Journal of Water Resources and Geosciences
Vol. 1, No. 1

تحليل نوعية المياه لأغراض الري في منطقة أسفل نهر ديالى باستخدام برنامج IWQG

رياض مظهر صالح علا نوري إبراهيم

ر.مهندسيين زراعيين مهندس زراعي أقدم

المركز الوطني لادارة الموارد المائية – وزارة الموارد المائية – بغداد

* المؤلف المراسل: riyadh@water2irrigation.net

الخلاصة:

مؤشر جودة المياه (WQI) بمفهوم مبسط هو وسيلة لدمج بيانات جودة المياه المعقدة في قيمة واحدة أو بيان واحد. العمل الحالي عبارة عن تحليل وتقييم نوعية مياه أسفل نهر ديالى - العراق في شهر اب لسنة 2019 ب ستخدام برنامج IWQG irrigation water quality index لأغراض الري ، وباستخدام نموذج مؤشر جودة مياه الري (IWQI) الذي تم تطويره في البرازيل ، يمكن أن ينعكس هذا المؤشر على ملوحة التربة ومخاطر اللزوجة وسمية المياه للنباتات والآثار المتنوعة على محاصيل الأملاح الحساسة. جمعت 8 مناطق على مجرى النهر، وتم تحليل هذه العينات. لستة معامِلات وهي (EC) ، (Ca + 2)، (Mg + 2)، (Na + 1)، (HCO3-1)، و (Cl-1) وأظهرت النتائج أن أن جميع مواقع الدراسة ذات قيود قليلة للأستخدام الزراعي ماعدا موقع جسر ديالى القديم وموقع مذب الرستمية إذأن دليل نوعية المياه لهذين الموقعين ذو قيود متوسطة للأستخدام الزراعي أي أن جودة مياه النهر مناسبة للتربة المروية على جانبي النهر حتى وان كانت طينية طينية (قوام ثقيل) ، ولا تحدث مشكلة صوديوم التربة. وأوصت مخرجات البرنامج باستخدام طريقة الري بالتنقيط للاشجار والخضر لتجنب الملامسة المباشرة لهذه المياه للمحاصيل.

كما يوصي الباحثون ببرنامج IWQG كأداة جيدة وكفوءة لتقييم نوعية المياه ويقوم بتقديم التوصيات والحلول لأدارة المياه وتسهيل مهمة تقييم أنظمة المياه للاغراض الزراعية.

الكلمات المفتاحية: الري ، مؤشر جودة المياه ، نهر ديالى , برنامج IWQG

Analysis of water quality for irrigation purposes in the lower Diyala River using the IWQG software

Riyadh Mudhaeher Salih — Senior Agricultural Engineer

Oula Nuri Ibrahim — Agricultural Engineer

National Center for Water Resources Management - Ministry of Water Resources – Baghdad

*Corresponding author's email: riyadh@water2irrigation.net

Abstract

The Water Quality Index (WQI) simplified concept is a way of integrating complex water quality data into a single value or statement. The current work is analysis and assessment of water quality downstream of Diyala River - Iraq in August 2019 using IWQG irrigation water quality guidelines software for irrigation purposes, using the IWQI model developed in Brazil by Meireles et. the. (2010), this indicator can be reflected by soil salinity, viscosity hazards, water toxicity to plants, and diverse effects on salt-sensitive crops. Eight regions along the river were collected, and these samples were analyzed. It has six parameters which are (EC), (Ca^{+2}), (Mg^{+2}), (Na^{+1}), ($HCO3^{-1}$), and (Cl^{-1}). The results showed that all study sites have few restrictions for agricultural use except for the site of the old Diyala Bridge and the site of downstream al-Rustamia, as the water quality index for these two sites has moderate restrictions for agricultural use, meaning that the quality of the river water is suitable for the irrigated soil on both sides of the river even if it is clayey. Heavy texture), and soil sodium problem does not occur. The software outputs recommended using the drip irrigation method for trees and vegetables to avoid direct contact of this water with crop.

The researchers also recommend the IWQG irrigation water quality guidelines software as a good and efficient tool for evaluating water quality, providing recommendations and solutions for water management, and facilitating the task of evaluating water systems for agricultural purposes.

Key words: irrigation, water quality index, Diyala River, IWQG software

المقدمة :

تعد نوعية مياه الري من أهم ما يتطلب تحديده لغرض نجاح زراعة المحاصيل والتي تتاثر بعضها بمحددات وعناصر تلك المياه ، وإن إدارة وتوزيع المياه للأستخدام الزراعي ومتابعة نوعية المياه يعد من مهام وزارة الموارد المائية ، فضلاً عن أهمية ذلك في الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان كونه المستهلك النهائي للمنتجات الزراعية بشقيها النباتي والحيواني. وبالنظر للتغيرات المناخية السائدة التي يشهدها العالم حاليا ونقص المياه الحاصل في المناطق الجافة وشبه الجافة بشكل عام وفي العراق بشكل خاص، لذلك تعد المحافظة على نوعية المياه من التدهور بسبب التلوث المتزايد نتيجة لنقص المياه الواردة إلى العراق من الأمور المهمة جدا.

ان مشكلة تلوث المياه في جنوب مدينة بغداد ليست بالجديدة بسبب طرح المياه العادمة في مجاري الأنهار، ولاسيما في نهر ديالى إذ يعاني هذا النهر منها ومنذ عدة سنوات، مع حصول زيادة في المشكلة نتيجة لزيادة كميات تصاريف المياه العادمة الواردة لنهر ديالى فضلا عن قلة الوارد المائي إليه أصلا من مناطق المنبع (عباس وأبراهيم ، 2013) , يعد نهر ديالى وهو احد روافد نهر دجلة المهمة والممتدة على طول الاراضي الواقعة في غرب ايران وشرق العراق وحتى التقائه بنهر دجلة جنوب مدينة بغداد (الشكرجي,١٩٩٩) وكما بينت بحوث ودراسات اخرى تلوث نهر ديالى وتغير خصائصه نتيجة لتاثره بقنوات البزل مثل قناة الجيش ومطروحات محطة الرستمية (جياد , ١٩٨٤) أشارت (رجب , 2019) بان نهر ديالى يعد عاملا رئيسيا في تأثيره بمياه نهر دجلة في جنوب بغداد وذلك بسبب المياه المصرفة إليه من المبازل ومياه الصرف الصحي والمياه الصناعية المصرفة من مدينة بعقوبة والمياه الأسنة في بزايز قناة الجيش.

ويشير مصطلح جودة المياه (WQI) إلى الخصائص البيولوجية والكيميائية والفيزيائية (أو خصائص) نظام إمداد المياه الذي سيؤثر على ملاءمته لمنظومة (Pule , 2017).

أصبح تطوير تطبيقات الكمبيوتر لأتمتة العمليات الحسابية أمرًا ضروريًا أكثر من أي وقت مضى. على حد علمنا ، يتوفر عدد قليل جدًا من تطبيقات الكمبيوتر أو البرامج التي تستخدم مؤشرات جودة المياه مثل برنامج مؤشر جودة المياه (QUALIDEX) الذي يحتوي على العديد من وحدات مؤشر جودة المياه التي تتضمن مؤشرين تم تطويرهما في الولايات المتحدة وثلاثة مؤشرات تم تطويرها في الهند وبرامج أخرى مثل SWQAT (Sharma,2013)، MTSI (Moeseneder .(C,2015)

حظيت معايير جودة المياه التي طورها مختبر الملوحة الأمريكي USSL) ، 1954 (بقبول واسع في العديد من البلدان. التركيز الكلي للملح وخطر الصوديوم المحتمل لمياه الري هما العاملان الرئيسيان لمكونات المعايير. تم اقتراح أربع فئات من الملوحة وخطر الصوديوم لتقييم مياه الري. في عام (1977) اقترحت لجنة الاستشاريين بجامعة كاليفورنيا" (UCCC) مبادئ توجيهية" ، والتي نشأت من سنوات طويلة من الخبرة ونتائج البحث لمختبر الملوحة بالولايات، تتناول الإرشادات أربعة مجالات رئيسية هي: الملوحة والنفاذية والسمية ومتنوعة. هذه "الإرشادات "ثم تم تعديله في عام 1985 بواسطة (Ayers,1985) (Ayers and Westcot)وأصبح يستخدم على نطاق واسع للتقييم جودة مياه الري في العالم. أستخدم (Ewaid , et al., 2018) برنامج IWQG irrigation water quality guidelines في تقييم نوعية مياه نهر الغراف.

تهدف هذه الدراسة إلى :

1- تحليل أصـــناف نوعية المياه في نهرديالى في منطقة أســـفل نهر ديالى باســـتخدام برنامج irrigation water quality IWQG guidelines.

2- بيان صلاحية استخدام هذه المياه للاغراض الزراعية.

المنهجية:

لتحليل أصناف نوعية المياه في أسفل نهرديالى في جزءه الجنوبي أختيرت 8 مواقع للنمذجة لغرض تمثيل وتقييم نوعية المياه ودرجة تلوثها وشملت المواقع جدول (1) وشكل (1):

جدول 1. يوضح أحداثيات مناطق الدراسة

Location	Longitude	Latitude
نهر دجلة (الزعفرانية)	44°43'33.3 شرقاً	33°33'33 شمالاً
جسر ديالى القديم	44°31'22.4" شرقاً	33°14'09.8"شمالاً
منطقة التقاء دجلة بنهر ديالى	44°30' 19.6" شرقاً	33°13' 0.09" شمالاً
المدائن	44°34' 19.6" شرقاً	33°05'37.7" شمالاً
محطة ضخ 9 نيسان/قبل الرستمية	44°34' 14.4" شرقاً	33°24' 03.3" شمالاً
محطة ضخ الكرغولية/ بعد الرستمية	44°32'18" شرقاً	33°17'09.7" شمالاً
مذب الرستمية	44°32'15.2" شرقاً	33°17'18.3" شمالاً
جسر ديالى الجديد	44°47'09.6" شرقاً	32°59'13.9" شمالاً

الشكل 1: موقع الدراسة

أذ تم أخذ نماذج مائية من هذه المواقع في شهر أب من عام 2018 لأجراء التحاليل المختبرية وتقدير العناصر الكيميائية والبيولوجية في مختبرات المركز الوطني لادارة الموارد المائية كمدخلات لبرنامج IWQG لتقييم المياه لأغراض الري.

- برنامج IWQG Irrigation Water Quality Guidelines:

برنامج لتقييم المياه لأغراض الري , تم بناءه عام 2014 من قبل رياض مظهر صالح المهندس في المركز الوطني لأدارة الموارد المائية وتم إعتماده من قبل وزارة الموارد المائية ، يقوم هذا البرنامج بحساب مؤشرات جودة المياه للري كمخرجات الموضحة في الجدول (2) .

جدول 2. مؤشرات جودة مياه الري

Symbol	indicator	Mathematical equations	Unit	References
SAR	Sodium Adsorption Ratio	$SAR=\frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg/2}}$	meq/L	Ayers and Westcot,1994
adj.SAR	Adjusted Sodium Adsorption Ratio	$adj.SAR=\frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg/2}}\{1+(8.4+PHc\}$	meq/L	Ayers and Westcot,1994
adjRNa	Adjusted Sodium Adsorption Ratio	$adjRNa=\frac{Na}{\sqrt{Cax+Mg/2}}$	meq/L	Suarez, 1981 and Rhoades, 1984
SSP	Sodium Soluble Percentage	$SSP=\frac{((Na+k)*100)}{(Na+Ca+K+Mg)}$	meq/L	Todd,1980
RSC	Residual Sodium Carbonate	$RSC=(CO3^{-2}+HCO3^{-})-(Ca^{+2}+Mg^{+2})$	meq/L	Richards,1954 and Eton,1950
PS	Potential Salinity	$PS= Cl^{-}+0.5*SO4^{-2}$	meq/L	Doneen, 1958

ESP	Exchangeable Sodium Percentage	ESP=$\frac{100*(-0.0126+0.01475\ SAR)}{1+(-0.0126+0.01475\ SAR)}$	%	Richards ,1954
PI	Permeability index	$PI=\frac{(Na+\sqrt{HCO3})x100}{(Ca+Mg+Na)}$	meq/L	Doneen ,1964
KR	Kelly's ratio	KR values of 1 or \1 indicate suitability, while KR values of [1 indicate unsuitability for irrigation purpose. KR values of 1 or \1 indicate suitability, while KR values of [1 indicate unsuitability for irrigation purpose. KR values of 1 or \1 indicate suitability, while KR values of [1 indicate unsuitability for irrigation purpose. KR values of 1 or \1 indicate suitability, while KR values of [1 indicate unsuitability for irrigation purpose. $KR=\frac{Na}{(Ca+Mg)}$	meq/L	Kelly ,1963
Na%	Percent Sodium	Na% = $\frac{Na*100}{(Ca+Mg+Na+K)}$	meq/L	Wilcox ,1955
(MH)	Magnesium hazard	MH = $\frac{Mg}{Ca+Mg}\times 100$	meq/L	(Szabolcs and Darab 1964)

يقوم البرنامج بتقييم نوعية مياه الري بالاعتماد على المديات الأعتيادية للصفات الكيميائية المطلوبة كمدخلات في مياه الري بموجب مواصفات منظمة FAO / نشرة 29 لسنة 1994 كما في جدول (3).

جدول 3. المديات الأعتيادية للصفات الكيميائية المطلوبة في مياه الري بموجب مواصفات منظمة FAO / نشرة 29 لسنة 1994

LABORATORY DETERMINATIONS NEEDED TO EVALUATE COMMON IRRIGATION WATER QUALITY PROBLEMS				
Water parameter	Symbol	Unit[1]	Usual range in irrigation water	
Electrical Conductivity	EC_w	dS/m	0 – 3	dS/m
Total Dissolved Solids	TDS	mg/l	0 – 2000	mg/l
Calcium	Ca^{++}	me/l	0 – 20	me/l
Magnesium	Mg^{++}	me/l	0 – 5	me/l
Sodium	Na^{+}	me/l	0 – 40	me/l
Carbonate	CO^{--}_3	me/l	0 – .1	me/l
Bicarbonate	HCO_3^{-}	me/l	0 – 10	me/l
Chloride	Cl^{-}	me/l	0 – 30	me/l
Sulphate	SO_4^{--}	me/l	0 – 20	me/l
Nitrate-Nitrogen	NO_3-N	mg/l	0 – 10	mg/l
Ammonium-Nitrogen	NH_4-N	mg/l	0 – 5	mg/l
Phosphate-Phosphorus	PO_4-P	mg/l	0 – 2	mg/l
Potassium	K^{+}	mg/l	0 – 2	mg/l
Boron	B	mg/l	0 – 2	mg/l
Acid/Basicity	pH	1–14	6.0 – 8.5	
Sodium Adsorption Ratio[3]	SAR	(me/l)[1]/ [2]	0 – 15	

أما مؤشردليل نوعيه مياه الري WQI المستخدم في البرنامج فقد وضع من قبل (meireles et al,2010) كمؤشرً لنوعيه مياه الري في البرازيل ليعكس سميه المياه وملوحتها وملوحة التربة والمخاطر المتنوعة التي تؤثر علي المحاصيل الحساسة

وهو من افضل الموديلات والاكثر استعمالا في العالم من حيث التركيز على العناصر الموثرة في نوعية المياه ((EC) ،(Na+)، (HCO3-)، (Cl) ، (SAR)) وقد طوروا هذا المؤشر باجراء خطوتين:

الاولى : يتم استخدام الطريقة الاحصائيه (تحليل المكونات الرئيسية) ، لصفات كل من التوصيل الكهربائي (EC) ، والصوديوم (Na+) ، وبيكربونات (HCO3-)، والكلوريد (Cl) ، ونسبه الصوديوم الممتز (SAR) باعتبارها المؤشرات التي أكثر أهمية وتفصيل لتقييم نوعية المياه.

الثانية : تحديد نوعيه المؤشر الفرعي (Qi) ووزن الوحدة (Wi) لكل مؤشر، تم تجميع قيم wi بحيث يساوي مجموعها واحد تم حساب قيم قياس الجودة (تصنيف الجودة) (Qi) لكل معلمة باستخدام المعادلة (1)، ونتائج جودة المياه المرصودة. تم تكريس الجدول (4) وفقًا لمعايير جودة مياه الري المقترحة من قبل (UCCC) ووفقًا للمعايير التي وضعت Ayers and Westcot .

$$Qi = qi\ max - [(Xij - Xinf) * qiamp / Xamp] \quad (1)$$

حيث qimax هي القيمة القصوى لـ qi للفئة ، xij هي القيمة المرصودة للمعلمات الكيميائية ، xinf هي الحد الأدنى للفئة التي تنتمي إليها كل معلمة ؛ qiamp هو سعة الفئة ؛ و xamp هو الحد الأعلى للفئة الأخيرة لكل معلمة.

الجدول 4. قيم الجودة (Qi) والأوزان (Wi) لحساب معلمات WQI ، كلها في (meq / l) و(EC (µs / cm)
في Meireles et al.، 2010.

Qi	**EC(µs/cm)**	**SAR**	**Na^+**	**Cl^-**	**HCO_3^-**
			(meq/l)		
0-35	EC<200 or EC≥3000	SAR<2 or SAR≥12	$Na^+ < 2$ or $Na^+ \geq 9$	$Cl^- < 1$ or $Cl^- \geq 10$	$HCO_3^- < 1$ or $HCO_3^- \geq 8.5$
35-60	1500≤EC<3000	6≤SAR<12	$6 \leq Na^+ < 9$	$7 \leq Cl^- < 10$	$4.5 \leq HCO_3^- < 8.5$
60-85	750≤EC<1500	3 ≤SAR< 6	$3 \leq Na^+ < 6$	$4 \leq Cl^- < 7$	$1.5 \leq HCO_3^- < 4.5$
85-100	200≤EC<750	2 ≤SAR< 3	$2 \leq Na^+ < 3$	$1 \leq Cl^- < 4$	$1 \leq HCO_3^- < 1.5$

Wi	0.211	0.189	0.204	0.194	0.202

تم تعريف قيم (wi) وفقا لقيم المؤشرات في المنطقة التي تمت دراستها ومعايير (Ayers and Westcot,1994) و تحديد وزن كل متغير حسب أهميته النسبية في الجودة الكلية لمياه الري كما هو موضح في الجدول (5) .

الجدول 5. أوزان معلمات كما أقترحها للدليل نوعي المياه Meireles et al. 2010

Parameters	wi
EC	0.211
Na	0.204
HCO3	0.202
CL	0.194
SAR	0.189
Total 1	Total 1

حيث IWQI هو مؤشر جودة مياه الري غير الأبعاد الذي يتراوح من 0 إلى 100 ؛ Qi هو قياس جودة المعلمة ، (أولاً) الرقم من (0 إلى 100) هو دالة لتركيزه ؛ و wi هو الوزن الطبيعي للمعامل الأول ". (Meireles , et al., 2010) قسمت قيم IWQI لمدى ملاءمة فئة مياه الري إلى خمسة معلمات بلا أبعاد باستخدام المعادلة (2) والجدول رقم (6):

$$IWQI = \sum_{i=1}^{n} QixWi \qquad (2)$$

الجدول 6. تصنيفات وخصائص العامة للدليل نوعي المياه كما اقترحها Meireles et al. 2010

IWQI	RESTRICTIONS	RECOMMENDATION	
		PLANT	**SOIL**
(85-100)	No Restriction (NR)	No toxicity risk for most plants	May be used for the majority of soils with low probability of causing salinity and sodicity problems, being recommended leaching within irrigation practices, except for in soils with extremely low permeability
(70 – 85)	Low Restriction (LR)	Avoid salt sensitive plants	Recommended for use in irrigated soils with light texture or moderate permeability, being recommended salt leaching. Soil sodicity in heavy texture soils may occur, being recommended to avoid its use in soils with high clay
55-70	Moderate Restriction (MR)	Plants with moderate tolerance to salts may be grown	May be used in soils with moderate to high permeability values, being suggested moderate leaching of salts.

(40-55)	High Restriction (HR)	Should be used for irrigation of plants with moderate to high tolerance to salts with special salinity control practices, except water with low Na, Cl and HCO_3 values	May be used in soils with high permeability without compact layers. High frequency irrigation schedule should be adopted for water with EC above 2000 dS m^{-1} and SAR above 7.0.
(0- 40)	Severe Restriction (SR)	Only plants with high salt tolerance, except for waters with extremely low values of Na, Cl and HCO_3.	Should avoid its use for irrigation under normal conditions. In special cases, may be used occasionally. Water with low salt levels and high SAR require gypsum application. In high saline content water soils must have high permeability, and excess water should be applied to avoid salt accumulation.

النتائج والمناقشة

1. لاغراض البيئة والصحة

يوضح الجدول (7) قيم الصفات الكيميائية المدروسة لمياه المواقع التي شملتها الدراسة والتي نفذت من قبل المركز الوطني لأدارة الموارد المائية (خليف ,عبدالرزاق, 2018) وحسب موقعها على نهر دجلة ونهر ديالى لعام 2018 ، أظهرت نتائج التحاليل كما مبينة في الجدول بأن الأيصالية الكهربائية(EC) في أسفل نهر ديالى قد تراوحت ما بين (1- 1.92) dS/m. إذ ان أوطأ قيمة كانت في موقع (محطة ضخ 9 نيسان) ومن ثم أرتفعت القيمة تدريجياً لحين وصول المياه الى المصب وأختلاط مياه نهر ديالى بنهر دجلة. وتعزى تلك الزيادة الى تأثر نهر ديالى بالمياه العادمة والواردة اليه عبر مذب الرستمية وأحتوائها على تراكيز عالية من الاملاح (1.92)dS/m والتي تجاوزت الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية، ومن المرجح أن تكون زيادة تراكيز مذب الرستمية نتيجة لطبيعة المياه الواردة الى المحطة وأحتمالية تراكم الأملاح أثناء عمليات التصفية في أحواض الترسيب. أما بالنسبة الى نهر دجلة فقد تراوحت قيم الأيصالية الكهربائية ما بين (0.89-1.06) dS/m علماً بان هذه الزيادة لا تعد مؤشر خطير ويمكن أن يعزى سبب أرتفاع الملوحة الى الكميات الواردة من نهر ديالى فضلاً عن مروره خلال منطقة زراعية تحتوي على بساتين فيكون النهر كمبزل طبيعي لهذه الأراضي، ولم تتجاوز قيم الأيصالية الكهربائية في نهر دجلة ضمن فترة الدراسة الحدود المسموح بها

أما قيم TDS فقد تراوحت ما بين (663 –1255) ppm وكانت أعلى قيمة في مذب الرستمية والذي يؤشر مدى تلوث مياه الصرف الصحي الشكل (11) وكفاءة شبكات مياه الصرف. هذه القيم تعتبر خارج الحدود المسموح بها لمياه الشرب والموضوعة من قبل (WHO,2008) والبالغة 1000ppm .أما في نهر دجلة فقد تراوحت التراكيز ما بين (590-705) ppm وبلغت أعلى مستوياتها في منطقة الالتقاء بين نهري دجلة ديالى وذلك بسبب تأثر النهر بالمياه الواردة من نهر ديالى فضلاً عن مروره بمناطق زراعية كثيفة، لكن تراكيزه كانت ضمن الحدود المسموح بها عالميا والبالغة (1000ppm) (WHO,2008)

أن تراكيز الآيونات الموجبة والسالبة كانت ضمن الحدود الطبيعية عند عرضها على المحددات العالمية (WHO,2008) وقد أرتفعت قيم بعض الآيونات السالبة والموجبة في موقع مذب الرستمية وموقع التقاء نهري دجلة وديالى بسبب إختلاط مياه نهر ديالى بنهر دجلة ويعزى سبب أرتفاع قيم الآيونات الى تأثر نهر ديالى بالمياه العادمة والواردة اليه عبر مذب الرستمية وأحتوائها على تراكيز عالية من الاملاح والملوثات.

أظهرت النتائج في الجدول (8) (خليف ,عبدالرزاق, 2018) بأن قيم العسـرة الكلية لنهر ديالى قد تراوحت ما بين (360-610)ppm إذ ان أوطأ تركيز كان في محطة ضخ 9 نيسان ويعود السبب الى نوعية المياه الجيدة الواردة من مؤخر سد ديالى ، أما أعلى تركيز فكان في مذب الرستمية ويعود السبب في ذلك الى أرتفاع تراكيز كل من الكالسيوم والمغنيسيوم وبشكل عام فقد تجاوزت العسرة الكلية الحدود المسموح بها في أغلب مناطق الدراسة. أما في نهر دجلة فقد تراوحت العسرة الكلية مابين (340-415) ppm وهي ايضاً كانت متجاوزة للحدود المسموح بها وهي (150)ppm .

كما نلاحظ من الجدول (8) أن قيم المتطلب الكيمياوي للأوكسجين(COD) وخلال فترة الدراسة قد تراوحت ما بين (3-19.2) ppm إذ أن أوطأ قيمة كانت في محطة 9 نيسـان وأعلى قيمة كانت في مذب الرسـتمية وقد تجاوزت نسـبة المتطلب الكيمياوي للمحددات والبالغة (5) ppm وربما يكون السـبب هو التلوث البايولوجي لنهر ديالى. بينما في نهر دجلة فقد تراوحت نسبة المتطلب الكيمياوي بين (1.5– 3.4) ppm وهذا يعني بأنها لم تتجاوز الحدود المسموح بها .

أما قيم المتطلب البايولوجي للأوكسجين BOD وقد تجاوزت نسبة المحددات والبالغة (5) ppm في جميع مواقع الدراسة

جدول 7. قيم الصفات الكيميائية لمواقع الدراسة

في نهري دجلة وديالى وقد يعود سـبب ذلك الى عدم كفاءة محطة معالجة الرسـتمية لكونها تصـرف مياه عادمة حاوية على تراكيز من المواد العضوية، وقد وصلت أعلى قيمة وهي 23PPM في موقع (مذب الرستمية).

ppm											ppm	ds/m	
B	NO_3	HCO_3	CO_3	SO_4	Cl	K	Na	Mg	Ca	pH	TDS	Ec	الموقع
0.585	1	146	12	211	63.9	3	39.1	60	36	7.95	590	0.89	نهر دجلة (الزعفرانية)
0.645	0.5	158	24	297	85.2	5.8	50.6	84	40	7.72	745	1.12	جسر ديالى القديم
0.746	0.5	134	24	268	85.2	5.3	46	76.8	38	7.75	705	1.06	منطقة التقاء دجلة بنهر ديالى
1	1.65	146	12	249	78.1	5.2	46	70.8	34	7.78	637	0.96	المدائن
0.645	0	73	24	240	71	3.8	46	74.4	20	7.93	663	1	محطة ضخ 9 نيسان/ قبل الرستمية
0.612	1	158	2	230	85.2	5.3	46.9	70.8	34	7.75	729	1.1	محطة ضخ الكرغولية/ بعد الرستمية
0.76	5	280	36	336	178	13	101	108	64	7.82	1255	1.92	مذب الرستمية
0.64	2	158	12	249	78.1	4.5	50	69.6	36	7.75	705	1.07	جسر ديالى الجديد

تراوحت تراكيز البكتريا ما بين (5400- أكثر من 16000) (M.P.N/100ml) إذ ان التراكيز العالية كانت منتشرة ضمن مجمل النهر ما عدا محطة ضخ 9 نيسان مما يؤشر وجود تلوث بهذا النوع من البكتريا.

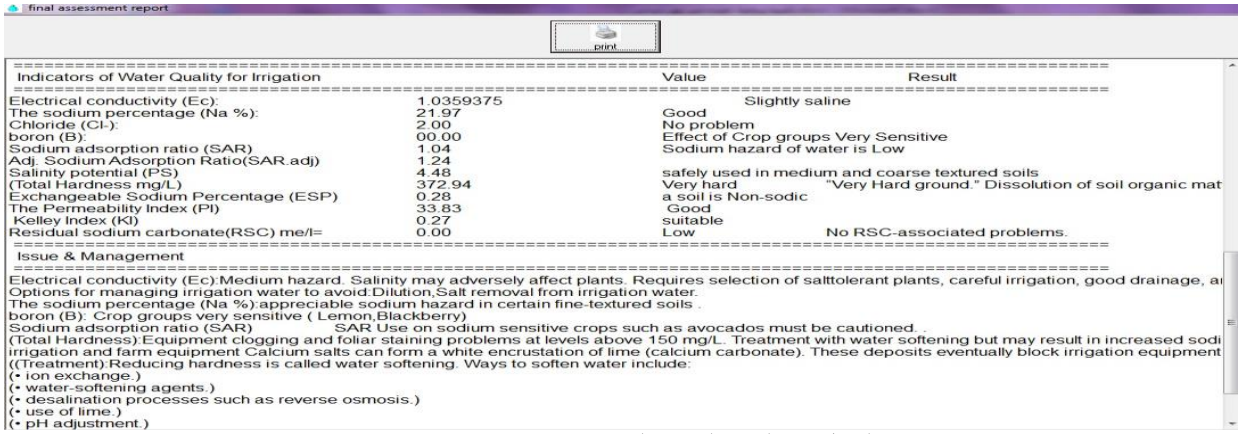
الجدول 8. قيم العسرة الكلية وفحوصات COD, BOD وانواع من البكتريا

(M.P.N/100ml)	(M.P.N/100ml)		mg/l	ppm	الموقع
Total coliform (T.C)	E. Coli	BOD5	T.H	COD	
>16000	9200	7	340	1.5	نهر دجلة (الزعفرانية)
>16000	330	9	450	4.6	جسر ديالى القديم
>16000	240	7	415	3.4	منطقة التقاء دجلة بنهر ديالى
16000	240	6	380	2.1	المدائن
5400	210	6	360	3	محطة ضخ 9 نيسان/قبل الرستمية
>16000	3500	8	380	3.8	محطة ضخ الكرغولية/ بعد الرستمية
>16000	16000	23	610	19.2	مذب الرستمية
>16000	3500	10	380	3.8	جسر ديالى الجديد

أن التلوث البايولوجي هو اهم المؤشرات لتردي نوعية المياه في نهر ديالى والحاصل بسبب ضخ المياه العادمة غير المعالجة اليه ولاسيما تلك الواردة من محطة الرستمية، وهذا يؤكد ماتناولته كل الدراسات السابقة لهذه المنطقة ولاسيما دراسة نوعية مياه الأنهر الرئيسية في العراق عام 2012 و 2013 ودراسة وزارة البيئة 2012 والتي أشارت إلى أن التلوث البايولوجي في نهر ديالى هو اعلى مما هو في نهري دجلة والفرات وشط العرب وأن مستوى بكتريا القولون المرضية E.Coli والبكتريا البرازيه Coli Form وتقديرات عدد البكتريا في الاناء ومتطلبات الاوكسجين الحيوي BOD قد كانت فوق الحدود المسموح بها.

2. لاغراض الري والزراعة

أستخدم برنامج تقييم نوعية المياه لأغراض الري IWQG irrigation water quality guidelines لتقييم أصناف نوعية المياه للمواقع المدروسة أعتماداً على قيم العناصر الموجبة والسالبة وقيم الصفات البايولوجية من المختبر بعد أن تم تحويل قيم (Ca ,Na ,Mg ,K HCO3,CO3,SO4,Cl) من وحدات ppm الى وحدات meq/l وادخالها الى البرنامج ومن ثم يقوم البرنامج بحساب مؤشرات جودة المياه ومنها دليل نوعية المياه WQI واعطاء تقرير كامل عن نوعية المياه ومحددات أستخدامها بالنسبة لمختلف المحاصيل ونسبة الانتاجية المتوقعة كمخرجات نهائية كما موضح في الشكل (2).


final assessment report

print

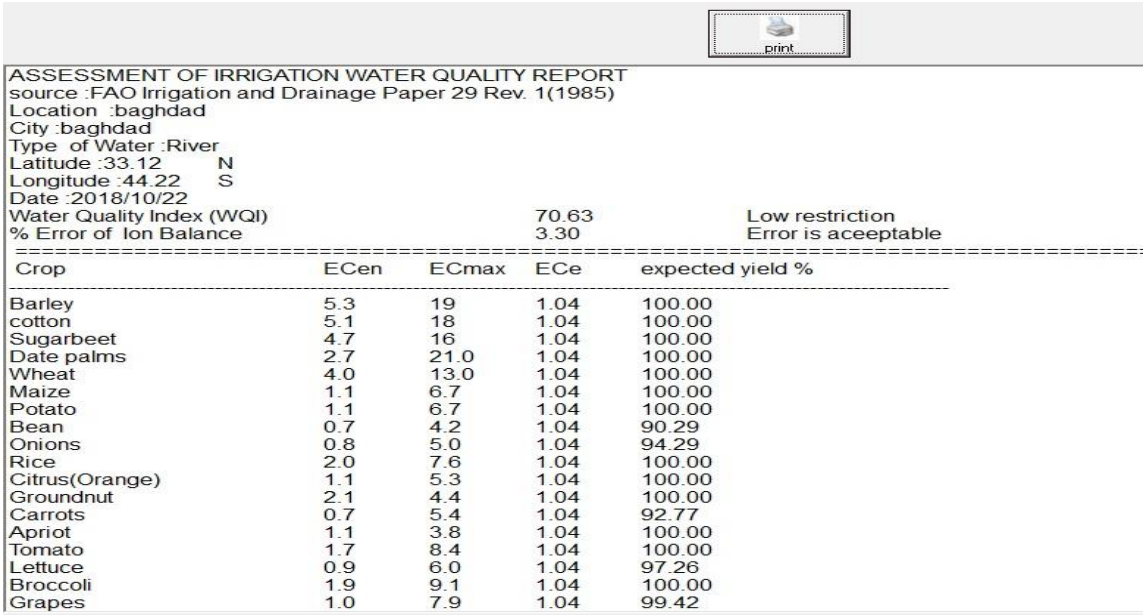
Indicators of Water Quality for Irrigation	Value	Result
Electrical conductivity (Ec):	1.0359375	Slightly saline
The sodium percentage (Na %):	21.97	Good
Chloride (Cl-):	2.00	No problem
boron (B):	00.00	Effect of Crop groups Very Sensitive
Sodium adsorption ratio (SAR)	1.04	Sodium hazard of water is Low
Adj. Sodium Adsorption Ratio(SAR.adj)	1.24	
Salinity potential (PS)	4.48	safely used in medium and coarse textured soils
(Total Hardness mg/L)	372.94	Very hard "Very Hard ground." Dissolution of soil organic mat
Exchangeable Sodium Percentage (ESP)	0.28	a soil is Non-sodic
The Permeability Index (PI)	33.83	Good
Kelley Index (KI)	0.27	suitable
Residual sodium carbonate(RSC) me/l=	0.00	Low No RSC-associated problems.

Issue & Management

Electrical conductivity (Ec):Medium hazard. Salinity may adversely affect plants. Requires selection of salttolerant plants, careful irrigation, good drainage, a
Options for managing irrigation water to avoid:Dilution,Salt removal from irrigation water.
The sodium percentage (Na %):appreciable sodium hazard in certain fine-textured soils .
boron (B): Crop groups very sensitive (Lemon,Blackberry)
Sodium adsorption ratio (SAR) SAR Use on sodium sensitive crops such as avocados must be cautioned.
(Total Hardness):Equipment clogging and foliar staining problems at levels above 150 mg/L. Treatment with water softening but may result in increased sodi
irrigation and farm equipment.Calcium salts can form a white encrustation of lime (calcium carbonate). These deposits eventually block irrigation equipment
((Treatment):Reducing hardness is called water softening. Ways to soften water include:
(• ion exchange.)
(• water-softening agents.)
(• desalination processes such as reverse osmosis.)
(• use of lime.)
(• pH adjustment.)

الشكل 2: التقييم لنهائي لبرنامج (IWQG)

كما تم حساب مؤشرات جودة المياه الأخرى من خلال البرنامج وهي Sodium adsorption ratio (SAR) ، Salinity potential (SP) ، Total Hardness ، Exchangeable Sodium Percentage (ESP) ، The Permeability Index (PI) ، Kelley Index (KI) كما موضح بالشكل (3).


print

ASSESSMENT OF IRRIGATION WATER QUALITY REPORT
source :FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1(1985)
Location :baghdad
City :baghdad
Type of Water :River
Latitude :33.12 N
Longitude :44.22 S
Date :2018/10/22

Water Quality Index (WQI)	70.63	Low restriction
% Error of Ion Balance	3.30	Error is aceeptable

Crop	ECen	ECmax	ECe	expected yield %
Barley	5.3	19	1.04	100.00
cotton	5.1	18	1.04	100.00
Sugarbeet	4.7	16	1.04	100.00
Date palms	2.7	21.0	1.04	100.00
Wheat	4.0	13.0	1.04	100.00
Maize	1.1	6.7	1.04	100.00
Potato	1.1	6.7	1.04	100.00
Bean	0.7	4.2	1.04	90.29
Onions	0.8	5.0	1.04	94.29
Rice	2.0	7.6	1.04	100.00
Citrus(Orange)	1.1	5.3	1.04	100.00
Groundnut	2.1	4.4	1.04	100.00
Carrots	0.7	5.4	1.04	92.77
Apriot	1.1	3.8	1.04	100.00
Tomato	1.7	8.4	1.04	100.00
Lettuce	0.9	6.0	1.04	97.26
Broccoli	1.9	9.1	1.04	100.00
Grapes	1.0	7.9	1.04	99.42

الشكل 3: مؤشرات جودة المياه المحسوبة في برنامج (IWQG)

تبين نتائج مخرجات برنامجIWQG irrigation water quality guidelines مايلي:

1. دليل نوعية المياه WQI :

جميع مواقع الدراسة ذات قيود قليلة و ذات محددات قليلة ولاتوجد محددات عالية لأستخدامها لمعظم المحاصيل الزراعية ماعدا الحمضيات إذ انها نباتات حساسة للملوحة والملوثات , باستثناء موقعي جسر ديالى القديم و مذب الرستمية إذ أن دليل نوعية المياه لهذين الموقعين ذو قيود متوسطة وعليه يمكن استخدامها في التربة ذات قيم نفاذية عالية مع أستعمال متطلبات غسل متوسطة.

2. الايصالية ألكهربائية Electrical Conductivity (Ec) :

كانت قيمة متوسط الملوحة (1.035 dS / m) تشير إلى حالة المياه المالحة قليلاً في مياه النهر وبالتالي الخطر من أضرار الملوحة قليلة ، المحاصيل مثل الباقلاء والبصل يتاثر أنتاجها سلبا بحوالي 10% من أنتاجها الكلي المتوقع ولذلك تتطلب اختيارها دقة في الري مع الصرف الجيد .

3. نسبة الصوديوم الكلي (Na%):

كانت نسبة الصوديوم الكلي (Na٪) حوالي (21.97) وهي نسبة مقبولة. أن كميات زائدة من الصوديوم في مياه الري يمكن أن تؤثر سلبًا على بنية التربة ، مما يجعل نمو النباتات أمرًا صعبًا. يتم حساب Na٪ من خلال الصيغة التالية:

$$Na\% = \frac{Na*100}{(Ca+Mg+Na+K)} \quad (3)$$

4. نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR):

وفقا للبرنامج ، بلغت قيمة نسبة امتزاز الصوديوم (1.04) وهويشير إلى أن خطر الصوديوم قليل ,وكما هو معلوم فان نسبة الصوديوم الممتز تتاثر بنسبة الصوديوم الكلي Na% وأنخفاض نسبة الكالسيوم (Ca) يتم احتساب SAR بهذه الصيغة وبوحدات meq/l.

$$SAR=\frac{Na}{\sqrt{Ca}+Mg/2} \quad (4)$$

5. نسبة إمتزاز الصوديوم المعدلة (adj.SAR):

تستخدم adj.SAR أساسًا لتقييم أخطار القلوية في مياه الري ويذكر أنه إذا كان SARadj أقل من (3) ، فإنه جيد للري ويظهر مشاكل متزايدة إذا كان SAR هو ما بين (3-9). وعلاوة على ذلك ، إذا كان SAR أعلى من 9 ، فتظهر مشاكل كبيرة ، ان قيمة SAR المعدلة لمياه الري في مواقع الدراسة كانت (1.24) وهي نتيجة جيدة ولاتوجد مخاطر للصوديوم في جميع مواقع الدراسة.

ويحسب نسبة الصوديوم الممتز المعدلة بالمعادلة التالية:

$$adj.SAR=\frac{Na}{\sqrt{Ca}+Mg/2}\{1+(8.4+PHc\} \quad (5)$$

6.العسرة الكلية (TH):

أشارت نتائج البرنامج أن قيم العسرة الكلية لجميع مواقع الدراسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها ووصلت إلى درجة العسرة الشديدة وهذا بدورة يؤدي الى أنسداد الانابيب المعدنية وقلة كفائتها واخيرا تلفها وعليه لاينصح باستخدام اجزاء معدنية في منظومات الري لهذا النوع من المياه.

7. Kelly's Ratio (KR) :

أشار كل من (Kelly,1951) و(Wilcox,1955) إلى تأثير خطر الصوديوم على جودة المياه لاستخدام الري من حيث نسبة Kelly ويتم حسابها على النحو التالي:

$$KR=\frac{Na}{(Ca+Mg)} \quad (6)$$

تشير نسبة Kelly لأكثر من واحد إلى وجود صوديوم زائد في الماء ولذلك فإن المياه التي تكون فيها نسبة Kelly أقل من واحدة تكون مناسبة للري ، في حين أن المياه التي يزيد معدلها عن واحد تكون غير مناسبة، يمكن القول بأن نسبة Kelly في عينات المياه المدروسة (0.27) هي مناسبة للري.

8. نسبة الصوديم المتخلف (RSC):

مياه الري التي تحتوي على كمية زائدة من HCO_3 و CO_3 ، تتفاعل مع الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول التربة وهذا سيسمح للصوديوم الممتز بالهيمنة على الأسطح الطينية ، أن النسبة المؤية للصوديوم المتبادل (ESP) للتربة تزيد من خطر الصوديوم ومشاكله ذات الصلة مثل تقليل نفاذية التربة ، تقليل تهوية التربة ، ارتفاع الرقم الهيدروجيني ، تمنع تغلغل الجذور وما إلى ذلك ، حاول بعض الباحثين تقديم معادلات لإظهار آثار التفاعلات بين Ca_2^+، Mg_2^+، Na^+، HCO_3^- و CO_3^-على جودة المياه لأغراض الري على النحو التالي:

$$RSC=(CO3^{-2}+HCO3^{-})-(Ca^{+2}+Mg^{+2}) \quad (7)$$

وكانت قيمة الصوديوم المتخلف لمواقع الدراسة هي (0.00) أي أن ليس هناك أي خطر من هذه المياه على ترسب الصوديوم في تلك الترب.

9. الجهد الملحي(P.S):Potential salinity

تحتوي جميع مياه الري وإن أختلفت مصادرها على كمية من الأملاح الذائبة وتعد الأملاح الذائبة من المؤشرات الأساسية المحددة لنوعية مياه الري بسبب دور هذه الأملاح الذائبة في رفع الضغط الأزموزي لمحلول التربة وتدهور صفات التربة على مدى فترات طويلة من أستخدام الري.

يتم حساب S.P.) حسب المعادلة التالية: Doneen 1964:(

$$PS = Cl^{-} + 0.5 * SO4^{-2} \quad (8)$$

التركيز الأيوني في Meq/L. وقد كانت قيمة الجهد الملحي في عينات المياه المدروسة (4.6) meql−1 وهي ملائمة للاستعمال في الترب المتوسطة والخشنة النسجة Sandy loam ,Silty loam,Loamy sand,Sand.,

10. المؤشرات البيولوجية:

بين البرنامج أن اعداد البكتريا في جميع مواقع الدراسة كانت اعلى من القيم المسموح بها وان مياه المواقع المدروسة ذات محددات عالية بالنسبة لأعداد البكتريا وبكتريا القولون وهذا يؤدي الى خطر انتقال المسببات المرضية الى حيوانات عن طريق شرب المياه أو أن تتغذى على النباتات المروية بهذا النوع من المياه وكذلك انتقال هذه المسببات الى الانسان اذا كانت المياه على تماس بالمحاصيل وعليه يوصى باستعمال الري بالتنقيط للاشجار لتجنب الملامسة المباشرة لهذه المياه للمحاصيل.

الأستنتاجات

1. كانت قيم الأملاح الكلية الذائبة (TDS) والتوصـــيل الكهربائي (EC) وكذلك تراكيز الأيونات الموجبة والســـالبة لمواقع الدراسة ضمن الحدود المسموح بها وفقا لمحددات (WHO,2008) ما عدا موقع مذب الرستمية.
2. أشارت نتائج برنامج أن اعداد البكتريا في جميع مواقع الدراسة كانت اعلى من القيم المسموح بها وان مياه المواقع المدروسة ذات محددات عالية بالنسبة لأعداد البكتريا وبكتريا القولون وأوصى البرنامج باستخدام الري بالتنقيط للاشجار والحبوب لتجنب الملامسة المباشرة لهذه المياه للمحاصيل.
3. تجاوزت العسرة الكلية الحدود المسموح بها ووصلت الى درجة (العسرة الشديدة) في أغلب المواقع وقد بلغت أكثر من 600 ملغم/لتر.
4. أشارت نتائج برنامج بالنسبة إلى دليل نوعية المياه WQI أن جميع مواقع الدراسة ذات قيود قليلة للأستخدام الزراعي ما عدا موقع جسر ديالى القديم وموقع مذب الرستمية إذ أن دليل نوعية المياه لهذين الموقعين ذو قيود متوسطة للأستخدام الزراعي.

التوصيات

1. أن برنـامجIWQG irrigation water quality guidelines هو أداة جيدة وكفوءة لتقييم نوعيـة الميـاه ويقوم بتقديم التوصيات والحلول لأدارة المياه وتسهيل مهمة تقييم أنظمة المياه لذا نوصـي بأستخدام البرنامج في تقييم نوعية المياه للأنهر الرئيسية في العراق.
2. نوصـــي بأســـتمرار مراقبة المياه الخارجة من محطات المعالجة وإتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من تصـــريف المياه غير المعالجة في الأنهر مباشرة.

المصادر

خلف ، عبد الجبار و صالح ، حاتم سلوم ، (2013 .) دراسة نوعية مياه الأنهار الرئيسة في العراق لسنة 2012 . *وزارة الموارد المائية* ، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية.

خليف زمان جواد و عبد الرزاق عمار جبار ,(2018) , دراسة نوعية مياه نهري ديالى ودجلة في فترة زيادة الأطلاقات المائية من مؤخر سد حمرين. *وزارة الموارد المائية* ، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية.

جياد , جميل هادي(1984) , الصفات الفيزايوية والكيمياوية لمياه نهر ديالى قرب سد حمرين / *مجلة علوم الحياة* ,العدد (5).

رجب ، إسراء موفق (2019), دراسة بعض محددات التلوث البكترولوجي لمياه نهر دجلة عند مأخذ مشاريع ماء بغداد لعام 2017 . *مجلة مداد الأداب* ، الجامعة المستنصرية.

عباس أياد حميد. أبراهيم,علا نوري. (2013). دراسة نوعية المياه لمنطقة أسفل ديالى. *وزارة الموارد المائية*.المركز الوطني لادارة الموارد المائية.

وزارة البيئة (2012) ، دراســة وتقييــم واقــع حال مشروع تصفية مجـاري الرسـتمية.

Ayers, RS., Westcot, DW., (1994). Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.

Doneen L.d. (1964). *Water quality for Agriculture*, irrigation and drainage paper n.29.

Ewaid Salam H., Safaa A. Kadhum, Salwan Ali Abed, Riyadh M. Salih (2018). *Development and evaluation of irrigation water quality guide using IWQG V.1 software*: A case study of Al-Gharraf Canal, Southern Iraq Environmental Technology & Innovation

Kelley W. P. (1951). Alkali Soils: their formation properties and reclamations. Reinhold, New York.

Meireles, A.C.M., Andrade, E.M.D., Chaves, L.C.G., Frischkorn, H., Crisostomo, L.A., (2010). A new proposal of the classification of irrigation water. Rev. Cienc. Agronomic 41 (3), 349–357.

WHO, 2008, *Guidelines for Drinking-water Quality*. FOURTH EDITION.

Wilcox L. V. (1955). Classification and use of irrigationwaters, p. 16. U.S. *Dept. of Agriculture, Circular*, No. 696, Washington, DC.

Sharma A, Naidu M and Sargaonkar A, (2013).Development of computer automated decision support system for surface water quality assessment. *Comput. Geosci-UK*. 51 (2013):129-134 .

Moeseneder C, Dutra M, Thebaud O, Ellis N, Boschetti F, Tickell S, Dichmont C, Mare W, Pascual R and Cannard T.(2015). A simulation.