الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء

" دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي "

د. محمد عوض السيد السمني

مدرس بقسم الجغرافيا

كلية الآداب جامعة دمنهور

الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء

" دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي "

د. محمد عوض السيد السمني *

الملخص

تعد الموازنة المائية من المؤشرات المهمة التي توضح العلاقة بين التساقط والتبخر/ نتح وما ينتج عنهما من عجز أو فائض مائي، ومن خلالها يمكن تحديد النطاقات المناسبة للزراعة المطرية والمروية. وتتوقف التنمية الزراعية في المناطق الجافة وشبه الجافة على مدى توفر المياه بها لتفي بحاجة المحاصيل الزراعية.

وقد استعان الباحث في تقدير الموازنة المائية ببرنامج ثورنثويت الصادر عن هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (U.S.G.S)، وتشتمل منطقة الدراسة على تسع محطات أرصاد جوية، وتوفرت المعدلات المناخية للفترة الممتدة بين عامي ١٩٨٠ – ٢٠٠٠م.

ويهدف البحث إلى توضيح نطاقات العجز المائي الفصلية والسنوية، إضافة إلى أقاليم الموازنة المائية. وتعد شبه جزيرة سيناء من المناطق الحيوية بمصر التي يمكن تنميتها زراعياً، ويعد نقص المياه العقبة الأساسية أمام التوسع الزراعي الأفقي، وتم تحديد طول موسم العجز المائي بنطاقات منطقة الدراسة ويمكن زراعتها بمحاصيل يناسب كل منها موسم الفائض المائي، وبالتالي يتنوع التركيب المحصولي حسب موعد الفترة التي تشهد موسم الفائض المائي وطولها.

* مدرس بقسم الجغرافيا بكلية الآداب – جامعة دمنهور .

المقدمة:

تهتم الموازنة المائية Water Balance [١] بدراسة العلاقة بين المدخلات المائية (التساقط) والمخرجات (التبخر/ نتح ، والتسرب المائي ، وخسارة الاعتراض ، والجريان المائي) ، في منطقة ما خلال فترة زمنية معينة . وتعد الموازنة موجبة (فائض مائي) في حالة تفوق المدخلات على المخرجات ، في حين تعد سالبة (عجز مائي) إذا حدث العكس ، وتكون متعادلة بتساوي كل منهما .

وتعود أهمية تقدير الموازنة المائية [٢] إلى أثرها في التوسع الزراعي الأفقي ، حيث تبلغ مساحة الأراضي الزراعية ١٠١٨٢٠٢ فدان ، وتبلغ المساحة المنزرعة منها ٣٢٣٨٣٣ فدانًا أي ٣١,٨٪ من جملتها بسيناء وذلك لنقص المياه ، كما أن عجز المياه يعد عقبة أساسية أمام مشاريع التنمية بشبه جزيرة سيناء باعتبارها من أهم الأقاليم التي ترغب الدولة في تنميتها لأهميتها الاستراتيجية .

(١)- يعد ثورنثويت Thornthwaite أول من استعمل مصطلح الموازنة المائية في الدراسات المناخية عام ١٩٤٨ . وتعد معادلة ثورنثويت لتقدير كمية التبخر/ نتح المحتمل من وجهة النظر الجغرافية من أفضل الطرق ؛ لأنها تناسب معالجة مركبات الموازنة المائية لمساحات جغرافية كبيرة ذات تباينات مكانية واضحة . ولوحظ من القياس الحقلي الفعلي للتبخر/ نتح المحتمل بجهاز " ليزيمتر " وتقديره بمعادلة ثورنثويت أن الفرق بينهما ينحصر في حدود ٤٪ فقط وهو فرق ضئيل (الجراش ، ١٩٨٨ : ص ٣) .

(٢)- نظراً لكثرة المعادلات التي تتعلق بالموازنة المائية ، فقد قامت هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS بتصميم برنامج تتمثل مدخلاته في المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والمتوسطات الشهرية لكمية الأمطار ، إضافة إلى عدة متغيرات أخرى (ملحق ٢) .

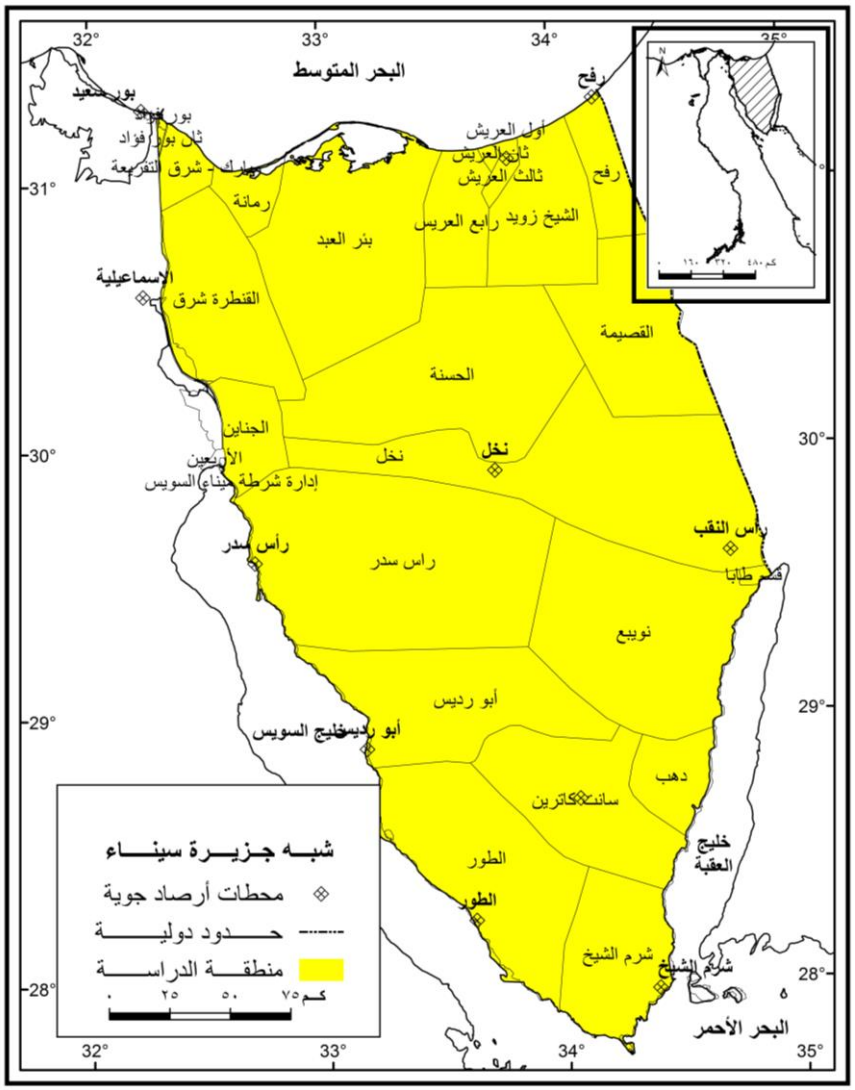
منطقة الدراسة :

تقع شبه جزيرة سيناء فلكياً بين دائرتي عرض ٤٥ َ ٢٧° ، ٣٠ َ ٣١° شمالاً ، وبين خطي طول ٢٠ َ ٣٢° ، ٠٠ َ ٣٥° شرقاً ، وتقع جغرافياً شمالي شرق مصر ، ويحدها من الشمال البحر المتوسط ، ومن الجنوب البحر الأحمر ، ومن الشرق دولة فلسطين وخليج العقبة ، ومن الغرب قناة السويس وخليج السويس (شكل ١) . وتبلغ مساحتها نحو ٦١ ألف كم٢ ، وهو ما يشكل نحو ٦٪ من مساحة مصر ، وتشتمل منطقة الدراسة على تسع محطات أرصاد جوية [١] ، وتنتشر بشكل جيد على منطقة الدراسة عدا شمالها الغربي الذي يخلو منها تماماً ، ولذلك اعتمد الباحث على بيانات محطتي الإسماعيلية وبور سعيد في عمليات التوليف المكاني Interpolation ببرنامج Arc GIS.

أسباب اختيار الموضوع وأهميته :

ترجع أهمية الموازنة المائية إلى دورها في نجاح الزراعة المطرية من عدمه ، حيث يتوقف نوع التركيب المحصولي والري على الموازنة المائية ، كما يتأثر توزيع الأراضي المنزرعة أيضًا بها ، حيث تتمشى مع نطاقات الفائض المائي أو قليلة العجز المائي بشبه جزيرة سيناء .

(١)- محطات الأرصاد الجوية التسع هي : أبو رديس ، والطور ، والعريش ، ورأس النقب ، ورأس سدر ، ورفح ، وسانت كاترين ، وشرم الشيخ ، ونخل .



شكل (١) محطات الأرصاد الجوية بشبه جزيرة سيناء عام ٢٠١٣ م .

دراسات سابقة :

تتعدد الدراسات الخاصة بالموازنة المائية ومنها : دراسة موسى (١٩٧٦) لأقاليم الكفاية المائية في سورية ، وحمودة (١٩٧٧) للموازنة المائية في الجزائر ، والجراش (١٩٨٨) للميزان المائي المناخي في المملكة العربية السعودية ، وعطا (٢٠٠١) للتبخر والموازنة المائية في الاحساء بالمملكة العربية السعودية ، و Michael , J.C., & et al (2001) للميزان المائي لدلتا نهر كولورادو ، وعطا (٢٠٠٥) للتبخر والموازنة المائية في أبها بالمملكة العربية السعودية ، و Sentelhas , P.C., & et al (2008) لخرائط العجز والفائض المائي في البرازيل بطريقة بنمان مونتيث ، وأحمد (د.ت.) للموازنة المائية المناخية للمنطقة المتموجة في العراق ، وبلاعو والمصري (د.ت) لدراسة الموازنة المائية والعجز المائي في منطقة مصراتة – ليبيا .

وتشترك هذه الدراسات في عدم دراسة عجز رطوبة التربة كمؤشر فعال في الموازنة المائية ، والتسرب المائي أسفل التربة كأحد عناصر الموازنة المائية ، والجريان المائي ، كما أنها دراسات غير تطبيقية Pure .

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى تحديد مواسم العجز والفائض المائي وعجز وفائض رطوبة التربة وعلاقتهما بتوزيع الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء [١] ، وذلك للوقوف على التحديات المائية للتنمية الزراعية . إضافة إلى تصنيف شبه جزيرة سيناء إلى أقاليم طبقاً لعناصر الموازنة المائية .

(١)– اختيرت الفترة الممتدة بين عامي ١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م باعتبارها مدة كافية لدراسة المعدلات المناخية ، كما أنها فترة حديثة ، وتتوفر بياناتها المناخية لمحطات الأرصاد الجوية المدروسة في تلك الفترة بسيناء .

مناهج الدراسة وأساليبها:

تعتمد الدراسة على المنهج الموضوعي [١] بشكل أساسي . واستعان الباحث بأسلوبين في تحليل العلاقات بين العناصر المناخية هما : الأسلوب الإحصائي [٢] ، وأسلوب التحليل المكاني [٣] .

اعتمد الباحث في الحصول على البيانات المناخية على: بيانات غير منشورة من الهيئة العامة للأرصاد الجوية خلال الفترة الممتدة بين عامي ١٩٨٠– ٢٠٠٠ م .

فروض الدراسة:

تسعى الدراسة إلى التأكد من صحة فروض البحث التي وضعت لدراسة الموازنة المائية وتوزيع الأراضي الزراعية، وتتمثل الفروض في: يزداد العجز المائي في المناطق الداخلية من شبه جزيرة سيناء، على العكس من المناطق الواقعة على ساحل البحر المتوسط، كما يقل العجز المائي في فصل الشتاء، ويرتبط توزيع الأراضي المنزرعة بالنطاقات الساحلية والمراوح الفيضية.

تركز الدراسة على المحاور الرئيسة التالية في شبه جزيرة سيناء لتحقيق أهدافها ، وهي :

- عناصر الموازنة المائية .
- مؤشرات الموازنة المائية .
- أقاليم الموازنة المائية .

---

(١)– تتمثل المراحل المنهجية لدراسة الموضوع في : مكونات الظاهرة والربط بين أجزائها ، والعوامل المؤثرة فيها ، والتوزيع الجغرافي لها ، والبحث عن أسباب الاختلافات المكانية ، والآثار المترتبة على الظاهرة .

(٢)– من خلال التحليل الإحصائي ، مثل الارتباط ومعادلة خط الانحدار ببرنامج SPSS ، والاستعانة ببرنامج ثورنثويت المصمم من قبل هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS وذلك لاستخراج عناصر ومؤشرات الموازنة المائية .

(٣)– استعان الباحث في التحليل المكاني Spatial Analysis ببرنامج Arc GIS ، وتعد عملية التوليف المكاني Interpolation هي أكثر العمليات المستخدمة في خرائط هذا البحث .

أولاً – عناصر الموازنة المائية:

تشتمل عناصر الموازنة المائية على كل مدخلات المياه ومخرجاتها بشبه جزيرة سيناء، وتركز الدراسة على العناصر التي يمكن قياسها أو تقديرها. وتتمثل عناصر الموازنة المائية في: الأمطار، والتبخر/ نتح، والتسرب المائي، وخسارة الاعتراض Interception [1].

(١) . الأمطار:

تسود الأمطار الإعصارية الشتوية بشبه جزيرة سيناء ، وتتأثر كمية الأمطار بالرطوبة النسبية ودرجة التغيم . وبقياس معامل الارتباط المتعدد بين المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار كمتغير تابع وكل من الرطوبة النسبية ودرجة التغيم كمتغيرين مستقلين ، تبين وجود ارتباط طردي قوي بينها يبلغ نحو ٠,٧١ عند مستوى معنوية ٠,٠٥ ، وبلغ معامل التحديد ٠,٥٠ ، وهو يعني أن ٥٠٪ من الاختلاف في المعدل الشهري لكمية الأمطار يرجع إلى الاختلاف في كل من الرطوبة النسبية ودرجة التغيم ، وأن ٥٠٪ من الاختلاف يرجع لأسباب أخرى مناخية ومكانية . ويتضح من تتبع أرقام (ملحق ١) ما يلي:

أ. يتراوح المتوسط الشهري لكمية الأمطار بين ٠,١ مم بأبي رديس في شهر أكتوبر و٩٠ مم برفح في شهر ديسمبر ، ويرجع ذلك إلى الأثر غير المباشر لتباين ظهير محطات الأرصاد الجوية على كمية الأمطار الساقطة بجانب العوامل الرئيسة الأخرى التي تتمثل في شكل الساحل وتوجيهه بالنسبة للرياح المحملة ببخار الماء .

---

(١)– تعرف خسارة الاعتراض على أنها كمية المياه المحجوزة فوق أوراق النباتات والأشجار والسطوح الصلبة ، حيث تعود ثانية للغلاف الجوي بواسطة التبخر قبل أن تصل لسطح التربة (الشاعر ، ١٩٩٥ : ص ١٢٢) . ونظراً لتبعثر النباتات وندرة الأشجار بشبه جزيرة سيناء ، فتصبح خسارة الاعتراض قليلة الأهمية في عناصر الموازنة المائية ، لذا لم تدرس .

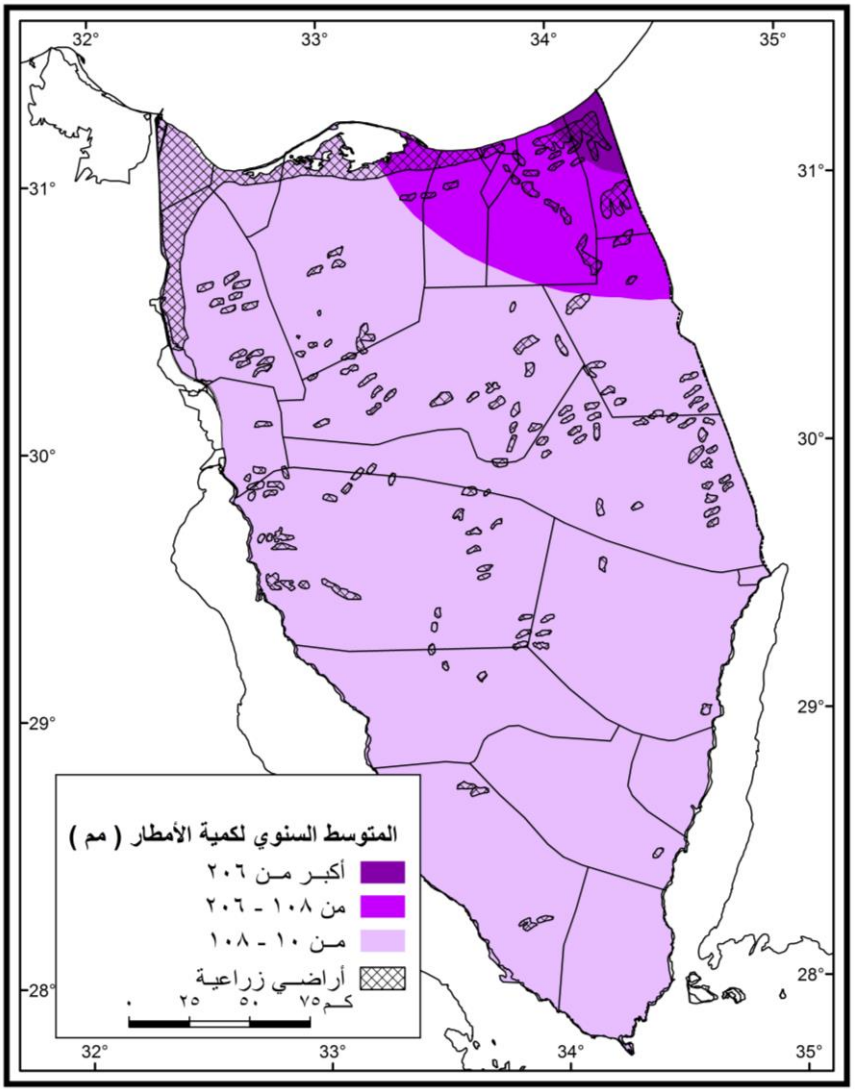
ب . يتراوح متوسط كمية الأمطار في فصل الشتاء بين ٦,٣ مم بالطور و١٥٨,٥ مم برفح ، ومرد ذلك إلى تعامد الرياح المصاحبة للمنخفضات الجوية على ساحل الأخيرة . ويستحوذ فصل الشتاء على ٦٠٪ من جملة متوسط كمية الأمطار السنوية بشبه جزيرة سيناء .

ويبلغ متوسط كمية الأمطار في فصل الصيف ٠,٢ مم بالعريش ، وهو أقل فصول السنة مطراً ، وسبب ذلك تزحزح مسار المنخفضات الجوية إلى الشمال من حوض البحر المتوسط فيحل محلها المرتفع الأزوري وما يصاحبه من تيارات هوائية هابطة تعمل على ارتفاع درجة حرارة الهواء فيتبدد ما به من بخار ماء بدلاً من تكاثفه في حالة صعودها .

جـ . يتباين توزيع المتوسط السنوي لكمية الأمطار بشبه جزيرة سيناء ، ويتضح من (شكل٢) أنه يمكن تقسيم شبه جزيرة سيناء إلى ثلاثة نطاقات طبقاً لكمية الأمطار السنوية هي :

– **نطاق الأمطار الغزيرة** : وفيه المتوسط السنوي لكمية الأمطار ٢٠٦ مم فأكثر ، وتبلغ مساحته ٥٤٦ كم^{٢} أو ما يمثل ٠,٩٪ من جملة مساحة شبه جزيرة سيناء [١] . ويمتد النطاق في شكل مثلث بقسم رفح ، حيث تبلغ المتوسطات السنوية للأمطار أقصاها ٣٠٤,١ مم بمحطة رفح ، ويرجع ذلك إلى وقوع المنطقة على خط الساحل في اتجاه شبه عمودي على الرياح المصاحبة للمنخفضات الجوية .

(١)– نظراً لتكرار ذكر هذه الجملة " ٪ من جملة مساحة شبه جزيرة سيناء " في هذا البحث بكثرة ، لذلك سيتم اختصارها إلى " ٪ من مساحة سيناء " .



شكل (٢) نطاقات كمية الأمطار السنوية بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

وتقل كمية الأمطار بساحل البحر المتوسط بسيناء من الشرق إلى الغرب – عكس المتوقع – حيث مسار المنخفضات الجوية من الغرب إلى الشرق ، ويرجع ذلك إلى توجيه خط الساحل . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية به ٥٦٩٣٢ فدانًا (٥,٦٪) من جملتها بسيناء .

– **نطاق الأمطار المتوسطة** : يتراوح فيه المتوسط السنوي لكمية الأمطار بين ١٠٨ – ٢٠٦ مم ، وتبلغ مساحته ٥٣٠٠ كم^{٢} (٨,٧٪ من مساحة سيناء) . ويقع في شمالها الشرقي بأقسام : الشيخ زويد ، وشمالي القصيمة ، والعريش (أول وثان وثالث ورابع) ، وشمال شرق بئر العبد . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية بهذا النطاق ١٥٩٠٣٦ فدانًا (١٥,٦٪) .

– **نطاق الأمطار القليلة** : ينخفض فيه المتوسط السنوي لكمية الأمطار إلى أقل من ١٠٨ مم ، وتبلغ مساحته ٥٥١٠٠ كم^{٢} (٩٠,٤٪ من مساحة سيناء) ، ويشغل بقية سيناء ، ويبلغ أقصى المتوسطات السنوية للأمطار ٦٢ مم بسانت كاترين وأدناه ١٠,٩ مم بالطور . ومرد ذلك إلى تباين منسوب كل منهما ، حيث يبلغ ١٣٥٠ م و٢,٧ م على الترتيب . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية بهذا النطاق ٨٠٢٢٣٤ فدانًا (٧٨,٨٪) من جملتها بسيناء .

(٢) . التبخر/ نتح :

يعد التبخر/ نتح [١] من أهم عناصر الموازنة المائية، ويعتبر أكثر عناصر الفقد المائي تأثيراً فيها، ويبلغ التبخر/ نتح الفعلي ثلاثة أمثال المتوسط السنوي لكمية الأمطار، ويتأثر التبخر/ نتح بعدة عناصر مناخية أهمها درجة الحرارة والرطوبة النسبية ودرجة التغيم. ومن دراسة أرقام (ملحق ١) يمكن تسجيل الملاحظات التالية :

– يزداد التبخر/ نتح الفعلي في أشهر فصل الشتاء ، وخاصة يناير كما بشرم الشيخ (٨٧,٧ مم) ، ويرجع ذلك إلى توفر مياه الأمطار كمصدر لعملية البخر ، وينعدم في أشهر فصل الصيف خاصة في يولية وأغسطس بمعظم محطات الأرصاد الجوية . ويتضح ذلك من قياس معامل الارتباط المتعدد بين المعدلات الشهرية للتبخر/ نتح الفعلي بوصفه متغيراً تابعاً وكل من المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية ودرجة التغيم كمتغيرين مستقلين ، حيث تبين وجود ارتباط طردي قوي بينها يبلغ نحو ٠,٧٣ عند مستوى معنوية ٠,٠٥ ، بمعامل تحديد (٠,٥٣) وهو يعني أن ٥٣٪ من الاختلاف في المعدلات الشهرية للتبخر/ نتح الفعلي يمكن إرجاعها إلى معدلات الرطوبة النسبية ودرجة التغيم .

---

(١)– التبخر/ نتح الفعلي Actual Evapotranspiration عبارة عن كمية المياه المفقودة من التربة والنباتات في حالة رطوبتها الطبيعية ، وهو في الغالب أقل من أو يساوي التبخر/ نتح المحتمل .P , Sentelhas) C, & et al , 2008: p.3) . ويتم قياس التبخر/ نتح الفعلي بجهاز بيش ببعض محطات الأرصاد الجوية ، ولعمل نطاقات للتبخر/ نتح الفعلي بسيناء لجأ الباحث إلى تقديره ببرنامج ثورنثويت USGS . ويعبر التبخر/ نتح المحتمل Potential Evapotranspiration عن الحدود العظمى لدرجة استهلاك الماء من قبل النباتات (موسى ، ١٩٧٦ : ص ٧) . وهو عبارة عن كمية المياه التي تفقد من التربة عن طريق التبخر ومن النبات بواسطة النتح فيما لو افترض وجود غطاء من الحشائش الخضراء بارتفاع يتراوح بين ٨ – ١٥ سم نشطة النمو تغطي السطح تماماً ولا تعاني من أي نقص في الماء ، ومورد مياه دائم يمد التربة باستمرار جاعلاً إياها مشبعة دومًا بالماء (السيد ، ٢٠٠٣: ص ٢٤٥) .

– يزداد التبخر/ نتح المحتمل في أشهر فصل الصيف ، كما في شهر يولية بشرم الشيخ (٢١,٤ مم) ، ويبلغ أدناه في أشهر فصل الشتاء ، كما في يناير بسانت كاترين (٢٦,١ مم) ، وسبب ذلك تباين المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة التي تبلغ ٣٣,٣°م بشرم الشيخ في يولية و٧,٧°م بسانت كاترين في يناير . ويتضح من قياس معامل الارتباط المتعدد بين المعدلات الشهرية للتبخر/ نتح المحتمل بوصفه متغيرًا تابعًا ، وكل من المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة وسرعة الرياح كمتغيرين مستقلين ، وجود ارتباط طردي قوي بينها يبلغ ٠,٩٤ عند مستوى معنوية ٠,٠١ ، بمعامل تحديد ٠,٨٨، ويعني ذلك أن ٨٨٪ من الاختلاف في المعدلات الشهرية للتبخر/ نتح المحتمل يرجع إلى معدلات درجة الحرارة وسرعة الرياح .

– يبلغ معدل التبخر/ نتح الفعلي أقصاه في فصل الربيع ، حيث يتراوح بين ١٦٨,١ مم برفح و٢٥,٢ مم بشرم الشيخ ، وذلك لأنه يصاحب وفرة مياه الأمطار زيادة موازية في معدلات التبخر/ نتح الفعلي ، حيث تبلغ كمية الأمطار ٤٨,٩ مم برفح ، في حين تبلغ ٠,٢ مم بشرم الشيخ في الربيع .

– يبلغ معدل التبخر/ نتح الفعلي أدناه في فصل الصيف لندرة الأمطار ، حيث يتراوح بين ١١,٣ مم برفح و٠,١ مم بنخل .

– أما التبخر/ نتح المحتمل فيبلغ أقصاه في فصل الصيف ، ويتراوح بين ٥٩٦,٩ مم بشرم الشيخ و٣٨٠,٧ مم برفح ؛ ومرد ذلك إلى تباين معدلات درجة الحرارة التي تبلغ ٣٢,٦ °م بشرم الشيخ و٢٤,٧°م برفح .

– ينخفض التبخر/ نتح المحتمل في فصل الشتاء ، إذ يتراوح بين ١٥٠,٦ مم بشرم الشيخ و٧٩,٧ مم بسانت كاترين ؛ ويرجع ذلك إلى تباين معدلات درجة الحرارة التي تبلغ ٣٢,٦ °م بشرم الشيخ و٢٥,٣ °م بسانت كاترين .

يتباين توزيع نطاقات التبخر/ نتح الفعلي والمحتمل السنوي بشبه جزيرة سيناء ، ويتضح من دراسة (شكل ٣) الحقائق التالية :

– تتشابه نطاقات التبخر/ نتح الفعلي السنوي مع الأمطار السنوية ، فالمناطق الأغزر مطراً هي الأكثر تبخراً ، مما يؤكد العلاقة الطردية القوية بينهما .

– يتأثر التبخر/ نتح المحتمل بشكل واضح بتوزيع درجات الحرارة ، فالمناطق المرتفعة الحرارة هي الأكثر تبخراً ، كما بمنطقة شرم الشيخ .

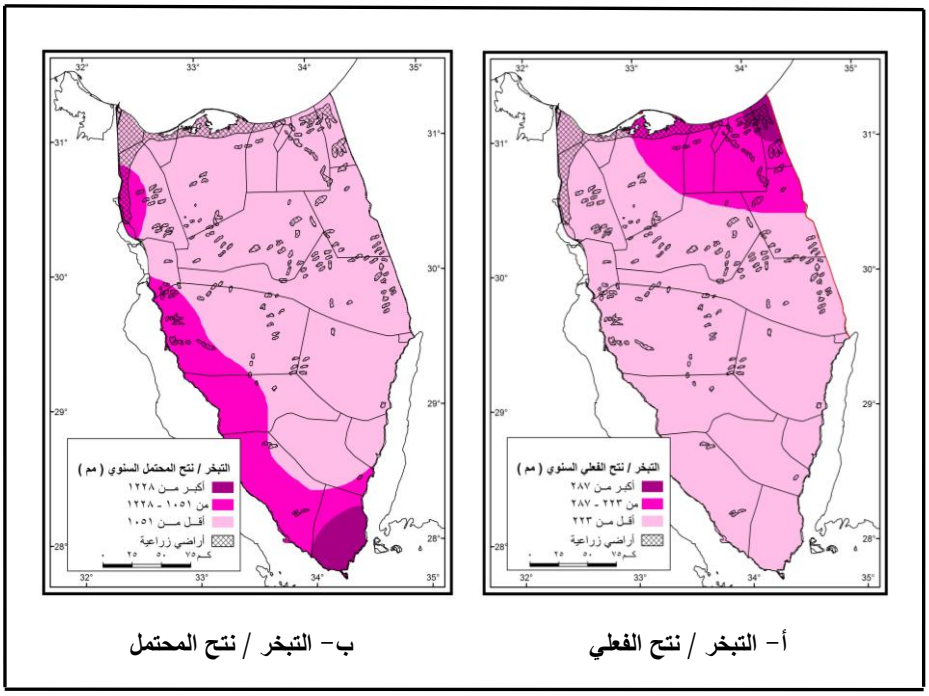
– يتزايد التبخر/ نتح الفعلي السنوي بالاتجاه من الجنوب الغربي صوب الشمال الشرقي ، وهو نفس اتجاه زيادة الأمطار ، في حين يتزايد التبخر/ نتح المحتمل بالاتجاه من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي ، وهو نفس اتجاه ارتفاع درجات الحرارة .

– تعكس المناطق شديدة التبخر/ نتح الفعلي مدى الفائض المائي بها ، على العكس من المناطق شديدة التبخر/ نتح المحتمل التي تعبر عن مدى العجز المائي بها .

– يتركز نطاق التبخر/ نتح الفعلي الشديد بمنطقة رفح بساحل البحر المتوسط ، في حين يتركز نطاق التبخر/ نتح المحتمل الشديد بمنطقة شرم الشيخ في ملتقى خليجي العقبة والسويس .

– تتوزع الأراضي الزراعية بنطاقات التبخر/ نتح الفعلي الشديد (٥,٦٪) وتقع برفح ، والمتوسط (١٧,٦٪) بكل من الشيخ زويد والعريش وشمالي القصيمة وشمالي شرق بئر العبد ، والضعيف (٧٦,٨٪) ، في حين تتركز بنطاقات التبخر/ نتح المحتمل الضعيف (٨٨,٥٪) ، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وغزارة الأمطار بنطاق ساحل البحر المتوسط .

– تتكمش مساحة نطاقات التبخر/ نتح الفعلي والمحتمل الشديد والمتوسط ، في حين تتسع مساحة الضعيف بشكل واضح في كل منهما .



أ- التبخر / نتج الفعلي ب- التبخر / نتج المحتمل

شكل (٣) نطاقات التبخر/ نتح السنوي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

(٣) . التسرب المائي :

يتسرب الماء عن طريق الترشيح Infiltration ، وهو دخول الماء إلى التربة بدءاً من سطحها باتجاه الأسفل ، ويعوض الماء الراشح العجز في رطوبة التربة ، والباقي الذي يتحرك للأسفل بفعل الجاذبية الأرضية يدعى التسرب العميق deep seepage (الشاعر ، ١٩٩٥ : ص ١٦٨) . وتتباين كمية المياه المتسربة من منطقة إلى أخرى بشبه جزيرة سيناء لتنوع التربة والتضاريس بها .

تتباين السعة التخزينية للتربة بمنطقة الدراسة تبعاً لتباين تركيبها الجيولوجي (ملحق ٢ ، ٣) . ومن ثم تعد تربة كل من الطور ورأس سدر ورفح أكثرها سعة تخزينية (١٢٥ مم / م^{٣}) لكل منها ، في حين تعد تربة كل من سانت كاترين وشرم الشيخ أقلها (٨٣ مم / م^{٣}) . ويصل طول فترة احتفاظ التربة بالمحتوى الرطوبي أقصاه ثمانية أشهر برفح خلال الفترة (نوفمبر – يونية)، مقابل ثلاثة أشهر بشرم الشيخ، خلال الفترة (يناير – مارس) (ملحق ١) ، ويرجع السبب في ذلك إلى تباين متوسطات كمية التساقط واختلاف مسامية التربة بشبه جزيرة سيناء .

ثانيًا – مؤشرات الموازنة المائية :

تعد دراسة مؤشرات الموازنة المائية الركيزة الأساسية في دراسة هذا الموضوع (الموازنة المائية) ، حيث يمكن من خلالها تحديد الوضع المائي النهائي بشبه جزيرة سيناء . وتتمثل المؤشرات التي يمكن من خلالها تقدير الموازنة المائية في : العجز والفائض المائي ، وعجز وفائض رطوبة التربة ، والجريان المائي .

(١) . العجز والفائض المائي :

يعبر العجز المائي Water Deficit عن الفارق بين التساقط والتبخر/ نتح المحتمل ، فإن كان الناتج بالسالب يدل ذلك على وجود عجز مائي ، أما إن كان بالموجب فيدل ذلك على وجود فائض مائي Water Surplus بتلك المنطقة . وتتناول دراسة العجز والفائض المائي ما يلي : معدلات العجز والفائض المائي الشهري والفصلي والسنوي .

أ . معدلات العجز والفائض المائي الشهري :

يتضح من تتبع أرقام (ملحق ١) الحقائق التالية :

– تباين معدلات العجز المائي الشهري بشبه جزيرة سيناء ، وتبلغ أقصاها ٢١٤,٤ مم في شهر يولية بشرم الشيخ ، في حين تبلغ أدناها ٥,٣ مم في شهر فبراير برفح ، ويرجع ذلك إلى العلاقة بين متوسطات الأمطار ومعدلات التبخر/ نتح المحتمل .

– يبلغ معدل الفائض المائي الشهري ٤٤,٦ مم و ٥٣,١ مم في شهري نوفمبر وديسمبر على الترتيب برفح . ويقدر طول موسم الفائض المائي بشهرين .

– يبلغ طول فترة العجز المائي [١] نحو سبعة أشهر بشرم الشيخ ، وتبلغ كمية العجز المائي خلالها ١١١٢,٦ مم أو ٨٠,٥٪ ، في حين يبلغ طولها خمسة أشهر بنخل ، وبلغت كمية العجز المائي ٥٨٥,١ مم أو ما يمثل ٦٧,١٪ من المعدل السنوي للعجز المائي .

ب . معدلات العجز والفائض المائي الفصلي :

يتضح من تتبع (شكل ٤) أنه يمكن استنتاج ما يلي :

– تتركز منطقة العجز المائي في شرم الشيخ في كل فصول السنة إلا أنه في فصل الشتاء تتسع لتشغل معظم سيناء ، ولا يمثل ذلك مشكلة للأراضي الزراعية شرق قناة السويس ، حيث تسد مياه ترعة الشيخ جابر– السلام [٢] هذا العجز المائي .

– تقع منطقة العجز المائي القليل شمالي شرق سيناء وإن كانت المساحة تتكمش خلال فصلي الخريف والشتاء لتفاوت كمية الأمطار بين نطاقات منطقة الدراسة خلالهما .

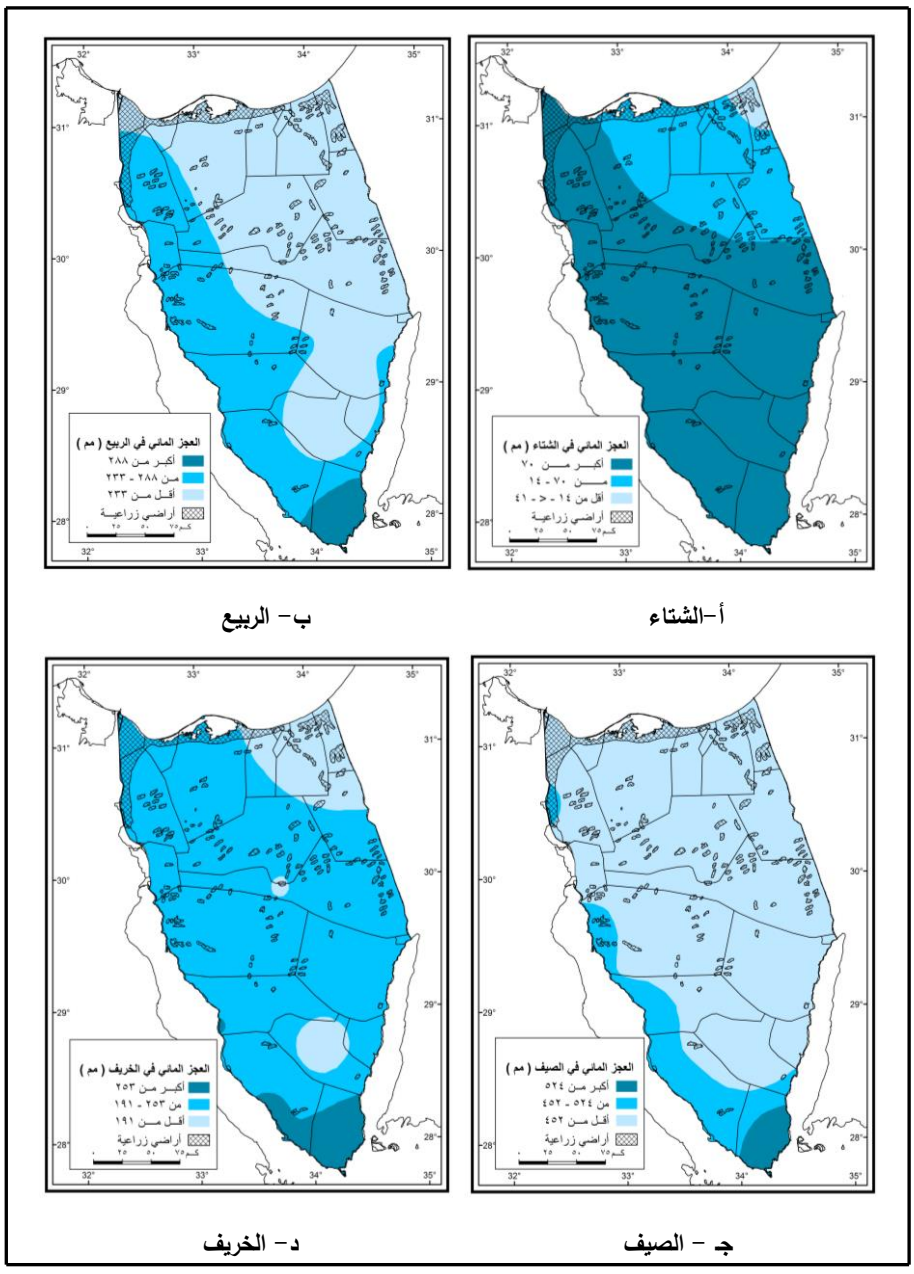
– تقع ٧٤,٩٪ و ٩٤,٣٪ من جملة مساحة الأراضي الزراعية ضمن النطاق الأقل عجزاً للمياه في فصلي الربيع والصيف على الترتيب ، في حين تقع١٠٠٪ و ٤٤,٣٪ منها ضمن النطاق المتوسط والقليل العجز المائي خلال فصلي الخريف والشتاء على الترتيب .

– يعد الشتاء فصل الفائض المائي الوحيد ، ويقتصر على منطقة رفح وشمالي شرق الشيخ زويد .

---

(١)– يمكن تحديد فترة العجز المائي بواسطة نقطة الذبول wilting point وعندها تفقد النباتات ٥٠٪ من المياه المتاحة في نطاق الجذور root zone خاصة عندما يزيد المعدل الشهري للتبخر/ نتح على المتوسط الشهري للأمطار بمقدار ٧٦ مم (حمادة ، ٢٠٠٣ : ص ٥٣) .

(٢)– ابتداءً من شرقي قناة السويس تسمى ترعة السلام باسم ترعة " الشيخ جابر " .



أ-الشتاء ب- الربيع

جـ - الصيف د- الخريف

شكل (٤) نطاقات العجز المائي الفصلي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠م)

– يزداد العجز المائي بالاتجاه من الشمال الشرقي صوب الجنوب والجنوب الغربي في كل فصول السنة ، وذلك للبعد عن ساحل البحر المتوسط ومسار المنخفضات الجوية .

– يقع النطاق الموازي لخليج السويس ضمن نطاق العجز المائي المتوسط في كل فصول السنة عدا الشتاء ، حيث يقع ضمن نطاق العجز المائي الشديد ، وكذلك المنطقة المحيطة بقناة السويس إلا في فصل الصيف ، حيث تنكمش مساحة العجز المائي المتوسط .

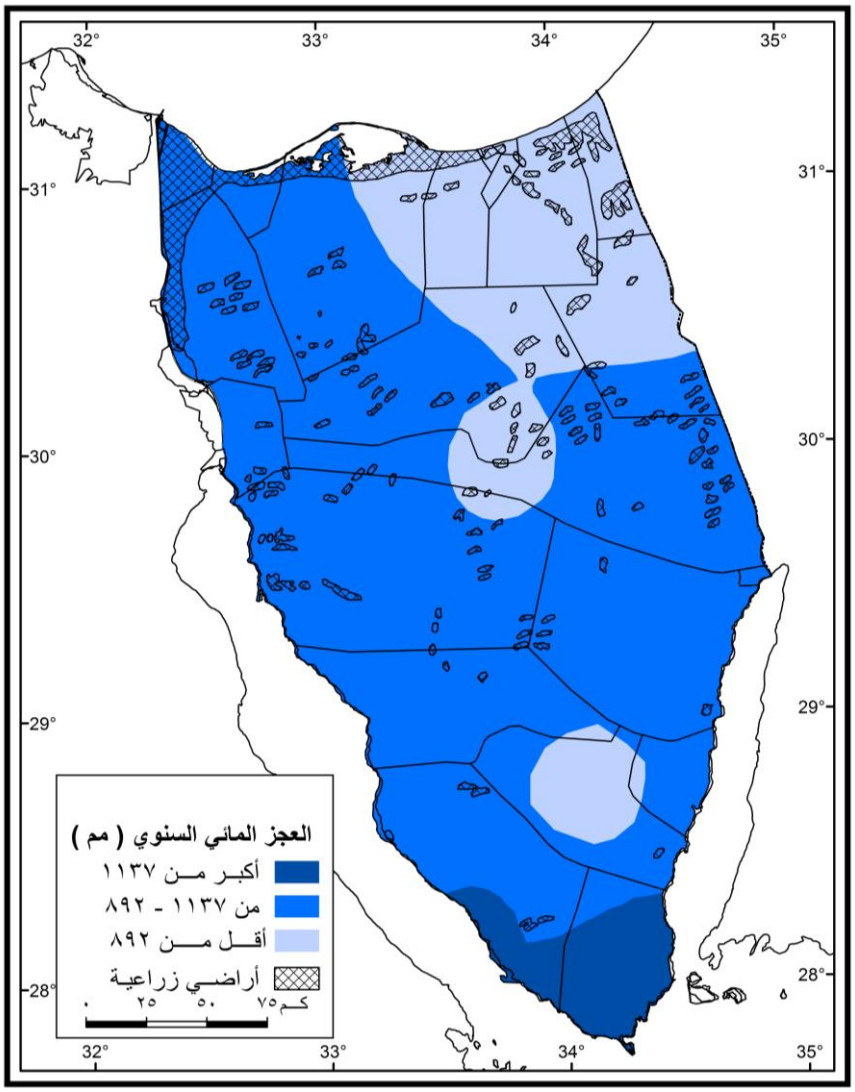
– تقع النطاقات الثلاثة للعجز المائي بالنطاق الساحلي في فصل الشتاء ، في حين يسود نطاق واحد وهو الأقل عجزاً للمياه في فصلي الربيع والصيف ، مما يعكس الاختلاف الواضح في توزيع عناصر الموازنة المائية في الشتاء .

جـ . معدلات العجز المائي السنوي :

ينتشر العجز المائي السنوي بشبه جزيرة سيناء ويختفي الفائض المائي ، ويتضح من تتبع (شكل ٥) تباين العجز المائي بين نطاقات شبه جزيرة سيناء والتي يمكن تقسيمها إلى ما يلي :

– **نطاق العجز المائي المرتفع :** يبلغ فيه المعدل السنوي للعجز المائي ١١٣٧ مم فأكثر ، وتبلغ مساحته ٣,١ آلاف كم^{٢} (٥,١٪ من مساحة سيناء) . ويتركز بشرم الشيخ وجنوبي الطور . ويبلغ أقصى معدل للعجز المائي ١٣٨١,٨ مم بشرم الشيخ ، ويبلغ أدناه ١١٥٥,٦ مم بالطور . ويخلو هذا النطاق من الأراضي المنزرعة.

– **نطاق العجز المائي المتوسط :** يتراوح فيه معدل العجز المائي بين ١١٣٧ – ٨٩٢ مم ، وتبلغ مساحته ٤٤,٢ ألف كم^{٢} (٧٢,٤٪ من مساحة سيناء) . ويتوزع في معظم مساحة شبه جزيرة سيناء عدا مناطق شرم الشيخ وجنوبي الطور ورفح والقصيمة والشيخ زويد والعريش وشرقي بئر العبد ووسط سانت كاترين .



شكل (٥) نطاقات العجز المائي السنوي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

ويبلغ أقصى معدل للعجز المائي ١١٠٩,٣ مم بأبي رديس ، في حين يبلغ أدناه ٩٢٥,٥ مم برأس النقب . ويستأثر هذا النطاق على ٧٠٩٩٦٢ فدانًا (٦٩,٧٪) من جملة الأراضي الزراعية .

– **نطاق العجز المائي المحدود** : ينخفض فيه معدل العجز المائي عن ٨٩٢ مم ، وتبلغ مساحته ١٣,٧ ألف كم^{٢} (٢٢,٥٪ من مساحة سيناء) . ويتوزع بمناطق : رفح ، والقصيمة ، والعريش ، ونخل ، وسانت كاترين . ويتراوح معدل العجز المائي بين ٨٧٢,٤ مم بنخل و ٦٤٨,١ مم برفح . ويقع به ٣٠٨٢٤٠ فدانًا (٣٠,٣٪) من جملة مساحة الأراضي الزراعية .

(٢) . عجز وفائض رطوبة التربة :

يعبر عجز رطوبة التربة عن الفارق بين التبخر/ نتح المحتمل والتبخر/ نتح الفعلي ، فإذا تفوق التبخر/ نتح المحتمل يدل ذلك على وجود عجز في رطوبة التربة ، ولو حدث العكس فيدل على وجود فائض في رطوبتها . وتتناول الدراسة معدلات عجز وفائض رطوبة التربة الشهري والفصلي والسنوي.

أ . معدلات العجز والفائض الشهري لرطوبة التربة :

يتباين معدل عجز رطوبة التربة الشهري بشبه جزيرة سيناء، ويبلغ أقصاه ٢١٤,٤ مم بشرم الشيخ في شهر يولية، في حين يبلغ أدناه صفر مم برفح في شهري نوفمبر وديسمبر. ويبلغ طول فترة احتفاظ التربة برطوبتها ثلاثة أشهر بشرم الشيخ خلال الفترة (يناير– مارس)، في حين تبلغ سبعة أشهر برفح خلال الفترة (نوفمبر– يونية). ويبلغ أقصى معدل لفائض رطوبة التربة ٣٩,١ مم في يناير بشرم الشيخ، وأدناه ٠,٩ مم في فبراير برفح، ولا يتجاوز الفائض في رطوبة التربة ثلاثة أشهر هي يناير وفبراير ومارس (ملحق ١) .

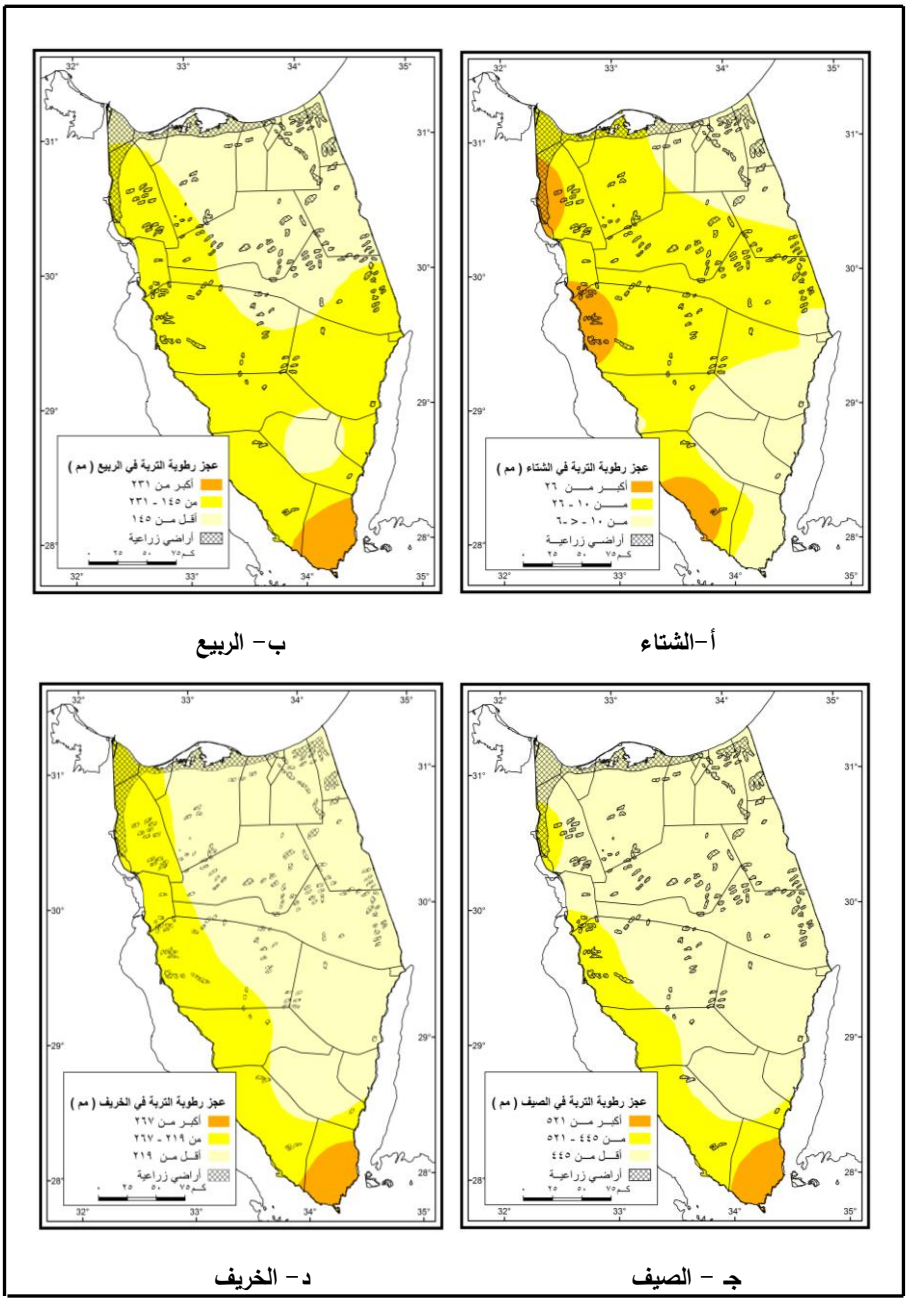
بالرغم من تساوي عدد أشهر عجز رطوبة التربة التي تبلغ خمسة أشهر بكل من أبو رديس والطور ورأس سدر وشرم الشيخ خلال فصلي الشتاء والربيع ، فإن مخزون الرطوبة بالتربة له أثر في تقليل عدد أشهر عجز رطوبة التربة ، حيث أصبحت أربعة أشهر بكل من أبو رديس وشرم الشيخ ، وثلاثة أشهر بكل من الطور ورأس سدر ، وبلغ عدد أشهر عجز رطوبة التربة أربعة أشهر بكل من رأس النقب وسانت كاترين ونخل ، وأصبحت جميعاً ثلاثة أشهر باللجوء إلى مخزون الرطوبة في التربة ، وتساوت بذلك مع العريش التي يبلغ عدد أشهر عجز رطوبة التربة بها ثلاثة أشهر . ويقدر عدد أشهر عجز رطوبة التربة بشهرين اثنين في رفح وتراجع إلى شهر واحد باللجوء إلى مخزون التربة من الرطوبة .

ب . معدلات العجز والفائض الفصلي لرطوبة التربة :

ومن تحليل (شكل ٦) يمكن تسجيل الحقائق التالية :

– تتركز منطقة عجز رطوبة التربة بشرم الشيخ في كل فصول السنة باستثناء فصل الشتاء ، حيث تتزحزح نحو الطور ، وتقع في النطاق الذي يخلو من الأراضي المنزرعة ، ولذلك فلا تتأثر الزراعة بهذا العجز في رطوبة التربة .

– تقع منطقة العجز المحدود في رطوبة التربة بشمالي شرق سيناء وخاصة بمنطقة رفح في فصول السنة الأربعة ، مما يجعلها أهم بقع الزراعة المطرية . وتبلغ نسبة الأراضي الزراعية الواقعة ضمنها (٧٨,٨٪) في الخريف و(٧٢,١٪) في الشتاء و(٤٧,٨٪) في الربيع و(٨٩,٦٪) في الصيف من جملة مساحة الأراضي الزراعية .



أ-الشتاء ب- الربيع

جـ - الصيف د- الخريف

شكل (٦) نطاقات عجز رطوبة التربة الفصلي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠م) .

– تقع معظم الأراضي الزراعية في نطاق العجز المتوسط في رطوبة التربة بمنطقة ترعة جابر ، وبالتالي لا تعاني من مشكلات لتوفر مياه الري ، حيث تقع ضمن النطاق الأقل عجزاً في رطوبة التربة في فصلي الربيع والصيف ، وتقع في النطاق المتوسط والقليل في عجز رطوبة التربة في فصلي الشتاء والخريف ، مما يعني نجاح المحاصيل الحقلية في الموسم الشتوي ، ونجاح المحاصيل الشجرية خلال العام .

– يتزايد عجز رطوبة التربة بصفة عامة بالاتجاه من الشرق إلى الغرب – عكس المتوقع – وأوضح ما يكون ذلك في فصلي الشتاء والخريف وأقل نسبياً في فصل الصيف ، ويرجع ذلك إلى دور خط الساحل في تباين كمية الأمطار وبالتالي التبخر/ نتح ، ومن الشمال إلى الجنوب خاصة في فصل الربيع ، وذلك للبعد النسبي عن مسار المنخفضات الجوية .

– يبلغ أقصى فائض في رطوبة التربة بسانت كاترين (٦,٤ مم) ، ويبلغ أدناه برفح في الشتاء (٢,٤ مم) ، ويرجع ذلك إلى تباين درجات الحرارة التي تبلغ ٨,١°م بسانت كاترين و١٤,٨°م برفح .

– تقع منطقتا خليج السويس وقناة السويس في نطاق العجز المتوسط في رطوبة التربة خلال فصول السنة الأربعة ، إلا أن الأخيرة يقع بها بقع للعجز الشديد في رطوبة التربة في الشتاء ، وبقع العجز المحدود في رطوبة التربة في الصيف .

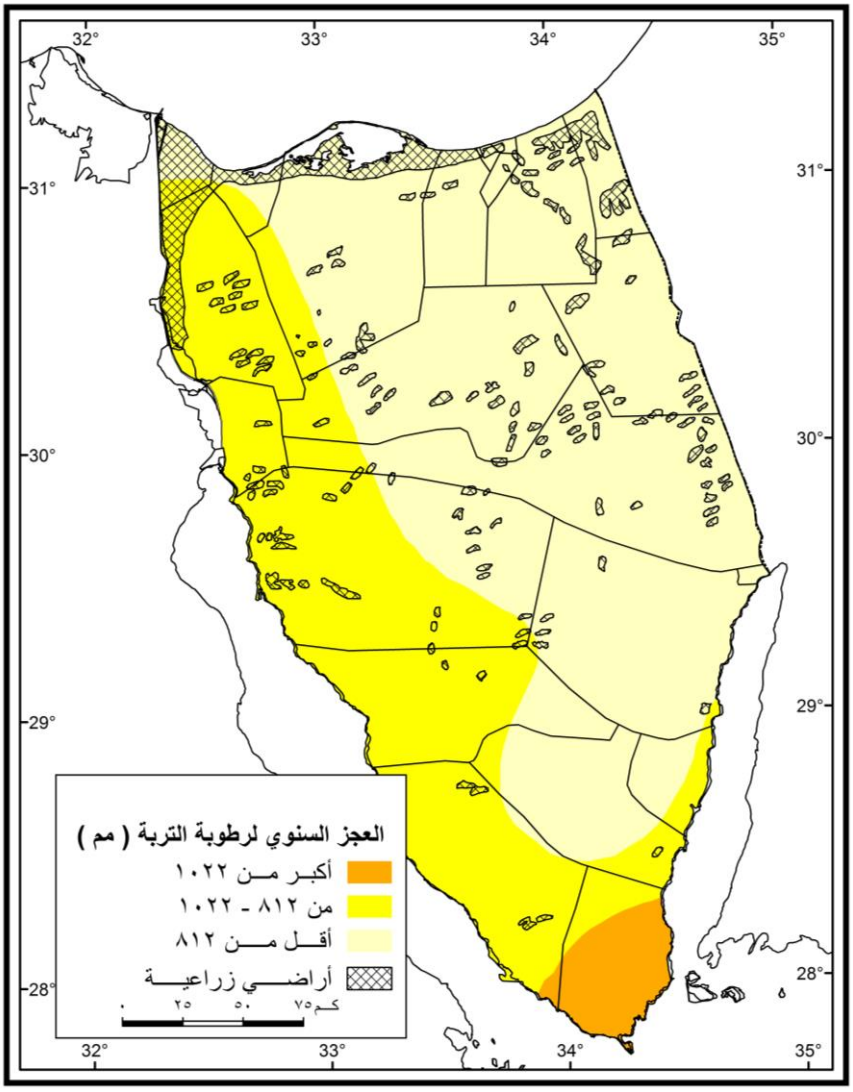
جـ . معدلات العجز السنوي لرطوبة التربة :

يتباين العجز السنوي لرطوبة التربة من نطاق إلى آخر . ويتضح من تتبع (شكل ٧) أنه يمكن تقسيم شبه جزيرة سيناء إلى ثلاثة نطاقات :

- **نطاق عجز رطوبة التربة الشديد** : يبلغ فيه معدل عجز رطوبة التربة ١٠٢٢ مم فأكثر ، وتبلغ مساحته ٢٠٠٠ كم^{٢} (٣,٣٪ من جملة سيناء) . ويتركز بمنطقتي شرم الشيخ وجنوبي الطور . ويبلغ معدل عجز رطوبة التربة ١٢٣٣ مم بشرم الشيخ . ويخلو هذا النطاق من الأراضي المنزرعة .

- **نطاق عجز رطوبة التربة المتوسط** : يتراوح فيه معدل عجز رطوبة التربة بين ٨١٢ – ١٠٢٢ مم ، وتبلغ مساحته ٢١,٦ ألف كم^{٢} (٣٥,٤٪ من مساحة سيناء) . ويشغل مناطق : الطور ، وغربي أبورديس ، ورأس سدر ، الجناين ، والسويس ، والقنطرة شرق ، وبور فؤاد . ويبلغ معدل العجز في رطوبة التربة أقصاه بالطور (١٠٠٦ مم) ، في حين يبلغ أدناه برأس سدر (٩١٢ مم) . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية ٤١٩٨٥٦ فدانًا (٤١,٢٪) .

- **نطاق عجز رطوبة التربة المحدود** : يقل فيه معدل عجز رطوبة التربة عن ٨١٢ مم ، وتبلغ مساحته ٣٧,٤ ألف كم^{٢} (٦١,٣٪ من مساحة سيناء) . ويسود كل شبه جزيرة سيناء عدا نطاقها الغربي ، إضافة إلى منطقة شرم الشيخ . ويبلغ أقصى معدل عجز في رطوبة التربة ٧٧٧,١ مم برأس النقب ، في حين يبلغ أدناه ٦٠١,٩ مم برفح . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية ٥٩٨٣٤٦ فدانًا (٥٨,٨٪) .



شكل (٧) نطاقات العجز السنوي لرطوبة التربة بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

- العجز المائي الكلي:

لتحديد نطاق العجز المائي بشكل أكثر شمولية فقد تم ذلك من خلال تحليل التطابق overlay Analysis بين طبقة العجز المائي السنوي وطبقة العجز السنوي لرطوبة التربة ، لإنتاج خريطة واحدة للعجز المائي الكلي [١] على النحو الذي يوضحه (شكل ٨) الذي يمكن من تتبعه تقسيم نطاقات العجز المائي الكلي السنوي في شبه جزيرة سيناء إلى ما يلي:

- **نطاق العجز المائي الكلي المرتفع** : تبلغ مساحته ٣,٢ آلاف كم^{٢} (٥,٢٪ من مساحة سيناء) . ويتركز بمنطقتي شرم الشيخ وجنوبي الطور . ويخلو هذا النطاق تقريباً من الأراضي المنزرعة، حيث منطقة المثلث الناري.

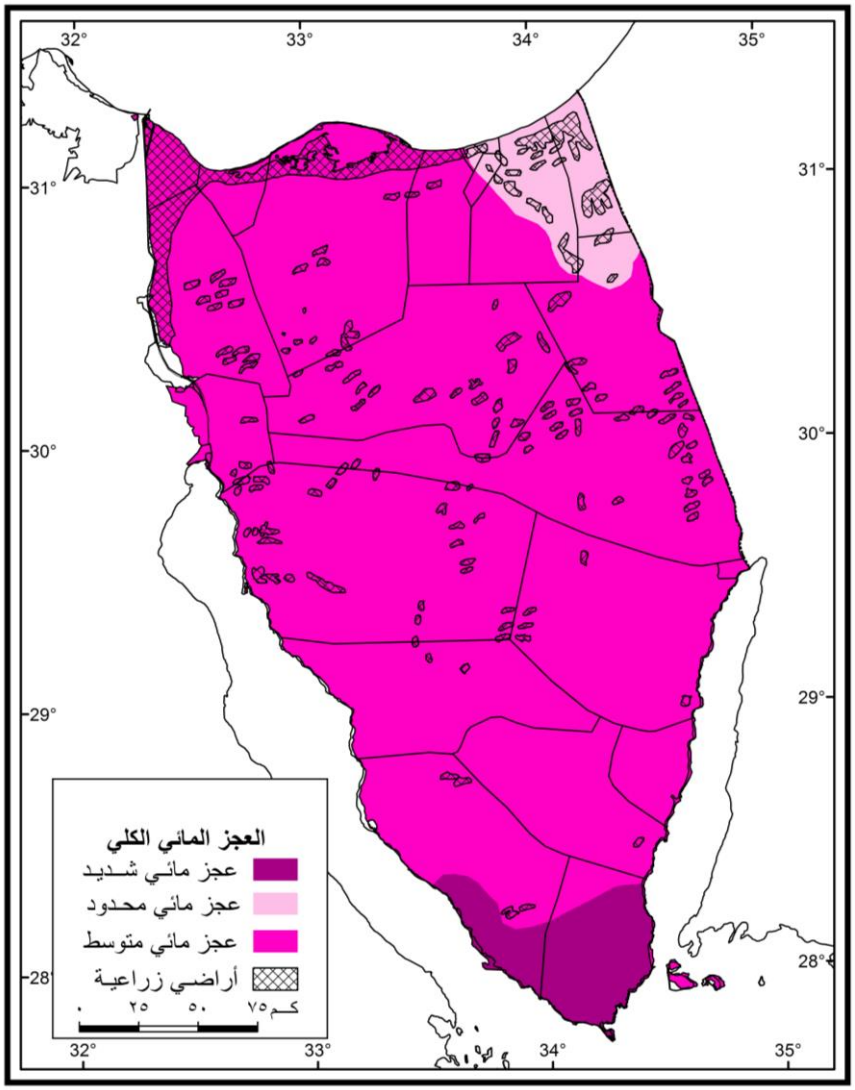
- **نطاق العجز المائي الكلي المتوسط** : تبلغ مساحته ٥٤,٨ ألف كم٢ (٨٩,٨٪ من مساحة سيناء) . ويشغل كل سيناء عدا مناطق : رفح ، وشمالي القصيمة ، وشرقي الشيخ زويد ، وشرم الشيخ ، وجنوبي الطور . ويستأثر هذا النطاق على ٨٥,٩٪ من جملة مساحة الأراضي الزراعية بسيناء (٨٧٤٦٣٦ فدانًا) ، ويزرع منها ٤٩,١٪ على مياه الري بترعة جابر بمناطق : القنطرة شرق ، وبور فؤاد ، ورمانة ، وشمالي بئر العبد ، وغربي العريش.

- **نطاق العجز المائي الكلي المحدود** : تبلغ مساحة هذا النطاق ٣ آلاف كم^{٢} (٥٪ من مساحة سيناء) . ويشغل مناطق : رفح ، وشمالي القصيمة ، وشمالي شرق الشيخ زويد . وتبلغ مساحة الأراضي الزراعية بهذا النطاق ١٤٣٥٦٦ وهو ما يمثل ١٤,١٪ من جملتها بسيناء.

---

(١)- أطلق الباحث على تطابق طبقة العجز المائي السنوي مع طبقة العجز السنوي لرطوبة التربة " العجز المائي الكلي السنوي " وذلك للتعبير عن المصطلحين معاً .

- مراحل إنشاء (شكل ٨) : ١- تم عمل raster لطبقة العجز المائي وتم تصنيفها إلى ثلاث فئات ، و raster لطبقة عجز رطوبة التربة وتصنيفها إلى ثلاث فئات أيضًا . ٢- ثم عمل إحصاءات الخلايا cell statistics واختيار الأسلوب sum لجمع قيم الخلايا pixel في الطبقتين . ٣- ثم عمل إعادة تصنيف reclassify إلى ثلاث فئات لل raster النهائي .



شكل (٨) نطاقات العجز المائي الكلي السنوي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

(٣) . الجريان المائي :

ليست كل مياه التساقط تتحول إلى جريان مائي ، ويتوقف ذلك على عوامل كثيرة منها ما يتعلق بخصائص التساقط والتبخر/ نتح والسطح والتربة والتركيب الجيولوجي والغطاء النباتي . ونظرًا لضعف الجريان المائي إلا في حالة الأمطار الفجائية التي تسبب السيول ، ولذلك سوف تتطرق الدراسة إلى قطرات المياه المحدودة التي تزيد على الموازنة المائية المتمثلة في الجريان المائي (السطحي وتحت السطحي) في فصل الشتاء (ملحق ١) .

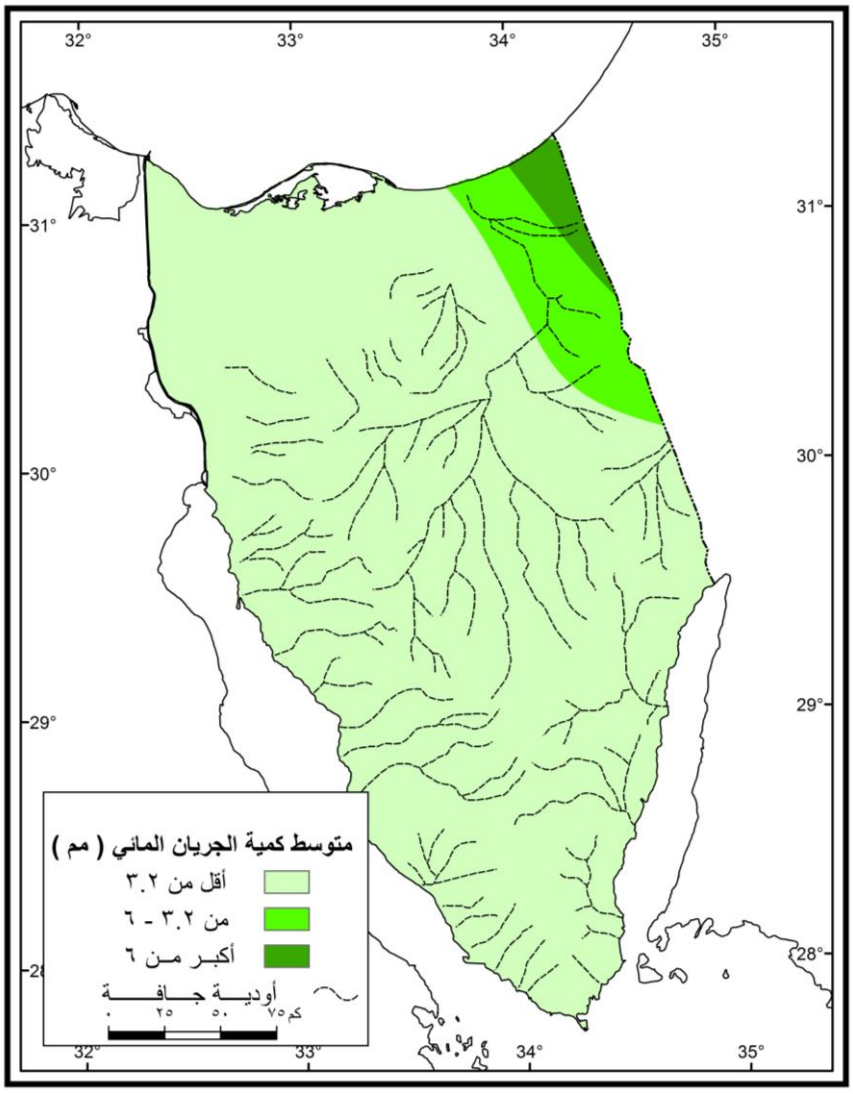
يتباين الجريان المائي في فصل الشتاء من نطاق إلى آخر . ويتضح من تتبع (شكل ٩) أنه يمكن تقسيم شبه جزيرة سيناء إلى ثلاثة نطاقات :

– **نطاق الجريان المائي الأول** : يبلغ فيه معدل الجريان المائي ٦ مم فأكثر ، وتبلغ مساحته ٩٥٦ كم^{٢} (١,٦٪ من مساحة سيناء) . ويتركز بمنطقة رفح . ويخلو هذا النطاق من الأودية الجافة إلا من أعالي رافدين لوادي العريش بالقرب من مصبه .

– **نطاق الجريان المائي الثاني** : يتراوح فيه معدل الجريان المائي بين ٣,٢ – ٦ مم ، وتبلغ مساحته ٤٢٥٠ كم^{٢} (٧٪ من مساحة سيناء) . ويشغل كل من منطقتي الشيخ زويد والقصيمة . ولا يخترق هذا النطاق إلا الجزء الأدنى من وادي العريش .

– **نطاق الجريان المائي الثالث** : يقل فيه معدل الجريان المائي عن ٣,٢ مم ، وتبلغ مساحته ٥٥,٨ ألف كم^{٢} (٩١,٤ ٪ من مساحة سيناء) . ويسود كل شبه جزيرة سيناء عدا نطاقها الشمالي الشرقي . وهو القطاع الذي تقطعه أودية شبه جزيرة سيناء .

– تعتبر رفح المنطقة الوحيدة للجريان المائي في فصل الشتاء بسيناء ، وتقل أهمية الجريان المائي الناجم عن الموازنة المائية بشبه جزيرة سيناء ، كما أنه يتركز بمنطقة تخلو تقريبًا من الأودية الجافة .



شكل (٩) نطاقات الجريان المائي الشتوي بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

ثالثاً – أقاليم الموازنة المائية :

يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى أقاليم طبقاً لقرينة القحولة [١] ، ويقصد بها الحالة الناتجة عن آليات تسبب عجزاً بالمياه في الجو والتربة ، وقلة التساقط وشدة التبخر هما من أهم أسباب هذا العجز المائي [٢] ، ولكن توجد عناصر وعوامل أخرى أقل أهمية منهما .

يتضح من تتبع (شكل ١٠) [٣] أنه يمكن تصنيف شبه جزيرة سيناء وفقاً لقرينة القحولة إلى ما يلي :

(١) . نطاقات زائدة القحولة :

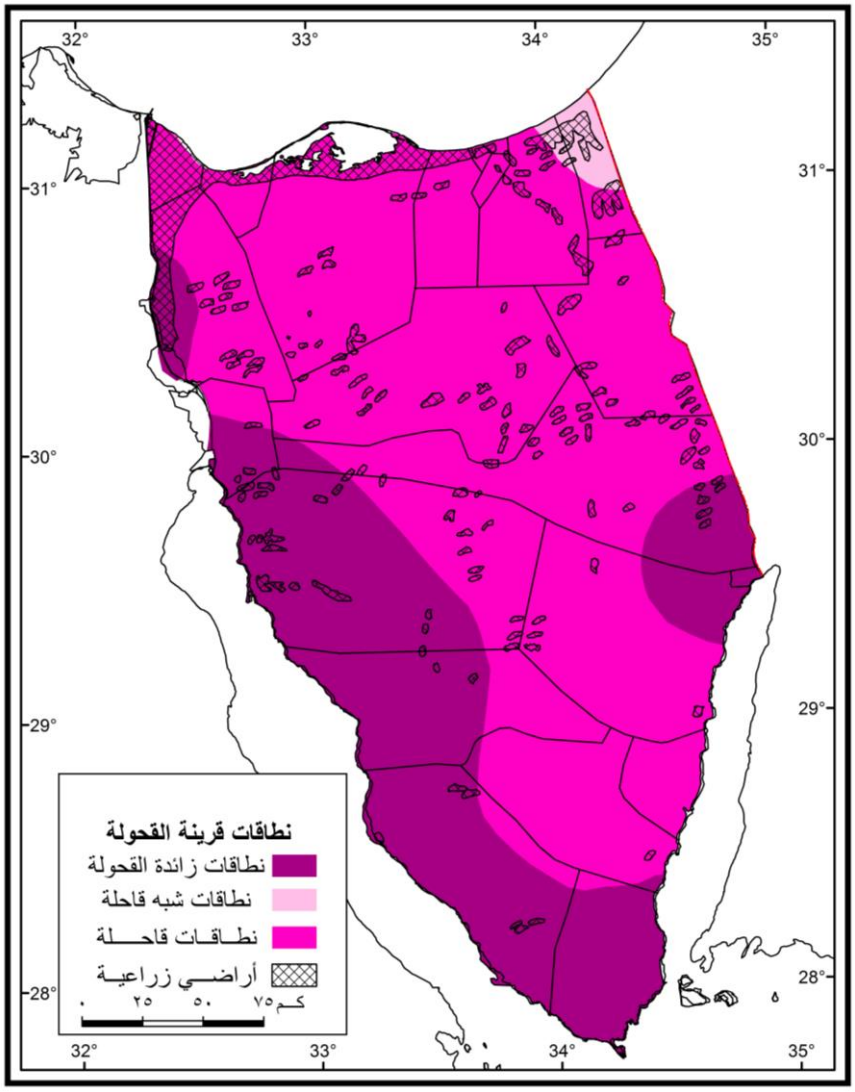
تقل قرينة القحولة فيها عن ٠,٠٣ وهي منطقة الجفاف الشديد . وتبلغ مساحتها ١٩,١ ألف كم^{٢} (٣١,٣٪ من مساحة سيناء) . وتقع بمناطق : شمالي شرق نويبع ، وجنوبي شرق نخل ، وشرم الشيخ ، والطور ، وأبورديس ، ورأس سدر ، والسويس ، والأربعين ، والجناين ، والقنطرة شرق . وتمثل مساحة الأراضي الزراعية بهذه النطاقات ٨٪ من جملتها بسيناء .

---

(١)– المنطقة القاحلة Arid Zone : هي منطقة يكون فيها التساقط غير كاف بحيث يتم اللجوء إلى الري للحفاظ على المزروعات .

(٢)– استخدمت منظمتا الفاو / اليونسكو FAO/UNESCO معياراً كمياً لتمييز المناطق الجافة وهو قرينة القحولة ، وتحسب بقسمة التساقط على التبخر/ نتح المحتمل . وإذا كان الناتج أقل من ٠,٠٣ (نطاقات زائدة القحولة) ، ومن ٠,٠٣ لأقل من ٠,٢٠ (نطاقات قاحلة) ، ومن أقل من ٠,٢٠ لأقل من ٠,٥٠ (نطاقات شبه قاحلة) (مينغة ، ١٩٩٩ : ص ٥٠) .

(٣)– مراحل إنشاء (شكل ١٠) : ١– تم عمل raster للأمطار وآخر للتبخر/ نتح المحتمل . ٢– من raster calculator تم قسمة raster الأمطار على raster التبخر/ نتح المحتمل . ٣– ثم تصنيف ال raster المخرج ب raster calculator بحيث يتم تحديد النطاقات التي تقل عن ٠,٠٣ ، والتي تتراوح بين (٠,٠٣ لأقل من ٠,٢٠) ، والتي تتراوح بين (أقل من ٠,٢٠ لأقل من ٠,٥٠) .



شكل (١٠) نطاقات قرينة القحولة بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) .

(٢) . نطاقات قاحلة :

تتراوح قرينة القحولة فيها بين ‹ ٠,٠٣ ، ‹ ٠,٢٠ ، وهي تشمل قطاعات مغطاه بنباتات متفرقة معمرة وحولية . وتبلغ مساحتها ٤١,١ ألف كم^{٢} (٦٧,٥٪ من مساحة سيناء) . وتقع في منطقة واحدة متصلة تمتد من دائرة عرض شرم الشيخ في الجنوب حتى أقصى شمالي شبه جزيرة سيناء في الشمال مطلة بذلك على البحر المتوسط . وتشغل مساحة الأراضي الزراعية بهذه النطاقات نحو ٨٦٪ من جملتها بشبه جزيرة سيناء .

(٣) . نطاقات شبه قاحلة :

تتراوح قرينة القحولة فيها بين ‹ ٠,٢٠ ، ‹ ٠,٥٠ . وتبلغ مساحتها ٧٣٨ كم^{٢} (١,٢٪ من مساحة سيناء) . وتقع بمنطقة رفح ، وتأخذ شكل المثلث تطل قاعدته على البحر المتوسط ، ورأسه منطقة التقاء الحدود المصرية الفلسطينية بالبعد عن ساحل البحر المتوسط بمسافة ٩٠ كم تقريباً باتجاه الجنوب . وتشكل مساحة الأراضي الزراعية بهذه النطاقات ٦٪ من جملتها بشبه جزيرة سيناء .

النتائج والتوصيات

توصلت الدراسة إلى عدة نتائج تتمثل فيما يلي :

– تباين نطاقات العجز المائي في فصلي الصيف والخريف ، وتعد منطقة شرم الشيخ / الطور – رأس محمد أكثر النطاقات عجزاً في المياه ورطوبة التربة ، وبرغم ذلك فلا تتأثر به لخلوها من الأراضي المنزرعة .

– يسود العجز المائي منطقة الدراسة طوال العام عدا رفح في شهري نوفمبر وديسمبر .

– تباين نطاقات عجز رطوبة التربة في فصلي الشتاء والربيع ، وخلالهما يقع الموسم الزراعي الشتوي ، إلا أن منطقة رفح مشتركة في الفصلين على أنها أقل نطاقات شبه جزيرة سيناء عجزاً في رطوبة التربة .

– تتشابه نطاقات عجز رطوبة التربة في فصلي الصيف والخريف ، ولا تنجح خلالهما الزراعة إلا في منطقة رفح الأقل عجزاً في رطوبة التربة ، حيث الزراعة المطرية في فصل الخريف (بداية الموسم الزراعي الشتوي) .

– تقع منطقة شرم الشيخ ضمن نطاق العجز المائي في الفصول الأربعة ، في حين تقع منطقة رفح في نطاق الفائض المائي . وتقع منطقة شرم الشيخ ضمن نطاق عجز رطوبة التربة في ثلاثة فصول ، في حين تقع منطقة رفح في نطاق فائض رطوبة التربة في فصل الشتاء .

– تتعرض محاصيل شرم الشيخ للذبول في سبعة أشهر ، في حين تبلغ خمسة أشهر بنخل ، ومنها شهران في الربيع بشرم الشيخ وشهر واحد بنخل ، وكذلك نفس التوزيع في فصل الخريف بكل منهما .

– يتركز نحو ٦٤٣٥٠٤ أفدنة وهو ما يمثل ٦٣,٢٪ من جملة الأراضي الزراعية بشبه جزيرة سيناء في منطقتي رفح وترعة جابر ، فالأولى تنجح فيها الزراعة المطرية والأخيرة الزراعة المروية .

– تقع الأراضي الزراعية في الموسم الحار الجاف ضمن النطاق الأقل عجزاً للمياه ، وتقع في الموسم المعتدل الرطب ضمن النطاقين المتوسط والقليل العجز المائي ، مما يعني أن توزيع الأراضي الزراعية مناسباً من حيث الموسم الزراعي والتوزيع الجغرافي .

– تتركز الأراضي المنزرعة بالنطاقات التي يوجد بها المياه ، حيث تتركز بمنطقة رفح لغزارة الأمطار بها في الشتاء ، كما تتركز بسهل الطينة على ضفتي ترعة جابر بشمالي غرب سيناء ، وتبلغ مساحة الأراضي المنزرعة بهما نحو ٤٠٠ ألف فدان (٣٩,٣٪) من جملة مساحة الأراضي الزراعية بسيناء ، وبهما يقع معظم الأراضي المنزرعة إن لم تكن كلها ، أما بقية الأراضي المنزرعة فمتناثرة بشبه جزيرة سيناء عند المراوح الفيضية للأودية الجافة والسهول الساحلية .

– تعد الطور ورأس سدر من النطاقات التي استفادت برطوبة التربة بشكل واضح بتقليل عدد أشهر عجز رطوبة التربة بهما من خمسة إلى ثلاثة أشهر ، وبذلك تتساوى كل منهما مع العريش ، ويرجع ذلك إلى عدم لجوء الأخيرة إلى المخزون المائي بالتربة ، ويبرز ذلك دور السعة التخزينية للتربة .

وتوصي الدراسة بما يلي :

– تخزين مياه الأمطار برفح والتوسع في الزراعة المطرية ، والاهتمام بترعة جابر والتوسع في الزراعة المروية .

– زراعة المحاصيل المحبة للمياه بنطاق ترعة جابر ، وزراعة المحاصيل الحقلية بمنطقة رفح ، وزراعة المحاصيل الشجرية في بقية البقع الزراعية بشبه جزيرة سيناء .

– زراعة محاصيل تقاوم التبخر/ نتح الشديد بالمنطقة لتتغلب على الجفاف الذي يسودها معظم أشهر السنة .

– زراعة محاصيل تمكث فترة طويلة من السنة برفح كالمحاصيل الحقلية وفترة قصيرة بشرم الشيخ مثل محاصيل الخضر ، وذلك لتباين طول مدة احتفاظ التربة بالرطوبة بكل منهما .

– زراعة المحصول المناسب لكل منطقة حسب موسم الفائض المائي ، حيث تختلف مدته من منطقة إلى أخرى .

– تكثيف بخار الماء بالنطاقات الساحلية ، وذلك لسد عجز المياه بالنطاقات المنزرعة الواقعة بساحل البحر المتوسط شمالي شبه جزيرة سيناء .

– تلعب التربة دوراً واضحاً في العجز المائي نتيجة قلة سعتها التخزينية للمياه ، ولذلك يمكن خلط التربة المنقولة (ذات نسيج دقيق) بالأصلية (ذات المسامية المرتفعة) بغرض تقليل أشهر عجز رطوبة التربة أو تأخيرها .

ملحق (١) عناصر الموازنة المائية بمحطات الأرصاد الجوية بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) . (مم)

المحطة	المتغير	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	إبريل	مايو	الربيع	يونية	يولية	أغطسس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	السنوي
أبو رديس	درجة الحرارة (° م)	١٦	١٤.٣	١٥.٦	١٥,٣	١٨	٢٢.٣	٢٥.٦	٢٢	٢٧.٨	٢٨.٨	٢٨.٧	٢٨,٤	٢٧.٣	٢٤.٢	١٩.٦	٢٣,٧	٢٢.٣
	كمية الأمطار	١٥	٤.٨	١	٢٠.٨	٠.٢	٠.٢	٠	٠.٤	٠	٠	٠	٠	٠	٠.١	٠.٢	٠.٣	٢١.٥
	تبخر/ نتح محتمل	٤٢.٢	٣٩.٤	٤٣.٢	١٢٤.٨	٦٣.٦	٩٢.٥	١٣٠.٦	٢٨٦.٧	١٥٢.٧	١٦٣.٨	١٤٨.٣	٤٦٤.٨	١١٥.١	٨٥.١	٥٤.٣	٢٥٤.٥	١١٣٠.٨
	تبخر/ نتح فعلي	١٤.٢	٥٦.٨	٤٢.٢	١١٣.٢	٣٦	١٩.٣	١.٦	٥٦.٩	٠	٠	٠	٠	٠	٠.١	٠.٢	٠.٣	١٧٠.٤
	عجز أو فائض مائي	-٢٧.٢	-٣٤.٦	-٤٢.٢	-١٠٤	-٦٣.٤	-٩٢.٣	-١٣٠.٦	-٢٨٦.٣	-١٥٢.٧	-١٦٣.٨	-١٤٨.٣	-٤٦٤.٨	-١١٥.١	-٨٥	-٥٤.١	-٢٥٤.٢	-١١٠٩.٣
	عجز رطوبة التربة	٢٨	-١٧.٤	١	٩.٦	٢٧.٦	٧٣.٢	١٢٩	٢٢٩.٨	١٥٢.٧	١٦٣.٨	١٤٨.٣	٤٦٤.٨	١١٥.١	٨٥	٥٤.١	٢٥٤.٢	٩٥٨.٤
	م . الجريان المائي				١,٨													
الطور	درجة الحرارة (° م)	١٧.٦	١٥.٢	١٥.٧	١٦,٢	١٨.٤	٢٢.٣	٢٥.٦	٢٢,١	٢٨.٥	٢٩.٥	٢٩.٤	٢٩,١	٢٧.٨	٢٤.١	٢٠.٦	٢٤,٢	٢٢.٨
	كمية الأمطار	٣.٧	١.٥	١.١	٦.٣	١.٤	٠.٣	٠.٣	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠.٨	١.٨	٢.٦	١٠.٩
	تبخر/ نتح محتمل	٤٦.٥	٤١.٦	٤٣.٤	١٣١.٥	٦٥.٢	٩٢.٥	١٣٠.٦	٢٨٨.٣	١٥٩.٥	١٧١.١	١٥٤.٩	٤٨٥.٥	١١٨.٨	٨٤.٦	٥٧.٨	٢٦١.٢	١١٦٦.٥
	تبخر/ نتح فعلي	٣.٥	٤٩.٧	٣٥.٦	٨٨.٨	٣٥.٧	٢٤.٦	٨.٩	٦٩.٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠.٨	١.٧	٢.٥	١٦٠.٥
	عجز أو فائض مائي	-٤٢.٨	-٤٠.١	-٤٢.٣	-١٢٥.٢	-٦٣.٨	-٩٢.٢	-١٣٠.٣	-٢٨٦.٣	-١٥٩.٥	-١٧١.١	-١٥٤.٩	-٤٨٥.٥	-١١٨.٨	-٨٣.٨	-٥٦	-٢٥٨.٦	-١١٥٥.٦
	عجز رطوبة التربة	٤٣	-٨.١	٧.٨	٤٢.٧	٢٩.٥	٦٧.٩	١٢٢.٧	٢١٩.١	١٥٩.٥	١٧١.١	١٥٤.٩	٤٨٥.٥	١١٨.٨	٨٣.٨	٥٦.١	٢٥٨.٧	١٠٠٦
	م . الجريان المائي				١													
العريش	درجة الحرارة (° م)	١٥.١	١٢.٤	١٣	١٣,٥	١٤.٨	١٨.٤	٢٠.٩	١٨	٢٣.٩	٢٥.٨	٢٦.١	٢٥,٣	٢٤.٧	٢١.٨	١٧.٥	٢١,٣	١٩.٥
	كمية الأمطار	٢٢.٢	٢٠.٣	١٧.١	٥٩.٦	١٢.٨	٦.١	٣.٢	٢٢.١	٠	٠	٠.٢	٠.٢	٠.٦	٦	١٦.٢	٢٢.٨	١٠٤.٧
	تبخر/ نتح محتمل	٣٨.١	٣٣.٦	٣٥.٩	١٠٧.٦	٥٢.٠	٧٣.٧	١٠٠.٣	٢٢٦	١٢٤	١٤٠.٢	١٢٨.٧	٣٩٢.٩	٩٨.٣	٧٢.٢	٤٦	٢١٦.٥	٩٤٣
	تبخر/ نتح فعلي	٢١.١	٤٠.٨	٤١.٥	١٠٣.٤	٥٣.٢	٤٨	٢٢.٤	١٢٣.٦	٠.٥	٠	٠.٢	٠.٧	٠.٦	٥.٧	١٥.٤	٢١.٧	٢٤٩.٤
	عجز أو فائض مائي	-١٥.٩	-١٣.٣	-١٨.٨	-٤٨	-٣٩.٢	-٦٧.٦	-٩٧.١	-٢٠٣.٩	-١٢٤	-١٤٠.٢	-١٢٨.٥	-٣٩٢.٧	-٩٧.٧	-٦٦.٢	-٢٩.٨	-١٩٣.٧	-٨٣٨.٣
	عجز رطوبة التربة	١٧	-٧.٢	-٥.٦	٤.٢	-١.٢	٢٥.٧	٧٧.٩	١٠٢.٤	١٢٣.٥	١٤٠.٢	١٢٨.٥	٣٩٢.٢	٩٧.٧	٦٦.٥	٣٠.٦	١٩٤.٨	٦٩٣.٦
	م . الجريان المائي				٣,٧													

تابع ملحق (١) عناصر الموازنة المائية بمحطات الأرصاد الجوية بشبه جزيرة سيناء خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠٠٠ م) . **(مم)**

المحطة	المتغير	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	إبريل	مايو	الربيع	يونية	يولية	أغطسس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	السنوي
رأس النقب	درجة الحرارة (° م)	١١.٥	٩.٩	١٠.٧	١٠,٧	١٣.٢	١٩.٢	٢٣.٣	١٨,٦	٢٥.٦	٢٦.٨	٢٦.٧	٢٦,٤	٢٤.٥	٢١.٤	١٦.١	٢٠,٧	١٩.١
	كمية الأمطار	٥.٨	٢.٩	٥.٤	١٤.١	٤.٧	٠.٧	٠.٦	٦	٠	٠	٠	٠	٠.٤	١.٥	٧.٢	٩.١	٢٩.٢
	تبخر/ نتح محتمل	٣١.٤	٢٩.٦	٣١.٦	٩٢.٦	٤٧.٢	٧٦.٧	١١٤.٣	٢٣٨.٢	١٣٤.٧	١٤٦.١	١٣١.٨	٤١٢.٦	٩٦.٩	٧١.٢	٤٣.٢	٢١١.٣	٩٥٤.٧
	تبخر/ نتح فعلي	٥.٥	٤٣	٣٤.٢	٨٢.٧	٣٨.٩	٣٥.٨	١١.٦	٨٦.٣	٠	٠	٠	٠	٠.٤	١.٤	٦.٨	٨.٦	١٧٧.٦
	عجز أو فائض مائي	-٢٥.٦	-٢٦.٧	-٢٦.٢	-٧٨.٥	-٤٢.٥	-٧٦	-١١٣.٧	-٢٣٢.٢	-١٣٤.٧	-١٤٦.١	-١٣١.٨	-٤١٢.٦	-٩٦.٥	-٦٩.٧	-٣٦	-٢٠٢.٢	-٩٢٥.٥
	عجز رطوبة التربة	٢٥.٩	-١٣.٤	-٢.٦	٩.٩	٨.٣	٤٠.٩	١٠٢.٧	١٥١.٩	١٣٤.٧	١٤٦.١	١٣١.٨	٤١٢.٦	٩٦.٥	٦٩.٨	٣٦.٤	٢٠٢.٧	٧٧٧.١
	م . الجريان المائي				١,٤													
رأس سدر	درجة الحرارة (° م)	١٤.٨	١٣.٨	١٤.٨	١٤,٥	١٦.٨	٢٠.٦	٢٤.٢	٢٠,٥	٢٧.٢	٢٨.٦	٢٨.٤	٢٨,١	٢٦.٣	٢٣	١٨.٣	٢٢,٥	٢١.٤
	كمية الأمطار	٣.١	٣.٥	١.٣	٧.٩	٢.٦	١.٥	٠.٤	٤.٥	٠	٠	٠	٠	٠	٠.٥	١.٥	٢	١٤.٤
	تبخر/ نتح محتمل	٣٨.٦	٣٧.٧	٤٠.٨	١١٧.١	٥٩	٨٣.٧	١٢٠.٨	٢٦٣.٥	١٤٨.٧	١٦٣.٤	١٤٦.٥	٤٥٨.٦	١٠٨.٣	٧٨.٦	٤٩.٥	٢٣٦.٤	١٠٧٥.٦
	تبخر/ نتح فعلي	٢.٩	٤٤.٥	٣٥.٧	٨٣.١	٣٦.١	٢٨.٢	١٣.٨	٧٨.١	٠.٥	٠	٠	٠.٥	٠	٠.٥	١.٤	١.٩	١٦٣.٦
	عجز أو فائض مائي	-٣٥.٥	-٣٤.٢	-٣٩.٥	-١٠٩.٢	-٥٦.٤	-٨٢.٢	-١٢٠.٤	-٢٥٩	-١٤٨.٧	-١٦٣.٤	-١٤٦.٥	-٤٥٨.٦	-١٠٨.٣	-٧٨.١	-٤٨	-٢٣٤.٤	-١٠٦١.٢
	عجز رطوبة التربة	٣٥.٧	٦.٨-	٥.١	٣٤	٢٢.٩	٥٥.٥	١٠٧	١٨٥.٤	١٤٨.٢	١٦٣.٤	١٤٦.٥	٤٥٨.١	١٠٨.٣	٧٨.١	٤٨.١	٢٣٤.٥	٩١٢
	م . الجريان المائي				١,١													
نقب	درجة الحرارة (° م)	١٤.٦	١٤	١٥.٧	١٤,٨	١٥.٦	١٨.٣	٢٠.٩	١٨,٣	٢٢	٢٥.٧	٢٦.٤	٢٤,٧	٢٤.٧	٢٣.٢	١٨.٨	٢٣,١	٢٠.٢
	كمية الأمطار	٩٠	٣١.٣	٣٧.٢	١٥٨.٥	٣٤.٦	١٤.٢	٠.١	٤٨.٩	٠	٠	٠	٠	٠	٢.٢	٩٤.٥	٩٦.٧	٣٠٤.١
	تبخر/ نتح محتمل	٣٦.٩	٣٧.١	٤٢.٥	١١٦.٥	٥٤.٦	٧٣.٢	١٠٠.٣	٢٢٨.١	١١٠.٢	١٣٩.٤	١٣١.١	٣٨٠.٧	٩٨.٣	٧٨.٧	٤٩.٩	٢٢٦.٩	٩٥٢.٢
	تبخر/ نتح فعلي	٣٦.٩	٣٨.٦	٤٣.٤	١١٨.٩	٥٦	٦٦	٤٦.١	١٦٨.١	١٠	١.٣	٠	١١.٣	٠	٢.١	٤٩.٩	٥٢	٣٥٠.٣
	عجز أو فائض مائي	٥٣.١	٥.٨-	٥.٣-	٤٢	٢٠-	٥٩-	١٠٠.٢-	١٧٩.٢-	١١٠.٢-	١٣٩.٤-	١٣١.١-	٣٨٠.٧-	٩٨.٣-	٧٦.٥-	٤٤.٦	١٣٠.٢-	٦٤٨.١-
	عجز رطوبة التربة	٠	١.٥-	٠.٩-	٢.٤-	١.٤-	٧.٢	٥٤.٢	٦٠	١٠٠.٢	١٣٨.١	١٣١.١	٣٦٩.٤	٩٨.٣	٧٦.٦	٠	١٧٤.٩	٦٠١.٩
	م . الجريان المائي				٨,٦													

المحطة	المتغير	ديسمبر	يناير	فبراير	الشتاء	مارس	إبريل	مايو	الربيع	يونية	يولية	أغطس	الصيف	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	الخريف	السنوي
سانت كاترين	درجة الحرارة (° م)	٨.٦	٧.٧	٨	٨,١	١٢	١٧.٣	٢١.٩	١٧,١	٢٤.٩	٢٥.٧	٢٥.٤	٢٥,٣	٢٣.٧	١٩.٧	١٤	١٩,١	١٧.٤
	كمية الأمطار	٦.٦	١.٧	١.٥	٩.٨	١٣.٥	٨.١	٦	٢٧.٦	٠	٠	٠	٠	٠	٣.٤	٢١.٢	٢٤.٦	٦٢
	تبخر/ نتح محتمل	٢٦.٦	٢٦.١	٢٧	٧٩.٧	٤٣.٨	٦٧.٩	١٠٣.٨	٢١٥.٥	١٢٧.٦	١٣٥.٢	١٢٠.٨	٣٨٣.٦	٩٢.١	٦٤.٤	٣٨.٤	١٩٤.٩	٨٧٣.٧
	تبخر/ نتح فعلي	٦.٣	٤٥.٩	٣٣.٩	٨٦.١	٤٠.٢	٤٠.٩	١٨.٣	٩٩.٤	٠	٠	٠	٠	٠	٣.٢	٢٠.١	٢٣.٣	٢٠٨.٨
	عجز أو فائض مائي	-٢٠	-٢٤.٤	-٢٥.٥	-٦٩.٩	-٣٠.٣	-٥٩.٨	-٩٧.٨	-١٨٧.٩	-١٢٧.٦	-١٣٥.٢	-١٢٠.٨	-٣٨٣.٦	-٩٢.١	-٦١	-١٧.٢	-١٧٠.٣	-٨١١.٧
	عجز رطوبة التربة	٢٠.٣	-١٩.٨	-٦.٩	-٦.٤	٣.٦	٢٧	٨٥.٥	١١٦.١	١٢٧.٦	١٣٥.٢	١٢٠.٨	٣٨٣.٦	٩٢.١	٦١.٢	١٨.٣	١٧١.٦	٦٦٤.٩
	م . الجريان المائي				١,٢													
شرم الشيخ	درجة الحرارة (° م)	١٩.٢	١٧.٥	١٧.٨	١٨,٢	٢٠.٥	٢٥	٢٩	٢٤,٨	٣١.٩	٣٣.٣	٣٢.٦	٣٢,٦	٣٠.٨	٢٧.٤	٢٣	٢٧,١	٢٥.٧
	كمية الأمطار	٢٣.٤	٠.٢	٠	٢٣.٦	٠	٠.٢	٠	٠.٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٢٣.٨
	تبخر/ نتح محتمل	٥٢.٢	٤٨.٦	٤٩.٨	١٥٠.٦	٧٤.٤	١٠٨.٩	١٥٩.٨	٣٤٣.١	١٩٤.٨	٢١٤.٤	١٨٧.٧	٥٩٦.٩	١٤٢.٩	١٠٤.٣	٦٧.٨	٣١٥	١٤٠٥.٦
	تبخر/ نتح فعلي	٢٢.٢	٨٧.٧	٣٧.٥	١٤٧.٤	٢٢.٤	٢.٨	٠	٢٥.٢	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	١٧٢.٦
	عجز أو فائض مائي	-٢٨.٨	-٤٨.٤	-٤٩.٨	-١٢٧	-٧٤.٤	-١٠٨.٧	-١٥٩.٨	-٣٤٢.٩	-١٩٤.٨	-٢١٤.٤	-١٨٧.٧	-٥٩٦.٩	-١٤٢.٩	-١٠٤.٣	-٦٧.٨	-٣١٥	-١٣٨١.٨
	عجز رطوبة التربة	٣٠	-٣٩.١	١٢.٣	٣.٢	٥٢	١٠٦.١	١٥٩.٨	٣١٧.٩	١٩٤.٨	٢١٤.٤	١٨٧.٧	٥٩٦.٩	١٤٢.٩	١٠٤.٣	٦٧.٨	٣١٥	١٢٣٣
	م . الجريان المائي				٢													
نخل	درجة الحرارة (° م)	١١.٦	٩.٩	١١.١	١٠,٩	١٣.٧	١٨.١	٢١	١٧,٦	٢٤.٥	٢٥.٩	٢٦.٦	٢٥,٧	٢٣.٥	٢٠.٨	١٦	٢٠,١	١٨.٥
	كمية الأمطار	٥.٢	١٠.٣	٦.٦	٢٢.١	٣.٣	١.٤	٠	٤.٧	٠	٠	٠	٠	٠	٣.٨	٧.٦	١١.٤	٣٨.٢
	تبخر/ نتح محتمل	٣١.٦	٢٩.٦	٣٢.٤	٩٣.٦	٤٨.٧	٧١.٦	٩٩.١	٢١٩.٤	١٢٥.٨	١٣٨.٢	١٣١	٣٩٥	٩١	٦٨.٦	٤٣	٢٠٢.٦	٩١٠.٦
	تبخر/ نتح فعلي	٤.٩	٣٩.٥	٣٧.٧	٨٢.١	٤٣.٦	٣٥.٤	١٤.٢	٩٣.٢	٠.١	٠	٠	٠.١	٠	٣.٦	٧.٢	١٠.٨	١٨٦.٢
	عجز أو فائض مائي	-٢٦.٤	-١٩.٣	-٢٥.٨	-٧١.٥	-٤٥.٤	-٧٠.٢	-٩٩.١	-٢١٤.٧	-١٢٥.٨	-١٣٨.٢	-١٣١	-٣٩٥	-٩١	-٦٤.٨	-٣٥.٤	-١٩١.٢	-٨٧٢.٤
	عجز رطوبة التربة	٢٦.٧	-٩.٩	-٥.٣	١١.٥	٥.١	٣٦.٢	٨٤.٩	١٢٦.٢	١٢٥.٧	١٣٨.٢	١٣١	٣٩٤.٩	٩١	٦٥	٣٥.٨	١٩١.٨	٧٢٤.٤
	م . الجريان المائي				١,٩													

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، وتمت معالجة البيانات ببرنامج USGS .

ملحق (٢) مدخلات برنامج الموازنة المائية لثورنثويت USGS لمحطات أرصاد شبه جزيرة سيناء .

محطة الأرصاد الجوية	Run off factor (%)	Soil moisture Storage capacity (M.M.)	Latitude Location (Degrees)	Snow temperature threshold (° C)
أبو رديس	١	١٠٠	٢٨	١٠ –
الطور	١	١٢٥	٢٨	١٠ –
العريش	١	١٠٠	٣١	١٠ –
رأس النقب	١	١٠٠	٢٩	١٠ –
رأس سدر	١	١٢٥	٢٩	١٠ –
رفح	١	١٢٥	٣١	١٠ –
سانت كاترين	١	٨٣	٢٨	١ –
شرم الشيخ	١	٨٣	٢٧	١٠ –
نخل	١	١٠٠	٢٩	١٠ –

المصدر : الباحث اعتماداً على .Gregory J. M. & Steven L. M. , 2007: p.p. 1-5

ملحق (٣) طاقة الاستيعاب المائي لبعض أنواع التربة .

نسيج التربة	السعة التخزينية (مم)
صلصال	٢٠٠
لوم صلصالي	٢٠٠
لوم سلت	٢٠٨
لوم	١٧٥
لوم رملي	١٢٥
رمل لومي	١٠٠
رمل	٨٣

المصدر: .Ministry of Agriculture,Food and Fisheries,British Columbia,2002, p.2

ملحق (٤) قيم معامل الجريان المائي لأنواع مختلفة المناطق .

المنطقة	معامل الجريان	المنطقة	معامل الجريان
أراضي جرداء	٠,٢٠ – ٠,٨٠	أعشاب صغيرة	٠,١٠ – ٠,٤٠
طرق حصوية مفتوحة	٠,٤٠ – ٠,٦٠	حقول محروثة	٠,٢٠ – ٠,٤٠
تربة ثقيلة معتدلة بانحدار ٢-٧ ٪	٠,١٨ – ٠,٢٢	حجر	٠,٧٠ – ٠,٨٥
تربة رملية معتدلة بانحدار ٢-٧ ٪	٠,١٠ – ٠,١٥	تربة رملية مستوية بانحدار ٢٪	٠,٠٥ – ٠,١٠

المصدر : الخفاف ، عبد علي ، وخضير ، ثعبان كاظم (١٩٩٩) ، ص ١٢٦ .

مصطلحات

معامل الجريان السطحي : وتختلف قيمته من منطقة إلى أخرى طبقاً : Run off Factor – لنوع التربة وانحدارها ، (ملحق رقم ٤) .

السعة التخزينية لرطوبة التربة : تختلف من : Soil moisture Storage Capacity – نقطة الذبول : Wilting Point –تربة إلى أخرى طبقاً لمساميتها ونفاذيتها ، (ملحق ٣) .

: عبارة عن المحتوى الرطوبي للتربة عندما يتعرض النبات النامي بها لحالة الذبول ولا يستطيع استعادة نشاطه حتى عندما يوضع في جو مشبع ببخار الماء ، ويعبر عنها كنسبة مئوية .

السعة الحقلية : عبارة عن قيمة المحتوى الرطوبي للتربة المشبعة : Field Capacity – بعد صرف الماء الحر (ماء الجذب الأرض) ، ويعبر عنها كنسبة مئوية ، وتستخدم قيم السعة الحقلية في تقدير كمية الماء في احتياجات الري ، وكذلك كمية الماء المخزون بالتربة والمتاح للنبات . (جويفل وآخرون ، ١٩٨٩ : ص ص ٤١٧ – ٤١٨) .

الحد الحراري لتساقط الثلج أو البرد " الحالة : Snow Temperature threshold – الصلبة " ، فإذا كان منسوب المنطقة ١٠٠٠ متر فأكثر تصبح درجة الحرارة (١٠ °م) لتساقط الثلج أو البرد ، وإذا انخفض المنسوب عن ١٠٠٠ متر تصبح (١٠ °م) .

المراجع والمصادر

أولاً – المراجع والمصادر العربية :

١- **أحمد ، رجاء خليل** (د.ت.) الموازنة المائية المناخية للمنطقة المتموجة في العراق ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، جامعة بغداد .

٢- **الجراش ، محمد العبد الله** (١٩٨٨) الميزان المائي المناخي في المملكة العربية السعودية ، مجلة الآداب والعلوم الانسانية ، جامعة الملك عبد العزيز .

٣- **الخفاف ، عبد علي ، وخضير ، ثعبان كاظم** (١٩٩٩) المناخ والإنسان ، دار المسيرة ، عمان .

٤- **السيد ، ياسر أحمد** (٢٠٠٣) التبخر/ نتح القياسي في جمهورية مصر العربية " دراسة في الجغرافيا المناخية ، مجلة الإنسانيات ، كلية الآداب – جامعة دمنهور ، العدد ١٦.

٥- **الشاعر ، جهاد علي** (١٩٩٥) علم المياه " الهيدرولوجيا "، منشورات جامعة دمشق .

٦- **الهيئة العامة للأرصاد الجوية بمدينة القاهرة** (٢٠١٠) بيانات قسم المناخ ، بيانات غير منشورة للفترة الممتدة بين عامي ١٩٨٠ – ٢٠٠٠م.

٧- **بلاعو ، علي سالم ، والمصري ، نوفل** (د.ت) دراسة الموازنة المائية والعجز المائي في منطقة مصراته – ليبيا ، مجلة الساتل ، كلية الهندسة – جامعة مصراتة .

٨- **جويفل ، إسماعيل ، وآخرون** (١٩٨٩) أساسيات علم الأراضي ، الجزء الأول ، دار الشهابي ، الإسكندرية .

٩- **حمادة ، إيملي محمد حلمي** (٢٠٠٣) القحط الزراعي في شمال سيناء دراسة في المناخ التطبيقي ، مجلة الأرصاد الجوية ، القاهرة ، السنة ٨ ، العدد ٢٦ .

١٠- **حمودة ، حلمي عبد القادر** (١٩٧٧) الموازنة المائية في الجزائر ، مجلة البحوث والدراسات العربية ، معهد البحوث والدراسات العربية ، القاهرة ، العدد ٨ .

١١- **عطا ، محمد فوزي أحمد** (٢٠٠١) التبخر والموازنة المائية في الاحساء بالمملكة العربية السعودية ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، السنة ٣٣ ، العدد ٣٨ ، الجزء الثاني .

١٢- ـــــــــــــــ (٢٠٠٤) المناخ والنقل في شبه جزيرة سيناء دراسة في المناخ التطبيقي ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، السنة ٣٦ ، العدد ٤٣ ، الجزء الأول .

١٣- ـــــــــــــــ (٢٠٠٥) التبخر والموازنة المائية في أبها بالمملكة العربية السعودية " دراسة في المناخ التطبيقي " ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، السنة ٣٧ ، العدد ٤٥ ، الجزء الأول .

١٤- **موسى ، حسن علي** (١٩٧٦) أقاليم الكفاية المائية في سورية ، الجمعية الجغرافية السورية – المجلة الجغرافية .

١٥- **مينغة ، مونيك** (١٩٩٥) الإنسان والجفاف ، ترجمة ميشيل خوري ، منشورات وزارة الثقافة السورية ، دمشق .

ثانياً – المراجع والمصادر الإنجليزية :

1. **Gregory , J. M & Steven , L. M** ., (2007) A monthly Water – Balance model driven by a Graphical user interface , U.S. Geological Survey , Virginia .
2. **Michael , J .C., et al,** (2001) Water Balance for the Colorado River Delta , Journal of Arid Environments ,California, U.S.A.pp.35-48 .
3. **Ministry of Agriculture**, (2002) , Food and Fisheries , British Columbia .
4. **Sentelhas , P. C, & et al,** (2008) Water deficit and water surplus Maps for Brazil – based on FAO Penman – Monteith potential evapotranspiration , Journal of Applied Science , Univercity of Taubate , Brasil , Vol. 3 , No. 3 , pp.28-42.