

نقص الإشباع البخري وتأثيره في الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية بدلتا النيل

د. محمد عوض السيد السمني

الملخص:

لما كان تأثير الرطوبة النسبية في الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية غير واضح، لذا تم اللجوء إلى نقص الإشباع البخري VPD، والذي يُعرف بأنه الفرق بين ضغط بخار الماء المشبع e_s وضغط بخار الماء الفعلي e_a . ويعد نقص الإشباع البخري من العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي للمحاصيل بدلتا النيل، حيث يزداد الاستهلاك المائي للمحاصيل بارتفاع معدلات نقص الإشباع البخري، في حين يقل بانخفاضها. ويتأثر نقص الإشباع البخري بعدة عناصر مناخية تنعكس على عاملين اثنين يؤثران في نقص الإشباع البخري، وهما: ضغط بخار الماء الفعلي، وضغط بخار الماء المشبع. وأن أي تغيير فيهما ينعكس بالطبع على معدلات نقص الإشباع البخري. ونظرًا لموقع دلتا النيل في منطقة تجمع بين خصائص اقليمي مناخ البحر المتوسط وشبه الجاف، فقد انعكس ذلك على وجود اختلاف نسبي في معدلات نقص الإشباع البخري. وتهدف دراسة نقص الإشباع البخري إلى توضيح التباينات المكانية والزمنية لمعدلات نقص الإشباع البخري. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والمدخل الموضوعي، وأسلوب التحليل المكاني بنظم المعلومات الجغرافية. وتوصلت دراسة نقص الإشباع البخري وتأثيره في الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية إلى عدة نتائج وتوصيات، منها:

- ترتفع معدلات ضغط بخار الماء المشبع باتجاه الجنوب بدلتا النيل، على العكس من معدلات ضغط بخار الماء الفعلي.
- مناطق نقص الإشباع البخري المرتفع هي نفسها مناطق الاستهلاك المائي الكثير.
- مناطق الاستهلاك المائي الكثير هي نفسها لا تتغير من محصول لآخر، في حين أن الذي يتغير هو كمية المياه من محصول لآخر.
- رغم أن الذرة الشامية أقل المحاصيل الحقلية الصيفية استهلاكًا للمياه على مستوى الموسم الزراعي له، إلا أنه على المستوى الشهري فهو أكثر استهلاكًا للمياه من القطن.

* أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب - جامعة دمنهور.

للتواصل: e-mail: mohamedelsamny@art.dmu.edu.eg

- يُفضل زراعة محصول الأرز في مناطق شمالي الدلتا، خاصة في مناطق كفر الشيخ وشمالي البحيرة وشمال غربي الدقهلية، كما أن الأراضي الملحية في شمالي الدلتا في حاجة إلى المياه الكثيرة لتخفيض ملوحتها.

(المجلة الجغرافية العربية، المجلد (٥٢) العدد (٧٧) يونيو ٢٠٢١، ص ص ١١١-١٤٩)

الكلمات المفتاحية: نقص الإشباع البخري- ضغط بخار الماء الفعلي- ضغط بخار الماء المشبع- الاستهلاك المائي للمحاصيل.

المقدمة:

يعد نقص الإشباع البخري (Vapor Pressure Deficit (VPD من العوامل المؤثرة في الاستهلاك المائي للمحاصيل، حيث أنه من مدخلات معادلة الاستهلاك المائي في العديد من المعاملات. وتستهلك الزراعة نحو ٦٧،١٣ مليار م^٣ بنسبة ٧٧،٩٪ من جملة المياه البالغة ٨٦،١٨ مليار م^٣ بمصر عام ٢٠١٧ م (أشرف بدر، ٢٠٠٣). ويُستهلك في الموسم الزراعي الصيفي نحو ١٠٤٦٨ مليون م^٣، وهو ما يمثل ٥٥٪ من جملة الاستهلاك السنوي للمواسم الزراعية بدلتا النيل. وتمثل المحاصيل الحقلية الصيفية بالدلتا ٥٨،٢٪ من مساحتها بمصر (٥٣٧٧٥٥٥ فداناً)، وتتناثر دلتا النيل على ٩٩،٢٪ من مساحة الأرز بمصر (١٤١٩٣٧٨ فداناً)، و٩٠،٣٪ من مساحة القطن بمصر (٢٨٦٧٢٤ فداناً)، و٥٥،٤٪ من مساحة الذرة الشامية بمصر (٢١٣٩١٩٦ فداناً). ويمثل الأرز ٤٥٪، والقطن ٨،٣٪، والذرة الشامية ٣٧،٩٪ من جملة مساحة المحاصيل الحقلية الصيفية بدلتا النيل (٣١٣٠٧٨٧ فداناً) عام ٢٠١٢ / ٢٠١٣ (الجهاز المركزي، ٢٠١٤). وتحتاج هذه المحاصيل للمياه في موسم زراعي يسوده الجفاف والتبخر/ نتح الشديد.

منطقة الدراسة:

تقع دلتا النيل فلكياً بين دائرتي عرض ٢٥° ٢٩'، ٣٣° ٣١' شمالاً، وبين خطي طول ٤٠° ٢٩'، ٣٢° ٢٠' شرقاً، وتقع جغرافياً شمالي مصر، ويحدها من الشمال البحر المتوسط، وتحدها الهضبتان الشرقية والغربية، ويمتد ساحلها على البحر المتوسط لمسافة ٢٢٠ كم بين مدينتي بور سعيد شرقاً والإسكندرية غرباً، وبامتداد ١٧٠ كم نحو الجنوب حتى القناطر الخيرية (شكل ١). وساعد الموقع الفلكي والجغرافي على وجود تباين نسبي في الأحوال الجوية بدلتا النيل، حيث تقع في منطقة تجمع بين خصائص اقليمي مناخ البحر المتوسط والمناخ شبه الجاف، مما كان له بالغ الأثر في وجود اختلافات طفيفة بين مناخ الأجزاء الشمالية والجنوبية منها. وتبلغ مساحة دلتا النيل نحو ٢٢ ألف كم^٢

جدول (١) : موقع ومنسوب محطات الأرصاد بمنطقة دلتا النيل وهوامشها.

المحطة	رقم المحطة	دائرة العرض	خطوط الطول	المنسوب (م)	الفترة الزمنية
الإسكندرية	٦٢٣١٨	٣١° ١٢'	٢٩° ٥٧'	٣,٤-	٢٠١٠-١٩٧٦
رشيد	٦٢٣٢٤	٣١° ٢٤'	٣٠° ٢٤'	١,٧	٢٠١٠-١٩٧٦
بلطيم	٦٢٣٢٥	٣١° ٣٣'	٣١° ٠٦'	١	٢٠١٠-١٩٧٦
دمياط	٦٢٣٣٠	٣١° ٢٥'	٣١° ٤٩'	١,٩	٢٠١٠-١٩٧٦
بور سعيد	٦٢٣٣٣	٣١° ١٦'	٣٢° ١٧'	١	٢٠١٠-١٩٧٦
دمنهور	٦٢٣٣٩	٣١° ٠٢'	٣٠° ٢٨'	٢,٤	٢٠١٠-١٩٧٦
جناكليس	٦٢٣٤٢	٣٠° ٤٩'	٣٠° ١٢'	١٠	٢٠١٠-١٩٧٦
المنصورة	٦٢٣٤٣	٣١° ٠٠'	٣١° ٢٧'	٣,٨	٢٠١٠-١٩٧٦
التحرير	٦٢٣٤٥	٣٠° ٣٩'	٣٠° ٤٢'	١٥,٦	٢٠١٠-١٩٧٦
طنطا	٦٢٣٤٩	٣٠° ٤٩'	٣٠° ٥٦'	٨,٦	٢٠١٠-١٩٧٦
قويسنا	٦٢٣٥٠	٣٠° ٣١'	٣١° ٠٨'	١٠,٢	٢٠١٠-١٩٧٦
الزقازيق	٦٢٣٥٤	٣٠° ٣٥'	٣١° ٣٠'	١١,٣	٢٠١٠-١٩٧٦
وادي النطرون	٦٢٣٥٧	٣٠° ٢٣'	٣٠° ١٢'	٤٩	٢٠١٠-١٩٧٦
شبين الكوم	٦٢٣٦٠	٣٠° ٣٦'	٣١° ٠١'	١١,٥	٢٠١٠-١٩٧٦
بنها	٦٢٣٦٣	٣٠° ٢٨'	٣١° ١١'	١٤	٢٠١٠-١٩٧٦
القاهرة	٦٢٣٦٦	٣٠° ٠٨'	٣١° ٢٤'	١١١,٥	٢٠١٠-١٩٧٦
بهنيم	٦٢٣٦٩	٣٠° ٠٨'	٣١° ١٥'	١٦,٩	٢٠١٠-١٩٧٦
الجيزة	٦٢٣٧٥	٣٠° ٠٢'	٣١° ١٣'	١٨,٦	٢٠١٠-١٩٧٦

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة، قسم المناخ، بيانات الفترة ١٩٧٦-٢٠١٠م.

الدراسات سابقة:

تندر الدراسات المناخية التي درست نقص الإشباع البخري وتأثيره في الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية، ومن تلك الدراسات ما يلي:

- Olmsted, (1990): تقييم طرق تقدير التبخر/ نتح اليومي ومقارنة معادلات التبخر/ نتح المحتمل بالمقاسة بالليسمتر ونماذج جدولة الري. حيث تم تقييم أربع طرق شائعة لحساب معدل التبخر/ نتح المحتمل PET. وتضم المقارنة طرقًا مختلفة لحساب نقص الإشباع البخري في معادلات PET. ولأن الرطوبة النسبية هي النسبة بين ضغط بخار الماء الفعلي إلى ضغط

- بخار الماء المشبع، ويتم قياس الرطوبة النسبية على نطاق واسع، فقد تم استخدامها للحصول على نقص الإشباع البخري.
- عبد الله سعد الطاهر (١٩٩٣): تأثير ميعاد الزراعة في الاستهلاك المائي لمحصول القمح في منطقة نجد بالمملكة العربية السعودية. واستعان بمعادلة جنسن - هيز Jensen - Haise. ودلت النتائج أن تأثير موعد زراعة القمح له أثر واضح في الاستهلاك المائي للمحصول بمنطقة حائل بنسبة ٨٠٪، والقصيم ٧٠٪، ومنطقة الأفلاج ٣٠٪، والشوم والخرج ٢٠٪، والرياض ١٠٪.
- زهران بسبوني زهران (٢٠٠٢): المناخ وأثره في استهلاك مياه الري في محافظتي البحيرة وأسيوط دراسة مقارنة في المناخ التطبيقي (ماجستير). وتوصل إلى أنه تصدرت قيم التبخر/نتح المحسوبة بمعادلة بلاني قيم المعادلات الأخرى هارجريفز وجنسن - هيز وبنمان في البحيرة، ويرجع إلى اعتمادها على معدلات السطوع التي لا تتأثر كثيراً بالبحر. في حين تصدرت معادلة هارجريفز معادلات بلاني وجنسن وبنمان بأسيوط، ومرد ذلك إلى اعتمادها على الفرق بين درجة حرارة الليل والنهار، فضلا عن اعتمادها على معدل الإشباع الشمسي، والذي لم يدخل في حساب بقية المعادلات.
- Yoder, et al. (2005): آثار نقص الإشباع البخري وطرق حساب صافي الإشباع على دقة معادلة بنمان - مونتيث المعيارية في المناخ الرطب. حيث أظهر تحليل البيانات تغييرا بنسبة ١٧٪ في قيم التبخر/نتح القياسي ETo اليومي لكل وحدة تغيير في قيم نقص الإشباع البخري VPD المحسوب، وتم تقييم ١٢ طريقة لحساب VPD، ويُحسب VPD من متغيرين اثنين، هما: الأول، ضغط بخار الماء المشبع e_s . والآخر، ضغط بخار الماء الفعلي e_a . وتشير النتائج إلى أن تأثير طرق حساب VPD كبير على دقة قيم ETo المقدر باستخدام معادلة بنمان - مونتيث المعيارية.
- ياسر أحمد السيد (٢٠٠٥): أثر مناخ مصر في الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية. وتوصلت الدراسة إلى عدم مناسبة صيغة Jensen-Haise لتقدير الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية في البيئة الحارة الجافة، حيث تعطي وزناً أكبر للأحوال الجوية في الفترة الحارة من السنة، وكذلك صيغة Turch حيث أنه يقلل من تأثير الميزانية الإشعاعية في الفترة الحارة من السنة. في حين أن الفروق كانت قليلة بين القيم الفعلية والمقدرة للاستهلاك المائي بصيغة Penman-Monteith، لكثرة مدخلات العناصر المناخية فيها.
- Junzeng, et al. (2012): خطأ ضغط بخار الماء المشبع المحسوب بصيغ مختلفة وتأثيره على حساب التبخر/نتح القياسي في المنطقة الباردة بالعروض العليا. حيث تم تقييم صيغ

Teten و Buck و Magnus لحساب ضغط بخار الماء المشبع في درجات حرارة مختلفة، مقارنة بصيغة Goff-Gratch. وتم تقييم أخطاء قيم نقص الإشباع البخري المشتقة من e_s بصيغة Teten في المناطق الباردة، ولوحظ تزايد خطأ e_s بصيغة Teten خطياً مع انخفاض درجة الحرارة، وبتطبيق معادلة Penman-Monteith في المنطقة الباردة، كانت أخطاء نقص الإشباع البخري VPD مقبولة مع وجود خطأ نسبي أقل من ١٠٪ فقط، عندما تتخفض درجة الحرارة اليومية عن -10°C ، ويزداد الخطأ مع انخفاض درجة الحرارة، لذا فإن صيغ Buck و Magnus تعد بديلاً لصيغة Teten بسبب نتائجها الجيدة.

- ياسر أحمد السيد (٢٠١٤): رطوبة التروبوسفير وتغيراتها الرأسية بجمهورية مصر العربية. وتطرق لدراسة نقص الإشباع البخري عند دراسة التوزيع الجغرافي للرطوبة الجوية السطحية في مصر، حيث تناول دراسة ضغط بخار الماء المشبع والفعلي ونقص الإشباع البخري في ٣٥ محطة أرصاد بمصر.

- Moursi and Abdelkhalik, (2015): مكونات الاحتياجات المائية لبعض أصناف الأرز المصرية بشمالى دلتا النيل. حيث تمت مقارنة قيم التبخر/نتح ET_c لمحصول الأرز المقاس والمحسوب، باستخدام طرق Hargreaves و Penman-Monteith و Class A المستخدمة لـ ET_c مع المقاس من التبخر/نتح الفعلي ET_a للأرز، لتقييم أفضل طريقة لتقدير التبخر/نتح القياسي المناسب لدلتا النيل، وتوصلت الدراسة إلى إن صيغتي هارجريفز وبنمان-مونثيث هما الأفضل في شمالي الدلتا بمصر، بسبب قلة الفارق بين قيم ET_c و ET_a .

- Ye, L. T., & et al, (2016): نتائج التبخر/نتح القياسي لمحاصيل منطقة شانشى بالصين. توصلت الدراسة إلى أنه تتميز صيغ بنمان-مونثيث و Penman-Monteith وهارجريفز Hargreaves وساماني Samani باتساق عالٍ، حيث تم التحقق من صحتها لتوفير بيانات التبخر/نتح القياسي ET_o الدقيقة، والخطأ في صيغة بريستلي-تايلور Priestley-Taylor كبير نسبياً، ولا يوصى باستخدامه في حساب ET_o في حالة نقص بيانات الأرصاد الجوية.

- Khanmohammadi, et al. (2017): تأثير متغيرات الأرصاد الجوية على الاختلافات الزمنية في التبخر/نتح القياسي. تم الاستعانة بطريقة Penman-Monteith FAO56 (الطريقة المعيارية)، حيث تم تحليل الاتجاهات السنوية والموسمية لـ ET_o والعناصر المناخية الثمانية الفعالة، ومن ثم تم تحديد مساهمتها في تغيرات ET_o ، وأظهرت النتائج أن درجة الحرارة العظمى وسرعة الرياح هما أكثر متغيرات العناصر المناخية فعالية في تغيرات ET_o ، ثم يليها نقص الإشباع البخري VPD في المرتبة الثانية في محطات المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

أهداف الدراسة:

تهدف دراسة نقص الإشباع البخري إلى توضيح التباينات المكانية والزمنية لنطاقات نقص الإشباع البخري والاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية، وتحديد النطاقات الأنسب لزراعة المحاصيل الحقلية الصيفية وفق استهلاكها للمياه، للحد من استنزاف وإهدار المياه في ري تلك المحاصيل، لتجنب المحاصيل المسرفة في الاستهلاك المائي، أو على الأقل زراعتها في نطاقات أقل استهلاكاً للمياه من غيرها.

فروض الدراسة:

تتمثل فروض الدراسة فيما يلي:

- ترتفع معدلات نقص الإشباع في المناطق الداخلية وتتناقص بالساحلية صيفاً والعكس شتاءً.
- يقل الاستهلاك المائي للمحاصيل بساحل البحر المتوسط شمالاً، ويزداد بالاتجاه جنوباً.
- يزداد الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية بارتفاع معدلات نقص الإشباع البخري، على العكس من مناطق انخفاض معدلات نقص الإشباع البخري.

منهج الدراسة وأساليبها:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي مقترناً بالمدخل الموضوعي، حيث تركز طريقة المعالجة على الموضوعات ذات الصلة بنقص الإشباع البخري وتأثيره في الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية من خلال التوزيع الجغرافي والعلاقات المكانية والسببية. واستعانت الدراسة بالأسلوب الكمي في إيجاد العلاقة بين ضغط بخار الماء الفعلي والمشبع وكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية بالارتباط البسيط والمتعدد، وحساب معامل الاختلاف الشهري لنقص الإشباع البخري بمحطات أرصاد منطقة الدراسة ببرنامج SPSS، والتحليل المكاني للسطوح Raster ببرنامج Arc GIS.

ويتم حساب ضغط بخار الماء المشبع والفعلي ونقص الإشباع البخري بالمعادلات التالية:

$$e_s = 6.11 \times 10^{7.45T / (237.3 + T)}$$

$$e_s = 6.11 \times 10^{9.5T / (265.5 + T)}$$

$$e_a = 6.11 \times 10^{7.45Td / (237.3 + Td)}$$

حيث أن e_s ضغط بخار الماء المشبع. و e_a ضغط بخار الماء الفعلي (هكتوبسكال هـ). و Td درجة حرارة نقطة الندى ($^{\circ}م$). و T درجة الحرارة ($^{\circ}م$) (Junzeng, X.U., et al., 2012, pp.44). ويمكن حساب نقص الإشباع البخري VPD من المعادلة التالية (Ragheb, et al., 2015, p. 215) و (Moursi and Abdelkhalek, 2015, p. 134):

$$VPD = (e_s - e_a)$$

حيث أن e_s ضغط بخار الماء المشبع. و e_a ضغط بخار الماء الفعلي (هـ).

ويتم حساب كمية الاستهلاك المائي الشهري للمحصول بالمعادلة التالية:

$$ETc = W \times Kc \{1.01 (e_s - e_a) + 8.53\}$$

حيث أن ETc كمية الاستهلاك المائي الشهري للمحصول ($m^3 / \text{فدان}$). و W = عدد أيام الشهر و Kc = معامل المحصول. و $(e_s - e_a)$ = نقص الإشباع البخري (هـ) (ياسر السيد، ٢٠٠٥، ص ٢٨٢).

بيانات الدراسة:

تتمثل البيانات المستخدمة في الدراسة في بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، المتمثلة في المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية لحساب ضغط بخار الماء الفعلي والمشبع، والعناصر المناخية الأخرى للفترة الممتدة بين عامي ١٩٧٦-٢٠١٠م لمحطات أرصاد الدلتا (ملحق ١)، إضافة إلى بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ووزارة الزراعة واستصلاح الأراضي.

ولتحقيق أهداف الدراسة، تركز على النقاط الرئيسة التالية:

- عناصر نقص الإشباع البخري.
- التباين الموسمي لنقص الإشباع البخري.
- الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية.

أولاً - عناصر نقص الإشباع البخري :

يُعرف نقص الإشباع البخري (Vapor Pressure deficit (VPD) بضغط بخار الماء المشبع (Saturated (e_s) مطروحاً منه ضغط بخار الماء الفعلي (Actual (e_a). وليس من الضروري أن تكون الشهور التي ترتفع فيها درجات الحرارة إلى أقصى حد لها هي نفسها الشهور التي تنخفض فيها الرطوبة إلى أدنى حد لها والعكس صحيح، لذلك فإن تأثير الرطوبة النسبية في الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية غير واضح، لذا ينبغي اللجوء إلى انحدار ضغط بخار الماء أو التدرج الرطوبي بعيداً عن السطح والذي يُعرف بأنه الفارق بين ضغط بخار الماء الفعلي وضغط بخار الماء المشبع (ياسر السيد، ٢٠٠٥، ص ٢٨٢). ولحساب نقص الإشباع البخري يتطلب ذلك بيانات عناصر مناخية عدة منها الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة وغيرها من العناصر، إلا أن الطريقة المباشرة تعتمد على ضغط بخار الماء المشبع والفعلي.

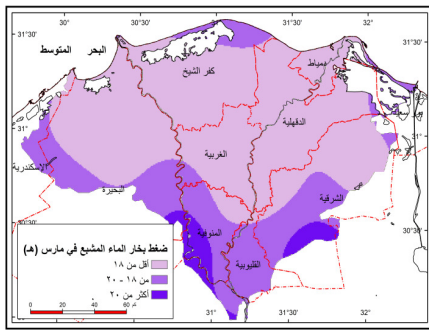
(١) ضغط بخار الماء المشبع:

يُعرف ضغط بخار الماء المشبع بأنه الضغط الجزئي الناتج عن تشبع الهواء بالبخار عند درجة حرارة معينة، ويعتمد على درجة حرارة الهواء، فكلما زادت زاد زيادة غير خطية (ياسر السيد، ٢٠١٤، ص ٤٣٧). ودرجة الحرارة هي التي تحدد كمية بخار الماء التي يتحملها الهواء عند درجة حرارة معينة. وتتاسب صيغة Magnus حساب ضغط بخار الماء المشبع e_s في مناطق حرارية متباينة، ويؤدي خطأ حساب ضغط بخار الماء المشبع e_s إلى حدوث خطأ ملحوظ في قيمة نقص الإشباع البخري VPD. وعندما تستخدم معادلة بنمان- مونتيث FAO-56 PM لحساب التبخر/ نتح القياسي ETo وكذلك VPD في المناطق الباردة؛ فيجب إعادة النظر في صيغة حساب e_s . فصيغة Magnus تؤدي نتيجة مقبولة في e_s مقارنة مع Goff- Gratch، والتي قد تكون بديلاً عن صيغة Teten (Junzeng, et al., 2012, p. 47). وتتاول الدراسة ضغط بخار الماء المشبع الشهري والفصلي والسنوي.

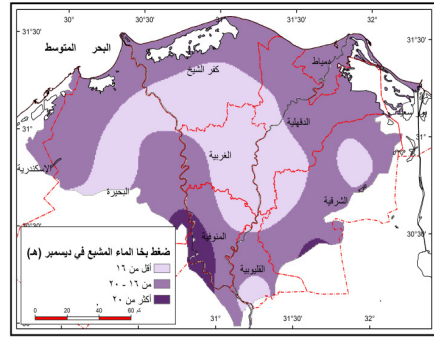
أ- ضغط بخار الماء المشبع الشهري:

يتضح من تتبع شكلي (٢-٣) الحقائق التالية:

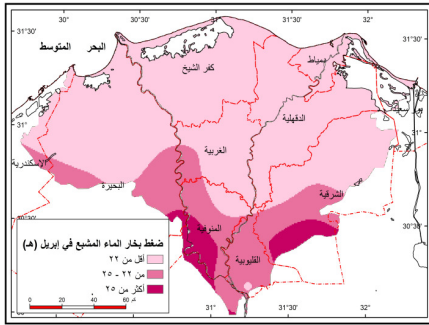
- تعتبر أشهر فصل الشتاء هي الأكثر تجانساً في معدلات ضغط بخار الماء المشبع، في حين تتجانس في شهري يولية وأغسطس فقط ضمن أشهر فصل الصيف، وتختلف في يونية. وتتباين في أشهر فصلي الربيع والخريف.
- يعتبر توزيع نطاقات ضغط بخار الماء المشبع أكثر تجانساً في أشهر فصل الربيع عن بقية فصول السنة الأخرى، يليها أشهر فصل الشتاء ثم أشهر فصلي الخريف والصيف، لأن التباين في معدلات درجة الحرارة بين المناطق الساحلية والداخلية يزداد في الصيف والخريف.
- يتصدر يولية أشهر السنة في ارتفاع معدلات ضغط بخار الماء المشبع الذي يرتفع على ٤٠ هـ. خاصة في جنوب شرقي وجنوب غربي الدلتا. في حين أن شهري يناير ويونية في المؤخرة، حيث تقل عن ١٤ هـ. خاصة في وسط الدلتا، وذلك بسبب تباين درجات الحرارة.
- ترتفع معدلات ضغط بخار الماء المشبع في منطقتي جنوب شرقي وجنوب غربي الدلتا في معظم شهور السنة، في حين تتخفف في شمالي ووسط الدلتا في معظم شهور السنة، وذلك بسبب تباين درجات الحرارة.
- تقع محافظتي الغربية وكفر الشيخ في النطاق المنخفض لمعدلات ضغط بخار الماء المشبع في معظم شهور السنة، في حين يقع جنوب غربي محافظة المنوفية في النطاق المرتفع في معظم شهور السنة، وذلك للأسباب سالفة الذكر.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري لضغط بخار الماء المشبع بالدلتا ٣٠٪، وبلغ أقصاه ٣٢٪ بكل من المنصورة وبنها وبهتيم وطنطا وقويسنا، وأدناه ٢٧٪ ببليطيم، لتباين معامل القارية بينها.



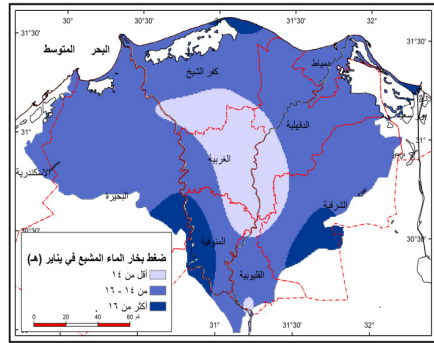
د- مارس



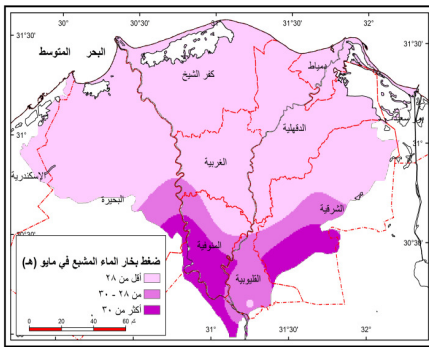
أ- ديسمبر



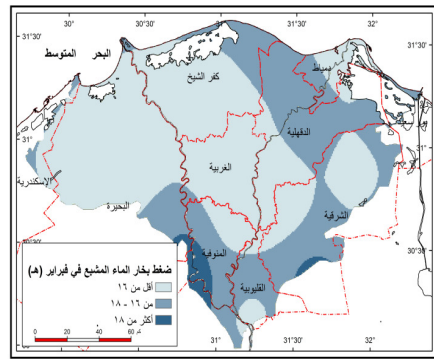
هـ- إبريل



ب- يناير



و- مايو



ج- فبراير

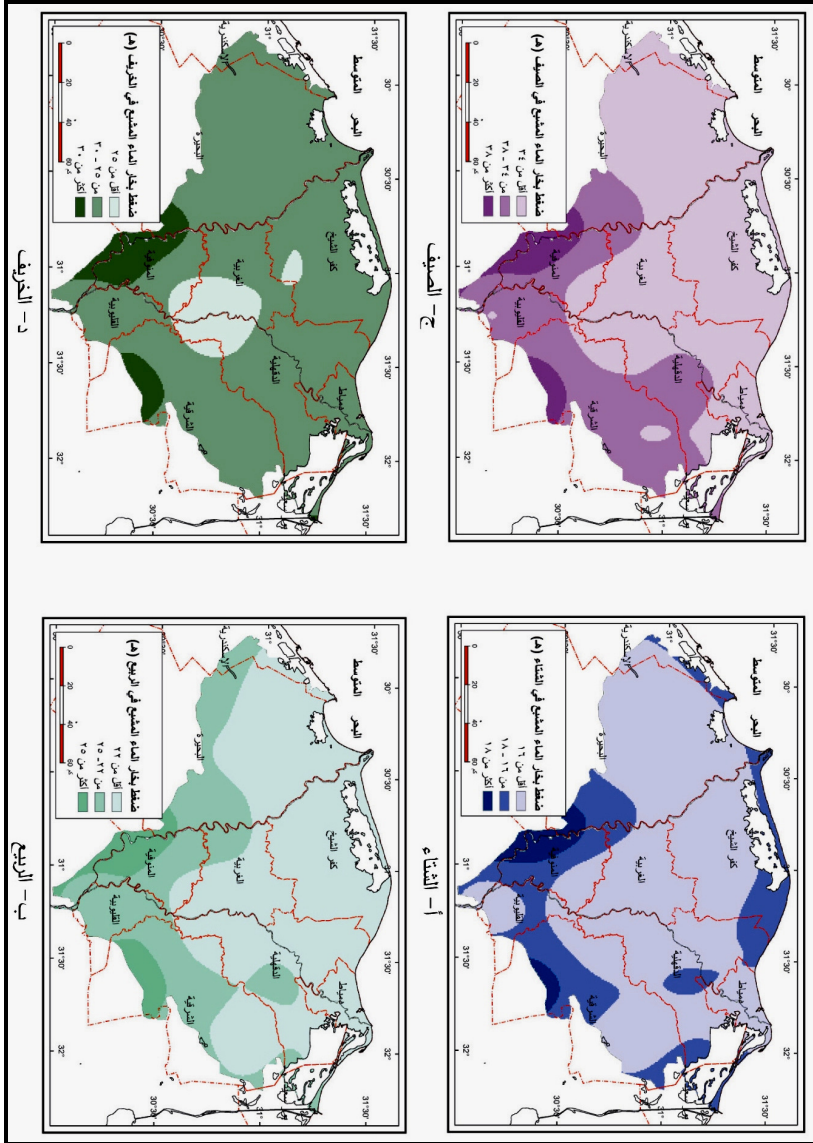
شكل (٢): نطاقات ضغط بخار الماء المشبع في أشهر فصلي الشتاء والربيع
بـدلتا النيل خلال الفترة ١٩٧٦-٢٠١٠م.

المصدر: ملحق (١).

- بلغ معامل الارتباط بين معدلات ضغط بخار الماء المشبع ودرجة الحرارة ٠,٩٩٦، وبلغ أقصاه ٠,٩٩٧ بكل من بلطيم وبور سعيد، وبلغ أدناه بينها ٠,٩٩٥. وبلغ معامل التحديد المعدل ٠,٨٩، أي أن ٨٩٪ من تغير معدلات ضغط بخار الماء المشبع بمنطقة الدراسة يرجع إلى درجة الحرارة، في حين أن ١١٪ لأسباب أخرى.
- وبلغ معامل الارتباط بين ضغط بخار الماء المشبع والرطوبة النسبية -٠,١٥، وبلغ -٠,٤٨١ بشبين الكوم، و٠,٣٦٢ ببلطيم، في حين بلغ أدناه صفر بدمياط. وذلك بسبب تباين قيم معامل القارية بينها، وبلغ معامل التحديد المعدل ٠,٠٢، أي ٢٪ من تغير معدلات ضغط بخار الماء المشبع بمنطقة الدراسة يرجع إلى الرطوبة النسبية، في حين أن ٩٨٪ لأسباب أخرى.
- وبلغ معامل الارتباط المتعدد بين معدلات ضغط بخار الماء المشبع وكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية ٠,٨٩، بمعامل تحديد معدل ٠,٧٤، أي أن ٧٤٪ من العوامل المسؤولة عن تغيير ضغط بخار الماء المشبع تتسبب لهذين العنصرين.

ب- ضغط بخار الماء المشبع الفصلي:

- إذا كانت معدلات ضغط بخار الماء المشبع تختلف على المستوى الشهري من شهر إلى آخر، سينعكس ذلك بالطبع على المستوى الفصلي. ويتضح من تتبع شكل (٤) الحقائق التالية:
- تتشابه معدلات ضغط بخار الماء المشبع في فصلي الربيع والخريف، في حين تختلف في فصلي الشتاء والصيف، وذلك بسبب الاختلاف الواضح في معدلات درجة الحرارة في الانقلابين.
 - يتصدر فصل الصيف معدلات ضغط بخار الماء المشبع، حيث يرتفع على ٣٨ هـ. خاصة بمنطقتي جنوب شرقي وجنوب غربي دلتا النيل، بسبب ارتفاع درجات الحرارة. في حين يأتي فصل الشتاء في المؤخرة، حيث ينخفض فيه عن ١٦ هـ. في معظم دلتا النيل عدا الأجزاء الجنوبية منها ونطاقات متفرقة في شمالها، ومرد ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة.
 - يتجانس توزيع نطاقات ضغط بخار الماء المشبع في كل فصول السنة - عدا الخريف - الذي يختلف نسبياً، بسبب عدم تجانس المنخفضات الجوية التي تمر خلاله وما يصاحبها من تباين في درجات الحرارة.
 - تقع منطقتا جنوب شرقي وجنوب غربي دلتا النيل في النطاق المرتفع لضغط بخار الماء المشبع، في حين يقع شمالي ووسط الدلتا في النطاق المنخفض، للأسباب سالفة الذكر.
 - تتجانس معدلات ضغط بخار الماء المشبع بين نطاقات الدلتا في فصل الشتاء، حيث لا ترتفع على ٢ هـ، في حين يقل تجانسها في فصل الخريف، حيث لا تزيد على ٥ هـ. بسبب عدم تجانس معدلات درجة الحرارة في الخريف مقارنة بالشتاء.



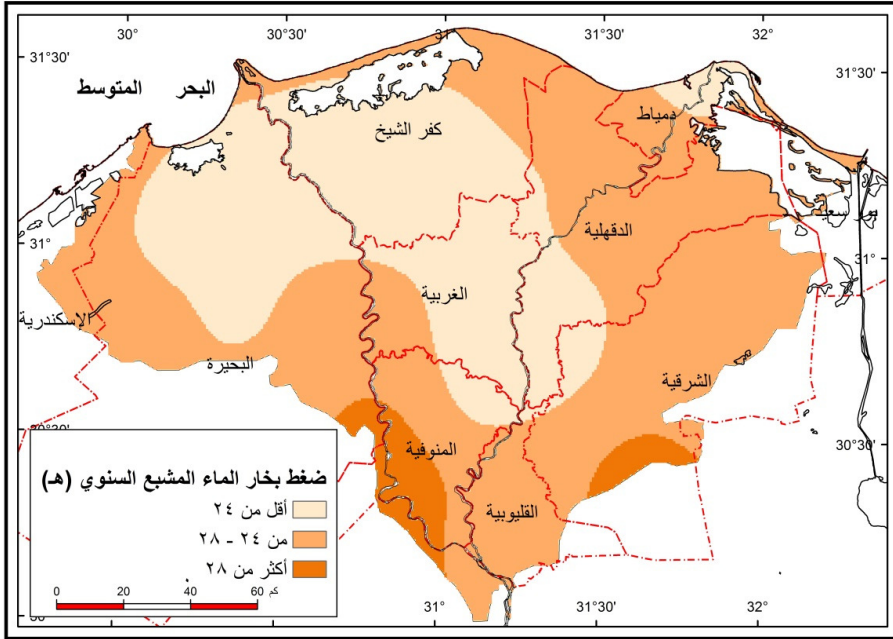
شكل (٤) : نطاقات ضغط بخار الماء المتبقي الفصلي بدلتا النيل خلال الفترة ١٩٧٦-٢٠١٠م.

المصدر: ملحق (١).

ج- ضغط بخار الماء المشبع السنوي:

تختلف معدلات ضغط بخار الماء الشهري والفصلي، لذا لابد من دراسته على المستوى السنوي لمعرفة الوضع العام. وتنقسم منطقة الدراسة إلى نطاقات وفق معدلات ضغط بخار الماء المشبع السنوي (شكل ٥):

- نطاق ضغط بخار الماء المشبع المرتفع: ترتفع فيه معدلات ضغط بخار الماء المشبع على ٢٨ هـ، ويقع في منطقتي جنوب شرقي وجنوب غربي دلتا النيل. ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة.
- نطاق ضغط بخار الماء المشبع المتوسط: تتراوح فيه معدلات ضغط بخار الماء المشبع بين ٢٤-٢٨ هـ، ويشغل معظم دلتا النيل عدا وسطها وأجزاء من غربها.
- نطاق ضغط بخار الماء المشبع المنخفض: تنخفض فيه معدلات ضغط بخار الماء المشبع عن ٢٤ هـ، ويشغل معظم محافظات كفر الشيخ والغربية والبحيرة، وجنوبي الدقهلية، وشمال شرقي المنوفية. ومرد ذلك إلى الانخفاض النسبي لمعدلات درجة الحرارة.



شكل (٥) : نطاقات ضغط بخار الماء المشبع السنوي بدلتا النيل خلال الفترة ١٩٧٦-٢٠١٠م.

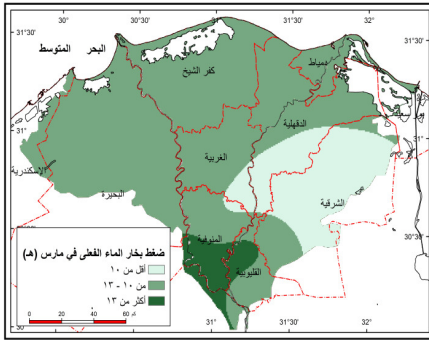
المصدر: ملحق (١).

٢) ضغط بخار الماء الفعلي:

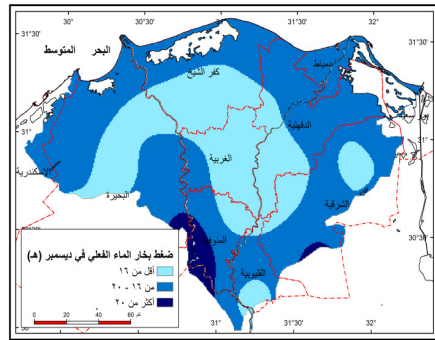
ضغط بخار الماء الفعلي عبارة عن ضغط غاز بخار الماء المقدر فعلياً من جملة ضغط الهواء الكلي. وتتأثر به معدلات نقص الإشباع البخري، فكلما انخفض معدله ارتفع معدل نقص الإشباع البخري والعكس صحيح. وتتطرق الدراسة إلى: التوزيع الشهري والفصلي والسنوي لضغط بخار الماء الفعلي.

أ- ضغط بخار الماء الفعلي الشهري:

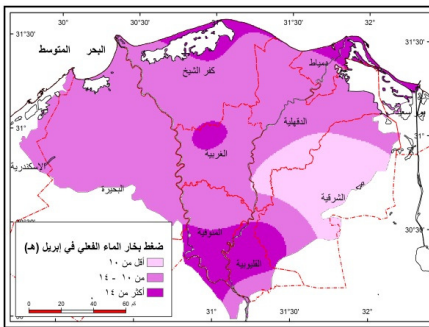
- قد يختلف التوزيع الشهري لضغط بخار الماء الفعلي، وذلك لتغير درجات الحرارة. ويتضح من تتبع شكلي (٦، ٧) الحقائق التالية:
- يتشابه توزيع نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر مارس وإبريل ومايو ويولية وأغسطس وسبتمبر وأكتوبر .
 - تنخفض معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بشكل ملحوظ في شهر يناير، حيث تنخفض عن ٩ هـ. في شرقي الدلتا، لانخفاض معدلات درجة الحرارة، في حين ترتفع معدلاته بشكل واضح في أغسطس، حيث ترتفع معدلاته على ٢٨ هـ. برأس الدلتا، لارتفاع درجات الحرارة.
 - ترتفع معدلات ضغط بخار الماء الفعلي برأس الدلتا في كل شهور السنة، لارتفاع درجات الحرارة، في حين تنخفض بمعظم شرقي الدلتا، ومرد ذلك إلى انخفاض معدلات درجة الحرارة.
 - تتجانس معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر فصل الشتاء خاصة في شهري يناير وفبراير، وتختلف في ديسمبر، حيث ترتفع معدلاته بشكل واضح. وترتفع معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في منطقة رأس الدلتا في أشهر فصل الشتاء، في حين تنخفض معدلاته في شرقي الدلتا، خاصة في شهري يناير وفبراير، أما في ديسمبر فتتخفض معدلاته في معظم وسط الدلتا.
 - أما عن معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر فصل الربيع فهي أكثر تجانساً من نظيرتها في الشتاء، خاصة مارس وإبريل، بسبب تجانس معدلات درجة الحرارة فيهما. كما يتشابه توزيع نطاقات معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في الأشهر الثلاثة، حيث ترتفع معدلاته في رأس الدلتا، وتنخفض في شرقها، بسبب تباين معدلات درجة الحرارة بكل منهما.
 - يقل تجانس معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر فصل الصيف مقارنة بالربيع، كما يقل تجانس توزيع نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي، وإن كانت ترتفع معدلاته بشكل ملحوظ عند رأس الدلتا، وتنخفض في شرقي الدلتا، للأسباب سالفة الذكر، ويتجانس في شهري يولية وأغسطس.



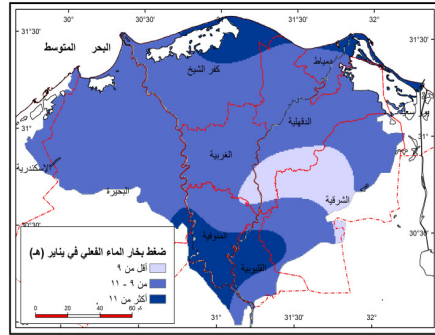
د- مارس



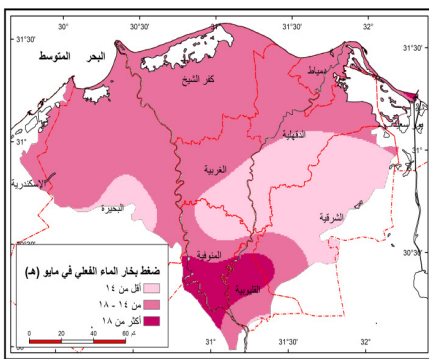
أ- ديسمبر



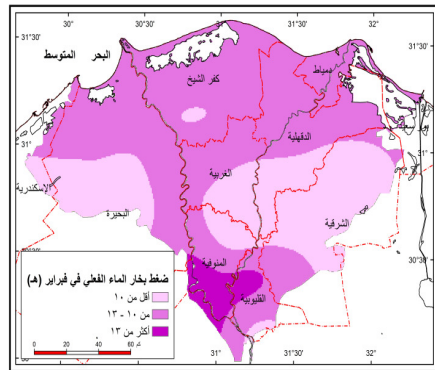
هـ- إبريل



ب- يناير



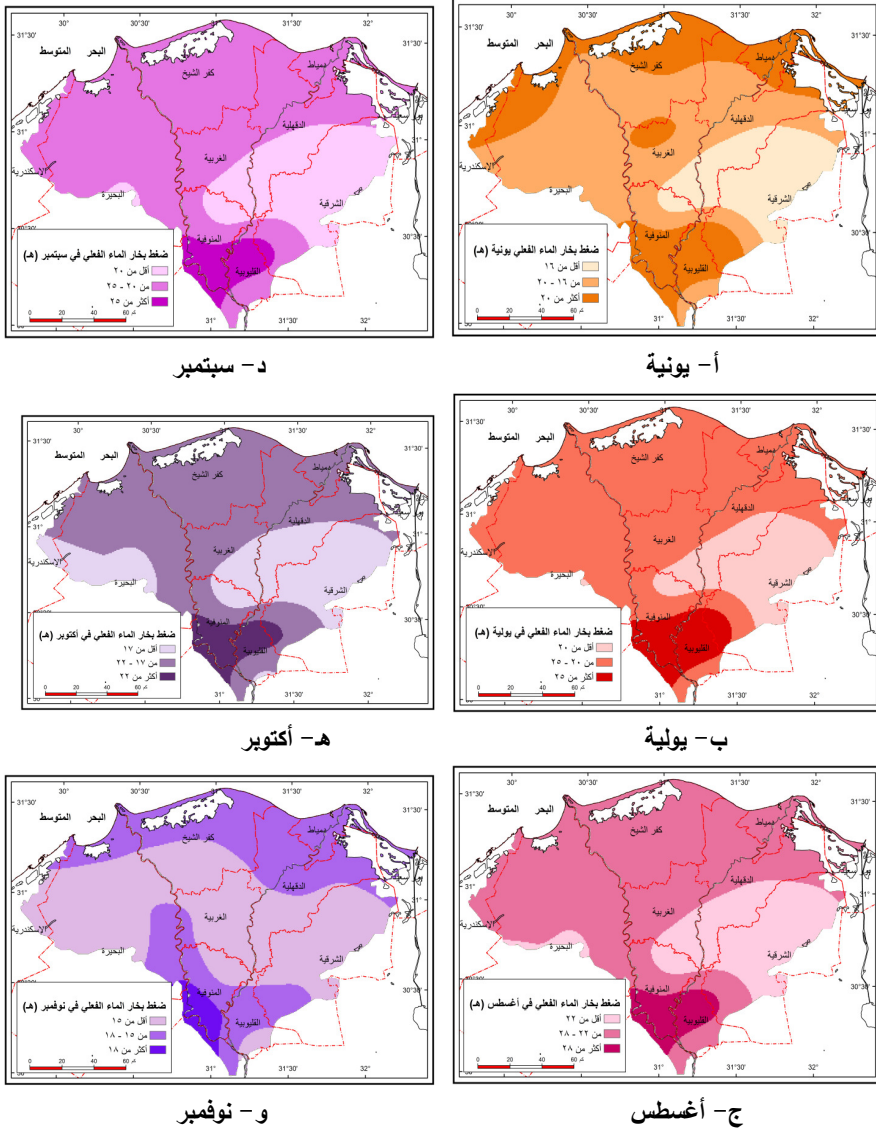
و- مايو



ج- فبراير

شكل (٦) : نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر فصلي الشتاء والربيع بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

المصدر: ملحق (١).



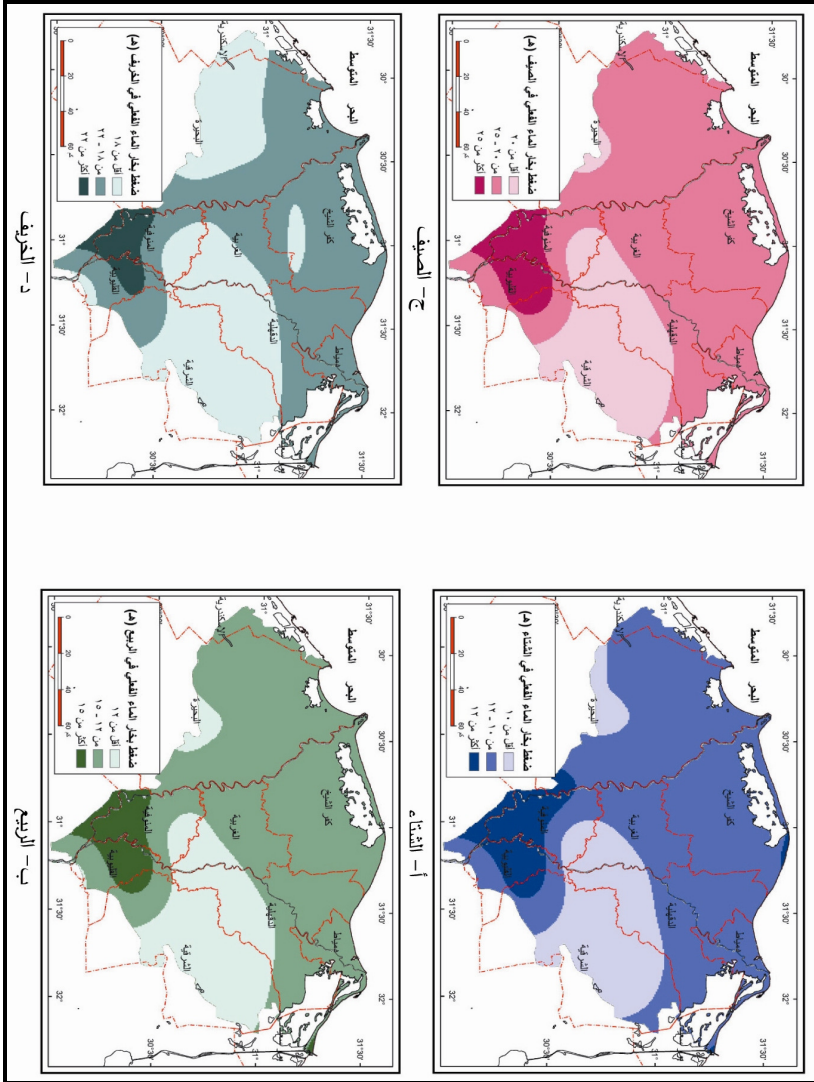
شكل (٧) : نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي في أشهر فصلي الصيف والخريف بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

المصدر: ملحق (١).

- يقل تجانس معدلات ضغط بخار الماء الفعلي أيضًا في أشهر فصل الخريف، في حين يتجانس توزيع نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي بين أشهره، وإن كان شهر نوفمبر يختلف قليلاً عن شهري سبتمبر وأكتوبر.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري لضغط بخار الماء الفعلي ٣١٪ بدلتا النيل، وبلغ المعامل أقصاه ٣٣٪ في بهتيم، في حين بلغ أدناه ٢٩٪ بكل من شبين الكوم وبلطيم، لتأثير عامل القارية.
- بلغ معامل الارتباط بين معدلات ضغط بخار الماء الفعلي ودرجة الحرارة ٠,٩٥٥ بدلتا النيل، وأقصاه برشيد ٠,٩٩٥، وأدناه ٠,٩٢٤ بالزقازيق وقويسنا. وبلغ معامل التحديد المعدل ٠,٩٢، أي أن ٩٢٪ من التغير في معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بمنطقة الدراسة يرجع إلى تغير درجات الحرارة، في حين أن ٨٪ لأسباب أخرى.
- بلغ معامل الارتباط بين معدلات ضغط بخار الماء الفعلي والرطوبة النسبية ٠,٢٦ بمنطقة الدراسة، وبلغ أقصاه ٠,٤٥٥ ببلطيم، وأدناه ٠,١٥٣ بشبين الكوم. لتباين تأثير معامل القارية، وبلغ معامل التحديد المعدل ٠,٠٠٦، أي أن ٦٪ من تغير معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بدلتا النيل يرجع إلى تغير معدلات الرطوبة النسبية، في حين أن ٩٤٪ لأسباب أخرى.

ب- ضغط بخار الماء الفعلي الفصلي:

- لما كان ضغط بخار الماء الفعلي يختلف من شهر إلى آخر، فينعكس ذلك أيضًا على المستوى الفصلي. ويتضح من تتبع شكل (٨) الحقائق التالية:
- تتشابه معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في فصلي الشتاء والربيع، كما تتقارب معدلات الصيف مع الخريف. ويرجع ذلك إلى توزيع معدلات درجة الحرارة.
 - يتشابه توزيع نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي في كل فصول السنة - عدا الخريف - فيختلف توزيعها قليلاً عن بقية الفصول، ومرد ذلك إلى تباين معدلات درجة الحرارة بين أشهره الثلاثة من ناحية، وفصول السنة من ناحية أخرى.
 - ترتفع معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في منطقة رأس الدلتا خاصة منطقة المنوفية، وتتحفض في شرقي الدلتا خاصة منطقتي الشرقية والدقهلية وأجزاء من منطقة الغربية.
 - تُسجل أقل معدلات ضغط بخار الماء الفعلي في فصل الشتاء، حيث تقل عن ١٠ هـ. خاصة شرقي الدلتا، لانخفاض درجات الحرارة، في حين أن أعلاها في فصل الصيف، حيث ترتفع على ٢٥ هـ. خاصة منطقة المنوفية لارتفاع معدلات درجة الحرارة.

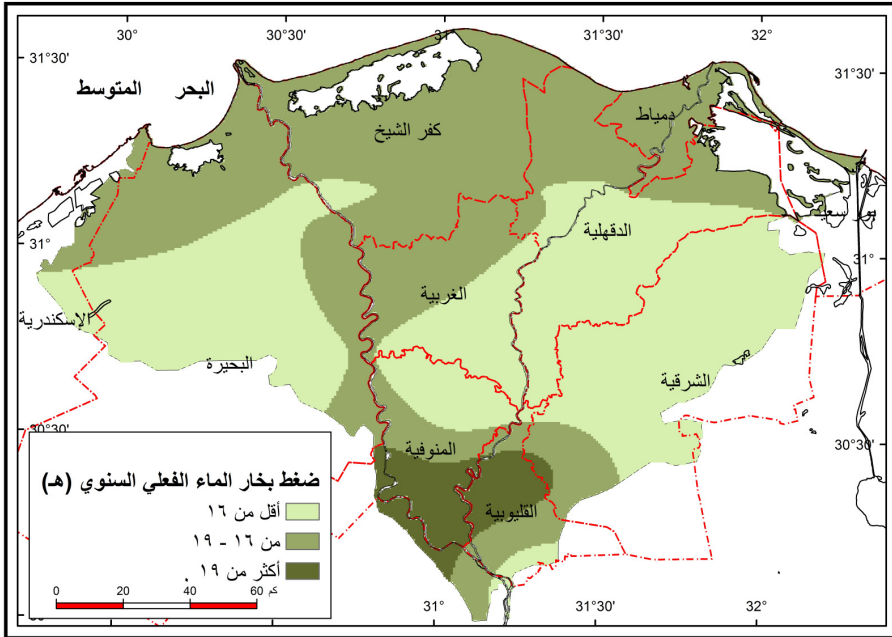


شكل (٨) : نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).
المصدر: مطلق (١).

ج- ضغط بخار الماء الفعلي السنوي:

لمعرفة الوضع العام لضغط بخار الماء الفعلي يتم من خلال دراسة المعدلات السنوية. ويتضح من تتبع شكل (٩) الحقائق التالية:

- يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاثة نطاقات وفق معدلات ضغط بخار الماء الفعلي السنوي:
- نطاق ضغط بخار الماء الفعلي المرتفع: ترتفع فيه معدلات ضغط بخار الماء الفعلي على ١٩ هـ، ويتركز في رأس الدلتا بمنطقة المنوفية. وسبب ذلك يعود إلى ارتفاع درجات الحرارة.
- نطاق ضغط بخار الماء الفعلي المتوسط: تتراوح فيه معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بين ١٦-١٩ هـ، ويغطي معظم منطقة الدراسة عدا رأس الدلتا وشرقها وغربها.
- نطاق ضغط بخار الماء الفعلي المنخفض: تنخفض فيه معدلات ضغط بخار الماء الفعلي عن ١٦ هـ، ويتوزع على محافظة الشرقية ومعظم الدقهلية وجنوب شرقي الغربية وشمالى المنوفية ومعظم محافظة البحيرة، ومرد ذلك إلى توزيع درجات الحرارة.



شكل (٩): نطاقات ضغط بخار الماء الفعلي السنوي بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).
المصدر: ملحق (١).

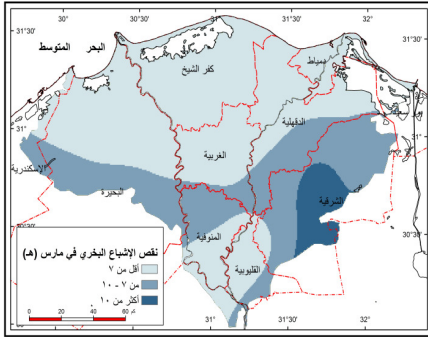
ثانياً - التباين الموسمي لنقص الإشباع البخري :

يُعرف نقص الإشباع البخري على أنه ضغط بخار الماء المشبع مطروحاً منه ضغط بخار الماء الفعلي، وهو يعبر عن مدى اقتراب الهواء من التشبع ببخار الماء من عدمه. ومن ثم يمكن معرفة تأثيره في الاستهلاك المائي للمحاصيل. وتتطرق دراسته للتباين الموسمي له على المستوى الشهري والفصلي والسنوي.

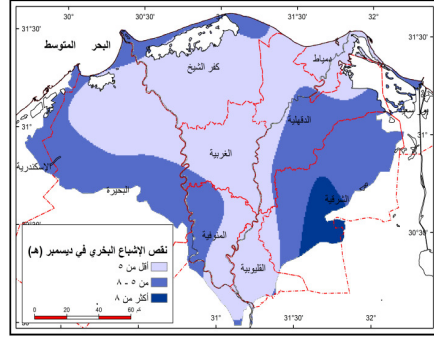
(١) نقص الإشباع البخري الشهري:

تهدف دراسة نقص الإشباع البخري إلى توضيح الاختلافات الشهرية له وعلاقتها بالمكان، ويتضح من تحليل شكلي (١٠ - ١١) ما يلي:

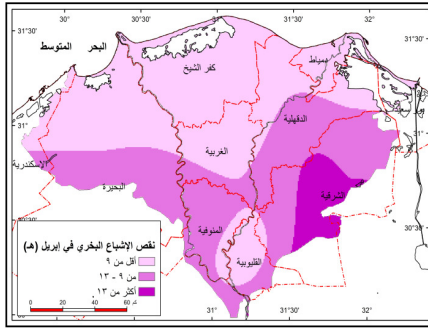
- تتجانس معدلات نقص الإشباع البخري الشهري في دلتا النيل، وأن أكثر تجانساً لمعدلاته في أشهر فصل الشتاء، حيث لا يتجاوز التباين من شهر إلى آخر إلى ١ هـ.، في حين أن أقل تجانساً في أشهر فصل الربيع، حيث يتجاوز ٢ هـ. بين أشهره، وذلك بسبب تعرضه لكتل هوائية متباينة الخصائص.
- ترتفع معدلات نقص الإشباع البخري في شهر يونية، حيث تتجاوز ١٨ هـ. في منطقة الشرقية، بسبب انخفاض ضغط بخار الماء الفعلي، في حين تنخفض عن ٤ هـ. في شهر يناير خاصة بوسط وجنوبي الدلتا، وذلك بسبب ارتفاع معدلات ضغط بخار الماء الفعلي.
- يتجانس توزيع نطاقات نقص الإشباع البخري الشهري، وأكثر تجانساً في أشهر فصل الربيع، حيث يكاد يتشابه توزيع النطاقات من شهر إلى آخر، في حين أن أقل تجانساً في نطاقات أشهر فصل الشتاء.
- ترتفع معدلات نقص الإشباع البخري الشهري في منطقة شرقي الدلتا خاصة بمحافظة الشرقية، في حين تنخفض معدلاته في شمالي ووسط الدلتا، وذلك بسبب اختلاف معدلات ضغط بخار الماء الفعلي.
- أقل تجانساً بين نطاقات نقص الإشباع البخري الشهري في شهري يولية وأغسطس، حيث تصل إلى ٥ هـ.، في حين أن أكثر تجانساً في شهور يناير وفبراير ونوفمبر، حيث لا تتجاوز ٢ هـ. بسبب اختلاف معدلات ضغط بخار الماء الفعلي.
- تقع محافظة كفر الشيخ في النطاق المنخفض لنقص الإشباع البخري، ويقع معظم محافظة الشرقية في النطاق المرتفع. ويرجع ذلك إلى تباين معدلات ضغط بخار الماء الفعلي التي تزداد في كفر الشيخ وتنخفض بالشرقية.
- بلغ معامل الاختلاف الشهري لنقص الإشباع البخري بدلتا النيل ٣٥٪، وبلغ أقصاه ٤٣٪ بقويسنا، في حين بلغ أدناه ٢٥٪ ببلطيم، بسبب تباين معامل القارية بينهما.



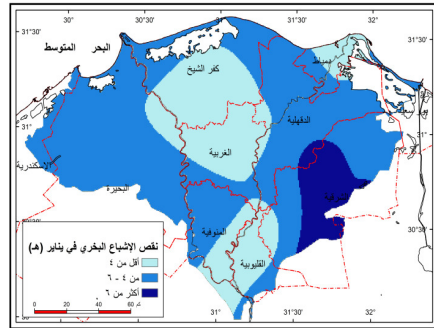
د- مارس



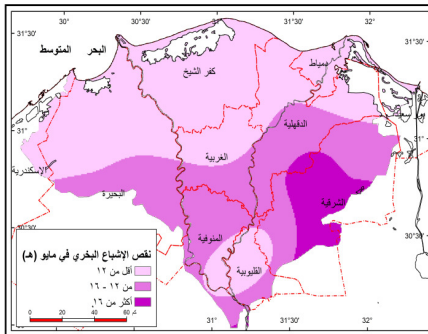
أ- ديسمبر



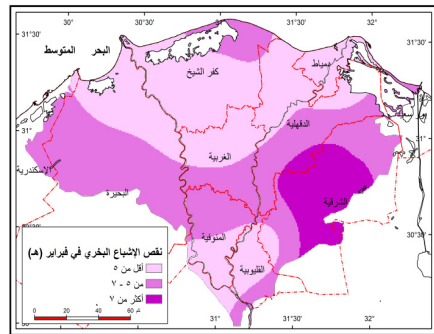
هـ- إبريل



ب- يناير



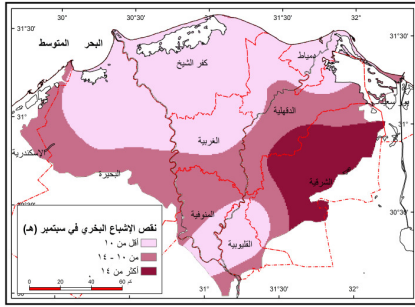
و- مايو



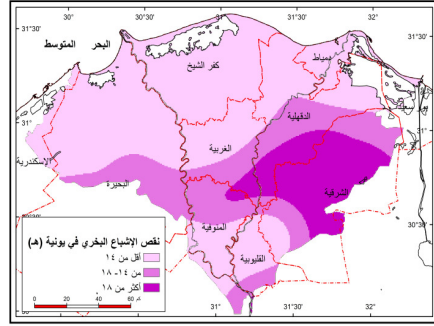
ج- فبراير

شكل (١٠) : نطاقات نقص الإثباع البحري في أشهر فصلي الشتاء والربيع
بديلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

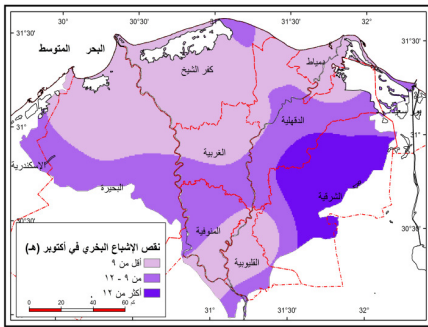
المصدر: ملحق (١).



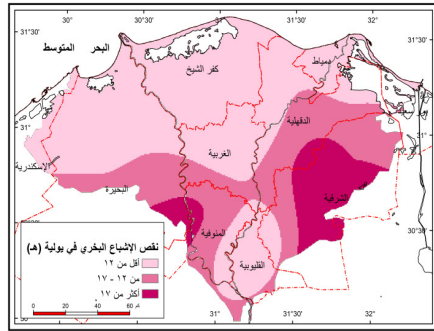
د - سبتمبر



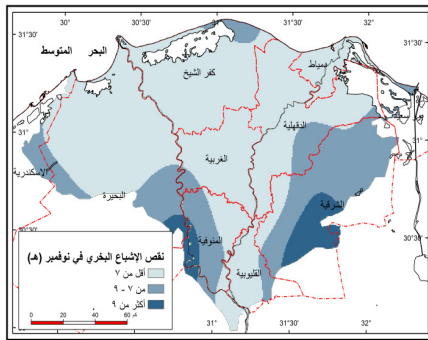
أ - يونية



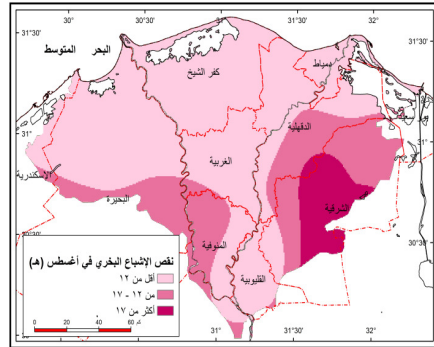
هـ - أكتوبر



ب - يولية



و - نوفمبر



ج - أغسطس

شكل (١١) : نطاقات نقص الإشباع البحري في أشهر فصلي الصيف والخريف بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

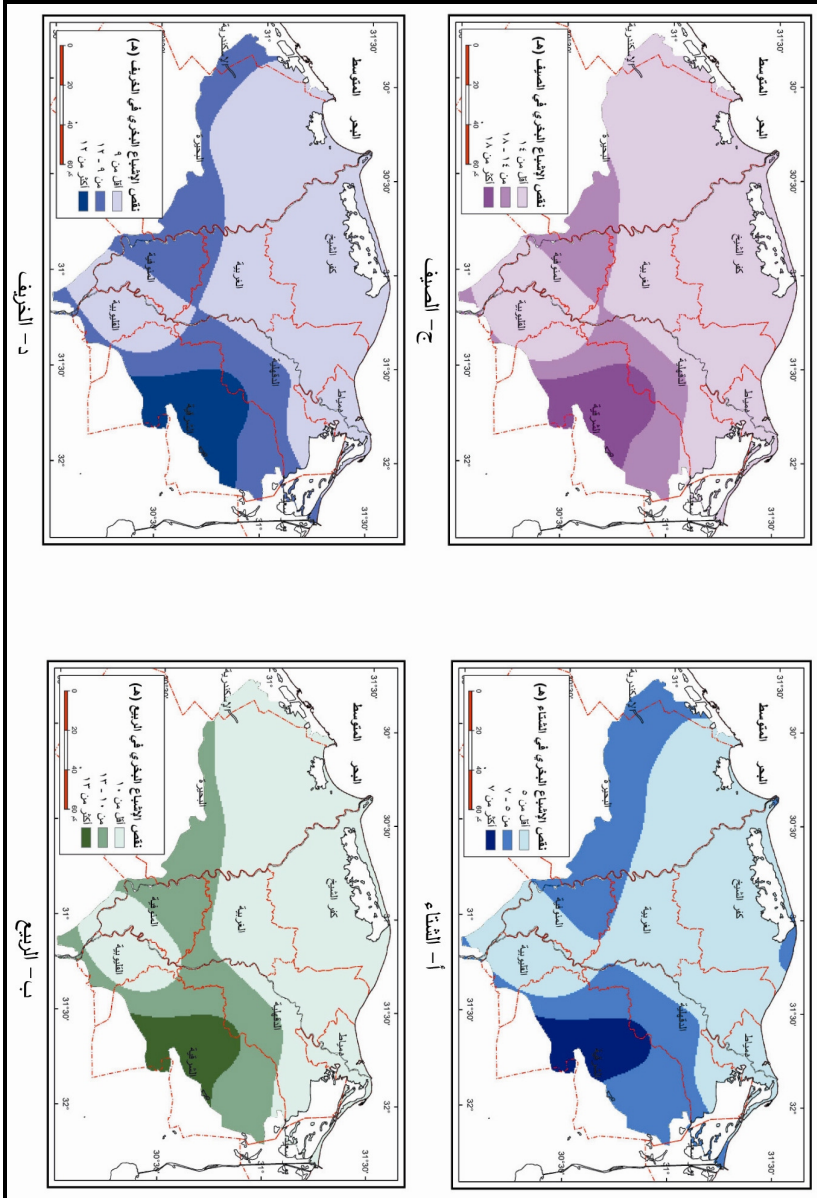
المصدر: ملحق (١).

٢) نقص الإشباع البخري الفصلي:

- قد تختلف معدلات نقص الإشباع البخري الشهري، لذا تتأثر المعدلات الفصلية بهذا. ويتضح من تتبع (شكل ١٢) ما يلي:
- تتباين معدلات نقص الإشباع البخري الفصلي، حيث ترتفع في فصل الصيف على ١٨ هـ. خاصة في شرقي الدلتا، في حين تنخفض في فصل الشتاء عن ٥ هـ. في شمالي ووسط الدلتا، ومرد ذلك إلى تباين معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بينها.
 - يتشابه توزيع نطاقات نقص الإشباع البخري الفصلي، ويتشابه فصلي الربيع مع الخريف، والشتاء مع الصيف.
 - تعد نطاقات فصل الصيف أقل تجانساً، حيث يقل الفارق بين النطاق والآخر عن ٤ هـ.، في حين تعد في فصل الشتاء أكثر تجانساً، حيث لا تتجاوز ٢ هـ.، في حين تتشابه في الربيع والخريف (٣ هـ.).
 - ترتفع معدلات نقص الإشباع البخري الفصلي في محافظة الشرقية، وتنخفض في محافظات كفر الشيخ ودمياط والغربية والقليوبية، ومعظم محافظة البحيرة، ومرجع ذلك كله إلى اختلاف معدلات ضغط بخار الماء الفعلي والمشيح بتلك المناطق.

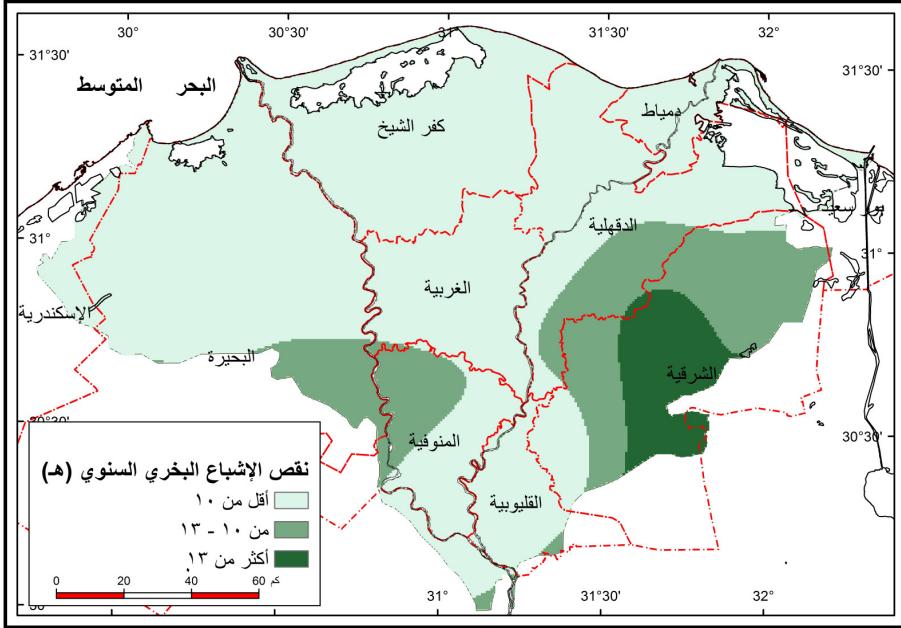
٣) نقص الإشباع البخري السنوي:

- تنقسم منطقة دلتا النيل إلى ثلاثة نطاقات وفق معدلات نقص الإشباع البخري السنوي (شكل ١٣):
- أ- **نطاق نقص الإشباع البخري المرتفع:** ترتفع معدلات نقص الإشباع البخري السنوي فيه على ١٣ هـ.، ويتركز في محافظة الشرقية. ويعزى ذلك إلى انخفاض معدلات ضغط بخار الماء الفعلي بها.
 - ب- **نطاق نقص الإشباع البخري المتوسط:** تتراوح معدلات نقص الإشباع البخري السنوي فيه بين ١٠ - ١٣ هـ.، ويتوزع على محافظات الشرقية والدقهلية والمنوفية، وجنوبي محافظة البحيرة.
 - ج- **نطاق نقص الإشباع البخري المنخفض:** تنخفض معدلات نقص الإشباع البخري السنوي فيه عن ١٠ هـ.، ويغطي معظم دلتا النيل، حيث يستحوذ على أكثر من ٦٨٪ من مساحتها، ويرجع ذلك إلى ارتفاع معدلات ضغط بخار الماء الفعلي.



شكل (١٢) : نطاقات نقص الإشباع البحري الفصلي بدلتا النيل خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

المصدر: ملحق (١).



شكل (١٣) : نطاقات نقص الإشباع البخري السنوي بدلًا النيل خلال الفترة ١٩٧٦-٢٠١٠م.

المصدر: ملحق (١).

ثالثًا - الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية:

يقصد بالاستهلاك المائي Consumptive use مجموع ما يُفقد من الماء بالنتج والبخار (ETc)^(١)، أي ذلك القدر من الماء الذي تمتصه جذور النبات، ويستهلك في بناء أنسجته، ويمر خلال أوراقه إلى الجو الخارجي، بالإضافة إلى ذلك المستنفذ بالبخار من سطح الأرض، وسطح أوراق النبات (فتحي مسعود، ١٩٧٦، ص ١٨٤). والمقنن المائي Water requirement يشمل: احتياجات الجو المتمثلة في ETo، واحتياجات النباتات Kc، وهما معًا (ETc)، ويضاف إليهما احتياجات الري (التربة والملوحة). أي أنه عبارة عن ETc إضافة إلى الفقد المائي للانسياب الفائض والتسرب في جوف التربة الزراعية.

وتتطرق دراسة الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية إلى نقطتين اثنتين، هما: معامل المحصول، والاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية الصيفية.

(١) $ETc = ETo \cdot Kc$. حيث أن $ETo = \text{التبخّر} / \text{نح القياسي}$ ، و $Kc = \text{معامل المحصول}$.

(١) معامل المحصول:

من الضروري لإيجاد الاستهلاك الفعلي استخدام معامل تجريبي Kc يتوقف على نوع النبات ومراحل نموه، علاوة على الظروف المناخية المحيطة، ويشير تحليل بيانات الاستهلاك المائي والظروف الجوية لكثير من المحاصيل في أنحاء مختلفة من العالم إلى أن النسبة بين الاستهلاك المائي والظروف الجوية تمثل هذا المعامل التجريبي (جدول ٢)، والذي يختلف حسب مراحل نمو المحاصيل المختلفة (فتحي مسعود، ١٩٧٦، ص ٢٣٠).

جدول (٢) : معامل المحصول Kc على المستوى الشهري لبعض المحاصيل الحقلية الصيفية.

المحصول	مارس	إبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	المتوسط
القطن	٠,٢٤	٠,٣٣	٠,٣٩	٠,٥٢	٠,٨٥	٠,٨٢	٠,٥٣		٠,٥٥
الأرز			٠,٦٥	٠,٦٨	١,١٧	١,٨٠	٢,٤٢	٠,٩١	١,٢٦
الذرة الشامية			٠,٢٧	٠,٤٧	٠,٩٦	٠,٩٦	٠,٣٤		٠,٦١

المصدر: (ياسر السيد، ٢٠٠٥، ص ٣١٤).

ويبدو من متابعة أرقام جدول (٢) اختلاف معامل المحصول من محصول لآخر، كما يختلف في المحصول الواحد من شهر لآخر، وتزداد قيمة المعامل مع تقدم عمر النباتات ثم تنخفض مرة أخرى بالاقتراب من موعد نضجها وحصادها. ويبدو أن له علاقة باضرار النباتات، فكلما قلت نسبة الاضرار قل معامل المحصول، فذروة النمو الخضري يصاحبها ارتفاع قيمة معامل المحصول، وسرعان ما تنخفض بتحول لون النباتات عند النضج والحصاد.

(٢) كمية الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية الصيفية:

تتباين كمية الاستهلاك المائي بين المحاصيل المختلفة، ولما كانت المحاصيل الحقلية الصيفية هي الأكثر احتياجاً واستهلاكاً للمياه، لذا كانت محل اهتمام الدراسة. ويتضح من تتبع (جدول ٣) و(شكل ١٤) الحقائق التالية:

- تتشابه نطاقات الاستهلاك المائي في المحاصيل الثلاثة، فمنطقة شمالي الدلتا والقبليوية هما الأقل استهلاكاً للمياه، وذلك لانخفاض معدلات نقص الإشباع البحري بهما، في حين أن منطقة الشرقية أكثرها استهلاكاً، ومرد ذلك إلى ارتفاع معدلات نقص الإشباع البحري.
- تعد الذرة الشامية أقل المحاصيل الثلاثة استهلاكاً للمياه، وتمثل نسبته ٤١٪، والقطن ٤٨٪ من جملة استهلاك الأرز، في حين أن الأخير أكثرها استهلاكاً للمياه.

- أما إذا ما قورنت كمية الاستهلاك بمدى مكوث كل محصول في التربة الزراعية، فيبلغ متوسط استهلاك الفدان ٨١٠ م^٣/فدان شهرياً للأرز، و٣٩٧ م^٣/فدان شهرياً للذرة الشامية، و٣٣٦ م^٣/فدان شهرياً للقطن. وبالتالي يستهلك الذرة ٤٩٪، والقطن ٤١٪ من جملة الاستهلاك الشهري للأرز (صورتان ١، ٢).
- يصل فارق الاستهلاك المائي بين نطاقات الأرز ١٠٠٠ م^٣/فدان، والقطن ٦٠٠ م^٣/فدان، والذرة ٥٠٠ م^٣/فدان.
- بلغ معامل الارتباط البسيط بين معدلات نقص الإشباع البخري والاستهلاك المائي للمحاصيل ٩٧٣،٠ و ٩٧٢،٠ و ٩٧٠،٠ للقطن، والأرز، والذرة على الترتيب، بمعنوية ٠،٠١، ومستوى ثقة ٩٩٪.

جدول (٣) : كمية الاستهلاك المائي لموسم المحاصيل الحقلية الصيفية بمحطات دلتا النيل وهوامشها.

كمية الاستهلاك المائي للمحصول (م ^٣ / فدان)			المحطة
القطن	الذرة الشامية	الأرز	
٣٠٣٢	٢٥٨١	٦٢٥١	الإسماعيلية
٢٦١٩	٢٢٠٩	٥٣٤٠	الجيزة
٢٧٠٩	٢٣٠١	٥٥٤٣	الزقازيق
٣٠٠١	٢٥٤٨	٦١٥٠	السويس
٢٧٨٦	٢٣٤٩	٥٦٥٦	القاهرة
٢٢٣٢	١٨٨٠	٤٥٩٧	المنصورة
٢٠٠٨	١٦٨٢	٤٢٨٠	النزهة (إسكندرية)
١٩٧٦	١٦٥٤	٤٢٠٣	بلطيم
١٩٠٩	١٥٧٩	٣٨٦٦	بنها
٢٤٤٢	٢٠٣٨	٥٠٠٥	بهنيم
٢٠٣٦	١٧٢١	٤٣٨٢	بور سعيد
٢٠٢٥	١٦٩١	٤١٤٢	دمنهور
١٨٩٠	١٥٩٢	٣٨٩٩	دمياط
٢٠٠٩	١٦٩٥	٤١٨٨	رشيد
٢٥١٥	٢١٣٩	٥١٦٩	شبين الكوم
٢١٧٨	١٨٣٠	٤٤٨٤	طنطا
٢٢٧٥	١٩٠٨	٤٦٦١	قويسنا
٢٧٥١	٢٣٤١	٥٦٠٨	وادي النطرون

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).



المصدر: الزيارة الميدانية ٢٠٢٠/٧/١١ م.

صورة (١) : محصول الأرز بناحية كوم الطرفاية بمركز كفر الدوار - البحيرة.



المصدر: الزيارة الميدانية ٢٠٢٠/٨/٢٩ م.

صورة (٢) : محصول الذرة الشامية في مراحل نمو مختلفة بمركز بنها - القليوبية.

- ويتضح من تتبع جدول (٤) وشكل (١٥) الحقائق التالية:
- جاءت الدقهلية في مقدمة محافظات الدلتا استهلاكاً لمياه محصول الأرز بنسبة ٤٣,٣٪، في حين جاءت المنوفية في المؤخرة بنسبة ٠,١٦٪.
 - تصدرت الشرقية محافظات الدلتا استهلاكاً لمياه الذرة الشامية بنسبة ٣٢,٩٪، وتذلت دمياط بنسبة ٠,٢٩٪.
 - احتلت كفر الشيخ المركز الأول بنسبة ٣٠,٩٪ في المياه المستهلكة في القطن، في حين جاءت القليوبية في المركز الأخير بنسبة ٠,٠٣٪. ويرجع ذلك إلى عاملين اثنين: أولهما، الأحوال الجوية. وثانيهما، اختلاف المساحة المزروعة بالمحصول من محافظة لأخرى.

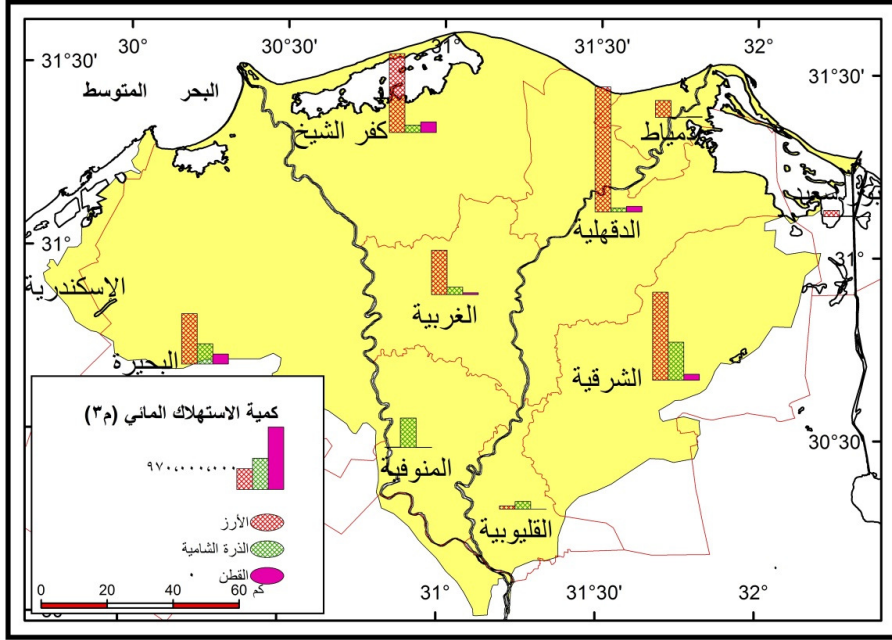
جدول (٤) : مساحة الأراضي الزراعية والاستهلاك المائي لبعض المحاصيل الحقلية الصيفية بمحافظة الدلتا.

المحافظة	المساحة (فدان)*			جملة الاستهلاك المائي (م ^٣)		
	الأرز	القطن	الذرة	الأرز	القطن	الذرة
البحيرة	١٨٨٨٢٠	٧٥٣٧٩	١٨٥٦٩٠	٧٨٢٠٩٤٤٠	١٥٢٦٤٢٤٧٥	٣١٤٠٠١٧٩٠
الدقهلية	٤٢٢٧٢٥	٣٨٠٧٢	٣٢٣٩١	١٩٤٣٢٦٦٨٢٥	٨٤٩٧٦٧٠٤	٦٠٨٩٥٠٨٠
الغربية	١٥٣٥٠٢	١١٥٧٢	٦٢٥٥٠	٦٨٨٣٠٢٩٦٨	٢٥٢٠٣٨١٦	١١٤٤٦٦٥٠٠
الشرقية	٢٤٦٧٩٩	٣٤١٩٣	٢٥٥٦٤٠	١٣٦٨٠٠٦٨٧	٩٢٦٢٨٨٣٧	٥٨٨٢٢٧٦٤٠
القليوبية	١٢٨١٩	٩٣	٧٣٧٣٦	٤٩٥٥٨٢٥٤	١٧٧٥٣٧	١١٦٤٢٩١٤٤
المنوفية	١٣٩١	١٦٥٠	٢١٤٨٤١	٧١٩٠٠٧٩	٤١٤٩٧٥٠	٤٥٩٥٤٤٨٩٩
بور سعيد	٢٢٧٠٩	١٥٠٤	٦٨١١	٩٩٥١٠٨٣٨	٣٠٦٢١٤٤	١١٧٢١٧٣١
دمياط	٦٧٠٦٦	٥٣٧٢	٣٣٢٢	٢٦١٤٩٠٣٣٤	١٠١٥٣٠٨٠	٥٢٨٨٦٢٤
كفر الشيخ	٢٩١٨٧٤	٨٤٤١٧	٧٠٤٣٣	١٢٢٦٧٤٦٤٢٢	١٦٦٨٠٧٩٩٢	١١٦٤٩٦١٨٢
الدلتا**	١٤٠٧٩٥٥	٢٥٨٩٧٨	١١٨٥٤٩٦	٤٤٩١٠٧٥٨٤٧	٥٣٩٨٠٢٣٣٥	١٧٨٧٠٧١٥٩٠

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٣).

* الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، بيانات مساحة المحاصيل الزراعية، مرجع رقم ٧١-٢٢١٢٢ / ٢٠١٣م.

** ملحوظة: منطقة النوبارية بياناتها مستقلة في الإحصاء الزراعي عن البحيرة، وهي تتبع الدلتا.



شكل (١٥) : كمية الاستهلاك المائي للمحاصيل الحقلية الصيفية بدلتا النيل عام ٢٠١٢/٢٠١٣ م.
المصدر: جدول (٤).

النتائج والتوصيات :

- انتهت دراسة نقص الإشباع البخري إلى عدد من النتائج والتوصيات تتمثل فيما يلي:
- تعد درجة الحرارة هي الأكثر تأثيراً في معدلات ضغط بخار الماء المشبع، فالعلاقة بينهما طردية قوية جداً $0,996$ ، في معظم محطات الأرصاد بالمنطقة، وتزداد قليلاً ($0,997$) بالمحطات الساحلية. وتوجد علاقة طردية ضعيفة $0,24$ بين ضغط بخار الماء المشبع والرطوبة النسبية بمحطات الأرصاد الساحلية، في حين كانت عكسية ضعيفة $-0,30$ بالمحطات الداخلية.
 - العلاقة بين معدلات ضغط بخار الماء الفعلي ودرجة الحرارة طردية قوية جداً $0,95$ في معظم محطات الأرصاد بالمنطقة، وتزداد بوضوح $0,99$ بالمحطات الساحلية. وتوجد علاقة عكسية ضعيفة $-0,11$ بين ضغط بخار الماء الفعلي والرطوبة النسبية بمحطات الأرصاد الداخلية، في حين كانت طردية ضعيفة $0,28$ بالمحطات الساحلية.

- ترتفع معدلات ضغط بخار الماء المشبع بالابتعاد عن ساحل البحر المتوسط تجاه الجنوب بدلتا النيل، وذلك بسبب ارتفاع درجات الحرارة في الاتجاه نفسه، على العكس من معدلات ضغط بخار الماء الفعلي، وذلك بسبب الاقتراب من مصادر بخار الماء.
- ترتفع معدلات نقص الإشباع البخري بالابتعاد عن ساحل البحر المتوسط تجاه الجنوب بدلتا النيل، أي في نفس اتجاه ارتفاع معدلات درجة الحرارة.
- يتأثر الاستهلاك المائي بشكل ملحوظ بنقص الإشباع البخري، فالملاحظ أن مناطق نقص الإشباع البخري المرتفع بمنطقة الشرقية هي نفسها مناطق الاستهلاك المائي الكثير للمحاصيل الحقلية.
- مناطق الاستهلاك المائي الكثير هي نفسها لا تتغير من محصول لآخر، في حين أن الذي يتغير هو كمية المياه من محصول لآخر.
- تعد منطقتنا الشرقية والقبليوية عبارة عن جزر لنقص الإشباع البخري المرتفع والمنخفض، وأيضاً جزر للاستهلاك المائي الكثير والقليل على الترتيب.
- رغم أن الذرة الشامية أقل المحاصيل الحقلية الصيفية استهلاكاً للمياه على مستوى الموسم الزراعي له، لأنه يمكث في التربة الزراعية مدة أقل بشهرين اثنين مقارنة بمحصول القطن، إلا أنه على المستوى الشهري فهو أكثر استهلاكاً للمياه من القطن.
- يُفضل زراعة محصول الأرز في مناطق شمالي الدلتا، خاصة في مناطق كفر الشيخ وشمالي البحيرة وشمال غربي الدقهلية لقلّة استهلاكه للمياه مقارنة بمناطق الشرقية وشرقي الدقهلية، كما أن الأراضي الملحية في شمالي الدلتا في حاجة إلى المياه الكثيرة لتخفيض نسبة الملوحة بها.
- يُراعى زراعة محصول الذرة الشامية في نفس المناطق المقترحة للأرز، وزراعة القطن في مناطق جنوب شرقي وجنوب غربي الدلتا، لأنه أقل المحاصيل استهلاكاً للمياه على المستوى الشهري.
- يُفضل تخصيص مناطق الاستهلاك المائي الكثير للمحاصيل الاقتصادية في استهلاك المياه، على العكس من نظيرتها المسرفة في الاستهلاك المائي التي يُراعى زراعتها في مناطق الاستهلاك المائي القليل. مع مراعاة عدم الإخلال ببقية الضوابط المناخية التي تتطلبها تلك المحاصيل.
- عدم الإسراف في زراعة المحاصيل المهذرة للمياه خاصة لو كانت محاصيل غير استراتيجية، وتحديد تركيب محصولي من قبل الدولة يعمل على الاكتفاء الذاتي من المحاصيل، ويحافظ على مكانتها التصديرية في المحاصيل الاستراتيجية.

ملحق (١) : المعدلات الشهرية لعناصر نقص الإشباع البحري بمحطات أرصاد الدلتا وهوامشها خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

(هكتوسكال "هـ.")

تاريخ	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يولية	يونية	مايو	إبريل	مارس	فبراير	يناير	ديسمبر	المتغير	المحطة
٢٣،٤	٢٩،٨	٣٥،٢	٤٠،٣	٤٠،١	٣٤،٨	٢٩،٨	٢٣،٧	١٩،١	١٧،٣	١٦	١٧،٧	es	الإسماعيلية
١٣،٨	١٦،٧	١٧،٦	٢١،٤	٢٠	١٤،٦	١١،٣	٨،٨	٨،٨	١٠،٧	٩،٤	١٠،٦	ea	
٩،٦	١٣،١	١٧،٦	١٨،٩	٢٠،١	٢٠،٢	١٨،٥	١٤،٩	١٠،٣	٦،٦	٦،٦	٧،١	VPD	
٢١،٣	٢٨،٦	٣٣،٢	٣٦،٥	٣٦،٣	٣٥،٩	٣٠،٤	٢٣،٨	١٩،٩	١٦	١٤،٣	١٦،٢	es	الجيزة
١٤،٧	١٧،٥	٢٠،٣	٢٢،٣	٢١	١٧،٢	١٤	١١،٤	١١،٤	٩،٤	٩،٤	١١	ea	
٦،٦	١١،١	١٢،٩	١٤،٢	١٥،٣	١٨،٧	١٦،٤	١٢،٤	٨،٥	٦،٦	٤،٩	٥،٢	VPD	
٢٢،٥	٢٨،٨	٣٢،٨	٣٦،٣	٣٦،٣	٣٤،٢	٢٩	٢٣،١	١٨،٧	١٦،١	١٥،٢	١٦،٩	es	الزقازيق
١٤،٢	١٧	١٩	٢٠،٣	١٩،٦	١٦،١	١٣،٣	١٠،٦	٩،٣	٩	٩،٧	١٠	ea	
٨،٣	١١،٨	١٣،٨	١٦	١٦،٧	١٨،١	١٥،٧	١٢،٥	٩،٤	٧،١	٥،٥	٦،٩	VPD	
٢٤	٣٠،٢	٣٥،٧	٣٩،٨	٣٩،٨	٣٧،٦	٣١،٧	٢٦،٤	٢٠،٦	١٨،٢	١٦،٧	١٨	es	السويس
١٣،٤	١٦،٦	١٩،٦	٢١،٥	١٩،٩	١٦،٥	١٣،٩	١١،١	٩،٥	٩،٦	٩،٢	٩،٩	ea	
١٠،٦	١٣،٦	١٦،١	١٨،٣	١٩،٩	٢١،١	١٧،٨	١٥،٣	١١،١	٨،٦	٧،٥	٨،١	VPD	
٢٢،١	٢٨،٨	٣٢،٤	٣٦،٩	٣٧،١	٣٥،٩	٣٠،٧	٢٤،٩	٢٠	١٦،٩	١٥،٥	١٧،٢	es	القاهرة
١٣،٥	١٦،٤	١٩،٤	٢١،١	٢٠،١	١٦،٥	١٢،٩	١١،٢	٩،٨	٩،٢	٩	١٠،٣	ea	
٨،٦	١٢،٤	١٤	١٥،٨	١٧	١٩،٤	١٧،٨	١٣،٧	١٠،٢	٧،٧	٦،٥	٦،٩	VPD	
٢٠،٩	٢٦،٤	٣٠،٩	٣٤	٣٣،٨	٣٢،٦	٢٦،٦	٢١،٢	١٦،٨	١٥،٨	١٤	١٥،٥	es	المنصورة
١٤،٨	١٧،٢	٢٠،٧	٢٢،١	٢٢،٣	١٨	١٤،١	١٢،١	١٠،٨	١٠،٩	٩،٨	١٠،٨	ea	
٦،١	٩،٢	١٠،٢	١٠،٩	١١،٥	١٤،٦	١٢،٥	٩،١	٦	٤،٩	٤،٢	٤،٧	VPD	

تابع ملحق (١) : المعدلات الشهرية لعناصر نقص الإشباع البحري بمحطات أرصاد الدلتا وهوامشها خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).
(هكتوبسكال هـ.م.)

المحطة	المتغير	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
الزرقه (السكرديرة)	es	١٧,٣	١٥,٥	١٦,١	١٨	٢١	٢٥,٢	٣٠,٤	٣٣,٤	٣٤,٦	٣٢,٨	٢٧,٣	٢٢,١
	ea	١٢,١	١٠,٨	١٠,٩	١١,٧	١٣,٧	١٦,٩	٢١	٢٤,١	٢٤,٦	٢٢,٣	١٨,٥	١٥,٣
	V/PD	٥,٢	٤,٧	٥,٢	٦,٣	٧,٣	٨,٣	٩,٤	٩,٣	١٠	١٠,٥	٨,٨	٦,٨
بلطيم	es	١٧,٨	١٦,١	١٦,٨	١٨,٥	٢١,٢	٢٥	٣٠,٧	٣٣,٢	٣٤,٦	٣٢,٤	٢٨,٤	٢٤,٣
	ea	١٢,٧	١١,٥	١١,٥	١٢,١	١٤,٢	١٦,٨	٢١,٢	٢٤,٣	٢٤,٩	٢٢,٧	١٩,٣	١٧
	V/PD	٥,١	٤,٥	٥,٣	٦,٤	٧	٨,٢	٩,٥	٩,٥	٩,٧	٩,٧	٩,١	٧,٣
بنها	es	١٦,٩	١٤,٤	١٦,٢	١٨,٧	٢٤,١	٢٩,٥	٣٤,٤	٣٦,٣	٣٦,٥	٣٣,٢	٢٩,١	٢٢,٧
	ea	١٣,٧	١١,٧	١٢,٦	١٣,٢	١٦,٢	١٨,٩	٢٤,١	٢٧,٩	٢٨,٨	٢٥,٩	٢٣	١٦,٣
	V/PD	٣,٢	٢,٧	٣,٦	٥,٥	٧,٩	١٠,٦	١٠,٣	١٠,٤	٧,٧	٧,٣	٦,١	٦,٤
بهنيم	es	١٤,٩	١٤,١	١٥,٦	١٨,٤	٢٢,٢	٢٨,٣	٣٤,٢	٣٤,٦	٣٣,٨	٣١,٩	٢٧,١	١٩,٩
	ea	١١,٢	٩,٢	٩	١٠,١	١١,٤	١٣,٣	١٦,١	٢١,٥	٢٢,٣	١٩,٨	١٦	١٣,٥
	V/PD	٣,٧	٤,٩	٦,٦	٨,٣	١٠,٨	١٥	١٨,١	١٣,١	١١,٥	١٢,١	١١,١	٦,٤
بور سعيطه	es	١٨,٢	١٦,٢	١٦,٧	١٨,٧	٢١,٦	٢٦,١	٣١,٧	٣٤,٨	٣٦,٣	٣٣,٨	٣٠,٤	٢٤,٣
	ea	١٢,٩	١١,٥	١١,٤	١٢,٣	١٤,٩	١٨	٢٢,٢	٢٤,٧	٢٥,٨	٢٣	٢٠,٧	١٧
	V/PD	٥,٣	٤,٧	٥,٣	٦,٤	٦,٧	٨,١	٩,٥	٩,١	١٠,٥	١٠,٨	٩,٧	٧,٣
دمشهور	es	١٥,٨	١٤,٢	١٥	١٧,١	٢٠,٦	٢٥,٣	٣١,١	٣٢,٦	٣٢,٨	٣٠	٢٥,٦	٢٠,٤
	ea	١١,٢	١٠,١	١٠,٢	١١,١	١٢,٦	١٤,٩	١٩,٣	٢٢,٨	٢٤	٢١,٦	١٨	١٤,٧
	V/PD	٤,٦	٤,١	٤,٨	٦	٨	١٠,٤	١١,٨	٩,٨	٨,٨	٨,٤	٧,٦	٥,٧

تابع ملحق (١) : المعدلات الشهرية لعناصر نقص الإشباع البخري بمحطات أرصاد الدلتا وهامشها خلال الفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).
(هكتوبسكال "هـ")

المحطة	المتغير	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
دمياط	es	١٦,٥	١٤,٨	١٥,٤	١٧,٧	٢٠,٦	٢٤,٧	٣٠,٦	٣٢,٤	٣٣	٣٠,٤	٢٦,٨	٢٠,٨
	ea	١٢,٢	١١,١	١١,١	١٢,٤	١٤,٢	١٦,٨	٢١,٤	٢٢,٧	٢٥,١	٢٢,٨	١٩,٨	١٥,٦
	VPD	٤,٣	٣,٧	٤,٣	٥,٣	٦,٤	٧,٩	٩,٢	٩,٧	٧,٩	٧,٦	٧	٥,٢
رشيد	es	١٧,٣	١٥	١٥,٨	١٧,٦	٢٠,٦	٢٤,٣	٣٠,٤	٣٣	٣٤,٢	٣٠,٧	٢٧,٣	٢١,٨
	ea	١٢,١	١٠,٣	١١,٢	١١,٥	١٣,٦	١٥,٨	٢٠,١	٢٣,١	٢٤,٣	٢١,٥	١٩,٦	١٥,٧
	VPD	٥,٢	٤,٧	٤,٦	٦,١	٧	٨,٥	١٠,٣	٩,٩	٩,٩	٩,٢	٧,٧	٦,١
شبين الكوم	es	١٧,١	١٥,٢	١٦,١	١٨,٧	٢٢,٧	٢٨,٦	٣٤	٣٦,١	٣٦,١	٣٢,٨	٢٨,٤	٢٢,٢
	ea	١١,٨	١٠,٣	١٠,٢	١١,٢	١٢,٢	١٣,٩	١٧,٥	٢٠,٩	٢٢,٦	٢٠,٤	١٧,٨	١٥,١
	VPD	٥,٣	٤,٩	٥,٩	٧,٥	١٠,٥	١٤,٧	١٦,٥	١٥,٢	١٣,٥	١٢,٤	١٠,٦	٧,١
طنطا	es	١٥,٢	١٣,٩	١٤,٧	١٧,٣	٢١,٣	٢٦,٦	٣١,٩	٣٣,٢	٣٣	٣٠,٧	٢٦,١	١٩,٧
	ea	١١,١	١٠,٣	٩,٦	١١,١	١٢,٨	١٤,١	١٧,٨	٢١,٩	٢٣,١	٢٠,٩	١٧	١٣,٨
	VPD	٤,١	٣,٦	٥,١	٦,٢	٨,٥	١٢,٥	١٤,١	١١,٣	٩,٩	٩,٨	٩,١	٥,٩
قويسنا	es	١٤,٩	١٣,٨	١٥	١٧,٨	٢١,٧	٢٧,٤	٣٣,٨	٣٣,٦	٣٢,٨	٣٠,٩	٢٦,٣	١٩,٦
	ea	١٠,٧	١٠	٩,٦	١١,١	١٢,٦	١٤	١٧,٩	٢١,٩	٢٢,٣	٢٠,١	١٧,٣	١٣,٩
	VPD	٤,٢	٣,٨	٥,٤	٦,٧	٩,١	١٣,٤	١٥,٩	١١,٧	١٠,٥	١٠,٨	٩	٥,٧
وادي النطرون	es	١٦,٧	١٥,٣	١٦,٤	١٩,٥	٢٤	٢٩	٣٤,٨	٣٦,٣	٣٦,٩	٣٢,٦	٢٧,٨	٢١,٦
	ea	١٠,٢	٩,٣	٨,٩	٩,٨	١١,٥	١٢,٧	١٦,٤	١٩,٢	٢٠,٣	١٨,٩	١٥,٨	١٣,٦
	VPD	٦,٥	٦	٧,٥	٩,٧	١٢,٥	١٦,٣	١٨,٤	١٧,١	١٦,٦	١٣,٧	١٢	٨

es ضغط بخار الماء المشبع، ea ضغط بخار الماء الفعلي، و VPD نقص الإشباع البخري.
المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٧٦-٢٠١٠م).

المصادر والمراجع

أولاً - باللغة العربية:

١. أشرف بدر (٢٠٠٣): الاحتياجات المستقبلية من المياه عام ٢٠١٧، مجلة النيل، الهيئة العامة للاستعلامات، وزارة الإعلام، العدد ٨١، ٢٠٠٢/٢٠٠٣ م.
٢. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠١٤): النشرة السنوية لإحصاءات المساحات المحصولية والإنتاج النباتي عام ٢٠١٢/٢٠١٣ م، مرجع رقم ٧١-٢٢١٢٢/٢٠١٣، إصدار ديسمبر ٢٠١٤ م.
٣. الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالقاهرة (٢٠١١): المعدلات المناخية الشهرية، بيانات غير منشورة للفترة ١٩٧٦-٢٠١٠ م.
٤. الهيئة المصرية العامة للمساحة (٢٠١٥): الخرائط الطبوغرافية، مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠.
٥. زهران بسيوني زهران (٢٠٠٢): المناخ وأثره في استهلاك مياه الري في محافظتي البحيرة وأسيوط دراسة مقارنة في المناخ التطبيقي، ماجستير، كلية البنات، جامعة عين شمس.
٦. عبد الله سعد الطاهر (١٩٩٣): تأثير ميعاد الزراعة في الاستهلاك المائي لمحصول القمح في منطقة نجد بالمملكة العربية السعودية، مجلة رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٥٩، أغسطس.
٧. فتحي إبراهيم مسعود (١٩٧٦): أساسيات الري الزراعي، دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية.
٨. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (٢٠١١): التعداد الزراعي عام ٢٠٠٩/٢٠١٠ م.
٩. ياسر أحمد السيد (٢٠٠٥): أثر مناخ مصر في الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية "دراسة في الجغرافيا المناخية التطبيقية"، مجلة الشرق الأوسط، مركز بحوث الشرق الأوسط بجامعة عين شمس، العدد ١٧، سبتمبر، ص ص ٢٦٠-٣٤٨.
١٠. ياسر أحمد السيد (٢٠١٤): رطوبة التروبوسفير وتغيراتها الرأسية بجمهورية مصر العربية "دراسة في الجغرافيا المناخية"، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب - جامعة دمهور، العدد ٤٢، يناير.

ثانياً - باللغة الإنجليزية:

1. Junzeng, X.U.; Qi, W.E.; Shizhang, P.E.; Yanmei, Y.U.,(2012): Error of Saturation Vapor Pressure Calculated by Different Formulas and Its Effect on Calculation of Reference Evapotranspiration in High Latitude Cold Region, Procedia Engineering, Published by Elsevier Ltd, Vol. 28, pp.43-48.

2. Khanmohammadi, N.; Rezaie, H.; Montaseri, M.; Behmanesh, J., (2017): The effect of different meteorological parameters on the temporal variations of reference evapotranspiration, *Journal of Environmental Earth Sciences*, Publisher Springer, Germany, vol. 76, no. 15, pp. 540-553.
3. Moursi, E. A., & Abdelkhalek, A. A., (2015): Water Requirement Components of some Egyptian Rice Varieties in North Nile Delta, *Alexandria Science Exchange Journal*, Vol. 36, No.2 April-June 2015, pp. 131- 140.
4. Olmsted, T. R., (1990): Evaluating daily Evapotranspiration estimation methods: A Comparison of Potential Evapotranspiration Equations and Irrigation Scheduling Models with weighing Lysimeter measurement, A Thesis of Master, Department of Agricultural Engineering, Michigan State University, USA.
5. Ragheb, H.M.; Gomah, H.H; Hassanein, M. K.; Hassan, A.M., (2015): Validation of Reference Evapotranspiration Models Using Lysimeters Under Arid Climatic Conditions, *Assiut J. Agric. Sci.*, (46) No. (2), pp. 210-228.
6. Ye, L.T.; Wang, Y. R.; Sun, S. H., (2016): The results of the reference crop transpiration by evaporation Shanxi Xiao He region, Fifth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics) to IEEE Xplore, 29 September 2016, Tianjin, China.
7. Yoder, R. E.; Odhiambo, L. O.; Wright, W. C., (2005): Effects of vapor-pressure deficit and net-irradiance calculation methods on accuracy of standardized Penman-Monteith equation in a Humid climate, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, American Society of Civil Engineers, vol. 131, n 3, pp. 228-237, May/June.

Vapor Pressure Deficit and its Effect on the Consumptive Use of Field Crops in the Nile Delta

Dr. Mohamed Awad El-Samny

Department of Geography, Faculty of Arts, Damanhour University

ABSTRACT

Since the effect of relative humidity on the water consumption of field crops is unclear, a regression of the water vapor pressure, which is known as the difference between the saturated water vapor pressure and the actual water vapor pressure, has been used. The vapor pressure deficit is one of the factors affecting the water consumption of crops in the Nile Delta, where the water consumption of crops increases with higher rates of vapor saturation, while decreasing with a decrease. The vapor pressure deficit is affected by several climatic elements, which is reflected in two main factors that influence vapor saturation deficiency: the actual water vapor pressure and the saturated water vapor pressure. And that any change in them, of course, is reflected in the rates of vapor pressure deficit. The research used Magnus formula to calculate the saturated water vapor pressure (e_s) for its accuracy. Due to the small size and geographical homogeneity of the Nile Delta, this is reflected in the homogeneity or similarities of the rates of vapor saturation. The study of vapor saturation deficiency aims to clarify spatial and temporal variations of rates of vapor saturation. The study relied on the descriptive method, the Topical approach, and the spatial analysis technique of geographic information systems. The study of vapor pressure deficit and its effect on the water consumption of crops reached several conclusions and recommendations, including:

- The areas of high vapor pressure deficit are the same areas of high water consumption.
- The areas of much water consumption are the same, they do not change from one crop to another, while what changes is the amount of water from one crop to another.
- Corn Crop is the least water-consuming crop for its agricultural season, on a monthly level it is more water-intensive than Cotton.

Key Words: Vapor pressure deficit, Actual, Saturated, Water consumption.