أثر التغيرات المناخية على التبخر والموازنة المائية المناخية بالساحل الشمالي لمصر

محمد شوفين محمد هريدي (*)

مقدمة:

تحتاج جميع المحاصيل الزراعية لاسيما الحقلية منها لعدة مقومات لإنجاح نمو المحصول منها المياه والتربة وعناصر المناخ اللازمة كالحرارة والضوء (الاشعاع الشمسي) والهواء. يتضافر العاملان الأول والثاني وهما الماء والتربة فالماء هو سر الحياه ومعامل التفاعل الأول مع جميع العوامل الأخرى والتربة تعطي الاستقرار للنباتات، حيث يخزن الماء والمواد المغذية التي يمكن للنباتات أن تأخذه من خلال جذورها.(Brouwer C.& Heibloem M,1986,p2) انطلاقا من ذلك جاءت الدراسة بهدف تحديد تطورات أثر التغيرات المناخية على الاتجاه العام ومقدار التغير في معدلات الفقد المائي كالتبخر الذى يعد المؤثر الرئيسي المباشر في استهلاك النبات من المياه وما ينتج عن ذلك من تطورات بالاتجاه العام للعجز المائي بالموازنة المائية المناخية وأهم التغيرات بها وآثر تلك التغيرات بالساحل الشمالي لمصر. ولتحديد ذلك تم استخدام واحدة من أهم المعايير الرياضية المتبعة لتقدير قيم التبخر وهو معيار(بنمان- مونتيث) المعدل من قبل منظمة الزراعة والأغذية العالمية (FAO) بجانب استخدام أهم مؤشرات الموازنة المائية وهى العجز والفائض المائي .

أولاً – تأثير التغيرات المناخية على التبخر / النتح (بنمان – مونتيث)

التبخر (Evaporation)هو عملية تحول الماء من الحالة السائلة (في صورها المختلفة من الأسطح المائية ورطوبة التربة ومن النباتات) إلى الحالة الغازية ويتطلب ذلك وجود قدر من الطاقة توفره عدة عناصر مناخية أخرى أهمها الإشعاع الشمسي والحرارة وسرعة الرياح (Allen R. G., et al.: 1998,p 1). وبجانب تأثر تبخر المياه بارتفاع درجات الحرارة وتغيره بتغيرها، فهو يعد أيضا أحد مسببات تغير المناخ واحترار الأرض، حيث أن بخار الماء يعد أحد غازات الاحتباس الحرارى. (Bates, B.C. et al ,2008,p26)

أما التبخر/النتح (Evapotranspiration)هو عبارة عن كمية المياه التي تفقدها التربة عن طريق التبخر ونتح النباتات في حالة وجود غطاء نشط النمو من الحشائش الخضراء بارتفاع يتراوح بين ٨ : ١٥ سم تغطي السطح مع

(*) هذا البحث من رسالة الدكتوراه الخاصة بالباحث، وهي بعنوان: "التغير في بعض عناصر المناخ وأثره على البيئة الزراعية في الساحل الشمالي لمصر (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد)"، تحت إشراف: أ.د. كريم مصلح صالح – كلية الآداب – جامعة سوهاج & أ.د. محمد فوزي عطا – كلية الآداب – جامعة بني سويف.

وجود مورد دائم للمياه يجعل التربة في حالة تشبع دائم بدون أي نقص في المياه.(ياسر أحمد السيد،٢٠٠٣،ص٢٤٥)

وتكمن أهميته التبخر-النتح بالنسبة للزراعة بالساحل الشمالى في أنه وسيلة لتقدير احتياجات مياه الري، التي تشكل ٩٠ % (او اكثر) من مياه الزراعة، وعليه فإن تقدير التبخر/النتح خطوة ضرورية نحو معرفة الاحتياجات المائية الكلية للزراعة ، ورغم وجود امكانية لقياس التبخر النتح بشكل مباشر عن طريق أنبوبة التبخر، إلا أن النتائج التي تعطيها مثل هذه الأجهزة لا تعطى نتائج دقيقة كما هو موجود بواقع عملية التبخر(حلمي عبد القادر محمود، ١٩٧٧.ص٢١٦) لذا كان من الضروري استخدام بعض المعايير الحسابية التي أعدها العديد من الباحثين لحساب قيم التبخر النتح /المحتمل ومن ثم حساب الموازنة المائية المناخية التي تقدر اساسا على ما يسقط في المنطقة من الأمطار وما يفقد بالتبخر/النتح المحتمل أو الممكن ومن هذه الطرق طريقة (ثورنثويت، بنمان، يورك، بلاني وكريدل، خورسلا، خروفة، وبنمان- مونتيث) .

وقد تم اعتماد معادلة بنمان- مونتيث (Penman-Monteith) التجريبية لحساب التبخر /النتح الممكن والتي اعتمدتها منظمة الزراعة والأغذية العالمية (FAO) ، فقد تلافت تلك الطريقة في قياس التبخر/نتح الممكن معظم عيوب المعادلات السابقة الذكر، حيث يمكن حساب التبخر / نتح المكن عن طريق تطبيق المعادلة التالية التى عدلتها منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) من خلال برنامجى Cropwat 8, Climwat2.

وتأخذ المعادلة الشكل التالى:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0.34u_2)}$$

حيث أن:

ETo = التبخر / نتح الممكن Rn = معدل كمية الاشعاع الشمسى (مج / م٢ /يوم)

G = كثافة الدفق الحرارى للتربة(مج/م٢/يوم) T = معدلات الحرارة اليومية في م٢

u2= معدل سرعة الرياح عند ارتفاع ٢متر(متر/ثانية) Es = تشبع ضغط بخار الماء [كيلو باسكال]

Ea = ضغط بخار الماء الفعلى (كيلو باسكال) es-ea = العجز فى تشبع بخار الماء(كيلو باسكال) Δ = منحنى انحدار ضغط البخار

γ = الثابت السيكومترى

(Allen R. G., et al.: 1998,p 1)

وقد تم الاعتماد على برنامج (cropwat8) الذى يطبق هذه المعادلة لاستخراج مقدار التبخر/ نتح الممكن وفيما يلى عرض لأهم نتائج تطبيق المعامل .

(١) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للتبخر/نتح الممكن:

يتضح من دراسة الجدول(١) والشكل(١) ما يلى:

- تزداد معدلات التبخر/ نتح الممكن في منطقة الدراسة بشكل ملحوظ ويعزى ذلك إلى قرب منطقة الدراسة من المسطحات المائية، حيث تتوفر كميات كبيرة من المياه مع ارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من التبخر. (Bates, B.C. et al. ,2008,pp24:26)

الجدول(١) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للتبخر/ نتح ممكن (بنمان/مونتيث) مللم بالساحل الشمالي

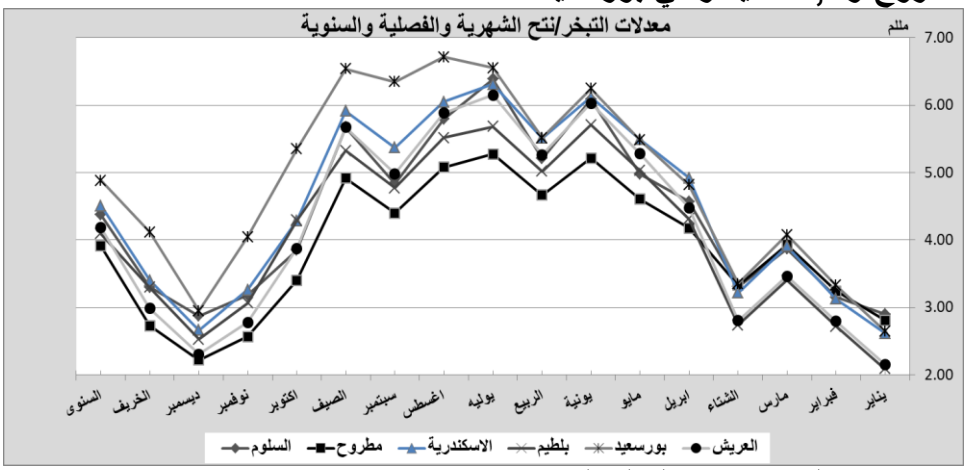
مللم	السلوم	مرسى مطروح	الإسكندرية	بلطيم	بورسعيد	العريش
يناير	٢,٩	٢,٨١	٢,٦٢	٢,٠٩	٢,٦٥	٢,١٦
فبراير	٣,١٥	٣,٢٤	٣,١٣	٢,٧٢	٣,٣٣	٢,٧٩
مارس	٣,٨٧	٣,٩٣	٣,٩١	٣,٤	٤,٠٨	٣,٤٦
الشتاء	٣,٣١	٣,٣٣	٣,٢٢	٢,٧٤	٣,٣٥	٢,٨
ابريل	٤,٥٧	٤,١٨	٤,٩٢	٤,٣١	٤,٨٢	٤,٤٨
مايو	٤,٩٨	٤,٦	٥,٤٩	٥,٠٣	٥,٤٨	٥,٢٨
يونية	٦,٠٨	٥,٢١	٦,١٢	٥,٧١	٦,٢٥	٦,٠٣
الربيع	٥,٢١	٤,٦٦	٥,٥١	٥,٠٢	٥,٥١	٥,٢٦
يوليه	٦,٣٨	٥,٢٧	٦,٣١	٥,٦٨	٦,٥٥	٦,١٥
اغسطس	٥,٧٩	٥,٠٨	٦,٠٥	٥,٥٢	٦,٧١	٥,٨٨
سبتمبر	٤,٨٣	٤,٤	٥,٣٧	٤,٧٧	٦,٣٤	٤,٩٨
الصيف	٥,٦٧	٤,٩٢	٥,٩١	٥,٣٢	٦,٥٤	٥,٦٧
اكتوبر	٣,٨٥	٣,٤	٤,٢٩	٤,٢٩	٥,٣٥	٣,٨٧
نوفمبر	٣,١٨	٢,٥٦	٣,٢٦	٣,٠٦	٤,٠٥	٢,٧٨
ديسمبر	٢,٨٧	٢,٢٢	٢,٦٦	٢,٥٣	٢,٩٥	٢,٣
الخريف	٣,٣	٢,٧٣	٣,٤	٣,٢٩	٤,١٢	٢,٩٩
السنوى	٤,٣٧	٣,٩١	٤,٥١	٤,٠٩	٤,٨٨	٤,١٨

- اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج cropwat8 والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ إلى٢٠١٤

- يختلف توزيع معدلات التبخر/ نتح الممكن الشهرية والفصلية على مدار العام على الرغم من ارتفاعها بشكل عام.

- يعد شهر يناير أقل فصول العام في معدلات التبخر /نتح الممكن الشهرية، فقد تراوحت معدلات التبخر فيه بين ٢ ملليمتر في بلطيم و ٢.٩ ملليمتر في السلوم، يزداد بعدها التبخر بوتيرة تصاعدية لتصل قمة معدلات التبخر في كل من شهور يونيه في بلطيم ويوليه في معظم منطقة الدراسة وأغسطس في بورسعيد. ويرجع ازدياد التبخر في هذه الشهور نظراً لارتفاع درجات الحرارة على الرغم من عدم وجود تغير ملحوظ في نسبة الرطوبة في الغلاف الجوي. (Bates, B.C. et al. ,2008,p29)

- ينخفض التبخر بشكل ملحوظ خلال فصل الشتاء خاصة خلال شهر يناير، فقد تراوحت معدلات التبخر خلال فصل الشتاء بمنطقة الدراسة بين ٢,٧ ملليمتر في بلطيم و٣,٣٥ ملليمتر في بورسعيد، تأخذ بعدها معدلات التبخر في الزيادة خلال الاعتداليين لكنها تكون أعلى خلال فصل الربيع بسبب مرور المنخفضات الخماسينية الحارة على جنوب منطقة الدراسة حتى تصل إلى أعلى معدلاتها خلال فصل الصيف الذى تتراوح فيه معدلات التبخر بين ٤,٩ ملليمتر في مرسى مطروح و٦,٥ ملليمتر في بورسعيد.



من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (١)

الشكل (١) التوزيع الشهري والفصلي والسنوي لمعدلات التبخر/نتح بالساحل الشمالي

- يتسم التبخر في منطقة الدراسة بصفة عامة بالارتفاع، حيث تتراوح معدلات التبخر السنوية ٣,٩ ملليمتر في مرسى مطروح كأقل معدل تبخر إلى ٤,٩ملليمتر في بورسعيد كأعلى معدل تبخر سنوى بالساحل الشمالي، تقع بذلك منطقة الدراسة ضمن المناطق المعتدلة حرارياً والتى تتراوح فيها معدلات درجة الحرارة من ٢٠ ْ م إلى ٣٠ ْم و تتراوح فيها معدلات التبخر السنوية بين ٤ إلى ٦ ملليمتر سنويا. (Allen R. G., et al.: 1998,p 8).

(٢) الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمحتمل للتبخر / نتح الممكن:

أ) الاتجاه العام الفصلي ومقدار التغير الحالي والمحتمل للتبخر/نتح الممكن:

يوضح الجدول (٢) والشكلين (٢) و(٣) الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمتوقع بعد ١٣عاماً أى عام ٢٠٢٧[(١)] في التبخر/النتح الممكن بالساحل الشمالي لمصر، ومن دراستهم يتضح ما يلى:-

(١) ١٣ عاماً حتى عام٢٠٢٧ هى الفترة اللازمة لاستكمال دورتين مناخيتين ٧٠ عام بداية من عام ١٩٥٧م الذى يمثل بداية فترة الدراسة الممتدة بين عامى ١٩٥٧ وحتى عام ٢٠١٤م

- يتميز الاتجاه العام للتبخر /النتح خلال فصل الشتاء بمنطقة الدراسة بالاستقرار الواضح ، حيث تتجه معدلات التبخر /النتح في كل من السلوم والإسكندرية وبورسعيد نحو التناقص بمقدار تراوح بين ٠,١ ملليمتر إلى ١ملليمتر كأعلى تغير خلال الشتاء، في حين اتجه التبخر/ النتح في كل من مرسى مطروح وبلطيم والعريش نحو الارتفاع بمقادير متواضعة لم تزيد عن ٠,٢ ملليمتر .

- يتأثر التبخر/ النتح بالتفاوت المكانى الكبير لكميات الأمطار في محطات الساحل الشمالي خلال فصل الشتاء الذى يعتبر فصل الأمطار بالمنطقة و يظهر ذلك من الشكل(٣) الذى تظهر فيه مقادير التغير في التبخر/ النتح في محطات الدراسة على هيئة جزر منعزلة نظراً لهذا التفاوت الكبير.

- كما أنه من المتوقع بحلول عام ٢٠٢٧ م استمرار الاتجاه العام للتبخر/ النتح على نفس وتيرة الزيادة والنقصان المحدود في محطات منطقة الدراسة خلال هذا الفصل بما لا يزيد أو ينقص عن ٠,٥ملليمتر/ يوم ماعدا السلوم التى يتجه بها التبخر /النتح نحو التناقص بشكل واضح فمن المتوقع أن ينقص فيها مقدار التبخر بـــأكثر من -١ ملليمتر/يوم.

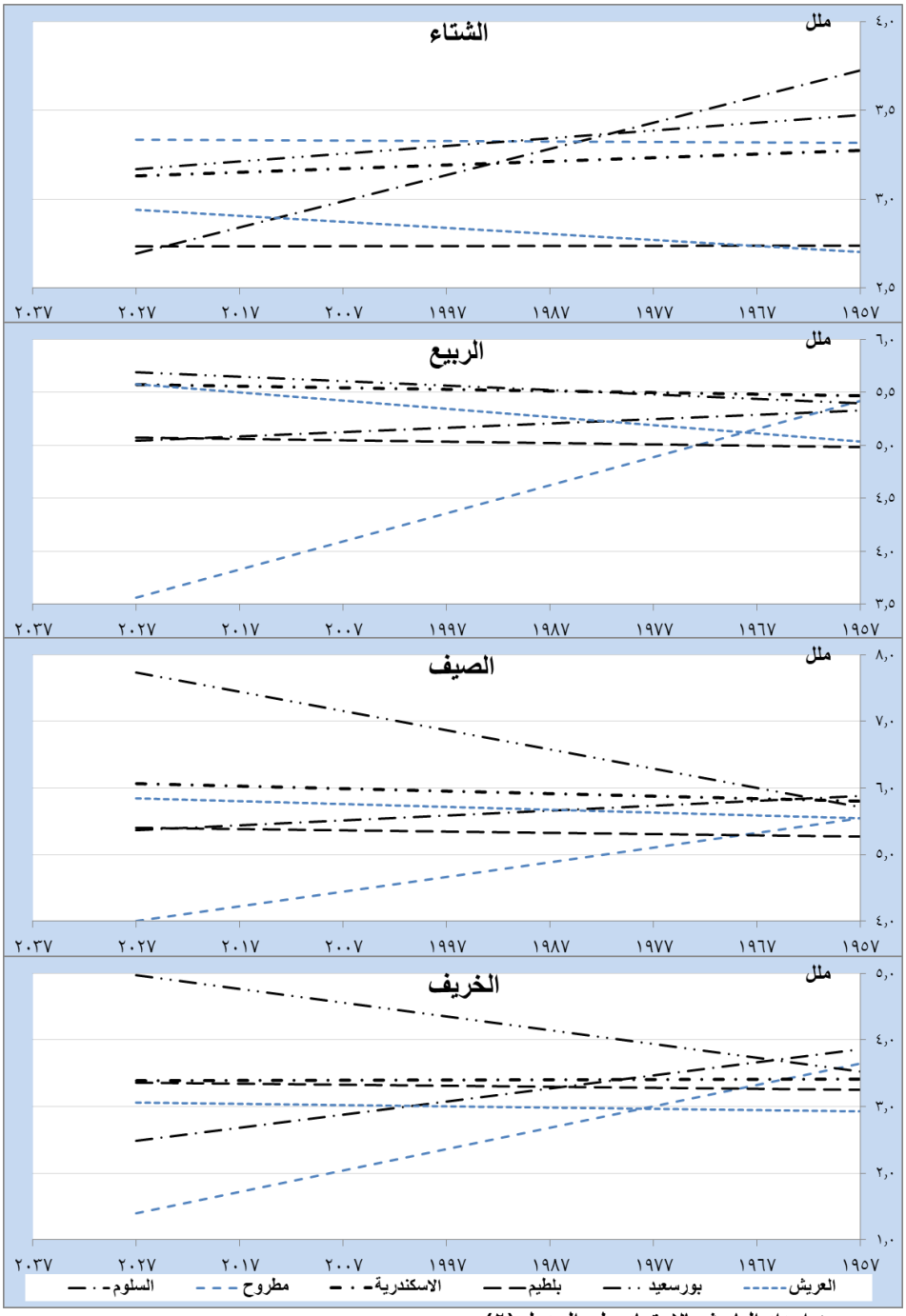
- يتجه التبخر/ النتح خلال فصل الربيع بمعظم منطقة الدراسة نحو الارتفاع بمقدار لم يتجاوز ٠,٥ ملليمتر / يوم في أى من محطات منطقة الدراسة ما عدا المحطات التى تقع في الجزء الغربى من منطقة الدراسة وهى السلوم ومرسى مطروح التى يتجه فيها التبخر /النتح نحو التناقص بمقدار -٠,٢ ملليمتر/يوم بالسلوم والتناقص بشكل ملحوظ -١,٥ ملليمتر في مرسى مطروح بسبب التأثر بالكتل الهوائية القطبية والمدارية الرطبة القادمة من المحيط الأطلنطي بما تجمله من رطوبة تؤثر في قلة معدلات التبخر في هذا الجزء. ومن المتوقع مستقبلاً استمرار كلا من هاتين المنطقتين في نفس الاتجاهات بمقادير تغير لا تزيد عن ٠,٢٥ ملليمتر /يوم زيادة أو نقصانا عن التغير الحالي خلال ١٣ عاماً المقبلة.

- يستمر الاتجاه العام للتبخر /النتح نحو الارتفاع على معظم منطقة الدراسة خلال فصل الصيف، حيث يصل إلى أعلى قيم للتغير على مدار فصول العام وصلت إلى ما يزيد عن ١,٦ ملليمتر /يوم متأثرة بذلك بالاتجاه العام نحو الارتفاع في درجات الحرارة، بينما يستمر اتجاه التبخر /النتح نحو الانخفاض في كل من السلوم - ٠,٥ ملليمتر/يوم ومرسى مطروح - ١,٥ ملليمتر/يوم، كما يتوقع استمرار هذه الاتجاهات في المستقبل القريب بزيادة تتراوح بين ٠,١ : ٠,٥ ملليمتر/يوم بحلول عام ٢٠٢٧م واستمرار انخفاض معدلات التبخر/ النتح في كل من السلوم ومرسى مطروح بمقدار ٠,٢٥ عن التغير الحالي.

الجدول (٢) مقدار التغير الشهري والفصلي والسنوي للتبخر/ النتح الممكن (بنمان مونتث) بالساحل الشمالى لمصر مللم

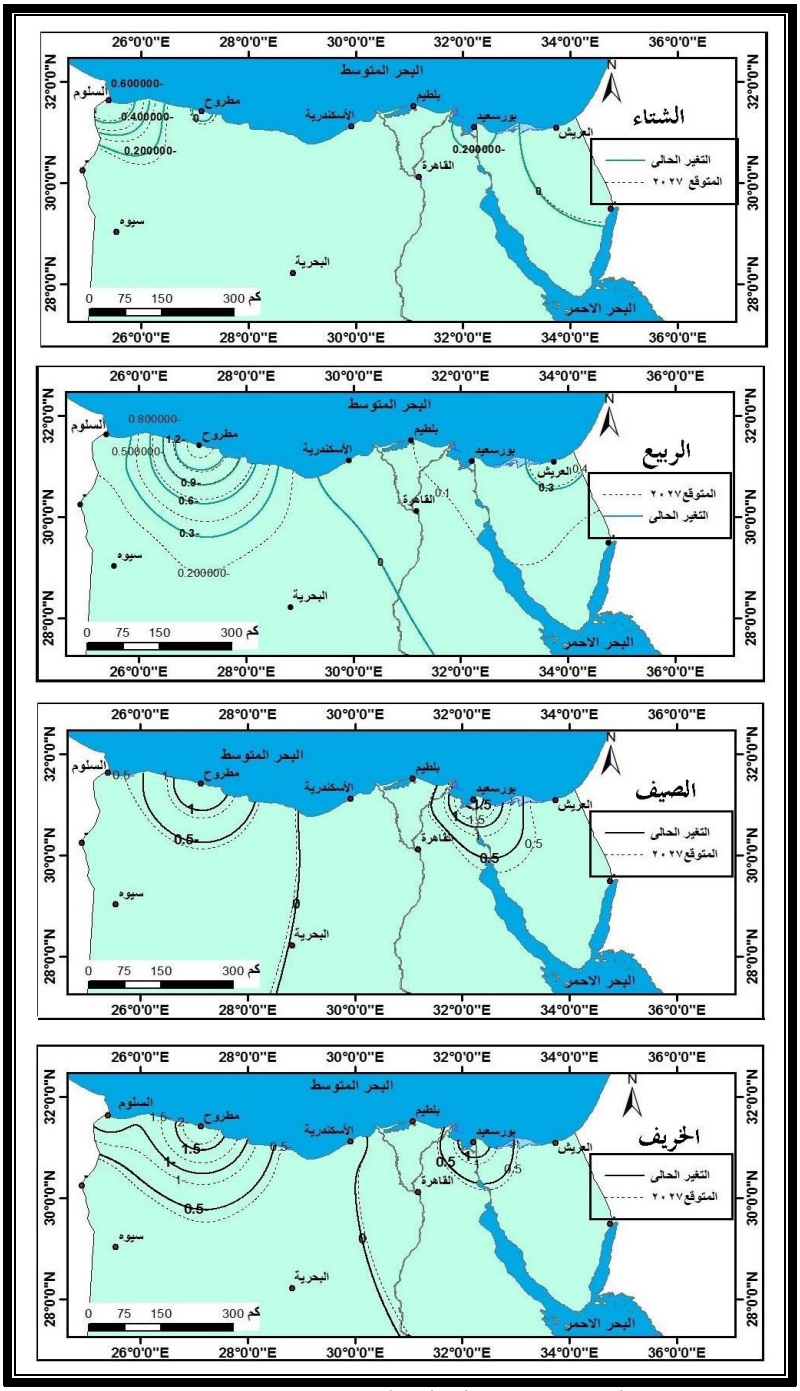
		١	٢	٣	الشتاء	٤	٥	٦	الربيع	٧	٨	٩	الصيف	١٠	١١	١٢	الخريف	السنوى
السلوم	المعدل	٢.٩٠	٣.١٥	٣.٨٧	٣.٣١	٤.٥٧	٤.٩٨	٦.٠٨	٥.٢١	٦.٣٨	٥.٧٩	٤.٨٣	٥.٦٧	٣.٨٥	٣.١٨	٢.٨٧	٣.٣٠	٤.٣٧
	مقدار التغير	-٠.٩١	-٠.٨٨	-٠.٧٤	-٠.٨٤	-٠.٢٦	-٠.١٥	-٠.٢٩	-٠.٢٣	-٠.٤٩	-٠.٤١	-٠.٣٤	-٠.٤٢	-٠.٦٨	-١.١٢	-١.٥٧	-١.١٣	-٠.٦٦
	المتوقع ٢٠٢٧	-١.١١	-١.٠٦	-٠.٨٩	-١.٠٢	-٠.٣٢	-٠.١٨	-٠.٣٥	-٠.٢٨	-٠.٦٠	-٠.٥٠	-٠.٤٢	-٠.٥١	-٠.٨٣	-١.٣٦	-١.٩١	-١.٣٦	-٠.٧٩
م مطروح	المعدل	٢.٨١	٣.٢٤	٣.٩٣	٣.٣٣	٤.١٨	٤.٦٠	٥.٢١	٤.٦٦	٥.٢٧	٥.٠٨	٤.٤٠	٤.٩٢	٣.٤٠	٢.٥٦	٢.٢٢	٢.٧٣	٣.٩١
	مقدار التغير	-٠.١٥	٠.١٧	٠.٠٢	٠.٠١	-١.٧١	-١.٢٢	-١.٦٠	-١.٥١	-١.٠١	-١.١٥	-١.٦٠	-١.٢٥	-١.٧١	-١.٦٧	-٢.١٠	-١.٨٣	-١.١٥
	المتوقع ٢٠٢٧	-٠.١٨	٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٠٢	-٢.٠٨	-١.٤٨	-١.٩٤	-١.٨٣	-١.٢٣	-١.٣٩	-١.٩٣	-١.٥٢	-٢.٠٧	-٢.٠٢	-٢.٥٤	-٢.٢١	-١.٣٩
الاسكندرية	المعدل	٢.٦٢	٣.١٣	٣.٩١	٣.٢٢	٤.٩٢	٥.٤٩	٦.١٢	٥.٥١	٦.٣١	٦.٠٥	٥.٣٧	٥.٩١	٤.٢٩	٣.٢٦	٢.٦٦	٣.٤٠	٤.٥١
	مقدار التغير	-٠.١٢	-٠.٠٩	-٠.١٤	-٠.١٢	٠.٠٣	٠.١١	٠.١٢	٠.٠٩	٠.٢٧	٠.١٧	٠.٢٠	٠.٢١	٠.١٨	-٠.٠٨	-٠.١٥	-٠.٠٢	٠.٠٤
	المتوقع ٢٠٢٧	-٠.١٤	-٠.١١	-٠.١٧	-٠.١٤	٠.٠٤	٠.١٤	٠.١٥	٠.١١	٠.٣٢	٠.٢٠	٠.٢٤	٠.٢٦	٠.٢٢	-٠.٠٩	-٠.١٨	-٠.٠٢	٠.٠٥
بلطيم	المعدل	٢.٠٩	٢.٧٢	٣.٤٠	٢.٧٤	٤.٣١	٥.٠٣	٥.٧١	٥.٠٢	٥.٦٨	٥.٥٢	٤.٧٧	٥.٣٢	٤.٢٩	٣.٠٦	٢.٥٣	٣.٢٩	٤.٠٩
	مقدار التغير	-٠.٠٣	٠.٠٢	٠.٠١	٠.٠٠	٠.١٤	٠.١٤	-٠.٠٦	٠.٠٨	٠.١٢	٠.٠٩	٠.١٠	٠.١٠	٠.٠٠	٠.٢٠	٠.٠٧	٠.٠٩	٠.٠٧
	المتوقع ٢٠٢٧	-٠.٠٤	٠.٠٢	٠.٠١	٠.٠٠	٠.١٧	٠.١٨	-٠.٠٧	٠.٠٩	٠.١٤	٠.١١	٠.١٢	٠.١٢	٠.٠٠	٠.٢٥	٠.٠٩	٠.١١	٠.٠٨
بورسعيد	المعدل	٢.٦٥	٣.٣٣	٤.٠٨	٣.٣٥	٤.٨٢	٥.٤٨	٦.٢٥	٥.٥١	٦.٥٥	٦.٧١	٦.٣٤	٦.٥٤	٥.٣٥	٤.٠٥	٢.٩٥	٤.١٢	٤.٨٨
	مقدار التغير	-٠.٠٩	-٠.٠٨	-٠.٥٨	-٠.٢٥	٠.٤٩	٠.١٣	٠.٠٩	٠.٢٤	٠.٧٠	١.٨٢	٢.٤١	١.٦٤	١.٨٩	١.٠٥	٠.٦١	١.١٨	٠.٧٠
	المتوقع ٢٠٢٧	-٠.١١	-٠.١٠	-٠.٧٠	-٠.٣٠	٠.٦٠	٠.١٦	٠.١١	٠.٢٩	٠.٨٥	٢.٢٠	٢.٩١	١.٩٩	٢.٢٩	١.٢٧	٠.٧٤	١.٤٣	٠.٨٥
العريش	المعدل	٢.١٦	٢.٧٩	٣.٤٦	٢.٨٠	٤.٤٨	٥.٢٨	٦.٠٣	٥.٢٦	٦.١٥	٥.٨٨	٤.٩٨	٥.٦٧	٣.٨٧	٢.٧٨	٢.٣٠	٢.٩٩	٤.١٨
	مقدار التغير	٠.٠٧	٠.١٩	٠.٣٢	٠.١٩	٠.٥٥	٠.٤٤	٠.٣٥	٠.٤٤	٠.٢٩	٠.٢١	٠.٢٤	٠.٢٤	٠.١٩	٠.٠٤	٠.٠٧	٠.١٠	٠.٢٥
	المتوقع ٢٠٢٧	٠.٠٨	٠.٢٣	٠.٣٨	٠.٢٣	٠.٦٦	٠.٥٤	٠.٤٢	٠.٥٤	٠.٣٥	٠.٢٥	٠.٢٩	٠.٣٠	٠.٢٣	٠.٠٥	٠.٠٨	٠.١٢	٠.٣٠

- من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج cropwat8 والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ الى٢٠١٤



- من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٢)

الشكل (٢) الاتجاه العام للمعدلات الفصلية للتبخر / النتح في الساحل الشمالي لمصر



- من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٢)

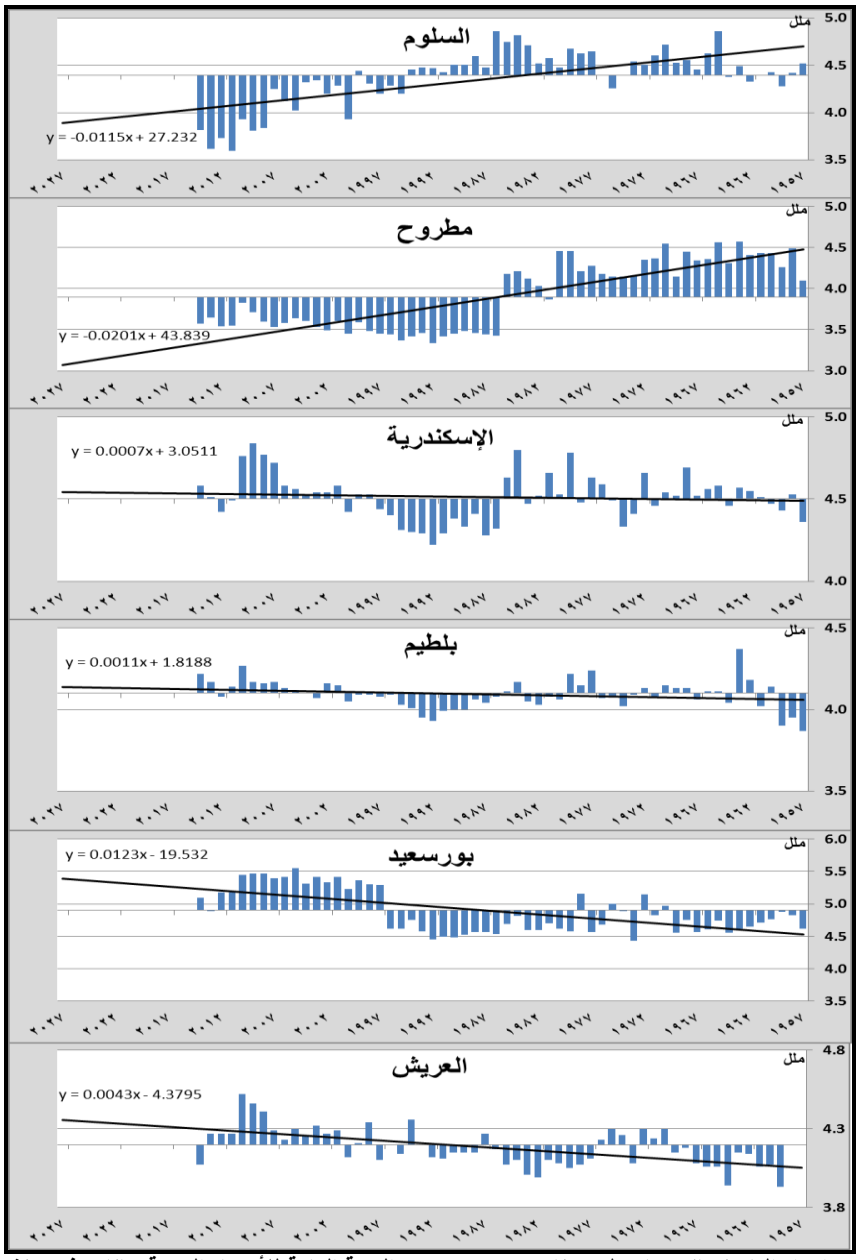
الشكل (٣) التوزيع المكاني لمقدار التغير الحالي والمتوقع في التبخر/ النتح الفصلي بالساحل الشمالي

- يتباين الاتجاه العام للتبخر/ النتح في معدلات فصل الخريف في منطقة الدراسة بين الانخفاض والارتفاع، حيث يتراوح مقدار التغير الحالي بين- ١,٨ ملليمتر انخفاضا كأكبر تغير نحو الانخفاض في مرسى مطروح وبين ١,٢ ملليمتر في بورسعيد كأعلى تغير نحو الزيادة في فصل الخريف، ويتسع هذا المدى في المستقبل القريب لينخفض التبخر عن - ٢,٢ في مرسى مطروح ويقترب زيادة من١,٥ ملليمتر ببورسعيد، وتنقسم بذلك منطقة الدراسة مكانيا إلى جزئين شرقى يزداد فيه التبخر يضم محطات بلطيم وبورسعيد والعريش وغربى ينخفض به التبخر ويضم السلوم ومرسى مطروح والإسكندرية. ومن المتوقع بحلول عام ٢٠٢٧م استحواذ الاجزاء الغربية التى ينخفض فيها التبخر على مساحات أكثر ينخفض فيها التبخر نحو الشرق على حساب المناطق التى يزداد فيها التبخر فتزداد بذلك ملائمتها للتوسع في المشاريع الزراعية التنموية الكبرى خاصة التوسع في زراعة المحاصيل الاستراتيجية كالقمح.

ب) الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمحتمل للمعدلات السنوية للتبخر

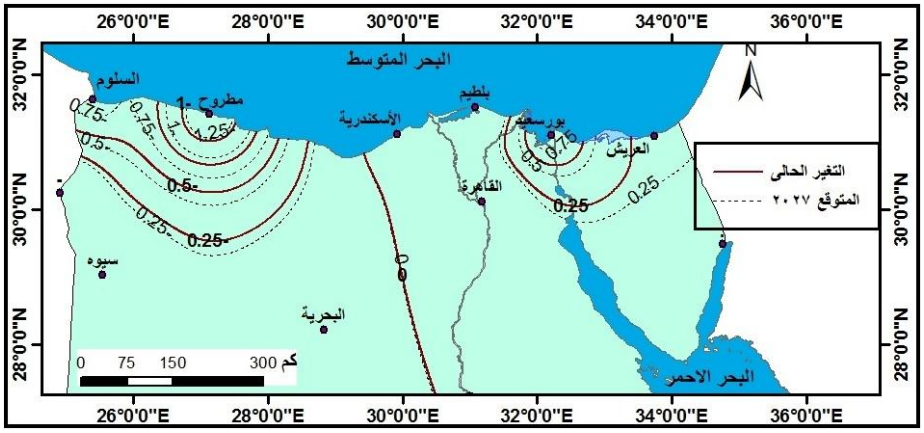
يتضح من دراسة الجدول (٢) والشكلين (٤) و(٥) السمات العامة للاتجاه العام للمعدلات السنوية للتبخر/ النتح ومقدار التغير الحالي والمحتمل وتوزيع ذلك مكانيا ويتلخص ذلك في النقاط التالية:-

- تتسم بعض محطات منطقة الدراسة بثبات الاتجاه العام للتبخر/ النتح وهي محطات السلوم التي تأخذ اتجاهاً عاماً نحو الانخفاض على مدار العام ومحطة العريش التى تأخذ اتجاهاً عاماً نحو زيادة التبخر /النتح على مدار العام، في حين تتذبذب المحطات الوسطى بين الارتفاع تارة والانخفاض تارة أخرى على مدار فصول العام الشكل (٤).
- بتفحص السلاسل الزمنية الممتدة بين عامى ١٩٥٧ إلى ٢٠١٤م لمعدلات التبخر/ النتح بمنطقة الدراسة يتضح ازدياد عدد السنوات التى يرتفع فيها معدلات التبخر عن السنوات التي ينخفض بها معدلات التبخر في معظم محطات منطقة الدراسة فقد تراوح عدد السنوات التى ترتفع بها معدلات التبخر/ النتح بين ٢٤ إلى ٤٢ عاماً.
- يغلب على منطقة الدراسة الاتجاه العام نحو الارتفاع في معدلات التبخر/ النتح، حيث يتراوح مقدار التغير نحو الارتفاع بين ٠,١ ملليمتر إلى ٠,٧ ملليمتر ومن المتوقع ازدياد تلك المعدلات بمقدار ٠,٢٥ ملليمتر في المستقبل القريب بحلول عام ٢٠٢٧ م لتتراوح بين ٠,١ إلى ١ ملليمتر.
- تخرج كلا من السلوم ومرسى مطروح عن قاعدة الارتفاع، حيث يتجه فيهما التبخر / النتح نحو الانخفاض بمقدار -٠,٧ ملليمتر و -١,٢ملليمتر لكل منهما على التوالي ومن المحتمل استمرار هذا الانخفاض إلى ما دون -١,٣ ملليمتر خلال الـ ١٣ عام المقبلة، وعلى الرغم من ذلك تحقق كلتيهما أعلى معدلات التبخر/ نتح/ الممكن بمنطقة الدراسة.
- وتنقسم بذلك منطقة الدراسة مكانيا إلى جزئيين الجزء الشرقي الذى يزداد فيه معدلات التبخر متأثرا مناخيا بالكتلة القارية الأفروأسيوية والجزء الغربي المتأثر بالكتل الهوائية القطبية والمدارية الرطبة القادمة من المحيط الأطلنطي بما تحمله من رطوبة تؤثر في قلة معدلات التبخر في هذا الجزء.



- من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج cropwat8 والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ إلى٢٠١٤

الشكل (٤) السلسلة الزمنية و الاتجاه العام للتبخر / النتح السنوي بمحطات الساحل الشمالي لمصر



- من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٢)

الشكل (٥) التوزيع المكاني لمقدار التغير الحالي والمحتمل في للتبخر/ النتح السنوي بالساحل الشمالي

ثانياً: التغير في الموازنة المائية المناخية (العجز والفائض المائى)

تعتبر الموازنة المائية في أي بيئة انعكاساً لمدى توافر المياه في الطبقة السطحية لسطح الأرض كالأمطار والرطوبة وتفاعلها مع مصادر الطاقة المختلفة كالإشعاع الشمسي والحرارة وسرعة الرياح واستهلاك النبات والتربة من المياه فيما يعرف بالتبخر [٢]. (Bates, B.C. et al. ,2008,p23)

وسوف يتم دراسة التغير في أهم مؤشرات الموازنة المائية[٣] وهى العجز والفائض المائي ويمكن تحديد العجز المائي من خلال حساب الفارق بين كمية الأمطار و التبخر/النتح الممكن فإن خرجت النتيجة بالسالب كان هناك عجز مائي[٤] Water deficit وإن خرجت النتيجة بالإيجاب كان هناك فائض مائي Water surplus.(محمد عوض السمني ،٢٠١٣،ص ٥٢٤)

---

[٢] وهى تعرف أيضا بعناصر الموازنة المائية (الحرارة-الأمطار- والتبخر/نتح)

[٣] تشتمل الموازنة المائية على عدة مؤشرات هي (العجز والفائض المائي – عجز وفائض رطوبة التربة- الجريان السطحي) وقد اقتصرت الدراسة على تناول كل من العجز والفائض المائي نظراً لندرة الجريان السطحي للمياه بمنطقة الدراسة لاستدامة العجز المائي بها وعدم وجود فائض مائي لازم لتشبع التربة يتم بعده الجريان السطحي للماء.

[٤] و يختلف العجز المائي عن فترة العجز المائي التي يمكن تحديدها بواسطة نقطة الذبول - wilting point عندما تفقد النباتات ٥٠% من المياه المتوفرة لجذور النباتات خاصة عندما يزيد المعدل الشهري للتبخر /نتح عن المتوسط الشهري للأمطار بمقدار ٧٦ ملم. (إيميلي محمد حلمي : ٢٠٠٣، ص ٥٣)

(١)المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للعجز المائى:

يوضح الجدول (٣) والشكل (٦) المعدلات والتوزيع الشهري والفصلي والسنوي للموازنة المائية بمختلف انحاء منطقة الدراسة والتى تتلخص في النقاط التالية:

- تتميز منطقة الدراسة بوجود عجز دائم في موازنة المياه وعدم وجود فائض وان اقتربت بعض شهور العام من تحقيق بعض التوازن الذى لم يرقَ إلى وجود فائض مائي والذى إن وجد فيكون على مستوى الأيام التي تتساقط فيها الأمطار بغزارة في بعض محطات منطقة الدراسة خاصة خلال موسم الأمطار الذى يمتد من أواخر نوفمبر حتى شهر مارس، ولعل ذلك يرجع إلى ضعف كميات الأمطار المتساقطة وعدم انتظام مواعيد وكميات هطولها.

الجدول (٣) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للعجز المائي بالساحل الشمالي (ملليمتر)

المحطة / الشهر	السلوم	مرسى مطروح	اسكندرية	بلطيم	بورسعيد	العريش
يناير	-٧٣	-٥٤,٨	-٢٨,٢	-٢٧,٦	-٦٠,٩	-٣٩
فبراير	-٧٨,٦	-٧١,٨	-٥٧,٨	-٥١,٦	-٨١,١	-٦١,١
مارس	-١١٤,٦	-١١٠,٩	-١٠٦,٣	-٩٣,٦	-١١٨,٧	-٩٠,٤
الشتاء	-٢٦٦,٢	-٢٣٧,٥	-١٩٢,٩	-١٧٢,٨	-٢٦٠,٧	-١٩٠,٤
أبريل	-١٣٣,٩	-١٢١,٢	-١٤٤,٢	-١٢٥,٧	-١٣٨,١	-١٢٤,١
مايو	-١٥٢,٥	-١٣٨,٧	-١٦٨,٩	-١٥٤,٨	-١٦٦,٩	-١٥٥,٨
يونيو	-١٨٠,٦	-١٥٦,٣	-١٨٣,٥	-١٧١,٣	-١٨٧,٤	-١٧٤,٧
الربيع	-٤٦٧	-٤٢٤,٣	-٤٩٦,٦	-٤٥١,٧	-٤٩٢,٢	-٤٥٤,٥
يوليو	-١٩٧,٩	-١٦٣,٥	-١٩٥,٧	-١٧٦,١	-٢٠٣	-١٨٤
أغسطس	-١٧٩,٥	-١٥٧,٤	-١٨٧,٥	-١٧١	-٢٠٨,١	-١٧٦
سبتمبر	-١٤١,٩	-١٣٠,٣	-١٦٠,٢	-١٤٠,٢	-١٨٨	-١٤٤,٣
الصيف	-٥١٧,٥	-٤٥٠,٧	-٥٤٢,٨	-٤٨٧,٢	-٥٩٨,٣	-٥٠٣,٧
أكتوبر	-١١٠,٧	-٩١,٧	-١٢٣,٢	-١٢٥,٢	-١٥٩,٩	-١١١,٤
نوفمبر	-٨٩,٩	-٥٨,٨	-٦٨,٥	-٧٦,٨	-١١١,٤	-٧٤,٩
ديسمبر	-٧٨,٧	-٣٧,٨	-٣٥,٩	-٤٧,٢	-٨١	-٥١
الخريف	-٢٧٩,٢	-١٨٨,٣	-٢٢٧,٥	-٢٤٩,٢	-٣٥٢,٣	-٢٣٧,٣
السنوى	-١٥٣١,٦	-١٢٩٣	-١٤٦٠	-١٣٦١	-١٧٠٥	-١٣٨٧

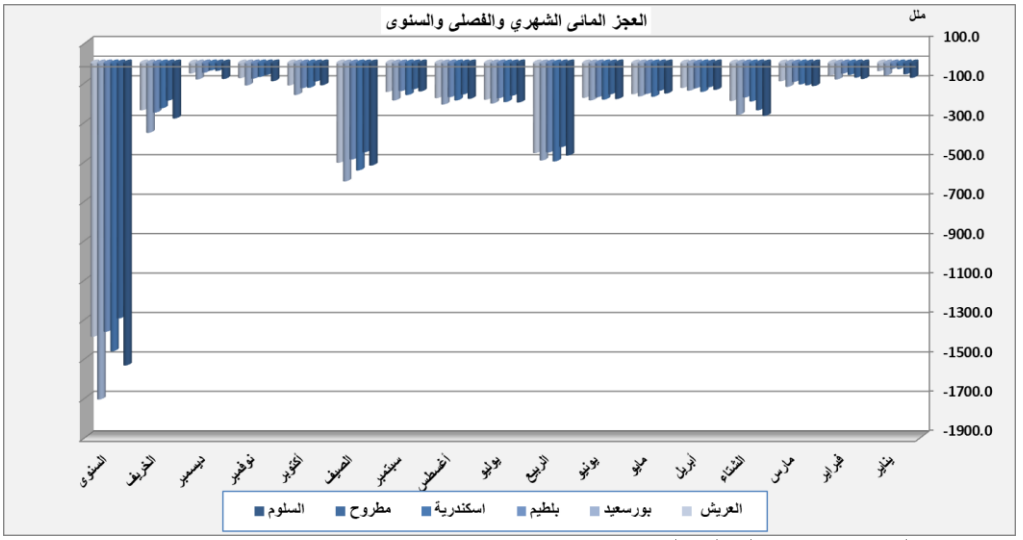
- من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج cropwat8 والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ إلى٢٠١٤

- وبناء على النقطة السابقة يعد شهر يناير هو أقل شهور العام في العجز المائى في معظم أنحاء منطقة الدراسة، حيث تراوح مقدار العجز المائى بين - ٢٧ ملليمتر في بلطيم إلى - ٧٣ ملليمتر في السلوم. في علاقة عكسية واضحة

مع معدلات كميات الأمطار التى يتساقط معظمها خلال هذا الشهر من العام، متسببة في التراجع الشديد في العجز المائى خلال هذا الشهر، يأخذ بعدها العجز في الموازنة المائية في التزايد بشكل تصاعدى حتى يصل إلى أشد درجات العجز خلال شهر يوليه الذى يزداد فيه مقدار العجز إلى مقدار يتراوح بين -١٦٣ ملليمتر في مرسى مطروح و -٢٠٣ ملليمتر في بورسعيد، وذلك لانعدام تساقط الأمطار نهائيا خلال هذا الشهر من العام وسيادة ظروف الجفاف.

- يعد فصل الصيف بمنطقة الدراسة أشد فصول العام في العجز المائى الذى تراوح فيه العجز المائى بين -٤٥٠ ملليمتر في مرسى مطروح و- ٥٩٨ ملليمتر في بورسعيد، لذلك يعتمد على الرى وحده فقط بجميع أنواعه في زراعة المحاصيل الصيفية بمنطقة الدراسة، بسبب العجز المائى الشديد، في حين ينتناقص العجز المائى إلى ادنى مستوياته خلال فصل الشتاء الذي يتراوح فيه العجز المائى بين ١٧٣- ملليمتر و٢٦٦- ملليمتر في السلوم، نظراً لتساقط الأمطار في هذا الفصل مما يمثل فرصة لتعويض جزء من العجز المائي والاعتماد جزئيا على مياه الأمطار في زراعة المحاصيل الشتوية بالمشاركة الاساسية مع الرى خاصة بالطرق الحديثة الموفرة للمياه.

- تتصف بذلك منطقة الدراسة على المستوى العام السنوى بالعجز المائى الذى تراوح مقداره بين-١٢٩٣ ملليمتر في مرسى مطروح كأقل عجز مائى بمنطقة الدراسة و-١٧٠٥ ملليمتر في بورسعيد كأشد أجزاء منطقة الدراسة عجزاً مائياً وجفافا، كل ذلك يضع منطقة الدراسة بجدارة في المناطق شبه الجافة التي تعتمد فيها الزراعة على مياه الري الأرضي بشكل شبه كلى خاصة في فصل الصيف.



- من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٢)

الشكل (٦) التوزيع الشهرى والفصلى والسنوى للعجز المائي بالساحل الشمالي

(٣)الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمحتمل للعجز المائي بالساحل الشمالي:

أ) الاتجاه العام الفصلي ومقدار التغير الحالي والمحتمل للعجز المائي:

يوضح الجدول (٤) والشكلين (٧) و(٨) الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمتوقع بعد ١٣ عاماً في العجز المائى بالساحل الشمالي لمصر، حيث يتضح من دراسة الجدول والشكلين سابقى الذكر عدة حقائق عن التغيرات التى تنتاب العجز المائى، نتيجة تغير المناخ الى جانب توضيح الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمتوقع للعجز المائي لكل فصل من الفصول والتى يمكن توضيحها في النقاط التالية:-

الجدول (٤) مقدار التغير الفصلى والسنوى للعجز المائي بالساحل الشمالي لمصر

		السلوم	مرسى	الإسكندر	بلطيم	بورسعد	العريش
الشتاء	المعدل	-٢٦٦,٢	-٢٣٧,٥	-١٩٢,٩	-	-	-
	مقدار التغير	٥١,٧	-٧,٦	١٢,٦	٣٢,٨	٥٢,٢	-٧٥,٢
	المتوقع	٦٢,٦	-٩,١	١٥,٣	٣٩,٧	٦٣,٢	-٩١,١
الربيع	المعدل	-٤٦٧	-٤٢٤,٣	-٤٩٦,٦	-	-	-
	مقدار التغير	١٨,١	١٣٧,٤	-١٢,١	-٩,٤	-١٣,٥	-
	المتوقع	٢١,٩	١٦٦,٣	-١٤,٦	-١١,٤	-١٦,٤	-
الصيف	المعدل	-٥١٧,٥	-٤٥٠,٧	-٥٤٢,٨	-	-	-
	مقدار التغير	٤٣	١١١,٨	-١٩,٨	-١٠,٦	-١٤٧	-
	المتوقع	٥٢,١	١٣٥,٤	-٢٤	-١٢,٨	-	-
الخريف	المعدل	-٢٧٩,٢	-١٨٨,٣	-٢٢٧,٥	-	-	-
	مقدار التغير	٧١,٤	١٧٨,٧	-١٤,٥	-١٣,٨	-	-٦٨
	المتوقع	٨٦,٤	٢١٦,٣	-١٧,٦	-١٦,٧	-	-٨٢,٣
السنوى	المعدل	-	-١٢٩٣	-١٤٦٠	-	-	-
	مقدار التغير	١٨١,٢	٤٢٥,٧	-٣٧,٢	-٠,٦	-	-
	المتوقع	٢١٩,٣	٥١٥,٣	-٤٥,١	-٠,٧	-	-

- من إعداد الباحث بالاعتماد على برنامج **cropwat8** والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ إلى٢٠١٤

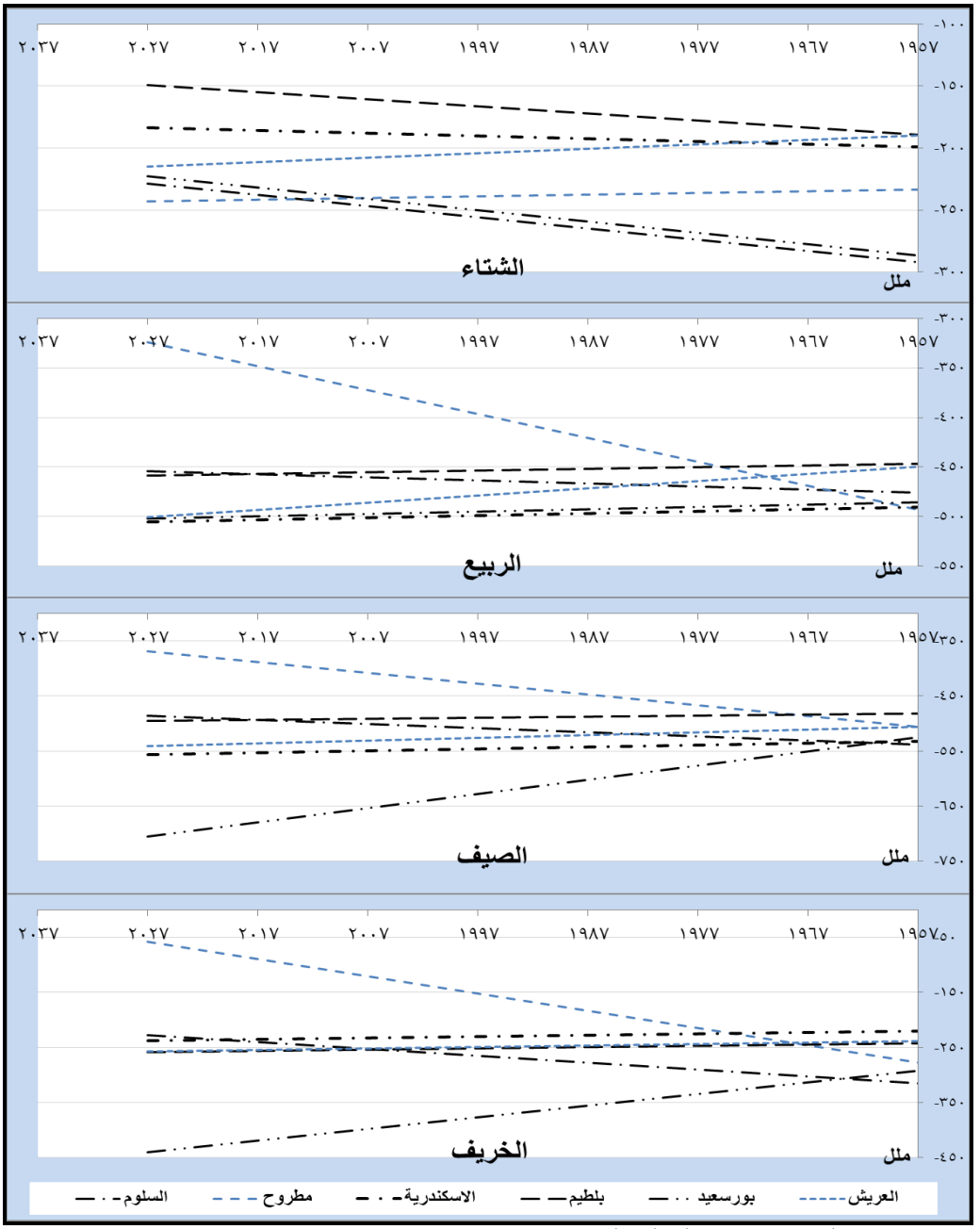
- يتجه العجز المائي في فصل الشتاء نحو الانخفاض في معظم محطات منطقة الدراسة بمقدار تغير تراوح بين ١٣ ملليمتر في الإسكندرية كحد أدنى للانخفاض و٥٢ ملليمتر في بورسعيد، ويعود ذلك إلى زيادة كمية الأمطار في فصل الشتاء عموما بمنطقة الدراسة، مع ذلك تخرج كل من مرسى مطروح والعريش عن قاعدة انخفاض العجز في فصل الشتاء، حيث يزداد بهما العجز المائي في هذا الفصل بمقدار -١٢ ملليمتر في مرسى مطروح -٧٥ ملليمتر في العريش. كما أنه من المتوقع أن يستمر انخفاض العجز المائي بمنطقة الدراسة خلال فصل الشتاء في المستقبل القريب بمقدار يتراوح بين ١٥ ملليمتر بالإسكندرية إلى ٦٣ ملليمتر في بورسعيد.

- يتغير الاتجاه العام للعجز المائي بمنطقة الدراسة خلال فصل الربيع عن فصل الشتاء، حيث يأخذ العجز المائي في هذا الفصل اتجاهاً عاماً نحو الزيادة في معظم محطات منطقة الدراسة بمقدار زيادة تراوح بين -٩,٤ ملليمتر في بلطيم و-١٣١ ملليمتر في العريش، ومن المتوقع أن يستمر العجز المائي في اتجاهه نحو الزيادة خلال العقدين القادمين بمقدار زيادة في العجز في حدود -٣ ملليمتر عن التغير الحالي وتصل في حدودها القصوى لـــ ٢٠ ملليمتر عن التغير الحالي في العريش. ماعدا محطتي السلوم ومرسى مطروح التي يتجه فيهما العجز المائي بالربيع نحو الانخفاض بمقدار ١٨ ملليمتر في السلوم و١٣١ ملليمتر في مرسى مطروح ومن المتوقع استمرار هذا الاتجاه في المستقبل القريب في هاتين المحطتين.

- يستمر العجز المائي في فصل الصيف، حيث يعد هو الفصل الأكثر اتجاهاً نحو الزيادة في معدلات العجز المائي فيأخذ اتجاهاً نحو الزيادة في معظم محطات منطقة الدراسة الشرقية والوسطى بمقدار تغير تراوح بين -١١ ملليمتر في بلطيم و-١٤٧ ملليمتر في بورسعيد ولعل السبب الرئيسي في ذلك هو سيادة ظروف الجفاف في هذا الفصل مع اتجاه درجات الحرارة بشكل عام نحو الزيادة مع انعدام الأمطار، ويستمر ذلك الاتجاه مستقبلاً نحو الزيادة في نفس المحطات بمقدار زيادة تراوح بين ٣ ملليمتر و٣٠ملليمتر عن التغير الحالي في هذ المحطات، تخرج أيضا كل من السلوم ومرسى مطروح عن قاعدة زيادة العجز المائي ويأخذ العجز المائي فيهما اتجاهاً عاماً نحو الانخفاض بمقدار تراوح بين ٤٣ ملليمتر بالسلوم و ١١٢ملليمتر في مرسى مطروح ومن المتوقع استمرار انخفاض العجز المائي فيهما بالمستقبل القريب.

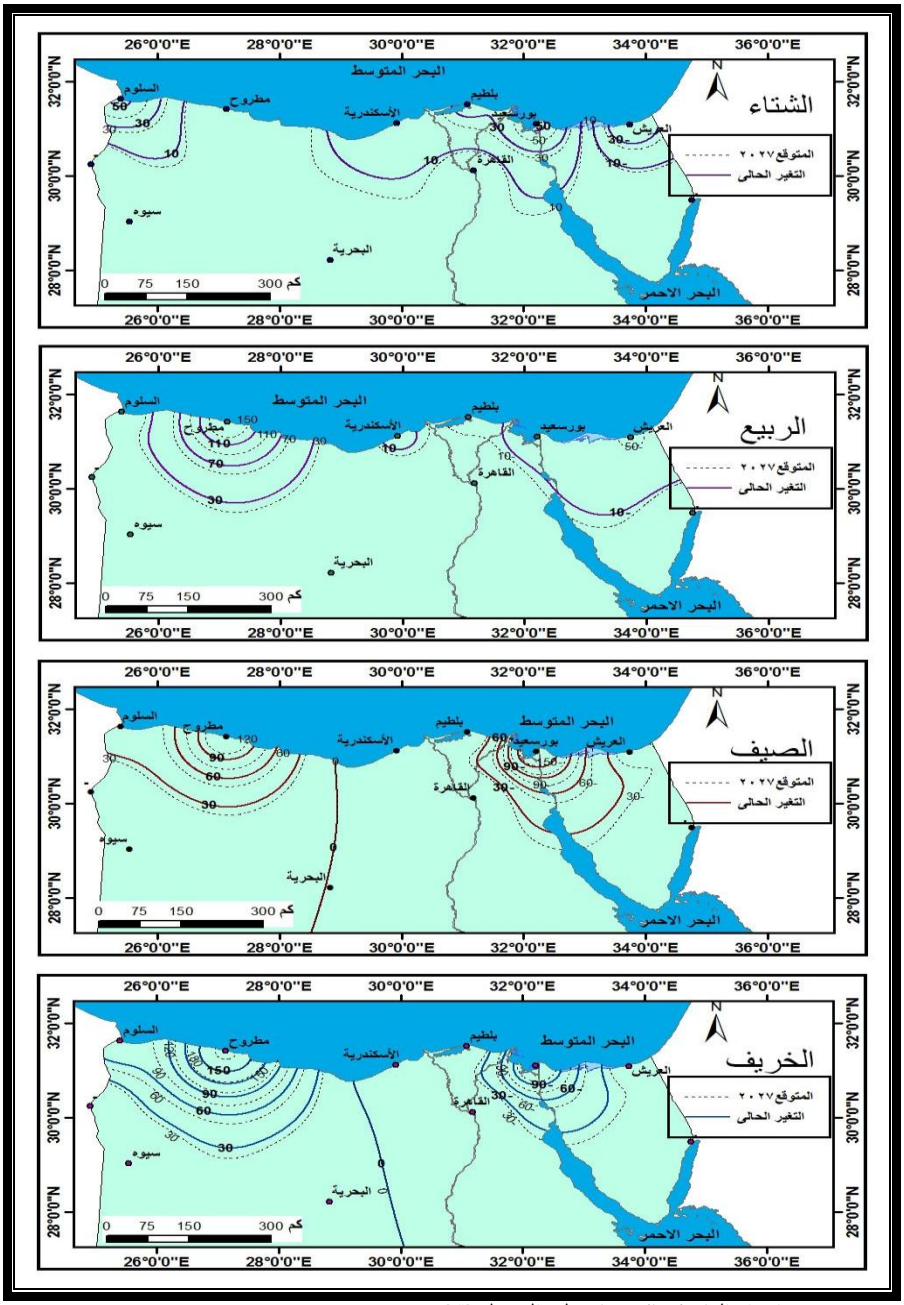
- يستمر الاتجاه العام نحو زيادة معدلات العجز المائي منطقة الدراسة خلال فصل الخريف فهو يلى فصل الصيف ذا الحرارة المرتفعة مع قلة وندرة الأمطار، فقد اتجه العجز المائي إلى الزيادة بمقدار تغير تراوح بين -١٤ ملليمتر في بلطيم كأقل زيادة و-١٢١ ملليمتر في بورسعيد كأقصى زيادة في العجز المائي، ومن المتوقع استمرار تلك الزيادة في المستقبل القريب بمعدل -٣ ملليمتر إلى -٢٥ ملليمتر عن التغير الحالي بحلول عام ٢٠٢٧م. تشذ كل من السلوم ومرسى مطروح عن قاعدة الاتجاه العام نحو زيادة العجز المائي في منطقة الدراسة فيستمر الاتجاه العام نحو انخفاض العجز المائي فيهما خلال فصل الخريف بمقدار تغير ٧١ ملليمتر في السلوم و١٧٨ملليمتر في مرسى مطروح، كما أنه من المتوقع استمرار العجز المائي لكلا المحطتين في الانخفاض في المستقبل القريب خلال العقدين القادمين.

- تتميز منطقة الدراسة باختلاف مكاني واضح في اتجاه ومقادير تغير العجز المائي خلال فصول العام ويظهر ذلك من دراسة الشكل (٨) الذى يوضح التوزيع المكاني لمقدار التغير في العجز المائي بمنطقة الدراسة، حيث تظهر منطقة الدراسة في خطوط توزيع مقدار التغير على هيئة ثلاث مناطق واضحة: منطقة شرقية تضم العريش وبورسعيد وبها اتجاه عام نحو زيادة كبيرة في العجز المائي ومنطقة وسطى شمال الدلتا وبها اتجاه عام طفيف نحو زيادة العجز المائي تضم بلطيم والإسكندرية ومنطقة غربية تأخذ اتجاهاً عاماً نحو انخفاض العجز المائي وتضم كل من السلوم ومرسى مطروح.



- اعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٣)

الشكل (٧) الاتجاه العام الفصلى للعجز المائي بالساحل الشمالي لمصر

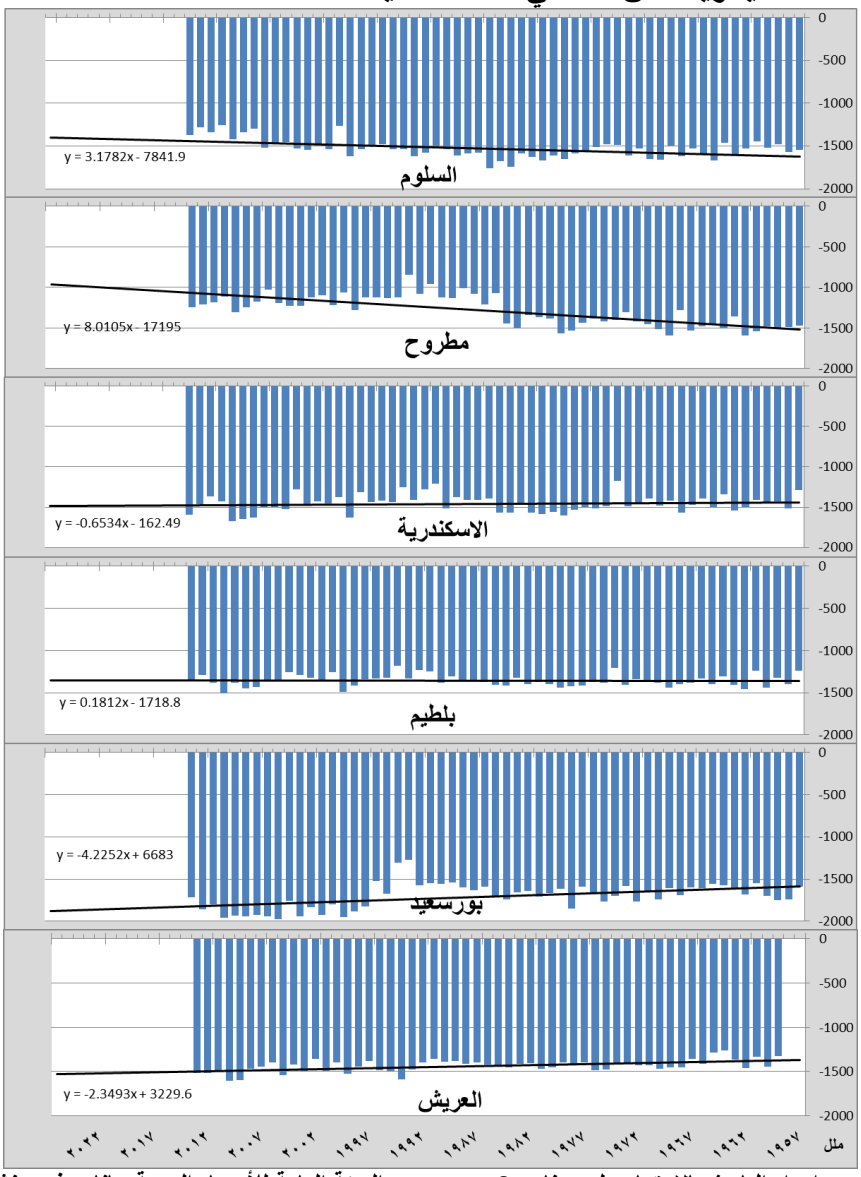


- اعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٣)

الشكل (٨)التوزيع المكاني لمقدار التغير الحالي والمحتمل للعجز المائي الفصلي بالساحل الشمالي لمصر

بـ) الاتجاه العام ومقدار التغير الحالي والمحتمل للمعدلات السنوية للعجز المائي.

يتضح من دراسة الجدول (٤) والشكلين (٩) و(١٠) السمات العامة للاتجاه العام للمعدلات السنوية للعجز المائى ومقدار التغير الحالي والمحتمل وتوزيع ذلك مكانيا ويتلخص ذلك في النقاط التالية:-



- اعداد الباحث بالاعتماد على برنامج cropwat8 والهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة للفترة من١٩٥٧ إلى٢٠١٤

الشكل (٩) السلسلة الزمنية و الاتجاه العام للمعدلات السنوية للعجز المائي بالساحل الشمالي لمصر

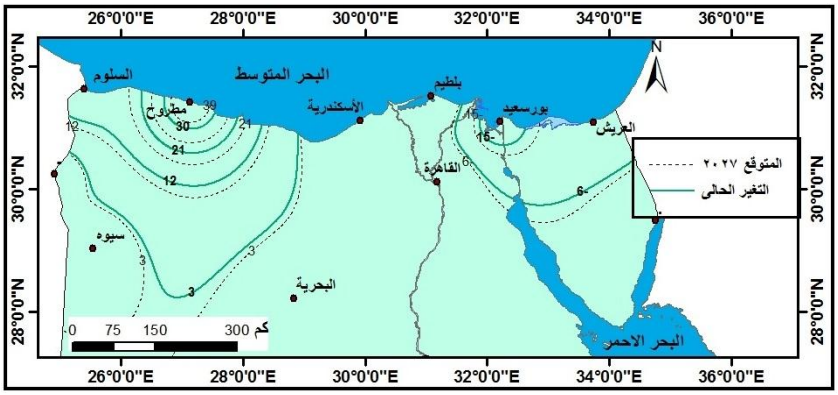
- بتفحص الشكل (٩) الذى يوضح الاتجاه العام للسلسلة الزمنية للعجز المائي يتضح أن جميع محطات الدراسة لم تحظ خلال فترة الدراسة بأي سنوات ذات فائض مائي، إنما كانت جميع السنوات بجميع المحطات ذات عجز مائي واضح يتزايد ويتناقص خلال هذه الفترة، لكن يسيطر على معظمها الاتجاه العام نحو تزايد العجز المائي.

-يأخذ العجز المائي السنوي بالساحل الشمالي اتجاهاً عاماً نحو التزايد في معظم محطات منطقة الدراسة بمقدار تغير تراوح بين أقل من -١ ملليمتر في بلطيم و-٢٣١ في بورسعيد في دليل قوى على انتماء منطقة الدراسة للمناطق شبه الجافة التي تسيطر عليها ظروف الجفاف معظم أوقات العام مما يوضح الحاجة الماسة لسد العجز عن طريق الري خاصة بالطرق غير التقليدية، كما أنه من المتوقع أن يستمر ذلك العجز المائي في التزايد خلال العقد القادم وأوائل العقد الذى يليه يظهر ذلك التغير المستقبلي بشكل طفيف في بلطيم بمقدار أقل من -١ ملليمتر ويصـل إلى ذروته في بورسعيد بمقدار تغير متوقع يصـل إلى -٢٨٠ ملليمتر في بورسعيد.

- تخرج كل من السلوم ومرسى مطروح عن قاعدة تزايد العجز المائي، حيث تأخذ كلا منهما اتجاهاً عاماً نحو انخفاض العجز المائي بمقدار تراوح بين ١٨١ ملليمتر بالسلوم و٤٢٥ ملليمتر بمرسى مطروح، ومن المتوقع استمرار اتجاه العجز المائي بكلا المحطتين نحو التناقص خلال العقدين القادمين حتى ٢٠٢٧م.

- يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث أجزاء مختلفة في درجات تغير العجز المائي كما يتضح من الشكل (١٠)الذى يوضح التوزيع المكاني للعجز المائي بالساحل الشمالي، حيث يوجد هناك منطقة شرقية يزداد فيها العجز المائى بشكل واضح ليتجاوز -٢٠٠ ملليمتر تشمل كل من العريش وبورسعيد متأثرة بذلك بظروف الجفاف لليابس الأفروأسيوى ومنطقة غربية تشمل كل من السلوم ومرسى مطروح يتناقص فيها العجز المائى بوضوح بمقدار يصل إلى ٤٠٠ ملليمتر متأثرة باقترابها من المنخفضات الجوية والكتل الهوائية الرطبة القادمة من أوربا والمحيط الأطلنطي والكتل الهوائية الرطبة المدارية، بين المنطقتين منطقة وسطى شمال الدلتا المصرية وتشمل محطتا الإسكندرية وبلطيم والتى على الرغم من اتجاهها العام نحو تزايد العجز المائي الا أن هذا الاتجاه هو الأكثر ثباتاً بين المنطقتين السابقتين.

- يتدرج الاتجاه العام للعجز المائي نحو التناقص حالياً ومستقبلاً بالاتجاه من الشرق نحو الغرب والجنوب الغربي فنجد أن المحطات الشرقية هى الأكثر اتجاهاً نحو العجز المائي في حين المحطات الغربية يتناقص فيها العجز المائي حالياً ومستقبلاً.



- اعداد الباحث بالاعتماد على الجدول (٣)

الشكل (١٠) التوزيع المكاني لمقدار التغير الحالي والمحتمل للعجز المائي بالساحل الشمالي لمصر

النتائج:

- تزداد معدلات البخر/ نتح الممكن طبقاً لمعادلة(بنمان ومونتيث) المعدلة من منظمة FAO في منطقة الدراسة بوجه عام، حيث تأخذ اتجاهاً عاماً نحو الارتفاع على مدار فترة الدراسة الممتدة من ١٩٥٧ إلى ٢٠١٤ م. يتزايد هذا الارتفاع خلال فصلى الصيف والربيع، حيث التأثر بالارتفاع العام لدرجات الحرارة والمنخفضات الخماسينية، وتعد الأطراف الشرقية أعلى أجزاء منطقة الدراسة في التبخر/ نتج الممكن متأثراً مناخياً بالكتلة القارية الأفروأسيوية، أما الجزء الغربى فهو الأقل في معدلات التبخر متأثراً بالكتل الهوائية القطبية والمدارية الرطبة القادمة من المحيط الاطلنطى بما تحمله من رطوبة.

- أثرت المعدلات المتزايدة للبخر/ نتح الممكن على زيادة معدلات العجز المائى، حيث يأخذ العجز المائى اتجاهاً عاماً نحو الارتفاع متأثراً بارتفاع درجات الحرارة والتبخر وقلة الأمطار في منطقة الدراسة بوجه عام خاصة خلال فصل الصيف، كما يزدداد العجز المائى بالاتجاه نحو الشرق، حيث مزيد من ارتفاع الحرارة وانخفاض في معدلات تساقط الأمطار.

- بدراسة الموازنة المائية لأهم المحاصيل التى يتم زراعتها بمنطقة الدراسة اتضح أن جميعها تقع تحت وطأة العجز المائى، حيث لاتكفي أمطار الشتاء المتناقصة أساسا في الساحل الشمالي المحاصيل الشتوية كالقمح والشعير وتحرم منه نهائيا المحاصيل الصيفية كالأرز والذرة، ويأخذ هذا العجز اتجاهاً عاماً نحو الزيادة وتزداد وطأته مستقبلاً مع ارتفاع الحرارة وزيادة التبخر وتناقص كميات الأمطار وتركزها زمانيا ومكانياً، مما يتطلب توفير مياه رى تكفي هذه المحاصيل مع استخدام التكنولوجيا وطرق الرى الحديثة من أجل الاقتصاد في استهلاك المياه.

- تنخفض رطوبة التربة في الساحل الشمالي فهى تتمتع بعجز مائى على مدار العام آخذ في الزيادة مع ارتفاع معدلات درجات الحرارة وزيادة التبخر وقلة الأمطار، مما يفاقم من مشكلة ملوحة التربة مع ارتفاع مستوى سطح البحر الذى وصل إلى ١٤سم خلال فترة الدراسة والمنتظر أن يرتفع إلى ١٦ سم عام ٢٠٢٧م فيساهم في تدهور وتقويض جزء كبير من مساحة الأراضى الزراعية سواء كان بتملحها أو غرقها تحت مستوى سطح البحر.

التوصيات:

- توفير مياه رى تكفي لسد العجز المائى الذى تواجهه المحاصيل الزراعية بالساحل الشمالي سواء باستخدام وسائل الرى القادرة على توفير الاحتياجات المائية الضرورية للمحاصيل كالرى بالرش والرى بالتنقيط ورى حدائق الفاكهة والخضروات بالفقاعات التي أثبتت فاعليتها في التغلب على ارتفاع ملوحة المياه، مع تطوير أساليب صيد مياه الأمطار في المناطق الشرقية والغربية لتكون أكثر فعالية و كذلك استحداث مصادر جديدة للمياه باستخدام التكنولوجيا والطاقة المتجددة لتحلية مياه البحر المتوسط كبديل لمياه النيل المتناقصة التي أصبحت لا تكفي احتياجات وادى النيل ودلتاه.

- تنمية المحاصيل الزراعية الحالية باستنباط سلالات جديدة من بعض المحاصيل كالأرز والقمح تكون أكثر مقاومة للجفاف الناتج عن العجز المائي واستحداث محاصيل جديدة كمحاصيل كالشيلم والأعلاف والمراعي الصناعية الذرة السكرية والبنجر السكرى تكون أكثر قدرة على توفير المياه والتكيف مع تغير المناخ.

المراجع:

١- إيميلي محمد حلمي (٢٠٠٣):القحط الزراعي في شمال سيناء، دراسة فى المناخ التطبيقى ،مجلة الأرصاد الجوية، القاهرة، السنة٨ ، العد ٢٦، القاهرة.

٢- حلمي عبد القادر محمود ، (١٩٧٧): الموازنة المائية في الجزائر، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية ، العدد الثامن ، نيسان، الجزائر.

٣- محمد عوض السمنى (٢٠١٣): الموازنة المائية وتوزيع الأراضى الزراعية بشبه جزيرة سيناء ،دراسة في جغرافية المناخ التطبيقى، مجلة الإنسانيات ، كلية الآداب، جامعة دمنهور ، العدد ٤١.

٤- ياسر أحمد السيد(٢٠٠٣): التبخر/ نتح القياسي في جميورية مصر العربية دراسة في الجغرافيا المناخية ، مجلة الإنسانيات ، كمية الآداب، جامعة دمنهور ، العدد ١٦.

5- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M.: (1998): Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements , FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations ,Rome.

6- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds (2008): Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

7- Brouwer C.& Heibloem M.: (1986) Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs , Agriculture Organization of the United Nations(©FAO), Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

8- The Eyption Meteorological Authority, Daily wheather reports, for period1993-2006.

9- The Egyption Meteorological Authority, Monthly Weather Reports for A.R.E. from 1981:2014.

10- The Egyption Authority, The climatoLogical Normals . for A.R.E . up to 1969 : 1975.

11- www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/
موقع برنامج (Cropwat) لقياس التبخر تبعا لمعيار (بنمان –مونتيث)