

2018

Spatial Variation of Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation by Using GIS - East of Tharthar Lake Iraq, A Case Study

Ahmed Al-Sulttani

Kufa University, Iraq, alakaam73@yahoo.com

Isaac Al-Akaam

University of Baghdad, Iraq

Follow this and additional works at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/anujsr_b

Recommended Citation

Al-Sulttani, Ahmed and Al-Akaam, Isaac (2018) "Spatial Variation of Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation by Using GIS - East of Tharthar Lake Iraq, A Case Study," *An-Najah University Journal for Research - B (Humanities)*: Vol. 32 : Iss. 7 , Article 6.

Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/anujsr_b/vol32/iss7/6

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in An-Najah University Journal for Research - B (Humanities) by an authorized editor. The journal is hosted on [Digital Commons](#), an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aarj.edu.jo, marah@aarj.edu.jo, u.murad@aarj.edu.jo.

التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) – منطقة شرق الثرثار العراق، حالة دراسية

Spatial Variation of Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation by Using GIS - East of Tharthar Lake Iraq, A Case Study

أحمد السلطاني*، وأسحق العكّام**

Ahmed Al-Sulttani & Isaac Al-Akaam

* كلية التخطيط العمراني، جامعة الكوفة، العراق. ** كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، العراق

**الباحث المراسل: alakaam73@yahoo.com

تاريخ التسليم: (2017/6/23)، تاريخ القبول: (2017/10/24)

ملخص

تقع منطقة الدراسة في شرق بحيرة الثرثار وتبلغ مساحتها 4035 كم². يحدها من الشرق نهر دجلة ومن الغرب بحيرة الثرثار وهي منطقة واسعة جدا تعتمد على مياه الابار كمورد رئيس للمياه لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي باستثناء المناطق القريبة من نهر دجلة. تم دراسة العناصر الكيميائية المهمة في 42 بئرا موزعة على عموم منطقة الدراسة. شملت هذه العناصر تحليلات الايونات الموجبة والسالبة ومجموع الاملاح المذابة والتوصيلية الكهربائية. تصنيف المياه للاستهلاك البشري اعتمد على المحددات القياسية العراقية ومنظمة الصحة العالمية. اما صلاحية المياه الجوفية ومدى صلاحيتها لأغراض الإرواء الزراعي اعتمد تصنيفين الاول تصنيف Richards (1954) والثاني تصنيف Ayers & Westcot (1985), & Wilcox (1955)، تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS 10.x لأجل تحويل كل العناصر اعلاه والتي مثلت المدخلات Inputs الى سطح Raster باستخدام طريقة Inverse distance weighted (IDW) interpolation. اجري التحليل المكاني لغرض إيجاد خريطة تمثل التوزيع المكاني لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي. أظهرت النتائج ان مساحة الأماكن التي يحتمل تواجد مياه جوفية فيها لأغراض الاستهلاك البشري هي 11.94 كم² فقط وتقع الى الشرق من نهر دجلة وذلك يعود الى زيادة الاملاح المذابة وارتفاع عناصر الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات في اغلب المياه الجوفية والناجمة عن التأثير الجيولوجي في المنطقة. اما المياه الصالحة لأغراض الارواء الزراعي حسب التصنيف الأول فظهر مستوى للمياه المسموح بها من نوع C3S1 بمساحة 90 كم² ونوعين من المياه الرديئة الأول من نوع C4S1 بمساحة 3721 كم² ونوع C4S2 بمساحة 224 كم² اما التصنيف الثاني فقد ظهرت ثلاث مستويات للمياه وهي مياه جيدة بمساحة 451 كم² ومياه متوسطة بمساحة 782 كم² ومياه رديئة بمساحة 2802

كم². تتوزع المناطق التي تضم مياه جوفية صالحة للزراعة في شرق منطقة الدراسة قرب نهر دجلة وشمال بحيرة الثرثار.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، نظم المعلومات الجغرافية.

Abstract

The study area is located in the east of Tharthar Lake and covers an area about 4035 Km². Groundwater is the most important source in the area except the area in the east, which is, depended on Tigris River. For studying the suitability of groundwater, chemical analyses for 42 wells have been used. ArcGIS software has been used to build Raster for required chemical elements to calculate the suitability by using Map Algebra (Calculator). For drinking water, WHO and Iraq standards have been entered in a model to calculate the suitability. The suitability for drinking water shows small area (11.94 Km²) in the east of river while the whole area is unsuitable. For irrigation suitability, two ways have been used Richards (1954), and Ayers and Westcot (1985), and Wilcox (1955). Richards (1954) method shows an area (90 Km²) with a permissible water type, while Ayers and Westcot (1985), and Wilcox (1955) method shows an area (451 Km²) with a good water type. The Limitation of the area for suitable water for drinking and irrigation reflects the impact of the river in enhancing the quality of ground water while the whole is with unsuitable. It shows the impact of lithology and arid climate on the quality of groundwater.

Keywords: Groundwater, GIS.

المقدمة

تعد المياه من أعظم الهبات الإلهية الموجودة في الطبيعة، إذ تعد المياه المصدر الرئيس لديمومة حياة البشرية فهي ضرورية للشرب والاستعمال المنزلي ونمو النبات والزراعة والصناعة والطاقة والملاحة وغيرها من الاستعمالات يصعب حصرها.

تعددت مصادر المياه منها ما هو سطحي ومنها ما هو جوفي. تعد المياه الجوفية مصدراً مهماً في المناطق الجافة وشبه الجافة والمناطق ذات المصادر المحدودة من المياه السطحية، لذا تعد المصدر الثاني بعد المياه السطحية التي تغطي احتياجات الإنسان مما شجع على تطوير التقنيات الخاصة باكتشافها ومعالجتها وحمايتها.

تعرف المياه الجوفية (Groundwater) بالمياه المتواجدة تحت سطح الأرض بين مسامات الصخور وشقوقها وتتجمع في مكان منها ما هو محصور والأخرى غير محصورة ويعرف بعد الماء الجوفي عن سطح الأرض بمستوى الماء الجوفي (Water Table)، تتعدد مصادر المياه الجوفية فمنها الأمطار ومصادر المياه السطحية من انهار وبحيرات فضلاً عن مياه الصحارة والمياه التكوينية⁽¹⁾.

تتغير الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية من مكان لآخر تبعاً لنوع الصخور المتواجدة فيها واذابة العناصر الموجودة في هذه الصخور لاسيما الاملاح وكذلك ارتشاح وتسرب الملوثات الكيميائية الناتجة عن الأسمدة والمبيدات والملوثات الصناعية والمنزلية الى مكان المياه الجوفية عبر مياه الأمطار او مصادر المياه السطحية مما يسبب تلوثاً لهذه المياه وتغيراً خطيراً في تركيبها الكيميائية⁽²⁾.

يتناول البحث الحالي دراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة شرق الثرثار، تمثلت مشكلة الدراسة كون هذه المناطق تعاني من محدودية موارد المياه السطحية واعتمادها بشكل كبير على المياه الجوفية لأغراض الاستخدامات المختلفة.

تهدف الدراسة الى تحديد مدى ملائمة المياه الجوفية في منطقة الدراسة للاستهلاك البشري والارواء الزراعي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لغرض انتاج خرائط لصلاحية المياه تبين التوزيع المكاني لها.

الدراسات السابقة

تم الاطلاع على عدد من الدراسات السابقة التي درست المياه الجوفية سواء في منطقة الدراسة او مناطق أخرى من العراق، ومن هذه الدراسات العاني (1997)⁽³⁾، اذ قام بدراسة الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية في حوض الفتحة-سامراء- وهدفت الدراسة الى استنباط واحتساب الاحتياطي الاستثماري ووضع نموذج لشبكة من الابار اللازمة للري في المنطقة.

دراسة الجنابي (2007)⁽⁴⁾ والتي تناولت هيدروكيميائية الخزان الجوفي غير المحصور وعلاقته برسوبيات النطاق المشبع في حوض تكريت سامراء (شرق دجلة) والتي اشارت الى تاثر نوعية المياه الجوفية في المنطقة بالطبقات الصخرية في نطاق المياه الجوفية المشبعة بشكل كبير.

-
- (1) Harter, Thomas. Basic concepts of groundwater hydrology. UCANR Publications, 2003, pp: 1-6.
- (2) KORTATSI, Benony K., et al. Hydrogeochemical evaluation of groundwater in the lower Off in basin, Ghana. Environmental geology, 2008, 53.8: 1651-1662.
- (3) احمد عبد الله رمضان العاني، الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية لحوض الفتحة-سامراء، رسالة ماجستير (غير منشور)، قسم علم الأرض، كلية العلوم، جامعة بغداد، 1997.
- (4) محمود عبد الحسين جويهل الجنابي، هيدروكيميائية الخزان الجوفي المفتوح وعلاقة مياهه برسوبيات النطاق المشبع في حوض تكريت-سامراء (شرق دجلة)، أطروحة دكتوراه (غير منشور)، قسم علم الأرض، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2007.

دراسة ارزوقي (2008)⁽¹⁾ حول استثمار المياه الجوفية في حوضي بدرية وجصان في محافظة واسط وتناولت الدراسة معرفة حجم المياه الجوفية في الحوضين والإجراءات المتخذة لاستغلال مياهما، ودراسة التغيرات في نوعيتها وعلاقتها بالمناخ وتحديد مناطق تلوثها.

دراسة المحسن (1985)⁽²⁾ المياه الجوفية في منطقة سنجار واستثماراتها وكان هدف الدراسة هو توزيع الآبار والعيون في منطقة الدراسة واستثمارها وكمية المياه فيها ونوعيتها ومدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة والمشاكل التي تؤدي إلى انخفاض كفاءة الآبار.

دراسة مهدي (2008)⁽³⁾ للمياه الجوفية في قضاء سامراء ومعالجة تحسين نوعيتها بطريقة الترسيب الكيميائي والتبادل الأيوني.

الخصائص الطبيعية للمنطقة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الأوسط من العراق وإلى الشمال من محافظة بغداد بمسافة 120 كم، يحدها نهر دجلة وقضاء سامراء من الشرق وبحيرة الثرثار من الغرب، تبلغ مساحتها 4035 كم²، فلكياً تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 38° 00' 35" و 48° 34' 35" شمالاً وخطي طول 12° 04' 43" و 18° 10' 44" شرقاً خريطة (1).

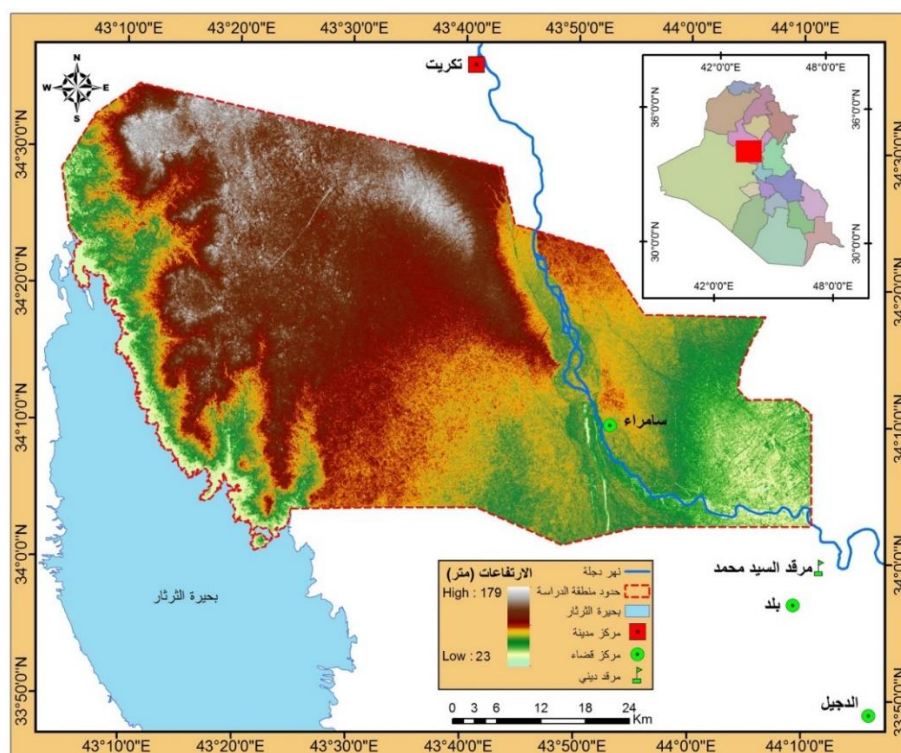
جيولوجياً تتكشف في منطقة الدراسة تكوينات صخرية متنوعة ترجع إلى أعمار مختلفة بدءاً من تكوينات الزمن الثلاثي إلى الزمن الرباعي، تتكون على شكل طبقات من الحجر الطيني والحجر الجيري والجبس والانهيدرايت بسمك مختلف يصل إلى 12 م بالنسبة لتكوين انجانة⁽⁴⁾ وإلى 300-1200 م لتكوين المقدادية الذي يكون بأغلب صخوره من الحجر الرملي والحجر الجيري والحجر الطيني بالإضافة إلى سمك يصل إلى 1900 م من تعاقب المدملكات والحصى الأسمنتية والحجر الطيني الذي يتمثل بتكوين باي حسن⁽⁵⁾.

وتتمثل ترسبات الزمن الرباعي برواسب المراوح الغرينية والقشرة الجيبسية وترسبات المنحدرات والسهل الفيضي التي تتميز بهشاشتها وعدم تماسكها وذات نفاذية عالية وهي غنية

- (1) هند فاروق ارزوقي، استثمار المياه الجوفية في حوضي بدرية وجصان في محافظة واسط، رسالة ماجستير (غير منشور)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بغداد، 2008.
- (2) اسباهية يونس المحسن، المياه الجوفية في منطقة سنجار واستثماراتها، رسالة ماجستير (غير منشور)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة بغداد، 1985.
- (3) محمد جميل مهدي، دراسة المياه الجوفية في قضاء سامراء ومعالجة تحسين نوعيتها بطريقة الترسيب الكيميائي والتبادل الأيوني، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة تكريت، 2008.
- (4) حميد سعيد احمد، وحاتم خضير صالح الجبوري، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوجة سامراء (6-38-NI)، مقياس 1:250000، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، بيانات غير منشورة، بغداد، 2005، ص7.
- (5) صدام شريف محمود، حميد سعيد احمد، تقرير عن دراسة المياه الجوفية في مشروع حصي النباعي، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، بيانات غير منشورة، بغداد، 1986، ص9.

بالجبس. مناخيا ترتفع في منطقة الدراسة درجات الحرارة وخصوصا في فصل الصيف لتصل في محطة سامراء الى 44 درجة مئوية (عظمى) لشهر تموز يقابلها انخفاض بالحرارة يصل الى 4.9 درجة مئوية (صغرى) لشهر كانون الثاني بمعدل سنوي بلغ 30.5 للحرارة العظمى و16.5 للحرارة الصغرى مما جعل المنطقة ذات قيم حرارية مرتفعة يقابلها انخفاض في كمية الامطار الساقطة التي تصل بمجموعها الى 171.5 ملم/السنة، والتي تصبح نادره جدا في فصل الصيف وتزداد بالتدريج وصولا الى فصل الشتاء بكمية امطار تصل الى 86.4 ملم اي 50.3% من كمية الامطار الساقطة. وسجلت قيم التبخر اعلى الدرجات لتصل الى 3085.6 ملم/السنة ترتفع بشكل كبير في فصل الصيف لتصل الى 1376.9 ملم بنسبة 44.6% من كمية التبخر السنوية⁽¹⁾.

خريطة (1): موقع منطقة الدراسة.



المصدر: USGS (2004), Shuttle Radar Topography Mission, 3-Arc Second scenes for IRAQ, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

(1) الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وزارة النقل العراقية، بيانات غير منشورة، بغداد.

البيانات وطريقة العمل

تمثلت البيانات في التحليلات الكيميائية لمجموعة من الابار (42 بئراً) موزعة على عموم منطقة الدراسة جدول (1)، اشتملت التحليلات الكيميائية على التوصيلية الكهربائية (Ec) مقاسة بـ (الميكروموز/سم) وكل من الاملاح المذابة الكلية (TDS)، البوتاسيوم (K)، الصوديوم (Na)، المغنسيوم (Mg)، الكالسيوم (Ca)، الكلورايد (Cl) والكبريتات (SO4) وجميعها مقاسة بـ (المليغرام/لتر) جدول (1).

تم تحويل وحدات القياس للعناصر بوتاسيوم (K)، الصوديوم (Na)، المغنسيوم (Mg)، الكالسيوم (Ca)، الكلورايد (Cl) والكبريتات (SO4) الى (الملي مكافئ/لتر) باستخدام برنامج Aquachem 4.0 وذلك لتلبية متطلبات معادلة حساب امتزاز الصوديوم (Sodium Soluble Sodium) وكذلك النسبة المئوية للصوديوم (Absorption Ratio SAR) فضلاً عن تحديد نوعية المياه (Water Type) جدول (2).

تم إسقاط مواقع الابار حسب احداثياتها في الجدول (1) في برنامج ArcGIS 10.x على شكل نقاط وتم بعد ذلك دمج التحليلات الكيميائية وبناء قاعدة بيانات لها (Geo database) خريطة (2).

أ. صلاحية المياه لأغراض الاستخدام البشري

اعتمد في حساب صلاحية المياه لأغراض الاستخدام البشري على المواصفات القياسية العالمية والعراقية جدول (3).

يظهر الشكل (1) طريقة رسم خريطة توزيعات للمناطق المحتملة لتواجد المياه الجوفية الصالحة للاستهلاك البشري، إذ تم تحويل كل عنصر من العناصر الكيميائية الى خريطة شبكية (GRID) او سطح بما يعرف بـ (Raster) في برنامج ArcGIS باستخدام طريقة (IDW Interpolation) وبمساحة خلية (Cell Size) ثابتة (100م×100م) في جميع خرائط العناصر، خريطة (3، 4، 5، 6، 7، 8) وذلك لغرض اجراء عملية حساب الخلايا باستخدام (Map Algebra) والتي يمكن خلاله تحديد وحساب قيم الخلايا التي تحمل قيم محددة والتي في هذا الموضوع هي المواصفات القياسية للمياه للاستهلاك البشري وتكون النتيجة خريطة تبين توزيع المناطق التي تكون فيها طبيعة المياه مساوية للمواصفات القياسية بحددها الأعلى او اقل منها.

جدول (1): العناصر الكيميائية في ابار منطقة الدراسة.

ملليغرام/لتر							مايكروموز سم	دائرة العرض	خط الطول	رقم البنر
SO4	CI	Ca	Mg	Na	K	TDS	Ec			
319	567	180	118	160	8.1	1500	2270	34.26	43.88	1
688	213	124	54	298	5.5	1514	2260	34.21	43.93	2
760	515	220	104	360	3	2084	3110	34.35	43.81	3
198	314.2	179.1	98	204	5	2092	3122	34.30	43.86	4
386	155	130	82	123	2	1329	1984	34.26	43.93	5
519	567	180	118	260	3.2	1521	2270	34.14	43.54	6
306	591	195.5	274.5	494.5	8.2	5313	7930	34.20	43.99	7
241	367	185.7	225.4	328.8	6.8	3584	5350	34.26	44.00	8
193	310	180	40	115	7.8	1272	1899	34.17	43.91	9
1978	788	488	75	426	5.5	3698	5520	34.13	43.93	10
2016	117	512	150	184	6.6	2732	4077	34.19	43.56	11
2131	198	472	102	522	6.8	2945	4396	34.13	43.59	12
1833	275	468	144	649	6.3	2412	3600	34.28	43.53	13
1912	125	345	90	152	4.7	3781	5644	34.17	43.83	14
3730	423	600	132	152	6	5816	8680	34.23	43.29	15
2297	557	598	193	275	6.8	3059	4566	34.18	43.38	16
1798	533	599	94	623	7.3	2680	4000	34.24	43.44	17
1949	186	584	154	414	7.2	3203	4781	34.14	43.47	18
1762	207	574	135	187	6.9	3269	4879	34.11	43.36	19
3100	664	489	125	245	6.5	2090	3120	34.06	43.83	20
1747	149	616	176	147	5.8	2137	3190	34.25	43.74	21
226	409	651	345	175	3.6	3069	4580	34.12	44.10	22
226	410	574	321	179	3.4	3182	4750	34.10	44.10	23
306	591	695.7	274.5	494.5	3.2	5313	7930	34.15	43.95	24
282	282	200	132.6	132	3.1	1500	2380	34.16	43.98	25
590	520	156	223	181	3.7	3060	4567	34.12	44.03	26
623.2	518	405.4	211	182	3.1	3028	4520	34.09	44.00	27
262	208	317.4	200.9	217.5	8.2	3028	4520	34.11	43.97	28

1344 "التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية لـ....."

...تابع جدول رقم (1)

ملليغرام/لتر							مايكروموز سم	دائرة العرض	خط الطول	رقم البئر
SO4	Cl	Ca	Mg	Na	K	TDS	Ec			
520	211	109	337	10	7.16	2372	3540	34.09	44.05	29
478	208	345	433	8	7.22	2191	3270	34.12	44.14	30
1344	330	432	135	212	7.8	2405	3589	34.12	44.05	31
1830	200	619	63	287	8.9	2412	3600	34.32	43.38	32
1565	43	608	44	250	8.8	1722	2570	34.40	43.30	33
1766	160	320	121	403	9.5	2352	3510	34.49	43.49	34
1455	145	406	150	1120	8.4	1608	2400	34.42	43.18	35
1689	167	420	166	412	10.2	2178	3250	34.51	43.26	36
2269	781	432	254	713	12.7	3676	5486	34.47	43.58	37
2350	1100	520	200	874	10.4	4348	6490	34.44	43.48	38
2420	1491	336	185	1389	11.8	5233	7810	34.48	43.17	39
1725	284	600	83	311	11	2398	3579	34.17	43.86	40
1574	142	560	80	120	11.4	2124	3170	34.38	43.59	41
1800	165	590	95	122	12	3655	5455	34.37	43.49	42

المصدر: ضمياء ادهم الجبوري، التحليل المكاني للمياه الجوفية في قضاء سامراء واستثماراتها، جامعة بغداد، كلية التربية للبنات، رسالة ماجستير غير منشورة، 2015، ص ص 72-115.

جدول (2): العناصر الكيميائية (ملي مكافئ/لتر) ونوعية المياه في ابار منطقة الدراسة.

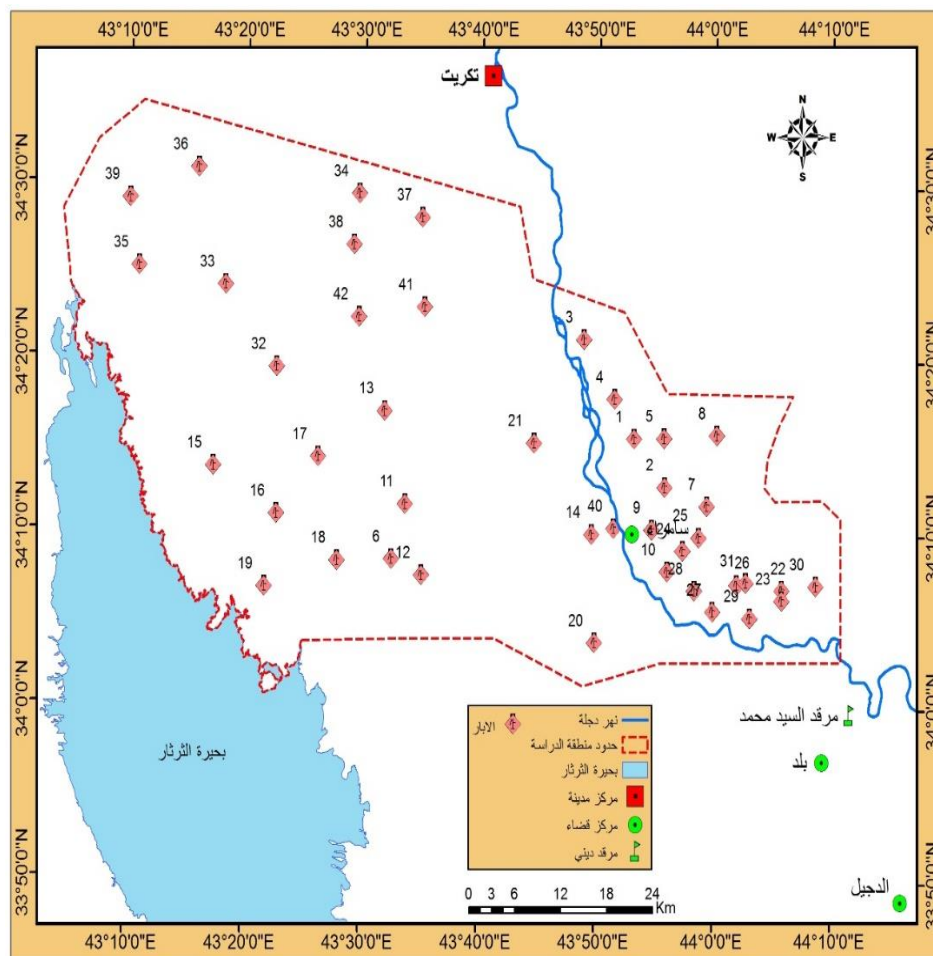
نوعية المياه	ملي مكافئ/لتر					رقم البئر
	SO4	Ca	Mg	Na	K	
Na-Mg-Ca-Cl-SO4	10.81	9	9.83	11.3	0.21	1
Na-Ca-SO4-Cl-CO3	14.33	6.2	4.5	12.96	0.14	2
Na-Ca-Mg-SO4-Cl-CO3	15.83	11	8.67	15.65	0.08	3
Ca-Na-Mg-Cl-CO3	4.13	8.96	8.17	8.87	0.13	4
Mg-Ca-Na-SO4-CO3-Cl	12.21	6.5	6.83	5.35	0.05	5
Na-Mg-Ca-Cl-SO4-CO3	10.81	9	9.83	11.3	0.08	6
Mg-Na-Cl-CO3	6.38	9.78	22.88	21.5	0.21	7
Mg-Na-Ca-Cl	5.02	9.29	18.78	14.3	0.17	8
Na-Ca-Cl-CO3	4.02	9	3.33	9.35	0.2	9
Ca-Na-SO4-Cl	41.21	24.4	6.25	18.52	0.14	10
Ca-Mg-SO4	42	25.6	12.5	8	0.17	11
Ca-Na-SO4	44.4	23.6	8.5	22.7	0.17	12

...تابع جدول رقم (2)

نوعية المياه	ملي مكافئ/لتر					رقم البنر
	SO4	Ca	Mg	Na	K	
Na-Ca-Mg-SO4	38.19	23.4	12	28.22	0.16	13
Ca-SO4	39.83	17.25	7.5	6.61	0.12	14
Ca-SO4	77.71	30	11	6.61	0.15	15
Ca-Mg-SO4-Cl	47.85	29.9	16.08	11.96	0.17	16
Ca-Na-SO4-Cl	37.46	29.95	7.83	27.09	0.19	17
Ca-Na-Mg-SO4	40.6	29.2	12.83	18	0.18	18
Ca-Mg-SO4	36.71	28.7	11.25	8.13	0.18	19
Ca-SO4-Cl	64.58	24.45	10.42	10.65	0.17	20
Ca-Mg-SO4	36.4	30.8	14.67	6.39	0.15	21
Ca-Mg-Cl	4.71	32.55	28.75	7.61	0.09	22
Ca-Mg-Cl	4.71	28.7	26.75	7.78	0.09	23
Ca-Mg-Na-Cl	6.38	34.79	22.88	21.5	0.08	24
Ca-Mg-Na-	5.88	25.07	19.38	14.43	0.08	25
Mg-Cl-SO4-CO3	12.29	7.8	18.58	7.87	0.09	26
Ca-Mg-Cl-SO4-CO3	12.98	20.27	17.58	7.91	0.08	27
Mg-Ca-Na-	5.46	15.87	16.74	9.46	0.21	28
Mg-CO3-SO4-HCO3	10.83	5.45	28.08	0.43	0.18	29
Mg-Ca-SO4	9.96	17.25	36.08	0.35	0.19	30
Ca-Mg-Na-SO4-Cl	28	21.6	11.25	9.22	0.2	31
Ca-Na-SO4	38.13	30.95	5.25	12.48	0.23	32
Ca-Na-SO4	32.6	30.4	3.67	10.87	0.23	33
Na-Ca-Mg-SO4	36.79	16	10.08	17.52	0.24	34
Na-Ca-Mg-SO4	30.31	20.3	12.5	48.7	0.22	35
Ca-Na-Mg-SO4	35.19	21	13.83	17.91	0.26	36
Na-Ca-Mg-SO4-Cl	47.27	21.6	21.17	31	0.33	37
Na-Ca-SO4-Cl	48.96	26	16.67	38	0.27	38
Na-SO4-Cl	50.42	16.8	15.42	60.39	0.3	39
Ca-Na-SO4	35.94	30	6.92	13.52	0.28	40
Ca-SO4	32.79	28	6.67	5.22	0.29	41
Ca-SO4	37.5	29.5	7.92	5.3	0.31	42

المصدر: جدول (1) باستخدام برنامج Aquachem 4.0.

خريطة (2): ابار المياه الجوفية في منطقة الدراسة.



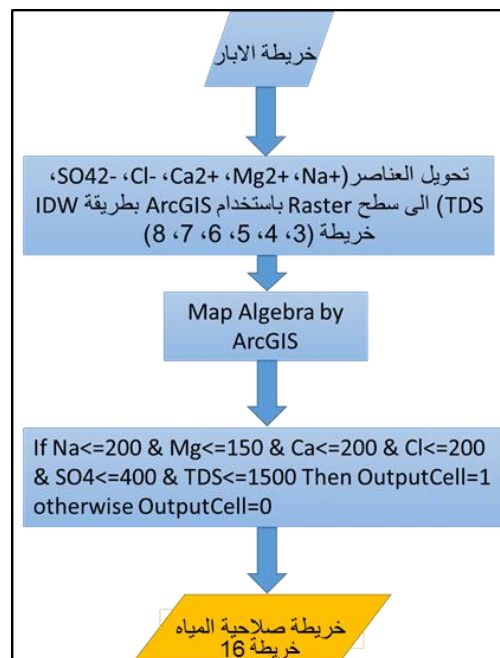
المصدر: جدول (1) باستخدام برنامج ArcGIS 10.x

جدول (3): المواصفات القياسية لصلاحية المياه للاستخدام البشري.

المواصفات العراقية	المواصفات العالمية (WHO)		العناصر (مليغرام/لتر)
	الحد الاعلى	الحد الادنى	
200	-	-	Na ⁺
150	150	20	Mg ²⁺
200	200	75	Ca ²⁺
600	600	200	Cl ⁻
400	400	200	SO ₄ ²⁻
1500	1500	500	TDS

المصدر: WHO, International Standard for Drinking Water, 3rd Ed., Geneva, Switzerland, 1971, p.36.

عبد العالي الدباج، وشهلة نجم الخشاب، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة السلمان (NH-38)، مقياس 1:250000، جمهورية العراق، وزارة الصناعة والمعادن، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، بيانات غير منشورة، بغداد، 2001، ص13.



شكل (1): مخطط انموذج حساب ورسم رسم خريطة صلاحية المياه لاستهلاك البشري.

ب. صلاحية المياه لأغراض الزراعة

تم اعتماد طريقتين لحساب صلاحية المياه لأغراض الارواء الزراعي وهي كالآتي:

1. طريقة Richards (1954) ⁽¹⁾

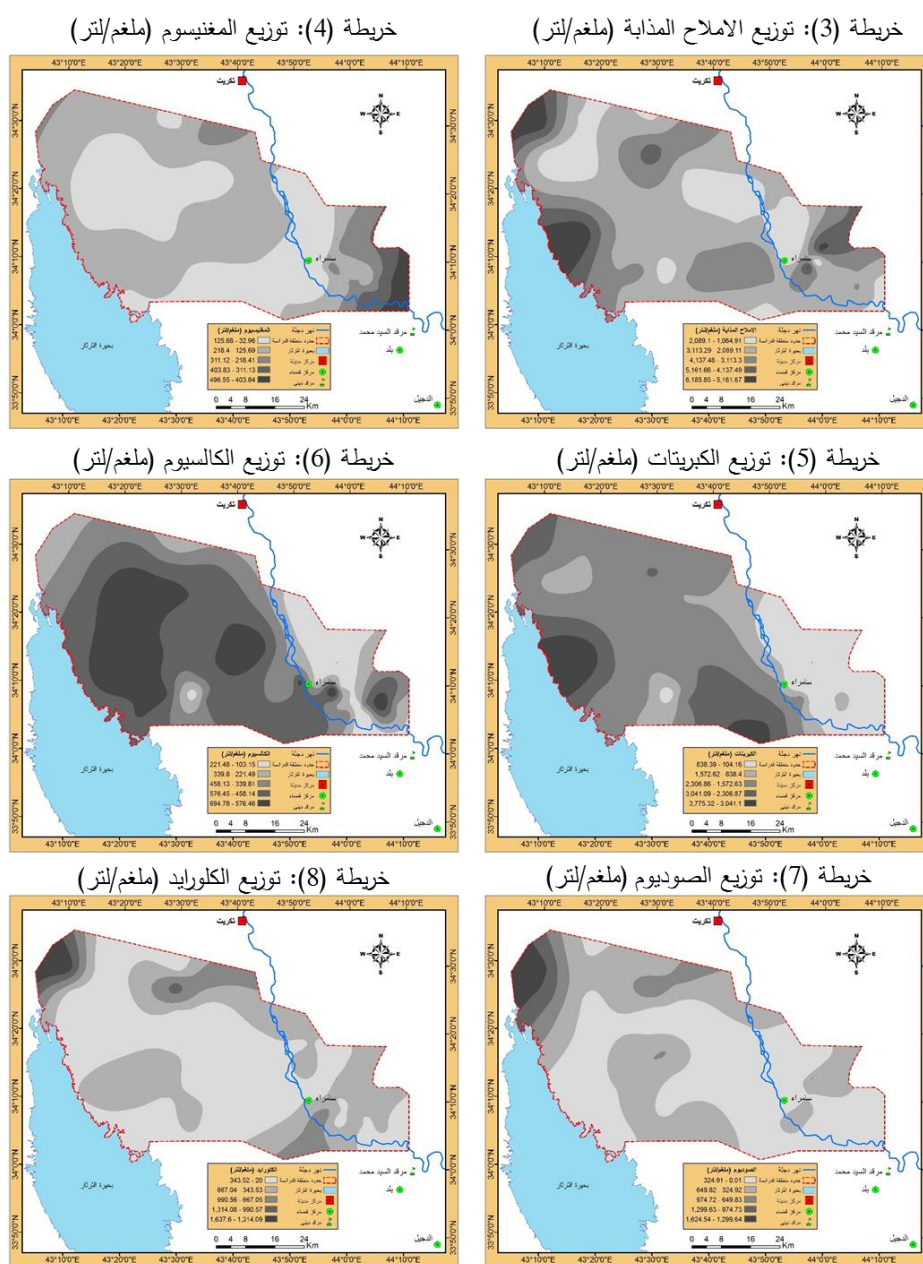
تعتمد هذه الطريقة على حساب معدل امتزاز الصوديوم (SAR) والتوصيلية الكهربائية (Ec) مقاسة بالمليموز/سم، يتم حساب نسبة امتزاز الصوديوم من المعادلة الآتية ⁽²⁾:

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

العناصر المستخدمة في معادلة امتزاز الصوديوم يجب ان تكون بـ (ملي مكافئ/لتر).

(1) Richards, L.A., Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, U.S. Department of Agricultural Handbook, Vol. 60, Washington D.C., U.S.A., 1954, pp. 72-81.

(2) Ibid, p.72.



المصدر: جميع الخرائط جدول (1) خريطة (2)، باستخدام برنامج ArcGIS بطريقة IDW.

1350 "التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية لـ....."

يتم تحديد رمز المياه حسب التوصيلة الكهربائية ونسبة امتزاز الصوديوم من الجدول (4):
جدول (4): تحديد رمز المياه الجوفية.

الدليل	Ec مايكروموز/سم	الدليل	SAR
C1	<250	S1	<10
C2	>250 - <750	S2	>10 - <18
C3	>750 - <2250	S3	>18 - <26
C4	>2250	S4	>26

المصدر: Richards, L.A. Op.cit, pp. 79-80.

بعد تحديد الرمز للعينة يتم استخراج مدى صلاحيته المياه للإرواء الزراعي وقد صنف Richards المياه حسب صلاحيتها الى خمس أصناف جدول (5).

جدول (5): صلاحية المياه للإرواء الزراعي حسب الرموز.

صنف المياه	نوع المياه
ممتاز Excellent	C1S1
جيد Good	C1S1, C2S1, C2S2
مسموح به Permissible	C1S3, C3S1
هامشي Marginal	C2S3, C3S2, C3S3
رديء Poor	C1S4, C2S4, C3S4, C4S1, C4S2
رديء جداً Very Poor	C4S3, C4S4

المصدر: Richards, L.A. Op.cit, pp. 79-80.

2. طريقة (1) Wilcox (1955) & (2) Ayers, Westcot (1985)

تعتمد هذه الطريقة على ثلاث عناصر وهي التوصيلية الكهربائية (Ec) وامتزاز الصوديوم (SAR) و النسبة المئوية للصوديوم (SSP)، يتم حساب النسبة المئوية للصوديوم من المعادلة الآتية (3): والتي تتطلب ان تكون العناصر ايضاً بوحدات (ملي مكافئ/لتر).

- (1) Wilcox, L.V., Classification and use of irrigation water, U.S. Department of Agriculture, Circular No. 969, Washington D.C. U.S.A., 1955, pp. 1-19.
- (2) Ayers, R.S. and Westcot, D.W., Water quality for agriculture. irrigation and drainage, Paper No. 29, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985, p. 8.
- (3) Todd, D.K., Groundwater hydrology, John Wiley and Sons Inc., New York, U.S.A., 1980, p. 347.

مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية) المجلد 32(7)، 2018

$$SSP = \frac{Na^{+} + K^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+}} \times 100$$

يتم بعد ذلك تحديد نوع المياه ومدى ملائمتها للإرواء الزراعي من الجدول (6)، وقد حدد ويلكوكس وايرس وزميله أربع أصناف لنوعية المياه للأغراض الزراعية.

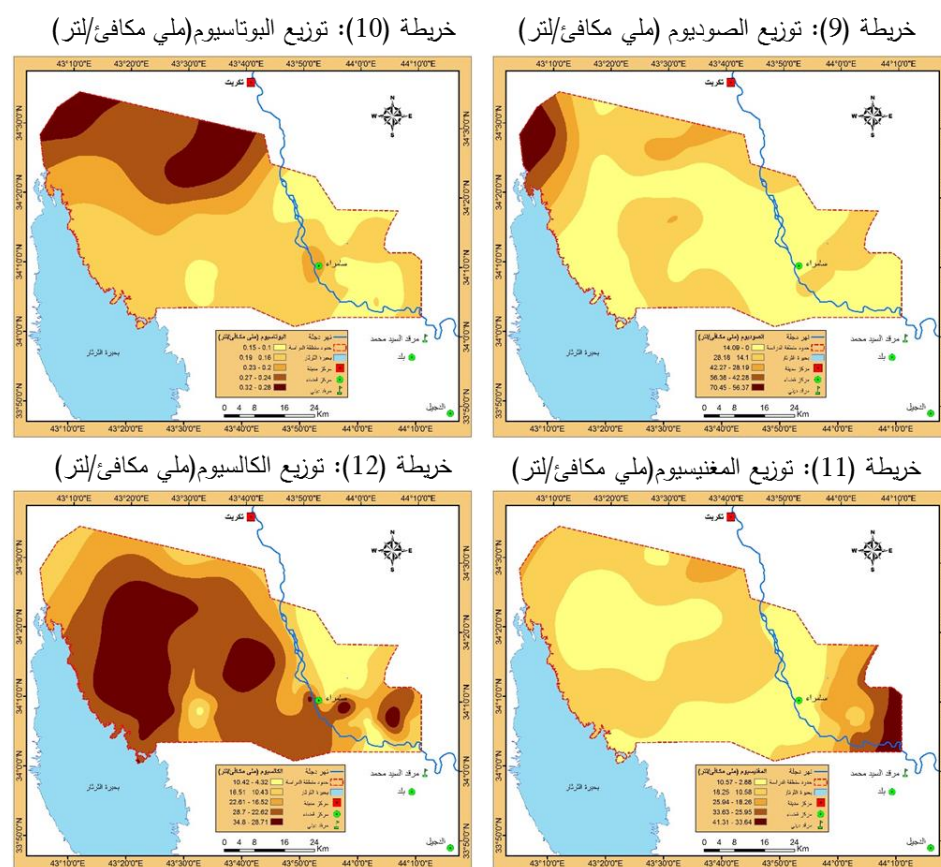
جدول (6): ملائمة المياه الجوفية للإرواء الزراعي حسب Ayers, Westcot (1985), & Wilcox (1955)

الملائمة للإرواء الزراعي	SSP	SAR	Ec مايكروموز/سم
ممتاز Excellent	<20	<10	<700
جيد Good	>20-40	>10-18	>700-3000
ضعيف Fair	>40-80	>18-26	>3000
رديء Poor	>80	>26	-

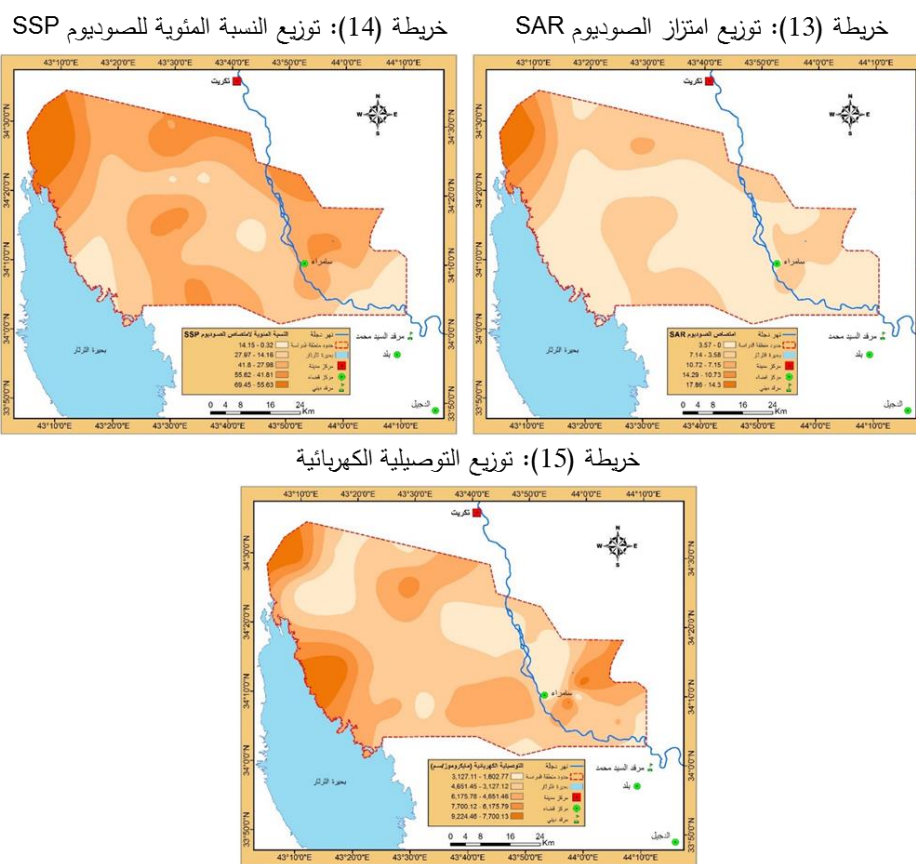
المصدر: Wilcox, L.V., Classification and use of irrigation water, U.S. Department of Agriculture, Circular No. 969, Washington D.C. U.S.A., 1955, pp. 1-19.

-Ayers, R.S. & Westcot, D.W., Water quality for agriculture. irrigation and drainage, Paper No. 29, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1985, 8.

تم تحويل العناصر الكيميائية التي تطلبها معادلة امتزاز الصوديوم SAR ونسبة امتزاز الصوديوم SSP إلى خرائط شبكية (Raster) بنفس الطريقة المستخدمة في حساب صلاحية المياه للاستهلاك البشري وهي عناصر الصوديوم، البوتاسيوم، المغنسيوم والكالسيوم مقاسة بوحدات (ملي مكافئ/لتر) خريطة (9، 10، 11، 12) وذلك لغرض رسم خريطة لكل منهما خريطة (13)، (14) كما تم رسم خريطة للتوصيلية الكهربائية خريطة (15) لإدخالها في نموذج تحديد صلاحية المياه بالطريقتين المذكورتين.

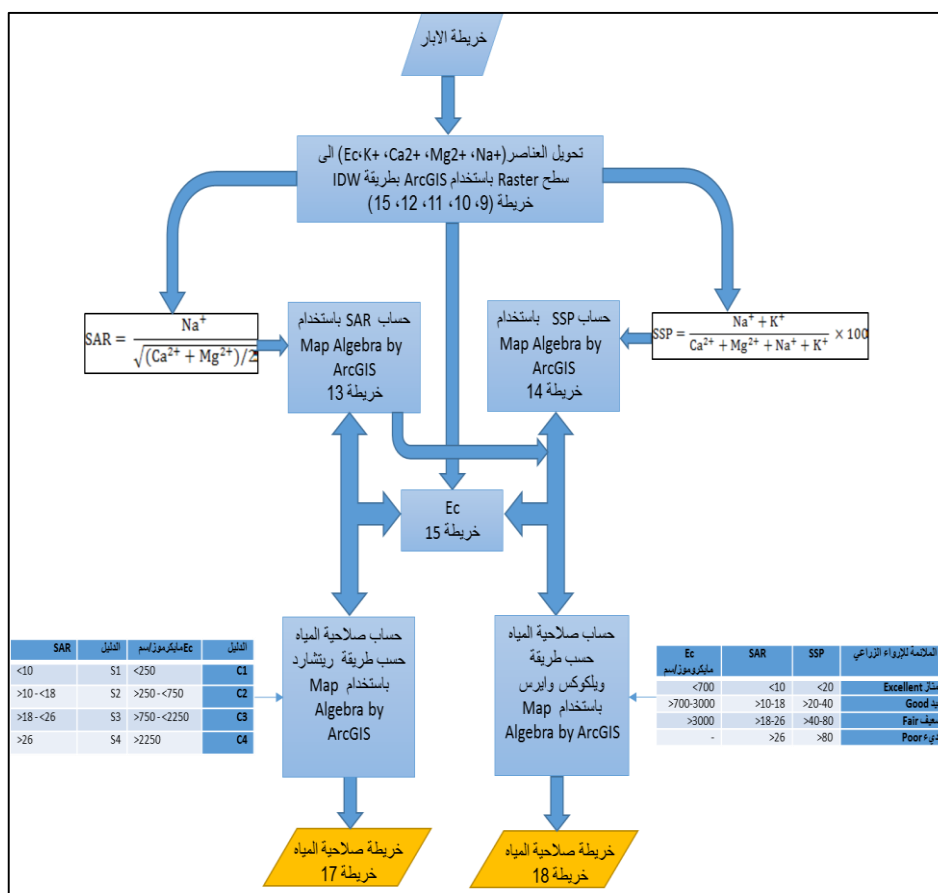


المصدر: جميع الخرائط جدول (2) خريطة (2)، باستخدام برنامج ArcGIS بطريقة IDW.



المصدر: جميع الخرائط جدول (1) خريطة (9، 10، 11، 12)، باستخدام برنامج ArcGIS بطريقة IDW و Map Algebra.

تم بناء انموذج لحساب ورسم خريبتين تبين التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية في منطقة الدراسة لأغراض الارواء الزراعي شكل (2)، باستخدام Map Algebra في برنامج ArcGIS 10.x.



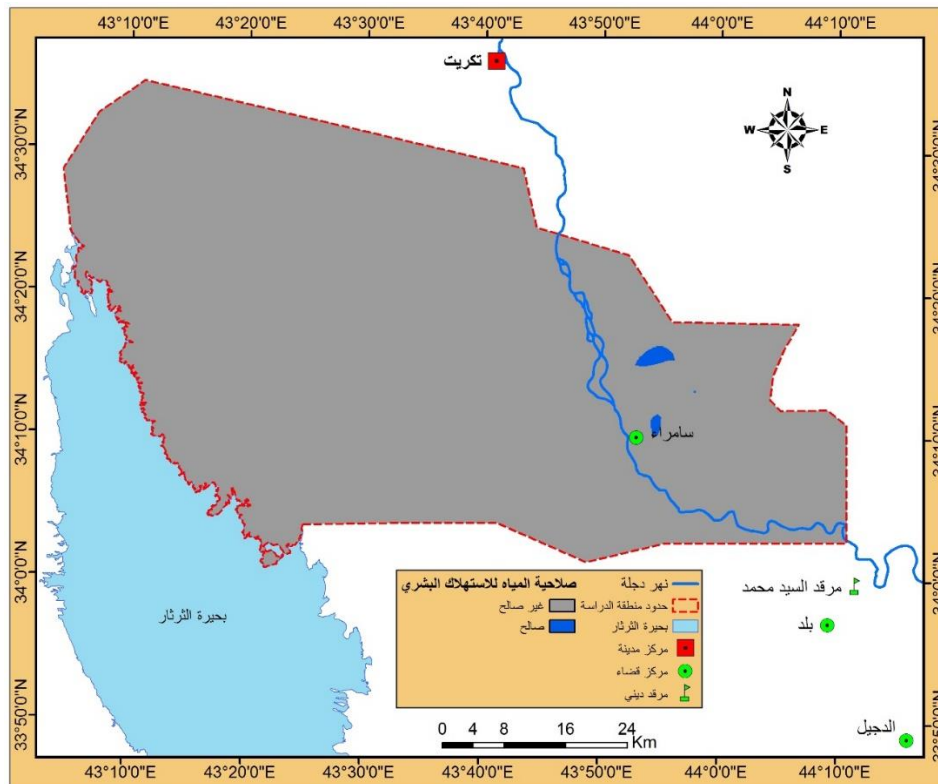
شكل (2): مخطط نموذج حساب ورسم خريطة صلاحية المياه للإرواء الزراعي حسب طريقة ريتشارد وطريقة ويلكوكس وإيرس.

النتائج والمناقشة

ظهر من خلال حساب نوعية المياه جدول (2) ان غالبية المياه الجوفية في منطقة الدراسة يسود فيها عناصر الكالسيوم، المغنسيوم، الكبريتات والصوديوم ويعكس ذلك تأثير التركيب الصخري لمكامن المياه الجوفية على تركيز هذه العناصر بفعل اذابة المياه للصخور الجيرية والجبسية المتكونة من الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات بشكل رئيس والعائدة الى تكوينات العصر الثلاثي.

من خلال تطبيق الانموذج شكل (1) لحساب صلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستخدام البشري ورسم خريطة توضح التباين المكاني لاحتمالية صلاحية المياه خريطة (16)، ظهر ان المناطق لاحتمالية تواجد مياه جوفية صالحة للاستهلاك البشري محدودة جدا وتقدر مساحتها 11.94 كم^2 فقط وتقع الى الشرق من نهر دجلة وقرب قضاء سامراء ويعود ذلك الى ارتفاع نسب العناصر الكيميائية ومجموع الاملاح المذابة عن الحدود المسموح بها والنتيجة من الامدادات المستمرة للاملاح المذابة في الصخور التي تتواجد فيها هذه المياه.

خريطة (16): التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية للاستهلاك البشري.

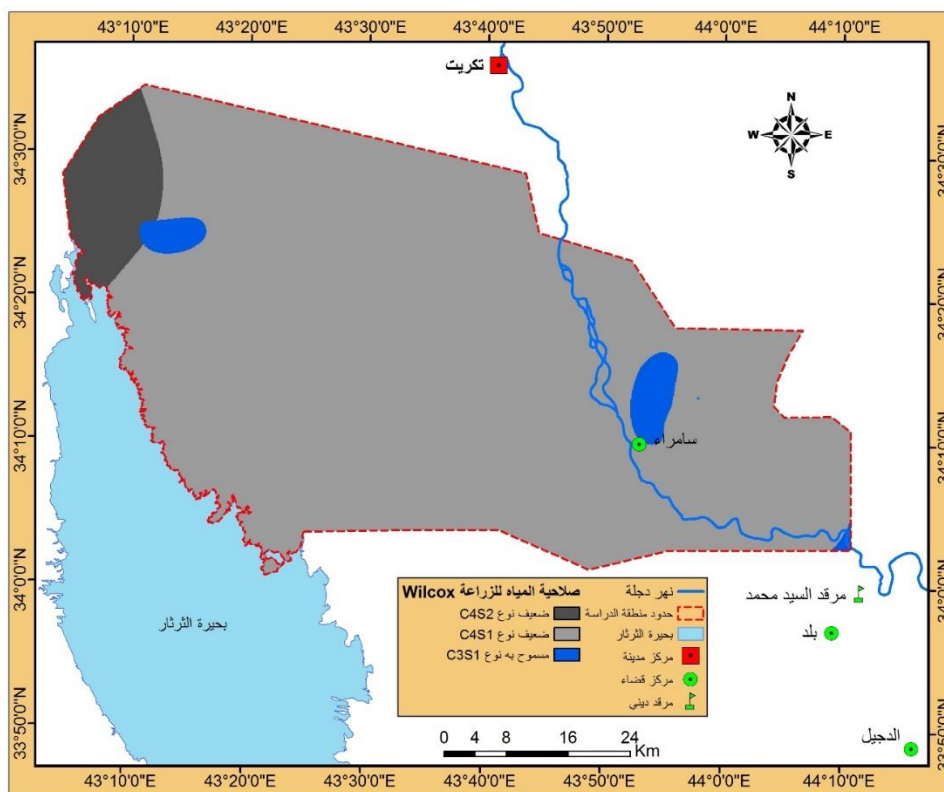


المصدر: خريطة (3، 4، 5، 6، 7، 8) باستخدام برنامج ArcGIS 10.x.

اما صلاحية المياه لأغراض الارواء الزراعي وفق طريقة Richards خريطة (17)، فظهر مستوى للمياه المسموح بها من نوع C3S1 بمساحة 90 كم² في منطقة شرق نهر دجلة وشمال غرب منطقة الدراسة ونوعين من المياه الرديئة الأول من نوع C4S1 في اغلب منطقة الدراسة بمساحة 3721 كم² ونوع C4S2 بمساحة 224 كم² في الشمال الغربي من منطقة الدراسة وشمال

بحيرة التثرار. ويعكس ذلك محدودية المناطق المحتملة لتواجد مياه صالحة للإرواء الزراعي حسب هذا التصنيف.

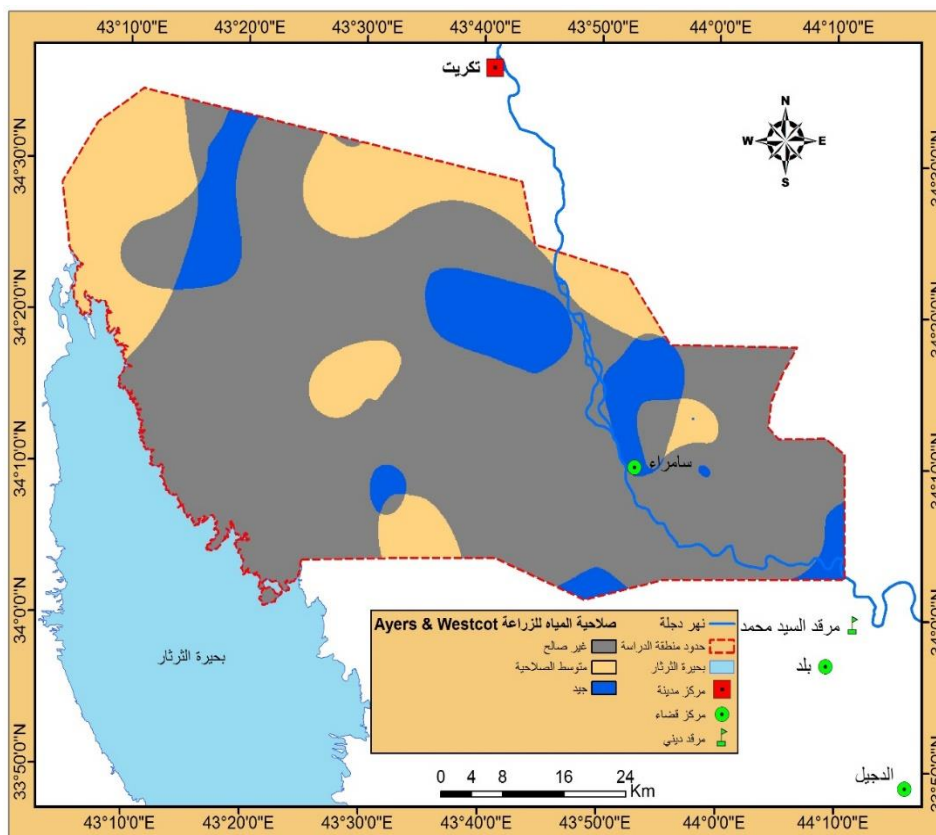
خريطة (17): التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية للإرواء الزراعي (Richards (1954).



المصدر: خريطة (13، 15) باستخدام برنامج ArcGIS 10.x.

في حين صلاحية المياه للإرواء الزراعي حسب طريقة Ayers, Westcot (1985) & Wilcox (1955) خريطة (18)، فقد ظهرت ثلاث مستويات للمياه وهي مياه جيدة بمساحة 451 كم² توزعت في شرق وغرب نهر دجلة ومياه ضعيفة بمساحة 782 كم² في شمال وغرب منطقة الدراسة ومياه رديئة بمساحة 2802 كم².

خريطة (18): التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية للإرواء الزراعي Ayers, Westcot (1985), & Wilcox (1955).



المصدر: خريطة (13، 14، 15) باستخدام برنامج ArcGIS 10.x.

الاستنتاجات

ظهر من خلال دراسة صلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي محدودية المناطق المحتملة لتواجد مياه صالحة لتلك الأغراض ويعود ذلك لأسباب أهمها اذابة المياه للأملاح الموجودة في الصخور المكونة لمكامن هذه المياه لاسيما وأنها تتواجد في مكامن من الصخور الجيرية والجبسية المكونة في تركيبها الكيماوية من عناصر الكالسيوم، المغنسيوم، الكبريتات، والكاربونات والتي تتميز بقدرتها العالية على الاذابة في المياه وهذا يستدعي اجراء معالجة لهذه المياه سواء بطريقة الترسيب الكيماوي او طريقة التبادل الايوني. كما ظهر ايضاً ان تركز المناطق ذات الاحتمالية العالية على تواجد مياه صالحة هي في شرق نهر دجلة قرب قضاء سامراء مما يعكس تأثير مياه نهر دجلة على تحسين نوعية المياه في هذه المناطق على العكس من المناطق المرتفعة الواقعة الى الغرب او يمين نهر دجلة باتجاه بحيرة الثرثار اذ ينعدم تأثير النهر بسبب الارتفاع. أيضاً قلة الامطار عامل اخر في زيادة تراكيز الاملاح وانخفاض نوعية المياه.

References (Arabic & English)

- Ahmed, H.S. & Al-Jiburi, H.K. (2005). *Hydrogeological and hydrochemical study of Samarra Quadrangle (NI-38-6)*, scale 1: 250 000. int. rep. no. 2949 (unpublished). GEOSURV, Baghdad, Iraq.
- Al-Dabbaj, A.A. & Al-Khashab, S.N. (2000). *Hydrogeological and hydrochemical study of Al-Salman Quadrangle*, sheet NH-38-6, scale 1: 250 000. int. rep. no. 2701(unpublished). GEOSURV, Baghdad, Iraq.
- Ayers, R.S. & Westcot, D.W. (1985). *Water quality for agriculture. irrigation and drainage*, Paper No. 29, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p. 8.
- Harter, Thomas. (2003). *Basic concepts of groundwater hydrology*, UCANR Publications, pp: 1-6.
- Islam, M. S. & Shamsad, S. Z. K. M. (2009). Assessment of irrigation water quality of Bogra district in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 34(4), 507-608.
- Joshi, D. M., Kumar, A., & Agrawal, N. (2009). Assessment of the irrigation water quality of river Ganga in Haridwar district. *Rasayan J Chem*, 2(2), 285-292.

- KORTATSI, Benony K. et al. (2008). *Hydrogeochemical evaluation of groundwater in the lower Offin basin*, Ghana, Environmental geology, 53.8: 1651-1662.
- Mahmoud, S.S. & Ahmed, H.S. (1986). *A study of groundwater in Al-Nebaai gravels project*. GEOSURV's report (unpublished). Baghdad, Iraq.
- Ministry of Transportation. (2014). Climatological Data (unpublished). Iraqi Meteorological Organization & Seismology. Dept. of Climate. Baghdad, Iraq.
- MOWR (Ministry of Water Resources). (2016). *Chemical analysis of Groundwater in Samarra Area*. Commission of Groundwater, Dept. of Studies and Investigations, Baghdad, Iraq.
- Phocaides, A. (2007). *Technical handbook on pressurized irrigation techniques*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Chapter 7.
- Richards L.A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. U.S. Department of Agricultural Handbook, Vol. 60, Washington D.C., U.S.A.
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater hydrology*. John Wiley and Sons Inc., New York, U.S.A., pp. 10-138.
- USGS. (2004). *Shuttle Radar Topography Mission, 3-Arc Second scenes for IRAQ*, Unfilled Unfinished 2.0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park. Maryland. February, 2000.
- Vasanthavigar, M. Srinivasamoorthy, K. Vijayaragavan, K. Ganthi, R. R. Chidambaram, S. Anandhan, P. Manivannan & Vasudevan, S. (2010). *Application of water quality index for groundwater quality assessment: Thirumanimuttar sub-basin, Tamilnadu, India*. Environmental monitoring and assessment, 171(1-4), 595-609.
- WHO. (1971). *International Standard for Drinking Water*, 3rd Ed., Geneva, Switzerland.

"التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية لـ....." 1360

- Wilcox, L.V. (1955). *Classification and use of irrigation water*, U.S., Department of Agriculture, Circular No. 969, Washington D.C. U.S.A., 1-19.

مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية) المجلد 32(7)، 2018