

## تطبيق معامل نوعية المياه لتحديد مدى ملائمة المياه الجوفية المستعملة للري في الحدايق والمنتزهات العامة في مدينة الموصل

احمد شهاب احمد الحمداني\*

المديرية العامة للتربية في محافظة نينوى، وزارة التربية، الموصل، العراق

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)<https://doi.org/10.54153/sjpas.2023.v5i2.681>

### معلومات البحث:

تاريخ الاستلام: 2023/08/19

تاريخ التعديل: 2023/09/20

تاريخ القبول: 2023/09/25

تاريخ النشر: 2023/12/30

### الكلمات المفتاحية:

معامل نوعية المياه، المياه الجوفية،

دلائل الري، مياه ابار

### معلومات المؤلف

الايمل:

[ahmed\\_sh@nan.epedu.gov.iq](mailto:ahmed_sh@nan.epedu.gov.iq)

الموبايل: 07716955212

### الخلاصة:

تناولت الدراسة الحالية تنفيذ معامل نوعية المياه لدراسة المياه الجوفية المستعملة للري في بعض منتزهات مدينة الموصل وقد تم اختيار ست مناطق من مدينة الموصل مدة خمسة أشهر من العام 2023 لغرض دراستها وتم حساب معامل نوعية المياه بالاعتماد على احد عشر معيار هي (الاس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي وايون الكلوريد وايونات البيكاربونات فضلا عن دلال الري السبعة وهي نسبة امتزاز الصوديوم والنسبة المئوية للصوديوم والملوحة الكامنة وكاربونات الصوديوم المتبقية ونسبة كلبي ودليل النفاذية ونسبة امتزاز المغنيسيوم). اشارت نتائج الدراسة الى تراوح معدلات قيم الاس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي بين (7.498-6.860) (2068-1122) مايكروسيمنز/سم على التوالي وتراوح قيم معدلات نسبة امتزاز الصوديوم والنسبة المئوية للصوديوم بين (-0.708-0.335) مليمكافئ/لتر (10.081-4.699) على التوالي. ووصلت قيم الملوحة الكامنة الى (6.671) مليمكافئ/لتر فيما لم تسجل الدراسة اي قيمة لكاربونات الصوديوم المتبقية وسجلت اعلى قيمة لنسبة كلبي بحدود (0.133) وتراوحت معدلات قيم دليل النفاذية ونسبة امتزاز المغنيسيوم بين (13.391-10.057) و(-32.62441.657) على التوالي فقد بينت النتائج ان المياه الجوفية صالحة للري حسب دلائل الري. بينما بينت نتائج دراسة معامل نوعية المياه الى تراوح القيم بين (12-8.79) وهي تعد من صنف المياه الممتازة للري حسب قيم معامل نوعية المياه

### المقدمة:

شهدت مدينة الموصل في المدة الاخيرة انشاء مساحات خضراء واسعة ومنتزهات كبيرة لإضافة الجمالية على المدينة وللترويج عن السكان وتطلب انشاء هذه المساحات الخضراء توفير المياه الجوفية لها كمصدر اضافي وبديل عن مياه الاسالة الواصلة اليها من نهر دجلة. تعد المياه الجوفية من المصادر الرئيسية لإمدادات المياه فهي مورد مهم لحياة الانسان في جميع البلدان لكن تختلف اهميته بحسب نوعيته وخصائصه الكيميائية والفيزيائية التي تؤثر على امكانية استعماله كمصدر مهم [1].

ان نقص المياه قضية حرجة تمر بها كثير من بلدان العالم فالمناطق الجافة وشبه الجافة ومنها العراق الذي يمر بأزمة مياه لا يمكن التغاضي عنها ولأسباب كثيرة اهمها نقص امدادات مياه نهري دجلة والفرات من المنبع فضلا عن ظروف الجفاف وانخفاض مستويات الامطار وبالتالي اتجهت الانظار في الوقت الحالي الى استخدام المياه الجوفية في الري كمصدر مساعد لمياه الانهار [2]، ولكون الماء مذب عام لكثير من المواد فهو يذيب جزء من المواد الكيميائية التي يمر خلالها التي تصل اليه عن طريق الفضلات المنزلية والزراعية والصناعية مؤدية الى تلوثه فتتعرض المياه الجوفية الى التدهور في نوعيتها بسبب تماسها المباشر مع الصخور المعدنية التي تشكل الخزان الجوفي لها وكذلك من مصادر النشاطات البشرية والزراعية والصناعية [3,4].

ان من اهم وسائل مراقبة وتحديد تلوث المياه هو استعمال معامل نوعية المياه الخاص بالري Irrigation Water Quality Index (IWQI) فهو يعطي نتيجة موحدة تحدد بواسطتها نوعية المياه ومدى ملائمتها للري بدل من القيم الناتجة من دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تكون كثيرة ومربكة للباحثين والمختصين [6,5].

بشكل عام، تعتمد جودة مياه الري على عدد من العوامل المهمة نذكر منها:

خطر الملوحة: فتتأثر النباتات بالأملاح الذائبة الكلية في المياه تأثيراً كبيراً وحسب نوعية المياه وفي حال ارتفاع تراكيز الأملاح المذابة في الجذر تؤدي الى تقليل كمية المياه الممتصة من قبل الجذر وتبرز التأثيرات على النبات من خلال انخفاض انتاجيته وتوقف نموه وتغير لونه فضلا عن احتراق حواف الاوراق [7].

خطر النفاذية والترشيح: يبرز تأثيرها من خلال تأثير عنصر الصوديوم عن طريق دليل النفاذية (PI) ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) وكاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) وملوحة التربة [8].

سمية الايونات: عادة ما تتصل مشكلة سمية الايونات بمشاكل الملوحة والنفاذية فان ارتفاع تراكيز الايونات وخصوصا ايونات الصوديوم والكلوريد تلحق الضرر الكبير في النبات فهي تؤدي الى تدهور نموه وانتاجه من خلال تسببها بحرق وتلف انسجة الورقة النباتية [9].

تأثيرات اخرى: من أبرز التأثيرات الاخرى هي تأثير الاس الهيدروجيني فهو يؤثر على امتصاص العناصر المعدنية من خلال تأثيره على توازن الكاربونات والتفاعلات التي تجري في المياه والتربة [9].

وتوجد كثير من الدراسات الحديثة التي تناولت تقييم نوعية المياه الجوفية باستعمال الموديلات الرياضية في محافظة نينوى منها دراسة [4] للمياه الجوفية بعض المناطق شمال شرقي مدينة الموصل ومدى صلاحيتها للاستخدامات الزراعية التي اشارت الى ان اغلب المياه الجوفية المدروسة ملائمة للري فلم يلاحظ فيها أي تأثير للصودية وكذلك انعدام قيم كاربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate (RSC) ووقوعها ضمن الصنف الامن. اما دراسة [7] التي تناولت المياه الجوفية في ناحية الكسك الواقعة على بعد 50 كم شمال غرب مدينة الموصل التي اعتمدت على بعض دلالات الري وكذلك تطبيق معامل نوعية المياه (IWQI) فحسب معامل نوعية المياه (IWQI) تراوحت المياه المدروسة بين التقييد المنخفض الى التقييد الشديد عند استعمالها للري. اما حسب دلالات الري مثل نسبة امتزاز الصوديوم Sodium Adsorption (SAR) فقد وقعت المياه المدروسة ضمن الصنف الممتاز للري والصنف المناسب حسب نسبة كيلبي Kelly Ratio (KR) ودليل النفاذية (PI) ولم تسجل اي قيم ل(RSC) مما يعني ان المياه المدروسة امنة الاستعمال للري. في حين تناولت دراسة [10] المياه الجوفية لمنطقة الرشيدية الواقعة شمال الجانب الايسر لمدينة الموصل التي توصلت الى صلاحية المياه الجوفية في هذه المنطقة للري ووقوعها في الصنف الممتاز للري بعد تطبيق معامل نوعية المياه (IWQI) وكذلك اعتمادها على دلالات الري وقد ارجعت الدراسة سبب صلاحية المياه المدروسة للري الى أن معظم الدلائل المدروسة لم تتجاوز الحدود المسموح بها للري. اما دراسة [1] التي تضمنت دراسة المياه الجوفية لناحية وانة الواقعة شمال غرب مدينة الموصل على بعد 50 كم التي قسمت المياه الجوفية الى قسمين من حيث صلاحيتها للري حسب قيم (IWQI) قسم مناسب للري وقسم غير مناسب وعزت الدراسة السبب الى طبيعة التكوينات الجيولوجية للأبار المدروسة.

ان الهدف من الدراسة هو تحديد مدى ملائمة المياه الجوفية المستعملة للري في الحدائق والمنتزهات العامة لمناطق مختارة من مدينة الموصل عن طريق تطبيق معامل نوعية المياه عليها.

### طريقة العمل

تقع مدينة الموصل في القسم الشمالي الغربي من العراق عند خطي طول و عرض 36.38029 43.07464 وتعد منطقة دافئة وقد سميت المدينة بأمر الربيعين لتشابهه فصل الخريف مع فصل الربيع فيها، وقد تم اختيار ست مواقع لجمع العينات من حدائق ومنتزهات مدينة وكما موضح في الجدول 1 والشكل 1 فقد تم جمع العينات لمدة خمسة اشهر من العام 2023 وابتداءً من شهر نيسان وانتهاءً بشهر اب بواقع خمس مكررات لكل بئر بواسطة قناني من البولي اثلين اذ تغسل القنينة بماء العينة ثم تملئ من مياه البئر وتم اجراء الاختبارات الفيزيائية والكيميائية لكل عينة فتم اجراء اختبارات الاملاح الذائبة الكلية والاس الهيدروجيني والايونات الموجبة والسالبة وحسب ما ورد في [12,11].

جدول 1: مواقع عينات المياه الجوفية المدروسة

ت	اسم الموقع	الاحداثيات
1	متنزه مشيرفة/ شارع 60	36.38029, 43.07464
2	دورة تموز	36.36255, 43.09626
3	متنزه الربيع	36.34623, 43.09590
4	متنزه اليرموك	36.33942, 43.08440
5	منصة الاحتفالات	36.37697, 43.15559
6	بارك المثني	36.37439, 43.16365



الشكل 1: خريطة توضح مواقع عينات المياه الجوفية المدروسة

#### حساب دلائل الري

تم حساب دلائل الري مثل نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) Sodium Adsorption (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم (% Na) Sodium percentage والملوحة الكامنة (P.S) Potential Salinity وكاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) Residual Sodium Carbonate ونسبة كيلي (KR) Kelly Ratio ودليل النفاذية (PI) Permeability Index ونسبة امتزاز المغنيسيوم (MAR) Magnesium Adsorption Ratio استنادا الى الطرائق الموصوفة في [14,13] حسب المعادلات التالية:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (1)$$

$$\%Na = \frac{Na}{Na+K+Mg+Ca} \times 100 \quad (2)$$

$$P. S = Cl + \frac{1}{2} SO_4 \quad (3)$$

$$RSC = [(HCO_3^- + CO_3^{2-}) - (Ca^{+2} + Mg^{+2})] \quad (4)$$

$$KR \text{ or } KI = \frac{Na}{Ca+Mg} \quad (5)$$

$$Pi = Na + \left[ \left( \frac{\sqrt{HCO_3}}{Na+Mg+Ca} \right) \times 100 \right] \quad (6)$$

$$MAR = \frac{Mg \times 100}{Ca+Mg} \quad (7)$$

على ان تكون جميع الايونات الداخلة في المعادلات بوحدة مليمكافئ/لتر

### حساب معامل نوعية المياه (WQI)

وتم تنفيذ معامل نوعية المياه من نوع المعامل الحسابي الموزون The weighted arithmetic water quality index (WQI) حسب ما طبقه كل من [15,10] وكما يأتي :

$$wqi = \frac{\sum_{i=1}^n WiQr}{\sum_{i=1}^n Wi} \quad (8)$$

حيث:

$n$  = عدد المتغيرات

$Wi$  = وزن المتغيرات المدروسة

$Qr$  = معامل الجودة

ان وزن المتغيرات المدروسة ( $Wi$ ) لمختلف معايير جودة المياه تتناسب عكسيا مع المعايير القياسية العالمية المعتمدة في الدراسة الجدول 2 وتكون الخطوة الاولى بإيجاد وزن لكل متغير مدروس من المعادلة التالية

$$Wi = K/S_p \quad (9)$$

حيث:

$Wi$  : وزن المتغيرات المدروسة

$S_p$  : المعايير القياسية العالمية لكل متغير

$K$  : ثابت التناسب ويحسب حسب المعادلة الآتية :-

$$K = 1/\Sigma\left(\frac{1}{S_p}\right) \quad (10)$$

ثم يتم حساب معامل الجودة (Qr) quality rating من المعادلة الآتية

$$Qr = 100 \left[ \frac{(V_0 - V_i)}{(S_p - V_i)} \right] \quad (11)$$

حيث:

$V_0$  : قيمة المتغيرات المقاسة

Vi: القيمة المثالية في الماء النقي

Sp : المعايير القياسية العالمية لكل متغير

جدول 2: اوزان المتغيرات المدروسة والمعايير القياسية العالمية لكل متغير وحدة القياس لكل معيار هي (مليماكافئ/لتر) عدا التوصيل الكهربائي بوحدة مايكروسيمنز/سم والاس الهيدروجيني يكون بدون وحدة.

وزن المتغيرات	مصدر المعايير العالمية	المعايير القياسية العالمية		المعايير
		صنف المياه	الدرجة	
0.0553	[16]	ممتاز	8.5-6.5	pH
0.0002	[17]	ممتاز جيد مسموح به مشكوك به غير مناسب	250 > 750-250 750-2250 2250-5000 5000 <	EC
0.0415	[16]	دون تقيد متوسط التقيد شديد التقيد	4 > 10-4 10 <	Cl-
0.0488	[16]	لا توجد مشاكل زيادة المشاكل مشكلة حادة	1.5 > 8.5- 1.5 10 <	HCO3
0.0415	[18]	ممتاز جيد مشكوك به غير مناسب	10 > 18-10 18-26 5000 <	SAR
0.0104	[19]	ممتاز جيد مسموح به مشكوك به غير ملائم	20 > 20-40 40-60 60-80 80 <	% Na
0.0415	[19]	جيدة متوسطة رديئة	7 > 15-7 15 <	P.S
0.3320	[18]	امن ملائم غير ملائم	1.25 > 1.25-2.50 2.50 <	RSC
0.4150	[20]	مناسب غير مناسب	1 > 1 <	KR
0.0055	[19]	غير مناسب مناسب	75 < 25 >	PI
0.0083	[21]	ممتاز ضار للتربة	50 > 50 <	MAR
$= 1 \sum_{i=1}^n W_i$				

و عند تطبيق معامل نوعية المياه (WQI) تقارن النتائج مع الجدول 3 لبيان نوعية المياه المدروسة.

**جدول 3: تصنيف نوعية المياه حسب المعامل الحسابي الموزون The weighted arithmetic water quality index**

(WQI) كما نفذه كل من [15,10]

الصف	قيم WQI
ممتاز	25 - 0
جيد	50 - 26
رديء	75 - 51
رديء جدا	100 - 76
غير ملائم	100 <

### النتائج والمناقشة

أشارت نتائج تحليل المياه الجوفية للمناطق المدروسة في الجدول 4 الى تراوح معدلات قيم الاس الهيدروجيني (pH) بين (7.498-6.860) الذي يتأثر بعوامل كثيرة اهمها مياه الامطار والنشاطات البشرية والاسمدة والمبيدات الحشرية فيعد من اهم المعايير التي يجب قياسها عند تقييم المياه فهو الموجه للتفاعلات التي تحدث في مختلف البيئات وله دور كبير في تنظيم قيم الملوحة والتوصيل الكهربائي (EC) فضلا عن تأثيره على الكائنات الحية وخصوصا المجهرية منها [22].

فيما تباينت قيم التوصيل الكهربائي (EC) لعينات المياه الجوفية بين (2270) مايكروسيمنز/سم في المياه الجوفية للبئر (3) و(1020) مايكروسيمنز/سم في المياه الجوفية للبئر (5) وبمعدلات تراوحت بين (2068-1122) مايكروسيمنز/سم ويعود ارتفاع قيم التوصيل الكهربائي الى عمليات ذوبان الصخور والاملاح المعدنية المحيطة بالمياه الجوفية عند مرور المياه فيها وتسرب الازمة والمبيدات مع مياه الري الزائدة [23].

ولتحديد مدى ملائمة المياه الجوفية المدروسة للري تم دراسة خصائص الري كما في الجدول (5) وحسب دلائل الري وكما يأتي:

**نسبة امتزاز الصوديوم (SAR):** من الدلائل المهمة لتحديد مدى ملائمة المياه للري فهي مسؤولة عن بيان العلاقة بين الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم فهي تؤثر على خصائص التربة ونمو النبات معا في حال انخفاض الصوديوم مقابل ارتفاع الكالسيوم والمغنيسيوم فارتفاع قيم (SAR) عن الحدود المسموح بها يؤدي الى زيادة قلووية التربة وصعوبة استصلاحها وزراعتها [24,23]. وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (5) الى تراوح قيم SAR للعينات المدروسة بين (0.264) مليمكافئ/لتر في المياه الجوفية للبئر (1) و(0.832) مليمكافئ/لتر في المياه الجوفية للبئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (0.708-0.335) مليمكافئ/لتر وعلى العموم كانت جميع عينات المياه المدروسة من حيث قيم (SAR) تحت الصنف الممتاز للري حسب المعايير المستعملة في الدراسة والمبينة في جدول (2) لانخفاض النسبي لتراكيز الصوديوم في العينات المدروسة مؤديا لانخفاض قيم (SAR) وانخفاض خطورة الصوديوم [25].

**النسبة المئوية للصوديوم (% Na):** ان دراسة نسبة الصوديوم في مياه الري مهم جدا لدوره الكبير في التأثير طردياً على صلابة التربة وعكسياً مع نفاذية التربة فضلا عن دوره في نمو النبات [13] وقد بينت النتائج الموضحة في الجدول 4 تراوح معدلات قيم (% Na) بين (10.081-4.699) فقد بلغت اعلى القيم (11.619) في عينات البئر (4) وادنى القيم (3.515) في العينات المدروسة للبئر (1) وحسب (% Na) جميع العينات المدروسة تعد من النوع الممتاز للري وحسب المعايير المبينة في جدول (2) ويعود انخفاض قيم (% Na) الى انخفاض تراكيز ايونات الصوديوم وارتفاع تراكيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم وبالتالي لا يحصل ترسيب للكالسيوم والمغنيسيوم على سطح التربة وتكون نفاذية التربة جيدة [26].

**جدول 4: المعدل والمدى لعينات المياه الجوفية المدروسة (مليمكافى/لتر) عدا التوصيل الكهربائي بوحدة مايكروسيمنز/سم**

البئر		pH	EC	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
1	المعدل	7.226	1901	14.55	8.51	1.13	0.121	4.689	1.044	11.06
	اعلى	7.66	2200	17.78	10.99	1.435	0.172	5.082	1.41	11.67
	اقل	6.6	1630	12.99	5.8	0.913	0.079	4.426	0.621	10.52
2	المعدل	7.498	1528	13.24	6.7	1.383	0.082	4.475	1.061	9.73
	اعلى	7.9	1890	15.58	9.43	1.565	0.118	5.082	1.269	10.63
	اقل	6.9	1260	11.59	4	1.217	0.064	3.934	0.705	8.96
3	المعدل	6.86	2068	18.88	10.28	2.009	0.154	4.607	0.948	9.29
	اعلى	6.94	2270	22.38	11.99	2.174	0.172	5.328	1.128	11.67
	اقل	6.78	1740	15.18	9.39	1.826	0.144	3.443	0.762	8.13
4	المعدل	7.376	1375	11.51	8.25	2.217	0.173	3.672	0.948	8.15
	اعلى	7.68	1560	13.09	9.49	2.609	0.187	3.934	1.551	9.58
	اقل	6.98	1210	10.69	6.49	1.957	0.159	3.361	0.564	7.5
5	المعدل	6.91	1122	9.85	6.25	1.652	0.066	4.262	1.681	6.98
	اعلى	7.25	1230	10.49	7.99	1.826	0.097	4.836	1.975	7.29
	اقل	6.7	1020	8.69	4.7	1.435	0.031	3.852	1.41	6.56
6	المعدل	7.334	1402	12.57	7.65	1.6	0.146	4.902	0.931	7
	اعلى	7.45	1670	13.49	9.79	1.87	0.19	5.246	1.41	7.92
	اقل	7.2	1280	11.59	6	1.304	0.118	4.344	0.621	6.46

**الملوحة الكامنة (P. S):** من دلائل الري المهم التي تحدد نوعية المياه فعند استمرار استعمال المياه للري على مدى سنوات متعاقبة تترسب الاملاح قليلة الذوبان في المياه وتتراكم على التربة مما يؤدي الى الحاق الضرر بالتربة [27]. وقد اشارت النتائج الموضحة في الجدول (5) الى تراوح قيم (P. S) بين (3.954) مليمكافى/لتر في المياه الجوفية للبئر (6) و(6.671) مليمكافى/لتر في المياه الجوفية للبئر (1) وبمعدلات تراوحت (4.431-6.575) مليمكافى/لتر وبالرجوع الى الجدول (2) لمقارنة النتائج مع التصنيف العالمية لمياه الري نجد ان جميع القيم المدروسة من ناحية (P. S) مناسبة للري وذلك بسبب انخفاض تراكيز ايونات الكلوريدات والكبريتات في المياه الجوفية المدروسة [8].

**كاربونات الصوديوم المتبقية (RSC):** للبيكاربونات اهمية في تحديد نوعية مياه الري فعند ارتفاع تراكيزها أكثر من تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم مجتمعين تتحد الكاربونات مع الكالسيوم والمغنيسيوم وتترسب لتكون طبقة صلبة على سطح التربة [25,2]. وقد بينت النتائج الموضحة في الجدول 5 ان جميع قيم (RSC) كانت سالبة مما يدل على عدم وجودي ترسيب لكاربونات الصوديوم على التربة بسبب التركيز المنخفض للكاربونات والبيكاربونات في عينات المياه الجوفية المدروسة مقارنة مع تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم [13] وبالتالي تكون المياه صالحة ومن الصنف الامن للاستعمال للري من حيث قيم (RSC) وحسب المعايير العالمية المعتمدة في الدراسة الجدول 2.

جدول 5: المعدل والمدى لدلائل الري في عينات المياه الجوفية المدروسة

MAR	PI	KR	RSC	P.S	% Na	SAR	البئر	
36.707	10.057	0.05	-18	6.575	4.699	0.335	المعدل	1
41.989	11.09	0.065	-14	6.671	6.098	0.433	اعلى	
30.364	8.684	0.037	-22	6.454	3.515	0.264	اقل	
32.624	11.531	0.071	-15	5.925	6.61	0.442	المعدل	2
41.048	13.719	0.092	-12	6.061	8.405	0.537	اعلى	
24.121	9.801	0.053	-20	5.664	5.023	0.372	اقل	
35.613	10.666	0.069	-25	5.594	6.447	0.527	المعدل	3
43.641	12.261	0.08	-20	6.595	7.383	0.567	اعلى	
30.132	8.719	0.063	-28	5.191	5.929	0.493	اقل	
41.657	10.971	0.113	-16	5.021	10.081	0.708	المعدل	4
45.413	11.818	0.133	-14	5.638	11.619	0.832	اعلى	
37.36	9.784	0.087	-19	4.418	7.917	0.582	اقل	
38.448	13.391	0.104	-12	5.171	9.389	0.586	المعدل	5
44.19	15.122	0.13	-9	5.568	11.474	0.672	اعلى	
32.684	11.289	0.078	-15	4.744	7.168	0.472	اقل	
37.626	11.784	0.104	-15	4.431	7.383	0.507	المعدل	6
42.246	12.518	0.13	-13	5.369	8.988	0.61	اعلى	
33.712	10.74	0.078	-18	3.954	5.671	0.397	اقل	

نسبة كيلي (KR): أحد دلائل الري المهمة التي تحدد نوعية مياه الري بالاعتماد على وجود الصوديوم مقابل الكالسيوم والمغنيسيوم ولكي تكون المياه صالحة للري حسب (KR) يجب ان لا تتجاوز القيمة الرقم (1) [28,3] وهذا ما اشارت اليه نتائج هذه الدراسة الموضحة في الجدول (5) التي لم تتجاوز اعلى القيم فيها (0.133) للمياه الجوفية للبئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (0.113-0.05) مما يدل على ان المياه مناسبة للري حسب (KR) بسبب انخفاض تراكيز الصوديوم مقارنة بالكالسيوم والمغنيسيوم [25].

دليل النفاذية (PI): من الدلائل المهمة المستعملة في تحديد مدى ملائمة المياه للري من حيث بيان مدى تأثير نفاذية التربة بالري لفترات طويلة وتعتمد على محتوى التربة من الاملاح ذات القابلية على الذوبان ومنها الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبيكاربونات [13]. وقد كانت كل قيم (PI) لمياه الابار المدروسة مناسبة للري اذا بلغت اعلى القيم (15.122) في مياه البئر (5) بينما كان ادنى القيم (8.684) في المياه الجوفية للبئر (1) وبمعدلات بلغت (13.391) وهي قيم مناسبة لاستعمال المياه للري حسب المعايير المعتمدة في هذه الدراسة الجدول (2) فلا يوجد تأثير كبير على ايونات الصوديوم والبيكاربونات والكالسيوم والمغنيسيوم على نفاذية التربة وتبقى التربة بنفاذية مناسبة لنمو النباتات [1].

نسبة امتزاز المغنيسيوم (MAR): ان ارتفاع تراكيز المغنيسيوم في المياه الجوفية عن الحدود المناسبة للري له تأثيرات سلبية على بعض خصائص الترب فارتفاع التركيز يعمل على زيادة ملوحة وقلوية الترب وخفض انتاجية النباتات [1]. وقد بينت النتائج الموضحة في الجدول (5) تراوح معدلات قيم (MAR) بين (32.624-41.657) فقد كانت اعلى القيم (45.413) في المياه الجوفية للبئر (4) وادنى القيم (24.121) في العينات المدروسة للبئر (2) وحسب قيم (MAR) تعد جميع العينات المدروسة مناسبة للري حسب المعايير العالمية المعتمدة في الدراسة التي اكدت على ان الحد الاعلى لقبول المياه للري بالاعتماد على قيم (MAR) هو عدم تجاوز القيم ل (50) كما في الجدول (2) مما يعني عدم الحاق الضرر بالتربة وارتفاع نسبة ملوحتها [29]

### تقييم نوعية المياه للري باستعمال معامل نوعية المياه IWQI

تم تنفيذ المعامل الحسابي الموزون للري (IWQI) حسب [15,10] على احد عشر معيار وهي (الاس الهيدروجيني pH والتوصيل الكهربائي EC وايون الكلوريد وايونات البيكاربونات ونسبة امتزاز الصوديوم (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم (%Na) والملوحة الكامنة (P. S) وكاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) ونسبة كيلي (KR) ودليل النفاذية (PI) ونسبة امتزاز المغنيسيوم (MAR)) وقد اشارت النتائج المبينة في الجدول (6) الى تراوح قيم (IWQI) لعينات المياه المدروسة بين (12.00) في المياه الجوفية للبيئر (4) و (8.79) في مياه البيئر (3) مما يدل على ان نوعية المياه الجوفية المدروسة تقع في صنف المياه الممتازة للري حسب الجدول (3) إذ ان غالبية تراكيز المعايير المدروسة كانت غير متجاوزة للحدود العليا المسموح بها وضمن الحد الامن لاستعمال المياه لأغراض ري النباتات وحسب المعايير العالمية المعتمدة في الدراسة والموضحة في الجدول 2.

الجدول (6) معامل نوعية المياه (IWQI) لعينات المياه الجوفية المدروسة وتصنيفها حسب [15,10]

صنف المياه	IWQI	البيئر
ممتاز	9.73	1
ممتاز	11.25	2
ممتاز	8.79	3
ممتاز	12.00	4
ممتاز	10.50	5
ممتاز	11.72	6

### الاستنتاجات:

ان المياه الجوفية المدروسة تعد صالحة لري النباتات حسب دلائل الري التي تم تطبيقها في الدراسة لوقوع كل العينات المدروسة ضمن الحدود الامنة. عند تنفيذ معامل نوعية المياه (IWQI) تبين ان المياه الجوفية المدروسة يمكن استعمالها للري كونها وقعت ضمن صنف المياه الممتاز للري حسب قيم (IWQI).

### References

1. Nabhan, O. N., Ghanem, G., and Jumaa, H. (2023). Water Quality Indices for Evaluating the Groundwater for Drinking and Irrigation in the Wana District of Northwestern Iraq. *IRAQI BULLETIN OF GEOLOGY AND MINING*, 19(1), 147-161.
2. Humadi, Adnan jassam (2021) Estimation of the water quality of selected wells from eastern wasit governorate for different human uses Journal of Education and Scientific Studies Chemistry JESCS Vol.17, No. 5, May 2021, ISSN 2413 – 4759
3. Ravi, N. K., Jha, P. K., Varma, K., Tripathi, P., Gautam, S. K., Ram, K., ... and Tripathi, V. (2023). Application of water quality index (WQI) and statistical techniques to assess water quality for drinking, irrigation, and industrial purposes of the Ghaghara River, India. *Total Environment Research Themes*, 6, 100049.
4. Al-Youzbakey, K., and Sulaiman, A. (2020). Ground water quality of selected areas in the northeastern Mosul City and their assessments for domestic and agricultural usage. *Iraqi National Journal of Earth Science*, 20(1), 107-126.
5. Abdulkareem, F. A., Hussain, T. A., Al-Kubaisi, Q. Y., and Al-Sumaidai, S. K. (2022) Assessment of Groundwater Quality using water quality index (WQI) and Evaluation for

irrigation uses in Rutba Area western Iraq. *International Journal of Mechanical Engineering Vol. 7 No.*

6. Rachid, C., Miloud, A. I. S. S. A. T., and Mohammed, B. (2021). Assessment of Water Quality of Kodiac Rosfa Dam and Suitability For Consumption and Irrigation (Algeria). *Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences*, 11(1), 45-53.
7. Al-Saffawi, A. Y. T., Abubakar, B. I., Abbass, L. Y., and Monguno, A. K. (2020). Assessment of groundwater quality for irrigation using water quality index (IWQ Index) in Al-Kasik Subdistrict Northwestern, Iraq. *Nigerian Journal of Technology*, 39(2), 632-638..
8. Al-Saffawi, A. Y., Al-Shanoona, R. A., and Alobidy, O. M. (2021, April). Application weight mathematical model (WQI) to assess water quality for irrigation: A case study of Tigris river in Nineveh governorate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 735, No. 1, p. 012061). IOP Publishing
9. Al-Soyffe, M. A., Al-Shaker, Y. M., and Saffawi, A. Y. T. A. (2022). ASSESSMENT OF WATER QUALITY FOR IRRIGATION USING THE SUB-INDEX MODEL: ACASE STUDY OF TIGRIS RIVER WATER IN MOSUL CITY, IRAQ. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 1019-1028.
10. Al-Saffawi, A. Y., and Al-Barzanji, A. J. (2020). Application of the sub-index model for valuation water quality for irrigation uses: A case study of groundwater in Al-Rashidiya area, North of Mosul city of Iraq. *Science Archives*, 1(2), 61-67.
11. APHA, AWWA and WCPE (1998). "Stand Method for Examination of water and wastewater American Public Health Association, 20<sup>th</sup> ed., Washington DC, USA
12. APHA, AWWA and WCPE (2017). "Stand Method for Examination of water and wastewater American Public Health Association, 23<sup>rd</sup> ed., Washington DC, USA.
13. Gazzzi, M. F., and Beg, A. A. F. (2022). Assessment of Groundwater Quality for Irrigation Purposes Using the Irrigation Water Quality Index (IWQI)/Al Rashidiya area-A Case Study. *Journal of College of Education*, 3(1813-0380).
14. Gabr, M. E., Soussa, H., and Fattouh, E. (2021). Groundwater quality evaluation for drinking and irrigation uses in Dayrout city Upper Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 327-340
15. Ram, A., Tiwari, S. K., Pandey, H. K., Chaurasia, A. K., Singh, S., and Singh, Y. V. (2021). Groundwater quality assessment using water quality index (WQI) under GIS framework. *Applied Water Science*, 11, 1-20
16. Ayers, R.S. and Westcot, D.W. (1985). water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage paper No. 29, Rome. in Al-Soyffe, M. A., Al-Shaker, Y. M., and Saffawi, A. Y. T. A. (2022). ASSESSMENT OF WATER QUALITY FOR IRRIGATION USING THE SUB-INDEX MODEL: ACASE STUDY OF TIGRIS RIVER WATER IN MOSUL CITY, IRAQ. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 1019-1028
17. Wilcox LV. Classification and use of irrigation waters. Circular 969. USDA, Washington; 1955. in: Gabr, M. E., Soussa, H., and Fattouh, E. (2021). Groundwater quality evaluation for drinking and irrigation uses in Dayrout city Upper Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 327-340.

18. Richards LA. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. US Department of Agriculture Hand Book, Washington; 1954. p. 60. in: Ravi, N. K., Jha, P. K., Varma, K., Tripathi, P., Gautam, S. K., Ram, K., ... and Tripathi, V. (2023). Application of water quality index (WQI) and statistical techniques to assess water quality for drinking, irrigation, and industrial purposes of the Ghaghara River, India. *Total Environment Research Themes*, 6, 100049
19. Doneen, L. D. (1964). *Notes on water quality in agriculture*. Department of Water Science and Engineering, University of California, Davis. in: Ravi, N. K., Jha, P. K., Varma, K., Tripathi, P., Gautam, S. K., Ram, K., ... and Tripathi, V. (2023). Application of water quality index (WQI) and statistical techniques to assess water quality for drinking, irrigation, and industrial purposes of the Ghaghara River, India. *Total Environment Research Themes*, 6, 100049
20. Kelley WP. Permissible composition and concentration of irrigated waters. *Proc ASCF* 1940;66:607 in: Nabhan, O. N., Ghanem, G., and Jumaa, H. (2023). Water Quality Indices for Evaluating the Groundwater for Drinking and Irrigation in the Wana District of Northwestern Iraq. *IRAQI BULLETIN OF GEOLOGY AND MINING*, 19(1), 147-161.
21. Raghunath HM. Groundwater. New Delhi: Wiley Eastern Ltd; 1987. in: Gabr, M. E., Soussa, H., and Fattouh, E. (2021). Groundwater quality evaluation for drinking and irrigation uses in Dayrout city Upper Egypt. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 327-340
22. Dalas, M. S., Farhan, M. G., and Altae, M. (2022). Evaluation of physical and chemical properties of water from some wells in Balad district within Salah al-Din governorate. *Tikrit Journal of Pure Science*, 27(4), 23-30.
23. Hammad, L. M., and Mataab, M. I. (2022). Evaluating the qualitative characteristics of groundwater in Anah district and their impact on agricultural production. *Journal of the University of Anbar for Humanities*, 2(1).
24. Tegegne, A. M., Lohani, T. K., & Eshete, A. A. (2023). Evaluation of groundwater quality for drinking and irrigation purposes using proxy indices in the Gunabay watershed, Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *Heliyon*, 9(4)
25. Kasa, T., Bassa, A. L., Negatu, G. T., Sahile, Z. A., & Reddythota, D. (2022). Investigation of Wabe River water fitness for agricultural and industrial purposes. *Heliyon*, 8(12).
26. Gharbia, A. S., Gharbia, S. S., Zákányi, B., Tóth, M., & Szucs, P. (2021). Groundwater quality evaluation for irrigation suitable using geostatistical algorithms.
27. Shil, S., Singh, U. K., and Mehta, P. (2019). Water quality assessment of a tropical river using water quality index , multivariate statistical techniques and GIS. *Applied water science*, 9, 1-21.
28. Anjali, R., Krishnakumar, S., Thivya, C., Kasilingam, K., Gandhi, M. S., Selvakumar, S., ... and Magesh, N. S. (2023). Assessment of mine water quality for domestic and irrigation purposes, Neyveli coal mine region, Southern India. *Total Environment Research Themes*, 6, 100047.
29. Alrowais, R., Abdel daiem, M. M., Li, R., Maklad, M. A., Helmi, A. M., Nasef, B. M., & Said, N. (2023). Groundwater Quality Assessment for Drinking and Irrigation Purposes at Al-Jouf

Area in KSA Using Artificial Neural Network, GIS, and Multivariate Statistical Techniques. *Water*, 15(16), 2982.

## Application of water quality index to determine the suitability of groundwater used for irrigation in parks city of Mosul

**Ahmed Sh. Ah. H. Al-Hamdani**

The Ministry of Education, General Directorate of Education in Nineveh Governorate, Iraq

### Article Information

Received: 19/08/2023

Revised: 20/09/2023

Accepted: 25/09/2023

Published: 30/12/2023

### Keywords:

*Water quality index, groundwater, irrigation indicators, well water*

### Corresponding Author

E-mail:

Mobile:

### Abstract

The current study application water quality index to study the groundwater used for irrigation in some parks in the city of Mosul. Six regions were selected from the city of Mosul to study A period of five months from the year 2023. The water quality index was calculated based on eleven standards (pH, electrical conductivity, Chloride ion, and Bicarbonate ions, as well as the seven irrigation indicators, which are Sodium Adsorption Tate, Sodium Percentage, Potential Salinity, Residual Sodium Carbonate, Kelly ratio, Permeability index and, Magnesium Adsorption Ratio). The results of the study indicate that the values of pH and electrical conductivity ranged between (7.498-6.860) (1122-2068) microsiemens/cm, respectively, and values of sodium adsorption rates and the percentage of sodium ranged between (0.708-0.335) meq/l (10.081-4.699) respectively, Potential salinity values reached (6.671) meq/l, while the study did not record any value for the residual sodium carbonate and recorded the highest value for the Kelly ratio around (0.133). according to irrigation indicators. The results showed that groundwater is suitable for irrigation. While the results of the water quality index study showed that the values ranged between (12-8.79), which is considered an excellent water for irrigation, according to the values of the water quality coefficient.