	٢,٦	٧,٦	١٠,١	١١,٣	٧,٢	٤,٣	٥,٠-	٧,٤-
رأس سدر	ع	٢٧,٥	٣١,٥	٣٣,٢	٤٢,٣	٤٢,٤	٤٣,٥	٤٣,٦	٤٣,٨	٤١,١	٣٨,٢	٣٤,٣	٣١,٣
	ص	٢,٢	٢,٩	٣,٨	٧,٧	١١,١	١٤,٢	١٧,١	١٧,٢	١٥,٢	١١,٢	٤,٢	٢,٣
أبو رئيس	ع	٢٦,٥	٣٠,٥	٣٣,٢	٤٢,٥	٤٢,٣	٤٣,٦	٤٣,٨	٤٣,٨	٤٢,١	٣٩,١	٣٥,٢	٣٣,٢
	ص	١,٤	٢,٧	٣,٥	٧,٥	١٠,٥	١٥,٣	١٧,٨	١٧,٩	١٥,٧	١٢,٢	٥,٤	٢,٦
الطور	ع	٣٠,١	٣٢,٥	٣٥,١	٤١,٥	٤٢,٢	٤٥,٢	٤٥,٣	٤٥,١	٤٢,٢	٣٩,١	٣٥,٣	٣٠,١
	ص	٢,١	١,٧	٤,٧	٩,٢	١٠,٥	١٧,٣	١٧,٨	١٨,٠	١٦,٢	١١,١	٦,٠	٢,٥
شرم الشيخ	ع	٢٥,٦	٣١,٤	٣٣,٢	٣٦,٤	٤٢,٢	٤٢,٣	٤٣,٢	٤١,٧	٤٠,٣	٣٩,٣	٣٣,١	٢٧,٨
	ص	١٣,٨	١٤,٨	١٤,٥	١٦,٢	٢٠,٣	٢٣,٣	٢٥,٠	٢٥,٥	٢٣,٦	٢١,٠	١٥,٦	١٣,١
سفانت كلارين	ع	١١,٧	١٢,٣	٢٠,٦	٢٣,٢	٢٤,٧	٢٤,٩	٢٥,٧	٢٦,١	٢٥,٩	٢٢,٣	١٧,٥	١٢,٤
	ص	١٥,٠-	١٤,٧-	٥,٣-	٤,٦-	٠,٣-	٢,٨	٧,٨	٦,٦	٥,٣	١,٩	٠,٢-	٩,٩-
العريش	ع	٣٠,٧	٣٦,٣	٣٧,٩	٣٩,٤	٤٣,٠	٤٤,٥	٤٨,٤	٤٣,٢	٤١,٢	٤٢,١	٤٠,٠	٣٣,١
	ص	١,٥-	٠,٢-	٤,٠	٥,٠	٧,٤	٩,٥	١٣,٥	١٥,٣	١٣,٧	٩,٢	١,٥	١,٢
رفح	ع	٢٨,٧	٣٣,٢	٣٤,١	٣٧,٢	٣٧,٤	٣٨,٤	٤١,٠	٤٢,١	٣٤,٤	٣٣,٢	٣٢,٧	٢٧,٤
	ص	٣,٢	٤,٧	٥,١	٦,٤	١١,١	١٣,٦	١٤,٢	١٥,٢	١٢,٨	١٢,٣	٤,٤	٤,٢

ع = درجة الحرارة العظمى المطلقة ص = درجة الحرارة الصغرى المطلقة

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.

ويلاحظ من تحليل جدول (4) أن درجة الحرارة المطلقة تتراوح ما بين (26-45°م) في كل شهور السنة بمحطات منطقة الدراسة ماعدا سانت كاترين، حيث تتراوح ما بين (11-26°م)، وهذا يؤدي الى ارتفاع واضح لدرجة الحرارة، وبصفة خاصة شهور الصيف، وبالتالي يعكس بدوره على الجفاف والعجز المائي المناخي. بينما تتراوح درجة الحرارة الصغرى المطلقة ما بين -15°م في سانت كاترين بشهر يناير وتقل بصفة عامة في المحطات الداخلية، ويعزى ذلك الى عامل الارتفاع. بينما تبلغ حوالى 25.5°م في شرم الشيخ بشهر أغسطس، ربما يرجع ذلك لاحاطتها بالقمم المرتفعة.

وباستخدام المتوسط الحسابى لدرجات الحرارة كما هو وارد فى جدول (5) والأشكال البيانية (4)، ب، ت، ج، د، ع، غ، س، ص) اتضح أنها ترتفع كلما اتجهنا جنوبا فى منطقة الدراسة، فنجد المتوسط السنوى لدرجة الحرارة فى محطة رفح (20.2°م) ومحطة العريش (20.4°م)، وفى محطة رأس سدر (22.4°م)، وفى محطة أبو رديس (22.4°م)، وفى محطة الطور (22.9°م)، وفى محطة شرم الشيخ (25.7°م)، أما فى محطة نخل فبلغت (18.9°م) ووصلت فى محطة سانت كاترين (17.1°م) بالرغم من وقوعها فى الجنوب، ومرد ذلك الى تأثير عامل الارتفاع.

تسجل محطتى سانت كاترين ونخل أدنى متوسط درجة الحرارة فى شهر يناير (8.2°م؛ 9.9°م) على التوالى، بسبب عامل الارتفاع. وأعلى متوسط درجة الحرارة بمحطة شرم الشيخ فى شهر أغسطس (32.8°م) بسبب تأثير الموقع الجغرافى وإحاطتها بالقمم المرتفعة التى تحول دون تأثير المنظومة المناخية السائدة.

اختلاف متوسطات درجات الحرارة الشهرية داخل المنطقة ما بين المحطات المناخية البحرية والداخلية، ويرجع ذلك إلى تباين العوامل الجغرافية المختلفة وخاصة عامل الارتفاع والموقع وشكل الساحل.

جدول (5) : المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (°م)

بمحطات المنطقة فى الفترة من 1980-2010م.

رفح	العريش	سانت كاترين	شرم الشيخ	الطور	أبو رديس	رأس سدر	نخل	المحطة / الشهر
14.0	13.9	8.2	17.8	15.3	14.4	13.9	9.9	يناير
15.7	14.5	8.9	18.7	15.7	15.6	15.7	11.1	فبراير
15.6	16.0	12.3	21.0	18.4	18.3	18.1	13.8	مارس
18.3	18.5	16.7	24.4	22.4	22.4	22.3	18.2	أبريل
20.9	21.6	20.9	28.8	25.7	25.6	25.7	21.1	مايو
22.0	23.8	23.5	31.7	28.6	27.9	27.9	24.5	يونيه
25.7	25.9	24.7	32.6	29.6	28.9	28.9	25.9	يوليو
26.4	26.5	24.9	32.8	29.4	28.8	28.8	26.7	أغسطس
24.7	25.1	23.2	32.1	27.8	27.3	27.3	23.4	سبتمبر
23.2	23.2	18.8	27.3	24.3	24.4	24.3	22.7	أكتوبر
18.8	19.9	13.1	22.4	20.6	19.3	19.7	16.1	نوفمبر
14.6	16.3	10.2	18.9	17.6	16.1	16.3	14.0	ديسمبر

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.

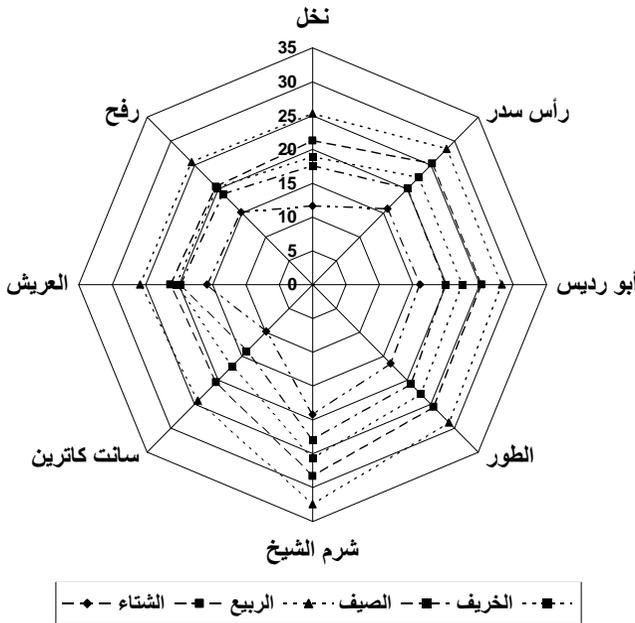
جدول (6) : المتوسطات الحرارية في فصول السنة.

المتوسط السنوي	الخريف	الصيف	الربيع	الشتاء	الفصل / المحطة
18.9	17.6	25.3	21.3	11.6	نخل
22.4	20.1	28.3	25.3	15.9	رأس سدر
22.4	19.9	28.3	25.3	16.1	أبو رديس
22.9	20.8	28.9	25.6	16.5	الطور
25.7	22.9	32.5	28.3	19.2	شرم الشيخ
17.1	14.0	24.3	20.4	9.8	سانت كاترين
20.4	19.8	25.8	21.3	15.8	العريش
20.2	18.9	25.6	20.4	15.1	رفح

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

ومن خلال تحليل جدول (6) وشكل (5) اتضح أن هناك تباينا واضحا في درجة الحرارة ما بين الشمال والجنوب والداخل والساحل خلال فصول السنة، فالتغيرات

الحرارية تعزى الى الاختلاف المكانى للمحطات المناخية فى منطقة الدراسة. وظهرت من خلال تسجيلات متوسطات درجات الحرارة الفصلية فى أن محطة سانت كاترين سجلت أدنى متوسط فى فصل الشتاء حيث بلغ (9.8°م)، تليها محطة نخل إذ بلغت (11.6°م) ومرد ذلك إلى عامل الارتفاع، بينما سجل أعلى متوسط فصلى حوالى (32.5°م) بمحطة شرم الشيخ فى فصل الصيف، بسبب موقعها وإحاطتها بالقمم الجبلية العالية، وانعكس ذلك على الأنشطة الاقتصادية بصفة عامة مع سيادة السياحة بها بصفة خاصة. ونظرا لأن درجة الحرارة أهم عنصر تقييم لتحديد الطول الفعلى للموسم السياحى (محمد عطا، 2004، ص87)، فعليه فقد تم تحديد درجات الحرارة المناسبة لهذا النشاط ما بين 18-26°م.



شكل (5) : متوسطات درجة الحرارة فى فصول السنة بمحطات المنطقة (1980-2010م).

تفاوت درجة الحرارة بشكل واضح فى فصول السنة ما بين محطات منطقة الدراسة، حيث نجدها تصل بمحطة شرم الشيخ إلى أعلاها 19.2°م، 28.3°م،

32.5°م، 22.9°م في فصول الشتاء والربيع والصيف والخريف على التوالي، وتصل في محطة سانت كاترين أدناها 9.8°م، 20.4°م، 24.3°م، 14.0°م على التوالي، في الوقت الذي يظهر اختلافا في درجات الحرارة ما بين السهول والمرتفعات الجبلية، وبالتالي لها انعكاس واضح على نمط الحركة البشرية، وخاصة الحركة السياحية؛ حيث بلغت أعداد السياح الأجانب باتجاه السهول والخليجين طلبا للاستجمام الشتوي والتمتع بالطبيعة الخلابة حوالي 53.1% والعرب 25.2% (مركز المعلومات ودعم القرار، 1995، ص45). وعليه؛ تمتاز درجة الحرارة بالتباين الواضح، فضلا عن أنها أعطت جانبا إيجابيا في صناعة السياحة المحلية والعربية والعالمية، حيث يكون باستطاعة السياح أن يلجأوا إلى المناطق الجنوبية الدافئة شتاء والمرتفعة في فصلي الربيع والصيف، مما يؤدي إلى جعل منطقة الدراسة مركزا لجذب السياح على مدار السنة؛ نتيجة للتميز المكاني.

ترتفع متوسطات درجات الحرارة في أنحاء منطقة الدراسة بما يفوق ما تسجله المناطق البحرية في نفس دوائر العرض، ويبلغ المتوسط السنوي لدرجات الحرارة بالمنطقة (21.3°م) موزعة بصورة متباينة، نتيجة لتباين معدل عدد ساعات السطوع الشمسي وكميات الإشعاع الشمسي الواصلة إليها حيث تساعد على ارتفاع درجات الحرارة التي تلعب دورا واضحا في العجز المائي المناخي.

ومن خلال تحليلنا لعنصر درجة الحرارة اتضح ان هناك تباينا واضحا في الحرارة بين شمال سيناء وجنوبها، وانعكس ذلك على مظاهر الجفاف والعجز المائي المناخي، نظرا لأن الحرارة تعد من أهم عناصر التقييم التي تعكس الطول الفعلي لموسم الجفاف والعجز المائي.

درجة القارية :

من الملاحظ أن درجة القارية ترتبط ارتباطا وثيقا بدرجة الحرارة، نتيجة لتباينها ما بين المناطق القريبة والبعيدة من المسطحات المائية، وتباين المظهر التضاريسي

لسطح الأرض (على موسى، 1989، ص 27). ولقد اعتمد الباحث على مقياس "كونراد (Conrad and Pollok, 1950, p. 296)" لمعرفة درجة القارية في منطقة الدراسة كما في المعادلة التالية وجدول (7):

متوسط حرارة أكتوبر - متوسط حرارة أبريل

$$\text{درجة القارية} = 100 \times \text{-----}$$

ع

حيث إن ع = درجة العرض.

جدول (7) : درجة القارية في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
درجة القارية	15.4	7.0	7.0	6.7	0.4	25.3	15.0	15.7
النوع المناخي	بحرى	بحرى	بحرى	بحرى	بحرى	بحرى	بحرى	بحرى

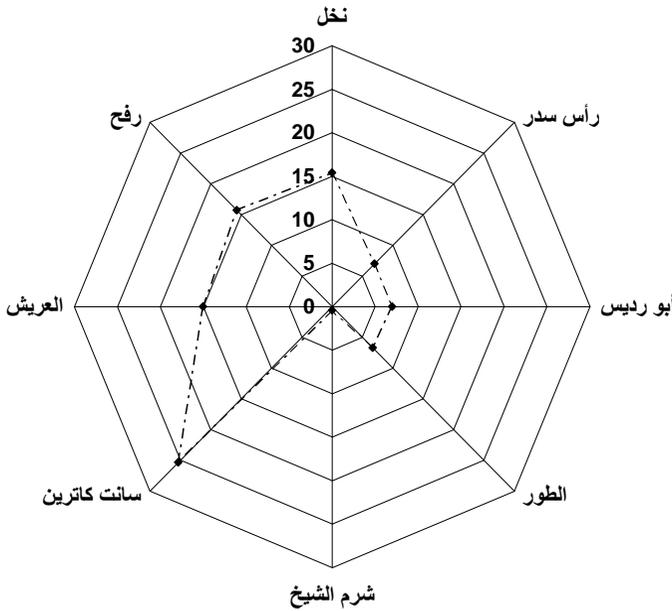
أقل من 30 = بحرى 40-30 = شبه بحرى 50-40 = شبه قارى

60-50 = قارى أكثر من 60 = قارى جدا

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

وبتطبيق هذه المعادلة على محطات منطقة الدراسة لبيان درجة القارية، نجد أنها تزداد في الشمال عن الجنوب، كما يلاحظ من تحليل جدول (7) وشكل (6) أن أقل درجة قارية توجد على السواحل حيث تبلغ في محطة شرم الشيخ (0.4°) وتصل في محطة الطور حوالى (6.7°)، وتصل إلى (7.0°) في محطة أبو رديس، بينما تصل أيضا إلى (7.0°) في محطة رأس سدر، في حين تزداد بمحطة العريش (15.0°) ونخل (15.4°) وتزداد في محطة رفح لتصل إلى (15.7°)، وتواصل الزيادة لتسجل (25.3°) في محطة سانت كاترين، ومن الملاحظ أن درجة القارية تقل عن (30°)

مما يجعلها ضمن المناخ البحرى، نظرا لإحاطتها بالمسطحات المائية من ثلاث جهات، فضلا على عامل الارتفاع وبلوغ أقصى عرض لها بين الخليجين حوالى 210كم، وأقصى نقطة بعيدة عن البحر حوالى 200 كم، لهذا تقل درجة القارية فى سيناء مقارنة ببقية مصر ككل، ويؤكد ذلك (جمال حمدان، 1993، ص77) أنها أكثر مناطق مصر يتداخل فيها اليباس والماء بشدة وعليه أصبحت أكثر أقاليم مصر جزرية وأقلها قارية، مما أكسبها مناخا جيدا تتميز بها عن غيرها. وهذا الموقع الجغرافى جعلها أكثر أجزاء مصر تأثرا بالتأثيرات البحرية حيث يبلغ نسبة سواحلها حوالى 30% من سواحل مصر، وعلى الرغم من ذلك إلا أنها تعاني من العجز المائى المناخى.



شكل (6) : درجة القارية فى محطات الدراسة.

فاعلية الحرارة :

لقد قام الباحث بتطبيق معادلة فاعلية الحرارة الشهرية لثورنثويت لإبراز صفة الجفاف مع توضيح دور الحرارة فى العجز المائى المناخى كما هى واضحة من

المعادلة التالية وجدول (8):

$$\text{فاعلية الحرارة السنوى} = 5.4 \times \text{المتوسط السنوى لدرجة الحرارة (م}^\circ\text{)}$$

جدول (8) : فاعلية الحرارة السنوية فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
فاعلية الحرارة السنوية	94.5	120.9	120.9	123.7	138.8	92.3	110.2	109.1
النوع المناخى	معتدل	معتدل	معتدل	معتدل	مدارى	معتدل	معتدل	معتدل

أكثر من 128 = مدارى

64- أقل من 32 = بارد

15- أقل من صفر = تندرا

128- أقل من 64 = معتدل

32- أقل من 16 = تايجا

صفر = صقيع

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

ومن تحليل جدول (8) أظهرت النتائج أن حدود فاعلية الحرارة السنوية فى تصنيف ثورنثويت أشارت إلى وجود تشابه واضح ما بين المحطات القارية والبحرية المختلفة (معتدل) ماعدا محطة شرم الشيخ التى صنفت على أنها مدارية، وتراوح ما بين (92-139) بمحطات منطقة الدراسة. وعلى ذلك أعطت المؤشرات المناخية لمعامل فاعلية الحرارة السنوية نتائج مرضية وجيدة من الممكن أن تعطى مؤشرا هاما؛ وواضحا فى تحديد وتشكيل النشاط البشرى داخل المنطقة. بالرغم من الاختلاف الواضح بين المحطات المناخية إلا أنها مفيدة فى دراسة وإيضاح دور عنصر الحرارة فى العجز المائى المناخى.

التركز الصيفى لفاعلية الحرارة :

ولإيضاح درجة التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة اعتمد الباحث فى دراسته على معامل ثورنثويت من أجل إيضاح صفة الجفاف ونمو النبات وتركيزها فى فصل

الصيف، وتتمثل في المعادلة التالية:

$$\text{التركز الصيفى لفاعلية الحرارة} = \frac{\text{فاعلية الحرارة فى أشهر الصيف}}{\text{فاعلية الحرارة السنوية}} \times 100$$

جدول (9) : التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
التركز الصيفى لفاعلية الحرارة	102.1	120.9	120.9	123.7	138.8	92.3	110.2	109.1
النوع المناخى	صحراء	صحراء	صحراء	صحراء	صحراء	استبس	صحراء	صحراء

69-50 = أرض عشبية

49-35 = غابة

34-25 = غابة مطيرة

أكثر من 100% = صحراء

99-70% = استبس

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

ولقد أظهرت النتائج من تحليل جدول (9) أن نسبة التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة طبقا لتصنيف معادلة ثورنثويت حيث أشارت إلى وجود تشابه واضح بين جميع المحطات القارية والبحرية بأن جميعها تقع ضمن الصحراء ماعدا محطة سانت كاترين التى تقع ضمن اقليم الاستبس. وعلى ذلك أعطت المؤشرات المناخية لمعامل نسبة التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة نتائج غير مرضية خاصة فى فصل الحرارة، نتيجة التركيز الحرارى العالى وارتفاع عدد ساعات سطوع الشمس داخل منطقة الدراسة الذى يلعب بدوره فى ارتفاع عملية العجز المائى المناخى. وعليه يكون هناك صعوبة فى تحديد وتشكيل النشاط البشرى داخل منطقة الدراسة فضلا عن العامل الطبوغرافى الذى تعوق عملية التنمية.

درجة اعتدال المناخ :

ولقد اعتبر "بيلى" أن درجة الحرارة 14°م الدرجة المثالية لراحة الإنسان ونشاطه الأمثل، وبذلك يكون أى ارتفاع أو انخفاض عن هذه الدرجة من عوامل تقليل درجة اعتدال المناخ، ويقصد بهذا المعامل معرفة مدى خلو المناخ من التطرف الحرارى سواء بالنسبة للحرارة المرتفعة أو المنخفضة، لما لهذا التطرف من آثار تنعكس على نواحي الحياة المختلفة (على موسى، 1989، ص 78؛ Aguado and Burt, 2010, p. 586). وبما أن درجة الاعتدال عند بيلى قائمة بصورة أساسية على الظروف الحرارية، لذا اعتمد الباحث على درجة الحرارة السنوية والمدى الحرارى السنوى من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{معامل اعتدال المناخ} = 109 - \text{لو} 30 (\text{ح} - 14)^2 + 2(1.46 + \text{ح} \times 0.366)$$

حيث إن:

ح = متوسط درجة الحرارة السنوى.

م ح = المدى الحرارى السنوى.

جدول (10) : معامل اعتدال المناخ فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
معامل اعتدال المناخ	5.51	11.4	11.3	12.7	18.9	3.5	7.3	4.2
النوع المناخى	متطرف	متطرف	متطرف	متطرف	متطرف	متطرف	متطرف	متطرف

65-100 = دائم الاعتدال

65-80 = معتدل جدا

80-100 = دائم الاعتدال

20-50 = صفر = متطرف

20-35 = غير معتدل

35-50 = شبه معتدل

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

وبتطبيق معادلة بيلى على محطات منطقة الدراسة جدول (10) اتضح أنها تقع ضمن الإقليم المتطرف شديد الحرارة (أقل من 20). وأعطت النتائج أن حدود معامل درجة اعتدال المناخ فى تصنيف بيلى تشابها واضحا ونتائج غير مرضية فى تحديد

وتشكيل النشاط البشرى بصفة عامة داخل جميع محطات منطقة الدراسة. وعلى الرغم من نتائج معادلة بيلى إلا أن تطبيق معادلة جفنى (Hobbs, 1980, p. 66) الذى انطلق نحو استخدام درجات الحرارة فى تحديد أنماط الراحة الفسيولوجية بالمنطقة، أمكن التوصل إلى نتائج مرضية وجيدة طبقا لما جاء فى تحليل جدول (11): وهو ملائمة مناخ منطقة الدراسة؛ وبالتالي أصبح متاح للقيام بجميع الأنشطة البشرية على الرغم من توافر العجز المائى المناخى.

جدول (11) : درجات الراحة فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
القيمة	18.9	22.4	22.4	22.9	25.7	17.1	20.4	20.2
الدرجة	راحة	راحة	راحة	راحة	انتقال بين الراحة وعدم الراحة (حار)	راحة	راحة	راحة

أقل من 15 = عدم الراحة. 15-16.9 = انتقال بين الراحة وعدم الراحة (بارد). 17-24.9 = راحة
 25-26.9 = انتقال بين الراحة وعدم الراحة (حار) 27-28 = عدم راحة (مزعج)
 أكثر من 28 = شعور عدم راحة شديد (مزعج جدا)
 المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

ومجمل القول، هناك اختلافا نسبيا فى نتائج درجات الراحة بمحطات منطقة الدراسة تناسب مع واقعها، ومؤشرات لانتناسب مع طبيعة عنصر الحرارة، ويعزى ذلك الى تباين واقع المنطقة فى العناصر المناخية فضلا عن الضوابط التضاريسية وغيرها.

(3) المطر :

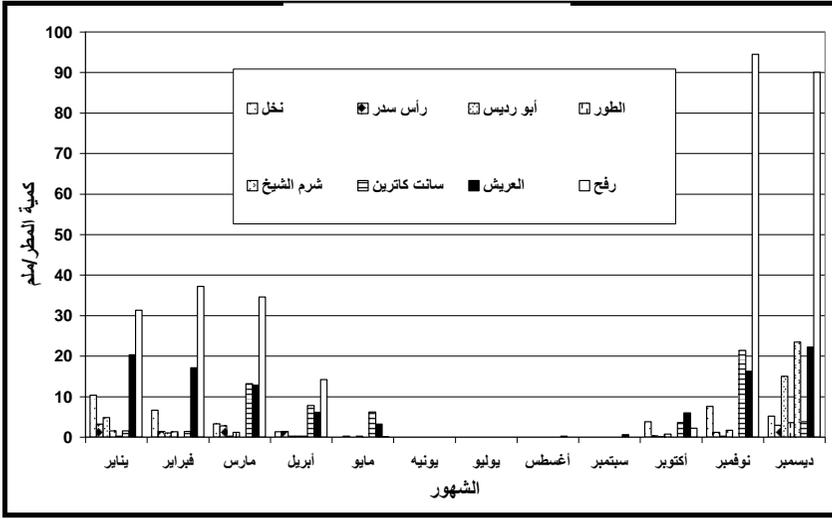
تعد الأمطار العنصر المناخى المؤثر -إلى حد ما- فى مختلف مظاهر الحياة فى منطقة الدراسة فى حالة توفرها، وعليه تمثل عنصرا مؤثرا فى نظامها؛ وتوزيعها على شهور

السنة والمصدر المهم للموارد المائية (صلاح معروف، 2009، ص 789)، ولذا يسعى سكان المنطقة للاستفادة القصوى من مياه الأمطار الساقطة. وقد تم الحصول على البيانات المناخية ما بين 1980-2010، وبناء على تحليل قراءات بيانات المحطات المناخية المختلفة؛ اتضح أن العوامل الجغرافية المتمثلة في التضاريس والموقع الفلكي والبعد عن البحر، وتوجيه المنحدرات بالنسبة لاتجاه الرياح لها دور مهم في تباين كمية سقوط الأمطار، ومن خلال تحليل الجدول (12) والشكل (7) يتضح الآتي:

جدول (12) : المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الأمطار (مم) في محطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1980-2010م).

رفح	العريش	سانت كاترين	شرم الشيخ	الطور	أبو رديس	رأس سدر	نخل	المحطة / الشهر
31.3	20.3	1.5	0.2	1.5	4.8	3.2	10.3	يناير
37.2	17.1	1.4	-	1.3	1.0	1.4	6.6	فبراير
34.6	12.8	13.2	-	1.2	0.2	2.8	3.3	مارس
14.2	6.1	7.8	0.2	0.2	0.2	1.4	1.3	أبريل
0.1	3.2	6.2	-	0.2	-	0.2	-	مايو
-	-	-	-	-	-	-	-	يونيه
-	-	-	-	-	-	-	-	يوليو
-	0.2	-	-	-	-	-	-	أغسطس
-	0.6	-	-	-	-	-	-	سبتمبر
2.2	6.0	3.6	-	0.7	0.1	0.3	3.8	أكتوبر
94.5	16.2	21.4	-	1.7	0.2	1.2	7.6	نوفمبر
90.0	22.2	3.8	23.4	3.6	15.0	2.9	5.2	ديسمبر
304.1	104.7	63.0	23.8	10.4	21.5	13.4	38.2	المجموع السنوي

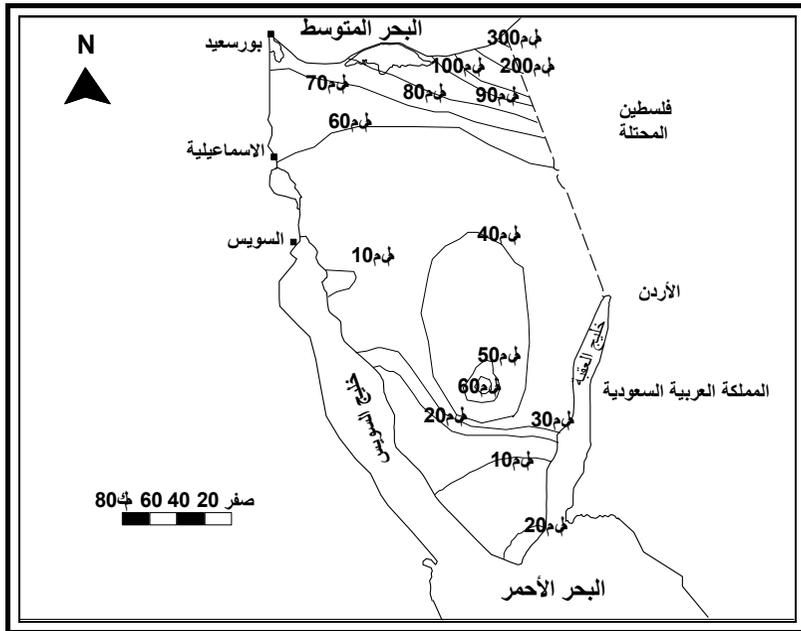
المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.



شكل (7) : توزيع المعدلات الشهرية والسنوية لكمية سقوط الأمطار (ملم) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).

❖ تتفاوت كمية سقوط الأمطار في منطقة الدراسة، خاصة ما بين الشمال والجنوب والسهول والجبال، فهي تبلغ بالمناطق الشمالية أكثر من 100 ملم في محطة العريش وأكثر من 300 ملم في محطة رفح بسبب تعامد الرياح الغربية على خط الساحل. بينما تبلغ في المناطق المرتفعة حوالي 63 ملم بمحطة سانت كاترين، وبمحطة نخل حوالي 38.2 ملم، بينما نقل في السهول عن المناطق المرتفعة فتصل في محطة رأس سدر نحو 13.4 ملم، وتبلغ بمحطة أبو رديس حوالي 21.5 ملم، حيث تزيد قليلا عن محطة رأس سدر، وذلك بسبب شكل خط الساحل ونظام المرتفعات، ثم تواصل الانخفاض جنوبا حتى تصل إلى 10.4ملم في محطة الطور، بسبب بعدها عن المؤثرات البحرية وشكل الساحل والمرتفعات. بينما تزيد نسبيا في أقصى الجنوب بمحطة شرم الشيخ، بسبب انتشار المسطحات المائية بالقرب منها مع الدور الواضح لعامل الارتفاع. وعليه فنظرا لقلّة كمية الأمطار والتي تؤدي الى سيادة العجز المائي، وعلى الرغم من ذلك فدورها قليل للغاية في توجيه وتشكيل الاستقرار البشري داخل المنطقة.

- ❖ يبدأ فصل المطر من أكتوبر إلى مايو أى فى فصل الشتاء، وتتفاوت كمياته بين شهر وآخر، وتستقبل محطة نخل مابين شهرى ديسمبر وفبراير قرابة 96.7% وحوالى 55.9% فى رأس سدر و 96.7% فى أبو رديس و 61.5% فى الطور وقرابة 99.1% فى شرم الشيخ، وتصل فى العريش 56.95% وفى رفح 55.4%، بينما تصل فى سانت كاترين 10.6%، حيث تتوزع كميته الأمطار بالأخيرة مابين أكتوبر ومايو، وطبقا لما سبق يصعب الاعتماد عليها فى قيام النشاط البشرى.
- ❖ ونظرا لنظام المطر الانقلابي فى معظم أنحاء منطقة الدراسة، فانه يحدث نتيجة العواصف الانقلابية التى تتميز بعدم الاستقرار والذبذبة وغازارة أمطارها وقصر مدتها وعدم انتظامها، حيث تكون أمطارها ذات تركيز شديد، ولكنها لاتدوم سوى فترة زمنية وجيزة (السيد الحسينى، 1987؛ ص 11)، وهذا التركيز الشديد يؤدي إلى حدوث سيول جارفة فى أودية منطقة الدراسة، وبالتالي يترتب عليها تدمير فى الأنشطة البشرية المختلفة.



شكل (8) : توزيع المعدلات السنوية لكمية المطر (ملم).

ويوضح الشكل (8) أن مجموع المتوسط السنوي يتغير في النظام التراكمي للأمطار عن متوسطها الحسابي، ويوضح أيضا زيادة كثافة الأمطار واختلافها وتباينها من منطقة لأخرى كلما اتجهنا نحو الجنوب والداخل بأراضي المنطقة، ومرد ذلك - كما ذكرنا سلفا - إلى الخصائص التضاريسية؛ ومصدر الرياح الممطرة واتجاهها. ومن الصعب تحديد أوقات سقوط الأمطار على المنطقة بشكل دقيق، نظرا لتمييز مناخ المنطقة بالتفاوت وعدم الانتظام. وتؤكد الدراسات التحليلية، أنه لا يمكن الاعتماد على كميات الأمطار - بشكل مستمر - في التعامل مع المخزون المائي الجوفى وقيام الحياة البشرية بشكل جيد.

وتساعد معرفة عدد الأيام الممطرة في منطقة الدراسة على معرفة نوعية الأمطار وقوتها وغزارتها من أجل تحديد الأيام السيلية أو العادية (صلاح معروف، 2008، ص 795).

جدول (13) : عدد الأيام الممطرة في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	الممطر السنوى	كمية المطر أقل من 1 ملم	%	كمية المطر 5-1 ملم	%	كمية المطر أكثر من 5 ملم	%	مجموع عدد الأيام
نخل	38.2	4	40.0	5	50.0	1	10.0	10
رأس سدر	13.8	5	38.4	6	46.2	2	15.4	13
أبو رديس	21.5	6	40.0	6	40.0	3	20.0	15
الطور	10.4	6	54.5	3	27.3	2	18.2	11
شرم الشيخ	23.8	7	43.8	7	43.8	2	12.4	16
سانت كاترين	63.0	7	41.2	7	41.2	3	17.6	17
العريش	104.7	9	36.0	11	44.0	5	20.0	25
رفح	304.1	12	31.6	14	36.8	12	31.6	38

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ.

ويتضح من جدول (13) أن عدد الأيام الممطرة قليلة جدا في محطات منطقة الدراسة، وتتراوح ما بين 4-12 يوم حيث تتراوح النسب في محطات المنطقة ما بين 33-42%، بينما تبلغ الفئة الثانية (1-5 ملم) وتحتل نخل أقلها وأعلاها في رفح، بينما تأتي رفح أيضا في المرتبة الأولى وفي الأخيرة محطة نخل طبقا للفئة الثالثة. وتزداد عدد الأيام الممطرة كلما اتجهنا نحو الشمال سواء في العريش 25 يوم وتزيد في رفح 38 يوم، وتقل كلما اتجهنا جنوبا وغربا حيث تبلغ حوالى 11 يوم في الطور. وتأتي شهور الشتاء في مقدمة الشهور التي تحظى بأكثر الأيام الممطرة، وتقل في شهور فصل الصيف.

وطبقا لما سبق فكلما زادت كميات الأمطار في اليوم أدت الى سيول متدفقة في أودية، وكلما قلت أعداد الأيام الممطرة ضاعت بصورة سريعة بالتسرب أو التبخر، وبالتالي يسود الجفاف والعجز المائى. ويمكن القول بصفة عامة أن هناك تناسق ما بين عدد الأيام وكميات سقوط المطر في محطات منطقة الدراسة. وطبقا لما سبق تقع معظم محطات منطقة الدراسة في الأراضى شديدة الجفاف حيث يتفق (طه جاد، 1982، ص 11) فى أن الحد الأقصى للأمطار الصحراوية يبلغ حوالى 250 ملم طبقا ما هو متفق عليه من الباحثين باستثناء محطة رفح، نظرا لأنها تبلغ 304.1 ملم. ويوضح الجدول (14) أن معظم شهور العام فى كل المحطات المناخية تتراوح ما بين 5-11 شهر جافة، وأن معظم شهور الشتاء والخريف تتراوح ما بين ممطرة وانتقالية حيث تختلف ما بين من محطة الى أخرى.

أما فيما يتعلق بالأمطار فنجد أن المعدل السنوى لكمياتها يتراوح ما بين (10.4-304.1 ملم)، وهى كمية قليلة جدا ومتفاوتة ما بين المناطق الشمالية والجنوبية من المنطقة، ولا يمكن اعتبارها موردا دائما، كما أنها تتصف بالتذبذب وعدم الثبات سواء أكان فى كمياتها أم فى مواعيد سقوطها، وعليه تعطى مؤشرا لمعدلات الجفاف والعجز المائى المناخى وقلة التسرب والجريان السطحى.

جدول (١٤) : نسبة المعدل الشهري للمطر ونوعه في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	الشهر		نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفع
	القيمة	النوع								
ديسمبر	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
نوفمبر	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
أكتوبر	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
سبتمبر	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
أغسطس	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
يوليو	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
يونيه	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
مايو	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
أبريل	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
مارس	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
فبراير	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية
يناير	١٣,٦	١٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩	٩,٩
	مطر	مطر	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية	انتقالية

وتبين البيانات المناخية وجود ارتفاع كبير (1074.6-1554.6 ملم) في معدلات التبخر/النتح الكامن في أنحاء المنطقة، لاسيما خلال أشهر الصيف الحارة لتصل أعلى معدلاتها في شهر أغسطس (169.1 ملم) بمحطة شرم الشيخ. ويتفق ذلك مع تسجيل طقس المنطقة أعلى معدلات درجات الحرارة (32.8°م) في حين تتخفض معدلات التبخر خلال أشهر الشتاء (49.5، 45.2-69.3 ملم) وهي الأشهر التي تسجل فيها أدنى معدلات الحرارة (8.2-8.9-12.3°م) بمحطة سانت كاترين. وعلى أية حال توضح الحقائق المذكورة أنفاً أن المنطقة تشهد مستويات حرارية عالية وكميات تبخر مرتفعة جداً، مما يعنى معاناة أجوائها من جفاف مناخى واضح وكما سيتم توضيحه فيما بعد. وبتطبيق معادلة فاعلية المطر لبيلي (Bailey, 1962, p) (510) وثورنثويت كما هو واضح فى ملحق (1).

جدول (15) : فاعلية المطر فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	المتوسط السنوى لدرجة الحرارة	كمية المطر السنوية	قيم فاعلية المطر/بيلي	نوع المناخ	قيم فاعلية المطر/ثورنثويت	نوع المناخ
نخل	18.9	38.2	0.197	جاف	2.23	جاف
رأس سدر	22.4	13.4	0.584	جاف	0.70	جاف
أبو رديس	22.4	21.5	0.936	جاف	2.11	جاف
الطور	22.9	10.4	0.443	جاف	0.54	جاف
شرم الشيخ	25.7	23.8	0.903	جاف	1.14	جاف
سانت كاترين	17.1	63.0	3.6	شبه جاف	3.90	جاف
العريش	20.4	104.7	5.01	شبه رطب	5.83	جاف
رفح	20.2	304.1	14.7	رطب	20.13	شبه جاف

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

ولقد أظهرت النتائج من تحليل جدول (15) أن حدود معامل درجة فاعلية

المطر السنوية فى تصنيف بيلى اختلفت بدرجة كبيرة وفعالية، وتراوح ما بين (0.1-15) فى محطات نخل ورأس سدر وأبو رديس والطور وشرم الشيخ (الجاف)، بينما تقع كل من سانت كاترين ضمن الإقليم شبه الجاف والعريش (شبه رطب)، أما فى محطة رفح فتقع ضمن الإقليم الرطب. بينما تصنيف ثورنثويت أعطى حدودا لفاعلية المطر بأنها جافة فى كل المحطات ما عدا محطة رفح (شبه جاف)، ولكنها أشارت إلى وجود اختلاف واضح ما بين المحطات تبعا للموقع والارتفاع. وعلى ذلك أعطت المؤشرات المناخية لمؤشر فاعلية المطر نتائج غير مرضية، وبالتالي سوف يترتب عليها إعطائها مؤشرا مهما؛ وواضحا فى تحديد وتشكيل النشاط البشرى داخل المنطقة.

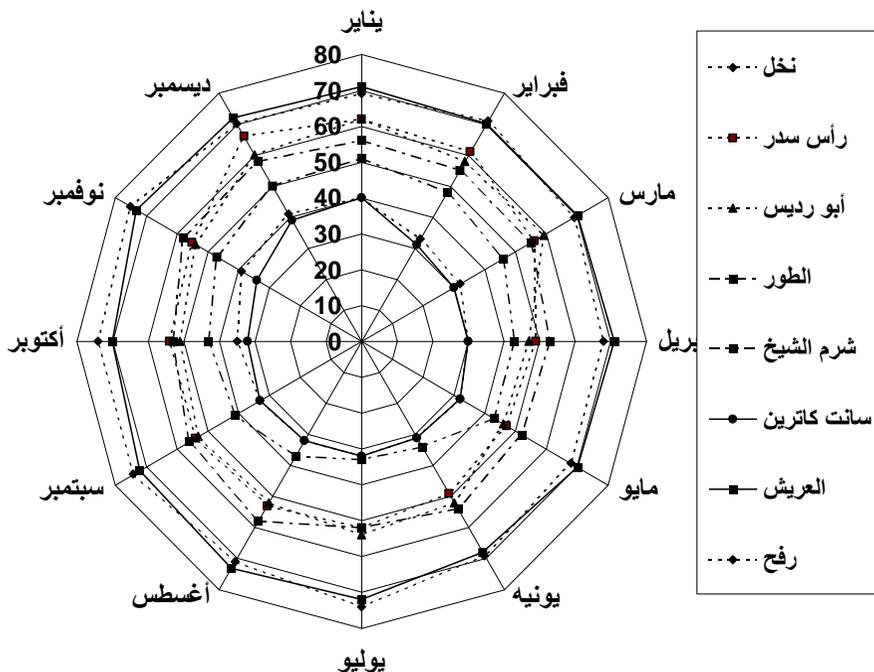
4) الرطوبة النسبية :

تعد الرطوبة النسبية من عناصر المناخ المهمة التى تؤثر على نمط الحركة السياحية بصفة خاصة، نظرا لأنها تلعب دورا فعالا ومؤثرا فى راحة ونشاط الإنسان فى المناطق الحارة إذا كانت منخفضة، فى حين يحدث العكس فى حالة ارتفاعها، وخاصة إذا اقترن ذلك بدرجة حرارة عالية. كما تعد عنصر استشفاء لبعض الأمراض؛ حيث ينصح الأطباء بعض المرضى بالذهاب إلى أماكن ذات هواء نقى ورطوبة جوية منخفضة نوعا ما، وهذا يتوفر فى منطقة سانت كاترين (طارق زكريا، 2007، ص 39)، وتعد الرطوبة التى تتراوح ما بين 40-60% هى الأكثر ملاءمة لجسم الإنسان (على موسى، 1998، ص 27) بشرط ألا تتعدى درجة الحرارة 30م°، وكلما زادت الرطوبة النسبية عن 60% قلت الراحة المناخية عند ارتفاع درجة الحرارة، ويكون ذلك سببا مباشرا فى الإحساس بعدم الراحة والضيق من الظروف المناخية (عبد العزيز يوسف، 2000، ص 7) بصفة عامة.

جدول (١٦) : المتوسطات الشهرية و السنوية للروطية النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة.

رفح	العريش	سائت كاترين	شرم الشيخ	الطور	أبو رديس	رأس سدر	نخل	المحطة الشهور
٦٩	٧١	٤٠	٥١	٥٦	٦٢	٦٢	٤٠	يناير
٧١	٧٠	٣١	٤٨	٥٥	٥٨	٦١	٣٣	فبراير
٦٩	٧٠	٣٠	٤٦	٥٥	٥٩	٥٦	٣٢	مارس
٦٨	٧١	٣٠	٤٣	٥٣	٤٧	٤٩	٣٠	أبريل
٦٨	٧٠	٣٢	٤٣	٥٢	٤٦	٤٧	٣٢	مايو
٦٩	٦٨	٣١	٣٤	٥٤	٥٢	٤٩	٣١	يونيه
٧٤	٧٢	٣٢	٣٣	٥٢	٥٤	٥٢	٣٢	يوليو
٧١	٧٣	٣٢	٣٧	٥٨	٥٢	٥٣	٣٢	أغسطس
٧٤	٧٢	٣٣	٤١	٥٦	٥٣	٥٤	٣٣	سبتمبر
٧٤	٧٠	٣٢	٤٣	٥٣	٥١	٥٤	٣٥	أكتوبر
٧٥	٧٣	٣٤	٤٧	٥٨	٥٤	٥٥	٣٩	نوفمبر
٧٠	٧٢	٣٩	٥٠	٥٨	٦٠	٦٦	٤١	ديسمبر
٧١	٧١	٣٣	٤٣	٥٥	٥٤	٥٤	٣٥	المتوسط السنوي

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ١٩٨٠-٢٠١٠.



شكل (9) : المتوسطات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).

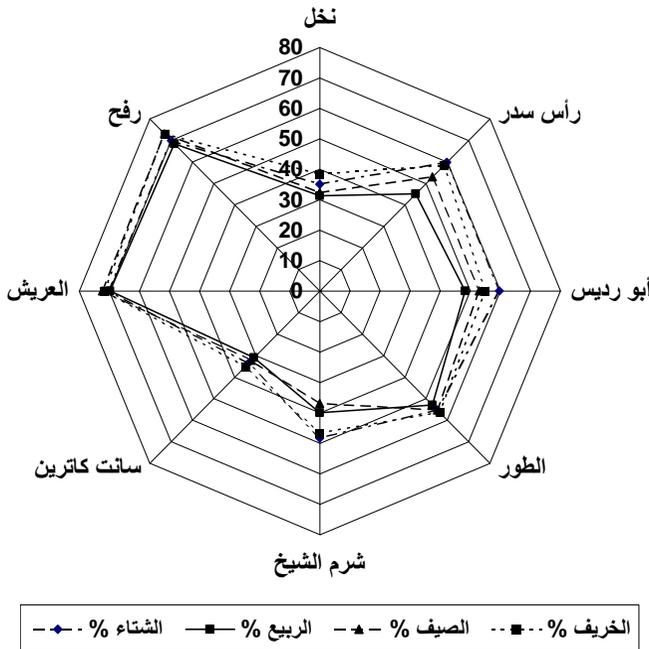
ويلاحظ من تحليل الجدول (16) والشكل (9) :

❖ أن المتوسط الحسابي للرطوبة النسبية الشهرية، يبدأ في الارتفاع من شهر مايو (32، 47، 46، 52، 43، 32، 70، 68) وتتطور بشكل سريع في المحطات المناخية، بسبب الموقع الجغرافي لها، والطبيعة الجبلية، والشكل العام للسواحل، وبالتالي يترتب عليه راحة الإنسان في جميع المحطات المناخية على المستوى المحلي.

❖ أن المتوسط الشهري للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة، يبلغ أعلى مداه في المحطات البحرية (رفح والعريش ورأس سدر وأبو رديس والطور)، بينما تقل في المحطات القارية الداخلية.

جدول (17) : المتوسطات الفصلية والمعدل السنوي للرطوبة النسبية (%)
في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	الشتاء %	الربيع %	الصيف %	الخريف %	المعدل السنوي %
نخل	35.0	31.3	32.3	38.4	35
رأس سدر	59.7	45.0	53.0	58.3	54
أبو رديس	59.7	48.3	53.0	55.0	54
الطور	55.3	53.0	55.3	56.4	55
شرم الشيخ	48.3	40.0	37.0	46.7	43
سانت كاترين	33.7	31.0	32.3	35.0	33
العريش	70.3	69.7	72.3	71.7	71
رفح	69.7	68.3	73.0	73.0	71
المتوسط العام	35.7	48.3	51.0	54.3	50



شكل (10) : المتوسطات الفصلية النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة.

وبلاحظ من تحليل الجدول (17) والشكل (10) :

❖ تختلف الرطوبة النسبية بين فصول السنة الأربعة، ومن مكان إلى آخر داخل أراضي منطقة الدراسة، ويظهر ذلك جليا ما بين المحطات المناخية البحرية والقارية. وعلى أية حال تتمتع أراضي منطقة الدراسة برطوبة متوسطة ومنخفضة، وعلى الرغم من موقعها الجغرافي الا أنها تراوحت فى المحطات البحرية ما بين 33-55%، وفى المحطات القارية ما بين 33-35% بمتوسط عام بلغ حوالى 50%. ولقد قسم جهاد قريه (2000، ص8) نماذج الجفاف طبقا لنظام الرطوبة الى ثلاثة أقسام، وتتمثل فى التالى جدول (18):

جدول (18) : أنواع الرطوبة وقيمتها.

النموذج	نوع الرطوبة	القيمة*	المحطة المناخية*
منخفض	منخفضة	أقل أو تساوى 50%	نخل وشرم الشيخ وسانت كاترين
متوسط	متوسطة	50-70%	رأس سدر وأبو رديس والطور والعريش ورفح
مرتفع	مرتفعة	أكبر من 71%	-

المصدر: جهاد قريه، 2000، ص 8؛ و * عمل الباحث.

وبلاحظ من تحليل جدول (18) أن نموذج الطقس الجاف يختلف باختلاف نسبة الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة وقلّة الأمطار وزيادة نسبة التبخر/النتح الكامن. ومجمل القول، أن نسب الرطوبة النسبية الفصلية فى منطقة الدراسة تتراوح ما بين متوسطة ومنخفضة حيث تزيد عن 50% فى كل من محطات (رأس سدر وأبو رديس والطور والعريش ورفح)، وتقل عن 50% فى (نخل وسانت كاترين وشرم الشيخ). وتغطى منطقة الدراسة خلال أشهر الصيف انتشار الهواء المدارى القارى الحار الجاف المستقر، والذى ينعكس بدوره على نسبة الرطوبة وانخفاضها دليلا واضحا على العجز المائى المناخى.

5) اتجاهات الرياح وسرعتها :

يتأثر نظام هبوب الرياح في منطقة الدراسة- تأثراً قويا وواضحا- بتوزيع مناطق الضغط الجوى المرتفع المتمركز فوق آسيا والمنخفضات الجوية المحيطة في شرق البحر المتوسط (طارق زكريا، 2006، ص 126) وبالكتل الهوائية المختلفة فوق البحر الأحمر. وتساعد الرياح على تلطيف درجة الحرارة وتلعب دورا مهما في عملية التبخر/النتح الكامن، ومن خلال تحليل الجدول (19) وشكل (11) اتضح الآتى:

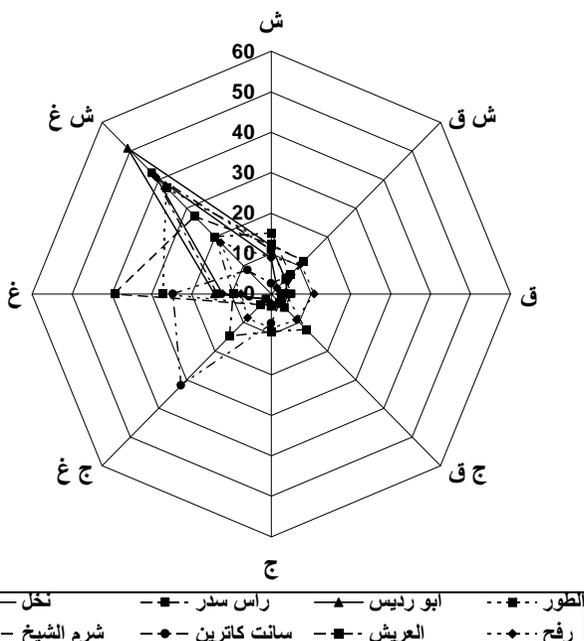
جدول (19) : الاتجاهات الرئيسية للرياح السنوية (%) فى محطات منطقة الدراسة.

المحطة	الاتجاه	ش %	ش ق %	ق %	ج ق %	ج %	ج غ %	غ %	ش غ %	سكون %
نخل	8.9	2.1	2.2	3.5	2.3	1.8	12.2	40.9	23.9	
رأس سدر	10.9	5.2	5.1	4.9	3.1	1.8	13.5	42.3	13.2	
أبو رديس	11.9	5.1	4.1	4.5	2.5	1.8	14.2	50.9	15.1	
الطور	12.3	10.3	2.7	2.9	2.6	3.6	27.2	37.2	0.1	
شرم الشيخ	11.1	11.4	2.5	3.1	2.8	3.8	39.2	27.2	0.2	
سانت كاترين	2.6	6.0	3.5	3.1	7.3	32	24.6	8.3	12.8	
العريش	15	6.7	3.4	12.4	9.3	14.8	9.5	20.0	2.2	
رفح	12	10.4	10.8	9	8.6	8.3	7.6	17.9	15.4	
المتوسط العام	10.6	7.2	4.3	5.8	5.8	8.5	18.5	30.5	9.8	

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

- ❖ سيادة الرياح الغربية والشمالية الغربية فى محطات منطقة الدراسة، فنجد المتوسط العام لاتجاه الرياح الشمالية الغربية يمثل 30.5% من إجمالى الرياح الهابة على المنطقة، أما الرياح الغربية فتحتل المرتبة الثانية بنسبة 18.5% من إجمالى الرياح الهابة على المنطقة.
- ❖ يبلغ المعدل المتوسط لنسبة الرياح الغربية مجتمعة حوالى 57.5% بمنطقة الدراسة، بينما تختلف من محطة إلى أخرى؛ فنجدها تصل فى محطات نخل حوالى

54.9% ، وفي رأس سدر 57.6% ، وفي أبو رديس حوالي 66.9% ، وتصل في الطور 68.0% ، وفي شرم الشيخ حوالي 64.9% حيث تسود الرياح الغربية والشمالية الغربية، وفي سانت كاترين تبلغ 56.6% حيث تسود الرياح الجنوبية الغربية والغربية، ويرجع ذلك إلى نظام واتجاه التضاريس والأودية، حيث تحدد سرعة واتجاه الرياح. وغالبا ماتكون التضاريس مصدرا لهبوب الرياح الهابطة في بطون الأودية حيث تبلغ الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الغربية حوالي 56.6% في محطة سانت كاترين، بينما تبلغ في العريش 34.8% حيث تسود الرياح الشمالية الغربية والجنوبية الغربية وفي رفح 28.7% حيث تسود الرياح الشمالية الغربية والشرقية. وهذا يعنى أن الرياح التي تهب من هذه الاتجاهات تؤدي إلى تدفئة الجو في فصل الشتاء، وتلطف درجة الحرارة في فصل الصيف، مما ينعكس على جذب النشاط البشرى وبصفة خاصة في كل من رفح والعريش، بالإضافة الى غيرها من العوامل الأخرى.

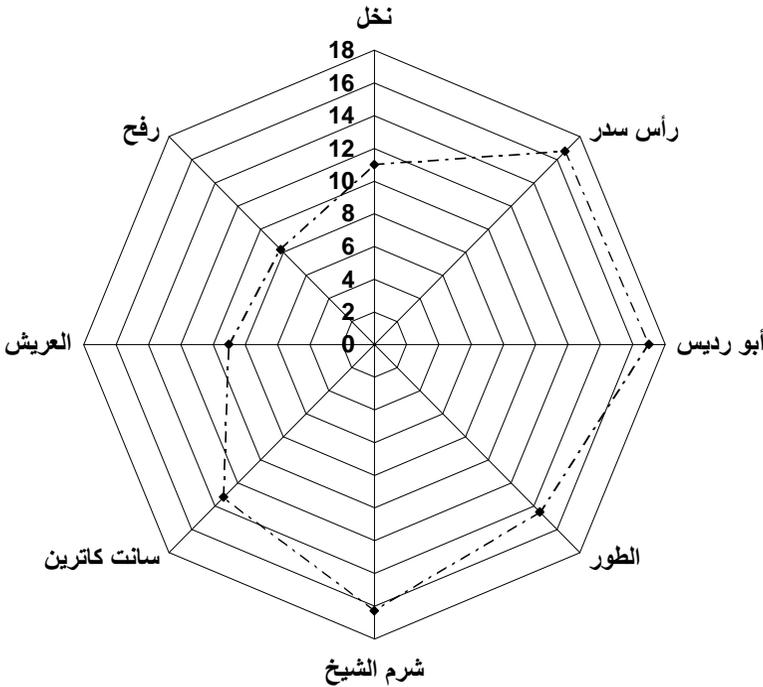


شكل (11) : نسبة اتجاه الرياح (%) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).

جدول (20) : سرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
سرعة الرياح كم/ساعة	9	16.7	17	14.5	16.3	10	9	8.2

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.



شكل (12) : سرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات منطقة الدراسة.

ويلاحظ من جدول (20) وشكل (12) أن سرعة الرياح تتراوح ما بين 8-17 كم/ساعة، ولكنها تزيد على طول ساحل خليج السويس نظرا لامتداده الطولي مع اتجاه الرياح السائدة، فتبلغ أعلى سرعة لها في محطة أبو رديس 17 كم/ساعة،

وأقلها في محطة رفح حيث تبلغ حوالى 8.2 كم/ساعة وتبدو الرياح أكثر وضوحا في منطقة سهل القاع التي كثيرا ما تتعرض للعواصف الرملية والدوامات الهوائية. أما في الكتلة الجبلية، فنجد أن الرياح أقل سرعة؛ نظرا لشدة تضرسها. بينما تسود العواصف الرملية شمال المنطقة ويمتد تأثيرها إلى المناطق الساحلية المجاورة، فقد بلغ عدد أيامها في محطة نخل حوالى 16.8 يوما، وتقل في محطة الطور حيث بلغت 4.6 يوما، وترتبط هذه الظاهرة بهبوب رياح الخماسين وطبيعة المنطقة.

ومجمل القول اتضح من خلال التحليل لاتجاه وسرعة الرياح أن لها تأثيرا سلبيا في حالة بدء مجيء العواصف مع بداية الموسم السياحي، مما يؤدي إلى الانعكاس السلبى على التوجيه، والانتشار العمرانى؛ والحركة السياحة خاصة فى المستقبل القريب والبعيد. كما تعمل الرياح أيضا على كشف التربة الأكثر رطوبة فتتعرض لعملية التبخر المباشرة فتجف هي الأخرى، وتتحرك مع الرياح لتكشف مناطق أخرى. لذا نجد أن سطح الكثبان الرملية المتحركة تكون أكثر تعرضا للجفاف من سطح الرمال الثابتة (يوسف أبو مائلة، 1995، ص 58). ويتضح من دراسة الرياح في منطقة الدراسة بأنها من حيث السرعة والاتجاه تتوافق ومعدلات التبخر/ النتح الكامنة العالية من التربة كما هو واضح في محطات شرم الشيخ والطور ورأس سدر.

وهناك عدة طرق تقع ضمن الدراسات المناخية، وتستخدم لتقدير معامل برودة الرياح، وعموما لقد اعتمد الباحث في دراسته على معامل باسل وسيل (Oliver, 1981, p188) في محطات منطقة الدراسة، وبتطبيق معامل برودة الرياح وهو على النحو التالى:

$$\text{معامل برودة الرياح} = 100V \times \text{س} + 10.45 - \text{س} (33 - \text{ح}).$$

حيث إن: س = سرعة الرياح (متر/ثانية).

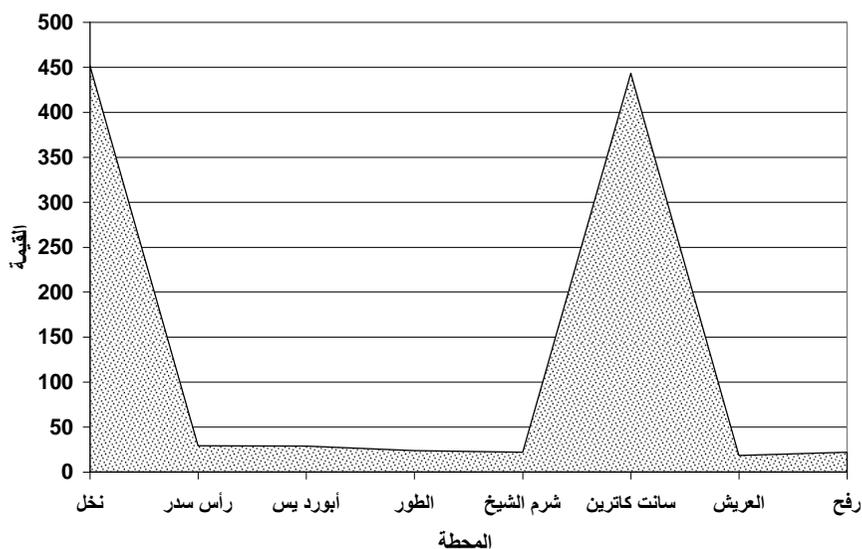
ح = درجة الحرارة الجو.

جدول (21) : معامل برودة الرياح في محطات منطقة الدراسة.

المحطة	نخل	رأس سدر	أبورد يس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
المتوسط العام	451.9	29.2	28.7	23.9	21.9	443.1	18.3	22.1
النوع	إحساس منعش	إحساس حار	إحساس حار	إحساس حار	إحساس حار	إحساس منعش	إحساس حار	إحساس حار

أقل من 100 = إحساس حار 100-200 = إحساس دافئ 200-400 = إحساس منعش.

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.



شكل (13) : معامل برودة الرياح في محطات منطقة الدراسة.

ويتضح من تحليل جدول (21) وشكل (13) أن معامل برودة الرياح يختلف من محطة إلى أخرى؛ حيث يبلغ أعلاه في محطات نخل وسانت كاترين، وعليه فيكون المعامل أكثر من 400، وهذا يعني أن المحطات تعطي إحساسا منعشا، ويعزى ذلك إلى عامل الارتفاع. بينما يقل عن 100 في بقية محطات منطقة الدراسة، وبالتالي

تعطى إحساسا حارا، وعليه فالرياح تساعد على جفاف السطح وسيادة العجز المائى.

مفهوم الجفاف :

تعد مشكلة الجفاف من أهم المشكلات التى تواجه منطقة الدراسة، وبالتالي يترتب عليها إحداث فجوة مائية مابين الأمطار والتبخر/النتح الكامن، والتسرب وغيرها. وفى كل الأحوال فإن خصائص الموقع الجغرافى وطبيعة وشكل المنطقة تعد من أكبر العوامل المتحكمة فى تحديد قيمة الجفاف ومستوياته والعجز المائى المناخى.

وعلى أية حال، رغم التقدم العلمى والتكنولوجى الذى وصلت إليه البشرية، فالمناطق الجافة وشبه الجافة مازالت تسود على سطح الأرض ولم تسجل أى جهد لاحتداث تغير أساسى بدليل انخفاض مؤشر التعمر فى الطور ونوبيع ورأس سدر بعد أن كانت 4.9، 8.9، 6.5 عام 1996 أصبحت 4.4، 8، 5.6 عام 2006 على التوالى نظر لأن سيناء ظلت منطقة تذبذب سكانى تتأرجح مابين الاخلاء واعادة الامتلاء بسبب كثرة الحروب (صلاح معروف، 2011، ص 187). فمن الضرورى البحث عن أسباب الجفاف والعجز المائى المناخى وقياسه للوصول الى صورة جيدة للمنطقة. ويوضح ثورنثويت أربعة أنواع رئيسة من الجفاف الذى عرفه على أنه "عدم قدرة الرطوبة الجوية أو رطوبة التربة على الإنبات وهى غير كافية للعمليات اللازمة للإنبات"، وهذه الأنواع هى كما جاءت فى ملحق (2).

ويمكن القول أن صفة الجفاف يمكن تعميمها بالمنطقة، ويجب استخدام الترشيح الجيد لاختيار إقامة أفضل المواقع المكانية للحركة البشرية. وعليه تزايد اهتمام الدولة بمنطقة الدراسة عن طريق إقامة العديد من المشاريع التعدينية والاقتصادية والزراعية وإقامة المزيد من الطرق سيساعد على تغيير مواقع التركيز السكانى فى المنطقة.

قياس معامل الجفاف :

توجد علاقة قوية بين مفهومى الجفاف والعجز المائى المناخى، فكلاهما يتعلق بالأمطار والتبخر/النتح الكامن، أى أن وجود عجز فى التوازن المائى المناخى يعنى

سيادة صفة الجفاف في تلك المنطقة. وعموما وضع العلماء الجغرافيون وغيرهم العديد من المعادلات التجريبية التي يمكن عن طريقها حساب صفة الجفاف، وعليه فقد استخدم الباحث بعضها لقياس الجفاف المناخي، نظرا لأنها أكثر انتشارا في الأدب الجغرافي سواء بالاعتماد على عامل واحد أو عاملين أو عدة عوامل كما جاءت في ملحق (3)، وعلى أيه حال يختلف معامل الجفاف من عالم إلى آخر وتختلف قيمته طبقا لنوع المعامل.

جدول (22) : نتائج تطبيق معادلات معامل الجفاف.

جاكوبيه		امبيرجيه		ديمارتون		لانج		المعامل المحطة
النوع	القيمة	النوع	القيمة	النوع	القيمة	النوع	القيمة	
جاف	7.8	حار	5.32	جاف	1.32	جاف	2.02	نخل
جاف	4,5	حار	11.09	جاف	0.41	جاف	0.59	رأس سدر
جاف	4.6	حار	9.51	جاف	0.66	جاف	0.95	أبو رديس
جاف	4.8	حار	12.26	جاف	0.32	جاف	0.45	الطور
جاف	3.9	حار	1214	جاف	0.66	جاف	0.92	شرم الشيخ
جاف	7.6	دافئ	3.01	جاف	2.31	جاف	3.68	سانت كاترين
جاف	3.5	حار	21.74	جاف	3.44	جاف	5.13	العريش
جاف	3.5	حار	44.29	شبه جاف	10.07	جاف	15.05	رفح

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية، ادارة المناخ، 1980-2010.

وبتطبيق هذه المعادلات الواردة فى ملحق (3) اتضح أن منطقة الدراسة تقع ضمن الإقليم الجاف طبقا لمعامل لانج، وجاف طبقا لمعامل ديمارتون ماعدا محطة رفح (شبه جاف)، وطبقا لمعامل أمبيرجيه تقع المنطقة ضمن الإقليم الحار ماعدا محطة سانت كاترين (دافىء)، أما معامل جاكوبيه فتقع المنطقة كلها ضمن الإقليم الجاف. ولقد تبين من تطبيق معادلات لانج وديمارتون وأمبيرجيه وجاكوبيه فى منطقة الدراسة أنها تقع ضمن الإقليم الجاف كما هو وارد فى جدول (22)، وهذا يدل على العجز الشديد المائى المناخى. ويتضح من هذا أن الجفاف صفة مركبة معقدة (شحاته طالبة، 2002، ص 147) بمعنى لأنه لايمكن الحكم بشكل مطلق على المنطقة بأنها جافة، نتيجة قلة المطر أو ارتفاع درجة الحرارة، وارتفاع التبخر/النتح الكامن، بالإضافة الى العوامل الأخرى المتعلقة بالقرب أو البعد من المسطحات المائية والنظام الفصلى، وغيرها.

العجز المائى المناخى :

يتحكم فى عملية التبخر/النتح الكامن عدة عوامل أهمها الموقع الجغرافى ودرجة الحرارة ورطوبة التربة والرياح التى تعمل على زيادة معدل البخر أو قلته. ولقد وضح كل من (Xu and Singh, 2000, p. 373، صلاح معروف، 2008، ص 800) صعوبة تقييم التبخر الحقيقى من الأسطح الطبيعية. وعلى أية حال لايمكن تحديد نوع الإقليم جافا أو رطبا إلا إذا تم تحديد التبخر/النتح الكامن، وقياس معرفة الفائض والعجز المائى. لذا وجد الباحث أنه من الضرورى استخراج الموازنة المائية المناخية بالطريقة المعتمدة فى الأدب الجغرافى، وهو ماتعتمد عليه أغلب الدراسات الجغرافية المهمة فى هذا المجال. ويعد كثير من العلماء أن درجة الحرارة وسيلة هامة لقياس التبخر (شحاته طالبة، 2002، ص 143).

وعليه تعرف الموازنة المائية المناخية بأنها العلاقة بين كمية الأمطار الساقطة ومقدار العجز من المياه، ويجد بعض الباحثين أن تحديد وضع التوازن المائى

المناخى يتم عن طريق الفرق مابين الأمطار والتبخّر/ النتح الكامن ويظهر العجز المائى عندما تفوق كميات التبخّر/النتح الكامن على كمية الأمطار، وبالعكس يكون هناك فائضا مائيا. ولقد استخدم الباحث معادلتى كل من بلينى- كريدل وثورنثويت كما فى ملحق (4) بسبب أنها أفضل المعادلات لقياس العجز المائى المناخى للمنطقة، نظرا لبساطة الأسلوب واستخدام المتغيرات المناخية المختلفة.

وبتطبيق معادلتى بلينى- كريدل وثورنثويت اتضح أن عملية التبخّر/النتح الكامن تتباين كمياتها تباينا ملحوظا، وتتمثل فى التالى:

اختلاف التباين الشهرى لكميات التبخّر/النتح، نتيجة لتباين معدلات العناصر المناخية المستخدمة فى المعادلتين على مدى شهور السنة، إذا نلاحظ أن الأشهر التى سجلت أعلى مقادير التبخّر/ النتح الكامن هى الأشهر التى سجلت فيها أعلى درجات الحرارة وعدد ساعات سطوع الشمس وأقل معدلات الرطوبة النسبية وتتمثل فى (يونيه ويوليو وأغسطس) حيث بلغت أعلى معدلات لها مقارنة بالشهور الأخرى. أما الأشهر التى سجلت فيها أدنى درجات الحرارة وأعلى معدلات الرطوبة النسبية (يناير وفبراير وديسمبر) فقد سجلت فيها أدنى معدلات لكميات التبخّر/ النتح الكامن فكانت منخفضة كما هو وارد فى جدولى (23) و (24).

ولحساب الموازنة المائية فى محطات منطقة الدراسة فقد تم استخراج النتائج المختلفة فى جداول (25 أ، ب، ج، د، ع، غ، س، ص)، وتتمثل فيما يلى:

- ❖ تباين النتائج التى تم التوصل لها حيث ظهر ذلك من خلال تطبيق المعادلات المتعلقة باستخراج كميات التبخّر/ النتح الكامن، وهى بلا شك نتيجة لتباين المتغيرات المناخية المستخدمة فى المعادلات المستخدمة.
- ❖ تشير نتائج المعادلة فى هذا البحث أن معادلة بلينى - كريدل قد أعطت نتائج أقل من معادلة ثورنثويت بسبب المتغيرات المستخدمة فى المعادلتين.

جدول (٢٣) : كميات التبخر/التنح الكامن (ملم) في محطات منطقة الدراسة طبقا للبيني - كريدل.

رفح	العريش	سانت كاترين	ششم الشيخ	الطور	أبو ديس	رأس سدر	نخل	المحطة الشهر
٦٣,٨	٦٤,٥	٤٦,٨	٧٤,٩	٦٧,٦	٦٤,٩	٤٩,٦	٤٧,١	يناير
٦٥,٥	٦٥,٣	٤٨,٨	٧٧,٦	٦٨,٨	٦٩,٤	٦٩,٨	٥٥,٣	فبراير
٧٤,٧	٦٧,٥	٦٤,٢	٩٧,١	٨٣,٩	٨٣,٤	٨٢,٨	٦٨,٩	مارس
٩٥,٤	٩١,١	٨٤,٨	١١١,٥	١٠٤,٦	١٠٤,٦	١٠٤,٢	١٠٣,٩	أبريل
١٠٧,٥	١٠٩,٦	١٠٧,٥	١٣٦,٦	١٢٧,٩	١٢٧,٦	١٢٧,٩	١٢٣,٢	مايو
١١٩,١	١٣٤,٧	١٢٥,١	١٥٧,٩	١٤٥,٥	١٣٣,٩	١٣٣,٩	١٢٩,١	يونيه
١٣٣,٩	١٣٧,١	١٢٩,٩	١٦١,٦	١٤٩,٥	١٤٢,٧	١٤٢,٧	١٣٤,٧	يوليه
١٣٦,٧	١٣٩,٥	١٣٥,٧	١٦٢,٤	١٤٨,٧	١٤٦,٣	١٤٦,٩	١٣٧,٩	أغسطس
١١٢,٦	١٣١,٥	١٠٧,٤	١٣٨,٣	١٣٧,١	١٣٥,٦	١٣٣,٢	١٢٤,٧	سبتمبر
٩٩,١	٩٩,١	٨٥,٥	١١٢,٣	٩٤,١	٩٥,٢	٩٤,٤	١١٣,٨	أكتوبر
٧٧,٩	٨١,٢	٦١,٢	٨٨,٥	٩٢,٣	٩١,٣	٩٢,٢	٨٢,٧	نوفمبر
٦٥,٦	٧٥,٦	٥٢,٧	٧٨,٢	٧٥,٣	٦٨,١	٧٥,٩	٦٣,٨	ديسمبر
١١٤٦,٣	١١٢٣,٩	١٠٤٣,٦	١٣٩١,٩	١٢٩٥,٣	١٢٦٣	١٢٤٨,٥	١١٨٥,١	المجموع
٩٥,٥	٩٣,٧	٨٦,٩	١١٥,٩	١٠٧,٩	١٠٥,٣	١٠٤,٥	٩٨,٨	المعدل

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ١٩٨٥-٢٠١٠.

جدول (٢٤) : كميات التبخر/النتح الكامن (ملم) في محطات منطقة الدراسة طبقاً لثورنتويت.

رفح	العريش	ساتت كاترين	شرم الشيخ	الطور	أبو رديس	رأس سدر	نخل	المحطة الشهر
٦٤,٧	٦٦,٣	٤٩,٥	٧٦,٦	٦٩,٤	٦٥,٥	٥٧,٣	٥٦,٢	يناير
٦٩,٨	٦٦,٨	٤٥,٢	٧٩,٣	٧١,٢	٧١,٢	٦٩,٥	٦٥,٤	فبراير
٧٤,٩	٧١,٢	٦٩,٣	١٠١,٢	٩٣,٦	٩٣,١	٩٩,١	٧١,٧	مارس
٩٢,٢	٩٢,١	٨٩,٨	١١٩,٣	١١٤,٤	١١٤,٣	١١٤,١	١١٣,٨	أبريل
١٠٨,١	١١١,٣	١١٢,٥	١٣٨,٥	١٣٢,٥	١٣٧,٦	١٣٧,٢	١٣٣,١	مايو
١٢٠,٢	١٣٥,٥	١٢٩,١	١٥٨,٦	١٤٩,٢	١٤٣,٦	١٤٣,٣	١٤٩,١	يونيه
١٣٥,٦	١٣٩,٢	١٣١,١	١٦٢,٤	١٥٤,٢	١٥٢,٣	١٥٢,٤	١٥٤,٦	يوليه
١٤٧,٤	١٤٩,٦	١٣٢,٧	١٦٩,١	١٦٨,٢	١٦٦,٣	١٦٦,٢	١٦٧,٨	أغسطس
١١٣,٧	١٣٥,٤	١١١,٢	١٣٩,٢	١٣٧,٨	١٣٥,٣	١٣٣,١	١٣٤,٢	سبتمبر
٩٩,٦	١٠١,٢	٨٩,١	١١٣,٤	١٠٩,٢	١٠٣,١	١٠٤,٢	١٢٣,٥	أكتوبر
٧٨,٥	٨٣,٢	٦٢,١	٩٨,٢	٩٤,٢	٩٩,١	٩٢,١	٩٨,٤	نوفمبر
٦٥,٨	٧١,٧	٥٣,٥	٧٩,٣	٧٢,١	٦٨,٣	٧٠,٧	٧٣,٥	ديسمبر
١١٧٠,٥	١٢٢٣,٥	١٠٧٤,٦	١٤٣٥,١	١٣٦٦	١٣٤٩,٧	١٣٣٩,٢	١٣٤١,٣	المجموع
٩٧,٥	١٠١,٩	٨٩,٦	١١٩,٦	١١٣,٨	١١٢,٥	١١١,٦	١١١,٨	المعدل

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ١٩٨٠-٢٠١٠.

جدول (٢٥) : الموازنة المائية في محطات منطقة الدراسة.
(أ) الموازنة المائية في محطة نخل.

الشهر	درجة الحرارة	كمية المطر	التبخر/إنتح بطنى وكريتل(١)	التبخر/إنتح تورنتويت (٢)	الفاوض المائى	الجريان السطحى	العجز المائى (١)	العجز المائى (٢)	% العجز المائى (١)	% العجز المائى (٢)
يناير	٩,٩	١٠,٣	٤٧,١	٥٦,٢	-	-	٣٦,٨-	٤٥,٩-	٧٨,١	٩٧,٧
فبراير	١١,١	٦,٦	٥٥,٣	٦٥,٤	-	-	٤٨,٧-	٥٨,٨-	٨٨,١	٨٩,٩
مارس	١٣,٨	٣,٣	٦٨,٩	٧١,٧	-	-	٦٥,٦-	٦٨,٤-	٩٥,٢	٩٥,٤
ابريل	١٨,٢	١,٣	١٠٣,٩	١١٣,٨	-	-	١٠٢,٦-	١١٢,٥-	٩٨,٧	٩٨,٩
مايو	٢١,١	-	١٢٣,٢	١٣٣,١	-	-	١٢٣,٢-	١٣٣,١-	١٠٠	١٠٠
يونيه	٢٤,٥	-	١٢٩,١	١٤٩,١	-	-	١٢٩,١-	١٤٩,١-	١٠٠	١٠٠
يوليه	٢٥,٩	-	١٣٤,٧	١٥٤,٦	-	-	١٣٤,٧-	١٥٤,٦-	١٠٠	١٠٠
أغسطس	٢٦,٧	-	١٣٧,٩	١٦٧,٨	-	-	١٣٧,٩-	١٦٧,٨-	١٠٠	١٠٠
سبتمبر	٢٣,٤	-	١٢٤,٧	١٣٤,٢	-	-	١٢٤,٧-	١٣٤,٢-	١٠٠	١٠٠
أكتوبر	٢٢,٧	٣,٨	١١٣,٨	١٢٣,٥	-	-	١١٠,٠-	١١٩,٧-	٩٦,٧	٩٦,٩
نوفمبر	١٦,١	٧,٦	٨٢,٧	٩٨,٤	-	-	٧٥,١-	٩٠,٨-	٩٠,٨	٩٢,٣
ديسمبر	١٤,٠	٥,٢	٦٣,٨	٧٣,٥	-	-	٥٨,٦-	٦٨,٣-	٩١,٨	٩٢,٧
الإجمالي	١٨,٩	٣٨,١	١١٨٥,١	١٣٤١,٣	-	-	١١٤٧-	١٣٠٣,٢-	٩٦,٨	٩٦,٨

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ١٩٨٠-٢٠١٠.

(ب) الموازنة المائية في محطة رأس سدر .

العجز % المائى (٢)	العجز % المائى (١)	العجز المائى (٢)	العجز المائى (١)	الجريان السطحي	الفاصل المائى	التبخّر/نتح ثوزثويت (٢)	التبخّر/نتح بلينى وكرييل (١)	كمية المطر	درجة الحرارة	الشهر
٩٤,٤	٩٣,٥	٥٤,١-	٤٦,٤-	-	-	٥٧,٣	٤٩,٦	٣,٢	١٣,٩	يناير
٩٧,٩	٩٧,٩	٦٨,١-	٦٨,٤-	-	-	٦٩,٥	٦٩,٨	١,٤	١٥,٧	فبراير
٩٧,٢	٩٦,٩	٩٦,٣-	٨٠,٠-	-	-	٩٩,١	٨٢,٨	٢,٨	١٨,١	مارس
٩٨,٨	٩٨,٦	١١٢,٧-	١٠٢,٨-	-	-	١١٤,١	١٠٤,٢	١,٤	٢٢,٣	ابريل
٩٩,٩	٩٩,٨	١٣٧,٠-	١٢٧,٧-	-	-	١٣٧,٢	١٢٧,٩	٠,٢	٢٥,٧	مايو
١٠٠	١٠٠	١٤٣,٣-	١٣٣,٩-	-	-	١٤٣,٣	١٣٣,٩	-	٢٧,٩	يونيه
١٠٠	١٠٠	١٥٢,٤-	١٤٢,٧-	-	-	١٥٢,٤	١٤٢,٧	-	٢٨,٩	يوليه
١٠٠	١٠٠	١٦٦,٢-	١٤٦,٩-	-	-	١٦٦,٢	١٤٦,٩	-	٢٨,٨	أغسطس
١٠٠	١٠٠	١٣٣,١-	١٣٣,٢-	-	-	١٣٣,١	١٣٣,٢	-	٢٧,٣	سبتمبر
٩٩,٧	٩٩,٧	١٠٣,٩-	٩٤,١-	-	-	١٠٤,٢	٩٤,٤	٠,٣	٢٤,٣	أكتوبر
٩٨,٧	٩٨,٧	٩٠,٩-	٩١,٠-	-	-	٩٢,١	٩٢,٢	١,٢	١٩,٧	نوفمبر
٩٥,٨	٩٥,٩	٦٧,٨-	٦٨,٠-	-	-	٧٠,٧	٧٠,٩	٢,٩	١٦,٣	ديسمبر
٩٨,٥	٩٨,٤	١٣٢٥,٨-	١٢٣٥,١-	-	-	١٣٣٩,٢	١٢٤٨,٥	١٣,٤	٢٢,٤	الاجمالي

(ج) الموازنة المائية في محطة ابورديس

الشهر	درجة الحرارة	كمية المطر	التبخير/نتج بيلتي وكريبل(١)	التبخير/نتج ثورثويت (٢)	الفاض المائي	الجريان السطحي	العجز المائي (١)	العجز المائي (٢)	% العجز المائي (١)	% العجز المائي (٢)
يناير	١٤,٤	٤,٨	٦٤,٩	٦٥,٥	-	-	٦٠,١-	٦٠,٧-	٩٢,٢	٩٢,٧
فبراير	١٥,٦	١,٠	٦٩,٤	٧١,٢	-	-	٦٨,٤-	٧٠,٢-	٩٨,٦	٩٨,٦
مارس	١٨,٣	٠,٢	٨٣,٤	٩٣,١	-	-	٨٣,٢-	٩٢,٩-	٩٩,٨	٩٩,٨
أبريل	٢٢,٤	٠,٢	١٠٤,٦	١١٤,٣	-	-	١٠٤,٤-	١١٤,١-	٩٩,٨	٩٩,٨
مايو	٢٥,٦	-	١٢٧,٦	١٣٧,٦	-	-	١٢٧,٦-	١٣٧,٦-	١٠٠	١٠٠
يونيه	٢٧,٩	-	١٣٣,٩	١٤٣,٦	-	-	١٣٣,٩-	١٤٣,٦-	١٠٠	١٠٠
يوليه	٢٨,٩	-	١٤٢,٧	١٥٢,٣	-	-	١٤٢,٧-	١٥٢,٣-	١٠٠	١٠٠
أغسطس	٢٨,٨	-	١٤٦,٣	١٦٦,٣	-	-	١٤٦,٣-	١٦٦,٣-	١٠٠	١٠٠
سبتمبر	٢٧,٣	-	١٣٥,٦	١٣٥,٣	-	-	١٣٥,٦-	١٣٥,٣-	١٠٠	١٠٠
أكتوبر	٢٤,٤	٠,١	٩٥,٢	١٠٣,١	-	-	٩٥,١-	١٠٣,٠-	٩٩,٩	٩٩,٨
نوفمبر	١٩,٣	٠,٢	٩١,٣	٩٩,١	-	-	٩١,١-	٩٨,٩-	٩٩,٨	٩٩,٨
ديسمبر	١٦,١	١٥,٠	٦٨,١	٦٨,٣	-	-	٥٣,١-	٥٣,٣-	٧٧,٩	٧٨,٠
الإجمالي	٢٢,٤	٢١,٥	١٢٦٣	١٣٤٩,٧	-	-	١٢٤١,٥-	١٣٢٨,٢-	٩٧,٣	٩٧,٤

(د) الموازنة المائية في محطة الطور.

العجز % المائي (٢)	العجز % المائي (١)	العجز المائي (٢)	العجز المائي (١)	الجريان السطحي	الفاصل المائي	التبخر/نتح (٢)	التبخر/نتح بيني وكريال(١)	كمية المطر	درجة الحرارة	الشهر
٩٧,٨	٩٧,٨	٦٧,٩-	٦٦,١-	-	-	٦٩,٤	٦٧,٦	١,٥	١٥,٣	يناير
٩٨,٢	٩٨,١	٦٩,٩-	٦٧,٥-	-	-	٧١,٢	٦٨,٨	١,٣	١٥,٧	فبراير
٩٨,٧	٩٨,٥	٩٢,٤-	٨٢,٦-	-	-	٩٣,٦	٨٣,٩	١,٢	١٨,٤	مارس
٩٩,٨	٩٩,٨	١١٤,٢-	١٠٤,٤-	-	-	١١٤,٤	١٠٤,٦	٠,٢	٢٢,٤	ابريل
٩٩,٨	٩٩,٨	١٣٢,٣-	١٢٧,٧-	-	-	١٣٢,٥	١٢٧,٩	٠,٢	٢٥,٧	مايو
١٠٠	١٠٠	١٤٩,٢-	١٤٥,٥-	-	-	١٤٩,٢	١٤٥,٥	-	٢٨,٦	يونيه
١٠٠	١٠٠	١٥٤,٢-	١٤٩,٥-	-	-	١٥٤,٢	١٤٩,٥	-	٢٩,٦	يوليه
١٠٠	١٠٠	١٦٨,٢-	١٤٨,٧-	-	-	١٦٨,٢	١٤٨,٧	-	٢٩,٤	أغسطس
١٠٠	١٠٠	١٣٧,٨-	١٣٧,١-	-	-	١٣٧,٨	١٣٧,١	-	٢٧,٨	سبتمبر
٩٩,٤	٩٩,٣	١٠٨,٥-	٩٣,٤-	-	-	١٠٩,٢	٩٤,١	٠,٧	٢٤,٣	أكتوبر
٩٨,٢	٩٧,٢	٩٢,٥-	٩٠,٦-	-	-	٩٤,٢	٩٢,٣	١,٧	٢٠,٦	نوفمبر
٩٥,٠	٩٥,٢	٦٨,٥-	٧١,٧-	-	-	٧٢,١	٧٥,٣	٣,٦	١٧,٦	ديسمبر
٩٨,٩	٩٨,٨	١٣٥٥,٦	١٢٨٤,٨-	-	-	١٣٦٦	١٢٩٥,٣	١٠,٤	٢٢,٩	الإجمالي

(ع) الموازنة المائية في محطة شرم الشيخ.

الشهر	درجة الحرارة	كمية المطر	التبخير/نتج بليني وكرييل (١)	التبخير/نتج ثورثويت (٢)	الفاقد المائي	الجريان السطحي	العجز المائي (١)	العجز المائي (٢)	% العجز المائي (١)	% العجز المائي (٢)
يناير	١٧,٨	٠,٢	٧٤,٩	٧٦,٦	-	-	٧٤,٧-	٧٦,٤-	٩٩,٣	٩٩,٧
فبراير	١٨,٧	-	٧٧,٦	٧٩,٣	-	-	٧٧,٦-	٧٩,٣-	١٠٠	١٠٠
مارس	٢١,٠	-	٩٢,١	١٠١,٢	-	-	٩٢,١-	١٠١,٢-	١٠٠	١٠٠
أبريل	٢٤,٤	٠,٢	١١١,٥	١١٩,٣	-	-	١١١,٣-	١١٩,١-	٩٩,٨	٩٩,٨
مايو	٢٨,٨	-	١٣٦,٦	١٣٨,٥	-	-	١٣٦,٦-	١٣٨,٥-	١٠٠	١٠٠
يونيه	٣١,٧	-	١٥٧,٩	١٥٨,٦	-	-	١٥٧,٩-	١٥٨,٦-	١٠٠	١٠٠
يوليه	٣٢,٦	-	١٦١,٦	١٦٢,٤	-	-	١٦١,٦-	١٦٢,٤-	١٠٠	١٠٠
أغسطس	٣٢,٨	-	١٦٢,٤	١٦٩,١	-	-	١٦٢,٤-	١٦٩,١-	١٠٠	١٠٠
سبتمبر	٣٢,١	-	١٣٨,٣	١٣٩,٢	-	-	١٣٨,٣-	١٣٩,٢-	١٠٠	١٠٠
أكتوبر	٢٧,٣	-	١١٢,٣	١١٣,٤	-	-	١١٢,٣-	١١٣,٤-	١٠٠	١٠٠
نوفمبر	٢٢,٤	-	٨٨,٥	٩٨,٢	-	-	٨٨,٥-	٩٨,٢-	١٠٠	١٠٠
ديسمبر	١٨,٩	٢٣,٤	٧٨,٢	٧٩,٣	-	-	٥٤,٨-	٥٥,٩-	٧٠,١	٧٠,٥
الإجمالي	٢٥,٧	٢٣,٨	١٣٩١,٩	١٤٣٥,١	-	-	١٣٦٨,١-	١٤١١,٣	٩٧,٤	٩٧,٥

(ع) الموازنة المائية في محطة سانت كاترين.

% العجز المائي (٢)	% العجز المائي (١)	العجز المائي (٢)	العجز المائي (١)	الجريان السطحي	الفائض المائي	التبخر/نتح ثورنتويت (٢)	التبخر/نتح بليني وكريبل (١)	كمية المطر	درجة الحرارة	الشهر
٩٥,٩	٩٦,٨	٤٨,٠-	٤٥,٣-	-	-	٤٩,٥	٤٦,٨	١,٥	٨,٢	يناير
٩٦,٩	٩٧,١	٤٣,٨-	٤٧,٤-	-	-	٤٥,٢	٤٨,٨	١,٤	٨,٩	فبراير
٨٩,٩	٧٩,٤	٥٦,١-	٥١,٠-	-	-	٦٩,٣	٦٤,٢	١٣,٢	١٢,٣	مارس
٩١,٣	٩٠,٨	٨٢,٠-	٧٧,٠-	-	-	٨٩,٨	٨٤,٨	٧,٨	١٦,٧	أبريل
٩٤,٥	٩٤,٢	١٠٥,٨-	١٠٠,٨-	-	-	١١٢,٠	١٠٧,٠	٦,٢	٢٠,٩	مايو
١٠٠	١٠٠	١٢٩,١-	١٢٥,١-	-	-	١٢٩,١	١٢٥,١	-	٢٣,٥	يونيه
١٠٠	١٠٠	١٣١,١-	١٢٩,٩-	-	-	١٣١,١	١٢٩,٩	-	٢٤,٧	يوليه
١٠٠	١٠٠	١٣٢,٧-	١٣٠,٧-	-	-	١٣٢,٧	١٣٠,٧	-	٢٤,٩	أغسطس
١٠٠	١٠٠	١١١,٢-	١٠٧,٤-	-	-	١١١,٢	١٠٧,٤	-	٢٣,٢	سبتمبر
٩٥,٩	٩٥,٨	٨٥,٥-	٨١,٤-	-	-	٨٩,١	٨٥,٥	٣,٦	١٨,٨	أكتوبر
٦٥,٥	٦٥,٥	٤٠,٧-	٣٩,٨-	-	-	٦٢,١	٦١,٢	٢١,٤	١٣,١	نوفمبر
٩٢,٩	٩٢,٨	٤٩,٧-	٤٨,٩-	-	-	٥٣,٥	٥٢,٧	٣,٨	١٠,٢	ديسمبر
٩٣,٦	٩٢,٧	١٠١٥,٧	٩٨٤,٧-	-	-	١٠٧٤,٦	١٠٤٣,٦	٥٨,٩	١٧,١	الإجمالي

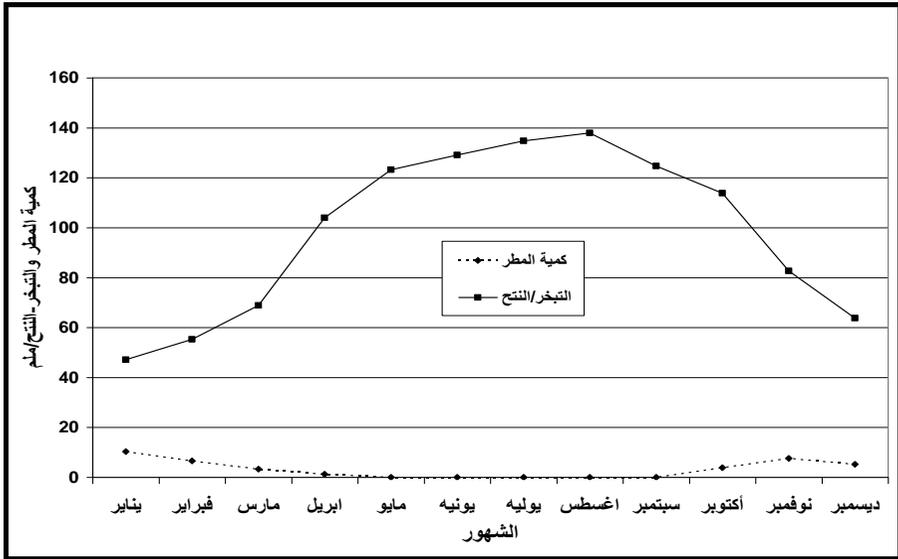
(س) الموازنة المائية في محطة العريش .

الشهر	درجة الحرارة	كمية المطر	التبخير/إنتاج بيلني وكريلان(١)	التبخير/إنتاج ثورثويت (٢)	الفاض المائي	الجريان السطحي	العجز المائي (١)	العجز المائي (٢)	% العجز المائي (١)	% العجز المائي (٢)
يناير	١٣,٩	٢٠,٣	٦٤,٥	٦٦,٣	-	-	٤٤,٢-	٤٦,٠-	٦٩,٥	٦٩,٤
فبراير	١٤,٥	١٧,١	٦٥,٣	٦٦,٨	-	-	٤٨,٢-	٤٩,٧-	٧٣,٨	٧٤,٤
مارس	١٦,٠	١٢,٨	٦٧,٠	٧١,٢	-	-	٥٤,٢-	٥٨,٤-	٨٠,٩	٨٢,٠
أبريل	١٨,٥	٦,١	٩١,١	٩٢,١	-	-	٨٥,٠-	٨٦,٠-	٩٣,٣	٩٣,٤
مايو	٢١,٦	٣,٢	١٠٩,٦	١١١,٣	-	-	١٠٦,٤-	١٠٨,١-	٩٧,١	٩٧,١
يونيه	٢٣,٨	-	١٣٤,٧	١٣٥,٥	-	-	١٣٤,٧-	١٣٥,٥-	١٠٠	١٠٠
يوليه	٢٥,٩	-	١٣٧,١	١٣٩,٢	-	-	١٣٧,١-	١٣٩,٢-	١٠٠	١٠٠
أغسطس	٢٦,٥	٠,٢	١٣٩,٥	١٤٩,٦	-	-	١٣٩,٣-	١٤٩,٤-	٩٩,٩	٩٩,٨
سبتمبر	٢٥,١	٠,٦	١٣١,٥	١٣٥,٤	-	-	١٣٠,٩-	١٣٤,٨-	٩٩,٥	٩٩,٦
أكتوبر	٢٣,٢	٦,٠	٩٩,١	١٠١,٢	-	-	٩٣,١-	٩٥,٢-	٩٣,٩	٩٤,١
نوفمبر	١٩,٩	١٦,٢	٨١,٢	٨٣,٢	-	-	٦٥,٠-	٦٧,٠-	٨٠,٠	٨٠,٥
ديسمبر	١٦,٣	٢٢,٢	٧٠,٦	٧١,٧	-	-	٤٨,٤-	٤٩,٥-	٦٨,٧	٦٩,٠
الإجمالي	٢٠,٤	١٠٤,٧	١١٢٣,٩	١٢٢٣,٥	-	-	١٠٨٦,٥	١١١٨,٨	٨٨,١	٨٨,٣

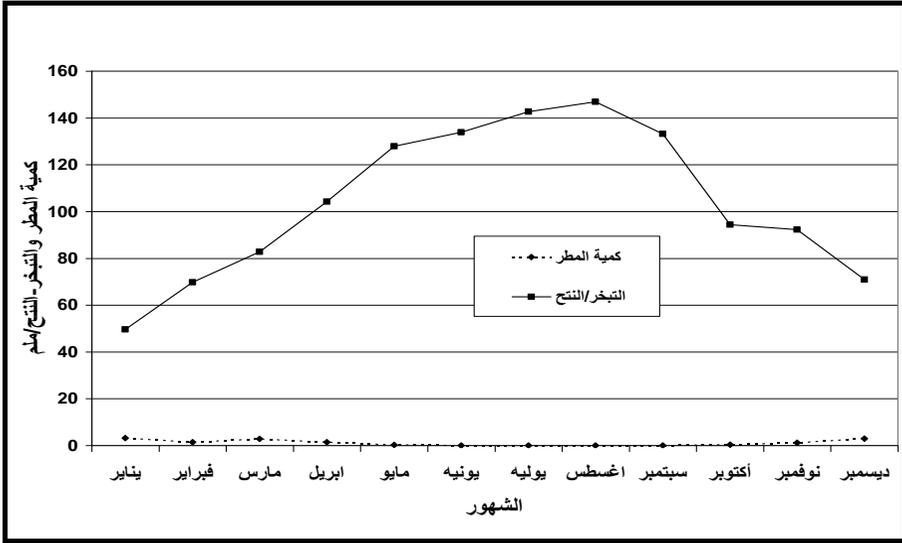
(ص) الموازنة المائية في محطة رفع.

العجز المائي (%) (٢)	العجز المائي (%) (١)	العجز المائي (٢)	العجز المائي (١)	العريان السطحي	الفاصل المائي	التبخير/نتح ثورنتويت (٢)	التبخير/نتح بيئتي وكريدل (١)	كمية المطر	درجة الحرارة	الشهر
٥١,٦	٥٠,٩	٣٣,٤-	٣٢,٣-	-	-	٦٤,٧	٦٢,٨	٣١,٣	١٤,٠	يناير
٤٦,٧	٤٣,٢	٣٢,٦-	٢٨,٣-	-	-	٦٩,٨	٦٥,٥	٣٧,٢	١٥,٧	فبراير
٥٣,٨	٥٣,٧	٤٠,٣-	٤٠,١-	-	-	٧٤,٩	٧٤,٧	٣٤,٦	١٥,٦	مارس
٨٤,٦	٨٤,٥	٧٨,٠-	٧٦,٢-	-	-	٩٢,٢	٩٠,٤	١٤,٢	١٨,٣	أبريل
٩٩,٩	٩٩,٩	١٠٨,٠-	١٠٦,٩-	-	-	١٠٨,١	١٠٧,٠	٠,١	٢٠,٩	مايو
١٠٠	١٠٠	١٢٠,٢-	١٠٦,٩-	-	-	١٢٠,٢	١١٩,١	-	٢٢,٠	يونيه
١٠٠	١٠٠	١٣٥,٦-	١١٩,١-	-	-	١٣٥,٦	١٣٣,٩	-	٢٥,٧	يوليه
١٠٠	١٠٠	١٤٧,٤-	١٣٣,٩-	-	-	١٤٧,٤	١٣٦,٧	-	٢٦,٤	أغسطس
١٠٠	١٠٠	١١٣,٧-	١٣٦,٧-	-	-	١١٣,٧	١١٢,٦	-	٢٤,٧	سبتمبر
٩٧,٨	٩٧,٨	٩٧,٤-	٩٦,٩-	-	-	٩٩,٦	٩٩,١	٢,٢	٢٣,٢	أكتوبر
١٦,٩	١٦,٦	١٦,٠+	١٥,٦+	-	-	٧٨,٥	٧٧,٩	٩٤,٥	١٨,٨	نوفمبر
٢٦,٩	٢٧,١	٢٤,٢+	٢٤,٤+	-	-	٦٥,٨	٦٥,٦	٩٠,٠	١٤,٦	ديسمبر
٧٣,٢	٧٢,٨	٨٢٦,٢-	٧٩٧,٣-	-	-	١١٧٠,٥	١١٤٦,٣	٣٠٤,١	٢٠,٢	الإجمالي

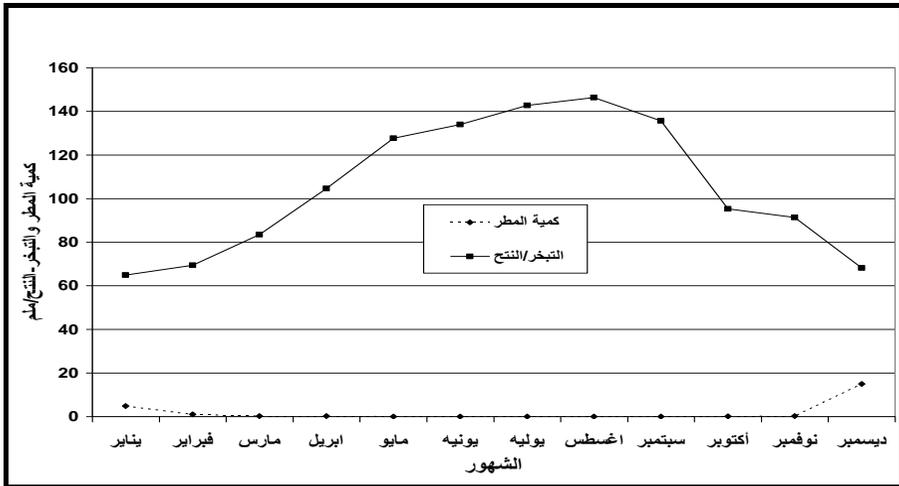
ولقد اتضح من الجداول (25 أ، ب، ج، د، ع، غ، س، ص) والأشكال (14 أ، ب، ج، د، ع، غ، س، ص): أن محطات منطقة الدراسة تعاني من العجز المائي المناخى مع انعدام الجريان السطحى، فضلا عن أنها أعطت نتائج غير جيدة. ويوضح ثورنثويت أن الجريان المائى يساوى 50% من الفائض المائى فى ذلك الشهر مضافا اليه 50% من الجريان المائى فى الشهر الذى سبقه (نعمان شحاذه، 1983، ص137؛ Ashmany, et al., 2000, p. 476). وعليه فقد وجد أن الجريان المائى لايمكن حدوثه فى منطقة الدراسة ككل باستثناء منطقة رفح وخاصة فى شهرى نوفمبر وديسمبر حيث تتشعب التربة بالماء وتعطى الفرصة للجريان. ولقد أظهرت النتائج أن مجموع كميات التبخر/النتح الكامن انحصرت ما بين (1043.3-1391.9 ملم) عند يلىنى- كريدل ومابين (1074.6-1554.5 ملم) عند ثورنثويت، وهذا دليلا على العجز المائى.



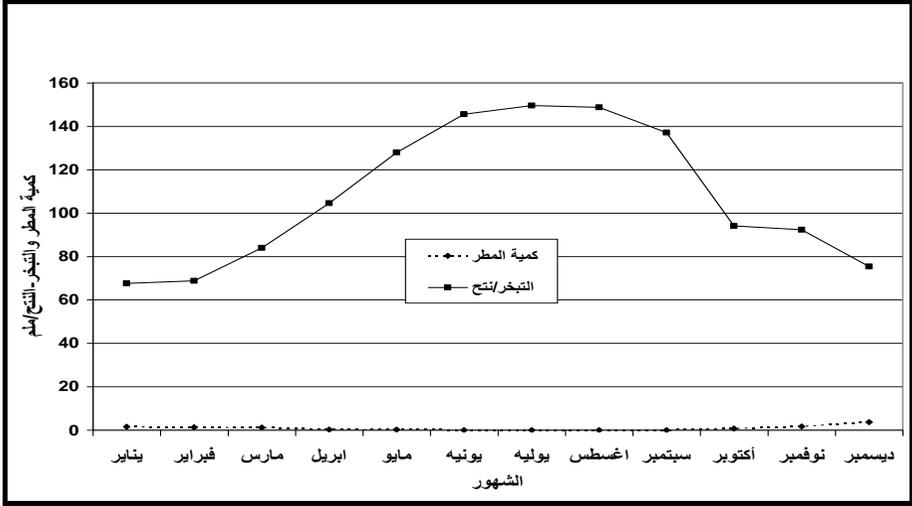
شكل (14أ) : العجز المائى المناخى فى محطة نخل.



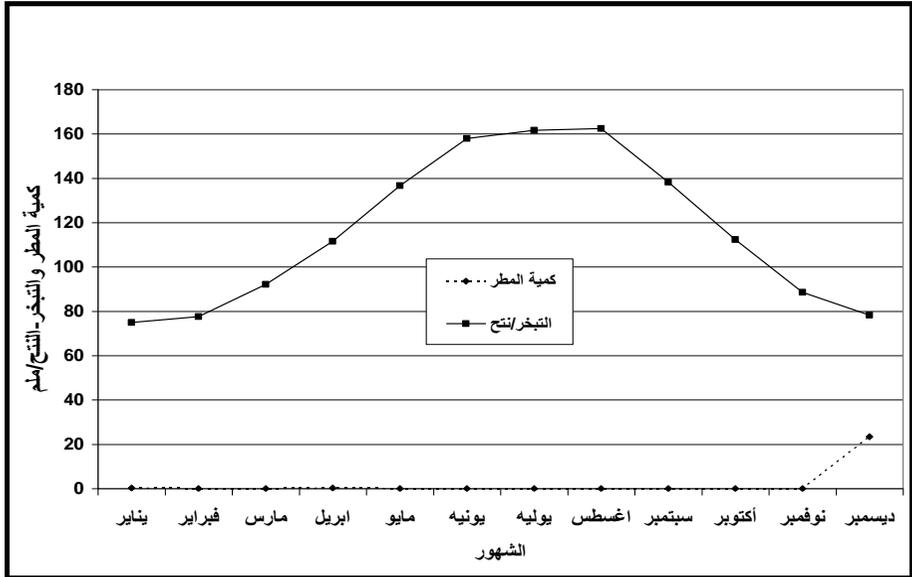
شكل (14ب) : العجز المائي المناخي في محطة رأس سدر.



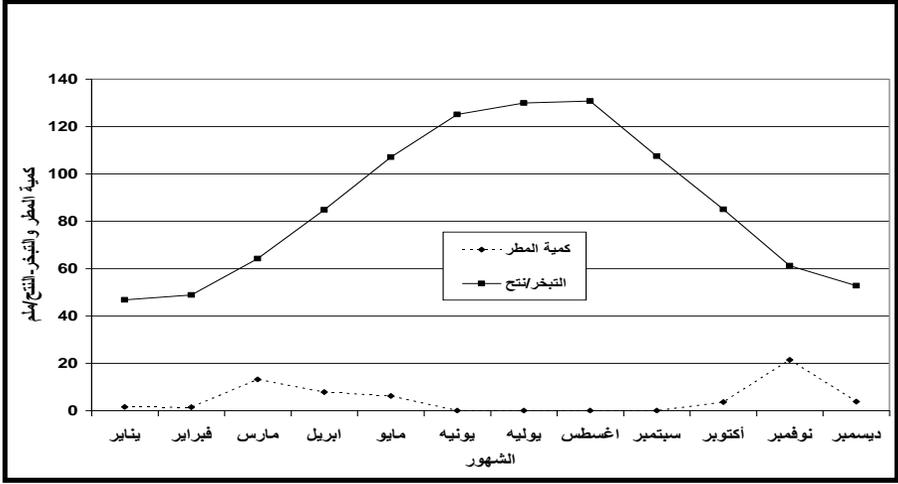
شكل (14ج) : العجز المائي المناخي في محطة أبورديس.



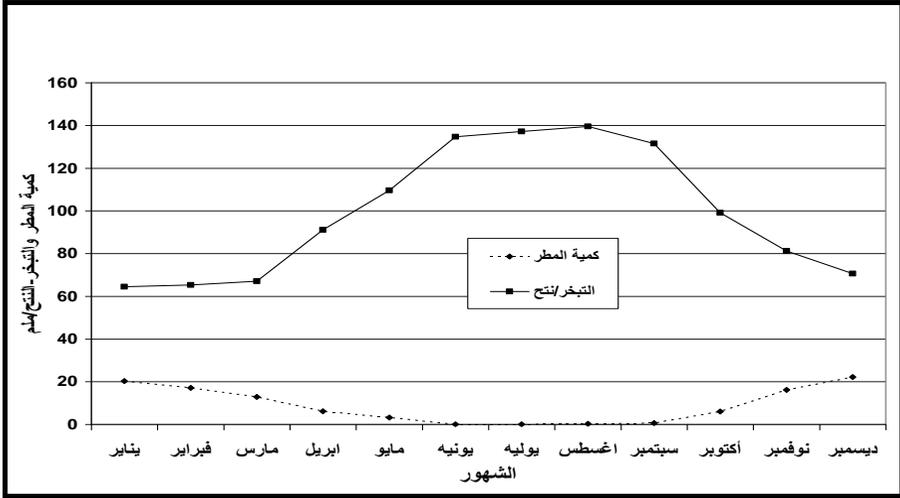
شكل (14د) : العجز المائي المناخي في محطة الطور.



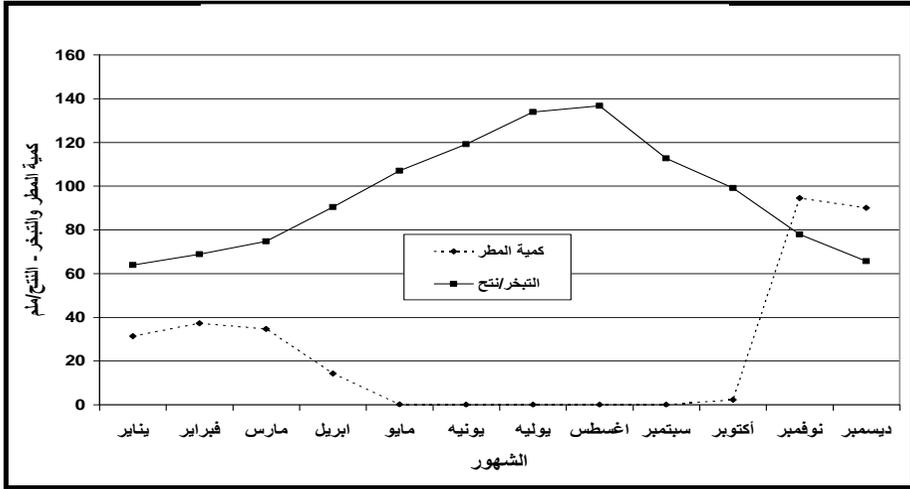
شكل (14ع) : العجز المائي المناخي في محطة شرم الشيخ.



شكل (14غ) : العجز المائي المناخي في محطة سانت كاترين.



شكل (14س) : العجز المائي المناخي في محطة العريش.



شكل (14ص) : العجز المائي المناخي في محطة رفح.

ومجمل القول، قد أعطت النتائج في التطبيق العملي لمعادلات بليني- كريدل وثورنثويت أنها متشابهة في إعطائها العجز المائي المناخي، ويعزى ذلك الى اختلاف الظروف البيئية السائدة في منطقة الدراسة، ويقدر ثورنثويت أن مجموع التبخر الذي يحدث بين السادسة صباحا والسادسة مساء يتراوح بين 75-90% من مجموع التبخر اليومي كله. ويؤكد نعمان شحاذه (1983، ص 44) أن التبخر يقل بارتفاع منسوب الماء الجوفى، ويرتفع في حالة إذا كان منسوب مياه الجوفى منخفض أقل من 25 سم (Raghunath, 1991, p. 82)، ويظهر ذلك في المناطق المنخفضة في شمال منطقة الدراسة بصفة خاصة، مع جفاف السطح وارتفاع الماء الجوفى عن طريق الخاصية الشعرية.

وعليه فهذا الأمر يتطلب استخدام مفهومين في الدراسة تتمثلان في المفهوم المتغير ويتمثل في الامتصاص السطحي وهو غير مخزون، والمفهوم الوقائي في الممارسة الحالية والمستقبلية والتي تستخدم أسلوب التخزين وهو ماأشار إليه (صلاح معروف، 2007، ص 87) في دراسته لمنطقة عيون موسى بشبه جزيرة سيناء، وبالتالي يترتب عليه تطور المياه الجوفية.

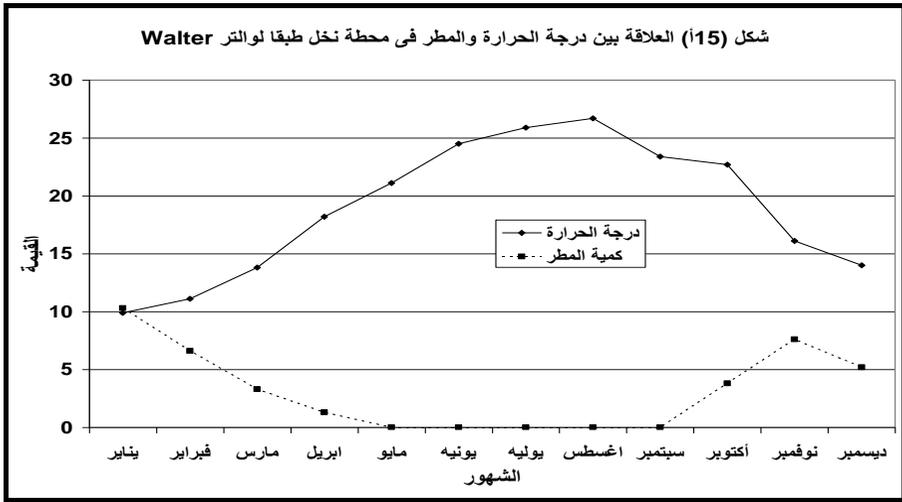
ويبدو أن قلة سقوط الأمطار وانعدامها في معظم الأشهر قد انعكست على أنحاء المنطقة في سيادة المناخ الجاف، وتشير النتائج أيضا إلى عجز واضح وكبير في الموازنة المائية المناخية، لاسيما في الأشهر الحارة التي ينعدم سقوط الأمطار فيها، فنجد أن نسبة العجز المائي المناخى تصل أعلاها في أشهر يونيو ويوليو وأغسطس، بينما أشهر ديسمبر ويناير وفبراير تعطى أقل نسبة في العجز المائي المناخى.

تحليل العلاقة بين درجة الحرارة والمطر :

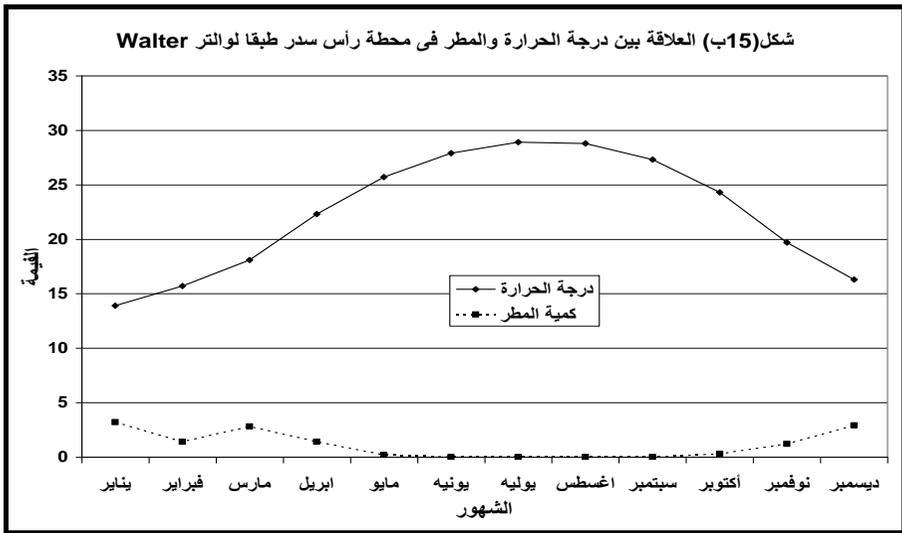
وطبقا لطريقة العالم الألماني والتر Walter الذى يوضح الرسم البيانى للمناخ، ويتضمن علاقة واضحة ما بين متوسط درجات الحرارة وكمية المطر في الشهور المختلفة. إذ يمكن التعرف على درجة الجفاف من الرسم البيانى للمناخ بمدى المساحة الواقعة بين خطى المطر والحرارة على الشكل البيانى، وهناك عدة احتمالات لذلك:

1. إذا تقاطع خطا المطر والحرارة عندئذ تكون المدة الواقعة في هذا التقاطع ممثلة بالرطوبة ونقص الجفاف، وكلما زادت المساحة التى تقع بين الخطين المتقاطعين وكان خط المطر الأعلى دل على قدر كبير من الرطوبة.
2. إذا كان الخطين غير متقاطعين وخط المطر هو الأسفل وزادت المسافة بينهما فأنها تدل على شدة الجفاف.

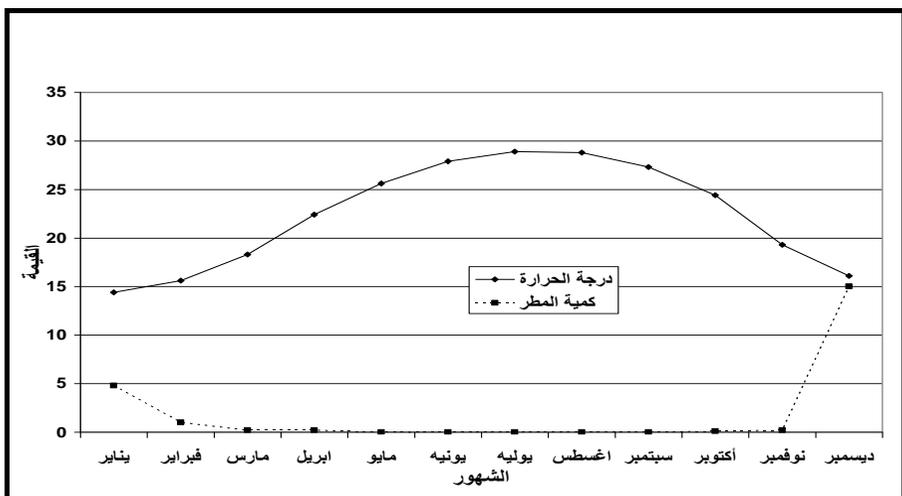
ويتبين من تحليل الشكل البيانى ووفقا لطريقة والتر فإن منطقة الدراسة تقع ضمن المناطق شديدة الجفاف، إذ يقع خط المطر إلى أسفل خط الحرارة ولا يتقاطع معه في جميع محطات منطقة الدراسة باستثناء بعض الشهور القليلة.



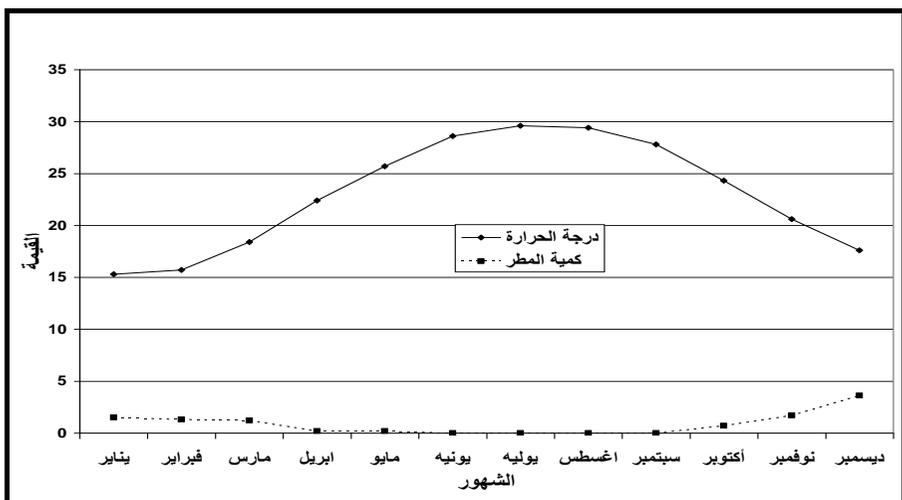
شكل (15أ) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة نخل طبقا لوالتر Walter.



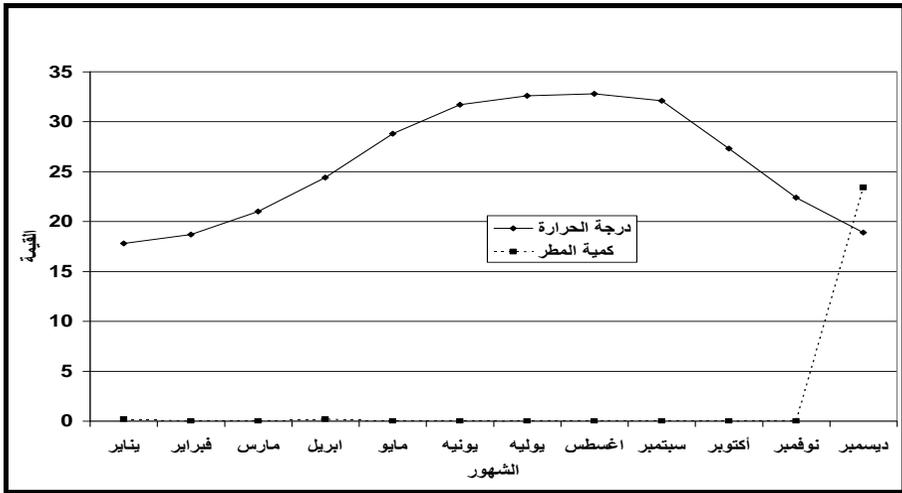
شكل (15ب) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة رأس سدر طبقا لوالتر Walter.



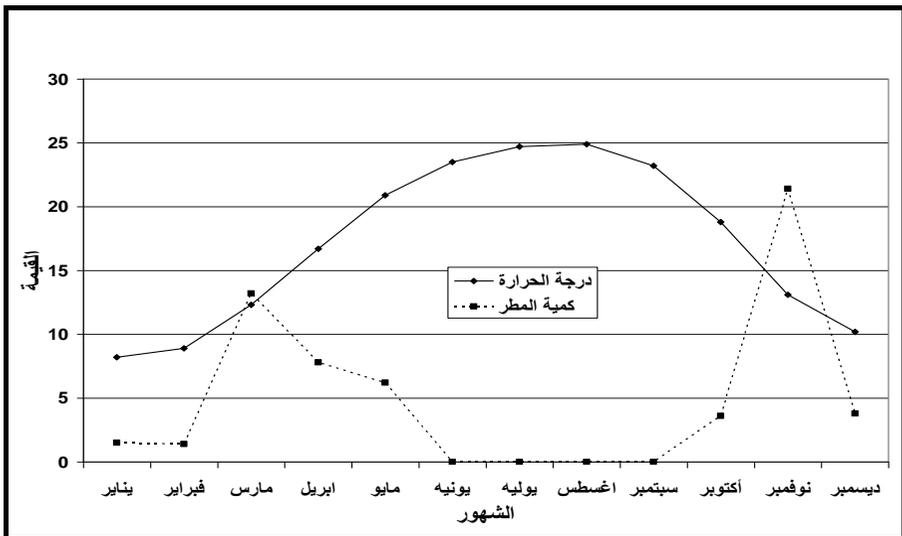
شكل (15ج) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة أبوردس طبقا لوالتر .Walter



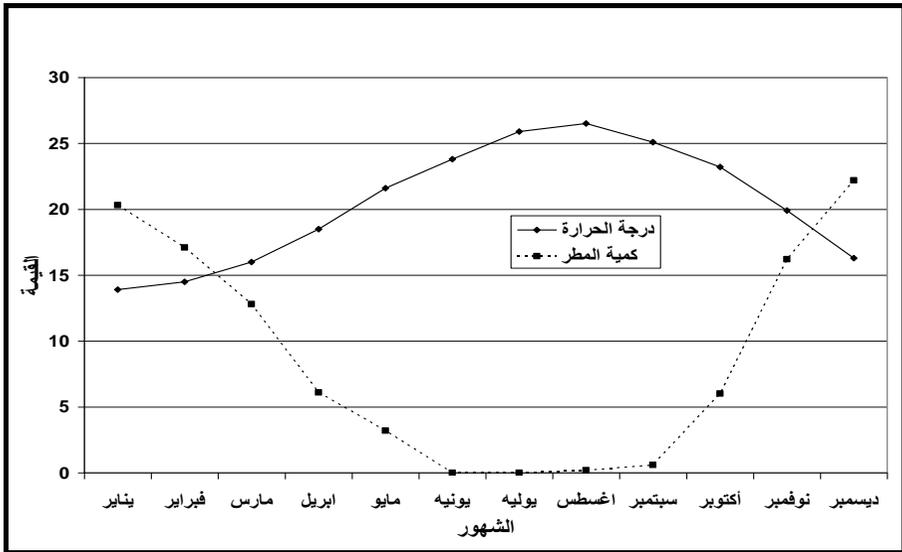
شكل (15د) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة الطور طبقا لوالتر .Walter



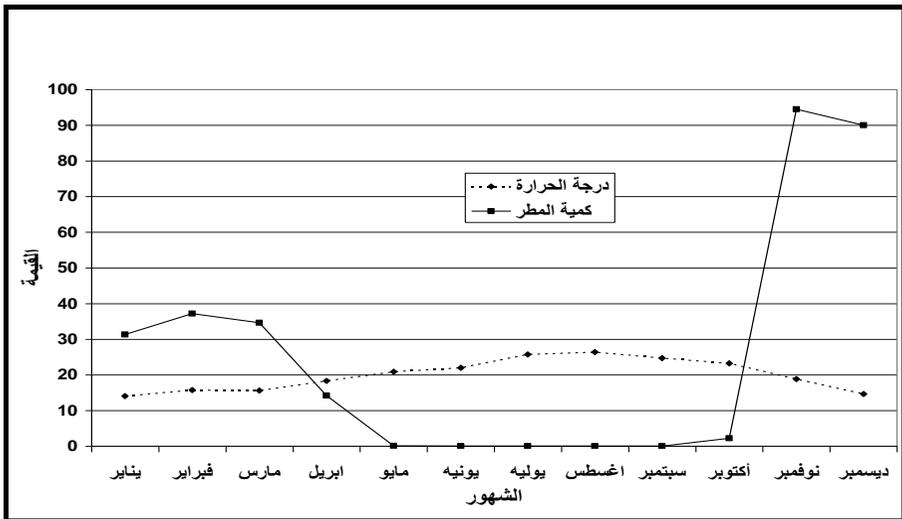
شكل (15ع) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة شرم الشيخ طبقا لوالتر .Walter



شكل (15غ) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة سانت كاترين طبقا لوالتر .Walter



شكل (15س) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر فى محطة العريش طبقا لوالتر .Walter



شكل (15ص) : العلاقة بين درجة الحرارة والمطر فى محطة رفح طبقا لوالتر .Walter

ويلاحظ من الأشكال (15 أ، ب، ج، د، ع، غ، س، ص) أن خطأ المطر والحرارة يتقاطعان في شهر ديسمبر بمحطة نخل وفي شهرى مارس ونوفمبر بمحطة سانت كاترين وديسمبر ويناير وفبراير بمحطة العريش ومن أكتوبر حتى شهر أبريل في محطة رفح، وعليه تكون هذه المدة الواقعة في هذا التقاطع ممثلة بالرطوبة ونقص الجفاف. بينما خطأ المطر والحرارة غير متقاطعين في جميع الشهور الباقية بالمحطات المناخية، وعليه فإنها تدل على شدة وسيادة الجفاف بمنطقة الدراسة.

1) العجز المائى والتبخر النتح :

ولقد أوضح ثورنثويت استخدام كل من الفائض والعجز المائى بجانب التبخر/النتح الكامن للتعبير على درجة الرطوبة أو الجفاف وذلك في شكل المعادلات التالية (ملحق 5):

جدول (26) : نتائج تطبيق معادلات العجز والفائض المائى.

النوع المناخى	القيمة	المحطة
عجز مائى كبير	97.2	نخل
عجز مائى كبير	98.9	رأس سدر
عجز مائى كبير	98.4	ابورديس
عجز مائى كبير	99.2	الطور
عجز مائى كبير	98.3	شرم السيخ
عجز مائى كبير	94.5	سانت كاترين
عجز مائى كبير	91.4	العريش
عجز مائى كبير	70.6	رفح

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الموازنة المائية (20)، ب، ج، د، ع، غ، س، ص) في محطات منطقة الدراسة.

ويلاحظ من تحليل جدول (26) أن معادلات العجز والفائض المائى أوضحت أن هناك عجزا مائيا في فصل الشتاء والصيف بمحطات منطقة الدراسة، وبالتالي

أعطت هذه النتائج مؤشرا خطيرا على العجز المائي المناخى الكبير وفق الرموز المعطاة من قبل ثورنثويت، وقدر ثورنثويت أن الزيادة من المياه بمقدار 6 ملم فى أحد الفصول يمكنها أن تعوض عجزا مقداره 100ملم فى فصل آخر، وهذا الأمر يصعب تحقيقه فى منطقة الدراسة.

(2) العلاقة بين فاعلية الحرارة والتبخر النتح الكامن :

يعد ثورنثويت أن التبخر/ النتح الكامن مقياس لفاعلية الحرارة (على موسى، 1989، ص114)، وبتطبيق السلم التصنيفى على منطقة الدراسة اتضح أن النوع المناخى السائد فى جميع محطات المنطقة حار (A). ومن جهة أخرى يؤكد ثورنثويت على قياس العلاقة ما بين التبخر النتح الكامن فى الصيف والتبخر/ النتح الكامن السنوى عن طريق المعادلة التالية ملحق(6):

جدول (27) : نتائج العلاقة بين التبخر/النتح الكامن الصيفى والسنوى عند ثورنثويت.

المعامل	نخل	رأس سدر	ابورديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
القيمة	33.9	33.9	33.5	34.3	31.0	36.9	36.6	33.8
النوع	حار	حار	حار	حار	حار	حار	حار	حار

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

وبتطبيق معادلة ثورنثويت اتضح من جدول (27) أن معامل التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة فى جميع محطات منطقة الدراسة (حار)، وعليه فدرجة الحرارة فى الصيف تلعب دورا هاما فى عملية التبخر/النتح الكامن، نظرا لإعطائها ثورنثويت وزنا كبيرا فى الأقاليم الجافة، وهذا المعامل يناسب منطقة الدراسة، نظرا لسقوط بعض الأمطار فى فصل الشتاء وانعدام المطر فى فصل الصيف، وهذا يؤدى الى زيادة فى العجز المائي المناخى، وزيادة الجفاف، ويعزى ذلك لخلوها من الغطاء النباتى

وطبيعة ونوع التربة السائد والتي تحدد المخزون الجوفى داخل التربة. وهذا المعامل يعطينا قيما واضحة فى تحديد العجز المائى المناخى، وبالتالي سوف تساعدنا فى عملية التخطيط الاقتصادى، وخاصة الزراعى والسياحى. ولقد وضع ثورنثويت معادلة لقياس العلاقة بين التوازن المائى والتبخر/النتح الكامن حيث تتمثل فى المعادلة التالية (ملحق 7):

جدول (28) : نتائج قياس العلاقة ما بين العجز المائى والتبخر/النتح الكامن عند ثورنثويت.

المعامل	نخل	رأس سدر	ابو رديس	الطور	شرم الشيخ	سانت كاترين	العريش	رفح
القيمة	95.8-	98.9-	98.4-	99.2-	98.3	94.5-	91.4-	70.6-
النوع	حار	حار	حار	حار	حار	حار	حار	حار

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، 1980-2010.

وبتطبيق معادلة ثورنثويت جدول (28) لقياس العلاقة ما بين العجز المائى والتبخر/النتح الكامن حيث اتضح من خلال النتائج أن جميع القيم سلبية أقل من -67، وعليه فالمنطقة جافة حيث تعاني من عجز فى المياه، الأمر الذى يترتب عليه أنه يجب إعدادا برنامجا فى معالجة التربة يتم من خلال تطوير أساليب الزراعة وتوسيع وتكثيف الغطاء النباتى لمقاومة الجفاف السائد فى المنطقة من أجل الاستغلال البشرى الجيد.

ومجمل القول أن التصنيفات السابقة الخاصة بفاعليات الحرارة أو المطر أو الرياح والعجز المائى التى درسها الباحث اعتمدت فى معظمها على العناصر المناخية المختلفة، وخاصة تصنيفات ثورنثويت، نظرا لأن معظمها مناسبة لطبيعة منطقة الدراسة.

التحليل الإحصائى للضوابط المناخية :

جدول (29) : الأساليب الإحصائية للضوابط المناخية في محطات منطقة الدراسة.

اسم العنصر	اسم المحطة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل (ت)	درجة الأهمية
الحرارة	نخل	18.95	5.88	11.16	0.000
	رأس سدر	22.40	5.49	14.13	0.000
	ابورديس	22.41	5.48	14.22	0.000
	الطور	22.95	5.36	14.81	0.000
	شرم الشيخ	25.71	5.87	15.16	0.000
	سانت كاترين	17.12	6.38	9.29	0.000
	العريش	20.43	4.54	15.57	0.000
	رفح	20.21	4.45	15.56	0.000
المطر	نخل	5.44	3.00	4.79	0.003
	رأس سدر	1.67	1.12	4.06	0.005
	ابورديس	3.07	5.52	1.47	0.192
	الطور	1.30	1.08	3.38	0.012
	شرم الشيخ	7.93	13.39	1.03	0.413
	سانت كاترين	7.37	6.66	3.04	0.019
	العريش	10.47	8.24	4.02	0.003
	رفح	38.01	36.32	2.96	0.021
الرطوبة النسبية	نخل	35.08	3.80	31.97	0.000
	رأس سدر	53.83	1.34	139.47	0.000
	ابورديس	53.92	2.94	6.36	0.000
	الطور	54.83	3.16	6.16	0.000
	شرم الشيخ	44.00	4.41	34.56	0.000
	سانت كاترين	34.00	1.95	6.28	0.000
	العريش	59.58	1.44	143.00	0.000
	رفح	64.17	3.27	67.96	0.000
التبخّر/ النتح	نخل	98.76	33.29	10.27	0.000
	رأس سدر	104.04	32.42	11.12	0.000
	ابورديس	105.25	30.74	11.86	0.000
	الطور	107.94	32.05	11.67	0.000
	شرم الشيخ	115.97	34.19	11.75	0.000
	سانت كاترين	86.97	32.28	9.33	0.000
	العريش	99.27	30.26	11.37	0.000
	رفح	95.80	26.19	12.67	0.000

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ادارة المناخ، 1980-2010.

ويتضح من تحليل جدول (29) باستخدام برنامج SPSS أن دراسة الأساليب

الإحصائية، توضح اختلافا - ذا أهمية - فى أن الانحراف المعياري فى محطات منطقة الدراسة يزيد مع زيادة المتوسط الحسابي فى محطات منطقة الدراسة، وتختلف هذه القيم حسب اختلاف المحطات. ولقد أظهرت النتائج أن قيم درجات الحرارة تتباين ما بين 17.12-22.95°م وهى معتدلة الى عالية، أما عنصر المطر فتتراوح ما بين 1.30-38.01 ملم وهى نادرة وقليلة فى جميع محطات المنطقة ماعدا محطة رفح فهى الى حد ما معتدلة. أما قيم الرطوبة فتتراوح ما بين 34-64.17% وهى منخفضة الى متوسطة، بينما قيم التبخر/ النتح الكامن تتراوح ما بين 86.97-115.97ملم وهى ما بين عالية وعالية جدا. وعليه فقد أظهر الاختبار الإحصائي اختلافا ذا أهمية كبيرة بين المحطات كما واضح جليا فى جدول (29).

ويتضح من تحليل جدول (29) باستخدام برنامج SPSS أن دراسة الأساليب الإحصائية، توضح اختلافا - ذا أهمية - فى أن معامل الاختلاف يختلف فى قيمه لدرجات الحرارة ما بين 19.81-40.67% ومعامل الاختلاف لسقوط الأمطار الشهرية ما بين 1.18% إلى 1319.69% وهى تتراوح ما بين منخفضة وعالية جدا، بينما يتراوح فى عنصر الرطوبة ما بين 1.79-19.45%، أما معامل الاختلاف فى عنصر التبخر/ النتح الكامن فيظهر اختلاف كبيرا أيضا حيث تتباين ما بين 685.97-1196.41%.

وعليه تشير النتائج - بشكل واضح - فى أن قيمة الاختلافات الإحصائية المختلفة ترجع إلى التباين فى العوامل البيئية المؤثرة على العناصر المناخية أكثر تغيرا وغير متناسقة، وبالتالي تساعد على ارتفاع العجز المائى المناخى.

جدول (٣٠) : المقارنة بين الضوابط المناخية في محطات منطقة الدراسة وفقا لمعامل الاختلاف والمدى.

المحطة	معامل الاختلاف					المدى						
	الحرارة	المطر	الرطوبة	التبخير	الحرارة	المطر	الرطوبة	التبخير	الحرارة	المطر	الرطوبة	التبخير
نخل	٣٤,٠٦	٩,١	١٤,٤٥	١١٠٨,٧٥	١٦,٨٠	٩,٠٠	١١,٠٠	٩٠,٨٠	١٦,٨٠	٩,٠٠	١١,٠٠	٩٠,٨٠
رأس سدر	٣٠,١٩	١,٣٦	١,٧٩	١٠٥٢,٠٤	١٦,٠٠	٣,٠٠	٤,٠٠	٩٧,٣٠	١٦,٠٠	٣,٠٠	٤,٠٠	٩٧,٣٠
أبو رديس	٢٩,٨٢	٣٠,٥٢	٨,٦٣	٩٥٤,٢٨	١٤,٥٠	١٤,٩٠	٩,٠٠	٨١,٤٠	١٤,٥٠	١٤,٩٠	٩,٠٠	٨١,٤٠
الطور	٢٨,٨١	١,١٨	٩,٩٧	١٠٢٧,٠٨	١٤,٣٠	٣,٤٠	٩,٠٠	٨١,٩٠	١٤,٣٠	٣,٤٠	٩,٠٠	٨١,٩٠
شرم الشيخ	٣٤,٤٩	١٧٩,٤١	١٩,٤٥	١١٩٦,٤١	١٥,٠٠	٢٣,٢٠	١٢,٠٠	٨٧,٥٠	١٥,٠٠	٢٣,٢٠	١٢,٠٠	٨٧,٥٠
سانت كاترين	٤٠,٦٧	٤٧,٠٦	٣,٨٢	١٠٤٢,١٨	١٦,٧٠	٢٠,٠٠	٦,٠٠	٨٣,٩٠	١٦,٧٠	٢٠,٠٠	٦,٠٠	٨٣,٩٠
العريش	٢٠,٦٨	٦٧,٩١	٢,٠٨	٩١٥,٤٤	١٢,٦٠	٢٢,٠٠	٤,٠٠	٧٥,٠٠	١٢,٦٠	٢٢,٠٠	٤,٠٠	٧٥,٠٠
رفح	١٩,٨١	١٣١٩,٦٩	١٠,٥٩	٦٨٥,٩٧	١٢,٤٠	٦٤,٠٠	١٠,٠٠	٧٢,٩٠	١٢,٤٠	٦٤,٠٠	١٠,٠٠	٧٢,٩٠

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، ١٩٨٠-٢٠١٠.

ويلاحظ من تحليل جدول (30) أيضا تناقص درجة الحرارة وكمية الأمطار والرطوبة حسب الموقع؛ سواء من اتجاه الشمال إلى الجنوب أو من اتجاه الشرق إلى الغرب. فكمية الأمطار التي تسقط على محطة رفح تزيد عن الأمطار التي تسقط على محطة الطور مثلا، ويفارق يصل إلى ست وعشرون ضعف وتصل الى 20 مرة في محطة سانت كاترين. كما أن الأمطار التي تسقط على محطة رأس سدر تقل عن تلك التي تسقط على محطة نخل شرقا ومحطة الطور جنوبا بحوالي 24.8 ملم و 27.8 ملم سنويا على التوالي. والأمر الذي تمت ملاحظته أن الفترات التي تزيد فيها كميات الأمطار عن المتوسط السنوي تنطبق على جميع محطات منطقة الدراسة. وهذا يقودنا إلى تفسير أن الظروف المناخية المؤدية إلى سقوط الأمطار تعد نقطة جيدة في إبراز الاختلاف المكاني لتواجد النشاط البشرى بمنطقة الدراسة.

ولإظهار العلاقة بين كل من درجة الحرارة العظمى والمتوسط الحسابي والعجز المائي، تم استخدام معامل ارتباط بيرسون وتم الحصول على ذلك طريق برنامج Spss واتضح أن العلاقة الارتباطية طردية وقوية حيث بلغ معامل الارتباط بينهما أكثر من 0.98، 0.99 على التوالي بدرجة ثقة 0.99

وتعتمد درجة التحليل المكاني للضوابط المناخية على الأساليب الإحصائية السابقة ولكون البحث يهتم بالموقع والأبعاد المكانية وعامل الارتفاع بين أنحاء المحطات المناخية بمنطقة الدراسة فان البحث عن روح المكان مسألة مهمة (جمال حمدان، 1993، ص 16)، حيث أوضحت الدراسة تميزا في الضوابط المناخية لمنطقة الدراسة وأعطت نتائج غير جيدة.

النتائج والمناقشة :

يهتم هذا البحث بدراسة أثر الضوابط المناخية على الجفاف والعجز المائي المناخى من منظور جغرافى، حيث ركز على تحليل وتفسير الاختلاف المكاني لها والكشف عن أسبابها وأثرها على سيادة الجفاف والعجز المائي المناخى، والكشف عن طرق معالجتها. وعلى الرغم من أن منطقة الدراسة تعد منطقة جذب منذ عدة سنوات،

إلا أن المتغيرات المكانية لعبت دورا هاما فى التوجيه والتشكيل البشرى، الا انها تحولت فى الآونة الأخيرة إلى جذب سياحى شامل ومتنوع حيث تحققت طفرة ضخمة فى مرافق البنية الأساسية، سمحت لرأس المال المصرى والأجنبى بالتوظيف فى عملية تنمية سياحية سريعة الإيقاع خاصة على سواحل منطقة الدراسة. وتناولت هذه الدراسة الضوابط المناخية وأثرها على الجفاف والعجز المائى، وقد خلصت الدراسة الى النتائج التالية:

- ☒ تشكل منطقة الدراسة إقليميا متميزا فى الطبيعة المناخية المكانية الجيدة التى يجب استثمارها بشكل جيد، بالرغم من سيادة الجفاف والعجز المائى.
- ☒ ارتفاع معدلات التبخر/النتح الكامن، نتيجة لارتفاع درجات الحرارة ومعدلات الإشعاع الشمسى، بالإضافة الى قلة معدلات الأمطار والرطوبة النسبية.
- ☒ تتأثر معدلات التبخر/النتح الكامن بالضوابط المناخية الأخرى طبقا لمعادلات بلىنى- كريدل وثورنثويت.
- ☒ اختلاف نتائج معادلات بلىنى- كريدل وثورنثويت يبدأ التبخر/النتح من شهر مايو ويستمر حتى شهر ديسمبر، فضلا عن قلة كميات التساقط بصفة عامة وانعدامها فى معظم شهور السنة، مما يؤكد أن الحاجة الى المياه تستمر طوال العام تقريبا.

ومجمل القول لم يؤثر سيادة كل من الجفاف والعجز المائى المناخى فى منطقة الدراسة كعائقا فى الحركة البشرية، بل ظهر ارتفاعا واضحا فى نشاط الحركة السياحية فى المنطقة، وعجزا فى الخريطة الزراعية. وعلى الرغم من انتشار المجتمعات العمرانية إلا أنها تعتمد فى المقام الأول على النشاط السياحى، وبالتالي يجب أن يوضع برنامجا زمنيا جيدا وفق نتائج الدراسة من قبل الحكومة المصرية مع تشجيع القطاع الخاص للقيام بعملية الاستغلال البشرى الجيد من أجل أن تكون سدا منيعا فى حماية سيناء نظرا لانتشار الكيان الصهيونى على الحدود الشرقية.

الخاتمة :

إن حل المشكلات المائية أمرا حيويا فى منطقة الدراسة لمواجهة كل متطلبات نموها وتطورها عن طريق الاستفادة من الخصائص المناخية المختلفة بشكل أفضل عن طريق تنظيم استخدام كميات مياه الأمطار الساقطة وتخزينها بشتى الوسائل من أجل المحافظة عليها واستغلالها بشكل جيد، وهذا الأمر يجب أن يكون له الأولوية فى برامج حل المشكلات المائية، ويعزى ذلك لأنه يعد موردا متجددا على الرغم من قلته وعدم انتظامه، وبناء على ماسبق سوف يسهم فى الحد من مشكلات العجز المائى بالمنطقة.

وعلى أية حال، تنعكس الحقائق المناخية للمنطقة نتيجة سلبية وواضحة تتعلق بسيادة وظهور الجفاف والعجز فى الموازنة المائية المناخية، وما يتعلق بهما من آثار سيئة أيضا على الواقع البيئى للمنطقة حيث تعد مشكلة ارتفاع كميات التبخر/ النتح الكامن من أهم وأخطر المشكلات المناخية التى تعاني منها المنطقة، فرغم اختلافات الضوابط المناخية فى منطقة الدراسة إلا أنها يمكن توظيفها بشكل جيد رغم قلة كمياتها وتذبذبها فإنه يمكن الاستفادة منها بشكل أفضل والاعتماد عليها فى عدد من الأنشطة البشرية خلال الأشهر المطيرة.

ومن ثم فالبيانات المناخية المسجلة ترشدنا فى أنحاء المنطقة والمتعلقة بالضوابط المناخية أنها تقع ضمن الإقليم الجاف، ومما ساعد على رفع درجة حرارتها هى تعرضها إلى مرور الكتل الهوائية المدارية الحارة الجافة فى فصل الصيف، أما فصل الشتاء فيتميز بقلة الأمطار فى الوقت الذى تتباين فيه معدلات الرطوبة النسبية ما بين فصلى الصيف والشتاء. وعلى الرغم من اختلاف المدى الحرارى الشهري فى محطات المنطقة إلا أنه يتراوح ما بين (10.7-16.2°م)، ويعنى ذلك خضوع المنطقة للمؤثرات الصحراوية فالمدى الحرارى المتسع يعنى أن المنطقة تقع ضمن المناخ الجاف. ويغلب عليها طابع التطرف المناخى تقريبا طبقا للعناصر المناخية، ولاسيما المتعلقة بالخصائص الحرارية والمطرية والتبخر، بالإضافة الى التباين الشهرى والفصلى وبوضوح تام.

ويتوقع الباحث أنه فى حالة زيادة فى كميات التبخر/ النتح الكامن ومعدلات الجفاف، وما يترتب عليه فى العجز المائى المناخى فى أنحاء المنطقة فإن ذلك قد يسبب تحديات بيئية خطيرة جدا، تتعلق بالجوانب الطبيعية والبشرية وخاصة الزراعية منها. ويمكن عمليا الاستعانة بالمقترحات الممكنة والتي سوف تسهم فى تغيير ما تم التوصل إليه من نتائج ايجابية، ذلك عن طريق وضع خطة إستراتيجية مدروسة ومتواصلة من قبل الجهات المعنية بالمشكلة، تتضافر فيها كافة الجهود العلمية والعملية، وبالاستعانة بالتقنيات والخبرات المتاحة من الوصول إلى الغاية النهائية وهى تقليل خاصية الجفاف والعجز المائى المناخى، ومايعكسه ذلك على الوضع الاقتصادى بشكل خاص والبيئة بشكل عام داخل منطقة الدراسة.

التوصيات :

وفى ضوء أهم النتائج المستقصاه من البحث، يمكن اقتراح بعض التوصيات، التى ستساهم فى تقليل خاصية الجفاف والعجز المائى المناخى فى منطقة الدراسة، ونوجز هذه التوصيات فيما يلى:

❖ العمل على زيادة كمية المياه عن طريق تحلية المياه والتي تعد من التقنيات الحديثة أو توصيل المياه من نهر النيل من خلال انشاء شبكة الرى بشكل جيد، والتي يمكن عن طريقها تقليل الجفاف وإيجاد التوازن المائى، وتكمن هذه التقنية فى ثلاثة جوانب رئيسة تتمثل فى توفير المال وتوافر الأنشطة الاقتصادية ووسائل الرى الحديثة.

❖ استغلال إمكانيات الموقع الجغرافى الجيد لمنطقة الدراسة، بالإضافة الى دورها الاستراتيجى مع ربطها بالأقاليم الأخرى المجاورة، وبالتالي سوف تساعد فى زيادة فاعلية التنمية الاقتصادية عن طريق وضع خطة طويلة الأجل تقسم فيها منطقة الدراسة الى وحدات أرضية مختلفة طبقا للنظام الجيومورفولوجى حسب أولوية خطة الدولة.

❖ توسيع وتكثيف الغطاء النباتى عن طريق زراعة أصناف من النباتات قليلة النتح تعمل على تقليل العجز المائى، وبالتالي سوف تساعد على تقليل شدة الإشعاع الشمسى ودرجة الحرارة والمدى الحرارى. ويتوقف ذلك على ارتفاع النباتات وشكلها العام وكثافة أوراقها، كما تقوم الأشجار بعكس الأشعة الشمسية وامتصاص ما يقرب بين 75-80% منها (على موسى، 1998، ص 43)، ولاسيما عندما تكون الأشجار كثيفة بين 5-10°م مقارنة مع أرض جرداء ضمن نفس المنطقة (على موسى، 1998، ص 65). وعليه فالزيادة فى توسيع الغطاء النباتى سوف تساعد على تحسين التربة وحفظ رطوبتها، وتقلص العجز المائى المناخى فى المنطقة بشكل كبير.

❖ تشكل التربة الرملية مساحات واسعة فى سطح منطقة الدراسة، وهى عموما تتصف بقلّة قدرتها على الاحتفاظ بالماء لمدة طويلة، إذ يتراوح سرعة حركة الماء فى هذه الترب بين (1.4-12.3 سم/ساعة)، وبذلك فان سرعة حركة الماء فيها سريعة جدا (Amasha, 2000, p. 298). كما أن هذه التربة تتسم بكونها قليلة العضوية وتتراوح ما بين صفر-1.3% وعليه يكون تفاعل التربة فيها قاعديا والتفاعلات البيولوجية والكيميائية فيها قليلة (Aguado and Burt, 2010, p. 586)، لذا كان من الضرورى تحسين خصائص تلك التربة لتقليل العجز المائى.

❖ تعد عملية استصلاح الأراضي من أهم وأبرز العمليات التى تتداخل فيها الحقائق العلمية والفنية مع الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية وبدون هذا التداخل والربط بين مختلف الجوانب فى استصلاح الأراضي، فان هذه العملية تفقد فاعليتها التنموية، ويؤدى ذلك بدون أدنى شك إلى التأثير السلبى لأهدافها الفنية (المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، 1984، ص 181). وعليه تعد استصلاح الأراضي احدى الوسائل الهامة فى التقليل من الجفاف والعجز المائى المناخى الذى تعاني منها المنطقة، ويمكن تحديد تلك الإجراءات بالأتى:

1. تحسين الخصائص الطبيعية والكيميائية للتربة الرملية خاصة فى الشمال، وتؤكد التجارب الى أنها تساعد على التقليل فى عملية العجز المائى المناخى.
2. صيانة وحماية المحتوى المائى الموجود فى التربة وتوجد العديد من التقنيات التى يمكن استعمالها فى هذا المجال، مثل التغطية البلاستيكية لتقليل الفاقد من التبخر.
3. زراعة واستصلاح التربة وهذا يعنى أنها تضعف من تأثير قوى التعرية عليها ويحفظ درجة حرارتها ويقلل من تبخر مائها (إبراهيم شريف وعلى الشلش، 1984، ص 264).
4. يمكن استعمال تقنية خزن أو حفظ الماء بواسطة خزانات جوفية للمياه بدل من تعرض المياه السطحية لمشكلة التبخر/النتح، لاسيما بالنسبة لمياه الأمطار الساقطة. ولهذه التقنية أهمية كبيرة فى توفر كمية مياه إضافية عن طريق معالجة نقص المياه السطحية والجوفية، والتي تعد وسيلة من وسائل التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية، ويتكون نظام حصاد المياه عن طريق إنشاء منطقة التخزين (نهاد الكنانى، 2005، ص 230) إما طبيعياً أو اصطناعياً (Farouk, 2000, p. 181)، ويمكن أن يتم ذلك عن طريق:
 - ⊗ بناء السدود داخل جميع المجارى أو الوديان الموسمية واستعمالها كحواجز لحجز المياه داخل المنطقة.
 - ⊗ استخدام طريقة الخزانات الأرضية التى تحفر فى الأراضى القليلة النفاذية نسبياً بأعماق تصل إلى 10 م وتصل مساحتها إلى 50 م²، وبحسب ظروف المنطقة والتربة والحاجة إليها، ويجب أن يتم إنشاءها فى الأراضى المستوية أو القليلة الانحدار.
 - ⊗ تجميع المياه عن طريق تغطية وتبطين التربة بإنشاء أرصفة لا ينفذ منها الماء عن طريق استعمال الإسفلت، أو تبطين الأرض بطبقة من الخرسانة مثل مجارى مشروع ترعة السلام.

❖ زيادة الانفاق الحكومي على القطاعات الاقتصادية المختلفة مع العمل على ضرورة وضع برامج زمنية للاستفادة من الواقع البيئي للمنطقة. وهذا سوف يختلف باختلاف نوع البيانات نظرا لاستخدام الأرض الحالي والمحتوى الاقتصادي والاجتماعي (Ressitor, 1990, p. 7)، وعليه سوف تعطى هذه الدراسة مؤشرا قويا على علمية التنبؤ المستقبلي.

❖ ربط السياسات التعليمية بالخطط التنموية الشاملة بما في ذلك سياسات التعليم وإعادة هيكليّة المدخلات والمخرجات لنظم التعليم العالي بما يتوافق مع متطلبات واحتياجات الواقع مع حث الجامعات على ضرورة إعادة النظر في التخصصات التي تمنحها والمناهج التي تقوم بتدريسها بما يمكن من وضع مقررات للدراسة التفصيلية للصحارى.

ونجاح هذه المقترحات سوف تساعد على التقليل من الجفاف والعجز المائي المناخى، وبالتالي سوف يترتب عليه تعميم هذه الأساليب والتقنيات فى أقاليم أخرى لتشمل مساحات أكبر، وعليه سوف تزيد من المساحات المزروعة، ويكون العكس هو الصحيح، مما سيعمل على زيادة مظاهر التصحر والجفاف مع إهمال المنطقة، ولذا يجب العمل الجاد لهذه المقترحات فى أنحاء المنطقة لتقليل العجز المائي المناخى وعدم توسعه مستقبلا.

الملاحق

ملحق (1) : معامل فاعلية المطر لبيلى وثورنتويت.

المعادلة	المعادلة	تفسير الرموز
بيلى	م فاعلية المطر = ----- (1.025) ح	م = كمية المطر السنوية ح = درجة الحرارة السنوية
أكثر من 16.2 = رطب جدا رطب = 8.7-16.2 رطب 4.7-8.7 = شبه رطب أقل من 2.5 = شبه جاف أقل من 2.5 = جاف		
ثورنتويت	م فاعلية المطر = (-----) 9/10 ح + 12.2	م = كمية المطر الشهرية ح = متوسط درجة الحرارة الشهرية
أكثر من 128 = رطب جدا رطب = 64-128 رطب 32-64 = شبه رطب أقل من 16 = جاف شبه جاف = 16-32		

المصدر: على موسى، 1989، ص ص 74-93.

ملحق (2) : أنواع الجفاف عند ثورنتويت.

م	النوع	خصائصه	اسم المنطقة
1	الجفاف الدائم	لا يوجد فصل مطير	الجافة
2	الجفاف الفصلى	يوجد فصل مطير قصير	الجافة وشبه الجافة
3	الجفاف الطارئ	عدم انتظام سقوط الأمطار	الرطبة وشبه الرطبة
4	الجفاف غير المنظور	انخفاض الرطوبة سواء اليومية أو الشهرية	الجافة وشبه الجافة

المصدر: مثنى الوائلى، 2006، ص 215 نقلا عن Thernatiat, 1948.

ملحق (3) : أهم المعادلات التي اعتمد عليها الباحث.

اسم العالم	المعادلة	التفسير	العامل المعتمد عليها
لانج	ح/م	م = كمية المطر السنوية (مم) ح = متوسط درجة الحرارة السنوية (م°)	الحرارة والمطر
صفر -10 = شديد الحرارة 20-10 = حار 30-20 = متوسط الحرارة			
ديمارتون	م/ح+10	م = كمية المطر السنوية (مم) ح = متوسط درجة الحرارة السنوية (م°)	الحرارة والمطر
اقل من 5 = جاف 5-10 = شبه جاف 10-20 = شبه رطب 30-20 = رطب أكثر من 30 = رطب جدا			
امبيرجيه	م ----- 100 × (ح+1)(ح-1)	م = متوسط مايسقط من الأمطار سنويا ح = متوسط درجات الحرارة العظمى لأحر شهور السنة (م°) ح = متوسط درجات الحرارة الصغرى لأبرد شهور السنة (م°)	الحرارة والمطر
اكبر من 7 = حار 3-7 = دافئ 3- صغر = معتدل صفر - -3 = بارد اقل من -3 = بارد جدا			
جاكوبيه	م ----- 1000 ح+م ح	م = كمية المطر السنوية ح = متوسط الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة م = المدى الحرارى	الحرارة والمطر
اقل من 8 = جاف 8=20 = شبه جاف 50-20 = شبه رطب أكثر من 50 = رطب			

المصدر: على موسى، 1989.

ملحق (4) : معادلة التبخر/النتح الكامن لبلينى- كريدل وثورنثويت.

اسم العالم	المعادلة	التفسير
بلينى - كريدل	م ن (0.46×ح+8.13) وعليه تكتب المعادلة بهذه الصيغة (0.0311×ح+0.24)(8.13+0.46)	م = معامل تصحيح = (ح+0.24×0.0311) ن = % لمجموع ساعات النهار لأيام الشهر كلها من مجموع ساعات النهار للسنة الكاملة وتؤخذ من جداول خاصة. ح = معدل درجة حرارة الهواء الشهري/ م
ثورنثويث	10 ح 1.6(-----) ق	ح = معدل درجة الحرارة الشهري م° ق = قرينة سنوية وتتكون من مجموع اثنتى عشرة قرينة شهرية ويمكن حساب قرينة الحرارة الشهرية (ق) وفق المعادلة التالية ق = (ح/5)1.541 ح = المعدل الشهري لدرجة الحرارة

المصدر: نعمان شحاذه، 1983، ص 122؛ Shaw, 1992, p. 259;

ملحق (5) : معادلات العجز والفائض المائي عند ثورنثويت.

الرموز	المعادلة	المعامل
ف م = الفائض المائي ت ن = التبخر النتح الكامن	$\frac{100 \times \text{ف م}}{\text{ت ن}}$	قرينة الرطوبة
<p>صفر الى 10 = فائض مائي قليل او معدوم (d) 10-20 = فائض مائي متوسط في الشتاء (s) 10-20 = فائض مائي متوسط في الصيف (w) أكثر من 20 = فائض مائي كبير في الشتاء (s2) أكثر من 20 = فائض مائي كبير في الصيف (W2)</p>		
ع م = العجز المائي ت ن = التبخر النتح الكامن	$\frac{100 \times \text{ع م}}{\text{ت ن}}$	قرينة الجفاف
<p>صفر الى 16.7 = عجز مائي قليل او معدوم (d) 16.7-33.3 = عجز مائي متوسط في الصيف (s) 16.7-33.3 = عجز مائي متوسط في الشتاء (w) أكثر من 33.3 = عجز مائي كبير في الصيف (s2) أكثر من 33.3 = عجز مائي كبير في الشتاء (W2)</p>		

المصدر: على موسى، 1989، ص 114.

ملحق (6) : معادلة التركيز الصيفى لفاعلية الحرارة عند ثورنثويت
لقياس التبخر/النتح الكامن.

الرموز	المعادلة	المعامل
ت ص = التبخر النتح الكامن فى الصيف ت = التبخر النتح الكامن السنوى	ت ص ----- 100 × ت	التركز الصيفى لفاعلية الحرارة
3 معتدل = 56.3-51.9	4 معتدل = 51.9-48	أقل من = 48 = حار
بارد2 = 76.3-68	1 معتدل = 68-61.6	2 معتدل = 61.6-56.3
	أكثر من 88 = صقيع	بارد1 = 88-76.3

ملحق (7) : معامل قياس العلاقة ما بين العجز المائى
والتبخر/النتح الكامن عند ثورنثويت.

الرموز	المعادلة	المعامل
ف م = الفائض المائى ع م = العجز المائى ت = التبخر/النتح الكامن	ف م - ع م ----- 100 ت	معامل الرطوبة والجفاف
		100 فأكثر = رطب جدا
		20 - 100 = رطب
		20- صفر = شبه رطب (مائل للرطوبة)
		صفر الى -33 = شبه رطب (مائل للجفاف)
		-33 الى -67 = شبه جاف
		-67 الى -100 = جاف

المصدر: على موسى، 1989، ص 118.

المراجع

أولاً : المراجع باللغة العربية.

الاحصاءات والتقارير :

1. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم البيانات الإحصائية، غير منشورة، القاهرة، خلال الفترة من 1980-2010.
2. أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا (1992) : مشروع تطوير خطة الإستعداد لمجابهة ومنع وإدارة الكوارث، تقرير رقم 1، 2 عند دراسة مخاطر السيول وطرق مجابتهها، القاهرة .
3. جهاز بحوث تنمية وتعمير سيناء (1990) : تثبيت زراعة الكتبان الرملية فى شبه جزيرة سيناء، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، نوفمبر .
4. مركز المعلومات ودعم القرار (1995) : محافظة جنوب سيناء"السيول فى جنوب سيناء"، مايو .
5. مركز بحوث الصحراء (1983) : موارد الأراضى بسيناء، تقرير مقدم إلى ندوة الموارد الأرضية بسيناء، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة.
6. مركز المعلومات ودعم القرار (1995) : محافظة جنوب سيناء، هيئة تنشيط السياحة.
7. وزارة الأشغال العامة والموارد المائية (2001) : الموارد المائية فى سيناء، هيئة البحوث المائية، القاهرة.
8. وزارة التعمير والمجتمعات العمرانية الجديدة والاسكان والمرافق (1980) : موسوعة سيناء الجديدة، اللجنة العليا لتنمية وتعمير سيناء، الهيئة العامة للكتاب، القاهرة.
9. وزارة الدفاع (1985) : الندوة العسكرية الاستيراتيجية، تنمية وتعمير سيناء، هيئة البحوث العسكرية، القاهرة.

الخرائط والأطالس :

10. الخريطة الطبوغرافية لشبه جزيرة سيناء، مقياس رسم 1: 100000.

الدوريات والمقالات :

11. أحمد سالم صالح (1989) : الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقى من طريق نوبيع/ النفق الدولي، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 21، الجزء الأول، القاهرة، ص 143.
12. أحمد سالم صالح (1994) : السيول والتنمية في وادي فيران بسيناء "دراسة تطبيقية من منظور جيومورفولوجي" المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة، العدد 26.
13. السيد السيد الحسينى (1987) : موارد المياه فى شبه جزيرة سيناء، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 100، أبريل، الكويت.
14. إسماعيل محمود الرملى (1982) : الإمكانيات المائية بشبه جزيرة سيناء وخطط تنميتها الأساسية والإقليمية خلال الخمسون عاماً القادمة 1982-2023، قسم بحوث مصادر المياه، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، تقرير غير منشور.
15. جهاد محمد قربة (2000) : الخصائص المناخية لنماذج طقس الجفاف فى المملكة العربية السعودية، حوليات كلية الآداب، رسائل جغرافية، جامعة الكويت، عدد: 239، ص ص 1-46.
16. جودة التركمانى (1991) : جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادي الغائب بشبه جزيرة سيناء، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد الخامس، أبريل، ص ص 96-144.
17. جودة محروس (1994) : آثار السيول المدمرة علي الطرق بمحافظة جنوب سيناء ومدى إمكانية الاستفادة بمياهها، مشروع تطوير خطة الاستعداد لمجابهة ومنع وإدارة الكوارث في مصر، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، القاهرة.
18. حلیمی عبد القادر (1990) : التقييمات المائية فى الجزائر، مجلة البحوث والدراسات العربية، العدد السابع والثامن عشر، ص ص 227-250.
19. سمير سامى محمود (2000) : المخاطر البيئية في مصر من منظور جيومورفولوجي، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، مجلد (60)، العدد (4)، ص ص 441-529.

20. سعيد محمد ابو سعدة (1983) : هيدرولوجيا الأقاليم الجافة وشبه الجافة، ط1، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت- 1983، ص 54.
21. شحاته سيد أحمد طلبة (2002) : فاعلية الأمطار والاحتياجات المائية فى المدينة المنورة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 40، القاهرة، ص ص 129-173.
22. شحاته سيد أحمد طلبة (2004) : المقومات الطبيعية للسياحة بمنطقة ينبع بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد43، الجزء الثانى، القاهرة، ص ص 169-213.
23. صابر أمين دسوقى (2000) : الأخطار الطبيعية في شبه جزيرة سيناء، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.
24. صلاح معروف (2007) : الموارد المائية وتقييم التربة فى منطقة عيون موسى بسيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 43، ص ص 71-111.
25. صلاح معروف (2008) : الميزانية المائية ومستقبل حرفة الزراعة فى المنطقة الشرقية، سلطنة عمان بواسطة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية آداب المنصورة، العدد 43، ص ص 769-827.
26. صلاح معروف (2009) : العلاقة بين المناخ والسياحة فى سلطنة عمان، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 54، الجزء الثانى، القاهرة، ص ص 43-102.
27. صلاح معروف (2011) : الضوابط التضاريسية وأثارها على النشاط البشرى بمحافظة جنوب سيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 58، ص ص 163-217.
28. طارق زكريا سالم (2006) : الضوابط الطبوغرافية والمناخية لتوزيع النبات الطبيعى بمنطقة عسير، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 47، الجزء الأول، القاهرة، ص ص 101-169.

29. طارق زكريا سالم (2007) : المناخ وأشهر الراحة وكفاءة العمل فى مصر ، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 49، الجزء الأول، القاهرة، ص 33-70.
30. عادل السعدنى (2008) : حيمورفولوجية مروحة وادى شندق شمال شرق سهل القاع، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد 52 ، الجزء الثانى، القاهرة، ص ص 55-86.
31. عبد العزيز عبد اللطيف يوسف (2000) : المناخ الفسيولوجي فى مصر، حوليات كلية الآداب، جامعة عين شمس، المجلد 28، العدد الثانى.
32. عزة أحمد عبدالله (2000) : الأخطار الجيومورفولوجية علي الطرق الرئيسية في سيناء، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.
33. على حسين الثلث (1979) : التباين المكاني للتوازن المائي وعلاقته بالإنتاج الزراعي في العراق، مجلة الخليج العربي، مركز دراسات الخليج العربي، مجلد 11، العدد1، دار الحرية للطباعة، بغداد - 1979، ص 52.
34. محمد فوزى عطا (2004) : المناخ والنقل فى شبه جزيرة سيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 43 القاهرة، ص ص 75-121.
35. محمد فوزى عطا (2005) : التبخر والموازنة المائية فى أيها بالمملكة العربية السعودية، دراسة فى المناخ التطبيقى، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 45، الجزء الأول، القاهرة، ص ص 433-465.
36. محمد مجدى تراب (1997) : التطور الجيومورفولوجى لحوض وادى قسيب بالنطاق الشرقى من شبه جزيرة سيناء، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 30، الجزء الثانى، القاهرة، ص ص 259-304.
37. مصطفى محمد محمد الحاي (2000) : الجريان السطحى ومخاطره في الصحراء المصرية، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، وحدة بحوث الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة.
38. يوسف أبو مايلة (1995) : الميزانية المائية للتربة، مجلة البحوث والدراسات العربية، العدد 24، ديسمبر، ص ص 47-87.

الرسائل الجامعية :

39. أحمد الفقى: (1999) : الرياح فى مصر، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
40. أحمد سالم صالح (1985) : حوض وادى العريش، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
41. باسم أحمد السيد خلاف (2003) : جيومورفولوجية منطقة الساحل الشرقى لخليج السويس فيما بين وادى كحالى جنوباً ومبعوق شمالاً، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
42. حسين سعد حسن الديب (1998) : حوض وادى سدر بشبه جزيرة سيناء ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
43. حمدينة عبد القادر السيد عوض (1993) : إقليم الساحل الشرقى لخليج السويس، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
44. شحاتة سيد أحمد طلبة (1990) : المطر في جمهورية مصر العربية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
45. شحاتة سيد أحمد طلبة (1995) : موجات الحر والبرد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
46. طارق زكريا سالم (1993) : مناخ شبه جزيرة سيناء والساحل الشرقى لمصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.
47. عبد العزيز عبد اللطيف (1982) : الخصائص المناخية لعنصر الحرارة فى مصر خلال القرن العشرين، دراسة فى الجغرافية المناخية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
48. عويس أحمد الرشيدى (1994) : حوض وادى غرندل " دراسة جيومورفولوجية "، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
49. عواد حامد موسى (2000) : السيول فى أودية خليج العقبة فى مصر "دراسة جغرافية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية.

50. متولى عبد الصمد عبد العزيز على (2001) : حوض وادى وتير ، شرق سيناء ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
51. محمد الجوهرى (1991) : مصادر المياه فى شبه جزيرة سيناء، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجيولوجية، كلية العلوم، جامعة عين شمس.
52. محمد الحاي (1985) : السهل الساحلى الشرقى لخليج السويس فى سيناء ، دراسة فى الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
53. محمد رمضان مصطفى (1987) : حوض وادى فيران، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافية، جامعة عين شمس.
54. محمود عبد العزيز أبو العنين (1993) : حوض وادى وردان جنوب سيناء، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
55. مثنى فاضل على الوائلى (2006) : الموازنة المائية المناخية فى محافظة النجف- دراسة فى المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الكوفة، ص 98.
56. منى عبد الرحمن الكيالى (1984) : منطقة السهل الساحل شمال سيناء - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
57. يوسف شوقى يوسف شريف (1999) : حوض وادى بعبع بشبه جزيرة سيناء، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.

الكتب والمراجع :

58. إبراهيم إبراهيم شريف وعلى حسين الشلش (1985) : جغرافية التربة، جامعة بغداد، بغداد- 1985، ص 264.
59. المشروع القومى لتنمية سيناء، 1994-2017.

60. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (1984) : تجارب استصلاح الأراضي الزراعية في الوطن العربي، مؤسسة الخليج للطباعة والنشر، الكويت- 1984، ص ص 181-182.
61. جمال حمدان (1993) : سيناء، دار الهلال، العدد 511، يوليو.
62. زيد الدين عبد المقصود (1981) : الإنسان والبيئة - علاقات ومشكلات، منشأة المعارف، الإسكندرية- 1981، ص 230.
63. سعد الله نجم عبد الله النعيمي (1990) : علاقة التربة بالماء والنبات، جامعة الموصل، مطابع التعليم العالي، الموصل- 1990، ص 44.
64. عبده شطا: (1982) جيولوجية شبه جزيرة سيناء، موسوعة سيناء، المجلس الأعلى للعلوم، القاهرة.
65. على حسن موسى (1989) : مناخات العالم، دار الفكر المعاصر، دمشق، سورية.
66. على حسن موسى (1998) : المناخ والسياحة، دار الفكر المعاصر، دمشق، سورية.
67. نعمان شحاذه (1983) : المناخ العملي، مطبعة النور النموذجية، عمان.

ثانياً : المراجع الأجنبية.

Staticatist and Reports

1. Furon, R., (1978): The water problem of the earth, World water balance and water resources of the earth, UNESCO.
2. Perry, M.M., (1986): Precipitation and climate changes in central Sudan, in. Rural Development in the white Nile province, Sudan, Astudy on interation between man and natural Resources, The Ninited Nations University, pp. 33-42.

Articles

3. Abd Allah, A. M., Abdel-Gawad, G. I. and Mekawy, M. S., (2001): Stratigraphy of the cenomanian and Turonian Sequence of ELGIDDI Pass, North West Sinai, Egypt, 6th Conference Geology of Sinai for Development, Ismailia, pp. 211-229.
4. Ashmawy, M. H., Swedan, A.H., and Abdel Fattah, T.A., (2000): Flash flood hazards of drainage basins of Sinai Peninsula, Egypt, Annals of the Geological Survey of Egypt, Volume XXIII, Part 1, pp. 467-488.
5. Ball, J., (1916): The Geography and the Geology of west central Sinai, Geol. Survey, Cairo.
6. Barron, T., (1907): The Topography and Geology of Peninsula of Sinai (Western Portion), Geol. Survey, Cairo.

7. Bartov, Y., Garfunkel, Z., (1977): The Tectonic of the Suez Rift, Bull. Geol. Surv. of Israel, No. 71, Jerusalem
8. El Hussainy, F.M. (1975): Distribution of Sun Shine over Egypt, Meteorological Research Bulletin, Cairo, Vol. 7, No.7, pp. 71-80.
9. El- Shamy, I. Z., (1983): On the Hydrogeology of West central Sinai, J. Geol. No. 27, pp. 93-105.
10. El Shamy L.Z., (1992): New approach for hydrological assessment of hydrographic basins of recent of recent recharge and flooding,possibility, 10thsymp.Quaternaryand Development, Egypt .Mansoura Univ.,18 Apr15.
11. Hammad, F., El Ghazawi, M., Korany, E., Shabana, A., (1994): Morphometric Analysis and Water Resources Development in El Quseima Area Northern Sinai, Egypt. J. Geol. Vol. 38, No.2, pp. 597 – 612.
12. Farouk, M.E., (2001): Coastal alluvial fans along the Western Coast of the Gulf of Aqaba, South Sinai, Egypt: A sediment logical Evidence of Quaternary Tectonics, pp 175-198.
13. Bailey, H.P., (1962): Toward a unified Concept of Temperate Climate, Geography Rev., Vol. 52, pp. 510-515.
14. Lo Houerrou, H. N., (1996): Climate change, drought and Desertification, journal of Arid Environmental, Vol. 34, pp. 133-185.
15. Misak, R.F., & Attia, S.H., (1983): Sand dunes of Sinai peninsula, Egypt, Egypt. J. Geol. 27, No. 1-2, pp. 115-131.
16. Moon, F., & Sadek, H., (1921): Topography and Geology of northern Sinai, Petr. Res. Bull. 10.
17. Mucher, H.J., (1990): Micromorphology of dunes sands soils, Catena Supplement, Vol. 18, pp. 163-171.
18. Renolds, M. I., (1979): Geology of the Northern Gulf of Suez, Geol. Survey, Cairo, vol. 9, pp. 322-343.
19. Ressoritor, D.G., (1990): ALES: a framework for land evaluation using a microcomputer, soil use and management, Vol. 6, pp. 7-30
20. Thornthwaite, C.W.,(1948): An approach Toward a rational classification of climate, Geogr. Rev., Vol. 38, pp. 59-93.
21. Xu, C.Y., and Singh, V.P., (2000): Evaluation and generalization of radiation based methods for calculating evaporation, hydrological processes, Vol. 14, pp. 339-349.

Thesises

22. Amasha, S.M., (2000): Soil formation and soil characteristics in the northern plain in North Sinai Governorate, Egypt, unpublished Ph.D thesis, University of Leeds.
23. Mohamed, F.M.,(1979): A study of some Radiation characteristics over Egypt, unpublished MSc, Department of Environment, Faculty of Science, Cairo University.
24. Shahat, O., (1995): Geology of the groundwater supply in the area between wadi Gharandal and wadi Sidri South West Sinai, A.R.E. unpubalished M. Sc. Thesis, Geology Dep., Faculty of science, Ain Shams Univ.

Books

25. Aguado, E. and J.E. Burt (2010): Understanding Weather and Climate, 5th edition, Prentice Hall.
26. Conrad, V., and Pollok, I.W., (1950): Methods in Climatology, University Press, pp. 296-300.
27. Faniran, A., and Ogo, O., (1980): Man's Physical Environment, London.
28. Hobbs, J.E., (1980): Applied Climatology, London, p. 66.
29. Oliver, J.E., (1981): Climatology, Selected Application, London.
30. Raghunath, H.M., (1991): Hydrology: principles analysis and design, Wiley Eastern limited, New Delhi.
31. Sellers, A.H., and Robinson, P.J., (1991): Contemporary climatology, Longman Scientific Technical, New York.
32. Skeeter, B.R. and S. Weisner (2010): Investigating Weather and Climate, updated in 2010, p. 343.
33. Said, R., (1962): The Geology of Egypt, El-Sevier publ. Co. Amsterdam.
34. SPSS, (2000) SPSS Base 10 Application Guide, SPSS INC., Chaicago.

* * *

فهرس المحتويات

صفحة	الموضوع
1	مقدمة.
2	موقع ومساحة منطقة الدراسة.
2	أسباب اختيار الدراسة.
4	مشكلة الدراسة.
5	تساؤلات الدراسة.
6	المصطلحات الواردة فى الدراسة
7	هدف الدراسة.
8	منهجية الدراسة والأساليب.
11	الدراسات السابقة.
15	الضوابط المناخية فى منطقة الدراسة.
15	(1) الاشعاع الشمسى.
15	(2) درجة الحرارة.
34	(3) المطر.
41	(4) الرطوبة النسبية.
46	(5) اتجاهات الرياح وسرعتها.
51	مفهوم الجفاف.
53	العجز المائى المناخى.
70	تحليل العلاقة بين درجة الحرارة والمطر.
75	(1) العجز المائى والتبخر النتح.
76	(2) العلاقة بين فاعلية الحرارة والتبخر النتح الكامن.

78	التحليل الإحصائي للضوابط المناخية.
81	النتائج والمناقشة.
83	الخاتمة.
84	التوصيات.
88	الملاحق.
93	المراجع.

فهرس الأشكال

صفحة	عنوان الشكل	م
3	الموقع العام لمنطقة الدراسة.	1.
10	أهم المحطات المناخية فى منطقة الدراسة.	2.
17	عدد ساعات وكمية الاشعاع الشمسى فى منطقة الدراسة.	3.
20	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة نخل (م°).	أ4
20	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة رأس سدر (م°).	ب4
21	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة أبو رديس (م°).	ج4
21	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة الطور (م°).	د4
21	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة شرم الشيخ (م°).	ع4
22	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة سانت كاترين (م°).	غ4
22	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة العريش (م°).	س4
22	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى والمتوسط الحسابى فى محطة رفح (م°).	ص4
26	متوسطات درجة الحرارة فى فصول السنة بمحطات المنطقة (1980-2010م).	5.

29	درجة القارية في محطات الدراسة.	6.
35	توزيع المعدلات الشهرية والسنوية لكمية سقوط الأمطار (ملم) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).	7.
36	توزيع المعدلات السنوية لكمية المطر (ملم).	8.
43	المتوسطات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).	9.
44	المتوسطات الفصلية النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة.	10
47	نسبة اتجاه الرياح (%) في محطات منطقة الدراسة (1980-2010م).	11.
48	سرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات منطقة الدراسة.	12.
50	معامل برودة الرياح في محطات منطقة الدراسة.	13.
65	العجز المائي المناخى في محطة نخل.	14أ
66	العجز المائي المناخى في محطة رأس سدر.	14ب
66	العجز المائي المناخى في محطة أبورديس.	14ج
67	العجز المائي المناخى في محطة الطور.	14د
67	العجز المائي المناخى في محطة شرم الشيخ.	14ع
68	العجز المائي المناخى في محطة سانت كاترين.	14غ
68	العجز المائي المناخى في محطة العريش.	14س
69	العجز المائي المناخى في محطة رفح.	14ص
71	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة نخل طبقا لوالتر.	15أ
71	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة رأس سدر طبقا لوالتر.	15ب
72	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة أبورديس طبقا لوالتر.	15ج

72	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة الطور طبقا لوالتر.	15د
73	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة شرم الشيخ طبقا لوالتر.	15ع
73	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة سانت كاترين طبقا لوالتر.	15غ
74	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة العريش طبقا لوالتر.	15س
74	العلاقة بين درجة الحرارة والمطر في محطة رفح طبقا لوالتر.	15ص

فهرس الجداول

صفحة	عنوان الجدول	م
9	أهم المحطات المناخية فى منطقة الدراسة.	.1
16	عدد ساعات سطوع الشمس وكمية الاشعاع الشمسى فى محطات منطقة الدراسة.	.2
19	درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى (م°) فى محطات منطقة الدراسة فى الفترة من 1980-2010م.	.3
23	درجات الحرارة المطلقة العظمى والصغرى (م°) بمحطات المنطقة فى الفترة من 1980-2010م.	.4
25	المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة (م°) بمحطات المنطقة فى الفترة من 1980-2010م.	.5
25	المتوسطات الحرارية فى فصول السنة.	.6
28	درجة القارية فى محطات منطقة الدراسة.	.7
30	فاعلية الحرارة السنوية فى محطات منطقة الدراسة.	.8
31	التركز الصيفى لفاعلية الحرارة فى محطات منطقة الدراسة.	.9
32	معامل اعتدال المناخ فى محطات منطقة الدراسة.	.10
33	درجات الراحة فى محطات منطقة الدراسة.	.11
34	المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الأمطار (ملم) فى محطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1980-2010م).	.12
37	عدد الأيام الممطرة فى محطات منطقة الدراسة.	.13
39	نسبة المعدل الشهرى للمطر ونوعه فى محطات منطقة الدراسة.	.14
40	فاعلية المطر فى محطات منطقة الدراسة.	.15

42	المتوسطات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة.	16.
44	المتوسطات الفصلية والمعدل السنوى للرطوبة النسبية (%) في محطات منطقة الدراسة.	17.
45	أنواع الرطوبة وقيمتها.	18.
46	الاتجاهات الرئيسية للرياح السنوية (%) في محطات منطقة الدراسة.	19.
48	سرعة الرياح (كم/ساعة) في محطات منطقة الدراسة.	20.
50	معامل برودة الرياح في محطات منطقة الدراسة.	21.
52	نتائج تطبيق معادلات معامل الجفاف.	22.
55	كميات التبخر/النتح الكامن (ملم) في محطات منطقة الدراسة طبقا لبلينى - كريدل.	23.
56	كميات التبخر/النتح الكامن (ملم) في محطات منطقة الدراسة طبقا لثورنثويت.	24.
57	الموازنة المائية في محطات منطقة الدراسة.	25.
75	نتائج تطبيق معادلات العجز والفائض المائى.	26.
76	نتائج العلاقة بين التبخر/النتح الكامن الصيفى والسنوى عند ثورنثويت.	27.
77	نتائج قياس العلاقة ما بين العجز المائى والتبخر/النتح الكامن عند ثورنثويت.	28.
78	الأساليب الاحصائية للضوابط المناخية في محطات منطقة الدراسة.	29.
80	المقارنة بين الضوابط المناخية في محطات منطقة الدراسة وفقا لمعامل الاختلاف والمدى.	30.

فهرس الملاحق

صفحة	عنوان الملحق	م
88	معامل فاعلية المطر لبيلي وثورنثويت.	.1
88	أنواع الجفاف عند ثورنثويت.	.2
89	أهم المعادلات التي اعتمد عليها الباحث.	.3
90	معادلة التبخر/النتح الكامن لبيليني - كريدل وثورنثويت.	.4
91	معادلات العجز والفائض المائي عند ثورنثويت.	.5
92	معادلة التركيز الصيفي لفاعلية الحرارة عند ثورنثويت لقياس التبخر/النتح الكامن.	.6
92	معامل قياس العلاقة ما بين العجز المائي والتبخر/النتح الكامن عند ثورنثويت.	.7

الإصدارات السابقة لسلسلة البحوث الجغرافية

1. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
2. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامي، 1997.
3. القرى المدمرة في فلسطين حتى عام 1952، أ.د. يوسف أبو مائلة وآخرون، 1998.
4. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، 1999.
5. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية فى مصر، د. أحمد عاطف دردير، 2001.
6. صورة الأرض فى الريف، د. محمد أبو العلا محمد، 2001.
7. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامى محمود، 2003.
8. الماء والأفلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، 2004.
9. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزامل، 2005.
10. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبي على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، 2005.
11. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، 2006.
12. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، 2006.
13. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم على غانم، 2006.
14. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2006.
15. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر، د. فاطمة محمد أحمد، 2006.
16. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، 2007.
17. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد، د. المتولى السعيد، 2007.
18. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من 1980 إلى 2004، د. أشرف على عبده، 2007.
19. مياه الشرب فى مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2007.
20. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف على عبده، 2007.
21. الأبعاد الجيومورفوجرافية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام 2005، د. سامح عبد الوهاب، 2008.
22. الأوقاف الخيرية فى مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، 2009.
23. صناعة السيارات فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
24. المناخ والملابس فى مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، 2009.
25. قضايا الطاقة فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
26. الثروة المعدنية فى محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، 2009.
27. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة مسعد مندور، 2009.
28. التحليل الجغرافى لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقة عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، 2009.
29. تحليل جغرافى لمنطقتين عشوائيتين فى مدينة جدة، د. أسامة بن رشاد جستنية و أ. مشاعل بنت سعد المالكي، 2009.

30. الفقر في غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، 2010.
31. بعض ملامح التنمية العمرانية في محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، 2010.
32. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف شجاع علي الحارث، 2010.
33. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوي، 2010.
34. التجديد العمراني للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، 2011.
35. تيير المعطيات المكانية وأثرها في التنمية السياحية بقرية البهنسا في محافظة المنيا، د. ماجدة محمد أحمد جمعة، 2011.
36. الاتجاهات الحديثة في جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، 2011.
37. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهه يقطان الجابري، 2011.
38. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2011.
39. أحجار الزينة في المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، 2011.
40. التنوع الحيوي بإقليم الجبل الأخضر بالجمهورية العربية الليبية، د. عادل معتمد عبد الحميد، 2011.
41. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (1369-1450هـ الموافق (1950-2028م))، د. عمر محمد علي محمد، 2011.
42. المراوح الفيضية وأثرها على طريق قفط - القصير، د. محمد عبد الحلیم حلمي عبد الفتاح، 2012.
43. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، 2012.
44. التنوع المكاني لأنماط النمو الريفي في المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، د. محمد عبد الحميد مشخص، 2012.
45. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، 2012.
46. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، 2012.
47. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2012.
48. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، أ.د. محمد سعيد البارودي، 2012.
49. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية (1995-2012)، د. طارق كامل فرج خميس، 2012.
50. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفرالشيخ، د. محروس إبراهيم محمد المعداوي، 2012.

* * *