مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
مجلد 42 العدد 2(2026): 141-154

Damascus University Journal for Agricultural Sciences Vol 42-No.2 (2026): 141-154

حساب الاحتياج المائي لمحصول القمح باستعمال تقانات الاستشعار عن بعد

نور سليمان قاسم [1]، سامر العمر[2]، جلال الدين سلهب[3]، محمود عبد اللطيف[4]

1-طالبة ماجستير في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
nour96.qasim@damascusunviersity
2-عضو هيئة تدريسية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.
3-باحث رئيسي في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد.
4-دكتور في قسم الهندسة الريفية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الملخص:

هدف هذا البحث إلى تحديد الاحتياج المائي لمحصول القمح باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (الصور الفضائية)، وذلك في قرية زبدين التابعة لمحافظة ريف دمشق/سورية، خلال العام(2021-2022)، حيث تم حساب الاحتياج المائي أولاً بالطريقة التقليدية بالاعتماد على جداول منظمة الفاو ومعادلة بينمان مونتيس(Penman – Monteith)، بالاعتماد على بيانات مناخية دقيقة، حيث بلغ الاحتياج المائي المقدّر بهذه الطريقة (369.76 مم).ثم تم حساب الاحتياج باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وذلك بالاعتماد على المؤشر النباتي Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) من الصور الفضائية للقمر Sentinel-2 L2A لحساب معامل المحصول، وحساب البخر نتح من الصور المحملة من الموقع (Wapor) حيث تم اختصار الجهد والوقت والتكلفة باستخدام هذه الطريقة مقارنة مع الطريقة السابقة، حيث بلغ الاحتياج المائي المقاس بهذه الطريقة (357.682 مم).

بيّن التحليل الإحصائي للاحتياج المائي بين نتائج الطريقتين أن معامل الارتباط بينهما 97% وبكفاءة 98%، حيث أنهما يسلكان السلوك نفسه خلال مراحل النمو المختلفة للمحصول حيث كان الاحتياج المائي في بداية الموسم قليل ثم ازداد ليصل إلى الذروة في مرحلة النمو الأعظمي (منتصف الموسم) وبعدها أخذ بالانخفاض نتيجة النضج والحصاد.

كما تم إجراء التحليل الإحصائي لمعامل المحصول حيث تبين أن معامل المحصول المحسوب بالاعتماد على المؤشر النباتي من الصور الفضائية يسلك السلوك ذاته لمعامل المحصول المقاس من جداول الفاو خلال مراحل النمو المختلفة للمحصول حيث كان في بداية الموسم منخفض ثم ازداد ليصل إلى الذروة في مرحلة النمو الاعظمي ثم انخفض بسبب النضج وجفاف المحصول والحصاد ومعامل الارتباط بينهما 84%.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، الاحتياج المائي، معامل المحصول، المؤشر النباتي NDVI، الصور الفضائية.

تاريخ الإيداع:2023/12/05
تاريخ القبول:2024/03/03

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

Estimating the water requirement of wheat crop using remote sensing techniques

Nour suleman Qasim[1], Samer AL Omar[2], Jalal al-Din Salhab[3], Mahmoud Abd allatef[4]

1- Master's student in the Department of Rural Engineering, Faculty of Agriculture, Damascus University. nour96.qasim@damascusunviersity
2- Faculty member of Rural Engineering, Faculty of Agriculture, Damascus University.
3- Principal researcher at the General Organization of Remote Sensing.
4- Doctor in the department of Rural Engineering, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Abstract:

This research aimed to estimate the water requirement of the wheat crop using remote sensing techniques (satellite images), in the village of Zbdin in Damascus Countryside Governorate/Syria, during the year (2021-2022), where the water requirement was first calculated in the traditional way, relying on organized tables of FAO and the Penman-Montes equation. Based on accurate climate data. The water requirement estimated by this method reached (369.76 mm).

Secondly, calculating the requirement using remote sensing techniques, relying on the vegetation index (NDVI) from satellite images of the Sentinel-2 L2A satellite to calculate the yield factor, and calculating evapotranspiration from images uploaded from (Wapor) site. This method is reduced effort, time and cost, he water requirement reached (357.682 mm) in this way.

The statistical analysis of water requirement between the results of the two methods showed that the correlation coefficient was 97% and the efficiency was 98%, as they behave the same during the different growth stages of the crop, as it was low at the beginning of the season and then increased to reach a peak in the maximum growth stage (mid-season) and after that it began to decrease due to. maturity and harvest.

Statistical analysis of the crop coefficient was also conducted, and it was found that the crop coefficient calculated based on the plant index from satellite images behaves the same way as the crop coefficient measured from FAO tables during various growth stages. Besides, it was low at the beginning of the season, then increased to reach a peak in the maximum growth stage, then it decreased due to maturity, dryness of the crop, and harvest, and the correlation coefficient between them was 84%.

key words: Remote Sensing, Water Requirements, NDVI, Crop Coefficient, Satellite Images.

Received:05/12/2023
Accepted: 03/03/2024

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة Introduction:

يعد الماء من أهم مقومات الحياة، حيث ساد الاعتقاد بأن الموارد المائية غير قابلة للاستنزاف، إلا أن الأزمات غيرت هذا الاعتقاد (بلديه،2015).

وتعد إدارة الري الزراعي إحدى الوسائل الناجحة لحفظ الماء في ظل الطلب المتزايد، مما دفع الى البحث عن تقنيات حديثة توفر المياه في عمليات الري وتحسن كفاءة استعمالها وخاصة في المناطق التي تعاني من نقص المياه (Kirda et al,2005).

إن العلاقة بين إنتاجية المحاصيل وكمية المياه المضافة هي علاقة معقدة، فالإنتاجية تزداد بزيادة كمية المياه المضافة إلى حد معين. ويجب توفر المعلومات الكافية المتعلقة بجدولة الري المثالية للكميات المحددة من مياه الري بهدف تحقيق أعلى إنتاجية ممكنة (Kaysi and Soumy,2002).

تتسم الموارد المائية في سوريا بمحدوديتها إضافة لانخفاض معدلات التهطال المطري فيها وتباين توزعه على مدار الموسم وغالباً ما يكون أقل من احتياج المحاصيل لضمان إنتاج اقتصادي، لذلك وفي ظل الظروف الحالية من العجز المائي والمشكلات البيئية فإن الحل يكمن في زيادة كفاءة استعمال المياه والتي لابد من تلازمها مع الاستغلال العقلاني للموارد المائية (حسيان،2012).

إن الهدف الرئيس من الري هو تزويد النباتات بالكمية المطلوبة من الماء لمنع إجهاده أثناء النمو وتفادي انخفاض الإنتاج أو تدني نوعيته، وتكمن أهمية معرفة الاحتياج المائي للمحصول في تحديد الكمية اللازمة من مياه الري وموعدها. (بلديه، 2014).

يعد تحديد الاستهلاك المائي الفعلي(Crop Evapotranspiration) (ETc) جزءاً هاماً في عملية تصميم نظم الري وتحديد الموازنة المائية للأحواض الهيدرولوجية وإدارة الموارد المائية بشكل عام(SCS,1972). إنّ تطبيق تقانات الاستشعار عن بعد في حساب الاحتياج المائي يوفر بالجهد والوقت ويعطي نتائج عالية الدقة تحقق الاستخدام المستدام للمياه. يمكن باستعمال هذه الطريقة معرفة الاحتياجات المائية للنبات بشكل يومي خلال فترة نمو المحصول وبالتالي تمكن من الجدولة الدقيقة للري.

يعد استخدام التقنيات الحديثة مثل الاستشعار عن بعد وسيلة ضرورية في دراسة التغيرات الحاصلة على سطح الأرض، لما تتميز به هذه التقنية من تحديث دائم للبيانات، ومراقبة التغيرات التي تحدث داخل البيئة، وهي من الوسائل الأقل كلفة وجهداً وخاصة في المساحات الكبيرة، وتختلف قدرة التمييز المكاني وهي أصغر مساحة يمكن تسجيلها على سطح الأرض تبعاً لنوعية المستشعر المحمول وبترددات زمنية مختلفة وذلك حسب الهدف من الدراسة. كما تتميز تقنية الاستشعار عن بعد بالشمولية أي يمكن للصورة الفضائية الواحدة أن تغطي مساحة واسعة لا يتسنى لعين الإنسان أو أية تقنية أخرى الإحاطة بها، واعتماداً على هذه الشمولية يمكن مراقبة ودراسة مساحات واسعة تحت نفس الشروط وبنفس الزمن (أبو راضي،2006).

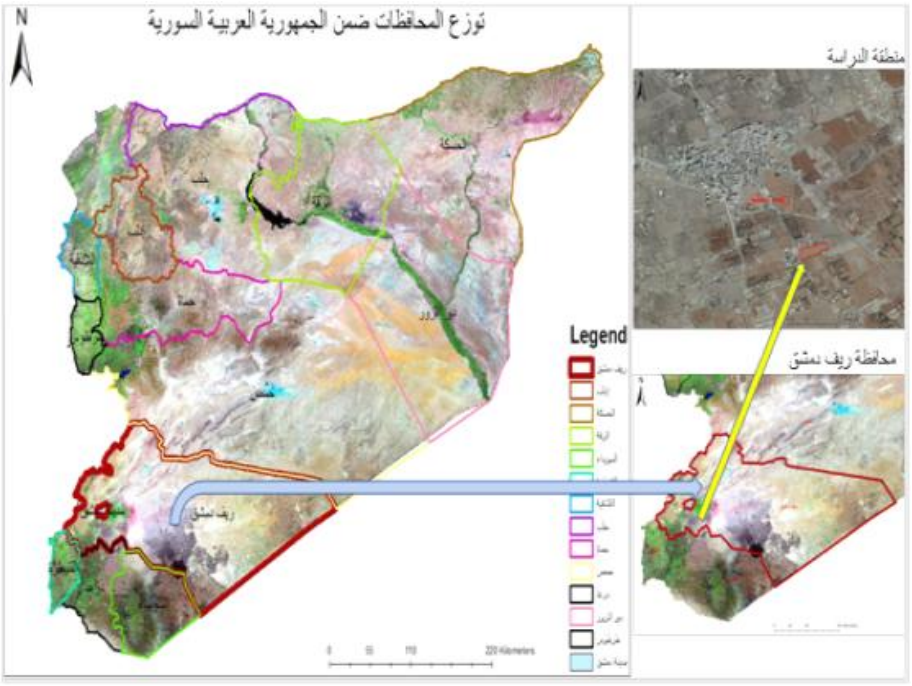
إن استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية فعاله جداً في إدارة الموارد الزراعية وتصنيفها، حيث يفيد في التعرف على المساحات المزروعة وتميزها وكذلك تصنيف الأراضي والتعرف على المزروعة فعليا من الغير مزروعة، وكذلك مهم في التعرف على الاحتياجات اللازمة للمجتمع ووضع الخطط للتوصل إلى أفضل ما يمكن في ظل الإمكانيات المتوفرة (علي وشعوان،2012).

تم استخدام التابع الصنعي Sentinel-2 لما يتميز هذا القمر باحتواءه على أجهزه علميَّة لمسح رقعة واسعة من الأرض بحيث تكون الصُّور عالية الدقة بسبب التصوير متعدد الأطياف الذي احتوى على 13 حزمة طيفيَّة والهدف منه هو مسح الأرض من عدة جهات وتصوير كل مكان في الأرض مرة واحدة كل خمسة أيام وتكرارها عدة مرات لمعرفة التغييرات المناخيَّة والطبيعيَّة فيه. https://www.uoanbar.edu.iq/ArtCollege//News_Details.php?ID=581

مواد البحث وطرائقه Materials and Methods:

1. مكان وزمان تنفيذ الدراسة:

نفذت الدراسة في قرية زبدين التابعة لمحافظة ريف دمشق (33.28N,36.24E)، خلال العام 2021-2022م والشكل 1. يبين منطقة الدراسة موقع الدراسة (33.28N,36.24E).



الشكل (1) موقع الدراسة

2.المادة النباتية:

نبات القمح الطري صنف المكسيكي.

3.تجهيز الأرض:

تم تحضير أرض الزراعة من خلال فلاحة الأرض فلاحة عميقة باستخدام المحراث القرصي وإضافة المادة العضوية، وبعدها تم إجراء فلاحة ثانية باستخدام المحراث الحفار وإضافة كامل الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية، وتهيئة الأرض وتنعيمها لتصبح التربة جاهزة لزراعة القمح، وبتاريخ 15 /12 /2021 تم زراعة 15 دونم، حقل مروي بالراحة.

4.الدراسات الحقلية:

تم دراسة التربة وخصائصها(سعة حقلية_ كثافة ظاهرية_ قوام) لتحديد كميات الري و مواعد الريات.

***A*. السعة الحقلية:**

هي النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي الحجمي أو الوزني التي تحتفظ بها التربة بعد صرف الماء الزائد بفعل الجاذبية الأرضية ويتوقف الزمن اللازم للوصول إلى درجة السعة الحقلية على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة. تم تحديد قطعة من الأرض بأبعاد (2 *2) متر وبناء أكتاف ترابية لها، ثم إضافة الماء حتى وصول التربة إلى مرحلة التشبع، وبعد ذلك تغطيتها بقطعة من البلاستيك لمنع حدوث التبخر، وأخذ عينات على أعماق مختلفة ووزنها وتجفيفها في الفرن ومن ثم وزنها مرة أخرى لقراءة الوزن الجاف حيث وصلت لسعتها الحقلية بعد (24 ساعة) وبلغت 20%.

B. الكثافة الظاهرية:

نسبة وزن حجم معين من التربة بما في ذلك المسام إلى وزن الماء المعادل لهذا الحجم، حيث تم حساب الكثافة باستخدام تجربة الأسطوانة، إذ تم أخذ عينة تربة بواسطة أسطوانة الكثافة وحساب حجم هذه العينة ومن ثم تجفيفها في الفرن لمدة 24 ساعة وبعد ذلك وزنها الذي بلغ 1.2غ/سم^3.

C. قوام التربة:

معرفة نسبة كل من الرمل والسلت والطين للتربة المدروسة وذلك باستخدام طريقة الهيدرومتر وإسقاط نسب الطين والرمل والسلت على مثلث القوام لمعرفة نوع التربة فكان قوام التربة المستهدفة رملية لوميه.

D. المناخ:

تم الحصول على البيانات المناخية لمنطقة الدراسة خلال فترة الدراسة من المديرية العامة للأرصاد الجوية.

الجدول (1) البيانات المناخية لمنطقة الدراسة (المديرية العامة للأرصاد الجوية، 2022)

الشهر	متوسط درجات الحرارة C°	الهطول المطريmm	الرطوبة النسبية %	الرياحKm/h
كانون الأول	10.14	10	65.82	7.34
كانون الثاني	7.58	19.5	65.54	11.38
شباط	10.29	8.7	63.07	8.19
أذار	9.70	21.5	59	10.50
نيسان	19.83	_	44.6	7.80
أيار	21.75	_	43.64	9.86
حزيران	26.28	_	42.56	10.44

5.حساب الاستهلاك المائي المرجعيEvapotranspiration:

هو الاستهلاك المائي لعشب أخضر ارتفاعه عن سطح الأرض 12 سم وموجود في ظروف مثالية من حيث الرطوبة والسماد، وخالي من الأمراض ولا يخضع للإجهاد الملحي، تم حسابه عن طريق معادلة بينمان مونتس(Penman – Monteith) بالاعتماد على البيانات المناخية، والموضحة بالمعادلة التالية:

$$ET0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(es-ea)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)} \qquad (1)$$

ET_o: الاستهلاك المائي المرجعي ب (mm/day).

Rn: الإشعاع الصافي (MJ/m^2/day).

G: تدفق الطاقة إلى التربة (MJ/m^2/day).

$U2$: سرعة الرياح على ارتفاع 2 م وتقاس بال (m/sec)

es ضغط بخار الماء المشبع بـ (Kpa).

ea ضغط بخار الماء الفعلي بـ (Kpa).

Δ: ميل منحني ضغط بخار الماء المشبع.

γ : ثابت يتعلق بالضغط الجوي.

(Allen et al.1998)

6.حساب معامل المحصول Crop Coefficient:

هو نسبة الاستهلاك المائي الفعلي إلى الاستهلاك المائي المرجعي ويحسب من العلاقة

$$Kc = ETc / ET0 \qquad (2)$$

وتتراوح قيمته بين (0.2 - 1.5) وهو يعكس الخصائص الرئيسية للمحصول حيث تختلف قيمته باختلاف المحصول وكذلك تختلف قيمته خلال مراحل النمو لنفس المحصول، حيث تم حساب معامل المحصول بالاعتماد على جداول منظمة الفاو والتي تحدد مدة كل مرحلة من مراحل نمو المحصول وقيمة هذا المعامل خلال هذه المرحلة(Allen,et Al,1998) .

7.حساب الاستهلاك المائي الفعلي Crop Evapotranspiration:

يعرف الاستهلاك المائي للنبات بأنه مجموع التبخر من التربة والنتح من النبات، ويمكن تقديره باستخدام المعادلة التالية:

$$ETc=ET0 * Kc \qquad (3)$$

.(Allen,et Al,1998)

8. دراسة القرينة النباتية NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

هو مؤشر حساس لتغيرات الغطاء النباتي وتتراوح قيمته بين (1−) و(1+) وتدل القيم الموجبة العالية لهذا المؤشر على كثافة الغطاء النباتي أما القيم السالبة تكون مترافقة دوماً مع تربة جرداء أو ثلج أو غيوم.(Jackson et al.1991)

تم تحميل صور فضائية للقمر الصناعي Sentinel_2 بدقة 10 متر خلال فترة الدراسة ومن ثم حساب مؤشر الغطاء النباتي من هذه الصور، وذلك لحساب قيم معامل المحصول بالاعتماد على هذا المؤشر. حيث كانت الصور بفاصل زمني كل خمسة أيام بدءاً من تاريخ الزراعة وحتى الحصاد، أما القياسات الحقلية كانت لعشرة عينات مختلفة مرة كل شهر وتمت دراسة العلاقة بين القياسات الحقلية والصور بالاعتماد على المؤشرات الطيفية.

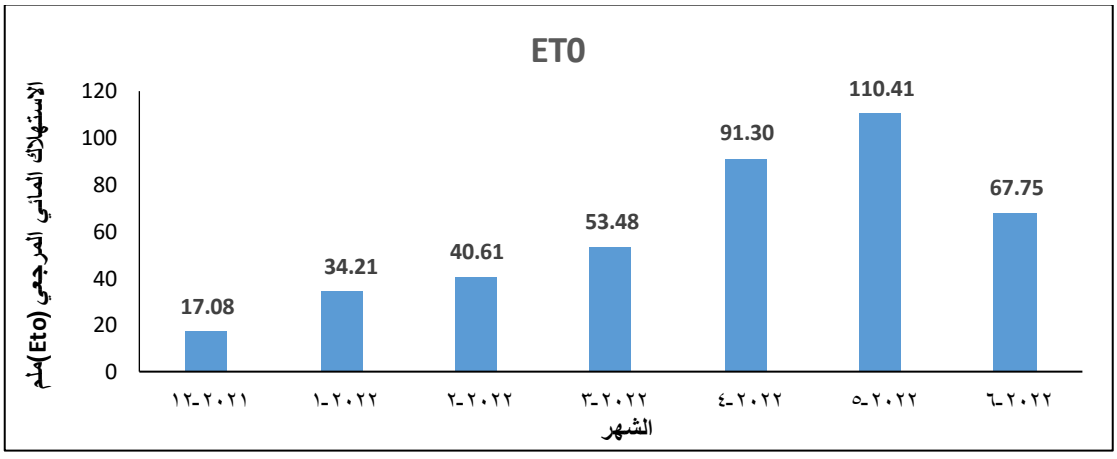
9.حساب البخر نتح من الصور الفضائية:

تم تحميل صور البخر نتح المتوفرة مجاناً على الموقع https://wapor.apps.fao.org/

النتائج Results:

الاستهلاك المائي المرجعي:

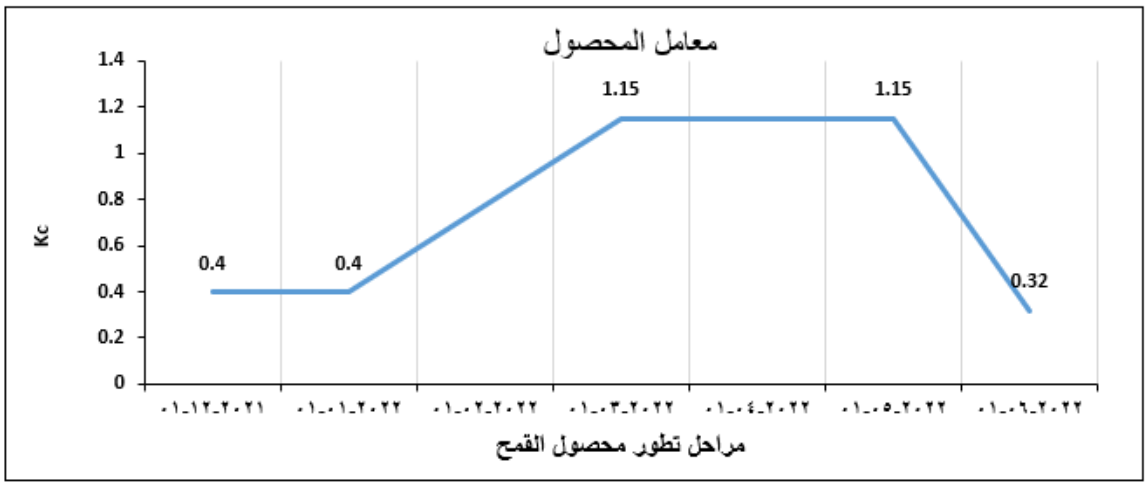
تم حساب الاستهلاك المائي المرجعي باستخدام المعادلة رقم (1) حيث بلغ الاستهلاك المائي المرجعي أقل قيمة في شهر كانون الأول وأخذ بالازدياد ليصل إلى الاستهلاك الأعظمي خلال شهري نيسان وأيار، حيث يبين الشكل رقم (2) قيم الاستهلاك خلال كل شهر من أشهر الدراسة، وبلغ مجموع قيم الاستهلاك المرجعي 414.87 مم.



الشكل (2) الاستهلاك المائي المرجعي باستخدام معادلة بينمان مونتيس(ET0)

معامل المحصول باستخدام جداول الفاو:

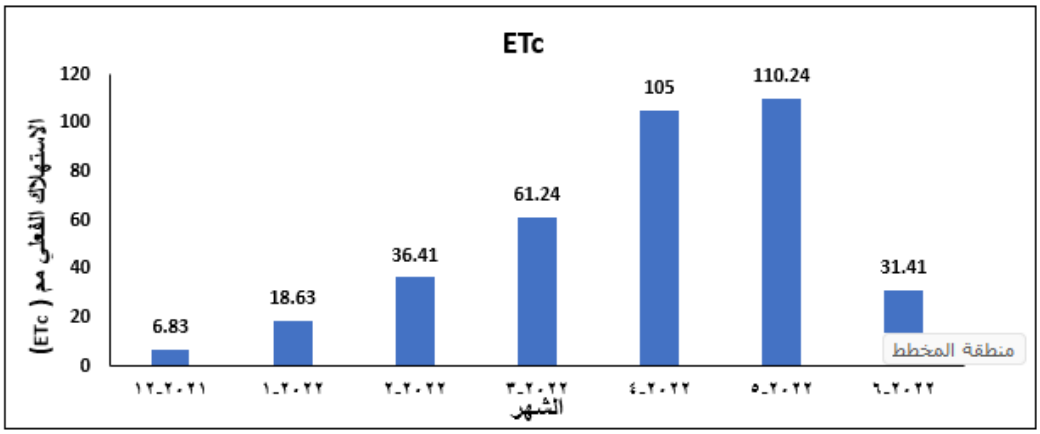
يوضح الشكل (3) قيم معامل المحصول المحسوب بالاعتماد على جداول الفاو، حيث بلغت قيمة هذا المعامل خلال فترة بداية النمو 0.4 وأخذت بالازدياد لتصل إلى أعلى قيمة (1.15) في مرحلة تطور المحصول (النمو الأعظمي)، ومن ثم انخفضت لتصل إلى (0.32) وذلك بسبب نضج المحصول وجفافه.



الشكل (3) قيم معامل المحصول باستخدام جداول الفاو

حساب الاستهلاك المائي الفعلي:

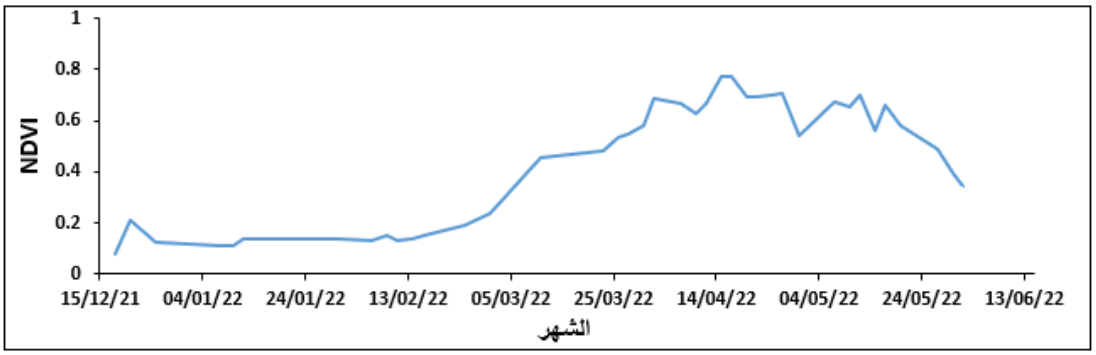
بعد حساب الاستهلاك المرجعي ومعامل المحصول تم حساب الاستهلاك الفعلي باستخدام المعادلة رقم(3)، حيث بلغ الاستهلاك المائي الفعلي أقل قيمة(6.83) مم خلال شهر كانون الأول مرحلة بداية النمو وأخذ بالازدياد ليصل إلى أعلى قيمة (110.24) مم في شهر أيار مرحلة النمو الأعظمي ومن أخذت قيم الاستهلاك بالانخفاض في مرحلة نضج المحصول وجفافه حيث يبين الشكل(4) قيم الاستهلاك الفعلي خلال كل شهر من أشهر الدراسة، وبلغ مجموع قيم الاستهلاك الفعلي 369.793 مم.



الشكل (4) قيم الاستهلاك المائي الفعلي ETc

القرينة النباتيةNDVI :

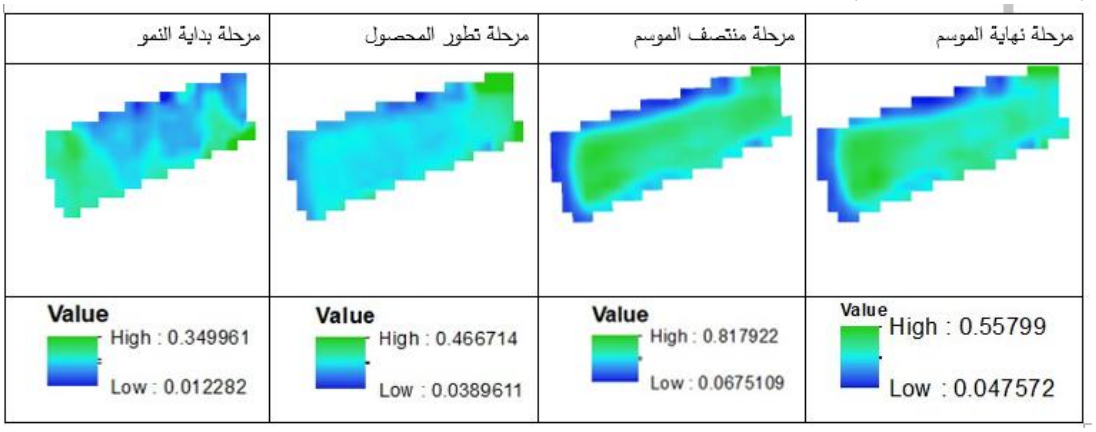
بيّن الشكل (5) قيم هذا المؤشر حيث كانت متدنية في بداية مراحل نمو المحصول حيث يتأثر كثيراً بالمجموع الخضري للنبات ثم ازدادت هذه القيمة مع تقدم النبات في العمر ووصوله للنمو الخضري الأعظمي خلال مرحلة الأشطاء المتزامنة مع شهر نيسان، ثم انخفضت في نهاية الموسم.



الشكل (5) قيم القرينة النباتية NDVI

خرائط NDVI:

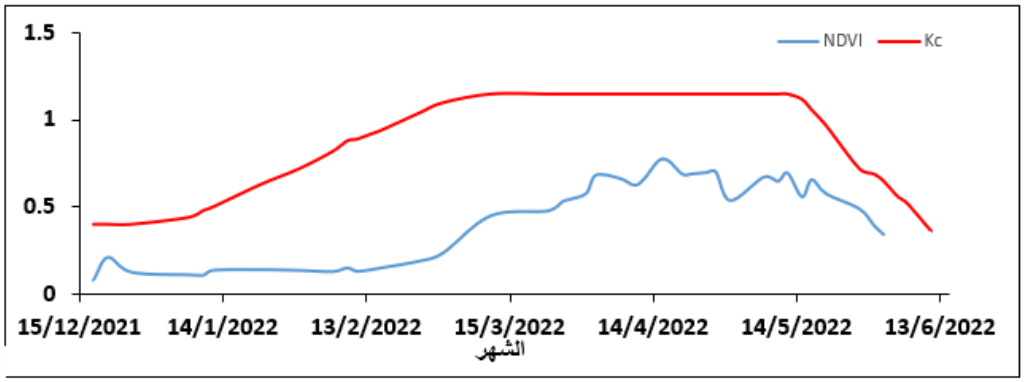
بعد تحميل الصور الفضائية للمؤشر النباتي NDVI تم معالجة هذه الصور وإنشاء خرائط لهذا المؤشر باستخدام برنامج Arc GIS (10.8) حيث تبين هذه الخرائط الموضحة بالشكل (6) قيم هذا المؤشر وتغيراته خلا مراحل نموه المختلفة، حيث كانت أعلى قيم في مرحلة النمو الأعظمي.



الشكل (6) قيمNDVI من الصور الفضائية

دراسة العلاقة بين معامل المحصول والقرينة النباتية:

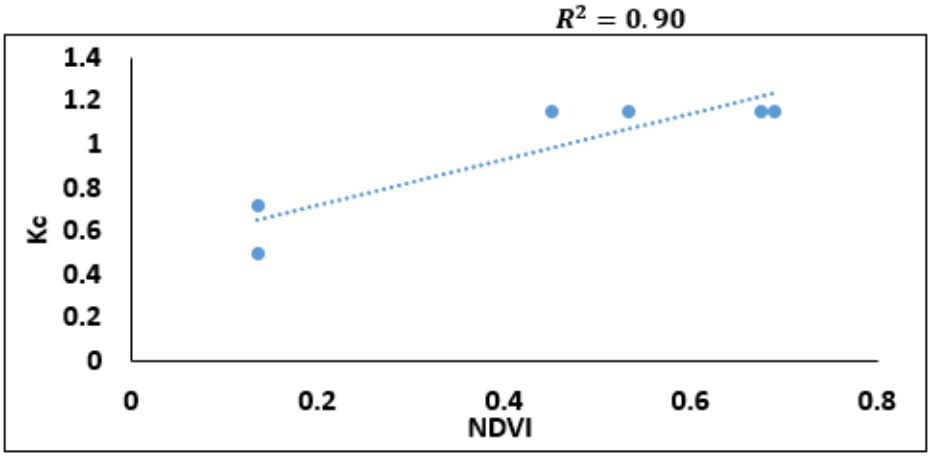
تم دراسة العلاقة بين معامل المحصول المقاس من جداول الفاو والقرينة النباتية المحسوبة من الصور الفضائية، يبين الشكل (7) التوافق الكبير بين كل من منحنيي NDVI، Kc حيث يتبعان السلوك نفسه خلال مراحل النمو، إذ كانت القيم منخفضة خلال مرحلة الإنبات ثم ازدادت لتصل إلى أعلى قيمها في مرحلة الإشطاء لتنخفض مجدداً في مرحلة ماقبل الحصاد.



الشكل (7) قيم NDVI , Kc

والشكل (8) يوضح أن العلاقة بين معامل المحصول والقرينة النباتية علاقة خطية من الدرجة الأولى وبمعامل ارتباط 0.90

$$Kc = 1.0456NDVI + 0.513 \quad (4)$$



الشكل (8) العلاقة بين Kc , NDVI

إن هذه النتيجة متوافقة مع نتائج تجربة قام بها(Suifan, 2006) حيث كان معامل الارتباط بين معامل المحصول المحدد من جداول الفاو والمؤشر النباتي المستنتج من الصور الفضائية 0.94 للباذنجان و0.99 للبطيخ و0.97 للفليفلة.

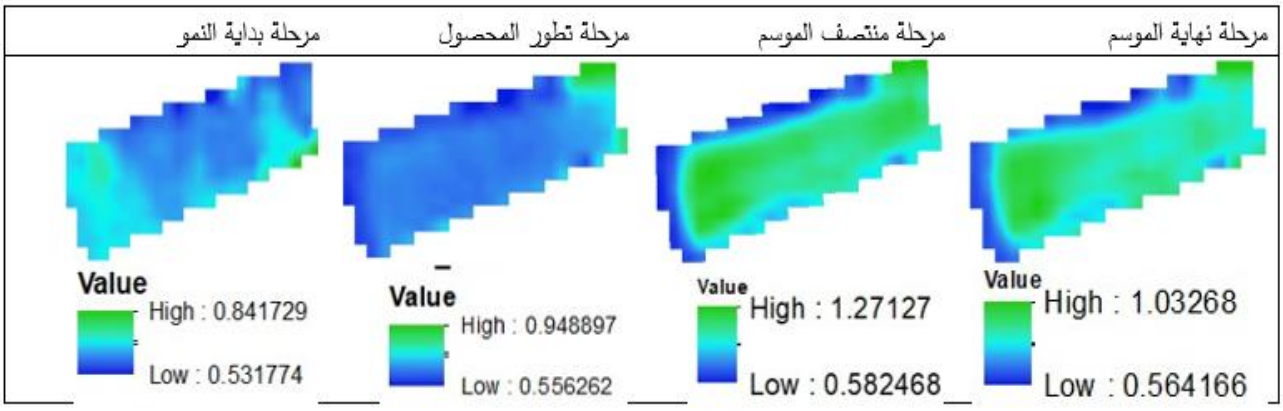
ومتوافقة مع دراسة (داود،2012) على القمح حيث كان معامل الارتباط بينهما و0.89 والعلاقة بينهما

$$Kc = 1.267 \times NDVI - 0.0489$$

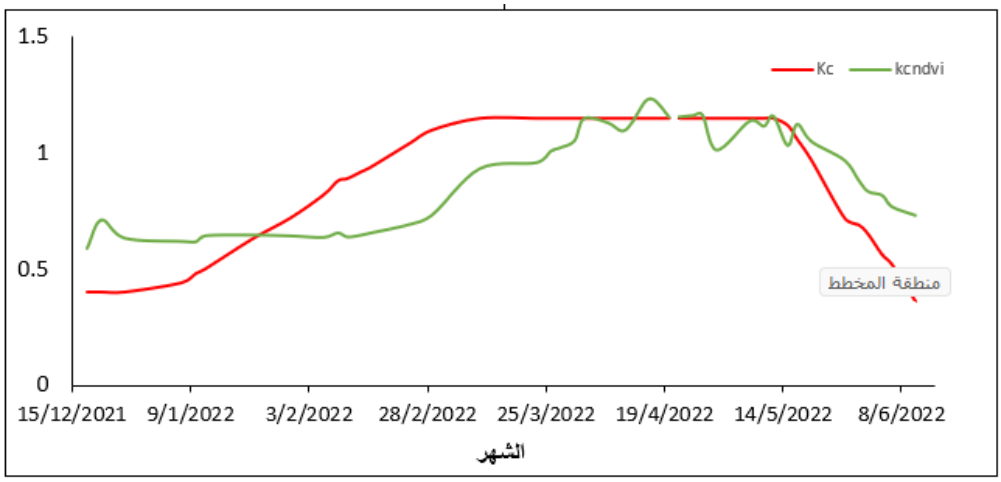
إن الاختلاف في ثوابت المعادلات يعود لاختلاف الظروف المناخية في مناطق الدراسة.

قيم معامل المحصول المستنتجة من القرينة النباتية:

بعد الحصول على العلاقة بين قيم معامل المحصول المحسوب من جداول الفاو والمؤشر النباتي NDVI تم حساب معامل المحصول بالاعتماد على المؤشر النباتي ورسم خرائط لهذا العامل كما هو موضح بالشكل (9) الذي يبين أن قيم هذا المعامل منخفضة خلال مرحلة الإنبات ثم تزداد لتصل إلى أعلى قيمة في مرحلة منتصف الموسم ومن ثم تنخفض بسبب نضج المحصول والشكل (10) يبين قيم هذا العامل المحسوب بالاعتماد على المؤشر النباتي خلال فترة الدراسة.



الشكل (10) يبين KC المستنتج من NDVI

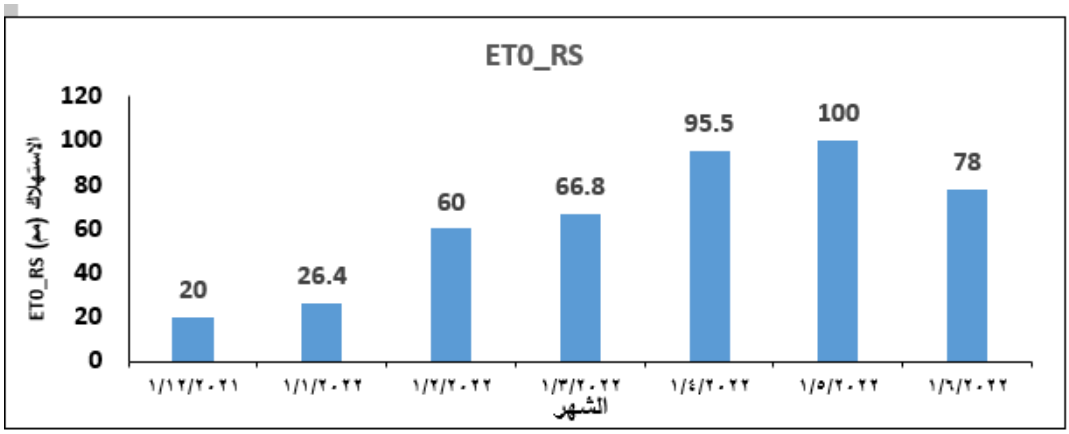


الشكل (10) يبين قيم Kc , Kc_{ndvi}

بلغ متوسط القيم المحسوبة لمعامل المحصول من الصور الفضائية 0.95 مقارنة مع 0.90 متوسط القيم المقاسة، وكانت قيمة متوسط الخطأ التربيعي منخفضة حيث بلغت 0.18، بينما بلغ الخطأ المطلق قيمة 0.04، ونسبته المئوية 5.1 % وبمعامل ارتباط 0.84% . هذه النتيجة متوافقة مع دراسة (داود،2012) على القمح حيث كان الخطأ المتوسط التربيع 0.12 بينما كان الخطأ المطلق0.12- معامل الارتباط بين معامل المحصول المحسوب من المؤشر النباتي ومثله المقاس حقلياً 0.79%.

حساب الاستهلاك المائي المرجعي من الصور الفضائية:

تم معالجة الصور الفضائية المحملة من الموقع WAPOR باستعمال برنامج ARC GIS(10.8) وتحليل بياناتها وذلك للحصول على قيم الاستهلاك المائي المرجعي حيث يبين الشكل (11) قيم الاستهلاك المرجعي خلال فترة الدراسة حيث بلغ الاستهلاك أدني قيمة(20)مم خلال شهر كانون الأول وأعلى قيمة (100)مم كانت في شهر أيار.



الشكل (11) يبين قيم الاستهلاك المرجعي من الصور الفضائية ET0_RS

حساب الاستهلاك المائي الفعلي:

بعد الحصول على قيم الاستهلاك المرجعي وقيم معامل المحصول عن طريق صور القمر الصناعي Sentinel_2 تم حساب الاستهلاك الفعلي باستخدام المعادلة التالية:

$$Etcrs = ET0RS * Kcndvi \qquad (5)$$

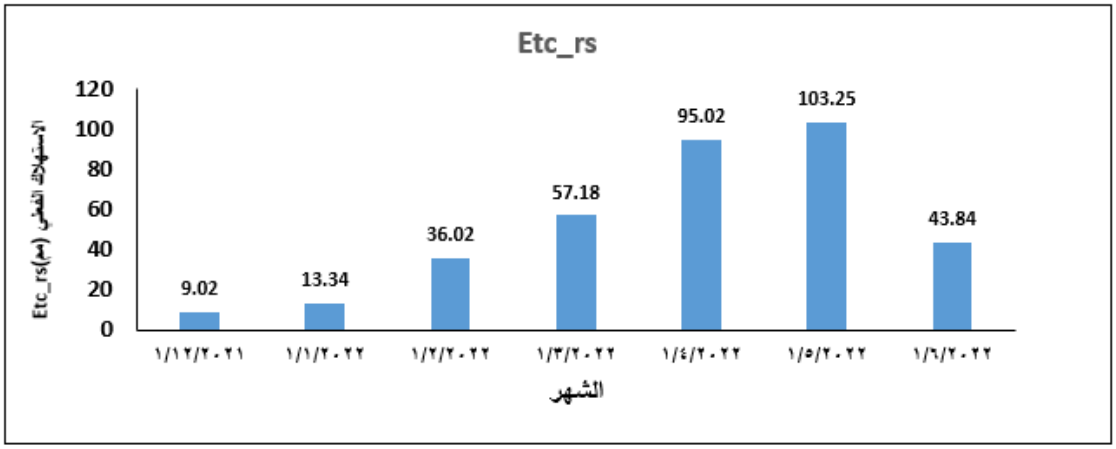
حيث:

Etcrs: الاستهلاك المائي الفعلي بالاعتماد على الاستهلاك المرجعي ومعامل المحصول من الصور الفضائية.

الاستهلاك المائي المرجعي المحسوب من الصور الفضائية: ET0RS.

قيم معامل المحصول المحسوب باستخدام المؤشر النباتي: Kcndvi.

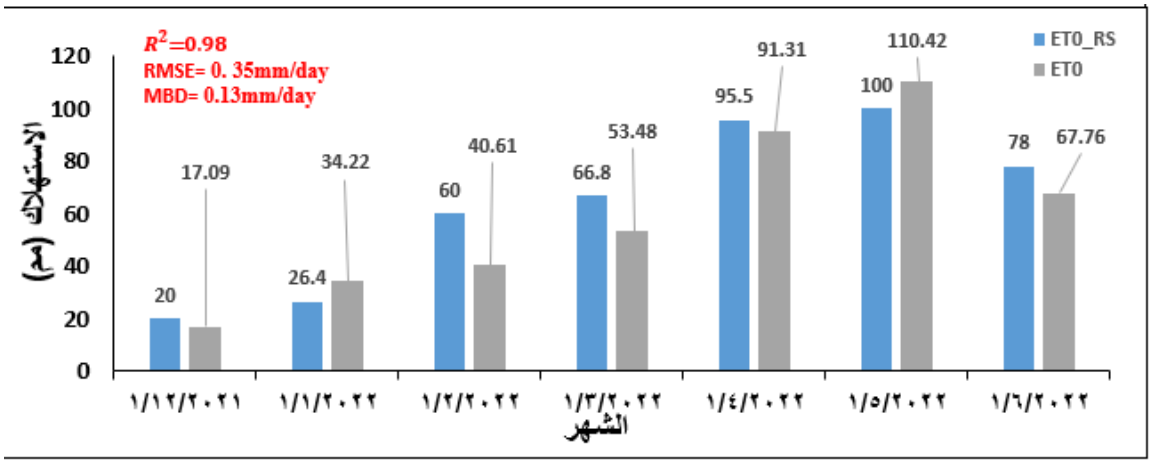
ويبين الشكل (12) قيم الاستهلاك الفعلي خلال فترة الدراسة حيث بلغ أدنى قيمة(9.02)مم في شهر كانون الثاني مرحلة بداية نمو المحصول وأعلى قيمة(103.25)مم كانت في شهر أيار مرحلة النمو الأعظمي للمحصول.



الشكل (12) يبين قيم الاستهلاك الفعليEtc_rs

المقارنة بينET0_RS, ET0 (PENMAN):

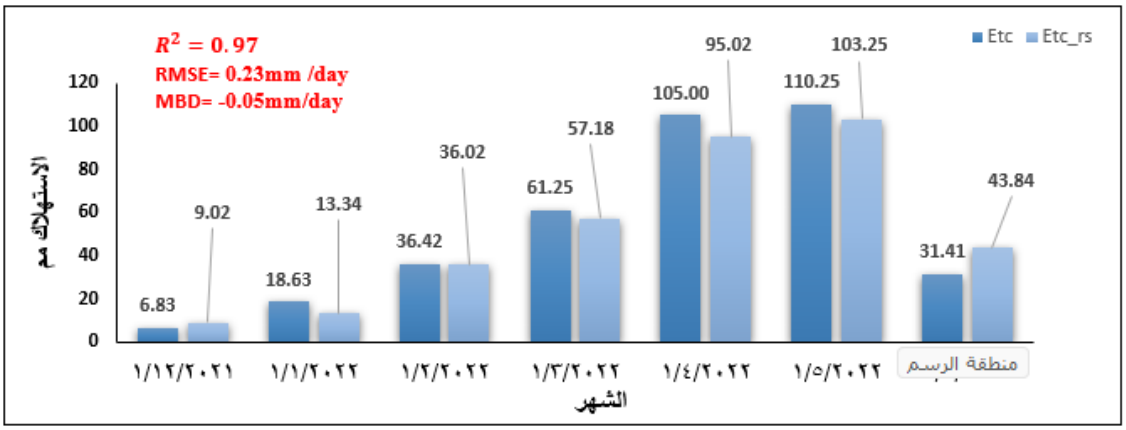
يبين الشكل(13) مقارنة بين قيم البخر نتح المحسوبة من الصور الفضائية وتلك المقاسة حقلياً، حيث يبين أن كلا الطريقتين تسلكان السلوك نفسه في بداية الدراسة من قيم منخفضة تزداد حتى تصل لأعلى قيم في شهر أيار، وكانت قيمة الخطأ المتوسط التربيع منخفضة0.35 مم/يوم والخطأ المطلق 0.13 مم/ يوم وبمعامل ارتباط 0.98%.



الشكل (13) المقارنة بين الاستهلاك المرجعي المحسوب والمقاس

الاستهلاك الفعلي المحسوب من الصور الفضائية والمقاس:

يبين الشكل (14) قيم الاستهلاك الفعلي المحسوب من بيانات الصور الفضائية والمقاس حيث كان الخطأ المتوسط التربيع بين الطريقتين 0.23 مم/ يوم والخطأ المطلق 0.05- مم / يوم وبمعامل ارتباط 0.97 %.



الشكل (14) المقارنة بين الاستهلاك الفعلي المحسوب والمقاس

إن هذه النتائج متوافقة مع نتائج دراسة سابقة أجرتها(دردار،2011) في واحة تدمر بهدف حساب الاحتياج المائي لأشجار النخيل باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وذلك بالمقارنة بين قيم البخر نتح المحسوب من الصور الفضائية والمقاسة في المحطة الأرضية حيث كان الخطأ المتوسط التربيع قيمته 0.65 بينما بلغ الخطأ المطلق 0.01 ملم/ يوم.

ومتوافقة مع دراسة أجريت في وادي الأردن بهدف تقييم البخر نتح لنبات الفصة المحسوب بالصور الفضائية وذلك من خلال مقارنتها مع مثلها المقاسة بطريقة الموازنة المائية حيث بلغ الخطأ المتوسط التربيع0.36 ملم/ يوم (Suleiman وزملاؤه،2008).

الاستنتاجات (Discussion):

1- حساب الاستهلاك المائي الفعلي لمحصول القمح في قرية زبدين التابعة لمحافظة ريف دمشق باستخدام الصور الفضائية تعتبر طريقة دقيقة، إذ أنها اعطت نتائج جيدة نتجت بخطأ متوسط تربيع مقداره0.23 ملم/يوم وخطأ مطلق 0.05-ملم/ يوم.

2- حساب معامل المحصول بالاعتماد على القرائن النباتية المستنتجة من الصور الفضائية تعتبر طريقة دقيقة، حيث كان معامل الارتباط 90% وهي طريقة بسيطة ودقيقة مقارنة بالطرق الأخرى المتبعة.

3- تصلح العلاقة المستنتجة بين معامل المحصول والمؤشر النباتي لظروف منطقة الدراسة والمحصول المدروس.

التوصيات:

1- إجراء أبحاث لحساب الاحتياج المائي لباقي المحاصيل الاستراتيجية عن طريق صور الأقمار الصناعية، حيث تكون النتائج جيدة وأقل كلفة وجهد.

2- إجراء أبحاث لحساب معامل المحصول Kc من القرينة النباتية NDVI المستنتجة من الصور الفضائية، حيث أن الحصول على الـ NDVI بهذه الطريقة من الممكن أن يكون أسهل من قياسها حقلياً

3- إجراء أبحاث مماثلة لاستنتاج علاقات مشابهة لمحصول القمح في باقي المحافظات الرئيسية لزراعة القمح.

التمويل:

هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم الممول501100020595 .

المراجع:

1. أبو راضي، فتحي عبد العزيز (2006): تقنية نظم المعلومات الجغرافية، مبادئ وأسس نظيرة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
2. بلديه، رياض عبد القادر. (2014). فيزياء وميكانيك التربة، كلية الزراعة– جامعة دمشق.
3. بلديه، رياض عبد القادر. (2015). الهيدرولوجيا، كلية الزراعة– جامعة دمشق.
4. حسيان، كفاح. (2012). تقييم الوضع المائي في سوريا من خلال تطبيق مبدأ المياه الافتراضية في القطاع الزراعي. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية.
5. داود، أفين.(2012)، دراسة العلاقة بين معامل المحصول Kc والقرينة النباتية المعدلة NDVI المستنتج من بيانات الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير. قسم الهندسة الريفية. كلية الزراعة. جامعة دمشق.
6. دردار، بنان. (2011)، حساب الاحتياج المائي للأشجار المثمرة (النخيل– الزيتون) في واحة تدمر باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير. قسم الهندسة الريفية. كلية الزراعة. جامعة دمشق.
7. فالح، علي وشعوان، جمال (2012): نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، مبادئ وتطبيقات.

8. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, and M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop requirements. FAO Irrig. Drain. Report modeling and application.

9. Jackson, R.D. and Huete, A.R., (1991) "interpreting vegetation indices" prev vet Med., 11 185-200.

10. Kirda.C:Topcu.S;Kaman.H;Ulger,A.C;Yazici.A;Cetin.M;Derici,M.R(2005):Grainyield response and N fertilizer recovery of eggplant under deficit irrigation. Field Crops Research,93:132-141

11. SCS.1972.U.S.soil conservation service,National engineering Hand book hydrology section4.

12. Soumy,G.and A.Kaysi.2002.Water requirements crops and fruitful trees,Ministery of Agriculture and Agrarian Reform,3-20.

13. Suifan, M. (2006) "Mapping crop types and Evapotranspiration for irrigated crops from Remotely Sensed Data" Doctor Paper, Faculty of Graduated Studies, the University of Jordan.

14. Suleiman, A. A., Crago, R.D. (2008). Analytical land atmosphere radiometer model (ALARM) applied to a dense canopy. Agric. Forest Meteorol., 112, 151-159.