التحليل المورفورمتري الكمي لحوض وادي المر وتقييم نوعية المياه الجارية فيه

هدى هاشم بدر*

الملخص

في ظل النقص الحاد في الموارد المائية على المستوى العالمي، استُحدِثَتْ تقنيات حديثة في مجال إدارة الموارد المائية غير التقليدية وتنميتها، منها حصاد المياه واستخدام المياه المالحة وعَدَّ هذه المياه مورداً مهماً لأغراض الري. في هذا البحث دُرِسَ وادي المر وقُيِّمَت المياه الجارية فيه(مياه الأمطار ومياه البزل الفائضة من مشروع ري الجزيرة الشمالي). استخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS Arc View في التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر وحُدِّدَت الخواص المورفولوجية وأُعِدَّت الموازنة المائية الهيدرولوجية للمنطقة، ورُسِمَت الخرائط الخاصة بذلك. أجريت الفحوصات الكيميائية والفيزيائية لمياه وادي المر، وذلك بقياس قيم التوصيل الكهربائي والتركيز الكلي للايونات (Na,Ca,Mg,K,HCO3,SO4and Cl) في هذه المياه وتحليل النتائج التي تم الحصول عليها من هذا البحث، فكانت مياه وادي المر متوسطة الملوحة. وتبيّن إمكانية استخدام مياه وادي المر لأغراض الري وزراعة الشعير والحنطة دون أن يتأثر الإنتاج كثيراً وكذلك النباتات التي تتحمل الملوحة، واستعماله في غسل الترب الملحية.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي المر، نظام المعلومات الجغرافية GIS Arc View، التحليل المورفومتري الكمي ومياه البزل

* مدرس مساعد –مركز بحوث السدود والموارد المائية- جامعة الموصل – العراق

1. المقدمة

إن الاستخدام الأمثل الموارد المائية يجري من خلال التحليل الكمي والنوعي للموارد المائية وتقييمها لتلبية الاحتياجات المختلفة. ففي ظل النقص الحاد في الموارد المائية على المستوى العالمي، استُحدِثَتْ تقنيات حديثة في مجال إدارة الموارد المائية وتنميتها والتقليل من الاعتماد على المصادر التقليدية ولاسيَّما المياه الجوفية غير المتجددة، من هذه التقنيات الاستفادة من مياه السيول والأمطار واستخدام المياه المالحة في الري (التي تشمل مياه البحر ومياه البزل والمياه الفائضة في مشاريع الري والمياه الجوفية المالحة).

إن معظم مشاريع الري القائمة حالياً في الوطن العربي قد شيدت في حقبة زمنية لم يتم فيها التقدير المناسب لندرة المياه، كما أنَّ هذه المشاريع لم تشهد التطور والتحديث وإعادة التأهيل اللازمة لمواكبة التقنيات الحديثة. تشكل مياه البزل في معظم الدول العربية أكبر كمية من المياه غير التقليدية، فتصل في بلدان أسكوا إلى نحو 10 مليارا متر مكعب. تعدُّ مصر أكثر الدول العربية التي تستخدم مياه البزل في ري الحنطة والشعير والقطن وأشجار الزيتون والنخيل واليوكالبتوس والأعلاف. في سورية تم استخدام مياه بزل تتراوح ملوحتها (8.2- 11.2 ديسيسيمنز.م-1) في ري القمح والشعير والقطن والأعلاف والحصول على محصول جيد وبدون أن تزداد ملوحة التربة، ووصلت كمية مياه البزل المستعملة الى2.1 مليار متر مكعب /سنة. في العراق تقدر مياه البزل 6.6 مليار متر مكعب سنويا[2]. في مصر 15 مليار متر مكعب /سنة من مياه البزل تصب في نهر النيل والبحيرات والبحر المتوسط و(5.9) مليار متر مكعب /سنة من هذه المياه استُخدِمَتْ للزراعة 40500 هكتار من الأراضي وراوحت ملوحتها بين (7.8- 18.8 ديسيسيمنز.م-1)[3].

يعدُّ مشروع ري الجزيرة الشمالي من المشاريع المهمة في العراق، تستخدم فيه طريقتان للري هما الري بالرش والري بالغمر. ونظام البزل المتبع في مشروع ري الجزيرة الشمالي هو نظام البزل السطحي، ويتكون من شبكة من المبازل الحقلية الموازية لقنوات التغذية، وتصب في المبازل المجمعة أو المجمعة الرئيسة، وأحياناً تصب في الوادي المر مباشرة. يعد وادي المر المبزل الرئيسي في المشروع، ويمتد من جهة الغرب إلى الشرق فاصلاً أراضي المشروع إلى قسمين وتصب فيه مياه الأمطار المنحدرة من الأراضي المحيطة به، ويصب في نهر دجلة.

هَدَفَ هذا البحث إلى التقييم الكمي والنوعي لمياه وادي المر. من خلال إجراء تحليل مورفومتري كمي لحوض وادي المر لتحديد الخواص المورفولوجية وباستخدام نظام المعلومات الجغرافية، GIS Arc View وحساب الموازنة المائية لوادي المر، وإجراء الفحوصات الكيميائية والفيزيائية للمياه، ودراسة إمكانية الاستفادة منها في أغراض الري وغسل الترب المتأثرة بالملوحة واستصلاحها .

2. منطقة البحث

تمتد منطقة البحث بين خطي طول(ً30 َ30 °42 - ً30 َ30 °41) شرقاً ودائرتي عرض(ً00 َ00 °37 - ً30 َ00 °36) شمالاً. يقع حوض وادي المر في الجزء الشمالي الغربي من محافظة نينوى، وتمتد تفرعاته داخل القطر السوري. يعدُّ وادي المر من أبرز المعالم الطبيعية في سهل سنجار الشمالي تنحدر معظم تفرعاته من جبل سنجار ويصب في نهر دجلة عند مدينة اسكي موصل. تصب فيه العديد من الوديان أهمها وادي الكسك والشور ووديان أخرى قادمة من جبلي اشكفت والكصير. وتمتاز هذه المنطقة بطوبوغرافية شبه مستوية مع انحدارات قليلة، وفي الزاوية الجنوبية الشرقية توجد مرتفعات جبل

كصير، وكذلك هناك مرتفعات اشكفت جنوب منطقة البحث. عند تنفيذ مشروع ري الجزيرة الشمالي، اعتُمِدَ وادي المر كمبزل رئيسي لتصريف مياه شبكة البزل السطحية في المشروع (وتشمل مياه الأمطار والسيول ومياه البزل الحقلية والمياه الفائضة من القنوات عن طريق المهارب والقناطر)، بلغ طوله ضمن المشروع 30 كم. أعلى تصريف تصميمي للوادي 44 متراً مكعباً /ثانية باحتمالية حدوث مرة كل 100 سنة وأقل تصريف قيسَ 7م^3/ثا خلال فصل الصيف[4].

قد تم الحفاظ على مسار وادي المر وأجريت عمليات تهذيب في بعض مقاطعه لاستيعاب التصريف التصميمي واستخدمت روافده الرئيسية كمبازل مجمعة واستحدثت مبازل في المناطق الخالية من الوديان الطبيعية. لتصريف مياه المبازل الحقلية والمياه الفائضة من القنوات عن طريق المهارب، وكذلك لاستقبال موجات الأمطار المفاجئة من المناطق المحاذية لأراضي المشروع وتصريف مياه القنوات المغذية عند حدوث خطأ في التشغيل [5]. الشكل (1)يمثل صورة فضائية لمنطقة البحث. والشكل (2)يمثل وادي المر وشبكة المنازل التي تصب فيه داخل مشروع ري الجزيرة الشمالي.

3. المواد وطرائق العمل

جُمِعَتْ في هذا البحث الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والبيانات الخاصة بوادي المر واستُخدِمَ نظام المعلومات الجغرافية GIS Arc View في تحديد الخواص المورفومترية والمائية وإعداد الخراط الخاصة بذلك وعمل الموازنة المائية المائية لحوض وادي المر. كذلك حُلِّلَتْ مياه وادي المر حيث جمعت ثلاث عينات من مياه وادي المر قبل قرية عوينات(في شهر حزيران 2007) باستخدام زجاجات نظيفة وأُجريتِ الفحوصات الآتية:

- الدالة الحمضية PH باستخدام PH meter وسجلت القراءة بعد تعديل درجة حرارة الجهاز بحيث تكون مساوية لدرجة حرارة العينة.
- التوصيل الكهربائي EC استُخدِمَ جهاز EC meter وسجلت القراءات بعد تعديل درجة حرارة الجهاز الى25 م.
- تركيز ايون الصوديوم باستخدام طريقة مطياف اللهب Flame Photometric Method
- تركيز ايون البيكاربونات بتسحيح حجم معلوم ضد محلول نترات الفضة القياسي، وباستخدام محلول كرومات البوتاسوم كدليل يحدد نقطة انتهاء التفاعل.
- تركيز ايون النترات باستخدام المطياف. أجريت الفحوصات في مختبر البيئة في كلية العلوم /جامعة الموصل.

أ- التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر

استُخدِمَ نظام المعلومات الجغرافيةGIS Arc View في التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر وحُدِّدَتِ الخواص المورفولوجية والمائية للمنطقة. لرسم شبكة التصريف استُخدِمَتِ الخرائط الطبوغرافية وبمقياس (1:25000)، وحُوِّلَتْ إلى خرائط رقمية باستخدام الجهاز الماسح الضوئي (ORITE VC3260). استخدم نظام المعلومات الجغرافيةGIS Arc View لرسم ثماني طبقات شفافة، الأولى خاصة بحدود الحوض الخارجية، والثانية تمثل بحيرة سد الموصل ونهر دجلة، وباقي الطبقات تمثل رتب المجاري المائية من الرتبة الأولى إلى السادسة. واستخدم الخط لرسم الأطوال والمضلعات لرسم المساحات. ويعتمد التحليل المورفومتري الكمي على دقة رسم شبكات تصريف المياه، والتحديد الدقيق لبداية الوديان وانحداراتها نحو بعضها بعضاً لتكوين رتب المجاري المائية، ومن ثمَّ بناء شبكة التصريف

السطحية للمنطقة. استخدم نظام المعلومات الجغرافية GIS Arc View في القياسات الآتية لحوض وادي المر:

1. الخصائص المساحية للحوض (Catchment's Area Properties) التي لها أهمية كبيرة لأنها تؤثر بشكل مباشر في حجم الجريان المائي . قيست مساحة الحوض ومحيطه وطوله باستخدام نظام المعلومات الجغرافيةGIS Arc View، وقد كانت مساحة الحوض (2033) كم مربع، ومحيط الحوض(612)كم، وأقصى طول الحوض(183)كم.
2. الخصائص الشكلية (Shape Properties) بالاعتماد على:

- الاستدارة(Circularity Ratio): تشير إلى مدى تقارب أو تباعد شكل الحوض عن الشكل الدائري. بلغت نسبة تماسك المساحة(0.7)وكانت قريبة من الواحد مما يدلُّ أن شكل الحوض يبتعد عن المستطيل ويقترب من الشكل الدائري.
- نسبة تماسك المحيط (Circumference Circularity Ratio): كلما اقتربت النسبة من الواحد دلَّ على ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، أي قوة الترابط بين أجزاء الحوض وانتظام خطوط المياه. بلغت نسبة تماسك المحيط(1.2)؛ وهذا يعني أنَّ الحوض يبتعد عن الشكل المستطيل ويقترب من الدائري (هذه النتيجة تنطبق مع نسبة تماسك المساحة).
- معامل شكل الحوض(Form Factor): يستدل منه على مدى ابتعاد شكل الحوض من المثلث أو اقترابه، وتنحصر قيمته بين(0-1). تدلُّ قيمة المعامل المنخفضة على اقتراب شكل الحوض من المثلث، وتكمن أهمية هذا المعامل في معرفة سرعة وصول موجات الفيضان إلى الذروة. بلغ معامل شكل حوض وادي المر0.1، هذه القيمة المنخفضة تدلُّ على تأخر وصول موجة الفيضان بعد حدوث العاصفة المطرية أي إنَّ قطرة الماء تحتاج إلى زمن طويل نسبياً للوصول إلى المجرى الرئيسي [6].
- نسبة الاستطالة(Basin Elongation): تتحكم هذه الخاصية بدرجة كبيرة بكمية المياه التي يتم تجهيز المجرى الرئيسي بها، فهي تعطي الدلالة عن تصريف المياه، وسرعة وصولها إلى المصب الرئيسي، وكانت 0.5 [6].
- نسبة التضرس(Relief ratio) :هي مؤشر جيد لتخمين الرواسب المنقولة حيث تزداد نسبتها مع زيادة نسبة التضرس، وكذلك سرعة وصول موجة الفيضان الموسمي، وقد بلغت نسبة التضرس 13.2. تعد منطقة الدراسة جزءاً من سهل سنجار الشمالي الذي تتسم الطبقات فيه بكونها شبه أفقية إلا أنَّه بسبب الرواسب المنقولة من الطيات المحدبة في عصر البلايوسين تحولت إلى منطقة سهول تجميعية فأكسبتها صفة السهول قليلة التضرس[7].

4.خصائص الشبكة النهرية(Stream Net Work Properties):وتشمل هذه الخصائص المراتب النهرية، ونسبة التشعب وكثافة التصريف؛ وتساعد في توضيح العلاقات المائية وأجزاء شبكة التصريف السطحية.

- المراتب النهرية و أطوالها (Stream Order): يقصد بها التدرج الرقمي لمجموعة الروافد التي يتكون منها حوض الوادي، كان حوض وادي المر من الرتبة السادسة أي إنَّ المجرى الرئيسي للوادي يستلم كميات كبيرة من المياه الموسمية على شكل جريان سطحي . وجدول(1) يوضح المراتب النهرية لحوض وادي المر.
- نسبة التشعب (Bifurcation Ratio): من المقاييس المهمة لكونها تتحكم في معدل التصريف، والاختلاف في نسب التشعب يعكس اختلافاً في مقاومة الصخور

للتعرية، وتباين نفاذيتها، وسعة الترشيح فيها، والوضع التضاريسي

الجدول(1)المراتب النهرية لحوض وادي المر

الرتبة	العدد	الطول كم
1	616	844
2	166	471
3	37	203
4	10	98
5	2	30
6	1	17

للمنطقة خصوصاً عامل الانحدار وعادة تراوح نسبتها (3-5)[8]. كانت نسبة التشعب لوادي المر ضمن نسب التشعب القياسية إذْ بلغت (3) فأراضي حوض وادي المر ذات التربة مزيجية متوسطة النفاذية؛ مما يؤدي إلى قلة السيح السطحي، ومنه قلة قيمة نسبة التشعب، وهذا ما يوضحه نظام التصريف السطحي ونسبة التشعب في تلك المنطقة.

- كثافة التصريف المائي (Drainage Density): إن درجة انتشار شبكة التصريف السطحية وتفرعها ضمن مساحة محددة هي ذات أهمية كبيرة من الناحيتين المورفولوجية والمائية؛ لأنها من العوامل المسيطرة على سرعة جريان المياه ومعدل التصريف بعد سقوط الأمطار؛ ومن ثم يكون لها تأثير في علميات التعرية المائية تم إيجاد:

أولا: كثافة التصريف الطولية(Longitudinal Discharge Density)، وهي النسبة بين مجموع أطوال الجداول المائية والمساحة الكلية للحوض، وكانت(0.8). وحسب تصنيف (strahler) للأحواض المائية .

ثانياً: كثافة التصريف العددية أو التكرار النهري (Stream Frequency)، وهي النسبة بين عدد الجداول المائية للرتب جميعها إلى مساحة الحوض وكانت (0.403). يمتاز حوض وادي المر بكثافة تصريف منخفضة، ويعزى ذلك إلى كون معظم أجزاء الحوض واقعة ضمن أراضٍ قليلة الانحدار. وكان نظام التصريف في المنطقة هو النظام الشجري [8].

ب- الموازنة المائية لحوض وادي المر

أجريت الموازنة المائية باستخدام البيانات المناخية الخاصة بمحطات أنواء موصل وسنجار وتلعفر وربيعة والبعاج للسنوات (1985-2002) اختيرت السنة1999كسنة جافة و2002 كسنة رطبة [9]. واختير شهر آذار من كل سنة لإجراء الموازنة المائية الهيدرولوجية لحوض وادي المر. استخدام البرنامج الحاسوبي CROPWAT في حساب التبخر والنتح ETP وكمية المياه المرشحة، كما حُسِبَ الجريان السطحي Esوكمية الضائعات العميقة التي تذهب كتغذية للمياه الجوفية باستخدام المعادلات (1و2و3). الجدول(2) يبيّن النتائج الموازنة المائية التي تم الحصول عليها.

حساب الموازنة المائية[10]:

$$BH = P - ETP - Es - Dr = 0 \quad \text{------(1)}$$

$$Dr = P_{eff} - ETP \quad \text{------(2)}$$

$$Es = P - P_{eff} - ETP \quad \text{-------(3)}$$

BH= الموازنة المائية

P= إجمالي كمية الأمطار الهاطلة خلال مدة زمنية ما (ملم).

ETP= إجمالي كمية الأمطار المفقودة بـ (التبخر-نتح) خلال المدة الزمنية نفسها (ملم).

Es= كمية الجريان السطحي لمساحة محددة من الأرض للمدة الزمنية نفسها (ملم).

Dr= كمية الضائعات العميقة المدة الفترة الزمنية نفسها (ملم).

P_{eff}= الأمطار الفعالة خلال مدة زمنية ما (ملم)

كمية الجريان السطحي خلال شهر **آذار**/2002(سنة الرطبة)=23600 متر مكعب/كم^2

كمية الجريان السطحي خلال شهر **آذار**/1999(سنة الجافة)= 1200 متر مكعب/كم^2

حجم الجريان السطحي لحوض وادي المر خلال شهر **آذار**2002(سنة الرطبة) = 23.6 × 2033=47978 متر مكعب

حجم الجريان السطحي لحوض وادي المر خلال شهر **آذار**1990 (سنة الجافة) = 1.2 × 2033=2440 متر مكعب.

ت- تقييم نوعية مياه وادي المر:

يعتمد مدى ملائمة مياه البزل للري على نوعية مياه البزل ونوع النبات والمناخ والتربة وطريقة الري والمدة بين الريات. وبغرض الاستفادة من مياه وادي المر في الري وغسل الترب المتأثرة بالأملاح في المنطقة يجب تعرّف مكوناته الكيميائية، ويبيّن الجدول (3) نتائج الفحوصات التي تم الحصول عليها من خلال البحث والفحوصات التي أجريت على مياه وادي المر خلال السنوات السابقة قبل قرية عوينات.

فكانت أكثر الايونات الموجبة تركيزاً في هذه المياه هي الكالسيوم والمغنيسيوم، أمَّا الايونات السالبة فأكثرها وجوداً هي الكلوريدات وأقلها تركيزا النترات. بلغت قيم التوصيل الكهربائي لمياه وادي المر خلال البحث (7.6 ديسيسيمنز .م-1)، عند مقارنتها بالنتائج التي تم الحصول عليها قبل تنفيذ المشروع والتي كانت (4.35 ديسيسيمنز.م-1)، نلاحظ ازدياد تركيز الأملاح في مياه وادي المر بعد تشغيل مشروع ري الجزيرة الشمالي، وتحول وادي المر إلى مبزل رئيسي للمشروع. كما أنَّ كمية الأملاح الذائبة في مياه وادي المر بلغت (6080 ملغم /لتر)، وكانت قبل تنفيذ المشروع (2784 ملغم /لتر). فهذه المياه طبقاً لتصنيف الفاو لمياه الري، تعدُّ من الصنف الثالث، أي مياه متوسطة الملوحة. يعدُّ التقسيم الوارد في نشرة منظمة الأغذية والزراعة الدولية (FAO) رقم (29) [12] والموضح في الجدول (4) هو الأساس في تفسير صلاحية المياه للري، وبناء"على ذلك فقد قُسِّمَتْ مياه الري إلى ثلاث مجموعات رئيسية من حيث درجة القيد على الاستخدام وهي:

المجموعة الأولى: وهي مجموعة المياه التي تستخدم دون قيود أو محاذير وتصلح لري النباتات جميعها عند نسبة 90% من الإنتاج.

المجموعة الثانية: وفيها قيود الاستخدام بين (خفيفة ومعتدلة) وتصلح لري معظم النباتات متوسطة الحساسية للملوحة، وبعض النباتات متوسطة المقاومة للملوحة، مع ضرورة توافر إدارة جيده وإضافة احتياجات الغسيل بنسبة 15-20%من الاستهلاك المائي للنبات.

المجموعة الثالثة : وفيها قيود الاستخدام مشددة وهذه المياه تصلح لري النباتات المقاومة للملوحة والمزروعة في أراضٍ جيدة النفاذية والصرف مع إضافة مياه الغسيل بنسبة 20-25% من الاستهلاك المائي للنبات. إنَّ حدوث تغير في الملوحة بنسبة 10-20% فوق المستوى المحدد لقيود الاستخدام أو دونه ليس له الأهمية الكبيرة مقارنة بالظروف الأخرى التي تتحكم بالإنتاج مثل الظروف الجوية وطبيعة التربة ونوعية المحاصيل ومدى قدرتها على تحمل الملوحة.

بلغت قيمة الرقم الهيدروجيني PH (8)، وقد ازدادت قيمة PH عما كانت عليه قبل تنفيذ المشروع حيث كانت (7.2)، وعليه فإنَّ هذه المياه تعدُّ قاعدية التفاعل. إن زيادة قيمة الرقم الهيدروجيني PH تعمل على زيادة تركيز الكربونات والبيكاربونات وتعطيل نشاط البكتريا المنتجة للنتروجين. من الممكن تخفيض الرقم الهيدروجيني بإضافة حامض فسفوريك تجاري بتركيز (85%) بمعدل (90-200 سم3) لكل متر مكعب من هذه

المياه حتى PH (6-6.5). كانت تراكيز ايونات الصوديوم و الكلوريد (24.8 مليمكافئ/لتر)و(30.6 مليمكافئ/لتر)على التوالي، مصدر هذه الايونات صخور الهالاتيت المنتشرة في المنطقة. إن كلاً من ايونات الصوديوم والكلور تعدّان من العناصر التي يحتاجها النبات خلال مراحل نموه، ولكن بكميات منخفضة وإن وجدت بتراكيز عالية في ماء الري فإنها تصبح سامة للنبات، فإذا كان تركيز الصوديوم أو الكلور أكثر من 10ملي مكافئ فإن هناك قيوداً علي استعمال هذه المياه، منها تجنب استخدام الري بالرش واستخدام الري بالغمر، ويفضل إضافة الجبس إلى التربة لتحسين خواصها، واختيار محاصيل تستطيع تحمّل هذه التراكيز مثل الشعير والذرة البيضاء والنخيل والقطن والبنجر وعباد الشمس. أو إزالة هذه الايونات بعملية الغسل. ونظراً إلى طبيعة تربة المنطقة (احتواؤها على الكلس والجبس والدولومايت مما يؤدي إلى إحلال ايونات الكالسيوم محل الصوديوم ويقلل من مخاطره). يعدُّ النيتروجين من العناصر الغذائية الأساسية لنمو النبات. ونظراً إلى احتواء مياه الري على نسبه من النيتروجين تقل أو تزيد حسب مصدر المياه لذا يجب الأخذ بالحسبان عند إضافة الأسمدة النيتروجينية تركيز النيتروجين في مياه الري، إذ إنَّ زيادة النترات في النبات تؤدي إلى زيادة في النمو الخضري على حساب النمو الثمري؛ مما يؤخر في نضج الثمار ويعرضها للإصابة بالأمراض. تبيّن من نتائج تحليل عينات المياه، أنَّ تركيز النترات بلغ (1.37 مليمكافئ/لتر) وهي مناسبة لعمليات الري. وتقع ضمن المجموعة الأولى_وهي المياه التي تستخدم بلا قيود في الري. كانت قيم البيكاربونات(5.28 مليمكافئ/لتر) وهي ضمن المجموعة الثانية، فمحتوى البيكربونات لهذه المجموعة يراوح بين (1.5-8.5) مليمكافئ /لتر، وهي تستخدم بقيود خفيفة إلى معتدلة. تؤثر محتويات مياه الري من البيكربونات في النباتات تأثيراً كبيراً وخصوصاً إذا ما استخدمت بنظام الري بالرشاشات إذْ إن زيادة نسبة البيكربونات في مياه الري تؤدي إلى تغطية الأوراق والثمار بطبقه بيضاء تحجب أشعة الشمس وتؤدي إلى تعطيل عملية التمثيل الضوئي وتشوه الثمار مما يقلل قيمتها التسويقية. أمَّا ايونا الكالسيوم والمغنيسيوم فبلغ تركيزهما 42.82 مليمكافئ/لتر و35.09 مليمكافئ/لتر على التوالي، وهذه التراكيز نتيجة للترب الكلسية المنتشرة في حوض وادي المر. إذاً الكالسيوم والمغنيسيوم هما نواتج غسل رواسب المتبخرات بشكل أساسي ومن الصخور الكربوناتية بشكل ثانوي، كانت النسبة بينCa/ Mg جيدة (أكبرمن1.2) مما يقلل من مخاطر زيادة تركيز ايونات الصوديوم لأنَّ زيادة تراكيز ايونات الكالسيوم تؤدي إلى تكوّن طبقة تلتصق الايونات الموجبة بسطوح حبيبات التربة وتربط الحبيبات مع بعضها بقوة نظراً إلى شحنتها الثنائية الموجبة؛ مما يزيد من قوة التجاذب مع سطح جزيئات التربة، كما أنها تحل محل ايونات الصوديوم؛ ومن ثمَّ يقل تراكيزه داخل محلول التربة[13]. كان معدل ادمصاص الصوديوم(SAR)%:

$$SAR = [Na^+] / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0.5} \quad \text{---(4)}$$

بلغت قيم SAR (3.5)% خلال البحث،فالمياه تقع ضمن المجموعة الأولى التي تستخدم فيها المياه دون قيود، لذا فليس لها تأثير في النفاذية ومعدل ارتشاح، وكانت بعد تنفيذ المشروع مباشرة(7.3)%، وتهبط قيم SAR مع الزمن عند ازدياد تركيز الأملاح وفق المعادلة

$$SAR^{FINAL} = \Delta Con.^{1/2} \quad SAR^{INITIAL} \quad \text{--------(5)}$$

ΔCon.: نسبة التركيز النهائي للأملاح الكلية والتركيز الأولي للأملاح الكلية.

4.النتائج والمناقشة

بغرض الاستفادة من مياه وادي المر دُرِسَتْ في هذا البحث كمية هذه المياه ونوعيتها، وتبيّن من الميزانية المائية التي أجريت خلال البحث أنَّ حجم الجريان السطحي لحوض وادي المر للسنة الرطبة 47978 متر مكعب، وللسنة الجافة 2440 متر مكعب. فمساحة الحوض الواسعة(2033) كم^2 تزيد من حجم المياه الجارية. كما تعكس الخصائص الشكلية للحوض التي حصلنا عليها من التحليل المورفومتري الكمي لحوض الوادي، كانت متوافقة وتدلُّ على اقتراب شكل الحوض من المثلث، منطقة المنبع تمثل قاعدة المثلث والمصب يمثل رأس المثلث مما يدل على انخفاض خطر الفيضان بسبب تأخر وصول موجة الفيضان بعد العاصفة المطرية، فقطرة الماء تحتاج إلى زمن طويل نسبياً للوصول إلى المجرى الرئيسي. فالرتب النهرية العالية تدلُّ على أنَّ مياه حوض وادي المر تسير فيه بسرعة منخفضة لأنها تسير في مناطق قليلة الانحدار أو ذات نفاذية. وكانت نسب التشعب 3 وهذه النسبة بين(3-5) دليل على تشابه خواص الحوض مناخياً وتضاريسياً ونسبة التشعب تتناسب عكسياً وازدياد كمية المياه. كانت كثافة التصريف منخفضة لأنها تعتمد على انحدار سطح الأرض ومدى نفاذيتها. وكانت نسبة التضرس 13.2 منخفضة مما يزيد من إمكانية الاستفادة من مياه هذا المصدر لقلة الرواسب المنقولة مع المياه، وكذلك تعدُّ مؤشر على قلة سرعة وصول موجة الفيضان الموسمي. فالتحليل الكمي للحوض يظهر إمكانية الاستفادة من مياه الوادي لأغراض الري وترشيد استهلاك الموارد المائية في القطر. وخاصة إذا علمنا أنَّ مياه البزل والمياه الفائضة من المشروع هي كميات كبيرة، فتصريف المبزل المجمع الرئيسيD3D يبلغ 26متراً مكعباً/ثانية وحده، والتصريف الحقيقي لوادي المر أكبر من ذلك لأنَّ المبازل التي تصب في وادي المر تعمل بصورة متناوبة حسب التصاميم الأساسية للمشروع، وهذا ما لم يتم الالتزام به عند تشغيل المشروع. علماً أنَّ أعلى تصريف تصميمي لوادي المر 44 متراً مكعباً/ثانية، وكان اقل تصريف 7مترمكعب/ثانية قيست في نهاية فصل الصيف. علماً أنَّ تصريف القناة الموازية لمشروع ري الجزيرة الشمالي 26متراً مكعباً/ثانية التي تروي المرحلة الثانية من مشروع ري الجزيرة الشمالي [4]. إن هذه الكميات الكبيرة من المياه تذهب إلى نهر دجلة دون الاستفادة منها،مسببة تلوث مياه نهر دجلة وارتفاع ملوحتها وزيادة تراكيز النترات. ولاسيَّما أنَّ نوعية هذه المياه أفضل من كثير من المياه المستخدمة في الري في مشاريع كثيرة في العالم.

من الشكل (4) نلاحظ إمكانية زراعية الشعير والحنطة باستخدام هذه المياه دون أن يتأثر الإنتاج، في حين لا يمكن زراعة الرز والذرة لان الإنتاج سوف يتأثر بنسبة 50%. نظراً إلى الأهمية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية التي تحتلها أشجار الزيتون والرمان والتين والفستق الحلبي (وهي من الأشجار التي تتحمل الملوحة Moderately Tolerant)[13]، والتي تشكل 70% من مساحة الأشجار المثمرة في محافظة نينوى، وتمتاز بقدرتها على النمو والإنتاج في الترب والكلسية والملحية وقدرتها على تحمل التطرف المناخي والملوحة. لذا يجب توجيه المزارعين إلى زراعة هذه النباتات. فضلاً عن أن مرددوها الاقتصادي على المزارعين والدولة كبير جداً. وتساعد في زيادة الغطاء النباتي أولاً واستعادة النظام البيئي ومنع تدهور الأراضي التي بدورها تساعد في تقليل تأثير التغيّر الحاصل على المناخ.

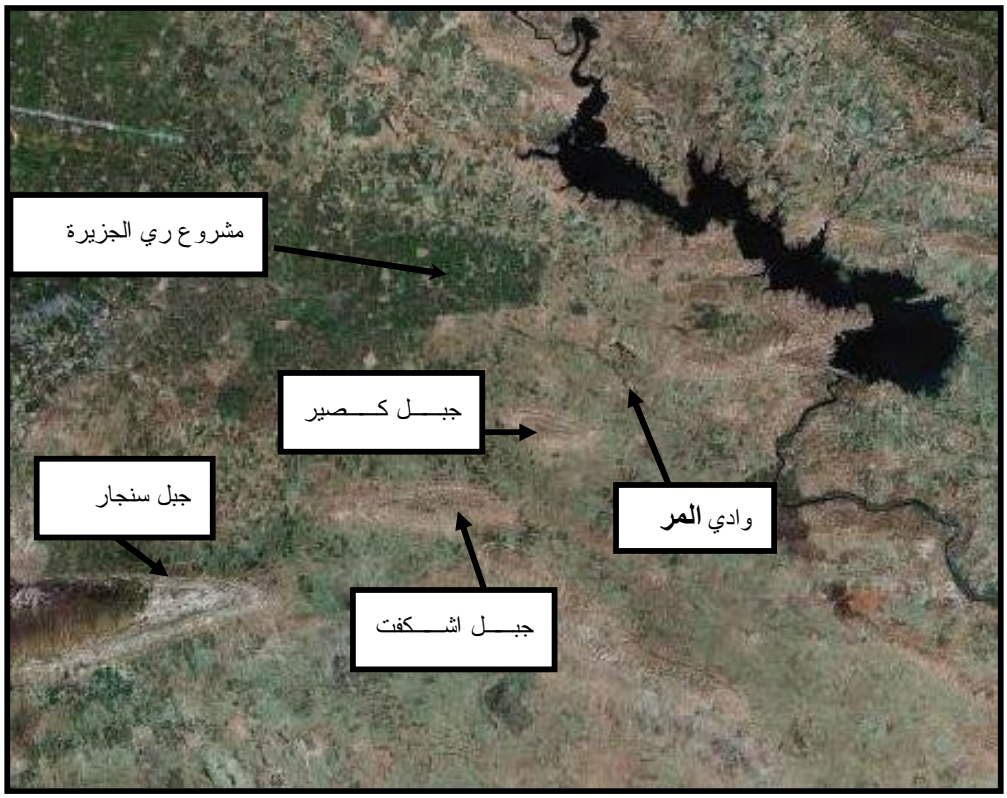
بغرض استخدام مياه وادي المر لغسل الأراضي المتأثرة بالملوحة، تبيّن من نتائج الفحوصات أن مياه وادي المر غير مشبعة بالأملاح ويمكنها استيعاب كميات إضافية

أخرى من الأملاح تستخلصها من الترب الملحية وبذلك يتم التخلص من بعض الأملاح الزائدة في التربة بهذه المياه وتوفير بعض مياه الري بطريقة غير مباشرة. كما تبيّن من الفحص أنَّ نسبة الكالسيوم والمغنسيوم إلى مجموع الايونات الموجبة بلغت 75.9% وهي أكثر من 30% . فكفاءة غسل التربة تزداد كلما ازدادت هذه النسبة، كما يمكن زيادة هذه النسبة بإضافة الجبس إلى مياه الغسل. من العوامل المحددة لاستصلاح الترب الملحية أو الملحية القلوية هو بطء حركة المياه في هذه الترب بسبب ظاهرة الانتشار والانتفاخ، ومن ثمَّ انخفاض النفاذية. لقد أوصى قسم خدمات البحوث الزراعية في الولايات المتحدة الأمريكية باستخدام المياه الملحية (مصدراً للايونات الثنائية الشحنة الموجبة) في غسل هذه الترب فقد ثبت أنَّ استخدامها يضمن حركة مناسبة للماء بسبب تجمع حبيبات التربة تحت الضغط الايوني من الأملاح في الماء وإزاحة ايونات الصوديوم المتبادل واستبدالها بالايونات الموجبة الثنائية الشحنة[13].

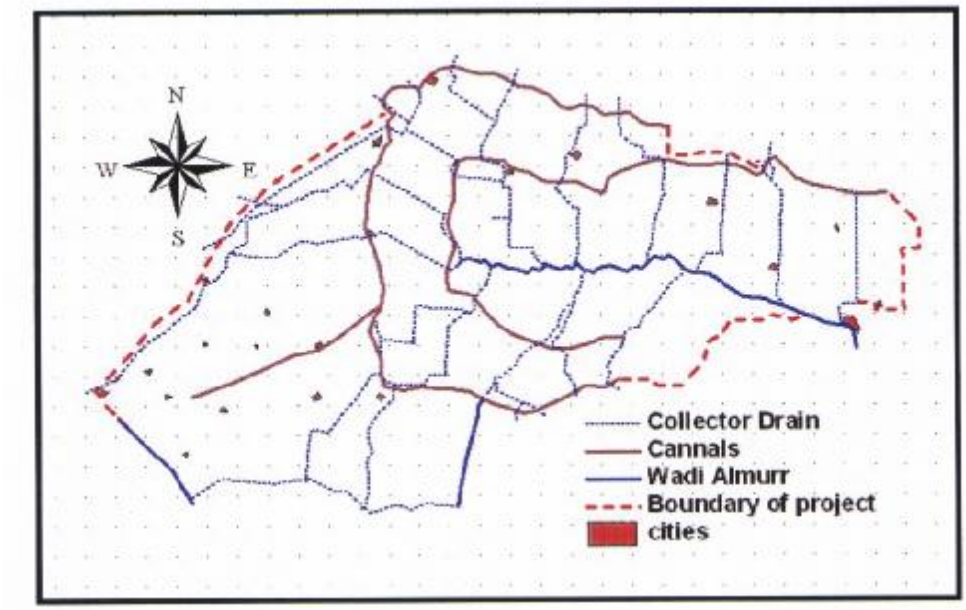
5. الاستنتاجات والتوصيات

العالم أجمع يخضع لتغيير طبيعي بخصائص أراضيه الطبيعية وموارده المائية وهناك العديد من الخطط والسياسات التي توضع من اجل المحافظة على الموارد الطبيعية والاستفادة القصوى منها؛ وذلك من خلال ممارسات عديدة منها دراسة الموارد المائية من حيث الكمية والنوعية، وتغيير النمط الزراعي وتوعية المزارعين بذلك لتغيير الثقافة الزراعية لدى الناس بما يتوافق والظروف البيئية السائدة.

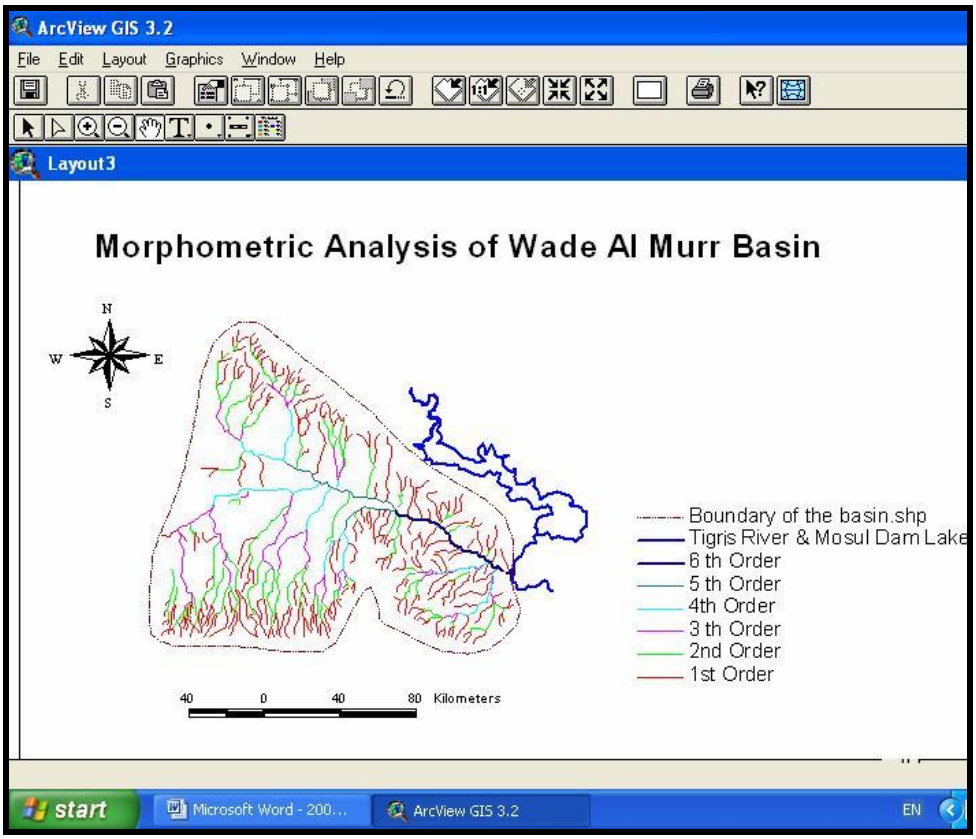
يظهر التحليل الكمي للحوض إمكانية الاستفادة من مياه السيول الموسمية في أغراض حصاد المياه، فقد بلغ أعلى تصريف لوادي المر يبلغ 44متراً مكعباً/ثانية، وأقل تصريف 7 أمتار مكعبة/ثانية في نهاية فصل الصيف. وتذهب هذه كميات كبيرة من المياه إلى نهر دجلة دون الاستفادة منها. وتبيّن من التحليل الكمي والنوعي للبحث أنَّ كمية هذه المياه ونوعيتها يمكن الاستفادة منها في الري بعد أخذ الاحتياطات اللازمة مثل البزل الجيد وإضافة ماء لغسل الأملاح واختيار نباتات مقاومة الملوحة. فنوعية مياه وادي المر أفضل بكثير من مياه ري تستخدم في كثير من دول جوار العراق مثل سورية والأردن ومصر وفلسطين لذا يمكن استخدامها في الري التكميلي للحنطة والشعير دون أن يتأثر الإنتاج كثيراً. كما تبيّن من نتائج الفحوصات أن مياه وادي المر غير مشبعة بالأملاح، ويمكنها استيعاب كميات إضافية أخرى من الأملاح تستخلصها من الترب الملحية؛ وبذلك يتم التخلص من بعض الأملاح الزائدة في التربة بهذه المياه. كما أنَّ نسبة الكالسيوم والمغنسيوم إلى مجموع الايونات الموجبة بلغت 75.9% وهي أكثر من 30% .(فكفاءة غسل التربة تزداد كلما ازدادت هذه النسبة [14]).



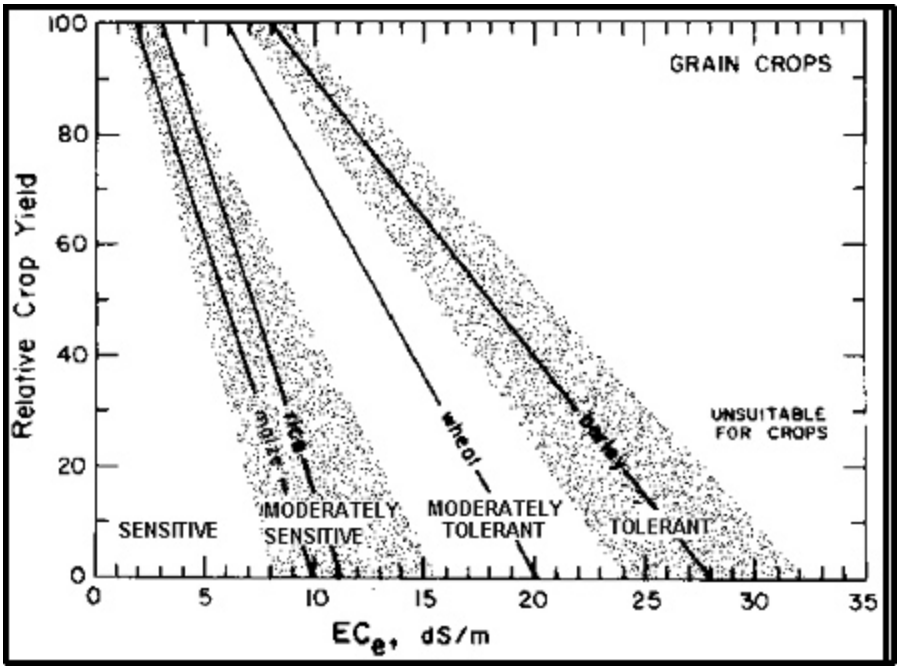
الشكل (1) صورة فضائية لحوض وادي المر



الشكل(2) وادي المر وشبكة المنازل التي تصب فيه بعد تنفيذ المشروع



الشكل (3) التحليل المورفومتري الكمي لحوض وادي المر



الشكل(4) العلاقة بين الملوحة و الإنتاج

الجدول(2) الموازنة المائية التي تم الحصول عليها لشهر آذار

محطة الأنواء	الأمطار P(mm)		التبخرالنتح ETP(mm)	الأمطار الفعالة P eff (mm)		الجريان السطحي Es(mm)		الضائعات العميقة Dr(mm)	
	1999	2002	1985-2002	1999	2002	1999	2002	1999	2002
موصل	19.8	126.1	2.44	19.2	100.7	0.6	25.4	16.76	98.26
سنجار	24.1	109.6	2.9	23.2	90.4	0.9	19.2	20.3	87.5
تلعفر	6.4	121.2	3.1	6.3	97.7	0.1	23.5	3.2	94.6
ربيعة	47.9	153.7	2.56	44.2	115.9	3.7	37.8	41.64	113.3
بعاج	20.6	86.9	3.25	19.9	74.8	0.7	12.1	16.65	71.8
المعدل	23.76	119.5	2.85	22.56	95.9	1.2	23.6	19.71	93.1

الجدول(3) نتائج الفحوصات التي أجريت على مياه وادي المر

لفحص	الوحدة	1982	1990	2007	الملاحظات
EC	ds/m	4.6-4.1	5.0	7.6	1982 قبل تنفيذ المشروع[11].
PH	---	7.3-7.1	7.0	8.0	1990 بعد تنفيذ المشروع[4].
Na^{+}	mel/l	----	30.6	24.8	2007 الفحوصات التي أُخذت خلال مدة البحث.
Cl^{-}	mel/l	49.9-49.7	28.8	32.5	
$NO3^{-}$	mel/l	2.0	---	1.37	
$HCO3^{-}$	mel/l	10.3-7.9	4.8	5.23	
Ca^{+2}	mel/l	68-54.5	1.0	42.82	
Mg^{+2}	mel/l	37.8-29.5	15.2	35.19	
SAR	%	----	7.3	3.5	
TD	Ppm	2784	3200	6080	

الجدول(4) المعايير المستخدمة في تحديد مدى صلاحية المياه للري

	عناصر التقييم	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة
1	الملوحة EC	0.7> ds/m	3-0.7ds/m	7.5-3ds/m
2	الصوديوم Na	3> مليمكافئ/لتر	3 -9 مليمكافئ/لتر	أكبر من 9 مليمكافئ/لتر
3	الكلور Cl	4> مليمكافئ/لتر	-10 مليمكافئ/لتر	أكبر من 10 مليمكافئ/لتر
4	SAR%	3>	9-3	أكبر من 9
5	البيكربوناتHCO3	1.50 > مليمكافئ/لتر	8.5-1.5 مليمكافئ/لتر	أكبر من 8.5 مليمكافئ/لتر
6	النيتراتN-NO3	5> جزء بالمليون	30-5 جزء بالمليون	أكبر من 30 جزء بالمليون

المراجع:

1. J.D. Rhoades, A. Kandiah.(1992). "The use of saline waters for crop production" FAO irrigation and drainage paper 48. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 1992.

2. المركز العربي للدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (ACSAD)، (2008). مصادر المياه غير التقليدية العربية، جامعة الدول العربية، مصر.

3. Abu Zeid M. (1988)."Egypts policies to use low quality water for irrigation". Proc. Symp .Re use of Low –quality Water for Irrigation. Water Research Center, Cairo.

4. شركة دجلة العامة لدراسات وتصاميم مشاريع الري(1999). تقييم أداء مشروع الجزيرة الشمالي .وزارة الري، الهيئة العامة لتشغيل مشاريع الري.

5. NEDECO.(1982)."North Jazira Irrigation Project". Final Planning Report, Ministry of Irrigation, Iraq.

6. كورجي، آر. جي. (1979). حوض التصريف كوحدة جيومورفولوجية أساسية، المدخل لدراسة العمليات الجيومورفولوجية ودراسات في الجيومورفولوجيا، ترجمة وفيق الخشاب، جامعة بغداد .

7. Bellen, R.C., Dunnington , H.V. ,Wetzel, R. & Morton, D.(1959).Lexique Stratigraphique International Centre National DELA Recherché Scietifique, France ,Paris, 333Pp.

8. Strahler, A. N., (1964). "Quantitative Geomorphology of Drainage Basins & Channel Network". in a Book of Applied Hydrology ,Edited By Chow, V.T.Mc Grew-Hill, New York. Strahler, A.N. (1964)." Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks". section 4-2, in Handbook of Applied Hydrology, ed. Ven te Chow, McGraw-Hill, New York.

9. رشيد، أنس محمود محمد. (2010). تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي SPI .بحث مقبول للنشر في مجلة هندسة الرافدين، جامعة الموصل.

10. Morphometric Analysis Allen, R.G.; Pereira, L.S., Raes, D; Smith, M. (1998)".Crop Evapotranspiration Guidelines For Computing Crop Water Requirements". FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

11. NEDECO.(1982).North Jazira irrigation project. Geotechnical Report. Ministry of Irrigation, Iraq.

12. R.S. Ayers , D.W. Westcott,(1994)." Water quality for agriculture". FAO irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. FAO. Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

13. K. Tanji, C. Kielen(2003)." Agricultural Drainage Water Management in Arid and Semi-Arid Areas". FAO irrigation and drainage paper 61. FAO. Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

14. يوحنا، أوغسطين.(1983). استخدام المياه الملحية في الزراعة واستصلاح الأراضي وكفاءة الغسل.ندوة العوامل المؤثرة على موازين المياه العذبة والمالحة. اتحاد مجالس البحث العلمي العربية، الأمانة العامة، بغداد، العراق.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2010/11/29.