جامعة أسيوط
مجلة كلية الآداب

القحـــط الزراعى في شـــمال سيناء

دراسة في المناخ التطبيقى

إعداد

الدكتورة : ايملى محمد حلمى حمادة

مدرس الجغرافيا الطبيعية
كلية الآداب ــ جامعة المنوفية

العدد السابع ــ يوليو ٢٠٠١م

مقـــدمة :

يقصد بالقحط الزراعى انخفاض المحتوى الرطوبى بالتربة في منطقة الجذور مما يحول دون نمو النبات ويتبعه انخفاض في الإنتاجية (فلمنج ١٩٦٨) وذلك لأن رطوبة التربة Soil Mositure هي وسيلة تدبير الاحتياجات المائية للمزروعات ذات نظم الرى العامة.

ومما يذكر ، أنه قد يتواجد القحط الزراعى مع توافر المياه ولكن انحدار التربة يتسبب في انخفاض مستوى الرطوبة للتربة في منطقة الجذور ، ولذا ينبغي التخطيط طويل المدى للحد من سلبيات القحط في المناطق شبه القاحلة وشبه الرطبة للتقليل من خسائره ، مع ضرورة التنظيم الجيد للمراعى والدواب الموجودة بناء على المعرفة المحلية والإقليمية لتكرار احتمالات القحط.

ويشتمل القحط الزراعى على عدة أنواع من اهمها :

١- القحط المائي :

يعد أكثر أنواع القحط أهمية من الناحية الهندسية حيث أن له تأثيراً كبيراً نسبياً على الصناعة ومناخ المدن ونقص مستوى البحيرات والخزانات وانخفاض مستوى الماء الأرضي. هذا فضلاً عن كون جميع مظاهر القحط مرتبطة ارتباطاً تاماً بمفهوم أساسي ألا وهو نقص الماء. ولذا يجب لدراسته معرفة البيانات الإحصائية للأمطار والإمدادات المائية الرئيسية المطلوبة للزراعة مثل الرى ورش المحاصيل وشرب الدواب وغسيل الأدوات والخضراوات وتخفيف ونقل النفايات (العرق والبول) وللوقاية من الصقيع (باستخدام الرى بالرش) ومقاومة الحرائق وفى التبريد وتكييف الهواء (في الزراعات المحمية - تكييف حظائر الحيوان والدواجن) وكمثال غير متوقع لنقص المياه مثلاً تجمد المجارى المائية والبرك... وغيرها أثناء فصل الشتاء أحياناً.

٢- القحط الجوى :

ويحدث عندما تزداد درجة جفاف الهواء (أي عندما يكون الفرق كبيراً بين ضغط بخار الهواء المشبع وضغط بخار الماء في الهواء) بارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة وزيادة فترة سطوع الشمس مجتمعة في وقت واحد بمصاحبة رياح جافة بسرعات معتدلة أو نشطة مما يؤدى آلي زيادة سرعة وقوة عملية النتح من أوراق النبات في ظل وجود رطوبة تربة مناسبة فربما تكون حركة الماء غير كافية لمقابلة احتياجات النتح وتفقد أنسجة النبات حيويتها وتنخفض فاعلية التمثيل الضوئي Photosynthesis. ويمكن الحصول على نتيجة مماثلة في حالة قوة متوسطة فقط إذا كان الماء الأرضي (الذي ربما يكون كاف عند قياسه كمحتوى رطوبي) يستطيع التحرك في التربة ببطء وانخفاض درجة الحرارة يقلل من حركة الماء (وفى النهاية يتوقف في التربة المتجمدة) ويطلق عليه القحط الفسيولوجى Physiological Drought[١] ويجب عند دراسة القحط الجوى دراسة الاستهلاك المائي للنبات.

٣- القحط الارضي :

يقصد به تأثير الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة في محتواها المائي مثل انحدار التربة وقوة تماسك حبيباتها[بنية التربة Soil Structure] نسيج التربة Soil Texture والمسامية Porosity والملوحة Salinity والقلوية Alkali مما يستوجب زراعة أصناف وفصائل قادرة على البقاء تحت ظروف التربة الجافة جداً.

وينبغي التنويه إلى أن القحط ليس أساسياً في حدوث وانتشار حرائق المزروعات ولكن تزايد فترات القحط يزيد من فرصة حدوثها.

١- على عبد القادر ١٩٩٣ ص ٢٦١

ويوجد كثير من النماذج الرياضية لتقييم مخاطر الحريق وتعتمد أساساً على سرعة الرياح والمحتوى الرطوبى للزراعات وفى حالة الرطوبة في الحجم الكلى تكون أساس الاتزان المستمر والتي تحدد من النموذج

معامل اليوم (ن) = ن١ (معامل اليوم السابق) -٣,٩٤ (م-٠,١) + ت

حيث م = كمية المطر مقدرة بالمليمتر للأربع وعشرين ساعة السابقة.

(م - ٠,١) لكي تعطى صفر للقيمة السالبة (التبخر والنتج). ومن أهم التأثيرات الذي يسببها هذا القحط هو التمهيد لمزيد من المخاطر الجوية آلتي يتبعها انخفاض في خصوبة الأراضي وفيما يعرف بانجراف التربة بفعل الرياح (الانجراف الربحي) الذي يرتبط بعلاقة عكسية مع المحتوى الرطوبى للتربة. إذ كلما انخفضت رطوبة التربة كلما قلت قوة تماسك حبيباتها مما يؤدى إلى زيادة الانجراف هادسون (١٩٧١) وعلى ذلك فالمناطق المعرضة للتآكل هي تلك المناطق آلتي يتراوح فيها كمية المطر السنوي فيما بين ٢٥٠ - ٣٠٠ مليمتراً وجدير بالذكر هنا ، أهمية وضرورة توفر الماء لنجاح عمليات التسميد إذ تحتاج الأسمدة للماء لتذوب فيه وتتسرب إلى مناطق الجذور بالتربة ، وقلة الماء تؤدى إلى عدم الاستفادة من تسميد الأرض. هذا فضلاً عن كون انخفاض كمية المطر المرغوب فيها سواء من الأسمدة أو من المبيدات الحشرية من التربة.

ويتبع تراكم هذه المخلفات آلي تغير في التركيب الطبيعي والكيميائي للتربة مما قد يؤدى آلي انخفاض درجة خصوبتها وينعكس ذلك بالضرورة على إنتاجيتها.

ويؤثر القحط الأرضي أيضاً في فاعليات تجهيز الأرض للزراعة إذ يؤثر نقص رطوبة التربة عن الحد الذي يسمح بعملية البذر وبالتالي عملية

الإنبات وتكون البادرات وكذلك اضطراب سطح الأرض الرملية أو الطينية الجافة بالحراثة (أو حتى بتحريك الحيوانات).

ويعمل القحط أيضاً على المساهمة في زيادة بعض الآفات والأمراض وبالتالي يقلل من كمية المحصول لأن الهجوم الناجح للآفات أو الأمراض يتطلب ظروف بيئية تسمح فقط للآفات والحشرات للمعيشة والنمو وكذلك تواجد العائل النباتي أو الحيواني بحالة تسمح بإصابته في وقت معين من السنة.وتعتمد كذلك كفاءة استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات بالرش أو التعفير على الرطوبة آلتي تغطى أنسجة النبات فإذا انخفضت الرطوبة انعدمت الاستفادة من المبيدات ، وإذا ارتفعت فقد المبيد.

الاستهلاك المائي للنبات:

ويقصد به ما يفقد من الماء بالنتح Transpiration وبالتبخر Evaporation فضلاً عن كمية الماء الذي تمتصه جذور النبات وتستهلك في بناء أنسجته ويمر خلال أوراقه إلى الجو الخارجي بالإضافة إلى ذلك الجزء المستنفذ بالتبخر من سطح الأرض والسطوح المائية أو سطوح أوراق النبات وكذلك مياه الندى والأمطار ومياه الري بالرش المتبخرة دون أن يمتصها النبات كلها تعتبر جزء من الاستهلاك المائي الكلى. وكثيرا ما يطلق على الاستهلاك المائي اصطلاح Evapotranspiration ويستخدم اصطلاح Actual Evapotranspiration للدلالة على البخر نتح الفعلي أما اصطلاح Potential Evapotranspiration الذي اقترحه ثرلن تويث فيرمز إلى الكمية القصوى المستهلكة من الماء ويعرف بأنه معدل البخر نتح المحدد أساسا بالظروف الجوية من سطح ممتد مزروع بمحصول اخضر قصير نشيط النمو ويغطى سطح الأرض تماما بطول متجانس ولا يعانى نقصا في الرطوبة الأرضية[1]. والاحتياج المائي Water Requirement يعرف بأنه

١- شرف، ١٩٨٠ ص ١٨٢

كمية الماء المستهلكة (بالبخر نتح) لإنتاج الوحدة الواحدة من المادة الجافة للنبات المستهلك للماء بالبخر نتح من وحدة المساحة لسطح الأرض. وبناء على ذلك فإن الاحتياج المائي يصبح مساويا لكمية الماء المستهلكة بالبخر نتح مقسوما على إنتاج المادة الجافة من وحدة المساحة المزروعة بالمحصول.

طبيعة البخر والنتح

تتشابه عمليتي التبخر والنتح في فقد الماء بكل منهما على صورة بخار إلى الهواء الخارجي. وتتميز عملية التبخر من السطوح الطبيعية كسطح الماء والأرض الجرداء أو الغطاء النباتي بكونها عملية انتشار إذ ينتقل الماء خلالها في صورة بخار من السطح المتبخر إلى الهواء ولما كان الهواء في حالة سريان تدريجي فان طبيعة عملية البخر لايمكن اعتبارها انتشارا جزئيا في اغلب الأحيان ولذا فهناك شرطان أساسيان لابد من توافرهما لعملية التبخر وهما :

(أ) توفر مصدر للحرارة ليحول السائل إلى بخار وقد يكون هذا المصدر في صورة طاقة شمسية (رياح حارة) على سطح التبخر أو طاقة كامنة اسفل هذه السطوح.

(ب) نسبة العجز بين ضغط بخار الماء المشبع Saturation Vapour Pressure وضغط بخار الماء العادي Vapour Pressure حتى تتم عملية الانتشار وانتقال البخار إلى الهواء الخارجي بمعنى وجوب زيادة تركيز بخار الماء عند سطح التبخر عنه في الهواء المحيط به. وتعتبر الطاقة الشمسية هي المصدر الأساسي للطاقة الحرارية اللازمة لعملية البخر فالمعروف أن الطاقة الشمسية تصل إلى سطح الغلاف الجوى بمعدل قدره سعرين لكل ٢سم

في الدقيقة غير أن جزء كبيرا من هذه الطاقة ينعكس أو يتشتت أو يرتد إلى الفضاء ولا يؤثر في ميزانية الطاقة عند سطح الأرض.

ويمكن التعبير عن الميزانية الحرارية بالصورة التالية :

$$R_s - R_r - R_w = H_a + H_s + H_e$$

Where

R_s Incoming SoLar Radiation الإشعاع الشمسى المستقبل من الشمس

R_r Reflected SoLar Radiation الإشعاع الشمسى المنعكس

R_w Net outgoing longwave radiation صافى الإشعاع الشمسى الطويل

H_a Sensible heat flow into the air تدفق الحرارة المحسوسة إلى الهواء

H_s heat flow into the soil تدفق الحرارة إلى التربة

H_e Evaporation heat, or latent heat flow into the air

تدفق الحرارة الكامنة الناتجة من التميز إلى الهواء

الطاقة الشمسية

هي مصدر الطاقة اللازمة للتبخر والنتح ولذا ينخفض معدليهما عندما تقل شدة هذه الطاقة. وتعمل الطاقة الشمسية على رفع درجة حرارة الأجسام التي تمتصها مثل درجة حرارة الأوراق المعرضة للشمس فترتفع عن حرارة الجو المحيط بها حينما تتساوى باقي العوامل الجوية. ونتيجة لارتفاع حرارة الأوراق يرتفع الضغط البخاري للهواء بالثغر حيث يعتمد ضغط التشبع للهواء الملامس للسطوح الرطبة على درجة حرارتها فيزداد الضغط البخاري بالورقة عن الهواء الملامس لها مما يؤدى إلى زيادة فقد الماء.

عملية التبخر وتستلزم طاقة كامنة تؤخذ بعضها من حرارة الورقة نفسها ، وتنخفض درجة حرارة سطح الورقة نتيجة النتح ، إذ أن العالم Cates قد قدر سرعة النتح بحوالي ٠,٠٠٠٥ جرام في الدقيقة ويتبع ذلك انخفاض في الطاقة بحوالي ٠,٣ كالورى[١] نتيجة للبخر غير أن درجة

(١) Chang, Jen Hu.,: Climate and Agriculture, Chicago, 1977, P. 128.

حرارة الأوراق المعرضة لضوء الشمس المباشر تبقى أعلى من درجة حرارة الهواء المحيط نتيجة لامتصاصها الطاقة الشمسية بينما تنخفض حرارة الأوراق الموجودة بالظل.

تأثير حركة الرياح :

يؤدى سكون الهواء حول الأوراق إلى زيادة تدريجية في الضغط البخاري فينخفض معدل النتح ، بينما تؤدى سرعة الرياح إلى إزاحة طبقة الهواء الملامس لسطح الأوراق بعيداً وإحلال محلها طبقة هواء أخرى اكثر جفافاً فيستتبع ذلك وجود عجز في الضغط البخاري وبالتالي زيادة معدل النتح كلما زادت سرعة الرياح.

تأثير الرطوبة النسبية :

يرتبط معدل النتح بعلاقة عكسية مع الرطوبة النسبية إذ يرتفع مقدار الفاقد بعملية النتح كلما انخفضت الرطوبة النسبية للهواء. أما بالنسبة لفاعلية ارتفاع درجة حرارة الهواء في فقد الماء (في حالة ثبات كمية بخار الماء في الهواء) فان ارتفاع الحرارة سيؤدى إلى انخفاض الرطوبة النسبية مع ثبات الضغط البخاري بالرغم من أن ارتفاع الحرارة سيؤدى إلى ارتفاع حرارة الأوراق مما يستتبع زيادة ضغط التشبع للبخار عند سطح الورقة والمحصلة لذلك هي زيادة عجز الضغط البخاري في الورقة عن الهواء المحيط وبالتالي زيادة النتح.

الاحتياج المائي للنبات :

يعتمد الاحتياج المائي للنبات على العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي وبناء النبات. ويمكن إجمال هذه العوامل في ثلاثة عوامل رئيسية هي عوامل النبات ، عوامل التربة والعوامل المناخية.

ا. عوامل النبات :

وتشمل مجموعة العوامل آلتي تتحكم بصورة مباشرة أو غير مباشرة في سرعة وحجم الاستهلاك المائي بواسطة النبات ومن ثم في كمية الاحتياج المائي وهى :

[أ] طبيعة عمل الثغور :

تختلف أجناس النبات في مواعيد نموها وأعماق جذورها وكثافتها والمسافات بينها وأطوالها واتجاهاتها. و تشير كل هذه الاختلافات إلى حتمية الاختلاف في استهلاكها المائي. وقد تتساوى النباتات في (البخر نتح الممكن) كما تتساوى النباتات متشابهة الألوان في قيمة معامل الانعكاس وحيث انه يصعب توفر غطاء تام لسطح الأرض بالنبات خصوصا في المراحل الأولى لنموه مما يقلل من استهلاكه المائي عن البخر نتح الممكن. كذلك تشذ بعض المحاصيل عن هذه القاعدة ومن أمثلتها الأناناس إذ يقل استهلاك نباتاته الكثيفة التي لا تعانى من نقص الرطوبة عما يستهلكه نبات نجيلي كثيف النمو تحت الظروف ذاتها. وقد يرجع ذلك إلى طبيعة عمل ثغور الأناناس إذ عادة ما تغلق بالنهار وتفتح بالليل بعكس معظم النباتات كذلك يزداد معدل نتحه بعد زراعته عند زيادة حجمه وتمام نموه.

[ب] إنعكاس الطاقة الشمسية من النباتات :

يؤثر انعكاس الطاقة الشمسية من النباتات على صافى الطاقة المستغلة في عملية البخر نتح إذ تتوقف على لون النبات ونسبة السطح المغطى من التربة بالغطاء النباتي ، وعلى التركيب البنائى له. وتشير نتائج الدراسات التي أجريت في هذا الصدد إلى أن الانعكاس من معظم المحاصيل الكثيفة النمو يتراوح بين ٢٠ إلي ٣٠% ، بينما الانعكاس من الأرض غير المنزرعة يختلف من ١١ إلى ٢٣% ، ولا يتعدى هذا الاختلاف في قيمة الاستهلاك المائي بين النباتات نتيجة لاختلافها في الانعكاس ٢٥%. ويعزى

التباين في تأثير نسبة الغطاء النباتي إلى ارتباطه بمعامل الانعكاس وبمقدار الفقد النسبي للماء بالتبخر من سطح التربة وبالنتح من النبات. وبينما يقل فقد الماء بالتبخر بسرعة كبيرة بعد يوم أو اثنين من الري أو الأمطار ، إلا أن نفس الدرجة من التأثير لا يصل إليها النبات إلا بعد أسبوعين. وتشير معظم الدراسات إلى أن معدل استهلاك الماء يزداد بزيادة نسبة السطح المغطى من التربة بالنبات حتى ٥٠% مع زيادة الفقد من المحاصيل النامية بتربة رطبة عن تلك النامية بتربة جافة.

[ج] عدد النباتات المنزرعة :

ويؤثر عدد النباتات المنزرعة بالحقل في الاستهلاك المائي تأثيراً مشابهاً لتأثير نسبة الغطاء النباتي. إذ انه في حالة توفر الرطوبة الأرضية بدرجة كافية لكل من النبات وسطح الأرض فان الاستهلاك الكلى للماء لا يتأثر بعدد النباتات أو غيرها من العوامل المؤثرة في صافى الطاقة الإشعاعية عند سطح الأرض ، بينما يتأثر فقط بنسبة التبخر إلى النتح. أما في حالة جفاف السطح فان التبخر سوف يصبح محددا ويتأثر مقدار الماء المستهلك بالنتح عندئذ بعدد النباتات مما يؤدى إلى الإقلال من الاستهلاك الكلى وزيادة الفقد في الطاقة الحرارية بانخفاض عدد النباتات.

٢. عوامل التربة:

تقلل العوامل الأرضية من الاستهلاك المائي حينما ينتقل الماء إلى سطوح التبخر بما لا يتناسب مع قدرات الجو المحيط على إحداث التبخر والإقلال من امتصاص الطاقة وتحد من انتقال البخار أو الحرارة من والى سطوح التبخر. ومما يذكر أن معدل تجفيف الأرض البور يتناسب طرديا مع محتواها الرطوبى وعكسيا مع الزمن فعندما تقل قدرة الأرض على توصيل الماء إلى السطح بمعدل يتناسب مع معدل التبخر يجف سطحها. و يتوقف معدل توصيل الماء إلى السطح التبخر على عدة عوامل هي :

[أ] قوام التربة *Soil Texture* وملامح سطحها وتعاقب طبقاتها :

يؤثر على سعتها لخزان الماء ، الأراضي خشنة القوام وذات البناء الحبيبى تحتوى على رطوبة اقل من الأراضي ناعمة القوام عند نفس قيم الشد الرطوبى لأن كمية الماء القابلة للتبخر تكون اقل في الأراضي الرملية عن الطينية.

سعة المخزون الرطوبى للتربة *Moisture Storage Capacity*

وتبلغ سعة المخزون في التربة العادية ١٠ سم وقد يرتفع إلى ٣٠ سم ويصل في التربة الفيضية إلى ٤٠ سم أو اكثر(١).

[ب] معامل التوصيل الهيدروليكي :

يرتفع في الأراضي الرملية عن الأراضي الطينية أثناء الشد الرطوبى المنخفض والعكس عند الشد الرطوبى المرتفع إذ يؤدى إلى سرعة حركة الماء لأسفل عقب الري وبطئه لأعلى عند الجفاف في الأراضي الخشنة تلك الناعمة. ويستتبع ذلك أن الأراضي الرملية تفقد كمية اقل من المياه بفعل التبخر مقارنة بالأراضي الطينية. ويساعد أيضا وجود طبقات خشنة القوام أو بطيئة النفاذية بالقطاع الرأسي للتربة على احتفاظه برطوبة أعلى بعد ريه عما إذا كان متجانسا في صفاته مما يزيد من احتمالات البخر إذا ما كانت مثل هذه الطبقات تقع خلال عمق قدره ١٠٠ سم.

[ج] عمليات الخدمة للأراضي :

تعتبر التغيرات التي تحدث في بناء الطبقة السطحية من القطاع الرأسي للتربة (١٠-١٥سم) نتيجة لعمليات الخدمة وإضافة المادة العضوية وبقايا المحاصيل مهمة بالنسبة لقدرة هذه الطبقة على توصيل الماء إلى السطح أو حيث يتم التبخر (ولا يتعدى ٥ سم في السطح).

---

(١) Chang, 1977, P.199.

فإذا ما احتوت هذه الطبقة على حبيبات مركبة (قطرها اكبر من ملليمتر) أدى ذلك إلى فقدان الاتصال بخط مسار الماء مما يسبب إقلال الحركة لأعلى وبالتالي انخفاض معدل التبخر كما يحدث في الأراضي آلتي تتميز بقوامها الخشن في طبقتها السطحية. ومما أن تشقق الطبقة السطحية من التربة يساعد على زيادة معدلات التبخر ومن ثم زيادة جفافها.

[د] لون وانحدار واستواء سطح التربة :

أما من حيث علاقة الأرض بامتصاص الطاقة الإشعاعية فان اللون والانحدار ودرجة استواء السطح وبقايا المحاصيل الموجودة عليه كلها عوامل تؤثر على معدل الاستهلاك المائي. إذ أن الأرض الفاتحة اللون تعكس نسبة أعلى من الأشعة الساقطة عن الأرض الداكنة ، كما أن زيادة المادة العضوية والمحتوى الرطوبى تقلل من الانعكاس. ويؤثر ميل الأرض على زاوية سقوط الأشعة على سطحها وبالتالي يؤثر في كمية الطاقة المكتسبة لوحدة المساحة حيث أن السفوح الشمالية تمتص قدرا اكبر من الأشعة الساقطة عن تلك الجنوبية بينما يقل الفرق بين السفوح الشرقية والغربية وجدير بالذكر أن هذا التأثير النسبي يختلف من فصل لآخر حسب تغير زاوية سقوط الأشعة. هذا فضلاً عن مساهمة بقايا النبات في الإقلال من الطاقة المكتسبة حيث إنها تعكس قدرا من الأشعة اكبر مما تعكسه الأرض. وتعمل صافى الأشعة المكتسبة بالأرض على لرفع درجة حرارتها وبالتالي تبخر الماء وتسخين الهواء الجوى مباشرة.

[هـ] معامل التوصيل الحراري للأرض:

ويتحدد معامل التوصيل الحراري للأرض Thermal Conductivity بكثافتها وتركيبها المعدني ومحتواها الرطوبى. حيث أن ارتفاع الكثافة والمحتوى الرطوبى تزيد من التوصيل الحراري لزيادة التلامس بين حبيبات الأرض ، أما السطوح الجافة فتستغل الطاقة في تسخين الهواء. وحيث أن معدل التبخر يكون بطيئا تحت هذه الظروف فان طبقة الهواء الساخن هذه

تعمل كعازل يقلل من التبخر. أما في الأراضي الرطبة فتنتقل الطاقة داخل الأرض وتؤدى إلى زيادة سرعة وكفاءة عملية التبخر مما ينعكس سلباً على المحتوى الرطوبى للتربة[1]. وتعمل بقايا النباتات Organic wastes كعازل يقلل من التبادل الحراري فتبقى حرارة الأرض منخفضة نسبيا في أواخر الشتاء الربيع وأواخر الصيف وادفأ في الخريف وأوائل الشتاء. وحينما تجف الطبقة السطحية ينتقل الماء لها في الصورة البخارية ويتحدد معدله في هذه الحالة بمعامل الانتشار وبمسامية الطبقة المسار خلالها. وتعمل الطبقات العازلة من الأغطية النباتية على الحد من معدل التبخر بالإقلال من الطاقة المنتقلة للأرض وكذلك انطلاق البخار منها.

٣. العوامل المناخية :

هناك الكثير من المعادلات التجريبية التي تربط بين القياسات المناخية والاستهلاك المائي وعادة ما تتطبق هذه المعادلات على ظروف منطقة بعينها وفقا لنوع النبات وموسم ومراحل نموه مما يستدعى تغيير ثوابت هذه المعادلات تبعا لتغير الموقع والظروف البيئية المحيطة.

ومن هذه المعادلات التجريبية ما يعتمد على الطاقة الإشعاعية ومتوسط درجة الحرارة والرطوبة والتبخر من أوعية خاصة ويمكن استعراض بعضاً منها :

[أ] طريقة بلانى وكريدل

لقد توصل بلانى وكريدل إلى معادلة تجريبية بسيطة تربط بين الاستهلاك الفعلي ومتوسط درجة الحرارة الشهري وكمية ضوء النهار ومعامل يتوقف على المحصول. وربما كانت هذه الطريقة من اكثر الطرق شيوعا لتقدير الاستهلاك المائي الشهر إذ كثيراً ما يلجأ إليها الباحثون في حالة عدم توفر البيانات المناخية المطلوبة لغيرها في الطرق ، وكذا صعوبة

(١) Mather, J., 1974, p.170.

التقدير والحساب. إذ تمتاز بسهولتها وبساطتها علاوة على استنادها لحد ما على أهم العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي وإمكانية التوصل باستخدامها إلى قيم شهرية مقبولة للاستهلاك المائي. وفى المعادلة محاولة للأخذ في الاعتبار لتأثير المحصول على الاستهلاك المائي غير أن ذلك المعامل الخاص بالمحصول والذى يعتبر عنصرا أساسيا للمعادلة قد تتعذر معرفته تحت الظروف المحلية لمنطقة ما مما يستدعى ضرورة العمل على إيجاده وتأخذ المعادلة الصورة التالية :

$$ET_q = K \times F = K \times \left(\frac{p \times t}{100} \right)$$

حيث تقدر المكونات التالية لنفس الفترة الزمنية

ET_q الاستهلاك المائي بالبوصة

F مجموع معاملات الاستهلاك المائي

K معامل تجريبي (سنوي لموسم الري أو لموسم النمو ٩) يتوقف على نوع المحصول

T متوسط درجة الحرارة (ف°)

p نسبة عدد ساعات النهار في فترة ما بالنسبة لعددها في السنة

ويمكن استخدام معادلة بلانى و كريدل لإيجاد قيمة الاستهلاك المائي الفعلي بوحدات المتر المكعب للفدان في فترة زمنية معينة من العلاقة التالية :

$$ET_q = 1.8\ K \times p\,(t + 18)$$

T متوسط درجة الحرارة (م°)

قيمة K يجب تقديرها تحت الظروف السائدة ، وهناك بعض الجداول التي تبين هذه القيم لمتوسط موسم النمو وكذلك في فترة أقصى احتياج مائي حيث تتوقف قيمته على متوسط درجة الحرارة الشهرية ومرحلة نمو

المحصول. ويمكن الاستدلال على الظروف الجوية والمناخية السائدة في منطقة ما من واقع بيانات اقرب محطة أرصاد جوية لها.

وتوجد معادلة مطورة لمعادلة بلانى و كريدل لحساب البخر نتح المطلق كالتالي:

$$ET_o = C\left[P\left(0.46\,T + 8\right)\right] \quad mm / day$$

ET_o المتوسط اليوم للبخر نتح المطلق خلال الشهر المعني

T المتوسط اليومي للحرارة خلال الشهر مقاسه ب (م°)

P متوسط عدد ساعات النهار في الشهر

C معامل تصحيح يعتمد على الرطوبة النسبية الصغرى ، وعدد ساعات سطوع الشمس ومتوسط سرعة الرياح خلال النهار.

[ب] طريقة معادلة بينمان المعدلة

عند وضع إناء على النار يتوقف كمية بخار الماء المتصاعد على مقدار الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء من النار وعند تغطية الإناء فإن بخار الماء يتكاثف على الغطاء ويرتد ثانيا إلى الماء المتبخر وتكون محصلة التبخر صفرا وعندما يكون الغطاء يسمح نسبيا بنفاذ جزء من بخار الماء إلى الهواء فإن كمية الماء المتبخر تتناسب عكسيا مع مساحة الغطاء. ويعتمد البخر نتح على عاملين رئيسيين هما جزء الإشعاع الشمسي كمصدر للطاقة الحرارية وقابلية الهواء للتشبع ببخار الماء. وتكون المعادلة على النحو التالي :

$$ET_o = -C \times (W \times RN) + C\,(1 - W) \times F(U) \times (EA \;\; ED - ED)$$

ولحساب كل مقدار في هذه المعادلة نتبع الأتي :

(١) حساب ضغط بخار الماء المشبع *EA* و *ED* على الترتيب من العلاقة:

$$EA = 6.108 \times Exp\left(17.27 \times \frac{T}{(T + 237.3)}\right)$$

$$ED = EA \times \frac{RH}{100}$$

وترجع هذه العلاقة إلى Tetens وهنا تكون T هي درجة الحرارة بالوحدات المئوية. وRH هي الرطوبة النسبية.

(٢) لحساب دالة الرياح من العلاقة :

$$F(U) = 0.27 \times \left(1 + U \times \frac{CUH}{100}\right)$$

حيث U هي متوسط سرعة الرياح بالكيلومتر/ يوم ، وتبلغ :

CUH =1 , U (Km/day)

CUH=86.4 , U (M/S)

CUH=24 , U(Km/hour)

CUH=14.9 ,U(miles/hour)

وهذه القيم لل CUH على ارتفاع مترين ويمكن تعديلها على آي ارتفاع من العلاقة

$$CUH = 1.555 \times H \wedge (-0.1874)$$

حيث H ارتفاع مسجل الرياح.

(٣) حساب المعامل الوزنى :

$$W = \frac{DL}{DL + GM}$$

where $DL = \frac{EA}{T_K} \times \left(\frac{6790}{T_K} - 5.028\right)$, $T_K = T + 273$

(٤) حساب صافى الإشعاع الشمسي RN :

$$RN = RNS - RNL$$

حيث RNS هو صافى الإشعاع قصير الموجة ، RNL هو صافى الإشعاع طويل الموجة.

ويمكن حساب RNS من العلاقة:

$$RNS = (1-\alpha)\times\left(A + B\times\frac{N}{NN}\right)\times RA$$

حيث

RA : الإشعاع الشمسي على قمة الغلاف الجوى

N : فترة سطوع الشمس الواقعية.

NN : فترة سطوع الشمس الممكنة.

α : معامل انعكاس الإشعاع الشمسي (الألبيدو)

A,B : ثوابت تعتمد على متوسطات عوامل مناخية

A=0.25 & B = 0.50

وحساب RA يكون من المعادلة:

$$RA = 15.54\times\frac{NL\times XX + YY\times sin(NL)}{(SL)^{\wedge}2}$$

حيث SL معامل تصحيح وNL نصف طول اليوم.

$$XX = sin(\text{sun declination})\times cos(\text{latitude})$$

$$YY = cos(\text{sun declination})\times sin(\text{latitude})$$

حيث NL تحسب من العلاقة

$$NL = ar\,cos\left(\frac{-XX}{YY}\right)$$

$$NN = 7.6394\times NL + 0.1$$

حيث NN طول اليوم بالساعات

NL طول اليوم بالـradial و ٠,١ معامل تصحيح لانعكاس الشروق والغروب، و٧,٦٣٩٤ هي ٢٤مقسومه على ٣,١٤٥٧٢٦

ويمكن حساب J من العلاقة:

$$J = INT\left(30.42 \times MJ - 15.23\right)$$

حيث MJ رقم الشهر، وJ رقم اليوم المتوسط في الشهر.

ويمكن حساب J من العلاقة:

$$J = INT\left(10.16 \times DJ - 15.23\right)$$

حيث DJ رقم الفترة الثلث شهرية، وJ رقم اليوم المتوسط في الفترة الثلث شهرية.

ويمكن حساب J أيضا من العلاقة:

$$J = 4 + 7 \times (WJ - 1)$$

حيث WJ رقم الأسبوع، وJ رقم اليوم المتوسط في الأسبوع.

ولحساب RNL (Long Wave Radiation) تتبع المعادلة التالية:

$$RNL = \sigma \times TK^{\wedge 4} \times \left(0.34 - 0.044 \times ED^{\wedge \frac{1}{2}}\right)\left(0.1 + 0.9 \times \frac{N}{NN}\right)$$

حيث $\sigma = 0.9835\ E^{-9}$ (ثابت ستيفن بولتزمان) وT متوسط درجة الحرارة (مئوية) وED ضغط بخار الماء بالمليبار.

ويمكن كتابة المعادلة السابقة على النحو التالي :

$$RNL = 8.7274 \times E^{-12} - (7.7273) \times \left(ED^{\wedge \frac{1}{2}}\right) \times \left(1 + 9 \times \frac{N}{NN}\right) \times (T + 273)^{\wedge 4}$$

ولحساب معامل التصحيح C من العلاقة:

$$C = 0.6817 + 0.002786 \times RHM + 0.01818 \times RNS - 0.06825 \times WD + 0.01265 \times 1.75 + 0.00973 \times WD \times 1.75 + 0.00004325 \times RHM \times RNS \times WD - 0.00000009212 \times RHM \times RNS \times 1.75$$

حيث RHM القيمة العظمى للرطوبة النسبية %.

RNS الإشعاع الشمسي في اليوم mm/day

WD متوسط سرعة الرياح.

ولحساب RS من العلاقة:

$$RS = 1.33 \times RNS$$

حيث RNS صافى الإشعاع قصير الموجة للمحصول

ولحساب WDN تتراوح من ١,٥ آلي ٢

ونحسب WD من العلاقة:

$$WD = \frac{U}{86.4} \times 2 \times \frac{WDN}{(1 + WDN)}$$

حيث WD متوسط سرعة الرياح خلال اليوم من الساعة ٧٠٠ آلي ١٩٠٠

U سرعة الرياح ب كم / يوم

ملاحظة :

$$U\ day\ time = U\ day \times 1.33$$

[ج] طريقة وعاء البخر القياسي *pan "A" Class*

مواصفاته : دائري الشكل قطره ١٢٠,٧ سم وعمقه ٢٥ سم مصنوع من الصلب المجلفن وسمكه ٠,٨مم يوضع فوق قاعدة خشبية سمكها ١٥سم أعلى مستوى سطح الأرض ويجب أن تكون التربة على مسافة ٥ سم من قاع الوعاء لمنع التبادل الحراري بين التربة والوعاء.

قواعد استخدام الوعـــاء :

١. أن يكون أفقياً.
٢. مملوء بالماء بحيث يترك مسافـــة من ٥ إلى ٧,٥ سم من حافته.
٣. يوضع بالقرب منه جهاز قياس المطر.
٤. يوضع الوعاء وسط مساحة مزروعة بالحشائش القصيرة ولا توجد حواجز أو مباني حولـــه في مساحـــة ٢٠مترًا × ٢٠مترًا وذلك لكي تكون الرياح والإشعاع الشمسي معبرة عن الواقع.

القياســـات :

١. تسجيل على خرائط.
٢. بواسطة الميكرومتر باستخدام البئر الساكن.
٣. بالمخبار.

حساب البخر نتح الممكن (ETO) من قراءة البخر من الوعاء E_{pan} :

$$1 - ETO = K_p \times E_{pan}$$

حيث K_p هو معامل وعاء البخر.

الدراســـة

يهدف هذا البحث إلى دراسة القحط على منطقة شمال جزيرة سيناء من خلال دراسة بيانات محطات هيئة الأرصاد الجوية في رفح والعريش كما يوضحها الجدول التالي :

جدول (١) إحداثيات محطتي العريش ورفح ومدة التسجيل

Table (1): Locations of some meteorological stations used for estimating the climatic data for North Sinai.

No.	Meteorological Station	Location		Elevation (m)	Duration of data recorded
		Latitude (N)	Longitude (E)		
1	El-Arish	31° 16′	33° 45′	15.0	1936-67 & 84-99
2	Rafah	31° 17′	34° 14′	6.7	1953-56 & 94-99

جدول (٢) المعدلات المناخية للعريش للفترة ما بين ١٩٨٤ - ٢٠٠٠

الشهر	درجة الحرارة العظمى م°	درجة الحرارة الصغرى م°	مجموع المطر ملم	البخر ملم	رياح عقدة/ساعة	الرطوبة النسبية %
يناير	١٩,٣	٨,٦	٢٠,٤	٣,٥	٤,٩	٧١
فبراير	١٩,٩	٩,٣	١٨,٦	٣,٨	٥,٨	٦٩
مارس	٢١,٣	١٠,٧	١٢,٨	٤,٣	٥,٨	٦٧
أبريل	٢٣,٧	١٣,٣	٧,٠	٤,٥	٤,٩	٦٧
مايو	٢٦,٩	١٦,٢	٤,٠	٤,٦	٤,٨	٦٧
يونيو	٢٨,٩	١٨,٨	صفر	٤,٦	٤,٥	٦٨
يوليو	٣٠,٦	٢١,٣	صفر	٤,٧	٤,٣	٧٢
أغسطس	٣١,٢	٢١,٩	٠,٢	٤,٥	٤,٢	٧٤
سبتمبر	٢٩,٨	٢٠,٤	٠,٥	٥,٠	٤,٣	٧٢
أكتوبر	٢٨,٣	١٨,٠	٦,٢	٤,٧	٣,٨	٧١
نوفمبر	٢٥,٤	١٤,٤	١٦,٩	٣,٩	٤,١	٧٣
ديسمبر	٢١,٥	١٠,٢	٢٤,٣	٢,٥	٤,٦	٦٦

جدول رقم (٣) المعدلات المناخية لرفح

الشهر	درجة الحرارة العظمى م°	درجة الحرارة الصغرى م°	مجموع المطر ملم	البخـر ملم	ريـاح عقدة/ساعة	الرطوبة النسبية %
يناير	٢٠,٢	٧,٨	٣١,٣	٣,٤	٥,١	٧٢
فبراير	٢١,٧	٩,٥	٣٧,٢	٣,٧	٨	٧٠
مارس	٢١,٦	٩,٦	٣٤,٦	٤,٢	٨	٦٩
أبريل	٢٣,٩	١٢,٦	١٤,٢	٤,٢	٧	٦٨
مايو	٢٦,٧	١٤,٩	٠,١	٤,٧	٨	٦٨
يونيو	٢٩,٢	١٨,٣	٤,٥	٤,٧	٧	٦٩
يوليو	٣٠,٨	٢٠,٤	صفر	٤,٨	٧	٧٤
أغسطس	٣١,٦	٢١,٣	صفر	٤,٦	٧,٢	٧٦
سبتمبر	٣٠,٥	١٩,١	صفر	٤,٩	٧,١	٧٤
أكتوبر	٢٨,٨	١٧,٥	٢,٢	٤,٦	٥,١	٧٤
نوفمبر	٢٤,٣	١٣,١	٩٤,٥	٣,٨	٣,٢	٧٥
ديسمبر	١٩,٨	٩,٤	٩٠	٢,٤	٣,٤	٧٠

يمثل الجدول رقم (٢) المعدلات المناخية للعريش للفترة من ١٩٨٤ حتى٢٠٠٠ ويتضح من الجدول أن شهور يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر تكاد تخلو من المطر، أي يسودها الجفاف خلال فصل الصيف وأوائل فصل الخريف. بينما يكون أعلى معدل للمطر في الشهور على التوالى ديسمبر ويناير وفبراير ونوفمبر ومارس وهكذا يمتد موسم المطر من أواخر فصل الخريف ويستمر خلال شهور الشتاء وحتى أوائل فصل الربيع مع وجود قمة مطر واضحة خلال فصل الشتاء. ويمثل الجدول رقم (٣) المعدلات المناخية لرفح للفترة من ١٩٩٥ حتى ٢٠٠٠. إذ يتضح تشابه خصائص المطر في كل منهما خاصة فيما يتعلق بالفترة الجافة. وتظهر قمتين للمطر في محطة رفح الأولى في أواخر فصل الخريف وأوائل الشتاء خلال شهري نوفمبر وديسمبر ، والثانية وهى الأقل في أواخر الشتاء وأوائل الربيع خلال شهري فبراير ومارس. ويرجع هذا الاختلاف في موسم المطر لكل منهما لما يتميز به المطر الإعصاري Cyclonic Rain (نوع المطر في منطقة شمال سيناء)

من تذبذب كميته وفصليته من محطة لأخرى وفى ذات المحطة من سنة لأخرى لارتباطه بالانخفاضات الجوية المتوسطية. إذ يتوقف مطر المنطقة على عدد الأعاصير وكمية رطوبتها هذا من ناحية ومن ناحية أخرى ، يؤثر شكل خط الساحل وامكانية تعامد مسار الأعاصير عليه في كمية المطر ولعل في ذلك ما يفسر زيادة كمية المطر السنوي في جملته بمحطة رفح ليعادل اكثر من ضعف مطر محطة العريش.

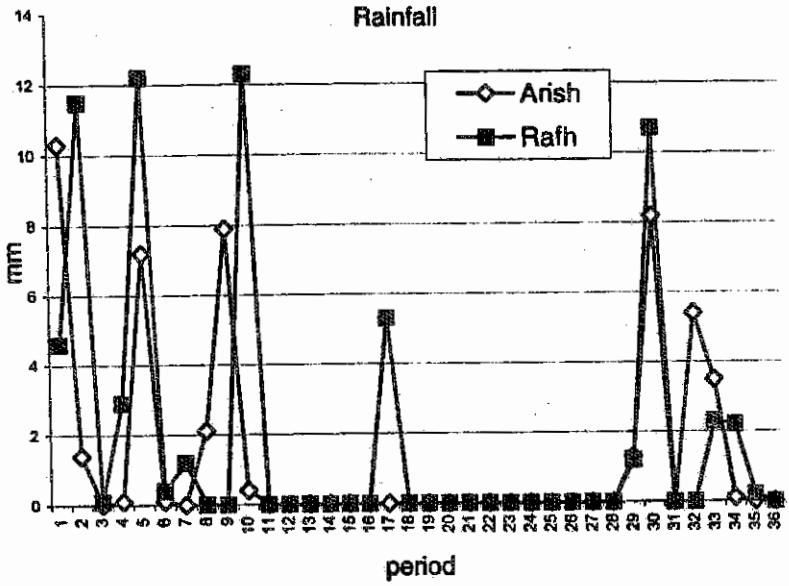
ويؤدى ارتباط موسم المطر في شمال سيناء (محطتي العريش ورفح) بالشهور الباردة نسبياً إلى ارتفاع فاعلية المطر Rainfall Effectiveness. وقد ساعد ذلك على انتشار زراعة القمح والشعير والأشجار متساقطة الأوراق في شمال سيناء بالاعتماد على الزراعة البعلية بشكل رئيسي مع الاتجاه إلى الرى التكميلي عند الحاجة خاصة بالنسبة لمحصول القمح الذي يحتاج إلى تعويض المستهلك من رطوبة التربة إذا ذاد عن ٦٠% في الطبقة السطحية[١].

ومن واقع البيانات اليومية لمحطتي الأرصاد الجوية الزراعية بالعريش ورفح لمدة خمسة سنوات للفترة من ١٩٩٦ حتى ٢٠٠٠ ودراسة المتوسطات للعناصر الجوية لكل عشرة أيام (عدد ٣٦ فترة في السنة) ، يتضح من الشكل رقم (١) التالي أن كميات الأمطار خلال شهور الخريف والشتاء مناسبة لزراعة الشعير والقمح وأشجار الفاكهة المتساقطة وبعض أصناف من الخضر مثل الطماطم والخيار.

(١) مرسى ، مصطفى ، ١٩٧٩. ص٣٤٠.

شكل رقم (١)

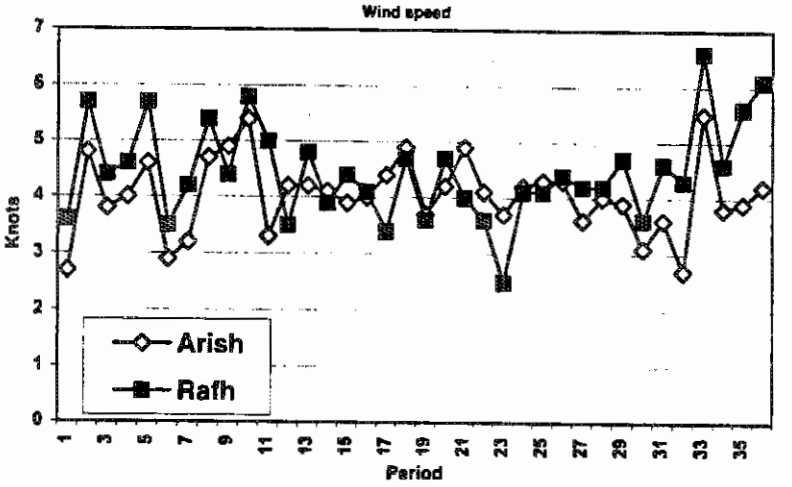
يمثل مجموع كميات الأمطار لكل عشرة أيام



ولدراسة الجفاف على المنطقة لابد من حساب البخر نتح الممكن من معادلة بينمان المعدلة والتى تتطلب معلومية درجات الحرارة للنهار ومتوسط سرعة الرياح والإشعاع الشمسي (كمية السحاب) والرطوبة النسبية خلال كل فترة. ويمثل الشكل رقم التالي متوسط سرعة الرياح خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

الشكل رقم (٢)

متوسط سرعة الرياح خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

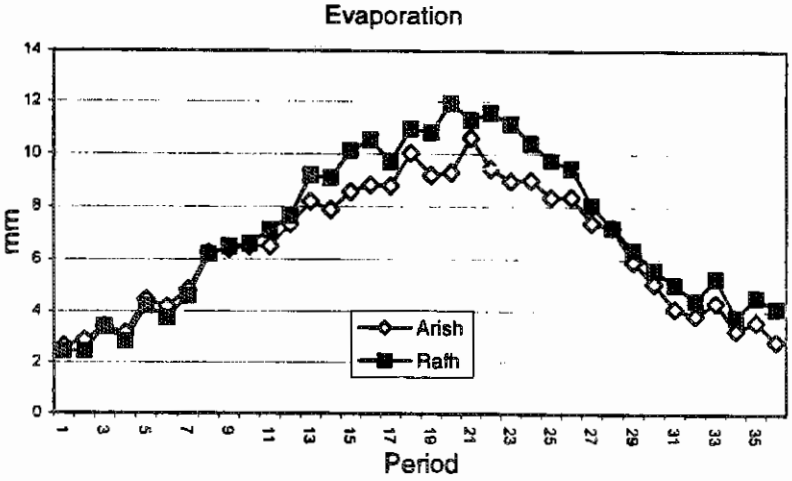


ويمثل الشكل التالي متوسط التبخر من وعاء البخر القياسي من طراز " أ " خلال كل فترة على محطتي الدراسة.

الشكل رقم (٣)

متوسط التبخر من وعاء البخر القياسي

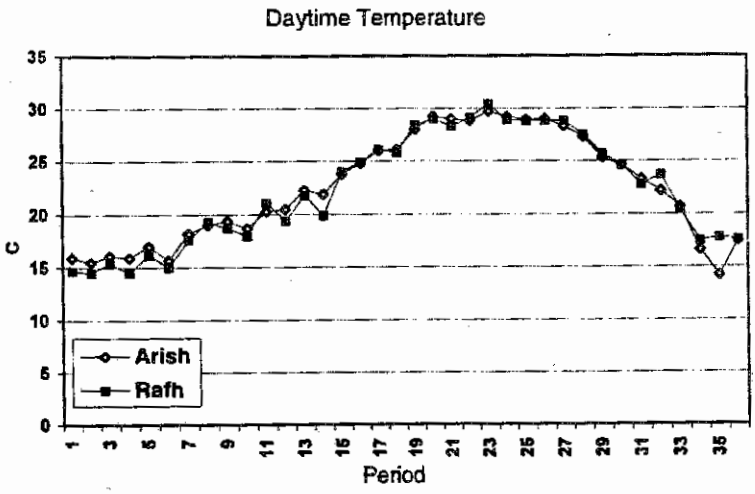
من طراز " أ " خلال كل فترة على محطتي الدراسة.



ويمثل الشكل (٦) التالي متوسط حرارة النهار خلال كل فترة على محطتي الدراسة

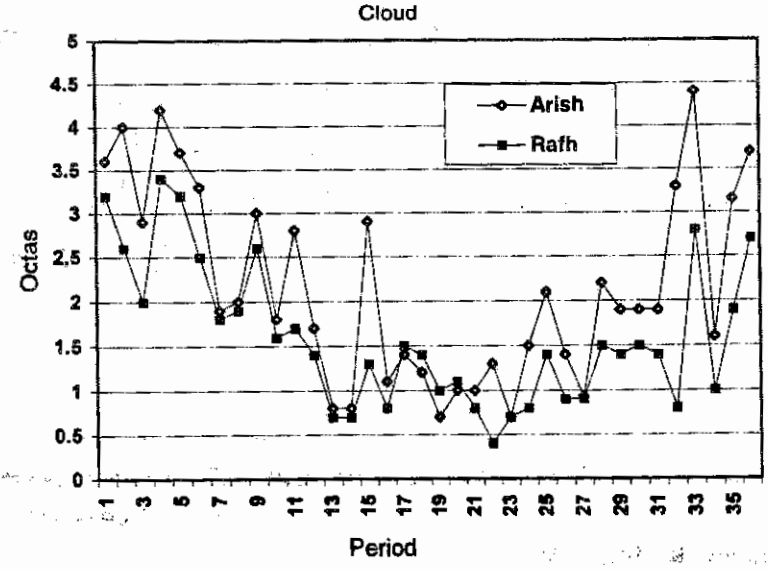
الشكل رقم (٤)

متوسط حرارة النهار خلال كل فترة على محطتي الدراسة



الشكل رقم (٥)

متوسط كمية السحاب خلال كل فترة على محطتي الدراسة



ويمثل الشكل التالي الفرق بين البخر نتح الممكن وكمية المطر خلال كل فترة إذ يتضح أن فترة الخريف تكون رفح أكثر احتياجا لمياه الرى التكميلي من العريش ويرجع السبب آلي زيادة متوسط سرعة الرياح في رفح عن العريش وهو ما أوضحته حسابات معادلة بينمان ولم يظهره البخر من الوعاء القياسي. ونجد في فصل الشتاء يتساوى تقريبا الاحتياج لمياه الرى التكميلي بالمحطتين. ويفضل اتباع أساليب الرى الحديثة الرى بالرش Sprinkling Irrigation ، والرى بالتنقيط Trickling Irrigation الذي يعتمد على توزيع الماء على نقط الارتواء بدون الغمر باستخدام شبكة أنابيب تركب عليها فوهات نضاضة Trickers Emitter وتعطى سرياناً مناسباً من الماء يتراوح بين ١-٢جالون/ساعة[١].

ويجب التنويه أن تكون كميات مياه الرى في حدود المقنن المائي [هو أقل كمية من مياه الرى يلزم توفيرها لمساحة محدودة من الأراضي الزراعية تبعاً لنوع تربتها ونوع المحصول المزروع لتعطى أفضل إنتاجية] لتجنب سلبيات الرى الزائد Over irrigation.

وفى نفس الوقت الحيلولة دون تعرض المحصول لنقطة الذبول Wilting Point أو العجز المائي Water deficit الذي يحدث حينما يفقد النبات ٥٠% تقريباً من المياه المتاحة في نطاق الجذور Root Zone خاصة حينما تزيد الكمية المفقودة بالتبخر نتح عن كمية مياه المطر بمقدار ٧٦ ملليمتراً تقريبًا[٢]. ولعل في ذلك ما يظهر أهمية جدولة عملية الرى Irrigation Sckeduling.

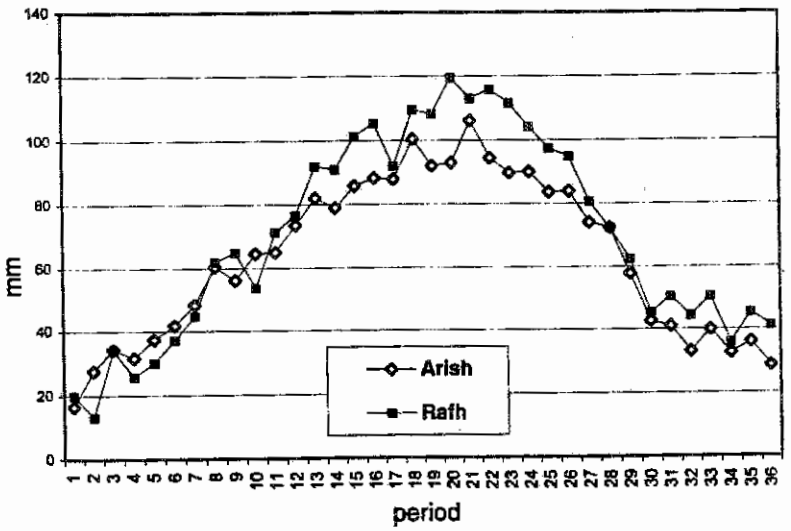
(١) العوضى ، محمد نبيل : الرى بطريقة النضيض ، مجلة كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، ١٩٨٠. ص ص ١٨ ، ٨٠.

(٢) Smith, K., 1975, p.99.

الشكل رقم (٦)

يمثل الفرق بين البخر نتح الممكن وكمية المطر خلال كل فترة

Difference between evapotranspiration and rainfall



ويبدو من الوهلة الأولى أن المعدلات المناخية للمحطتين مناسبة للزراعة سنويا ولكن بعد دراسة التنبؤ المستقبلي للمطر على العريش يتغير المفهوم وفقا لنتائج الدراسة التالية

تم تجميع كميات المطر السنوية على العريش في الفترة من ٨٤ حتى ١٩٩٧ وإجراء المتوسط المتحرك لكل خمسة سنوات للحصول على بيانات متجانسة حتى يمكن استقراء اتجاهات التغير الحالي في كميات المطر والتنبؤ المستقبلي بكمياتها واتجاهاتها سواء بالنقص أو الزيادة وجد أنها موجة يمثلها النموذج الرياضي الآتي:

The sine wave Squared Model:

$$Y = a_o + a_1 \sin\left(\frac{2\pi X}{a_3} + a_2\right)^2$$

with $R_2 = 0.93$ $a_o = 33.835$ $a_1 = -14.078$

$a_2 = -7.264$ $a_3 = 830.195$

حيث X تأخذ قيمة ٣٦٠ درجة عند عام ١٩٨٨ وتزيد سنويا بمقدار ٢٢,٥ درجة ثم بعد الحصول على تنبؤ مستقبلي للبيانات المتجانسة يمكن الحصول على بيانات لكميات الأمطار السنوية المتوقعة بمعلومية أربع سنوات سابقا وفقا للمعادلة التالية :

$$X_e = 5 \times Y - (\Sigma X_i), \qquad i = 1, 2, 3, 4$$

Where

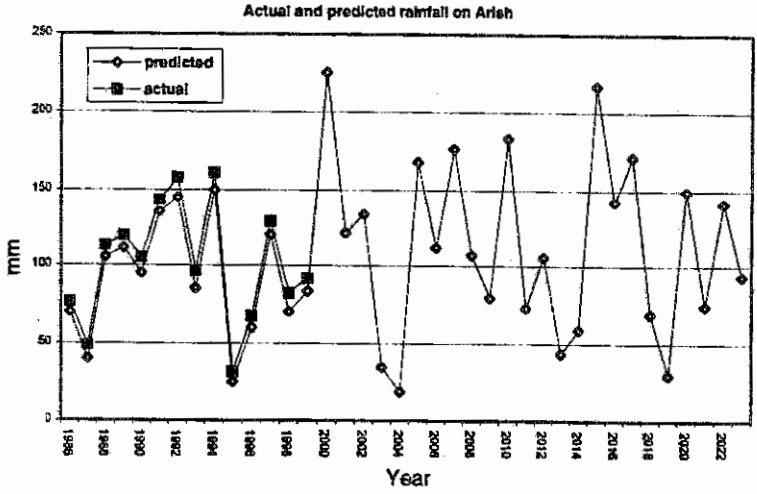
X_e is the forecasted yearly sum of the next year,

Y is the climatologically normal of rainfall giving from the model

X_i are the yearly sum of rainfall of the four previous years.

الشكل رقم (٧)

يبين التنبؤ المستقبلي لمجموع كميات الأمطار السنوية



ويتضح من الشكل السابق أن أعوام ٢٠٠٣ ، ٢٠٠٤ ، ٢٠١٣ ، ٢٠١٤ ، ٢٠١٨ ، ٢٠١٩ يحتمل تعرض المنطقة خلالها لفترات جفاف حيث يقل المجموع السنوي للمطر عن ٦٠ملم. سنويا ويجب الاتجاه إلى تعظيم الفائدة من مياه الرى بإتباع أساليب جديدة للرى مثل الزراعات المائية والزراعات المحمية لتقليل كميات البخر نتح وأيضا أقلمة الزراعات على مياه مخلوطة بمياه البحر والمياه الجوفية ومياه الآبار.

النتائج:-

تذبذب كمية المطر بالمنطقة يحد من إمكانية الإعتماد الكلى على الزراعة البعلية حتى فى السنوات غزيرة المطر.

يسود منطقة شمال سيناء مناخ شبه جاف ولذا تعظم أهمية الرى التكميلى لنجاح الزراعة بالمنطقة.

التنبؤ بالقحط خلال الأعوام ٢٠٠٣، ٢٠٠٤، ٢٠١٣، ٢٠١٤، ٢٠١٨، ٢٠١٩ مما يستدعى تدبير الإحتياجات المائية للزراعة خلال تلك السنوات.

التوصيات:-

(١) يفضل إتباع أساليب الرى الحديثة مثل الرى بالرش Sprinkling Irrigation الذى يعتمد على توزيع الماء على نقط الأرتواء بدون الغمر بإستخدام شبكة أنابيب تركب عليها فوهات نضاضة Trckers Emitter

وتعطى سريانا مناسبا من الماء يتراوح بين ١-٢ جالون / ساعة (العوضى ١٩٨٠ ص ص ١٨-٨٠)

(٢) ضرورة التحكم فى كميات مياه الرى فى حدود المقنن المائى (هو أقل كمية مياه رى يلزم توفيرها لمساحة محدودة من الأراضى الزراعية تبعا لنوع تربتها ونوع المحصول المزروع لتعطى أفضل إنتاجية) لتجنب سلبيات الرى الزائد Over Irrigation

(٣) ترشيد المزارعين بأهمية عدم تعرض المحاصيل الزراعية لنقطة الذبول Wilting Point أو العجز المائى Water Deficit الذى يحدث حينما يفقد النبات ٥٠% تقريبا من المياه المتاحة فى نطاق الجذور Root Zone خاصة عندما تزيد الكمية المفقودة بالبخرنتح عن كمية مياه المطر بمقدار ٧٦ ملليمترا تقريبا (Smith, K., ١٩٧٥, pp.٩٩)

الحرص الشديد على تعظيم الفائدة من مياه الرى بالتركيز على الزراعات المحمية بهدف تقليل الفاقد من البخر نتح.

توفير مياه الرى من مصادر جديدة مثل مياه الصرف الصحى بعد معالجتها كيميائيا وخلطها بمياه البحر

الإهتمام بجدولة عملية الرى Irrigation Scheduling سواء عدد المرات أو أوقات الرى بما يتناسب مع الظروف الجوية السائدة بهدف خفض الفاقد من مياهه.

المراجـــع :

اولاً : المراجع العربية :

١. أبو العطا فهمي هلالي : الطقس والمناخ – دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الأسكندرية ، ١٩٨٧.

٢. شرف ، عبد العزيز : مناخ الكويت ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٧٩.

٣. مرسي ، مصطفى على : أسس إنتاج محاصيل الحقل ، القاهرة ، ١٩٧٩.

٤. علي ، عبد القادر عبد العزيز : التغيرات المناخية وأثرها على البيئة ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة. ص ص : ٢٤١ – ٢٧٢.

٥. العوضي ، محمد نبيت : الري بطريقة النضيض ، مجلة كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود. ص ص : ١٨ – ٨٠.

ثانياً : - المراجع الاجنبية :

6. Chang,Jen-Hu(1997); Climate and Agriculture,Chicago
7. FAQ; Croup Water Requirments.
8. Mather,John(1974).Climatology.Fudamentals & Applications, McGrow Hill,U.S.A.
9. Smith.k. (1975): Principles of Applied Climatology,JohnWiley & Sons,New York.
10. Trewartha,T&Lyle H(1980). An Introduction to Climate,Mc-Graw Hill.U.S.A.
11. WMO 392: Drought and Agriculture Technical note no 138.
12. WMO; Meteorology and Agriculture.