College of Basic Education Researchers Journal. ISSN: 7452-1992 *Vol. (19), No.(4), (2023)*

CC BY

تقييم نوعية المياه الجوفية لبعض القرى جنوب محافظة نينوى شمال العراق

احمد شهاب احمد حسين الحمداني
قسم المديرية العامة للتربية في محافظة نينوى/ وزارة التربية/ العراق
(قدم للنشر في ٢٠٢٣/٨/٢٣ ، قبل للنشر في ٢٠٢٣/١٠/٢٦)

ملخص البحث:

تناولت هذه الدراسة المياه الجوفية في خمس قرى تقع جنوب محافظة نينوى شمال العراق وهي قرى (اصفية وهرارة والرصيف والنعناعة وتل واعي) وتم اختيار بئر واحد من كل قرية خلال فصول الخريف والشتاء والربيع لغرض دراستها وبيان نوعيتها من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لها ومقارنة نتائجها مع الحدود العليا المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية للعام 2017 (WHO) وتطبيق معامل نوعية المياه (WQI) لتحدد مدى ملائمة المياه المدروسة للشرب والاستعمالات المنزلية المختلفة.

وقد اشارات الدراسة الى ان التفاوت في قيم معدلات الاس الهيدروجيني بين (7.75) في المياه الجوفية لقرية النعناعة الى (8.08) في المياه الجوفية لقرية الرصيف وتراوحت معدلات قيم المواد الذائبة الصلبة الكلية (TDS) بين (1123) ملغم/لتر في مياه قرية تل واعي و(1933) ملغم/لتر في مياه قرية اصفية وقد تراوحت معدلات القاعدية الكلية بين (220–490) ملغم/لتر وقد سجلت مناطق الدراسة ارتفاع في قيم العسرة الكلية عن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية للعام 2017 فقد تروحت معدلاتها بين (1100–1660) ملغم/لتر وتراوحت تراكيز ايونات الكالسيوم بين (214–492) ملغم/لتر

فيما اشارت نتائج معامل نوعية المياه (WQI) الى تراوح قيم WQI للمياه الجوفية المدروسة بين (51) في المياه الجوفية في قريتي هرارة و النعناعة و(60) في المياه الجوفية لقرية الرصيف مما يشير الى ان المياه المدروسة رديئة الاستعمال للشرب والاستعمالات المنزلية المختلفة.

الكلمات الدالة : مياه جوفية, نوعية مياه, مياه الابار, معامل نوعية المياه, الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

College of Basic Education Researchers Journal. ISSN: 7452-1992 *Vol. (19), No.(4), (2023)*

Assessment of Groundwater Quality in Some Villages South of Ninawa Governorate, Northern Iraq

Ahmed Sh. Ah. H. Al-Hamdani
The Ministry of Education / General Directorate of Education in Nineveh Governorate

Abstract:

This study examined groundwater in five villages located south of Nineveh Governorate, northern Iraq, which are (Asfiya, Harara, Al-Rasif, Al-Na'ana, and Tal Wai). One well was selected from each village during the autumn, winter and spring seasons for studying it and showing its quality by studying its physical and chemical properties and compared results with the upper limits allowed by the World Health Organization and the application of the water quality index (WQI) to determine the suitability of the studied water for drinking and various domestic uses. The study indicated that the pH rates ranged between (7.75) in the water of village Al-Na'ana to (8.08) in the water of village Al-Rasif, and the values of the total dissolved solids (TDS) ranged between (1123) mg/l in the water of village Tal Wai and (1933) mg/l in the water of village Asfiya. The total alkaline rates ranged between (220-490) mg/l, and the study areas recorded an increase in the total hardness values as far as the limits allowed by World Health Organization, their rates ranged between (1100-1660) mg/l, and the concentrations of calcium ions ranged between (214-492) mg/l. The results of the water quality index (WQI) indicated that the WQI values of the studied groundwater ranged between (51) in the water of villages Harara and Al-Na'ana and (60) in the water of village Al-Rasif, which indicated that the studied water is of poor use for drinking and of various domestic uses.

Keywords: groundwater, water quality, well water, water quality index, physical and chemical properties

المقدمة

تعتبر المياه الجوفية من اهم موارد مياه الشرب, اذ تشكل تقريباً 50 % من الاستهلاك البشري فهي المصدر الاساسي لحوالي 1.5 – 2.8 مليار شخص حول العالم [1], وتتعرض للاستعمال المفرط في الوقت الحاضر في كثير من الدول ومنها العراق, وكذلك تتعرض للتلوث نتيجة للاستعمال الخاطئ للمبيدات والاسمدة الزراعية والنشاطات الصناعية وتتلوث بالنفايات المدنية والزراعية [2], كما ان المياه الجوفية قابلة للتغيير حسب التفاعلات التي تجري بينها وبين الصخور التي تمر بها والخازنة لها وكمية الامطار والظروف المناخية [3] فالتلوث المتزايد والتغيرات المناخية تعد مشكلة خطيرة تؤدي إلى تدهور مصادر المياه العذبة مما ينتج عنه تأثيرات سلبية على استعمال الموارد المائية للشرب وللري [4], وبحسب التقارير الصادرة عن منظمة الصحة العالمية ان الامراض المنقولة الى الانسان من المياه قد تؤدي الى وفيات تصل الى 10 ملايين انسان سنوياً وان ما نسبته 75 % من الامراض الاخرى تكون بسبب استعمال المياه غير الصالحة في البلدان النامية [5], مما يولد قلق كبير من مستخدمي مياه الشرب في كثير من بلدان العالم ومنها منطقة الدراسة حول توفير مياه امنة للاستعمال ومدى تعرضها للتلوث وتأثيرها على النمو الاقتصادي والبيئي والاجتماعي في هذه البلدان [6]

ان دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية لا تقل اهميتها عن كميتها فهي مهمة جدا لتحديد مدى ملائمة المياه للاستعمالات كافة فالانخفاض او الارتفاع عن الحدود المعتمدة يكون ذا تأثير ضار على الكائنات الحية [7].

يستعمل معامل نوعية المياه water quality index (WQI) لغرض جمع عدد كبير من نتائج المتغيرات الفيزيائية والكيميائية واعطاءها قيمة واحدة مفهومة من قبل الجميع تعبر عن مدى جودة وصلاحية المياه للاستعمال المدني [2] وقد استعمل معامل نوعية المياه منذ الستينات في القرن الماضي بسب قدرته على استثمار المعلومات المتغيرة لنوعية المياه وتقديم تصور واضح عن نوعية المياه المدروسة وادارتها [8] وقد شهدت الدراسات العالمية والعراقية انتشار استعمال معامل نوعية المياه بالوقت الحالي ومن الدراسات التي طبقت معامل نوعية المياه في محافظة نينوى حديثاً دراسة [9] للمياه الجوفية لمنطقة الرشيدية باستعمال معامل نوعية المياه والتي اشارت الى تدهور نوعية المياه المدروسة بسب ارتفاع اغلب المعايير المدروسة وخصوصا المواد الصلبة الذائبة الكلية والكبريتات وكذلك دراسة [10] للمياه الجوفية شمال شرقي محافظة نينوى والتي بينت تباين نوعية المياه الجوفية حسب (WQI) بين المياه الجيدة والصالحة للاستعمال الى المياه الرديئة.

اهداف الدراسة

تهدف الدراسة الى دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية لبعض القرى الواقعة جنوب محافظة نينوى شمال العراق لتقييم نوعيتها باستعمال معامل نوعية المياه (WQI)

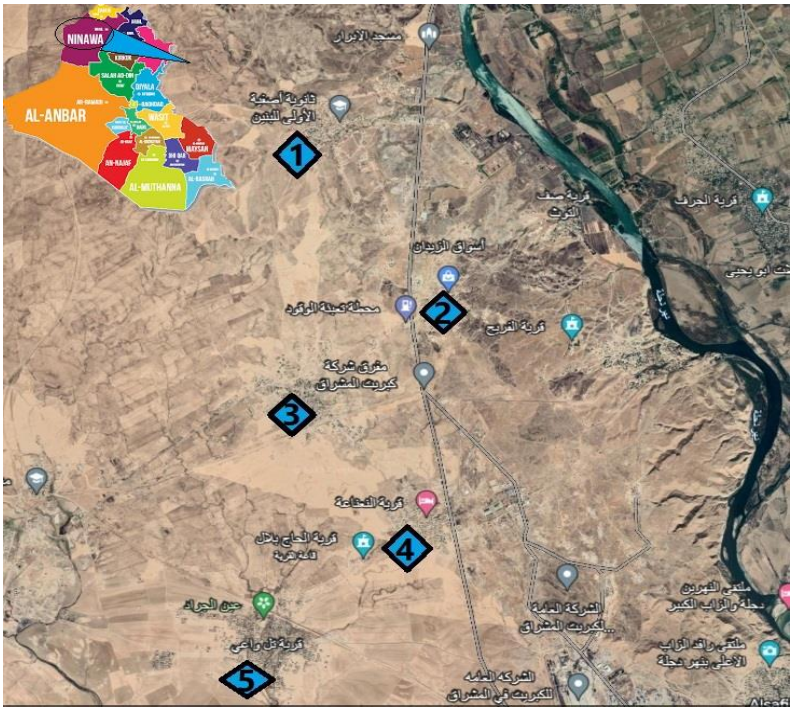
طرائق العمل

منطقة دراسة

أجريت الدراسة على المياه الجوفية في خمس قرى تقع جنوب مدينة الموصل في محافظة نينوى شمال العراق وهي قرى (اصفية وهرارة والرصيف والنعناعة وتل واعي) فقد تم اختيار بئر واحد من كل قرية من القرى التي تعتمد على المياه الجوفية بشكل رئيسي للمياه لكونها منطقة زراعية تنتشر الحقول والمزارع فيها الجدول (1) والصورة (1)

الجدول (1) مواقع جمع عينات المياه الجوفية المدروسة

ت	اسم القرية	الموقع	
		خطوط الطول	خطوط العرض
1	اصفية	E "15 03' 36º	N 43º 16' 23"
2	هرارة	E "50 01' 36º	N 43º 17' 31"
3	الرصيف	E "16 01' 36º	N 43º 16' 20"
4	النعناعة	E "25 00' 36º	N 43º 17' 29"
5	تل واعي	E "27 59' 35º	N 43º 16' 10"



الصورة (1) مواقع جمع عينات المياه الجوفية المدروسة

جمع العينات

عملية جمع العينات شملت خمسة ابار ابتدءً من شهر ايلول 2022 ولغاية شهر نيسان 2023 وحسب طرائق جمع العينات المبينة في[11] حيث تم وضع العينات في قناني من البولي اثلين بعد عملية غسلها بماء العينة بشكل جيد قبل تعبئتها وقيست درجة حرارة المياه من القنينة موقعياً, ونقلت الى المختبر لغرض دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية كما في [11]

تطبيق معامل نوعية المياه

تم تطبيق معامل نوعية المياه باستعمال المعامل الحسابي الموزون The weighted arithmetic water quality index (WQI) حسب ما ورد في [12] والذي يتم تطبيقه حسب المعادلة التالية

$$wqi = \sum_{i=1}^{n} WiQi / \sum_{i=1}^{n} Wi \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث :

n = عدد المتغيرات

Wi = وزن كل صفة مدروسة

Qi = معامل الجودة

ان وزن الوحدة (Wi) لمختلف معايير جودة المياه تتناسب عكسيا مع المعايير القياسية الموصى بها من قبل [13] الجدول (2)

$$Wi = K/S_n \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث :

Sn : القيمة القياسية لكل صفة وحسب [13]

K : ثابت التناسب ويحسب كالتالي:

$$K = 1/\Sigma(\frac{1}{\mathrm{Sn}}) \ldots\ldots\ldots (3)$$

يتم حساب معامل الجودة quality rating (Qi) من المعادلة التالية

$$Qi = 100\,[(V_0 - V_i)/(S_n - V_i)] \ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث :

V_0 : قيمة الصفة المقاسة

Vi: القيمة المثالية في الماء النقي

ان القيمة المثالية في الماء النقي تعتبر مساوية للصفر ما عدا اذا كانت الصفة المدروسة الاس الهيدروجيني (pH) فالقيمة المثالية له تعتبر (7.0) والحد الاعلى المسموح به هو (8.5) وتحسب بالمعادلة التالية:

$$Qi = 100\,[(V_{pH} - 7.0)(8.5 - 7.0)] \ldots\ldots\ldots (5)$$

الجدول (2) اوزان الصفات المدروسة والقيمة القياسية لكل صفة وحسب [13]

المعايير	وحدة القياس	WHO 2017	وزن الصفاتWi

pH	بدون وحدة	7.0- 8.5	0.44482
TDS	ملغم/لتر	1000	0.00378
Alkalinity	ملغم/لتر	150	0.02520
T. Hardness	ملغم/لتر	200	0.01891
Ca^{++}	ملغم/لتر	300	0.01260
Mg^{++}	ملغم/لتر	150	0.02521
NO3	ملغم/لتر	50	0.07562
PO4	ملغم/لتر	10	0.37801
SO4	ملغم/لتر	250	0.01512
Cl^{-}	ملغم/لتر	250	0.01512
			$= 1\sum_{i=1}^{n} Wi$

وبعد حساب قيمة معامل نوعية المياه (WQI) تقارن مع الجدول (3) لتحديد نوعية المياه المدروسة.

الجدول (3) تصنيف نوعية المياه حسب المعامل الحسابي الموزون The weighted arithmetic water quality index (WQI) كما ورد في [12]

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

النتائج والمناقشة

الخصائص الفيزيائية والكيميائية

بينت نتائج الجدول (4) ان درجة حرارة المياه المدروسة تراوحت بين (19.5–26.2) اما معدلات قيم الاس الهيدروجيني لمياه الابار المدروسة قد تراوحت بين (7.75) في مياه البئر (4) الى (8.08) في مياه البئر (3)

كما في الجدول (4). والذي من المكن ان يؤثر على قابلية ذوبان الاملاح في المياه الجوفية [2] والميل القليل نحو القاعدية يمكن ان يعود الى تلوث المياه بالأسمدة الزراعية والفضلات المنزلية [5].

في حين تراوحت قيم معدلات المواد الذائبة الصلبة الكلية (TDS) بين (1123) ملغم/لتر في مياه البئر(5) و(1933) ملغم/لتر في مياه البئر (1). ويعود هذا الارتفاع النسبي في القيم الى عمليات الغسل والاذابة للتربة والصخور المحيطة بالمياه الجوفية التي تمر فيها اثناء مرورها بالترب والصخور الخازنة للمياه الجوفية [14] وكذلك الى الانشطة البشرية والزراعية التي تتم في المنطقة [15] كما تعتبر هذه القيم اعلى من الحدود العليا الامنة المسموح من قبل [13] والبالغة (1000) ملغم/لتر.

ان مصدر القاعدية الكلية في المياه الجوفية هو عملية التجوية للصخور الناتجة عن وجود أيونات الكربونات والبيكربونات والهيدروكسيد [16] وقد تراوحت معدلاتها بين (220) ملغم/لتر في مياه البئر (1) و(490) ملغم/لتر في مياه البئر (2) وبتراكيز بلغت (540) ملغم/لتر.

تنتج العسرة الكلية بصورة اساسية من تواجد ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه والتي تعطي طعم غير مستساغ في مياه الشرب ويولد اسراف في الصابون والمنظفات [6] وقد سجلت مناطق الدراسة ارتفاع في قيم العسرة الكلية عن الحدود المسموح بها من قبل [13] فقد تروحت معدلات العسرة الكلية بين بين (1100) ملغم/لتر في مياه البئر (2) و(1660) ملغم/لتر في مياه البئر (1).

تراوحت تراكيز ايونات الكالسيوم بين (214) ملغم/لتر في مياه البئر (3) و(492) ملغم/لتر في مياه البئر (1). وقد يكون المصدر المحتمل لارتفاع الكالسيوم في غالبية العينات المدروسة ناتجاً عن التركيب الكيميائي والمعدني للصخور الأساسية التي تتسرب من خلالها.[15]

الجدول (4) نتائج التحليل الفيزيائي والكيميائي (المعدلات والحدود الدنيا والحدود العليا) لمياه الابار

المعيار		مياه الابار المدروسة				
		1	2	3	4	5
حرارة المياه	المعدل	21.4	22.5	22.1	23.4	21.7
	ادنى	20.5	20.0	21.0	19.5	20.0
	اعلى	26.2	25.5	25.5	25.0	24.0
الهواء	المعدل	17.6	18.2	20.4	21.8	17.2
	ادنى	10.0	09.0	12.0	12.5	13.0
	اعلى	30.0	29.0	27.7	27.5	29.5
pH	المعدل	8.01	7.85	8.08	7.75	7.95

7.60	7.20	7.80	7.40	7.50	ادنى	
8.15	7.95	8.03	7.95	8.02	اعلى	
1123	1256	1465	1410	1933	المعدل	TDS
1030	980	1120	1230	1350	ادنى	
1360	1470	1750	1730	2140	اعلى	
390	395	430	490	220	المعدل	Alkalinity
280	270	290	320	210	ادنى	
510	440	520	540	380	اعلى	
1160	1280	1360	1100	1660	المعدل	T. Hardness
940	980	870	780	1120	ادنى	
1260	1390	1670	1450	1870	اعلى	
268	316	336	350	392	المعدل	Ca
232	258	214	256	228	ادنى	
348	392	468	392	492	اعلى	
144	111	102	78	189	المعدل	Mg
82	70	64	71	83	ادنى	
163	152	141	96	241	اعلى	
17	12	8	15	10	المعدل	NO3
4	5	2	6	3	ادنى	
26	18	15	22	25	اعلى	
0.015	0.104	0.012	0.036	0.020	المعدل	P04
0.009	0.014	0.007	0.024	0.004	ادنى	
0.030	0.170	0.045	0.070	0.039	اعلى	
215	390	335	210	260	المعدل	SO4
160	170	230	110	135	ادنى	
380	560	490	370	430	اعلى	
185	240	150	85	43	المعدل	Cl^-
160	195	120	60	35	ادنى	
232	320	203	106	67	اعلى	

وتراوحت تراكيز ايونات المغنيسيوم بين (64) ملغم/لتر في مياه البئر (3) و(241) ملغم/لتر في مياه البئر (1) ويعزى سبب تواجدها الى طبيعة الاراضي المحيطة بالآبار وذوبانها في المياه عند مرور المياه في هذه الاراضي[17].

اما النترات قد تراوحت تراكيزه بين (2) ملغم/لتر في مياه البئر (3) و(26) ملغم/لتر في مياه البئر (1). وان مصدر النترات في المياه الجوفية هو وجود بقايا نباتية متحللة والملوثات الزراعية [16] اما في المناطق الحضرية غالبًا ما يكون من مياه الصرف الصحي والنفايات الصلبة ومواقع الطمر الصحي [18]

تراوحت تراكيز الفوسفات بين (0.012) ملغم/لتر في مياه البئر (3) و(0.104) ملغم/لتر في مياه البئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (0.004) ملغم/لتر في مياه البئر (1) و(0.170) ملغم/لتر في مياه البئر (4) كما في الجدول

(4) ويعزى انخفاض قيم الفوسفات الى ترسيبه على شكل فوسفات الكالسيوم غير الذائبة وكذلك امتزازها على اسطح دقائق الطين [19] وتعد هذه القيم ضمن الحدود الامنة المسموح بها من قبل [13] والبالغة (10) ملغم/لتر.

وقد تراوحت تراكيز الفوسفات بين (110) ملغم/لتر في مياه البئر (2) و(560) ملغم/لتر في مياه البئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (210) ملغم/لتر في مياه البئر (2) و(390) ملغم/لتر في مياه البئر (4)

وقد تراوحت تراكيز الكلوريدات بين (35) ملغم/لتر في مياه البئر (1) و(320) ملغم/لتر في مياه البئر (4) وبمعدلات تراوحت بين (43) ملغم/لتر في مياه البئر (1) و(240) ملغم/لتر في مياه البئر (4) كما في الجدول (4) ويعود وجود الكلوريدات في المياه الجوفية الى طبيعة التكوينات الجيولوجية للمنطقة المدروسة واحتواءها على املاح المتبخرات [9]

تقييم نوعية المياه للشرب باستعمال معامل نوعية المياه (WQI)

بينت النتائج تراوح قيم WQI للمياه الجوفية المدروسة بين (51) في مياه البئرين 2 و 4 و(60) في مياه البئر 3 كما في الجدول (5)

وعند مقارنة نتائج WQI للمياه الجوفية المدروسة مع الجدول (3) نجد ان نوعية المياه المدروسة رديئة الاستعمال للشرب.

الجدول (5) قيم WQI للمياه الجوفية المدروسة

البئر	1	2	3	4	5
القرية	اصفية	هرارة	الرصيف	النعناعة	تل واعي
قيم WQI	58	51	60	51	55

ويعود التدهور في نوعية المياه الى ارتفاع تراكيز الجزء الاكبر من المعايير المدروسة عن الحدود العليا المسموح بها لاستعمال المياه للشرب والاستعمالات المنزلية والمحددة من قبل [13] وخصوصا ارتفاع قيم المواد الذائبة الصلبة الكلية والعسرة الكلية فضلا عن ميل قيم الاس الهيدروجيني نحو القاعدية الخفيفة والذي يعود الى تسرب الملوثات المدنية والزراعية نحو المياه الجوفية وكذلك ذوبان الاملاح من الصخور الخازنة للمياه المدروسة.

الاستنتاجات والتوصيات

بعد تطبيق معامل نوعية المياه على المياه الجوفية المدروسة تبين من الدراسة ان نوعية المياه رديئة وغير مناسبة للشرب والاستعمالات المنزلية المختلفة بسبب ارتفاع اغلب تراكيز المعايير المدروسة المحددة من قبل منظمة الصحة العالمية

ومن هذا نوصي ب :

1- اهمية معالجة المياه المدروسة وتنقيتها من الاملاح قبل استعمالها للشرب.

2- ضرورة اجراء الدراسات والفحوصات الدورية لمراقبة نوعية المياه والتأكد من مدى صلاحيتها للشرب والاعتماد بتحديد نوعية المياه على معامل نوعية المياه WQI.

3- نشر الوعي البيئي وتنبيه المواطنين الى خطورة تلوث البيئة وتلوث المياه والمحافظة على البيئة.

شكر وتقدير

الشكر والتقدير الى وزارة التربية / المديرية العامة للتربية في محافظة نينوى على دعمهم لي ومساعدتهم في انجاز العمل.

المصادر

1.Frollini, E., Preziosi, E., Calace, N., Guerra, M., Guyennon, N., Marcaccio, M., ... and Ghergo, S. (2021). Groundwater quality trend and trend reversal assessment in the European Water Framework Directive context: an example with nitrates in Italy. Environmental Science and Pollution Research, 28(17), 22092-22104.

2.Sadik, M., and Aznarul, I. (2021). Evaluating the groundwater quality of damodar fan delta (India) using fuzzy-AHP MCDM technique. Applied Water Science, 11(7)

3.Gazzi, 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).

4.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

5.Ali, A., Iqbal, M., and Waheed, A. (2021). Groundwater quality assessment near Nullah Lai stream of Pakistan. Central Asian Journal of Environmental Science and Technology Innovation, 2(2), 45-51

6. Muhammad, A. S. (2021). Environmental assessment of drinking water characteristics in Al-Muthanna governorate. Misan Journal of Academic Studies, *20*(مؤتمر الاتجاهات الحديثة والمجالات التطبيقية لعلم الجغرافيا-ملحق ٤٠).

7. Mohammad, E. A., Ektifa Taha, A., Fatma Adnan, S., and Rania Haithem, S. (2020). Study of qualitative properties of groundwater and its suitability for different uses in the Eastern of the Al-Dour city/Salahaldin/Iraq. Tikrit Journal of Pure Science, 25, 2.

8. Zhang, Q., Qian, H., Xu, P., Hou, K., and Yang, F. (2021). Groundwater quality assessment using a new integrated-weight water quality index (IWQI) and driver analysis in the Jiaokou Irrigation district, China. Ecotoxicology and environmental safety, 212, 111992

9.Jaafer, A. J., and Al-Saffawi, A. Y. (2020). Application of the logarithmic water quality index (WQI) to evaluated the wells water in Al-Rashidiya area. North Mosul for drinking and civilian uses. Plant archives, 20(1), 3221-3228.

10. 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 Iraq. Baghdad Science Journal, 16(3), 0560-0560.

11. APHA, AWWA and WCPE (2017). "Stand Method for Examination of water and wastewater American public Health Association , 23RD ed., Washington DC, USA

12. 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.

13.WHO.(2017).Guidelines for drinking water quality - 4th ed. World Health Organization, Geneva 541.

14. 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.

15 Karuppannan, S., and Kawo, N. S. (2019). Groundwater quality assessment using geospatial techniques and WQI in north east of Adama Town, Oromia region, Ethiopia. Hydrosp Anal, *3*(1), 22-36.

16. Najeeb, R. R., and Saeed, I. O. (2022). The Evaluation of physical and chemical characters for water wells in Al-Hamadanyah district and its affiliated villages. Evaluation, 140(02).
17. Alwaeli, J. M., Ali, S. K., and Mohammed, A. H. (2021). Using geographic information systems (GIS) program and water quality index (WQI) to assess and manage groundwater quality in the City of Baghdad. Journal of Engineering, 27(3), 93-112.
18. Al-Bhar, B. M. A., and Al-Saffawi, A. Y. (2021). Health effects of nitrate concentrations in the groundwater of Al-Manara village, north-east of Mosul city, Iraq. Science Archives 3(2), 267-271
19. Al-Hamdany, N. A., Al-Shaker, Y. M., and Al-Saffawi, A. Y. (2020). Water quality assessment using the NSFWQI model for drinking and domestic purposes: A case study of groundwater on the left side of Mosul city. Iraq. *Plant Archives*, *20*(1), 3079-3085.