تطور المساحة المنزرعة فيما بين فرعى دمياط ورشيد وتأثيرها على الاستهلاك المائى - دراسة بإستخدام الإستشعار من البعد ونظم المعلومات الجغرافية

اعداد

ناصر حسين سالم صالح.

طالب دكتوراة – قسم الجغرافيا

اشراف

ا.د/ مجدى عبد الحميد محمد السرسى.

استاذ الجغرافيا الاقتصادية – كلية الاداب قسم الجغرافيا- كلية البنات بجامعة عين شمس

د/ محمد احمد محمد الشربينى.

باحث - قسم التطبيقات الزراعية – شعبة الزراعة الهيئة القومية للإستشعار من البعد وعلوم

أصبح توافر المياه العذبة أمراً مهما ومثيراً للقلق فى البلدان العربية، اذ ان الماء هو العائق الرئيسى أمام التنمية الاقتصادية والانتاج الغذائى فى هذه البلدان، ومع ندرة المياه فى هذه المناطق فالزراعة التى تعد اكبر مستهلك للمياه، وأهم قطاع فى الإقتصاد. إن معظم البلدان العربية تقع فى المناطق الجافة وشبه الجافة وتتميز بندرة هطول الامطار وصعوبة التنبؤ بها. فأكثر من 85% من المياه المتاحة فى البلدان العربية تأتى من خارج حدودها.

وتعتبر المشكلة الحقيقية للزراعة المصرية فى الوقت الحاضر ومستقبلاً هى الزحف العمرانى على الاراضى الزراعية بسبب الزيادة السكانية وذلك يؤدى الى تفتيت الملكية والحيازة التى تتمثل فى ان المساحة المتوسطة للحائزين لا تزيد عن الفدان الواحد مما ادى إلى ضعف ادارة المياة والتربة والمحصول ويحتاج الامر الى طريقة يمكن من خلالها تجميع الحيازات والملكيات الزراعية.

كذلك فإن التحدى الاكبر الذى يواجة الزراعة المصرية فى المستقبل هو ضرورة الترشيد الشديد فى استخدام المياة نظرا لان الزراعة هى النشاط الأوحد الذى يتحمل الزيادة الطبيعية فى إستخدام المياه للأغراض المختلفة فى المستقبل ومن هنا فإن الكثيريين يؤكدون ان الزراعة فى مصر تستهلك فى الوقت الحاضر 48 مليار متر مكعب سنوياً لرى مساحة لا تزيد عن 8 مليون سيكون عليها بحلول عام 2017 إستهلاك 30 مليار متر مكعب فقط لرى مساحة تتراوح بين 10-11 مليون فدان، كما انه ينتظر أن يحدث تعديل جوهرى فى التركيب المحصولى بما يسمح بزراعة محاصيل نقدية تصديرية بدلاً من المحاصيل التقليدية التى تستهلك الكثير من المياه ولا تدر العائد المادى المناسب (القوسى2008).

أولاً: موقع منطقة الدراسة.

أ. الموقع الفلكى :

تقع منطقة الدراسة فلكيا بين دائرتى عرض 10 ´ 30° ، 28 ´ 31° شمالا، وبين خطى طول 22 ´ 30° ، 8 ´ 31° شرقا، ويحدها من الغرب فرع رشيد ومن الشرق فرع دمياط ومن الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب محافظة القاهرة شكل (1).

ب. الموقع الجغرافى :

وتقع منطقة الدراسة فى الجزء الشمالى من مصر بين فرعى دمياط ورشيد ممتده من الجنوب إلى الشمال فى شكل مثلث قاعدته ساحل البحر المتوسط وبحيرة البرلس، وقمتة جنوباً حيث التقاء فرعى دمياط ورشيد عند منطقة القناطرالخيرية فى الجزء الجنوبى الغربى من محافظة القليوبية.

ثانياً: مشكلة البحث.

تؤدى الزيادة المستمرة فى عدد السكان والنمو العشوائى غير المنظم على الأراضى الزراعية إلى تقلص مساحتها، كما يؤدى الى زيادة الطلب على المياه مع ثبات حصة مصر من مياه النيل.

أ. تساؤلات الدراسة:

1- هل هناك علاقة بين الزحف العمرانى على الاراضى الزراعية والإستهلاك المائى للمحاصيل.؟
2- ماهى طبيعة العلاقة بين المساحة المنزرعة والإستهلاك المائى لهذه المساحة.؟
3- هل هناك علاقة بين التغير فى دليل الاخضرار NDVI والتغير فى الاستهلاك المائى للمحاصيل Eta.؟

ب. فروض الدراسة:

1- يؤدى الزحف العمرانى إلى التغير فى الإستهلاك المائى.
2- يؤدى أى تغير فى المساحة المنزرعة إلى تغير فى حجم الإستهلاك المائى.
3- التغير فى قيمة دليل الاخضرار والاستهلاك المائى علاقة طردية.

ثالثا:أسباب إختيار الموضوع.

1. ازدياد الكثافة السكانية في مصر مما يزيد الضغط على طلب المياه مع ثبات الحصة المائية لمصر.
2. استخدام تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية في حساب الادلة الخضرية (NDVI) وحساب الاستهلاك المائى(ETa).
3. معرفة العلاقة بين التغير فى قيمة (NDVI) ومقدار الاستهلاك المائى(ETa).
4. محاولة الإسهام فى هذا المجال من النواحى الموضوعية والمنهجية والكارتوجرافية، وتطبيق ما يمكن تطبيقة من تقدم تكنولوجى فى هذا البحث.

رابعا: أهدف الدراسة.

1- رصد التغير فى المساحة المنزرعة وأثر الزحف العمرانى على منطقة الدراسة بين فرعى دمياط ورشيد، بإستخدام مرئيات لاندسات بتاريخ (1984، 1998، 2014).
2- دراسة التغير فى المساحة المنزرعة من خلال دراسة التغير فى مؤشر دليل الاخضرار واتجاه التغير فى قيم دليل الاخضرار.
3- تقدير الاستهلاك المائى للمحاصيل بإستخدام بيانات القمرالصناعىMODIS.

خامساً: المناهج والأساليب.

أ. المناهج.

- المنهج الأصولى The Principal Approach.

يهتم هذا المنهج بدراسة الأسس والقواعد الرئيسية التى تؤثر فى الإنتاج الزراعى، سواء كانت أسساً طبيعية مثل دراسة العناصر المناخية ومدى تأثيرها على الاستهلاك المائى للمحاصيل، أو بشرية مثل الزحف العمرانى على الارضى الزراعية والرى بالغمر، ودراسة الأسس والمبادئ والقوانين الإقتصادية.

- المنهج الاقليمى The Regional Approach.

ويتناول هذا المنهج بدراسة اقليم وسط الدلتا، واظهار شخصيتة التى تميزة عن غيرة من الاقليم الزراعية الاخرى.

ب. الأساليب.

1. الأسلوب الكمى التحليلى.

ويستخدم المعادلات الرياضية فى تحليل التغيرات من خلال معالجة وتحليل الجداول و صور الأقمار الصناعية، وكذلك حساب البخر نتح المحصولى من خلال معادلة بنمان مونتيث، ودليل الاخضرار (NDVI)، ومعدلات التغير فى المساحة المنزرعة، وينقسم إلى:

أ. أسلوب المرئيات الفضائية Landsat

تم استخدام عدد 3 مرئيات فضائية من المسح متعدد الأطياف (TM) بتاريخ 1984، وعدد 3 مرئيات(TM) بتاريخ 1998، وعدد 3 مرئيات(OLI) بتاريخ 2014 جدول رقم (1)، وتم اختيار تاريخ التصوير فى أيام متقاربة فى شهر (أغسطس) لكى تكون فى موسم زراعى واحد لتعطى أفضل نتائج وضمان البعد عن فاصل العروات حتى نضمن تغطية المحاصيل لكافة مساحات الأراضى لإعطاء أفضل النتائج.

جدول رقم (1): المواصفات الفنية للمرئيات الفضائية التى تعتمد عليها الدراسة.

bands	Row	Path	Date	Image
7	38	177	1984/8/26	**Land sat TM 1984**
	39	177	1984/8/26	
	38	176	1984/8/3	
7	38	176	1998/8/26	**Land sat TM 1998**
	38	177	1998/8/1	
	39	177	1998/8/1	
11	39	177	2014/8/29	**Land sat8 OLI 2014**
	38	177	29/8/2014	
	38	176	2014/8/22	

ب. دليل الاخضرار NDVI.

تم استخدام بيانات Modis بدقة مكانية Spatial resolution 1 كيلومتر، فى شهر أغسطس فى الفترة من 2006 الى الفترة 2015 لتقدير قيمة دليل الاخضرار.

NDVI= (NIR-RED) / (NIR+RED)…….... (1)

ج. الاستهلاك المائى ETa.

تم استخدام معادلة بنمان – مونتيث الموصى بها من قبل منظمة الأغذية والزراعة (Allen, et al,1998) والتى يمكن كتابتها كالتالى:

.....(2)

2. الأسلوب الكارتوجرافى.

يعد الأسلوب الكارتوجرافى من أهم أدوات الاتصال بين الجغرافى والملتقيين وخاصة من صانعى القرار، لذالك سوف يستخدم الطالب مجموعة من الخرائط التوزيعية والأشكال البيانية وتحليل صور الأقمار الصناعية ويتم إستخدام تقنية الإستشعار من البعد (Remote Sensing)من خلال برنامجى

الإيرداس إماجين وبرنامج إنفى((ERDAS IMAGINE and ENVI) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System) بإستخدام برنامج (ARCMap/Info)، وتعتمد الدراسة على مجموعة من البرامج التطبيقية فى مجال التقنيات الرقمية، حيث يخصص لكل منها دور واضح.

سادساً: الدراسات السابقة.

أجريت عديد من الدراسات لتقدير الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل الحقلية:
1- دراسات داخل منطقة الدراسة:
دراسة El-Shirbeny et al(2015): بحث منشور، اعتمدت الدراسة على بيانات الاقمار الصناعية landsat7, landsat8, spot4 للتورايخ 2002،2007،2013 فى حساب التغير فى المساحة المنزرعة، تم حساب كمية المياه المستهلكة ETa بواسطة الغطاء النباتى من بيانات القمر الصناعى MODIS بشكل شهرى، وبحساب درجة حرارة السطح LST (Land surface temperature) من بيانات Modis، و حساب دليل الاخضرار NDVI تم تقدير دليل العجز المائى(Water Deficit Index (WDI، ومن خلال معادلة FAO-Penman-Monteith (FPM)، استخدمت لحساب البخر نتج المرجعى (ETo) reference evapotranspiration.
وكانت نتيجة الدراسة من خلال معامل المحصول(Crop coefficient (Kc، ودليل العجز المائىWDI، والبخر نتح المحصول (ETc) potential crop evapotranspiration تم حساب الاستهلاك المائى للمحاصيل

2- دراسات خارج منطقة الدراسة:
دراسة El-Shirbeny, et al (2016): بحث منشور، على منطقة الاسكندرية والمنيا واسوان وتهدف الدراسة الى تقييم نموذج هارجريف فى تقدير الاستهلاك المائى للمحاصيل.
و**دراسة باصهى (2007)**: بحث منشور، حيث قام بإستخدام تطبيق معادلة بنمان مونتيث (ETc) potential crop evapotranspiration لتقدير الاستهلاك المائى لاهم المحاصيل الحقلية للمناطق الزراعية الرئيسية فى المملكة العربية السعودية، وكانت نتائج الدراسة هو ارتفاع الاستهلاك المائى لمحصول القمح فى منطقة المدينة المنورة أكثر من بقية مناطق المملكة لجميع أشهر النمو، وكذلك فى قيمة الاستهلاك المائى الكلى.

المبحث الاول (التغير فى المساحة المنزرعة).

أولا: تم الاعتماد على طريقتين لاكتشاف ومراقبة التغير (Change detection) ومن خلالهما نستطيع تتبع التغير بالغطاء النباتى سواء كان هذا التغير بالزيادة او النقص، ومعرفة العوامل التى أدت إلى هذا التغير فى مساحة المناطق الخضراء سواء كانت هذه العوامل طبيعية أو مسببات بشرية، والطريقة الاولى هى حساب دليل الإخضرار للنباتات فى منطقة الدراسة (NDVI)،

والمنهجية الثانية هى التصنيف غير المراقب (Un-Supervised Classification)، حيث يتم الربط بين الطريقتين للوصول إلى افضل النتائج لمعرفة وتقييم التغيرات فى الغطاء النباتى، وقبل البدء فى تحليل وتفسير مراحل التغير فى غطاء النباتى حيث يتم عمل بعض المعالجات على صور القمر الصناعى المستخدمة فى الدراسة.

تم رصد التغير فى المساحه المزروعه من تصنيف صور الأقمار الصناعية، حيث وجد أن هناك نقص فى المساحه المزروعه فى الفتره من 1984 الى الفتره 1998 يقدر ب(10770) فدانا، والتغير فى المساحه المزروعه بالعجز والنقص فى الفتره من 1998 الى 2014 ويقدر (68752.65) فدانا جدول رقم (2)، ويعنى ذالك ان معدل التغير بالنقص فى المساحه المزروعة سنويا فى الفتره من 1984 الى الفتره 1998 هو(769.2) فدانا، وان معدل التغير سنويا بالنقص فى المساحه المزروعة بين 1998 الى 2014 وهو (4297) فدانا شكل رقم (2)، ويدل ذلك على أن الفقد فى المساحه المزروعة سنويا فى المرحلة الثانية أعلى من مثيلتها فى المرحلة الاولى.

ثانياً: يستخدم مؤشر دليل الاخضرارThe Normalized Difference Vegetation Index لمعرفة الفرق الرقمى القياسي للغطاء النباتي ويعتمد على الاشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي، ويستخدم فى تحليل قياسات الاستشعار عن بعد وتقييم وملاحظة ما إذا كان الهدف يجري القياسات علية يحتوي نبات أخضر حية أو لا(Rouse 1973 et al).

ومن خلال دراسة متوسطات (NDVI) من صور القمر الصناعى (MODIS Data) ودراسة التغير في مؤشر دليل الاخضرار فى شهر أغسطس فى الفترة الزمنية من 2006 إلى الفترة 2015، تم أيضاً دراسة متوسطات (ETa) الاستهلاك المائى للمحاصيل من صور القمر الصناعى (MODIS) بإستخدم بعض الخورازميات والمعادلات الرياضية، للموسم الصيفى ايضاً فى شهر أغسطس، مما يدفعنا إلى معرفة العلاقة بين قيمة NDVI ومعدلات الاستهلاك المائى (ETa) لنفس الفترة (YANG et al., 2015) جدول رقم (3).
ونظرأ لعدم توافر البيانات فى بعض الفترات الزمنية فى حساب متوسطات(ETa،NDVI)، فكانت دراسة (NDVI) فى الفترة من 2006 الى الفترة 2015، وكانت دراسة الاستهلاك المائى فى الفترة من 2000 الى الفترة 2013، وبناءاً على ذلك تمت المقارنة والدراسة ل(ETa،NDVI) فى الفترة الزمنية من 2006 الى الفترة 2013.

جدول رقم (3) متوسط دليل الاخضرار والاستهلاك المائى لبيانات القمر الصناعى (MODIS) المستخدمة فى الدراسه.

السنة شهر أغسطس	متوسط الاستهلاك المائى(ETa) مم/شهر	متوسط دليل الإخضرار
2000	147.67	-
2001	144.817	-
2002	146.638	-

2003	151.02	-
2004	152.223	-
2005	150.87	-
2006	150.06	0.893
2007	151.25	0.899
2008	147.04	0.845
2009	146.11	0.871
2010	142.54	0.827
2011	148.5	0.859
2012	148.5	0.846
2013	188.22	0.861
2014	-	0.838
2015	-	0.862

يتم تمثيل قيم دليل الإخضرار (NDVI) من الناحية النظرية، كنسبة تتراوح قيمة من (-1.0 إلى 1.0)، وكلما اقتربت القيم من الواحد دل ذالك على أن النباتات شديدة الخضرة بالإضافة إلى زيادة كثافة النباتات بالتربة، وكلما قلت القيمة عن الواحد كلما قلت كمية الكلوروفيل فى النباتات، وتشير القيم القريبة جدا من الصفر(القيم السالبة) إلى الأراضى غير المزروعة.
تتراوح متوسطات قيم دليل الاخضرار فى الجدول رقم(3) ما بين (0.82 الى 0.89) مع استبعاد القيم السالبة والتى تساوى صفر، ويتضح من ذلك أن الإتجاه العام لقيم دليل الأخضرار شكل رقم (4)، شكل رقم (5)، تتجه جميعها الى الإنخفاض وهو ما يثبت صحة إتجاه المساحة المزروعه فى الدلتا بشكل عام ومنطقة الدراسة للإنخفاض والتقلص، وهى نتيجه مطابقة تماما لما تم حسابه من بيانات القمر الصناعى الامريكى لاندسات (Landsat) مع اختلاف تاريخ البيانات وذلك لعدم توافر بيانات القمر (MODIS) لنفس التاريخ .

المبحث الثانى (الإستهلاك المائى).

تعد معرفة الاستهلاك المائى للمحاصيل الزراعية الركيزة الأساسية لعملية التخطيط والإدارة الناجحة للمياه فى المجال الزراعى. لذا فقد اهتم عديد من الباحثين بذلك، وطوروا طرقاً عدة لقياس تقدير الاستهلاك المائى للمحاصيل المختلفة. ومن تلك الطرق ماهو مباشر كالليسمترات وطرق قياس التغير فى المحتوى الرطوبى للتربة فى منطقة جذور النبات، ومنها أيضاً طرق تجريبية (معادلات) تعتمد على الظروف المناخية السائدة فى منطقة الدراسة. وتعتبر معادلة بنمان(Penman) التى طورت عام 1984م أهم المعادلات المستخدمة لتقدير البخر-نتح المرجعى (Jensen et al., 1990) وساعد على انتشار تلك المعادلة نشر منظمة الأغذية والزراعة الورقة 24 والتى تشمل وصف تفصيلى لاستخدام تلك المعادلة (Doorenbos and Pruitt, 1977). وفى المقابل قام مونيث (Monteith) عام 1965م بإضافة عامل مقاومة سطح المحصول للرياح إلى معادلة بنمان لينتج ما سمى بمعادلة بنمان - مونتيث (Penman-Monteith). وقد حد من استخدام

تلك المعادلة صعوبة الحصول على البيانات اللازمة لها. وبالرغم من انتشار استخدام معادلة بنمان إلا أنه وجد أن القيم المقدرة بواسطتها للبخر- نتح المرجعى أعلى من القيم المقاسة بقيمة قد تصل إلى 25% (Allen et al., 1998) and (Smith, 1992).

تم استخدام بيانات MODIS بدقة مكانية Spatial resolution 5كيلومترات، ودقة زمانية 30Temporary resolution يوم فى شهر اغسطس فى الفترة من 2000 الى 2013 لمنطقة الدراسة.

بيانات القمر الصناعى MODIS16 للبخر نتح ET، والتى قدرت بواسطة (Mu et al.2011)، بعد اجراء عملية التحسين خورازيمات البخر نتحET (Mu et al.2007).

خورازميات البخر نتحET، والتى اعتمدت فى حسابها على معادلة بنمان مونتيث

Penman-Monteith equation (Monteith 1965)

ويعرف الاستهلاك المائي بأنه كمية الماء المفقود بالكامل نتيجة البخر والنتح من النبات والتربة مضافاً إلى كمية الماء المستعملة في بناء الأنسجة والعمليات الحيوية للنبات التي تشكل 1% أو أقل من كمية المياه المستهلكة بعمليتي البخر-نتح، ويعبر عن الاستهلاك المائي بعمق مكافئ من الماء (مم/يوم، مم/شهر، مم/موسم). وبما أن المستهلك في بناء أنسجة النبات ضئيل جداً مقارنة بالاستهلاك المائي، لذا استخدم المصطلح البخر- نتح للدلالة على الاستهلاك المائي(دليل استخدام المياه، الاردن، 2006، ص13).

وتعد ابسط طريقة لمعرفة الاحتياجات المائية للمحصول هى معرفة كمية المياه التى يخسرها المحصول عن طريق عمليتى البخر والنتح حيث وجد أن 99% من كمية الماء يفقدها المحصول عن طريق تلك العمليتين (دليل استخدام المياه، الاردن، 2006، ص18).

ونظرأ لعدم توافر البيانات فى بعض الفترات الزمنية فى حساب متوسطات(ETa،NDVI)، فكانت دراسة (NDVI) فى الفترة من 2006 الى الفترة 2015، وكانت دراسة الاستهلاك المائى فى الفترة من 2000 الى الفترة 2013، وبناءاً على ذلك تمت المقارنة والدراسة ل(ETa،NDVI) فى الفترة الزمنية من 2006 الى الفترة 2013.

ومن خلال دراسة متوسطات (NDVI) من صور القمر الصناعى (MODIS) ودراسة التغير فى مؤشر دليل الاخضرار فى شهر أغسطس فى الفترة الزمنية من 2006 الى الفترة 2015، تم أيضاً دراسة متوسطات (ETa) الاستهلاك المائى للمحاصيل من صور القمر الصناعى (MODIS) شكل رقم (6)، شكل رقم (7) بإستخدم بعض الخورازميات والمعادلات الرياضية، للموسم الصيفى خلال شهر أغسطس، مما يدفعنا إلى معرفة العلاقة بين قيمة (NDVI) ومعدلات الاستهلاك المائى (ETa) لنفس الفترة.

الخلاصة.

تعد عملية رصد ومتابعة التغير فى الغطاء النباتى سواء بحساب التغير فى المساحات المنزرعة عبر سلسلة زمنية متواترة من خلال صور الاقمار الصناعية، أو بإستخدام الأدلة الخضرية فجميعها عمليات ضرورية لمجموعة واسعه من التطبيقات، مثل ادارة الموارد الطبيعية، حماية البيئة، ودراسات تغير المناخ.

حيث توجد علاقة قوية بين خريطة التركيب المحصولى والمياه، فأى تغير فى خريطة التركيب المحصولى فى منطقة الدراسة سواء فى المحاصيل الشتوية أو المحاصيل الصيفية يتبعة تغير أيضاً

فى الكمية المستخدمة من المياه للرى والعكس صحيح، ولا تقتصر العلاقة فقط على التركيب المحصولى والمياه بل تمتد أيضا إلى عنصر أخر مهم وهو عنصر المناخ المتحكم فى هذه المنظومة، فالسمة العامة لمنطقة الدراسة أنها تستهلك كمية كبيرة من المياه فى الموسم الزراعى الصيفى أكثر من المواسم الزراعية الأخرى نظراً للظروف المناخية السائدة من ارتفاع فى درجة الحرارة أو شدة الرياح، أو الاشعاع الشمسى وغيرها، وخريطة التركيب المحصولى السائدة بإعتبارها من العناصر الأكثر فاعلية.

ومن خلال الدراسة والمقارنة لبيانات دليل الاخضرار والاستهلاك المائى للمحاصيل لنفس الفترة الزمنية تبين أن أقل قيمة لدليل الاخضرار كانت (0.82) وفى المقابل أقل قيمة للإستهلاك المائى للمحاصيل كانت فى نفس الفترة 2010 وكانت 142.54مم/شهر، وكانت أعلى قيمة لدليل الأخضرار فى الفترة 2007،2006 فكانت (0.893)، (0.899)على التوالى وكانت أعلى قيمة الإستهلاك المائى لنفس الفترة كانت (150.06)،(151.25) مم/شهرعلى التوالى، وذلك يدل على أن العلاقة بين دليل الإخضرار والاستهلاك المائى علاقة طردية، كلما قلت قيمة دليل الاخضرار قلت معها قيمة الاستهلاك المائى للمحاصيل والعكس صحيح.
توصى الدراسة بالمتابعة المستمرة للتغيرات التى تحدث على وسط الدلتا، والتوسعات العمرانية فى الصحارى لاستيعاب النمو الديموجرافى المتزايد العشوائى، والحفاظ على رقعة الاراضى الزراعة من التدهور، كما توصى الدراسة بإستخدام نظم الرى الحديثة بدلاً من الرى التقليدى (الرى بالغمر) لترشيد إستخدام المياه، وإعادة النظر فى خريطة التركيب المحصولى بزراعة محاصيل أقل استهلاكاً للمياه وذات عائد اقتصادى جيد.

أولاً: المراجع باللغة العربية.

1. **جلال محمد البدرى باصهى (2007):** تقدير الاستهلاك المائى لاهم المحاصيل الحقلية للمناطق الزراعية الرئيسية فى المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: علوم الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، م18ع1،ص ص43-59 (2007م/1428ه).
2. **ضياء الدين القوسى (2008):** ورقة بحثية، المنتدى العاشر، الادارة المتكاملة للمياه فى مصر، 2 مارس 2008، فندق ماريوت القاهرة.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

1. **El-Shirbeny, Alsersy, Saleh, and Taleb, (2015):** Changes in Irrigation Water Consumption in Nile Delta of Egypt Assessed by Remote Sensing, Saudi Society for Geosciences 2015, DOI 10.1007/s12517-015-2005-2**.**

2. **Mohammed A. El-Shirbeny, Bassam Abdellatif, Abd-Elraouf M. Ali1, Nasser H. Saleh (2016):** EVALUATION OF HARGREAVES BASED ON REMOTE SENSING METHOD TO

ESTIMATE POTENTIAL CROP EVAPOTRANSPIRATION, International Journal of GEOMATE, July, 2016, Vol. 11, Issue 23, pp. 2143-2149 Geotec., Const. Mat. & Env., ISSN: 2186-2982(Print), 2186-2990(Online), Japan.

3. **Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998)**: Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements - FAO Irrigation and drainage Paper No. 56. FAO -Food and Agriculture Organization of the United Nations,Rome, Italy.

4. **Monteith, J.L. (1965):** Evaporation and the Environment, In: The State and movement of water in living organisms, XIXth Symposium Soc. for Exp. Biol., Swansea, Cambridge University Press, pp: 205-234.

5. **Mu, Q., F.A. Heinsch, M. Zhao, and S. W. Running, (2007)**: Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data, Remote Sensing of Environment, 111, 519-536, doi: 10.1016/j.rse.2007.04.015.

6. **Mu, Q., M. Zhao, S.W. Running (2011):** Improvements to a MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration Algorithm. Remote Sensing of Environment, 115 (8), 1781-1800**.**

7. **YANG Jian-ying, MEIXu-rong,HUO Zhi-guo, YANChang-rong, JUHui,ZHAO Feng-hua and LIUQin(2015):**Water Consumption in Winter Wheat and Summer Maize Cropping System Based on SEBAL Model in Huang-Huai-Hai Plain, China, Journal of Integrative Agriculture, Doi: 10.1016/S2095-3119(14)60951-5.

8. **Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Deering (1973):** Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, and 309-317

9. **Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. (1990):** Evapotranspiration and IrrigationWater Requirements, ASCE Manual No. 70 New York, NY. USA.

10. **Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1977)**: Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements,FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, Italy.

11. **Monteith, J.L. (1965):** Evaporation and the Environment, In: The State and movement of water in living organisms, XIXth Symposium Soc. for Exp. Biol., Swansea, Cambridge
12. University Press, pp: 205-234.

13. **Smith, M. (1992)**: Report on the Expert Consultation on Revision of FAO Methodology for Crop Water Requirements, FAO. Rome, Italy.

14. **Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998)**: Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements - FAO Irrigation and drainage

ثالثاُ: المصادر باللغة العربية:

1- دليل استخدام المياه المستصلحة للرى فى وادى الاردن (2006): مشروع المياه المستصلحة سلطة وادى الاردن، دليل عملى تطبيقى، تشرين أول2006.

رابعاُ: المصادر باللغة الاجنبية:

1. **FAO(56):**Irrigation and Drainage Paper, Crop Evapotranspiration.
2. **Paper No. (FAO56)**: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.