الموازنة المائية للتربة في قطاع غزة

د. يوسف أبو مايلة*

مقدمة:

تتناول الدراسة موضوع الموازنة المائية في قطاع غزة وهو موضوع يفيد في كثير من المجالات في القطاع، حيث إن القطاع يعاني من عجز مائي في الطبقة الحاملة للمياه تقدر ب ٦٠ مليون م٣/السنة. وتهدف الدراسة إلى معرفة العجز أو الفائض المائي لتقدير مدى الجهد البيئي (Environmental stress) الذي تتعرض له الحياة النباتية والحيوية خاصة وأن القطاع منطقة ذات مناخ جاف - شبه جاف.

تعتمد الدراسة على استخدام معدلات الأمطار الشهرية ومعدلات التبخر الشهرية في التربة، وبالتالي يمكن من نتائج الدراسة الاسترشاد بتحديد أنماط الزراعة في القطاع وفقا للظروف المناخية. كذلك تهدف إلى استخراج بعض المتغيرات المهمة مثل التغيير في مخزون التربة من الرطوبة والفائض أو العجز المائي والجريان السطحي . حيث استخدمت في الدراسة البيانات المناخية للمحطة الرئيسية في قطاع غزة كما أخذت بيانات من ثمان محطات للأمطار تابعة لدائرة الزراعة للفترة من ١٩٨٢-١٩٩٤م. واستخدمت معدلات "تورنثويت" أحد المعادلات التجريبية

---

* *استاذ الجغرافيا الطبيعية المشارك بجامعة الأزهر - غزة*

(مجلة البحوث والدراسات العربية ، مج ٢٤ ،ديسمبر١٩٩٥-ص ص٤٧-٨٨)

لحساب التبخر الحقيقى فى قطاع غزة.

وتشير فروض الدراسة إلى وجود فائض مائى في القطاع فى شهور نوفمبر، ديسمبر، يناير، وفبراير، ثم عجز مائى فى بقية شهور السنة من مارس حتى اكتوبر. كما يتوقع وجود تفاوت فى العجز أو الفائض من الشمال إلى الجنوب- وكذلك ازدياد معدلات التبخر بالاتجاه جنوبا- كما تظهر الدراسة معدل العجز المائى التراكمى.

الموقع:

يقع قطاع غزة فى الجزء الجنوبى الغربى من السهل الساحلى الفلسطينى، ويمتد بين دائرتى عرض ١٩ َ ٣١ ° - ٤٠ َ ٣١ ° شمالاً ، وخطى طول ١٣ َ ، ٣٤ ° - ٥٣ َ ٣٤ ° شرقاً.

تبلغ مساحة قطاع غزة ٣٦٠كم٢ - وهى تعادل ١٫٣٣٪ من جملة مساحة فلسطين. كما يبلغ طول قطاع غزة ٤١كم من الشمال إلي الجنوب، بينما يتراوح عرضه مابين ٧ -١٢كم- ويحده من الشرق صحراء النقب، ومن الجنوب صحراء سيناء - أما فى الغرب فالبحر المتوسط- وفى الشمال فلسطين المحتلة. شكل(١).

منهجية البحث:

تم الاعتماد فى هذه الدراسة على المنهج التحليلى - لتحليل الضوابط المتحكمة فى الموازنة المائية فى قطاع غزة- واستخدمت لهذا الغرض معادلة تورنثويت (Tharnthwaite) لحساب التبخرر الكامن potiental Evapotranspiration بالإضافة إلى معادلة تورنثويت لحساب الموازنة المائية للتربة.

ويمكن أن يقسم قطاع غزة إلى عدة مناطق مناخية هى:

١- المنطقة شبه الرطبة ، يزيد المعدل السنوى للأمطار فيها عن ٤٠٠ملم، وتقع فى شمال القطاع.

شكل (١) منطقة الدراسة (توزيع القرى والمدن)

٢- المنطقة شبه الجافة ، يتراوح معدل الأمطار السنوية فيها مابين ٣٠٠-٤٠٠ملم، وتمثله المناطق الوسطى من القطاع.

٣-المناطق الهامشية، ويتراوح معدل الأمطار فيها مابين ٢٠٠-٣٠٠ملم وتقع فى المناطق الجنوبية الشرقية للقطاع.

من الملاحظ أنه لايمكن الاعتماد على التصنيف السابق فى تخطيط الحدود بين الأقاليم الزراعية على أساس مناخى، وذلك لاعتماد نجاح زراعة المحاصيل على رطوبة التربة فى كل مرحلة من مراحل نمو النبات.

أهداف الدراسة:

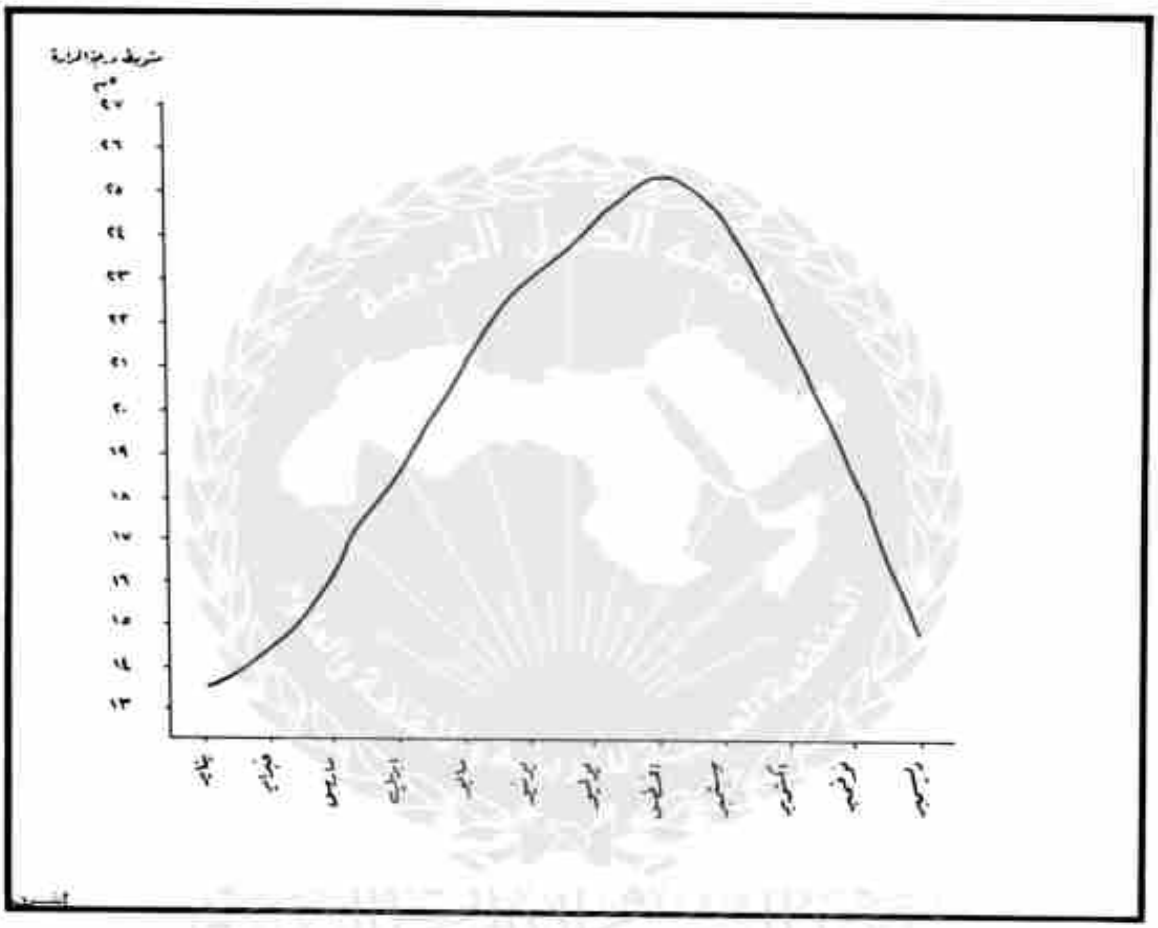
تهدف الدراسة إلى تقدير التوازن المائى للتربة فى قطاع غزه عن طريق استخدام معدلات الأمطار الشهرية، ومعدلات التبخر الشهرية من التربة، ويمكن الاستعانة بنتائج هذه الدراسة فى تحديد أنماط الزراعة فى أى مكان من الأراضى الزراعية وفقا للظروف المناخية.

كما تهدف إلي استخراج المتغيرات المهمة، مثل التغير فى مخزون التربة من الرطوبة والفائض المائى، والجريان السطحى، كما تساعد فى تحديد إمكانيات الاستغلال الأمثل لأية منطقة.

مصادر البيانات:

استخدمت فى هذه الدراسة البيانات المناخية للمحطة الرئيسية فى قطاع غزة. كما أخذت بيانات من ثمان محطات فرعية للأمطار موزعة فى أنحاء القطاع، والتابعة لدائرة الزراعة للفترة من ١٩٨٢-١٩٩٤م. كما استخدمت معادلة ثورنثويت، أحد المعادلات التجريبية لحساب التبخر الحقيقى فى قطاع غزة، وتتمثل المعادلة فى (١):

$$ت = ١.٦ \left(\frac{١٠ ح}{ق} \right)^{أ}$$



شكل (٢) المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة بغزة فى الفترة من ١٩٦٧ -١٩٨٨

حيث إن:

ت : معدل التبخر الشهرى.

ح : معدل درجة الحرارة الشهرية م^{٥} .

ق: قرينة سنوية للحرارة - تتكون من مجموع اثنتى عشرة قرينة شهرية؛ حيث إن قَ تمثل قرينة شهرية للحرارة وتحسب وفقا للمعادلة التالية:

$$قَ = (\frac{ح}{٥})^{١.٥٤١}$$

أ : دالة القرينة الحرارية وهى تساوى ١.٥٤١

يعتبر عدم تواجد العدد الكافى من محطات الأرصاد الى تتناسب في عددها وتوزيعها مع مساحة قطاع غزة مشكلة رئيسية، وكانت أحد أوجه القصور فى البحث والتى لانملك حيالها إلا الإشارة إليها، إن عناصر المناخ تتمثل فى مجموعة من العوامل تتحكم إلى حد بعيد فى مدى دقة المعالجة العلمية لموضوع كالذى نتناوله فى الدراسة. فحسب المقياس الدولى من المفروض تواجد من ٨-٩ محطات للأرصاد فى قطاع غزة.

الموازنة المائية للتربة فى قطاع غزة:

أولا: العوامل المؤثرة فى الموازنة المائية للتربة:

تتأثر الموازنة المائية للتربة فى قطاع غزة بعدة عوامل طبيعية يتفاوت تأثيرها من منطقة إلى أخرى، ومن أهمها:

١- العوامل المناخية، ممثلة فى الحرارة، التساقط، الرياح، والتبخر/النتح.

٢- التربة.

٣- الجريان السطحى.

وسنتناول هذه العوامل فيما يلى بالتفصيل:

١- العوامل المناخية

يؤثر المناخ تأثيرا كبيرا على الموازنة المائية للتربة بعناصره المختلفة من حرارة وأمطار ورطوبة ويتباين تأثيرها من مكان إلى آخر.

أ- الحرارة:

يتمتع قطاع غزة بمناخ معتدل وقد ساعد على ذلك موقعه البحرى، فالمعدل السنوى لدرجة الحرارة يصل إلى ١٩.٩ °م - ويعتبر شهر يناير من أبرد شهور السنة، بينما يعتبر يوليو وأغسطس أشد الشهور حرارة شكل(٢).

يلاحظ أن المدى الحرارى فى قطاع غزة محدود نسبيا، لتأثير العامل البحرى وينخفض المدى فى شهر يوليو إلي ٥.٥ °م ويصل فى يناير إلي ١٠.٤ °، حيث يتراوح المدى بين ٧ °م -٩ °م فى أغلب شهور السنة، كما تؤثر المنخفضات الخماسينية على المدى الحرارى فى فصل الربيع فيصل إلى ١١.٤ °م . جدول (١). وتؤثر درجات الحرارة فى معدلات البخر إذ يزداد مقدار التبخر كلما ارتفعت درجة الحرارة وينخفض مقدار التبخر بانخفاضها- إذا توفرت الرطوبة الكافية فى التربة.

جدول (١) التوزيع الشهرى لدرجات الحرارة فى قطاع غزة(٧٦-١٩٩٣)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	غسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	سنة
درجة الحرارة													
درجة سنوية	١٣.٤	١٣.٨	١٥.٣	١٨	٢٠.٧	٢٣.٥	٢٦.١	٢٥.٨	٢٥و٢	٢٢.٨	١٨.٩	١٥	١٩.٩
النهاية الصغرى	٩.٣	١٠.٢	١١.٧	١٢.٣	١٧.٣	١٩.١	٢١.٥	٢١.٩	٢٠.٦	١٧.٦	١٤.٥	١٠.٩	١٥.٦
النهاية العظمى	١٧.٩	١٨.٣	٢٠.٥	٢٣.٧	٢٤.٣	٢٦.٩	٢٧	٢٩.٢	٢٨.٦	٢٦.٦	٢٣.٢	١٨.٧	٢٣.٧

المصدر: محطة الأرصاد الجوية - والجدول من إعداد الباحث.

ب - الأمطـار:

يبلغ المعـدل السنوى للأمطار فى قطاع غـزة حـوالى ٤١٥ ملم، وتتـذبذب كميات الأمطار من سنة لأخرى ومن فصل لآخر كما تتفاوت فى توزيعها الجغرافى من منطقة لأخرى جدول (٢).

١- التوزيع الجغرافى:

يتباين التوزيع الجغرافى للأمطار فى قطاع غزة تباينا واضحا، إذ تتناقص كمية الأمطار من الشمال إلى الجنوب- فيبلغ معدل الأمطار السنوية فى بيت لاهيا الواقعة شمال القطاع حوالى ٥٣٠ملم، بينما يصل المعدل إلى حوالى ٢٦٠ملم فى رفح الواقعة جنوب القطاع - كما هو مبين فى شكل (٣) وفى جدول (٢).

جدول (٢) التوزيع الجغرافي للأمطار فى قطاع غزة

الفترة من (٧٦-١٩٩٣) ملم/السنة

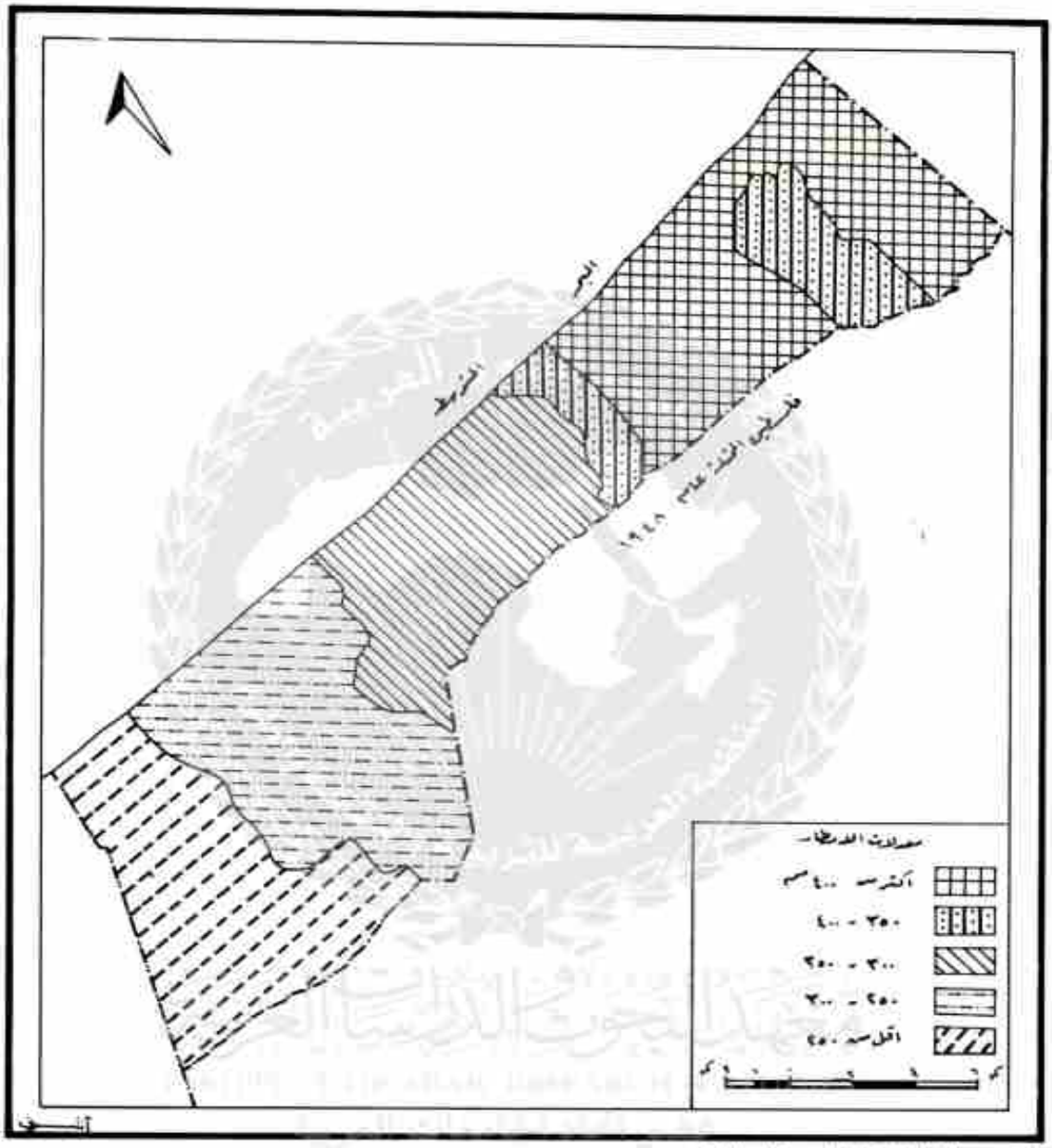
بيت لاهيا	بيت حانون	الشاطى	المفرقة النصيرات	دير البلح	خان يونس	رفح	المعدل العام
٥٣٠	٤٩٢	٤٩٧	٤١٨	٤٠٤	٣٦١	٢٦٠	٤١٥

المصدر : دائرة الزراعة بغزة - قسم المياه ١٩٩٣م.

كما يتناقص معدل الأمطار بالاتجاه من الغرب نحو الشرق- فيبلغ المعدل فى محطة بيت لاهيا القريبة من الساحل حوالى ٥٣٠ملم/السنة. أما فى بيت حانون الواقعة إلي الشرق من بيت لاهيا بنحو ٣كم فتقل الأمطار إلي ٤٩٢ملم/السنة.

٢- التوزيع الفعلى للأمطار:

يبدأ موسم الأمطار عادة فى أكتوبر ويستمر حتى نهاية مايو، وقد تبين من خلال الدراسة أن الأمطار تبدأ في بعض السنوات في سبتمبر- وقد تتأخر إلي منتصف نوفمبر . بالرغم من أن الفصل المطير يمتد من أكتوبر إلى نهاية مايو



المصدر : دائرة الزراعة - الفصل من حساب الباحث .

شكل (٣) المناطق المطيرة فى القطاع

تقريبا. إلا أن معظم الأمطار تسقط في فصل الشتاء- تأتى أمطار الخريف فى المرتبة الثانية بعد أمطار الشتاء- بينما لاتساهم أمطار الربيع إلا بنسبة ١٢٪ فقط من مجموع الأمطار السنوية . جدول (٣).

جدول (٣) التوزيع الفصلى للأمطار فى قطاع غزة

خلال الفترة ٧٦-١٩٩٣

المنطقة	الخريف		الشتاء		الربيع		السنة
	المعدل الفصلى	٪	المعدل الفصلى	٪	المعدل الفصلى	٪	المعدل السنوى
بيت لاهيا	١١٨،١	٢٢،٣	٣٤٧،٧	٦٥،٥	٦٤،٩	١٢،٢	٥٣٠،٧
بيت حانون	٩٩،٥	٢٠،٢	٣٣٧،٣	٦٨،٦	٥٥،١	١١،٢	٤٩١،٩
الشاطئ	١٠٣،٩	٢١،١	٣٣٩،٥	٦٩	٥٣،٩	١٠،٩	٤٩٧،٣
المغراقة	٨٥،٥	٢٠،٤	٢٧٨،٤	٦٦،٥	٥٥	١٣،١	٤١٨،٩
النصيرات	٨٩،٥	٢٢،٢	٢٦٩،١	٦٦،٥	٤٥،١	١١،٢	٤٥٣،٧
دير البلح	٨٩،٥	٢٤،٨	٢٣٠،١	٦٣،٧	٤١،٩	١١،٦	٣٦١،٤
خان يونس	٧٣،٨	٢٠،٧	٢٣٣،٦	٦٥،٦	٤٨،٧	١٣،٧	٣٥٦،١
رفح	٤١،٨	١٦،٢	١٧٠،٤	٦٦	٤٦	١٧،٨	٢٥٨،٢
المعدل	٨٧،٧	٢١،١	٢٧٥،٨	٦٦،٥	٥١،٣	١٢،٤	٤١٤،٨

المصدر : محطة الأرصاد الجوية - والجدول من إعداد الباحث.

٣- عدد الأيام الممطرة:

دراسة عدد الأيام الممطرة فى الشهر/السنة، تساعد فى التعرف على طبيعة الأمطار من حيث الكثافة، وتعطى مؤشراً لمعدلات رطوبة التربة والتسرب والجريان السطحى، فمن دراسة بيانات الأمطار فى القطاع للفترة من ٧٣- ١٩٩٠ يتضح مايلى:

- تشكل شهور يناير، ديسمبر، فبراير، مارس، نوفمبر، أكبر عدد للأيام المطرة فى القطاع خلال الفترة ذاتها.

- كما يرتبط ذلك بكمية الأمطار الساقطة لذات الفترة والتى تشكل ٢٨٪، ٢٢.٥٪ ، ١٤.٥٪ ،٨.٠٪ ، ١٤٪ والبالغة ٨٠٪ من إجمالى معدلات الأمطار الساقطة على القطاع خلال ذات الفترة وهى توافق تقريبا نسبة الأيام المطرة.

ج - الرياح :

تلعب الرياح دورا مهماً فى عملية التبخر/ النتح من التربة والمسطحات المائية، ويرتفع مقدار التبخر مع ازدياد سرعة الرياح. ويتضح من اتجاهات الرياح فى قطاع غزة أن الرياح الشمالية الغربية هى الرياح السائدة فى المنطقة والتى تشكل حوالى ٤٢.٢٪ من مجموع اتجاهات الرياح، ثم تليها الرياح الجنوبية الشرقية بنسبة ٢٢٪ ، ثم الرياح الجنوبية الغربية بنسبة ١٢.٦٪ ، ثم يليها الرياح الشمالية الشرقية بنسبة ١٠.٤٪ ، أما بقية الاتجاهات الأخرى فتشكل ١٥.٢٪ من اتجاهات الرياح السائدة فى المنطقة.(٣).

تزداد سرعة الرياح فى فصل الشتاء حيث تبلغ أقصى سرعة لها فى يناير ٧.٦ عقدة، بينما تنخفض سرعتها فى شهر أغسطس إلى ٤.٩ عقدة، ومما لاشك فيه ، أن سرعة الرياح واتجاهاتها تلعب دورا أساسيا فى التأثير على معدلات التبخر، ويتضح من دراسة الرياح فى القطاع بأنها من حيث السرعة والاتجاه تتوافق ومعدلات التبخر من التربة.

كما تعمل الرياح على نقل الرمل من منطقة لأخرى، فتنكشف بذلك الأجزاء الأكثر رطوبة فتتعرض لعملية التبخر المباشر، فتجف هى الأخرى، وتتحرك مع

الرياح لتكشف أجزاء أخرى وهكذا تتوالى العملية. لذا نجد أن جفاف سطح الكثبان الرملية المتحركة يكون أكثر وضوحا من جفاف سطح الرمال الثابتة.

د- التبخر / النتح:

يتحكم فى عملية التبخر/النتح عدة عوامل - أهمها رطوبة التربة ، والرياح ودرجات الحرارة التى تعمل على زيادة معدل البخر. ويقصد بالتبخر كمية المياه العائدة إلى الجو، ولا تتوقف عملية التبخر حتى مع انخفاض درجات الحرارة إلى حدها الأدنى، كما يتبخر جزء من مياه الأمطار قبل وصولها إلى الأرض،وتتم عملية التبخر من المسطحات المائية بمختلف أحجامها وأشكالها، بالإضافة إلى التبخرمن التربة والمياه تحت السطحية.

العلاقة بين معدل التبخر ورطوبة التربة:

١- يساوى معدل التبخر، من التربة المشبعة بالماء، معدل التبخر من المسطحات المائية.

٢- بعد عملية الرى تمكث التربة فى حالة من التشبع لفترة محدودة، ثم تبدأ رطوبتها بالتناقص، وعندها فإن العجز فى رطوبة التربة يؤثر على معدلات التبخر، ويجعله أقل من معدله من المسطحات المائية.

٣- عندما تصل رطوبة التربة إلى حدها الأدنى - يتكون على السطح طبقة جافة، لذا فإن معدل التبخر يتناقص هنا إلى أدنى درجة أيضا.

٤- كما يؤثر نسيج التربة على البخر فوجود الأملاح المعدنية يسهل حركة المياه فى مسامات التربة، وبالتالى فإن أعلى معدلات التبخر تحدث فى التربة التى يتراوح حجم حبيباتها بين ٥ . ٠-٣ملم.

٥- يقل معدل التبخر من التربة بشكل ملحوظ مع زيادة عمق مستوى الماء

الباطن، في حين يرتفع معدل التبخر إذا كان مستوى الماء الباطنى أقل من ١.٢٥ م (٤).

كما يعتبر التبخر /النتح من العوامل التى تؤثر على مستويات الماء الباطنى، فإذا كان للتساقط والمياه السطحية أثر فى مستوى المياه الباطنى فى منطقتما، فإن لعملية التبخر/النتح Evapotranspiration أثراً عكسياً على تلك المستويات خاصة فى المناطق المكشوفة من القطاع، والتى ترتفع فيها درجات الحرارة ويقل بها التساقط، مما يؤدى إلى زيادة نشاط عملية التبخر/ النتح في القطاع عامة وفى جنوب القطاع بصفة خاصة.

كما تساعد الرياح على جفاف التربة السطحية، وبفعل الخاصية الشعرية ترتفع المياه من الطبقات العميقة المشبعة الواقعة تحت تلك الطبقات التى تعرضت لعمليتى التبخر، ويساعد استمرار هذه العملية على خفض مستوى المياه فى المنطقة عامة وفى المناطق الجنوبية الشرقية خاصة، ويلاحظ أن تأثير عملية التبخر/ النتح يتباين من منطقة لأخرى، حيث تتباين أنواع المزروعات التى يعتمد بعضها على الرى، والبعض الآخر على مياه الأمطار- وتستهلك عملية التبخر كميات كبيرة من المياه الموجودة فى التربة.

جدول (٤) التوزيع الشهرى لمعدلات التبخر الكامن(بالمليمتر) فى قطاع غزة

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنة
المعدل الشهرى للفترة ٨٥-١٩٩٢	٦٧.٧	٧٧	١٠٢.٧	١٠٢,٧	١٧٠.٥	١٨٨.٥	١٩٢.١	١٨٢.٩	١٦١.٩	١٣٨,٩	٨٠.١	٥٧١.٢	١٥٩٩
المعدل الشهرى للفترى من ٧٣-١٩٩٠	٦٩.٥	٧٧	٩٨.٤	١٤١.٧	١٧٣.٧	٢٠٤.٤	٢٠٢.٩	١٩٥.٥	١٧٥	١٧٦.٧	٨٨.٦	٥٧٩.٠	١٦٧٨

المصدر: محطة الأرصاد الجوية - والجدول من إعداد الباحث.

من جدول (٤) يلاحظ، أن معدل التبخر يصل أقصى معدل فى شهر يوليو ٢٠٢.٩ ملم ، أو ١٩٢.١ملم ، وذلك لارتفاع درجة الحرارة، ثم يبدأ معدل التبخر فى الانخفاض حتى يصل إلى أدنى معدل له وهو ٦٩.٥ملم أو ٦٧.٧ملم فى شهر يناير حيث تصل درجة الحرارة إلي أدنى معدل لها طوال العام ١٣.٤م[٥].

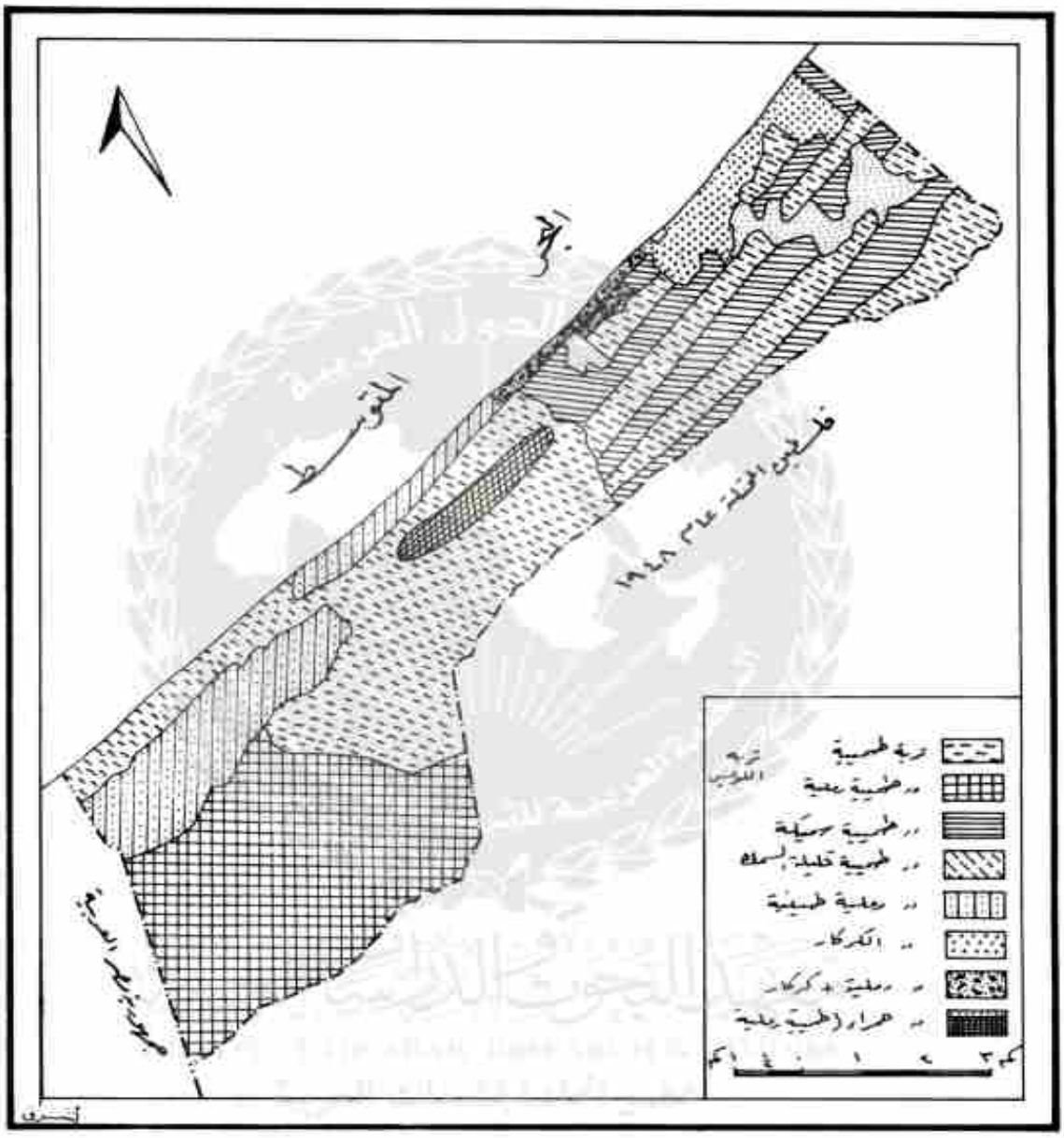
٢- التربة:

تعتمد رطوبة التربة على سمك التربة ونسيجها، والعمق الذى تستطيع أن تصل إليه جذور النبات، بالإضافة إلي توفر مصدر لهذه الرطوبة، فكلما كانت التربة أكثر سمكا، ازدادت كمية الرطوبة التى تستطيع أن تحتفظ بها. ويؤثر نسيج التربة على الرطوبة المتاحة عن طريق تأثيره على السعة الحقلية، ونقطة الذبول، وهما يشكلان الحدين اللذين يحددان كمية الرطوبة التى تستطيع التربة الاحتفاظ بها عندما تكون مشبعة بالماء، وتمثل نقطة الذبول الحد الأدنى الذى إذا انخفضت الرطوبة عنه، فإن الأجزاء الخضراء من النبات تبدأ فى الذبول[٥].

ويمكن تقسيم أنواع التربة فى قطاع غزة إلي عدة أنواع كما يلى[٦] شكل(٤):

١- **التربة الرملية:** تنقسم التربة إلي كثبان رملية متحركة وأخرى ثابتة بفعل النبات الطبيعى - وتتفاوت أعماقها بحيث تتراوح بين عشرات السنتيمترات وعدة أمتار، وتتميز بقلة المواد العضوية فيها- وهى كثبان رملية تشكل شريطاً ساحلياً يصل اتساعه إلي ٥كم.

٢- **تربة اللويس** : وهى تكوينات رسوبية تتكون من حبيبات التراب الناعمة بدرجة أكبر من رمال الكثبان الرملية وأكثر خشونة فى التكوينات الصلصالية، وتقع فى وادى غزة شمالاً حتى خان يونس جنوبا.



شكل (٤) التوزيع الجغرافى للتربة فى القطاع

٣- **التربة الحمراء** : وهو مصطلح محلى فى فلسطين ، وهو نوع من التربات تتكون من الصخور المتماسكة،وغير المتماسكة والتى توجد بين ظهور الكركار، كما أنها تربة مفككة الرواسب وتتوزع في السهل الساحلى الأوسط، وبعض المناطق الداخلية فى قطاع غزة.

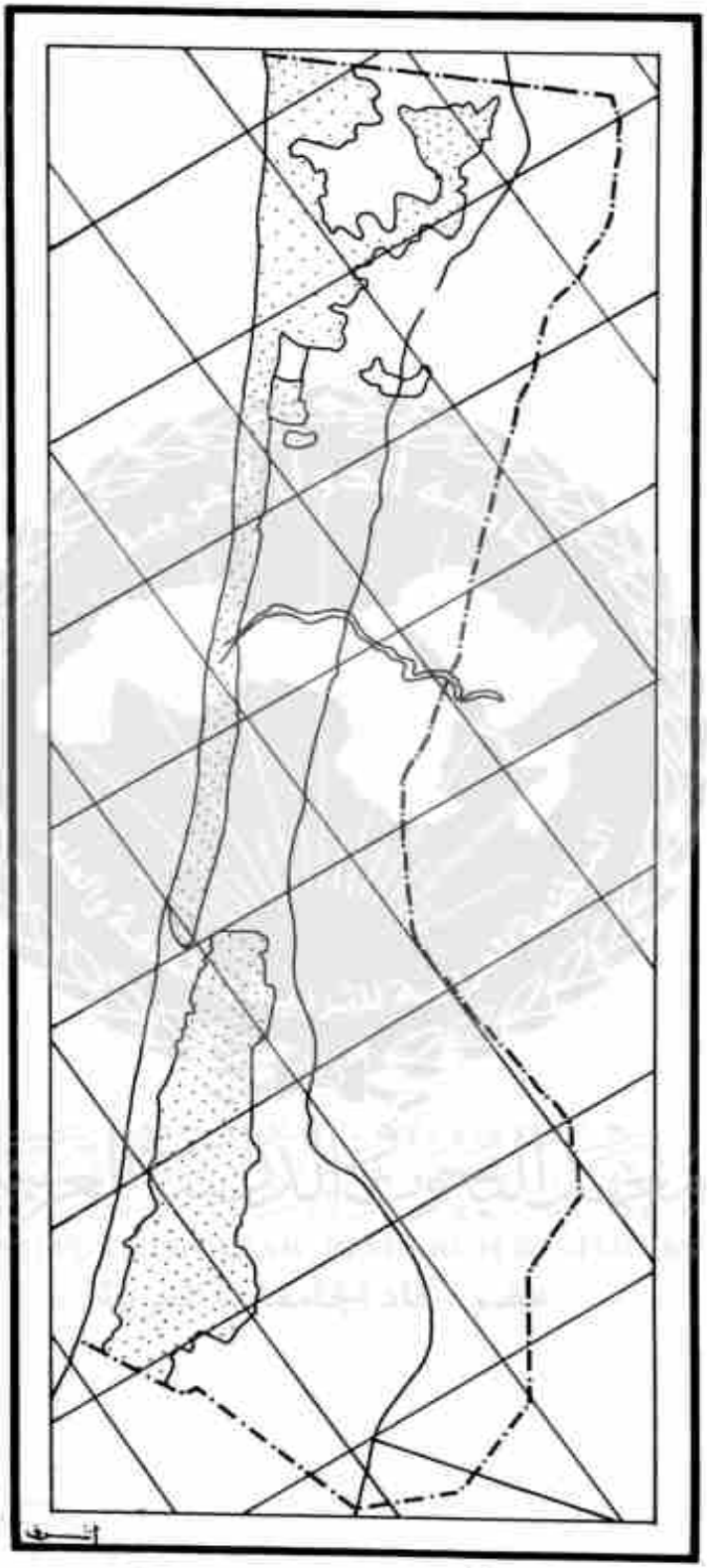
٤- **التربة الفيضية:** وهى التربة التى كونتها مجارى الأودية؛ حيث تنقل الرواسب من جبال الخليل وصحراء النقب، وهى تربة طميية وتتكون من الغرين.

٥- **تربة الكركار:** تسمى محليا الجرول وهى عبارة عن رمال كثبانية متماسكة، تتوزع هذه التربة على التلال الشرقية لخان يونس وبيت حانون وهى من أفقر تربات القطاع.

٦- **تربة المواصى** : تشغل هذه التربة مساحة كبيرة من منطقة الكثبان الرملية، وتتميز بارتفاع منسوب المياه الجوفية فيها، والتى تتغذى عليه جذور النبات المزروع فى هذه التربة.

وفيما يلى يمكن تصنيف التربة حسب المساحة (٧):

نوع التربة	المساحة بالألف دونم	النسبة المئوية
- تربة طمى طينى - رمل	٧١.٨	٢٠٪
- تربة طينية - رملية	١٠٢.٥	٢٨.٢٪
- تربة رملية	٨٤.٧	٢٣.٥٪
- تربة كركار	٦٠.٦	١٦.٨٪
- تربة المواصى (طين مختلطة بالرمل الناعم)	١٤.٨	٤٪
- تربة حمراء رملية (حصى - رمل) وهى تربة مختلطة.	٢٦.٨	٧.٤٪



شكل (٥) الأراضى الرملية فى قطاع غزة

يرجع تنوع التربة فى القطاع إلي وقوعها بين نطاقين ، أولهما الصحراوى - شبه الصحراوى، وتمثله التربات الرملية المفككة والواقعة معظمها جنوب وادى غزة، وثانيهما يرتبط بالظروف الرطبة - شبه الرطبة تمثله التربات الطينية والطميية فى شمال وادى غزة، كما أثرت الظروف الجيولوجية والطبوغرافية وعامل الزمن على تنوع التربة فى القطاع.

من الجدير بالذكر أن التربة الرملية شكل(٥) فى القطاع تفتقر إلي ملامح واضحة - فنسيج التربة فى الأمتار العلوية، غالبا ما يكون متجانسا وتتكون من رمال (كوراتز) الخشنة إلى متوسطة الحجم- وذات القدرة المنخفضة على حفظ المياه. كما يوجد نوع آخر من التربة الرملية التى يرجع أصلها إلى التلال الكركارية؛ حيث يستدل عليها من خلال وجود العديد من الحبيبات الجيرية(قطرها من ٠,٥-١,٠سم) تحت سطح التربة. أما التربة اللوسية فتوجد على مسافة ٥كم من الساحل موازية له وتتركز فى الجزء الأوسط والجنوبى على طول منطقة خان يونس باتجاه منطقة رفح، وهى تشكل منطقة انتقالية ما بين التربة الرملية واللوسية وهى غالبا حادة ذات نسيج رملى غرينى. كما يلاحظ وجود نوع آخر وهو التربة الرملية التى تغطى اللويس وهى عبارة عن لويس أو تربة لويسية(طين رملى) غطتهما طبقة من رمل الكثبان يتراوح سمكها بين ٢,٠-٥متر وتوجد شرقى مدينة خان يونس ورفح.

٣-الجريان السطحى وإمكانيات المياه الجوفية:

تشكل الكثبان الرملية فى القطاع مصدرا مهماً للمياه الجوفية حيث إنها تعمل كخزانات أرضية طبيعية إذا ماتوافرت لها مصادر للتغذية كمياه الأمطار. وتغطى الأراضى الرملية حوالى ٥٠٪ من مساحة القطاع معظمها مواز للساحل-

أما الباقى فيغلب عليها الطبيعة الطفلية. وتتفاوت مناسيب سطح الأرض فى القطاع من الصفر حتى ٨٠ مترا فوق سطح البحر. كما يعتبر القطاع امتدادا للساحل الشمالى لشبه جزيرة سيناء وتحده من الجنوب الشرقى سفوح مرتفعات النقب. وتشغل رواسب العصر الحديث والبليستوسين معظم سطح القطاع.(٨) يتميز ساحل القطاع شكل(٦) بوجود سلسلة من الجروف الموازية للشاطئ وتتخللها منخفضات تشغلها جميعا الأراضى الرملية ويمكن تقسيمها على النحو التالى :

١- أراضى رملية يتراوح سمك الطبقة الرملية بها من صفر- ٥٠سم وتعتبر أحدث أراضى المنطقة. وهى تتعرض حاليا إلي زحف عمرانى وزراعى، ومعظم زراعتها تعتمد على الرى الحديث بالتنقيط أو الرشاشات.

٢- أراضى رملية يتراوح سمك الطبقة الرملية بها مابين ٥٠سم - ١.٥ متر ومعظمها يستخدم لزراعة الحمضيات أو الخضروات وتعتمد أيضا على نظام الرى الحديث.

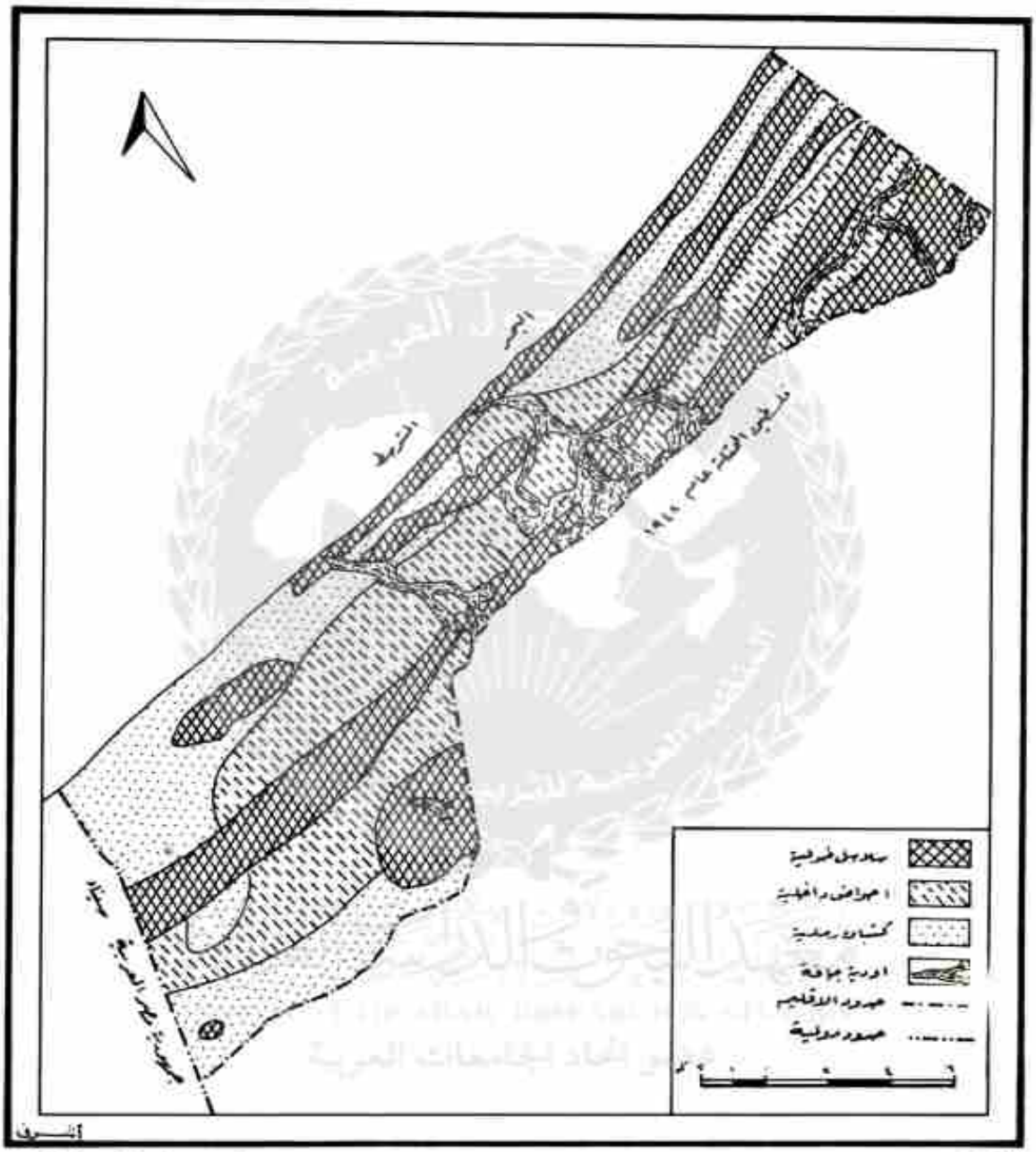
٣- أراضى رملية يتراوح سمك الطبقة الرملية بها بين ١.٥-٠.٥ متر ويقوم السكان بتحويل جزء من هذه الكثبان إلى أراض زراعية بواسطة خلطها بتربة طينية - وتستعمل لزراعة الخضروات وبعض الفواكه وبعضها زرعت بأشجار التحريش. وتجدر الإشارة إلي أن النشاط العمرانى مؤخرا زحف على هذه الأراضي، وتم تغيير نمط استخدام الأرض بها، وتقوم حاليا العديد من المرامل - أماكن لنقل وبيع الرمل لأغراض البناء - مما يعطى انطباعاً عن إزالة معالم الكثبان الرملية فى العديد من المواضع.

٤- أراضى الجروف الشاطئية والكثبان الرملية لها دور فى تكوينها، ومعظمها زرع بأشجار الحمضيات.

من الدراسات الهيدرولوجية لمناطق الكثبان الرملية يتضح أن معظمها تابعة للزمن الجيولوجى الرابع، وتتواجد بها مياه أرضية على أعماق قريبة من سطح الأرض وهى تتراوح مابين ١-٣متر [٩] في بعض المناطق، ولكنها تختلف من مكان إلى آخر ويوجد بعضها فوق الطبقة الحاملة للمياه العذبة والمكونة لأهم خزانات المياه على الساحل. وتوجد المياه بالكثبان الرملية فى نطاقين هما نطاق التهوية ونطاق التشبع. يتغذى نطاق التشبع بمياه الأمطار الساقطة على أسطح الكثبان مباشرة، أما مياه نطاق التهوية فتغذى أساسا بمياه الأمطار والمياه الناتجة من عمليات التكثيف اليومية. تفقد أغلب مياه النطاقين بواسطة عمليات البخر والنتح. كما أن جزءا من نطاق التشبع يفقد فى البحر أو تتدهور نوعية مياهه العذبة بفعل المد والجزر لمياه البحر. ويتوقف معدل التغذية لمياه نطاق التشبع على كميات الأمطار الساقطة وعلى الخواص الطبيعية للكثبان - أما فى نطاق التهوية فيتوقف على معدلات اختلاف درجات الحرارة والرطوبة بالليل والنهار وسرعة الرياح واتجاهها.

يمكن تقدير درجة الاتصال الهيدروليكى بين مياه النطاقين لعدم توافر المعلومات الكافية لدراسة هذه الحالة، لكن تجدر الإشارة إلى أنه تحت الظروف المناخية والهيدرولوجية فإن الاتصال الهيدروليكى بين النطاقين غير قائم لأن مياه نطاق التهوية سرعان مايفقد معظمها بعمليات البخر بعد سطوع الشمس وارتفاع درجات الحرارة.

تشكل الكثبان الرملية مصدرا مهماً للمياه فى القطاع، لما تتميز به الكثبان من تجانس فى حبيبات الرمال فإن مساميتها (Porosity) تعتبر عالية وتصل إلى حوالى ٣٥٪ ، كما أن المسامية الفعلية (Effective Porosity) أو مايطلق عليها

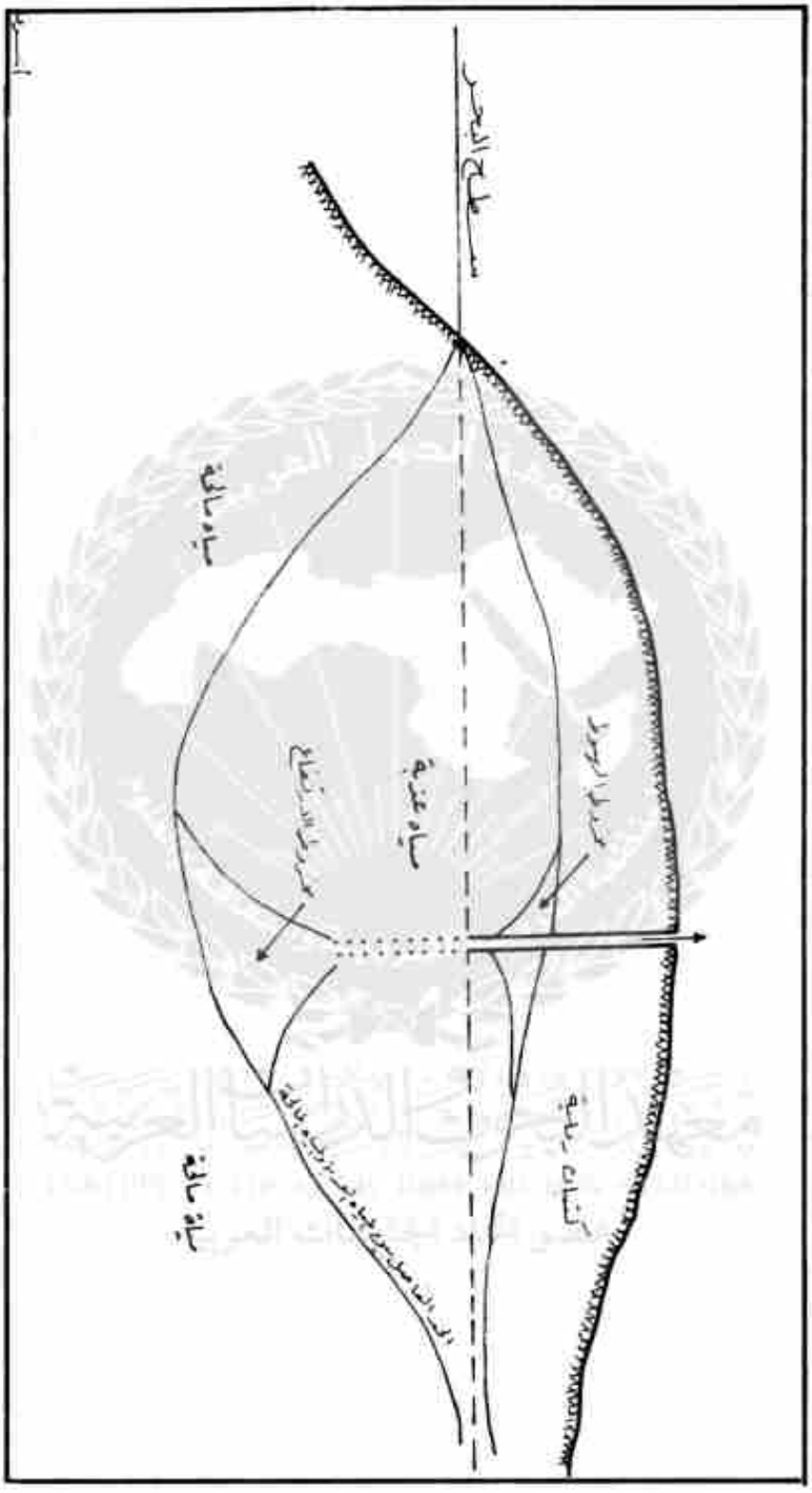


شكل (٦) سطح الأرض فى القطاع

أحيانا معامل التصرف النوعى (Specific Yield) قد تصل فى بعض الأحيان إلى حوالى ٣٠٪ [١٠] ، وهذا يعنى أن ماتستوعبه الكثبان الرملية يعادل ما تحصل عليه من مياه الجاذبية. ويتراوح معامل النفاذية (Coefficient of Permeability) مابين ١-٢ متر/ساعة وهو أيضا من المعاملات المرتفعة.كما أن معامل التسرب (Infiltration) يعادل معدلات سقوط الأمطار السائدة فى قطاع غزة وبالتالى من النادر حدوث ظاهرة الجريان (Run off) فى الكثبان الرملية المنتشرة فى قطاع غزة.

أهم المواقع التى تتواجد فيها خزانات المياه الجوفية بالكثبان الرملية الى يمكن استغلالها هى المناطق الساحلية على امتداد الشاطئ- إلا أن كفاءتها ترجع أولا إلي معدل سقوط الأمطار ،وبالتالى نجد أن الكثبان المنتشرة فى بيت لاهياوجباليا وجنوب دير البلح حتى رفح جنوبا تشكل أنسب المواقع لتكوين خزانات للمياه الجوفية :حيث تبلغ الأمطار فى الشمال(منطقتى بيت لاهيا - وجباليا) حوالى ٥٣٠ملم/السنة، بينما تقل فى دير البلح - رفح وتبلغ ٣٦٠-٢٦٠ ملم/السنة، كما تتوقف كفاءة الخزان الجوفى على حجم جسم الكثبان الرملية ،والتى هى غالبا محدودة الحجم والامتداد فى تلك المناطق الساحلية.

فيما يتعلق بعلاقة مياه البحر بالخزان الجوفى فى القطاع، يمكن الاستنتاج بأن مياه البحر تلعب دورا أساسيا، حيث إن مياه البحر تتسرب إلي الداخل أسفل جسم الكثبان الرملية مكونة مايعرف بمستوى المياه الحر الأساسى (Main Water Table)وعند حدوث التغذية من مياه الأمطار المحلية، يتكون مستوى آخر من المياه العذبة يعلو مستوى المياه المالحة بفعل فارق الكثافة تبعا لنظرية (Chyben



شكل (٧) العلاقة بين المياه العذبة والمياه المالحة

Hzerberg) ويمكن بيان العلاقة بين المياه العذبة والمالحة كما يلى: (١١) .

حيث إن الضغط عند النقطة أ= الضغط عند النقطة ب .

فيكون $ك_م \times ع_م \times ج = ك_ذ \times ع_ذ \times ج + ك_م \times ع_م \times ج$

حيث أن ك م ، ك ذ = كثافة المياه المالحة والعذبة = ١.٠٢٥ جم/سم^2 ، ١جم/سم^2 على التوالى.

ج = عجلة الجاذبية الأرضية.

ع ذ ، ع م كما هو مبين فى شكل (٧).

ومنه يتضح أن $ع = \frac{ك_ذ}{ك_م - ك_ذ} \times ع_ذ = ٤٠ ع_ذ$

أى أن ارتفاع مستوى الماء العذب متراً واحد أ فوق سطح البحر يضغط على الحد الفاصل مابين المياه المالحة والعذبة بما يعادل ٤٠ مترا. وكما أن هذه العلاقة هى السائدة فى الطبقات الرسوبية الحاملة للمياه والمتاخمة للساحل، فإنها تأخذ شكلا مميزا ومثاليا فى الكثبان الرملية نظرا لتجانس مكوناتها، وفي الحالات التى لاتستغل فيها المياه المختزنة فى جسم الكثبان الرملية الساحلية فإنها تتسرب إلي البحر بمعدل يتوقف على معامل النفاذية وسمك الرمال المشبع. أما فى حالات الاستغلال فإن الخط الفاصل بين المياه العذبة والمالحة يتداخل لمسافة معينة أسفل جسم الكثبان بعيدا عن الشاطئ كما حدث في وادى غزة ومنطقتى النصيرات والزوايدة شمال مدينة دير البلح في الوسط الجغرافي للقطاع، وهذه المسافة تتوقف على مدى الاستغلال والانحدار الهيدروليكى لسطح المياه العذبة.

أما في التربة الطينية فإن فرصة تسرب المياه ضئيلة وتزيد فرص الجريان السطحي. ويقصد بالجريان السطحي هنا أشكال المياه الجارية كالسيول والأودية التي يقع معظمها شرق القطاع. ومن العوامل التي تؤثر على الجريان السطحي عامة في القطاع مايلي:

أ- التحول الجيومورفولوجي للأجزاء العليا عن طريق وضع سدود انتشارية في عرض الوادي أو تحويل المجاري العليا للأودية كما حدث لوادي غزة والسلقا وبيت حانون ، حيث قامت السلطات الإسرائيلية بوضع حواجز اعتراضية في تلك الأودية داخل حدود عام ١٩٦٧ لتحد من الجريان السطحي في القطاع.

ب - تباعد فترات سقوط الأمطار في القطاع مما يقلل من فرصة الجريان السطحي.

جـ - تذبذب كميات الأمطار الساقطة على القطاع من سنة لأخرى.

د- ارتفاع معدل درجة الحرارة وعدد ساعات سطوع الشمس؛ مما يساعد على نشاط عملية التبخر/ النتح، ويقلل من فرصة الجريان السطحي في القطاع.

هـ - طبيعة التربة في القطاع ؛حيث يغلب عليها التربة الرملية - كما سبق ذكره - والتي تساعد على سرعة تسرب المياه إلى الخزان الجوفي.

ثانيا: نتائج تطبيق الموازنة المائية للتربة في قطاع غزة والتوصيات:

تم استخدام معادلات ثورنثويت لحساب التبخر الكامن والتبخر الحقيقي للتربة، بالإضافة إلى المتغيرات الأخرى المتعلقة بالموازنة المائية للتربة ، انظر

الملاحق من ١-٩، فهى تتناول الموازنة المائية للتربة فى مناطق القطاع المختلفة، بينما يتناول الملحق٩ الموازنة المائية للتربة فى قطاع غزة.

١- التبخر الكامن:

لقد تم حساب معدل التبخر الكامن من محطة الأرصاد الجوية بمدينة غزة، وتم تعميمها على كافة أنحاء القطاع،إذ إن مساحة القطاع لاتجاوز ٣٦٥كم٢، ووجد أن معدل التبخر الكامن يصل إلى أدنى معدل له فى شهر يناير ويصل إلى ٢٨ ملم، بينما يرتفع هذا المعدل إلى ١٦٧ ملم فى شهر يوليو.

ب- التغير فى مخزون التربة من الرطوبة:

وهو التغير الذى يطرأ على رطوبة التربة نتيجة للعلاقة بين التبخر والتساقط، فإذا كانت رطوبة التربة فى أحد الأشهر أقل من السعة الحقلية، وكان التساقط فى ذلك الشهر أكثر من معدل التبخر فإن الفرق بينهما يضاف إلي رطوبة التربة، حتى إذا وصلت التربة إلى درجة التشبع، فإن الفائض من التبخر يعتبر عندئذ فائضا مائيا يجرى ٥٠٪ منه فى ذلك الشهر، ويختزن النصف الآخر فى الشهر القادم. وإذا كان التبخر أكثر من التساقط فإن الفرق بينهما يؤخذ من الرطوبة المخزونة فى التربة ويكون التغير في الرطوبة بالنقص وليس بالزيادة (١٢). ويلاحظ أنه تتناقص الرطوبة من شهر مارس حتى أكتوبر، بينما يحدث التغير الإيجابى للرطوبة فى فصل الشتاء.

جـ - رطوبة التربة المتاحة:

وهى محصلة لمعدل تزويد التربة بالمياه ومعدل استغلالها عن طريق

التبخر/النتح، وهى تنحصر بين السعة الحقلية ونقطة الذبول [١٣]، ومن خلال الدراسة يتضح أن شهرى فبراير ومارس أكثر الشهور رطوبة، بينما تتناقص الرطوبة المتاحة لتصل إلى أدنى قيمة لها فى شهر أكتوبر.

د- التبخر الحقيقى للتربة:

إن معدل التبخر الحقيقى : يساوى معدل التبخر الكامن عندما يكون معدل التساقط أكبر من معدل التبخر الكامن، حيث تكون التربة مشبعة بالماء. أما إذا قل معدل التساقط عن معدل التبخر الكامن - فإن التبخر الحقيقى يصبح مساويا لمعدل التساقط - مضافا إليه التغير فى مخزون التربة من الرطوبة.

جدول (٥) معدل التبخر الحقيقى السنوى فى قطاع غزة ١٩٨٢-١٩٩٤م
الأرقام بالمليمتر (mm)

المحطة	بيت حانون	بيت لاهيا	الشاطئ	المغراقة	التسيرات	دير البلح	خان يونس	رفح	معدل التبخر لقطاع غزة
يناير	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩	٢٧.٩
فبراير	٢٨.٧	٢٨.٧	٢٨.٧	٢٧.٧	٢٧.٧	٢٧.٧	٢٧.٧	٢٨.٧	٢٨.٧
مارس	٤٣.٤	٤٣.٤	٤٣.٥	٣٣.٧	٣٤.٨	٤٣.٤	٤٣.٤	٤٣.٤	٤٣.٢
ابريل	٥٧.٦	٥٨.٥	٥٦.٦	٥٩.٥	٥٢.١	٥٥.١	٥٦.٥	٥٥.٧	٥٦.٥
مايو	٥٨	٩٧.٦	٦١.٨	٦٢.٧	٦٠.٩	٥٦.١	٥٨.٣	٥٦.١	٦٣.٩
يونيو	٤٦.٩	٤٨.٣	٤٥.٦	٤٦.٥	٤٤	٤٢.٣	٤٤.٨	٤٥	٤٥.٤
يوليو	٢٧	٢٨	٢٧	٢٧	٢٥	٢٦.٠	٢٦.٠	٢٥	٢٦.٤
اغسطس	١٠.٤	١١	١٠.٥	١٠.٥	١١	١٠	١١	١١	١٠.٧
سبتمبر	٦.٧	٧.١	٦.٤	٦.٤	٥.٤	٥	٤.٤	٤	٥.٧
اكتوبر	١٩.٧	٢٤.٨	٢١.١	٢١.٧	١١.٧	٢٤	١٦.٩	١١.٣	١٨.٩
نوفمبر	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٥٩.٣	٩.٣
ديسمبر	٣٦	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥	٣٥
السنة	٤٣٠.٦	٤٦٩.٦	٤٢٣.٤	٤١٨.٧	٤٠٣.٧	٤١٣.٨	٤١١.٣	٤٠٣.٤	٤٢١.٦

الجدول : إعداد الباحث (راجع الملاحق ١-٩)

يتضح من جدول (٥) ارتفاع معدل التبخر الحقيقى فى شهر ابريل ومايو ونوفمبر- حيث يتراوح ما بين ٥٥-٦٠ ملم ويقل عن ذلك فى بقية الشهور، وذلك بسبب زيادة معدل الأمطار مع ارتفاع معدل درجة الحرارة التى تساعد على ازدياد معدل التبخر من سطح التربة. كما أن شهر سبتمبر يسجل أقل معدل للتبخر الحقيقى؛ وذلك لانخفاض معدل الرطوبة فى التربة.

العجز المائى:

يساوى العجز المائى الفرق بين التبخر الكامن والتبخر الحقيقى، وهو مقياس يبين مدي عجز الموارد المائية فى أية منطقة عن تلبية احتياجاتها المائية(١٤). ولقد تبين من خلال الدراسة فى فصل الشتاء أن التربة فى قطاع غزة لاتعانى عجزا مائيا بالإضافة إلي شهرى مارس ونوفمبر فى المنطقة الشمالية وشهرى نوفمبر في باقى المناطق وهو مايتلائم مع الزراعة البعلية - والتى تتطلب التخطيط لعمليات الرى.

الفائض المائى:

وهو الفرق بين معدل التساقط والتبخر الكامن في الأشهر التى يزيد فيها معدل التساقط عن التبخر الكامن، ولاشك أن معرفة الفائض المائى ضرورية لتقدير كميات المياه التى تجرى على سطح الأرض وتغذى المياه الجوفية (١٥). ولقد تبين من خلال الدراسة أن هناك فائضا مائيا فى شمال القطاع فى يناير وفبراير ومارس، بينما لايوجد فائض مائى فى باقى مناطق القطاع.

الجريان المائى:

اقترح تورنثويت أن الجريان المائى يساوى ٥٠٪ من الفائض المائى فى ذلك الشهر مضافا إليه ٥٠٪ من الجريان المائى فى الشهر الذى سبقه[١٦]. ولقد وجد أن الجريان المائى يمكن حدوثه فقط فى المنطقة الشمالية فى شهرى فبراير ومارس- إذا سمحت عوامل أخرى - حيث تتشبع التربة بالرطوبة مما يعطى الفرصة لحدوث الجريان المائى، أما باقى المناطق فلا يحدث بها جريان مائى.

الاستنتاج :

١- يبلغ معدل التبخر السنوى فى القطاع حوالى ١٠٦٧٨مم/السنة، ويتفاوت من فصل إلى آخر.

٢- توزع نسبة التبخر حسب الفصول كالتالى ٣٥.٧٪ صيفا، ٢٦.٢٪ تحدث في الخريف، ونحو ٢٤.٧٪ في الربيع و١٣.٤٪ فى فصل الشتاء، مسجلا أدنى قيمة للتبخر.

٣- يصل المعدل اليومى للتبخر حوالى ٦.٧مم/ في فصل الصيف، بينما ينخفض المعدل اليومى إلى ٢.٥مم/ فى فصل الشتاء.

٤- تنشط عمليات التبخر نهارا وتقدر بـ ٧٥-٩٥٪ من مجموع التبخر اليومى تقريبا.

٥- فيما يتعلق بدراسة الموازنة نستنتج مايلى:

أ- أن حجم الأمطار الساقطة على المنطقة الشمالية (بيت حانون ، بيت لاهيا، جباليا) (٢ . ٦٣كم^{٢})، حوالى ٩ . ٢٥مم^{٣}/السنة، تشكل ٢٢٪ من حجم الأمطار الساقطة على القطاع، ويقدر حجم جريانها السطحى بنسبة ٠٢٤ . ١ مم^{٣}/السنة، ويبلغ التسرب الجوفى نحو ٠٨ . ٩مم^{٣}/السنة، ويقدر حجم التبخر/ النتح نحو ١٥مم^{٣}/السنة ويعود ذلك إلى انتشار الأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية والخضار بصورة كثيفة.

ب - أن حجم الأمطار الساقطة على مدينة غزة (٦ . ٦٦كم^{٢})، حوالى ٧ . ٢٦مم^{٣}/السنة بنسبة ٧ . ٢٢٪ من حجم الأمطار الساقطة على القطاع، ويقدر حجم جريانها السطحى بحوالى ٣٤ . ١مم^{٣}/السنة، ويبلغ تسربها الجوفى ٣٧ . ٩مم٣/السنة، ويقدر حجم التبخر/النتح نحو ٠٧ . ١٦مم^{٣}/السنة.

ج - حجم الأمطار الساقطة على المنطقة الوسطى (النصيرات، البريج، المغازى، دير البلح، الزوايدة ، القرارة) (١ . ٦٨كم^{٢})، حوالى ٦و٢٢مم^{٣} / السنة ،بنسبة ٣ . ١٩٪ من حجم الأمطار الساقطة على القطاع ويقدر حجم جريانها المائى بحوالى ٠٨ . ١مم^{٣} / السنة. ويبلغ تسربها الجوفى ١ . ٨مم^{٣}/السنة، ويقدر حجم التبخر/ النتح نحو٥ . ١٣مم٣ /السنة.

د- حجم الأمطار الساقطة على المنطقة الجنوبية خان يونس (خان يونس ، بنى سهيلة، عبسان ، خزاعة) (٧ . ٨٢كم٢) حوالى ٢٣

مم٣/السنة بنسبة ٥ . ١٩٪ من حجم الأمطار الساقطة على القطاع، يقدر حجم جريانها بحوالى ٩٧٢ . ٠مم٣/السنة، ويبلغ تسربها الجوفى ٢٨ . ٨مم٣/ السنة، ويقدر حجم التبخر/النتح نحو ٠٢ . ١٤مم٣/السنة.

هـ - حجم الأمطار الساقطة على مدينة رفح جنوبا (٨٠كم٢) حوالى ٢ . ١٩مم٣/السنة بنسبة ٣ . ١٦٪ من حجم الأمطار الساقطة على القطاع، يقدر حجم جريانها بحوالى ٩٦ . ٠مم٣/السنة ، ويبلغ تسربها الجوفى ٧٢ . ٦مم٣/ السنة، ويقدر حجم التبخر/النتح بنحو٥ . ١١مم٣/السنة.

يعبرالتوزيع السابق لعناصر التوازن المائى عن طبيعة كل من الأمطار والتربة وعوامل التشت الأخرى، فى حين نجد أن حجم التبخر الكلى فى القطاع، والبالغ ١٦٧مم٣/السنة، أكبر من حجم التساقط الكلى البالغ ١١٧مم٣/السنة.

المراجع:

(١) نعمان شحاده -١٩٨٣. المناخ العملى - مطبعة النور النموذجية ، عمان ص ١١٤.

(٢) جهاد أبو طويلة ١٩٩٤ . التخطيط الاقليمى والتنمية، معطيات الواقع وآفاق المستقبل فى قطاع غزة، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الخرطوم ، السودان ، ص ١٤١ وص ١٥٢.

(٣) جهاد أبو طويلة ١٩٩٤.المرجع السابق ص ١٥٩.

(٤) نعمان شحاده ١٩٨٣.مرجع سبق ذكره ص٤٤.

(٥) نعمان شحاده ١٩٨٣ مرجع سبق ذكره ص ١٣٦.

(٦) جهاد أبو طويلة ١٩٨٨. استخدام الأرض فى قطاع غزة، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة، ص ١١٢.

(٧) جهاد أبو طويلة ١٩٩٤مرجع سبق ذكره ، ص ١٦٤-١٧٣.

(٨) معهد الصحراء - ١٩٨٣ .الكثبان الرملية فى مصر، أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، القاهرة،ص١٠٣.

(٩) معهد الصحراء ١٩٨٣ المرجع السابق، ص ٩٢.

(١٠) معهد الصحراء ، ١٩٨٣، المرجع السابق، ص ٩٤.

(١١) معهد الصحراء ، ١٩٨٣ ، المرجع السابق ص ٩٥.

(١٢) نعمان شحاده ، ١٩٨٣ ، مرجع سبق ذكره ص ١٣١.

(١٣) نعمان شحاده ، ١٩٨٣ ، مرجع سبق ذكره ، ص ١٣١.

(١٤) نعمان شحاده ، ١٩٨٣، مرجع سبق ذكره ص ١٣٧.

(١٥) المرجع السابق ص ١٣٧.

(١٦) المرجع السابق ، ص ١٣٧.

معهد البحوث والدراسات العربية
INSTITUT DE LA RECHERCHE ET DES ETUDES ARABES
معهد اتحاد الجامعات العربية

ملحق (١)
الموازنة المائية للتربة فى بيت حانون ١٩٩٢-١٩٩٣

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
درجة الحرارة	١٣.٤	١٣.٨	١٥.٣	١٨	٢٠.٧٨	٢٣.٥	٢٦.١	٢٥.٨	٢٥.٢	٢٢.٨	١٨.٩	١٥	١٩.٩
قرينة الحرارة	٤.٥	٤.٧	٥.٤	٧	٨.٦	١٠.٤	١٢.٢	١٢	١١.٦	١٠	٧.٥	٥.٣	٩٩.٢
التبخر سم	٣.١٣	٣.٣٤	٤.٢١	٦.٠٤	٨.٢٥	١٠.٩٥	١٣.٨٤	١٣.٤٩	١٢.٨	١٠.٢٤	٦.٧٤	٤.٠٢	٩٧.٠٥
معامل التصحيح	٠.٨٩	٠.٨٦	١.٠٣	١.٠٨	١.١٩	١,٢	١,٢١	١.١٥	١.٠٣	٠.٩٣	٠.٨٨	٠.٨٧	-
التبخر المعدل	٢.٧٩	٢.٨٧	٤.٣٤	٦.٥٢	٩.٨٢	١٣.١٤	١٦.٧٥	١٥.٥١	١٣.١٨	١٠.٠٣	٥.٩٣	٣.٥	١٠٤.٤
التبخر ملم	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٤	٦٥.٢	٩٨.٢	١٣١.١٤	١٦٧.٥	١٥٥.١	١٣١.٨	١٠٠.٢	٥٩.٣	٣٥	١٠٤٣.
التساقط	١٣٦.٤	١٠٩.٦	٤٥.٦	٤.٨	٢.٨	١٠٩	٠	٠	٢.١	١٨.٧	٧٨.٧	٩١.٣	٨٤٩١.٩
التساقط -التبخر	١٠٨.٥	٨٠.٩	٢.٢	-٦٠.٤	-٩٥.٤	-١٢٩.٥	-١٦٧.٥	-١٥٥.١	-١٢٩.٧	-٨١.٦	١٩.٤	٥٦.٣	٥٥١.٩
تراكم عجز الرطوبة	-	-	-	٦٠.٤	١٥٥.٨	٢٨٥.٣	٤٥٢.٨	٦٠٧.٩	٧٣٧.٦	٨١٩.٢	-	-	-
رطوبة التربة	١٨٨.٢	٢٠٠	٢٠٠	١٤٧.٢	٩٢	٤٧	٢٠	٩.٦	٥	٤	٢٣.٤	٧٩.٩	
تغير رطوبة التربة	١٠٨ر٥	١١.٨	٠	-٥٢.٨	-٥٥.٢	-٤٥	-٢٧	-١٠.٩	-٤.٦	-١	١٩.٤	٥٦.٣	
التبخر الحقيقى	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٤	٥٧.٦	٥٨	٩٦.٩	٢٧	١٠.٤	٦.٧	١٩.٧	٥٩.٣	٣٥	٤٢٠.٦
العجز المائى	-	-	-	٧.٦	٤٠.٢	٨٤.٥	١٤٠.٥	١٤٤.٧	١٢٥.١	٨٠.٦	-	-	٦٢٣.٢
الفائض المائى	-	٨٠.٩	٢٠٢										
الجريان السطحى	-	٤٠.٥	٢١										

ملحق (٢)
الموازنة المائية للتربة فى بيت لاهيا

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
درجة الحرارة	١٣.٤	١٣.٨	١٥.٣	١٨	٢٠.٧	٢٣.٥	٢٦.١	٢٥.٨	٢٥.٢	٢٢.٨	١٨.٩	١٥	١٩.٩
قرينة الحرارة	٤.٥	٤.٧	٥.٤	٧	٨.٦	١٠.٤	١٢.٢	١٢	١١.٦	١٠	٧.٥	٥.٣	٩٩.٢
التبخرسم	٣.١٣	٣.٣٤	٤.٢١	٦.٠٤	٨.٢٥	١٠.٩٥	١٣.٨٤	١٣.٤٩	١٢.٨	١٠.٢٤	٦.٧٤	٤.٠٢	٩٧.٠٥
معامل التصحيح	٠.٨٩	٠.٨٦	١.٠٣	١.٠٨	١.١٩	١.٠٢	١.٢١	١.١٥	١.٠٣	٠.٩٨	٠.٨٨	٠.٨٧	
التبخر المعدل	٢.٧٩	٢.٨٦	٤.٣٤	٦.٥٢	٩.٨٢	١٣.١٤	١٦.٧٥	١٥.٥١	١٣.١٨	١٠.٠٣	٥.٩٣	٢.٥	١٠٤.٤
التبخر ملم	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٤	٦٥.٢	٩٨.٢	١٣١.٤	١٦٧.٥	١٥٥.١	١٣١.٨	١٠٠.٣	٥٩.٣	٣٥	١٠٤٣.٨
التساقط	١٣٢.٣	١١٤.٥	٤٨	١٠	٣.٦	٣.٣	–	–	٢.١	٢٣.٨	٩٢.٢	١٠٠.٩	٥٣٠.٧
التساقط -التبخر	١٠٤.٤	٨٥.٨	٤.٦	-٥٥.٢	-٩٤.٦	-١٢٨.٠	-١٦٧.٥	-١٥٥.١	-١٢٩.٧	-٧٦.٥	٣٢.٩	٦٥.٩	
تراكم عجزالرطوبة	–	–	–	٥٥.٢	١٤٩.٨	١٢٧٧	٤٤٥.٤	٦٠٠.٥	٧٣٠.٢	٨٠٦.٧	–	–	
رطوبة التربة	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٥١.٥	٩٤	٤٩	٢١	١٠	٥	٤	٣٦.٩	١٠٢.٨	
تغير رطوبة التربة	٩٧.٢	٠	٠	٤٨ر٥	-٥٧.٥	-٤٥	-٢٨	-١١	-٥	-١	٣٢.٩	٦٥.٩	
التبخر الحقيقى	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٤	٥٨.٥	٩٧.٦	٤٨.٣	٢٨	١١	٧.١	٢٤.٨	٥٩.٣	٣٥	٤٦٩.٦
العجز المائى	٠	٠	٠	٦.٧	٠.٦	٨٣.١	١٣٩.٥	١٤٤.١	١٢٤.٧	٧٥.٥	–	–	٥٧٤.٢
الفائض المائى	١٠٤.٤	٨٥.٨	٤.٦	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠	
الجريان السطحى	٥٢.٧	٦٩.٣	٢٧										

ملحق (٣)
الموازنة المائية للتربة فى الشاطئ

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
درجة الحرارة	١٣.٤	١٣.٨	١٥.٣	١٨	٢٠.٧	٢٣.٥	٢٦.١	٢٥.٨	٢٥.٢	٢٢.٨	١٨.٩	١٥	١٩.٩
قرينة الحرارة	٤.٧	٤.٧	٥.٤	٧	٨.٦	١٠.٤	١٢.٢	١٢	١١.٦	١٠	٧.٥	٥.٣	٩٩.٢
التبخرسم	٣.٣٤	٣.٣٤	٤.٢١	٦.٠٤	٨.٢٥	١٠.٩٥	١٣.٨٤	١٣.٤٩	١٢.٨	١٠.٢٤	٦.٧٤	٤.٠٢	٩٧.٠٥
معامل التصحيح	٠.٨٩	٠.٨٦	١.٠٣	١.٠٨	١.١٩	١.٠٢	١.٠٢١	١.١٥	١.٠٣	٠.٩٨	٠.٨٨	٠.٨٧	
التبخر المعدل	٢.٧٩	٢.٨٧	٤.٣٤	٦.٥٢	٩.٨٢	١٣.١٤	١٦.٧٥	١٥.٥١	١٣.١٨	١٠.٠	٥.٩٣	٣.٥	١٠٤.٤
التبخر ملم	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٤	٦٥.٢	٩٨.٢	١٣١.٤	١٦٧.٥	١٥٥.١	١٣١.٨	١٠٠.٣	٥٩.٣	٣٥	١٠٤٣.٨
التساقط	١٣٨.٤	١٠٨.٣	٤٠.٥	٧.٦	٤.٧	١.١	.	.	١.٩	٢٠.١٠	٨١.٩	٩٢.٨	٤٩٧.٢
التساقط -التبخر	١١٠.٥	٧٩.٦	٢.٩-	٥٧.٦-	٩٣.٥-	١٣٠.٣	١٦٧.٥	١٥٥.١-	١٢٩.٩-	٨٠.٢-	٢٢.٦	٧٥.٨	٥٤٦.٥-
تراكم العجز المائى	-	-	٢.٩-	٦٠.٥-	١٥٤-	٢٨٤.٣-	٤٥١.٨-	٦٠٦.٥-	٧٣٦.٨-	٨١٧-	-	-	-
رطوبة التربة	١٩٤.٩	٢٠٠	١٩٧	١٤٨	٩١.٥	٤٧	٢٠	٩.٥	٥	٤	٢٦.٦	٨٤.٤	
تغير رطوبة التربة	١١٠.٥	٥.١	٣-	٤٩-	٥٦.٥-	٤٤.٥-	٢٧-	١٠.٥	٤.٥-	١-	٢٢.٦	٥٧.٨	٤٢٣.٤
التبخر الحقيقى	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣.٥	٥٦.٦	٦١.٨	٤٥.٦	٢٧	١٠.٥	٦.٤	٢١.١	٥٩.٣	٣٥	٦٢٠.٥
العجز المائى	-	-	-	٨.٦	٣٦.٤	٨٥.٨	١٤٤.٥	١٤٤.٦	١٢٥.٤	٧٩.٢	-	-	
الفائض المائى	-	٧٩.٦											
الجريان السطحى	-	٤٠											

ملحق (٤)
الموازنة المائية للتربة فى النصيرات

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩		١١	١٢	السنة
التبخر(ملم)	٢٧.٩	٢٨.٧	٤٣ر٤	٦٥ر٢	٩٨ر٢	١٣١ر٤	١٦٧ر٥	١٥٥ر١	١٣١ر٨		٥٩ر٣	٣٥	١٠٤٣ر٨
التساقط	١٠٤.٦	٩٣	٣٣ر٢	٨ر١	٢ر٩	١	-	-	١ر٤		٦٩ر٤	٧١ر٥	٤٠٣ر٧
التساقط - التبخر	٧٦.٧	٦٤ر٣	-١٠ر٢	-٥٧ر١	-٩٥ر٣	-١٣٠ر٥	-١٦٧ر٥	-١٥٥ر١	-١٣٠ر٤		١٠ر١	٣٦ر٥	٦٤٠
تراكم العجز المائى			-١٠ر٢	-٧٦ر٣	-١٦٢ر	-٢٩٣	-٤٦٠ر٥	-٦١٥ر٦	-٧٤٦				
الرطوبة	١٢٧.٣	١٩١ر٦	١٩٠	١٤٦	٨٨	٤٥	٢٠	٩	٥		١٤ر١	٥٠ر٦	
تغير رطوبة التربة	٧٦.٧	٦٤ر٣	-١ر٦	-٤٤	-٥٨	-٤٣	-٢٥	-١١	-٤		١٠ر١	٣٦ر٥	
التبخر الحقيقى	٢٥.٩٠	٢٨ر٧	٣٤ر٨	٥٢ر١	٦٠ر٩	٤٤	٢٥	١١	٥ر٤		٥٩ر٣	٣٥ر١	٤٠٣ر٨
العجز المائى	-	-	٨ر٦	١٣ر١	٣٧ر٣	٨٧ر٤	١٤٢ر٥	١٤٤ر١	١٢٦ر٤		٠	٠	٦٤٠

ملحق (٥)
الموازنة المائية للتربة فى دير البلح

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩		١١	١٢	السنة
التبخر(ملم)	٢٧٫٩	٢٨٫٧	٤٣٫٤	٦٥٫٢	٩٨٫٢	١٣١٫٤	١٦٧٫٥	١٥٥٫١	١٣١٫٨		٥٩٫٣	٣٥	١٠٤٣٫٨
التساقط	٩٤٫٣	٧٧٫٣	٣١٫٤	١٫٨	١٫٢	٠٫٣	-	-	١		٦٦٫٥	٥٨٫٥	٣٦١٫٤
التساقط - التبخر	٦٦٫٤	٤٨٫٦	-١٢	-١٫٥٧	-١٫٩٦	-١٣١٫	-١٦٧٫٥	-١٥٥٫١	-١٣٠٫٨		٧٫٢	٢٣٫٥	-٦٨٢٫٣
تراكم العجز المائى			-١٢	-١٫٦٩	-١٦٥٫٢	-٣٩٦٫٣	-٤٦٣٫٨	-٦١٨٫٩	-٧٤٤٫٧				
الرطوبة	١٫٠	٤٨٫٧	١٣٦٫٧	١٤١	٨٧	٤٥	١٩	٩	٥		١٠٫٢	٣٣٫٧	
تغير رطوبة التربة	٦٦٫٤	٤٨٫٦	٣٩٫٣	-٤٧	-٥٤	-٤٢	-٢٦	-١٠	-٤		٧٫٢	٢٣٫٥	٤١٢٫٨
التبخر الحقيقى	٢٧٫٩	٢٨٫٧	٤٣٫٤	١٫٥٥	١٫٥٦	٤٢٫٣	٢٦	١٠	٥		٥٩٫٣	٣٥	
العجز المائى	٠		٣٥٫٥	١٫١٠	١٫٤٢	١٫٨٩	١٤١٫٥	١٤٥٫١	١٢٦٫٨		٠		٦٣١

ملحق (٦)
الموازنة المائية للتربة فى خان يونس

المتغير	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
التبخر(ملم)	٢٧٫٩	٢٨٫٧	٤٣٫٤	٦٥٫٢	٩٨٫٢	١٣١٫٤	١٦٧٫٥	١٥٥٫١	١٣١٫٦	١٠٠٫٣	٥٩٫٣	٣٥	١٠٤٣٫٨
التساقط	٨١٫٢	٨٠٫٥	٣٥٫١	١١٫٥	١٫٣	٠٫٨	-	-	٠٫٤	١٤٫٩	٥٨٫٦	٧١٫٤	٣٥٦٫٤
التساقط - التبخر	٥٣٫٢	٥١٫٨	-٨٫٣	-٥٣٫٧	٩٦٫٩	-١٣٠٫٦	-١٦٧٫٥	-١٥٥٫١	-١٣١٫٢	-٨٥٫٤	-٠٫٧	٣٦٫٩	-٦٨٦٫٧
تراكم العجز المائى			-٨٫٣	-٦٢	-١٥٨٫٩	-٢٨٩٫٥	-٤٥٧	-٦١٢٫١	-٧٤٣٫٣	-٨٢٨٫٧	-٨٢٩٫٤	-	-
رطوبة التربة	٩٣٫٢	١٤٥	١٩٢	١٤٧	٩٠	٤٦	٢٠	٩	٥	٣	٣	٣٩٫٩	
تغير رطوبة التربة	٥٣٫٣	٥١٫٨	٤٧	-٤٥	-٥٧	-٤٤	-٢٦	-١١	-٤	-٢	٠	٣٦٫٩	
التبخر الحقيقى	٢٧٫٩	٢٨٫٧	٤٣٫١	٥٦٫٥	٥٨٫٣	٤٠٫٨	٢٦	١١	٤٫٤	١٦٫٤	٥٨٫٣	٣٥	٤١١٫٢
العجز المائى	٠	٠	٠	٨٫٧	٣٩٫٩	٨٦٫٦	١٤١٫٥	١٤٤٫١	١٢٧٫٢	٨٣٫٤	٠	٠	٦٣١٫٤
الجريان السطحى													

ملحق (٧)
الموازنة المائية للتربة فى المغراقة

الأشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
التساقط	١١٦ر٢	٨٧	٣٦ر٣	٩ر٥	٧ر٧	١ر٥	٠	٠	١ر٩	٢٠ر٧	٦٢ر٩	٧٥ر٢	٤١٨ر٩
التبخر	٢٧ر٤	٢٨ر٧	٤٣ر٤	٦٥ر٢	٩٨ر٢	١٣١ر٤	١٦٧ر٥	١٥٥ر١	١٣١ر٦	١٠٠ر٣	٥٩ر٣	٣٥	١٠٤٣ر٨
التساقط والتبخر	٨٨ر٣	٥٨ر٣	-٧ر١	-٥٥ر٧	-٩٠ر٥	-١٢٩ر٩	-١٦٧ر٥	-١٥٥ر١	-١٢٩ر٧	-٧٩ر٦	٣ر٦	٤٠ر٢	-٦٢٤ر٧
تراكم العجز المائى			-٧ر١	-٦٢ر٨	-١٥٣ر٣	-٢٨٣ر٢	-٤٥٠ر٧	-٦٠٥ر٨	-٧٣٥ر٥	-٨١٥ر١			
رطوبة التربة	١٣٦ر١	١٩٤ر٤	١٩٧	١٤٧	٣٩٢	٤٧	٢٠	٩ر٥	٥	٤	٧ر٦	٤٧ر٨	
تغير رطوبة التربة	٨٨ر٣	٥٨ر٣	٢ر٦	-٥٠	-٥٥	-٤٥	-٢٧	١٠ر٥	-٤ر٥	-١	٣ر٦	٤٠ر٢	٤١٨ر٧
التبخر الحقيقى	٢٧ر٩	٢٨ر٧	٣٣ر٧	٥٩ر٥	٦٢ر٧	٤٦ر٥	٢٧	١٠ر٥	٦ر٤	٢١ر٧	٥٩ر١	٣٥	٦٢٤ر٧
العجز المائى	٠	٠	٩ر٧	٥ر٧	٣٥ر٥	٨٤ر٥	١٤٠ر٥	١٤٤ر٦	١٢٥ر٢	٧٨ر٦	٠ر٢	٠	
الجريان المائى		-	-										

ملحق (٨)
الموازنة المائية للتربة فى قطاع غزة

الأشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
التبخر الكامن	٢٧ر٩	٢٨ر٧	٤٣ر٤	٦٥ر٢	٩٨ر٢	١٣١ر٤	١٦٧ر٥	١٥٥ر١	١٣١ر٨	١٠٠ر٣	٥٩ر٣	٣٥	١٠٤٣ر٨
التساقط	١٠٨ر١	٩١ر٦	٣٨	٨ر٧	٣ر٣	-١ر٤	-	-	١٠٤	١٨ر٥	٦٧ر٨	٧٦	٤١٤ر٨
التساقط- التبخر	٨٠ر٢	٦٢ر٩	-٤ر٥	-٥٦ر٥	-٩٤ر٩	-١٣٠	١٦٧ر٥	-١٥٥ر١	-١٣٠ر٤	-٨١ر٨	٨ر٥	٤١	-٦٢٩
تراكم العجز المائى			٥ر٤	٦١ر٩	١٥٦ر٨	٢٨٦ر٨	٤٥٤ر٣	٦٠٩ر٤	٧٣٩ر٨	٨٢١ر٦			
رطوبة التربة	١٣٣ر٧	١٩٦ر٦	١٩٥	١٤٧	٩١	٤٧	٢٠	٩	٥	٤	١٢ر٥	٥٣ر٥	
تغير رطوبة التربة	٨٠ر٢	٦٢ر٩	-١ر٦	-٤٨	-٥٦	-٤٤	-٢٧	-١١	-٤	-١	٨ر٥١	٤١	
التبخر الحقيقى	٢٧ر٩	٢٨ر٧	٣٩ر٦	٥٦ر٧	٥٩ر٣	٤٥ر٤	٢٧	١١	٥ر٤	١٩ر٥	٥٩ر٣	٣٥	٤١٤ر٨
العجز المائى	٠	٠	٣ر٨	٨ر٥	٣٨ر٩	٨٦	١٠٤ر٥	١٤٤ر١	١٢٦ر٤	٨٠ر٨	٠	٠	٦٢٩
الفائض المائى	-	-											
الجريان المائى	-	-											