تقييم دليل نوعية مياه الري (IWQI) للانهر الرئيسية في العراق(دجلة، الفرات، شط العرب و ديالى)

* حاتم صالح سلوم
باحث
وزارة الموارد المائية
Hatem_sallom@yahoo.com

ايمان عبد المهدي عليوي
استاذ
قسم علوم التربة والموارد المائية– كلية الزراعة – جامعة بغداد
emanamj@yahoo.com

المستخلص

نتيجة لتباين المواصفات النوعية لمياه الري وتباين مكوناتها الايونية، ولكون التصانيف المعتمدة لمياه الري ذات بيانات كبيرة ومعقدة اجريت هذه الدراسة بهدف ايجاد طريقة لربط البيانات المعقدة في قيمة واحدة وهي دليل نوعية مياه الري يعكس مدى صلاحية هذه المياه لاغراض الري. تم تقسيم متغيرات تقييم نوعية مياه الري الى خمس مجاميع ذكرت في دليل منظمة الاغذية والزراعة الدولية FAO متمثلة بالملوحة معبراً عنها بالايصالية الكهربائية (EC) و نسبة امتزاز الصوديوم (SAR). وسمية ايونات معينة (البورون، الكلورايد، الصوديوم). وسمية العناصر النادرة والتأثيرات المتنوعة على المحاصيل الحساسة (النترات والبيكاربونات وpH). كما تم القيام بالترابط الخطي لكل متغير وصياغة المعادلات الرياضية لتحويل قيم التراكيز الفعلية في التصنيف المعتمد الى قيم تقديرية لتكون الادلة او المؤشرات الثانوية (sub-indicess) ومن ثم تحويل القيم الفعلية والوحدات المختلفة لكل متغير الى قيم تقديرية ضمن مخطط عام مكون من درجات (0–100). ولغرض حساب دليل نوعية مياه الري تم بناء برنامج حاسوب بعنوان IWQI طبق على بيانات لنماذج مياه ري لثمانية عشر (18) موقعا للنمذجة المائية على انهار دجلة والفرات وديالى وشط العرب وبينت النتائج ان قيم معدل دليل نوعية مياه الري للفترة اذار– كانون الاول 2015 لنهر دجلة اعلى من نهر الفرات ولجميع مواقع النمذجة من الشمال باتجاه الجنوب اذ بلغت 94.38 و88.6 في موقع جسر المثنى(دجلة) وصدر اليوسفية (الفرات)، على التوالي في بغداد الى ان وصل الى 74.55 و67.78 في مواقع قرنة (دجلة) وقرنة(فرات)، على التوالي. وقد بلغ معدل دليل نوعية المياه لشط العرب في موقع التنومة 39.78 وتصنف غير ملائم على الاغلب. اما نهر ديالى فقد لوحظ ان تأثير محطة الرستمية في خفض معدل دليل نوعية مياه الري قليل نسبيا اذان المياه تصنف في الموقعين المدروسين (قبل وبعد محطة الرستمية) بانها متوسط الملائمة.

كلمات مفتاحية: نوعية مياه الري، دليل، تصنيف مياه الري

*البحث مستل من اطروحة دكتواره للباحث الاول

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –1010-1020: (4) 48/ 2017 Saloom & Oleiwi

EVALUATION OF IRRIGATION WATER Quality INDEX (IWQI) FOR MAIN IRAQI RIVERS (TIGRIS, EUPHRATES, ShATT AL-ARAB AND DIYALA)

*H. S. Saloom
Researcher
Ministry of Water Resources

I. A M. Oleiwi
Prof.
Dept.Soil and Water Resours- Univ. of Baghdad- Coll. of Agric.

ABSTRACT

As a result of different quality standards for irrigation water and the varying ion composition, and the fact that classification of irrigation water consists of large and complex data, this study was conducted in order to find a way for combining the complex water quality data into a single value, a quality of irrigation water index (IWQI) which reflects the suitability of the water quality for irrigation. Irrigation water quality variables were divided into five groups according to Food and Agriculture Organization FAO guide. The order of the parameters were, Salinity expressed in electrical conductivity (EC), Sodium adsorption ratio (SAR), Toxicity of specific ions (boron, chloride, sodium, Toxic trace elements and Miscellaneous effects on sensitive crops (nitrates and bicarbonates and pH). Linear equations of each variable and the formulation of mathematical equations had been done to convert the actual concentration values in the classification adopted to estimate the values of the indicators (sub-indices) and then converting the actual values and different units for each variable to the estimated values under the general scheme consists of grades between (0 -100). For the purpose of calculating irrigation water quality index, a software was originated entitled IWQI program was applied to the data of the irrigation water samples for eighteen (18) locations of water sampling in the rivers: Tigris, Euphrates, Diyala and Shatt al-Arab. Results showed that the values of irrigation water quality index for the period March to December 2015 of the Tigris River were highest than the values of Euphrates River at all locations from the north to the south as it was estimated 94.38 and 88.6 in Muthana bridge site (Tigris) and sader Al- Yusufiya (Euphrates), respectively in Baghdad and reached 74.55 and 67.78 in Qurna (Tigris) and Qurna (Euphrates), respectively. Irrigation water quality index of Shatt al-Arab was at the site of Altnoma 39.78 and classified as almost unsuitable. In Diyala River, it has been observed that the impact of Rustumiya weste water station in reducing the quality of irrigation water quality index was relatively low and water in the two sites (before and after Rustumiya station) are classified as moderately suitable.

Key words: irrigation water quality; water quality index

***Part of Ph.D.dissertation of the first author**

Received:29/11/2016
Accepted:19/1/2017

المقدمة

دليل نوعية المياه هو تعبيرعددي يستخدم لتحويل عدد كبير من البيانات الى رقم واحد والتي تمثل مستوى نوعية المياه، او مجموعة بيانات نوعية المياه في ازمنه وامكنه مختلفة، وامكانية تحويلها الى قيمة عددية واحدة او عبارة واحدة تعكس نوعية المياه في تلك الفترة ومدى توزيع مضامينها (2). وهذه الطريقة يمكن ان تُسهل للقائمين بأدارة الموارد المائية على اتخاذ القرارات المناسبة حول كيفية إدارة هذه الموارد وطرق الاستخدام الامثل لها لما لهذا الدليل من مزايا تعكس مدى صلاحية المياه لاستخدام محدد هو ري المحاصيل، وباستخدام ترابط من عدة معايير والتي تحدد ملائمة المياه لخصائص التربة أو المحصول. توجد طرائق عديدة وذات اسس مختلفة لتجميع البيانات المختبرية لحساب معامل نوعية المياه، ومنها اعتماد التوزيع الطبيعي لبيانات تحليل مياه الري عبر السنوات (13) او اسلوب دالة الحساسية (function sensitivity) (3) او بالصيغة المضاعفة الموزونة التي تعرف بصيغة الوسط الهندسي (7و19). كما توجد طريقة التجميع الموزونة على اساس الدليل الثانوي الادنى للحصول على قيم الدليل العام والتي تم وضعها من قبل Fagin and Wimmers (11) ثم طورها Detyniecki (10). وتعد هذه الطريقة من افضل طرق حساب دليل نوعية المياه ولمختلف اغراض الاستخدام (للشرب او الاغراض الزراعية والصناعية)، ونتائج هذه الطريقة (الموزونة) افضل بكثير من الطرق الاخرى غير الموزونه خاصةً عندما تكون هناك ادلة واطئة القيمة قليلة الوزن ومعها ادلة واطئة القيمة ذات وزن عالي(5). استعملMaia and Pazrodrigues (13) صيغة الوسط الهندسي لاستخراج دليل نوعية مياه الري لتقييم مصادر المياه في ثلاث ولايات في البرازيل ولفترات زمنية 11شهر و34 شهر و19 شهر للمناطق الثلاث واستخدم عشرة متغيرات كيميائية للتقييم هي:- pH وEC و Ca^{+2} وMg^{+2} وNa^{+} وK^{+} وCl^{-} وHCO_3^{-} وCO_3^{-2} وSO_4^{-2} ووجد ان معظم مصادر المياه تقع بين الاول (جيدة جدا) والصنف الثاني (جيدة) مما سهل على المزارعين والقائمين بادارة الموارد المائية استعمال المياه بالشكل الامثل. استعمل Darapu (9) طريقة التجميع الموزونة البسيطة لاستخرج دليل نوعية المياه لاغراض الري لنهرGodavari في الهند واستخدم ثمان متغيرات لتكون كادلة ثانوية (sub-indicess) هي: - EC وpH و SAR وCl^{-} وSO_4^{-2} و B و Fe و F، اذ اختار الباحث بيانات سبعة محطات للنمذجة وكانت وللفترة من 1996 ولغاية 2004 وقام بمقارنة دليل نوعية المياه بين موسمي الامطار وقبل فترة سقوط الامطار وكذلك بين سنوات فترة النمذجة ليتسنى للقائمين بادارة المياه استخدام المياه بشكل افضل. وفي دراسة قام بهاJahad (12) لتقييم نوعية مياه نهر الفرات شمال مدينة الحلة لاغراض الري، اذ استخدم طريقتان لاستخراج دليل نوعية المياه وهما الطريقة الكندية ونموذج بهارجافا الذي يعتمد على طريقة دالة الحساسية. وتمت دراسة بيانات اربعة محطات نمذجة وهي:- المسيب وجسر الهندية وشط الحلة والكفل. ولاحظ ان هناك اختلاف بسيط جدا في قيم معامل النوعية بين الطريقتين وان نوعية المياه كانت من النوع الجيد (الصنف الثاني) ماعدا محطة الكفل اذ تتدهور نوعية المياه لتكون من النوع المتوسط ولكلا الطريقتين بسبب رمي المياه الثقيلة لمدينة الحلة مباشرةً الى النهر اذ بلغت قيم معامل النوعية للطريقة الكندية 70 و71 و68 و60 ولنموذج بهارجافا 69 و72 و67 و62 ولمحطات النمذجة المسيب وجسر الهندية وشط الحلة والكفل، على التوالي. اما Alobaidy et al.a (2) فقد استخدم دليل نوعية المياه (WQI) كاداة لمعرفة التغيرات الحاصلة في نوعية مياه بحيرة سد دوكان للفترة من عام 1978 ولغاية عام 2008. وتم اخذ معدل بيانات شهرية لثلاث مواقع من البحيرة واختار بيانات عشرة متغيرات هي:- EC وpH وDO وTurbidity وHardness وBOD وNa^{+} وAlkalinity وNO_2^{-} وNO_3^{-} واستعمل الصيغة المضاعفة الموزونة (المتوسط الحسابي) لاستخراج دليل نوعية المياه واستنتج ان نوعية مياه بحيرة سد دوكان انحدرت من جيدة للاعوام 1979 – 2008 الى فقيرة عام 2009. وفي دراسة اجراها Al-Meini (1) لتقييم نوعية مياه انهار دجلة والفرات وشط العرب لغرض الري اقترح فيها طريقة التجميع الموزونة على اساس الدليل الثانوي الادنى لحساب دليل نوعية مياه الري. وقد قام بتطبيق هذه الطريقة على بيانات تمثل نتائج مختبرية لعينات مائية شهرية خلال عام 2008 على محطات نمذجة منتخبة على الانهار الثلاثة ووجد ان نوعية مياه نهر دجلة

كانت تتدرج ضمن صنف ملائم للري من فيشخابور لغاية مدينة الكوت ثم تراوحت نوعية المياه بعد ذلك لغاية القرنة من معتدل الملائمة الى غير ملائم للري. اما نهر الفرات فقد كانت نوعية المياه ضمن صنف ملائم للري من الصقلاوية لغاية الكفل ثم تراوحت نوعية المياه بعد ذلك لغاية القرنة من معتدل الملائمة الى غير ملائم للري. تهدف الدراسة الى تقييم نوعية مياه الري للانهار الرئيسية في العراق (دجلة، الفرات، شط العرب وديالى) باستخدام برنامج IWQI المعد لحساب دليل نوعية مياه الري كبديل عن تصانيف المياه ذات البيانات الكثيرة والمعقدة.

المواد وطرائق العمل

حساب دليل نوعية مياه الري(IWQI) :

قسمت المياه في هذا الدليل الى خمسة اصناف وحسب درجة ملائمتها للري وكما موضح في جدول 1. ويمكن تقسيم خطوات حساب دليل نوعية مياه الري الى اربعة خطوات رئيسية وكالاتي:-

اولاً :- اختيارمتغيرات تقييم نوعية مياه الري وتقسيمها الى عدة مجاميع (محددات) وترتيبها حسب الاهمية وتبعا للغرض من استخدام المياه .في هذه المرحلة تم تقسيم متغيرات تقييم دليل مياه الري الى خمس مجاميع اربعة منها ذكرت في دليل منظمة الاغذية والزراعة الدولية FAO وضع من قبل العالمان Ayers and Westcot (1985) (5) جدول 2مع اضافة محدد اخر هو محدد سمية العناصر النادرة ليكون دليل النوعية اكثر شمولية (1) ليكون ترتيب المحددات وحسب الاهمية كما يلي:-

1- الملوحة معبراً عنها بالايصالية الكهربائية (EC) دسي سيمنزم$^{-1}$.

2- محدد نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) ودوره في نفاذية التربة.

3- محدد سمية ايونات معينة (البورون ، الكلورايد ، الصوديوم) ملغم لتر$^{-1}$.

4- محدد سمية العناصر النادرة.

5- محددات ذات التأثيرات المتنوعة على المحاصيل الحساسة (النترات والبيكاربونات وpH).

ثانياً:- القيام بالترابط الخطي لكل متغير وصياغة المعادلات الرياضية لتحويل قيم التراكيز الفعلية في التصنيف المعتمد الى قيم تقديرية لتكون الادلة او المؤشرات الثانوية (sub-indicess). في هذه المرحلة يتم تحويل القيم الفعلية والوحدات المختلفة لكل متغير القيم تقديرية ضمن مخطط عام مكون من درجات (0-100) بحيث يكون قيمة الحد الاعلى المسموح به فما فوق ضمن تصنيف Ayers and Westcot (5)المعتمد يساوي صفر ضمن المخطط العام اي ذات محددات شديدة عند استخدام المياه للري اما الحد الادنى فمادون فانه يساوي 100 اي تكون بدون محددات. ومابينهما تم تقسيمه الى مديات ولكل مدى تم صياغة معادلة لاستخراج القيمة التقديرية للمتغيير ضمن المخطط العام عدا درجة التفاعل pH والتي تقل فيها درجات المخطط العام عندما تكون اعلى او اقل من الحدود العليا والدنيا للتصنيف المعتمد وتمثل جداول 2 و3 مديات كل متغيير ضمن المجموعات وكذلك المعادلات الرياضية التي تم صياغتها باستخدام برنامج SPSS-16. بعد ذلك يستخرج معدل القيم التقديرية ولكل مجموعة من المجاميع الخمسة لتكون الادلة او المؤشرات الثانوية (sub-index). وحسب المعادلات الاتية:-

1-Sub-index for the first group (I_1) = r……..$_1$.(1)

حيث انr_1 تساوي القيمة التقديرية لمتغير المجموعة الاولى وهو الملوحة (EC)

2-Sub-index for the second group (I_2) = r_2 ……(2)

حيث انr_2 تساوي القيمة التقديرية لمتغير المجموعة الثانية وهو ال(SAR) والمرتبطة بقيمة الملوحة (EC`) وكما موضح في Ayers and Westcot (9)

3-Sub-index for the 3rd group(I_3) =$\sum_{j=1}^{3} rj$ ……(3)

حيث انr_j تساوي القيمة التقديرية لمتغيرات المجموعة الثالثة

وهي (B, Cl^-, SAR) j

4-Sub-index for the 4th group(I_4) = 1/N$\sum_{k=1}^{n} rk$…..(4)

حيث ان r_K تساوي القيمة التقديرية لمجموعة العناصر النادرة (المجموعة الرابعة) K(K = 1، 2، 3..... N) حيث ان N مجموع العناصر النادرة المتوفرة تحاليلها والداخلة ضمن الدليل.

5-Sub-index for the 5th group(I_5) = $1/3\sum_{m=1}^{3} rm$.....(5)

حيث ان r_m تساوي القيمة التقديرية لمتغيرات المجموعة الخامسة m وهي (HCO_3^-, pH, NO_3–N)

ثالثاً:- اعطاء وزن لهذه للادلة الثانوية (sub-index) وحسب اهميتها من الدليل العام. في هذه الطريقة (الموزونة) لحساب دليل نوعية مياه الري يتم اعطاء وزن لكل متغير اولكل مجوعة (دليل ثانوي sub-index) حيث قيمة هذا الوزن تعكس اهمية المجموعة في القيمة الكلية للدليل العام .مجموع اوزان المجموعات الخمسة يجب ان يساوي واحد، وقسمت المجموعات من مجوعة الملوحة الاولى ذات التاثير الاكثر اهمية في نوعية مياه الري او في قيمة الدليل العام الى مجموعة التاثيرات المتنوعة على المحاصيل الحساسة الخامسة ذات التاثير الاقل اهمية في نوعية مياه الري او في قيمة الدليل العام ويتم حساب وزن كل مجموعة من المعادلة الاتية:

$$W_k = \frac{1/a_k}{\sum 1/a_k} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث ان: w_K يساوي وزن المجموعة K(K = 1، 2، 3'..... p) حيث ان p=5 و ak يساوي ترتيب المجموعة ضمن المجاميع الخمسة ، وان $\sum w_k$=1. اذ تكون اوزان المجموعات الخمسة 0.348 و0.219 و 0.145 و0.109 و0.087، على التوالي.

رابعاً:- تجميع مؤشرات النوعية (sub-indicess) وصياغة الحسابات لحساب الدليل. استخدمت طريقة التجميع الموزونة على اساس الدليل الثانوي الادنى للحصول على قيم الدليل العام والتي تم وضعها من قبل(13) Detyniecki واستعملها (5) Al Meini وحسب المعادلات ادناه:

Overall Irrigation water quality index(IWQI) = $\min(I_1,I_2,....I_p)$.....(7)

حيث ان: I_1 ,I2,...I_P تساوي القيمة التقديرية للمجاميع 1، 2,3 ..... P (5 =P)

$$\min_{W1 \ldots\ldots Wp}^{p} (I1, I2, \ldots\ldots I\,p) = \sum_{k=1}^{\theta}[\mathbf{k}.\{W\sigma(\mathbf{k}) - W\sigma(\mathbf{k}+1)\}.min\{I\sigma(1)..\ I\sigma(\mathbf{k})\}] \ldots\ldots\ldots (8)$$

حيث ان $w\sigma$ هي وزن المجموعة وكالتالي

$$W_\sigma\,(1) \geq W_\sigma\,(2) \geq \ldots\ldots W_\sigma\,(p)\ and\ W_\sigma\,(p+1) = 0;\ p = 5$$

حيث ان:

k = the order of the weighting factor of kth Group sub index (k=1 for group 1; k=2 for group 2..... k=5 for group 5) ; W isthe weighting factor ordered by σ ; Ik is the sub index of kth group (k=1.....p)

جدول1. الاصناف المقترحة لدليل نوعية مياه(IWQI) الري حسب ملائمتها للري (1).

دليل نوعية مياه الري(IWQI)	نوعية مياه الري
>80	ملائمة للري
80-60	متوسطة الملائمة للري
60-45	قليلة الملائمة للري
45-30	على الاغلب غير ملائمة للري
<30	غير ملائمة للري

تنفيذ برنامج الحاسوب (IWQI) لحساب دليل نوعية مياه الري

تم بناء برنامج حاسوب جديد بعنوان (IWQI) لحساب دليل نوعية مياه الري تم ادخال جميع المعادلات 1-8 وجداول2 و3 و4. تم استعمال لغة JAVA SCRIPT لتنفيذ البرنامج ولاول مرة في العراق ويقوم البرنامج بحساب القيم التقديرية لكل متغيير والقيمة النهائية لدليل نوعية مياه الري.

جدول 2. دليل منظمة الاغذية والزراعة العالمية FAO لتصنيف مياه الري

مشكلة الري (المؤشر)	درجة تحديد الاستعمال		
	لايوجد	قليل الى متوسط	شديد
الملوحة (تؤثر في جاهزية الماء)			
الايصالية الكهربائية (ECw) دسي سيمنز م$^{-1}$	اقل من 0.7	3.0-0.7	اكبر من 3.0
مجموع الاملاح الذائبة (TDS) ملغم لتر$^{-1}$	اقل من 450	2000-450	اكبر من 2000
النفاذية (تؤثر في سرعة غيض التربة) استعمال الايصالية الكهربائية ونسبة امتزاز الصوديوم معاً			
اذا كانت SAR= 3.0-0 فأن ECw =	اكبر من 0.7	0.2 – 0.7	اقل من 0.2
= 6 -3 فأن ECw =	اكبر من 1.2	0.3 – 1.2	اقل من 0.3
= 12 -6 فأن ECw =	اكبر من 1.9	0.5 – 1.9	اقل من 0.5
= 20-12 فأن ECw =	اكبر من 2.9	1.3 – 2.9	اقل من 1.3
= 40 -20 فأن ECw =	اكبر من 5.0	2.9 – 5.0	اقل من 2.9
سمية الايون النوعي			
الصوديوم (SAR)	اقل من 3	9 –3	اكبر من 9
الكلورايد Cl ملغم لتر$^{-1}$	اقل من 140	350-140	اكبر من 350
الري السيحي	اقل من 4	4 – 10	اكبر من 10
البورون (B) ملغم لتر$^{-1}$	اقل من 0.7	3.0 – 0.7	اكبر من 3.0
تأثيرات متنوعة (تؤثر على بعض المحاصيل)			
النترات – نيتروجين (NO_3 – N) ملغم لتر$^{-1}$	اقل من 5	30 – 5	اكبر من 30
البيكاربونات (HCO_3) ملغم لتر$^{-1}$	اقل من 1.5	8.5 – 1.5	اكبر من 8.5
الاس الهيدروجيني pH		المعدل الاعتيادي 8.4-6.5	

جدول 3. معادلات حساب القيم التقديرية للمجاميع (الادلة الثانوية Sub–index) مع وزن ومديات كل مجموعة(1)

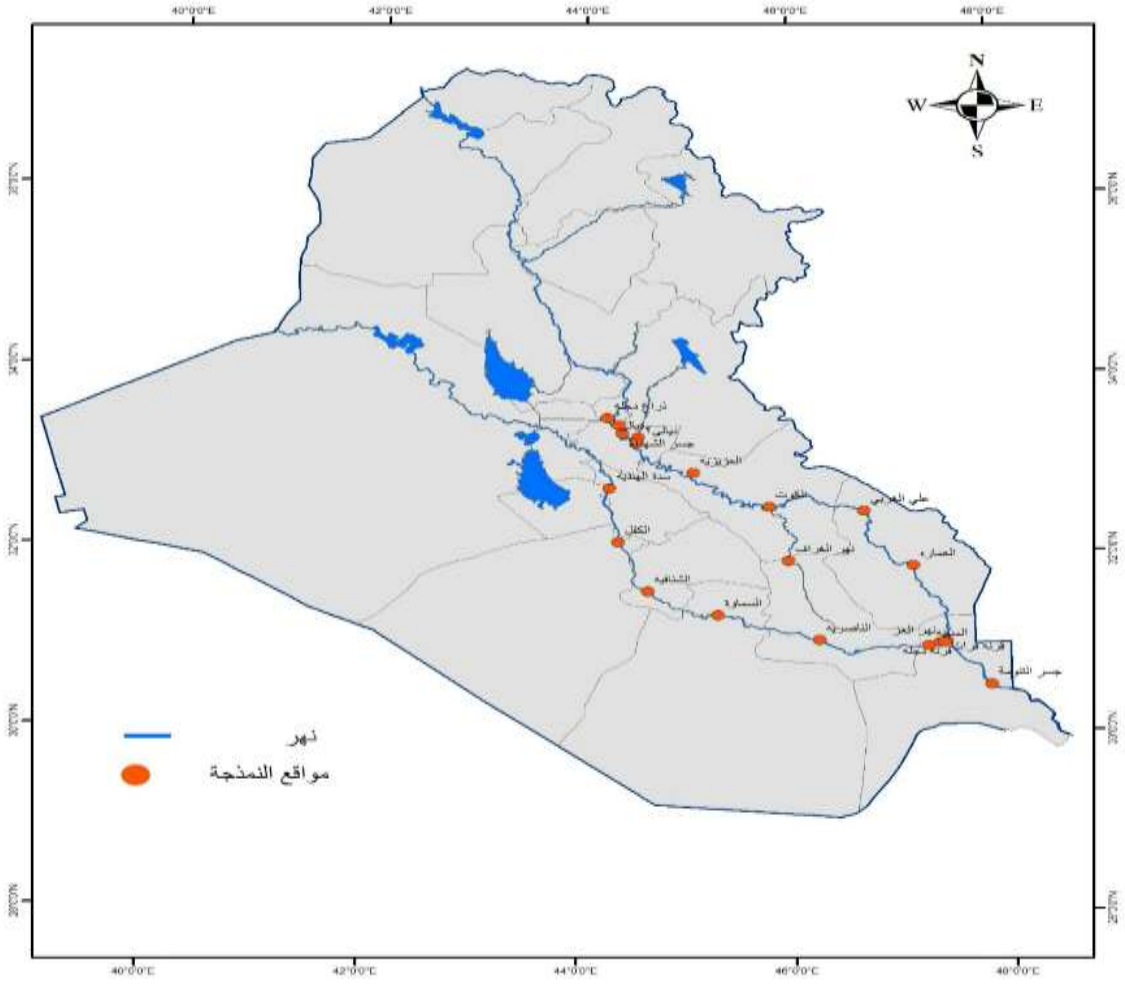
المجموعة Group	العامل الموزون Weighting Factor	Parameter المؤشرات	Range المدى	Rating function دالة المجاميع الثانوية (Sub index function)
1-Salinity الملوحة	0.438	EC (dSm^{-1})	x<0.7	y=100
			0.7 ≤ x ≤ 1.5	y = 113.13 -18.75x
			1.5 ≤ x ≤ 3	y = 110 -16.667x
			3 ≤ x ≤ 4.5	y = 100 - 13.333x
			4.5 ≤ x ≤ 6.7	y = 182.7 -27.27x
2-Infiltration rate معدل الغيض	0.219	SAR	EC(dSm^{-1})	
			x≥ 0.7	y =100
		<3	0.7 ≥ x 0 ≥0.45	y = 60x + 58
			0.45 ≥ x ≥ 0.2	y = 100x + 40
			x≤ 0.2	y = 300x
			x≥1.2	y =100
		3-6	1.2 ≥ x ≥ 0.7	y = 30x + 64
			0.7 ≥ x ≥ 0.2	y = 50x + 50
			x≤ 0.2	y = 300x
			x≥ 1.9	y = 100
		6-12	1.9 ≥ x ≥1.2	y = 21.43x + 59.286
			1.2 ≥ x ≥ 0.5	y = 35.714x + 42.143
			x≤ 0.5	y = 120x
		12-20	x ≥2.9	y = 100
			2.9 ≥ x ≥1.7	y = 12.5x + 63.75
			1.7 ≥ x ≥ 0 .5	y = 20.83x + 49.58
			x≤ 0.5	y = 120x
		20-40	x≥5	y = 100
			5 ≥ x≥ 3.95	y = 7.143x + 64.286
			3.95≥ x≥ 2.9	y = 23.81x - 9.0476
			x≤2.9	y = 20.69x

3-Specific ion toxicity سمية الايون النوعي	0.1458	-Sodium(Na) ($mg.l^{-1}$)	x<3	y = 100
			3 ≤ x ≤6	y = -5x + 115
			6≤ x ≤9	y = -8.3333x + 135
			9≤ x ≤18	y = -2.2222x + 80
			18≤ x ≤26	y = -5x + 130
		-Chloride(Cl) ($mg.l^{-1}$)	x<140	y = 100
			140 ≤ x ≤ 175	y = -0.4286x + 160
			175 ≤ x ≤ 350	y = -0.1429x + 110
			350 ≤ x ≤ 700	y = -0.1714x + 120
		-Boron(B) ($mg.l^{-1}$)	x<0.7	y = 100
			0.7≤ x ≤ 2	y= -11.54x + 108.08
			2≤ x ≤ 4	y = -12.5x + 110
			4≤ x ≤ 6	y = -30x + 180
4-Trace elements Toxicity سمية العناصر الثقيلة	0.1095	جدول 3		
5-Miscellaneous Effects التأثيرات المتنوعة	0.087	-Nitrate(NO3)-N ($mg.l^{-1}$)	x<5	y = 100
			5≤ x ≤ 17.5	y = -1,2x + 106
			17.5 ≤ x ≤ 30	y = -2x + 120
			x>30	y = < 60
		- Bicarbonates(HCO3) ($mg.l^{-1}$)	x<90	y = 100
			90 ≤ x ≤ 295	y = -0,073x + 106,6
			295 ≤ x ≤ 500	y = -0,12x + 121
			x>500	y = < 60
		-PH	x= (8-7)	y = 100
			8 < x ≤ 8.5	y = -80x + 740
			x> 8.5	y = < 60
			x=(7 -8)	y = 100
			7 > x ≥ 6.5	y = 80x – 460
			x< 6.5	y =< 60

جدول 4 . معادلات حساب القيم التقديرية ومديات متغيرات مجموعة العناصر الاثرية(1).

Element (mgl^{-1}) العنصر	Range المدى	Rating function (Sub-index function) دالة المجموعة الثانوية
Aluminium(Al)	x<5	y=100
	5 ≤ x ≤ 20	y = -6.622x + 132.9
	x>20	y=0
Arsenic (As)	x<0.1	y=100
	0.1 ≤ x ≤ 2	y = -52.32x + 105.1
	x>2	y=0
Berylium(Be)	x<0.1	y=100
	0.1 ≤ x ≤ 0.5	y = -248.7x + 124.6
	x>0.5	y=0
Cadimium (Cd)	x<0.01	y=100
	0.01 ≤x ≤ 0.05	y = -2487.x + 124.6
	x>0.05	y=0
Chronium(Cr)	x<0.1	y=100
	0.1 ≤ x ≤ 1.0	y = -109.8x + 110.8
	x>1	y=0
Cobalt (Co)	x<0.1	y=100
	0.1 ≤ x ≤ 1.0	y = -109.8x + 110.8
	x>1	y=0
Copper (Cu)	x<0.2	y=100
	0.2 ≤ x ≤ 5	y = -20.74x + 103.9
	>5x	y=0
Floride (F)	x<1	y=100
	1≤ x ≤ 15	y = -7.132x + 107.0
	x>15	y=0
Iron (Fe)	x<5	y=100
	5 ≤ x ≤ 20	y = -6.657x + 133.2

	x>20	y=0
Lead (Pb)	x<5	y=100
	5 ≤ x ≤ 10	y = -19.92x + 199.4
	x>10	y=0
Lithium (Li)	x<2.5	y=100
	2.5 ≤ x ≤ 5	y = -39.82x + 199.5
	x>5	y=0
Manganese(Mn)	x<0.2	y=100
	0.2 ≤ x ≤ 10	y = -10.18x + 101.9
	x>10	y=0
Molybdenum(Mo)	x<0.01	y=100
	0.01≤ x>0.05	y = -2487.x + 124.6
	x>0.05	y=0
Nickel (Ni)	x<0.2	y=100
	0.2 ≤ x ≤ 2	y = -54.94x + 110.4
	x>2	y=0
Selenium (Se)	x<0.01	y=100
	0.01≤ x ≤ 0.02	y = -9803.x + 197.0
	x>0.02	y=0
Vanadium (V)	x<0.1	y=100
	0.1≤ x ≤ 1	y = -108.8x + 109.7
	x>1	y=0
Zinc (Zn)	x<2	y=100
	2 ≤ x ≤ 10	y = -12.46x + 124.8
	x>10	y=0



شكل1. خارطة تمثل مواقع نمذجة العينات المائية

جمع بيانات نوعية المياه

جمعت نماذج المياه للفترة من اذار 2015 ولغاية كانون الاول 2015 وبواقع (8) مواقع على نهر دجلة و(8) مواقع على نهر الفرات وموقعين على نهر ديالى وموقع واحد على شط العرب. ويمثل شكل(1) خارطة مواقع العينات على امتداد هذه الانهار. جرى اخذ النماذج المائية من المواقع المنتخبة بواقع نمذجة واحدة شهريا لكل موقع لتمثل قاعدة بيانات لبرنامج حساب معامل نوعية مياه الري شهريا ولكل موقع. حللت النماذج كيمائيا وقدرت الايونات الاتية:- الكالسيوم والمغنسيوم و الصوديوم والبوتاسيوم والكلورايد والكبريتات والكاربونات والبيكاربونات والنترات والبورون والعناصر النادرة (الرصاص والزنك والكادميوم والحديد). كما قدرت المواصفات النوعية الاخرى وكما يأتي:- قدرت الايصالية الكهربائية EC باستعمال جهاز EC-meter وتفاعل التربة pH بأستعمال جهاز pH–meter والبوتاسيوم والصوديوم (6 و16 و17).

النتائج والمناقشة

قيم دليل نوعية مياه الري لنهر دجلة

يبين جدول 5 ان قيم دليل نوعية مياه الري كانت تتدرج ضمن فئة ملائم للري (اكبر من 80) ولمواقع النمذجة من موقع جسر المثنى الى موقع الكوت ولجميع اشهر السنة مما يعني امكانية استعمال هذه المياه لري معظم المحاصيل بدون خطورة تذكر على التربة والمحصول. كما يلاحظ انخفاض قيمة دليل نوعية المياه في جسر المثنى عن قيمته في جسر الشهداء وهذا يرجع بشكل رئيسي ال ان ذراع دجلة يصب في النهر قبل جسر المثنى والذي تتدرج قيم دليل النوعية فيه ضمن فئة قليل الملائمة في اشهر عدة اذ تراوحت بين 54.20- 86.82 خلال اشهر السنة بسبب طبيعة الاراضي الجبسية التي يمر فيها وذوبان الجبس يؤدي الى وفرة من الايونات الثنائية ولاسيما ايونات الكالسيوم وايونات الكبريتات وكذلك ارتفاع قيم الايصالية الكهربائية في بحيرة الثرثار التي ياخذ ذراع دجلة المياه منها (14). ويلاحظ الجدول استمرار انخفاض دليل نوعية المياه كلما توجه النهر باتجاه الجنوب، وحصول انخفاض حاد في موقع علي الغربي مقارنةً بموقع الكوت ويمكن تفسير هذا الانخفاض الى مساهمة نهر الجباب ذو النوعية الرديئة والتصريف العالي وخاصة اثناء موسم السيول الذي يمر بمملحة هور الشويجة مما يجلب مياه ذات ملوحة عالية ونوعية رديئة (14). ويلاحظ من النتائج ان التغيرات المكانية لانخفاض دليل النوعية باتجاه الجنوب كانت اكثر وضوحا وربما يعود سبب ذلك الى جريان النهر في مناطق مختلفة وتأثر نوعية المياه تبعا لطبيعة تلك المناطق ليصل الى ادنى معدل سنوي لقيم دليل النوعية 77.08 و74.53 في مواقع العمارة والقرنة، على التوالي.

جدول 5 . دليل نوعية مياه الري في مياه نهر دجلة لسنة2015 المحسوب ببرنامج IWQI

الموقع	ذراع دجلة	جسر المثنى	جسر الشهداء	العزيزية	الكوت	علي الغربي	العمارة	القرنة
اذار	84.77	90.13	91.50	92.44	88.69	76.61	69.95	66.62
نيسان	83.44	92.81	94.50	90.56	89.51	81.61	79.94	79.87
ايار	69.95	91.69	92.06	92.44	92.44	79.94	79.27	78.77
حزيران	54.96	95.24	97.31	88.69	90.56	81.61	81.60	78.27
تموز	68.82	98.77	97.66	84.27	87.0	78.20	73.61	71.94
اب	86.82	97.21	96.75	90.0	89.44	80.90	78.40	74.95
ايلول	86.81	97.45	97.35	86.82	88.6	78.29	74.94	74.90
تشرين اول	54.20	90.56	90.56	95.62	88.50	81.11	77.78	72.95
تشرين ثاني	84.77	95.25	95.25	90.56	88.40	81.60	79.90	78.27
كانون اول	80.94	93.75	94.68	90.54	92.44	83.27	74.78	68.78
المعدل	75.54	94.38	94.76	90.19	89.55	80.31	77.08	74.53

دليل نوعية المياه لنهر الفرات

يبين جدول 6 ان قيم دليل نوعية مياه الري كانت تتدرج ضمن فئة ملائم للري (اكبر من 80) من صدر اليوسفية الى الكفل ولجميع اشهر السنة عدا شهر تشرين الثاني اذ انخفض دليل النوعية الى فئة متوسط الملائمة (60 – 80) في مواقع سدة الهندية والكفل، وقد حصل (12) على نتائج مقاربة. بعد ذلك حصل انخفاض حاد في معدل قيمة دليل نوعية مياه الري ابتداءً من موقع الشنافية لغاية موقع الناصرية.

جدول 6. دليل نوعية مياه الري نهر الفرات لسنة 2015 المحسوب ببرنامجIWQI

لموقع	صدر اليوسفية	سدة الهندية	الكفل	الشنافية	السماوة	الناصرية	المدينة	القرنة
اذار	90.65	90.56	88.69	64.95	66.60	55.95	46.32	54.62
نيسان	92.81	88.69	86.82	55.66	55.66	21.80	32.70	46.63
ايار	92.06	89.81	92.44	53.29	48.09	46.36	55.16	62.79
حزيران	92.44	90.56	92.44	54.62	61.22	61.20	44.20	73.28
تموز	90.65	91.69	91.5	53.16	55.98	52.09	37.17	72.61
اب	93.75	86.63	93.56	59.88	57.36	57.15	54.49	75.11
ايلول	92.44	92.44	92.43	56.01	49.29	50.62	74.94	76.61
تشرين اول	90.57	90.58	88.69	65.95	64.26	59.24	71.44	72.78
تشرين ثاني	87.19	78.27	77.94	38.04	40.37	48.36	50.61	73.61
كانون اول	90.36	86.82	86.82	55.82	47.90	41.97	49.97	69.78
المعدل	91.29	88.60	89.10	54.50	54.26	44.97	51.70	67.78

ليكون ضمن فئة قليل الملائمة ليصل في بعض الاحيان الى فئة غير ملائم للري في الناصرية. ويعود سبب ذلك وكما ذكر سابقا الى تاثير مبزلي الشنافية الشرقي والشنافية الغربي اللذان يصبان في نهر الفرات قبل موقع الشنافية وبتصاريف عالية وبنوعيات مياة تندرج ضمن فئة غير ملائم للري فقد تراوحت قيم دليل نوعية المياه في هذين المبزلين بين 20 الى 30 (15) ثم ترتفع قيمة دليل نوعية المياه لتصل كمعدل الى 51.70 و67.78 في مواقع المدينة والقرنة، على التوالي ويعود سبب ذلك الى تاثير مياه نهر العز الذي يصب في نهر دجلة بعد موقع المدينة. وتتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه كل من (8) و (1).

دليل نوعية مياه الري لشط العرب

يبين جدول 7 ان اعلى قيمة لدليل نوعية مياه الري كانت 58.61 اي قليل الملائمة للري في شهر حزيران واقل قيمة كانت 3.35 غير ملائم للري. يعزى هذا التفاوت في قيمة الدليل الى عدة اسباب منها:-

1- حالة المد والجزر اثناء فترة النمذجة ففي حالة المد ترجع مياه الخليج الى شط العرب مما يقلل من قيمة الدليل وعكس ذلك في حالة الجزر.

2- التصريف الوارد الى شط العرب من نهري دجلة والفرات كلما كانت كمية المياه الواردة اكبر كلما ازدادت قيمة الدليل اضافة الى كمية ونوعية المياه الواردة من نهر الكارون من جهة ايران.

3- الظروف الجوية وخاصة ارتفاع درجة الحرارة وازدياد التبخر، لكن تاثير هذا العامل يكون اقل وضوحا من العوامل اعلاه (18). اي ان مياه شط العرب تكون في اغلب الاحيان غير ملائمة للري وهناك حالة تدهور واضحة في نوعيتها.

جدول7. قيم دليل نوعية مياه الري لموقع (التنومة) شط العرب لسنة 2015 المحسوب ببرنامج IWQI

الشهر	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول
دليل نوعية المياه	5.44	51.9	54.62	58.61	31.33	3.53	49.04	44.95	51.76	46.65

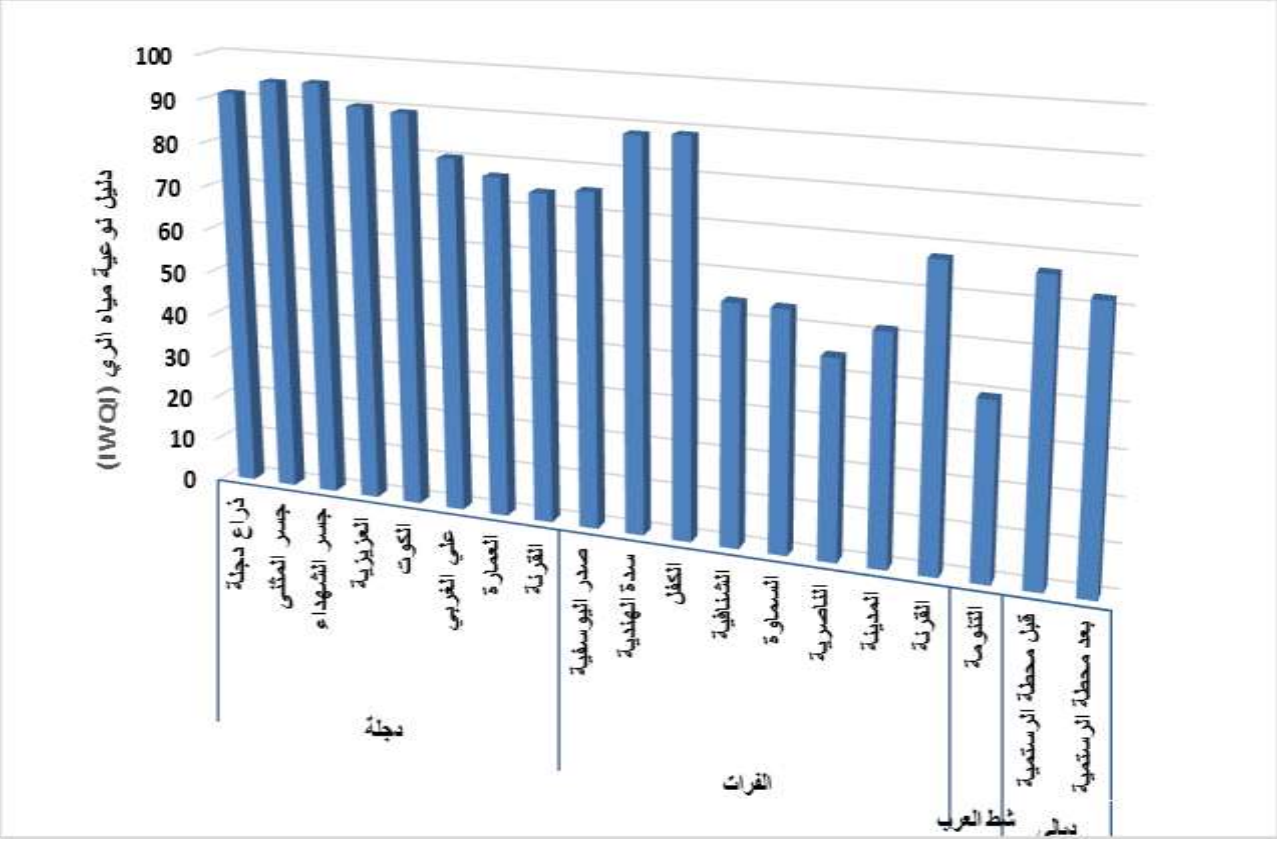
دليل نوعية مياه الري لنهر ديالى

يبين جدول 8 ان قيم دليل نوعية مياه الري كانت في اغلب الاحيان بين (60 – 80) اي ضمن صنف معتدل الملائمة للري وفي بعض الاشهر تنخفض قيمة دليل نوعية مياه الري الى صنف قليل الملائمة للري (45 – 60) اما تاثير محطة الرستمية فقد اشارت النتائج الى انها ساهمت في خفض قيمة دليل النوعية في كل اشهر فترة الدراسة وبنسب مختلفة اعتمادا على تصريف مياه نهر ديالى الا انها على الاغلب كانت تاثيرات بسيطة. وحصل Ayad and Rabee (4) على ان تاثير محطة الرستمية على نوعية مياه نهر ديالى تختلف باختلاف تصريف نهر ديالى.

جدول8. قيم دليل نوعية مياه الري نهر ديالى لسنة 2015 المحسوب ببرنامج IWQI

الشهر	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين اول	تشرين ثاني	كانون اول
قبل الرستمية	56.01	75.44	64.95	54.63	69.78	69.71	66.45	84.10	61.95	64.95
بعد الرستمية	55.69	66.45	59.95	51.96	65.78	64.95	65.78	74.61	57.96	62.28

يلاحظ من الشكل 2 ان قيم معدل دليل نوعية مياه الري للفترة اذار– كانون الاول 2015 لنهر دجلة اعلى من نهر الفرات ولجميع مواقع النمذجة وعلى الترتيب من الشمال باتجاه الجنوب اذ بلغت قيمته 94.38 و88.6 في موقع جسر المثنى(دجلة) وصدر اليوسفية (الفرات)، على التوالي في بغداد الى ان وصل الى 74.55 و67.78 في مواقع قرنة(دجلة) وقرنة(فرات)، على التوالي. يعود سبب انخفاض دليل نوعية مياه الري لنهر الفرات مقارنة مع نهر دجلة الى ان تصريف ونوعية مياه نهر دجلة من المصب اعلى من تصريف ونوعية مياه نهر الفرات الداخلة الى العراق، اضافة الى الروافد ===الداخلية التي تغذي نهر دجلة بينما لاتوجد اي تغذية داخلية لنهر الفرات والمبازل التي تصب في نهر الفرات اكثر من نهر دجلة مما سبب في تردي نوعية مياه نهر الفرات وانخفاض دليل نوعية مياه الري (15). كما وجد من الجدول ان معدل دليل نوعية المياه لشط العرب في موقع التنومة للفترة اذار– كانون الاول 2015 كانت 39.78 وتصنف غير ملائم على الاغلب. اما نهر ديالى فقد لوحظ ان تأثير محطة الرستمية في خفض معدل دليل نوعية مياه الري قليل نسبيا اذان المياه تصنف في الموقعين المدروسين على نهر ديالى بانها متوسط الملائمة ورغم ذلك يجب الاهتمام بنوعية المياه المعالجة التي تصرف الى النهر ومراقبتها دوريا لتلافي اي تلوث قد يحصل من المحطة المذكورة.



شكل2. معدل دليل نوعية مياه الري للانهر الرئيسية في العراق للفترة اذار– كانون 2015

REFERENCES

1. Al-meini, A. K . 2010. A proposed Index of Water Quality Assessment for Irrigation. Eng. Tech. J. 28 (22): 1–18.

2. Alobaidy,A.H,M,J. Haider S.Abid and. K.Maulood.2010.Application of Water Quality Index for assessment of Dokan lake ecosystem, Kurdistan Region, Iraq. Journal of Water Resource and protection(2):792-798.

3. Al-Tamir ,.A.2007. Interpretation of Ground Water Quality Data Variation In Erbil City, Northern Iraq. Al-Rafidain Engineering. J.16(2):24-30.

4. Ayad Gh. H and A..M. Rabee 2014. Impact of Diyala Tributary on the quality of Tigris river Water Journal of International Environmental Application and Science 9 (4) : 493-504.

5. Ayeres, R .S. and D.W. Westcot. 1985. Water Quality for Agriculture Irrigation and Drainage. Paper 29. Rev. 1. FAO.
6. Black, C.A. (ed). 1965. Methods of Soil Analysis Agron. J. Publisher Madison. Wisconsin, USA.
7. Cesar A. A.S. Quintar, P. González and A. M.Miguel. 2007. Influence of urbanization and tourist activities on the water quality of the Potrero de los Funes River(San Luis – Argentina). Environ Monit Assess 133:459–465.
8. -Chleim,G.Th.1997. A proposed Index of Water Quality Assessment for Irrigation in Iraq. Ph.D. Dissertation, Coll. of Agric.,Univ. of Basra. I Arabic.pp.170.
9. Darapu, Srikanth Satish Kumar, Er. B. Sudhakar, K. Siva Rama Krishna, P. Vasudeva Rao. and M. Chandra Sekhar.2012. Determining Water Quality Index for the Evaluation of Water Quality of River Godavari International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) Vol. 1, Issue 2, :174-182.
10. Detyniecki, M.2001. Fundamentals on aggregate -on Operators. Berkeley initiative in Soft Computing. Computer Science Division University of California, Berkeley, USA.
11. Fagin, R. and Wimmers, E. 2000. A formula for incorporating weights into scoring rules, Theoretical Computer 239: 309-308.
12. Jahad, U.A. 2014. Evaluation water quality index for irrigation in the North of Hilla city by Using the Canadian and Bhargava Method. Journal of Babylon University/Engineering Sciences /.22 (2): 346-353.
13. Maia ,Celsemy eleutério and Kelly Kaliane rego da Pazrodrigues.2012 Proposal for an index to classIfy irrigation water quality:acase study in northeastern Brazil. Bras.Ci.solo,(36):823-831.
14. Ministry Of Water Resources, National Center For Water Resources Management 2012. Assessment of water quality for the main rivers in Iraq– 2012.pp:108.
15. Ministry Of Water Resources, National Center For Water Resources Management 2014 . Assessment of water quality for the main rivers in Iraq– 2014 pp:110.
16. Page, A.L. R.H. Miller and D.R. Keeney (Ed). 1982. Methods of Soil Analysis part 2, 2nd (ed) Agron., 9, Publisher, Madison Wisconsin, USA pp:732.
17. Richards, A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture handbook No. 60. USDA Washington. pp:841.
18. Salim M. and N. Aboud. 2015. Water quality assessment of the shatt al-arab river southern Iraq, Journal of coastal life medicine 3(6) :459-465.
19. Shaheen,K.M.. 1998. Classification of Ground Water Using Water Quality Index 6th Scientific for Foundation of Technical Institutes, Baghdad, Iraq . pp:168