

هيدروجيوكيميائية المياه الجوفية في قضاء العزيزية

م.د. استبرق كاظم شبوط المسعودي
جامعة واسط / كلية التربية

المستخلص :

تناول البحث دراسة نوعية المياه الجوفية للآبار في قضاء العزيزية في محافظة واسط، وبحسب معادلة كورولوف (Kurolov Formula) بينت الدراسة أن النوع الكيميائي لمياه الآبار هو (Sulfat water type). وإستخدم في البحث نظام (GIS) وبرنامج (Statistica v.10) وبرنامج (Aquachem v.4) للحصول على نتائج في منطقة الدراسة. كما تناول البحث مخطط كبس (Gibbs diagram) الذي يستخدم على نطاق واسع لدراسة العلاقة بين تكوين المياه الجوفية والخصائص الصخرية الذي بين أن التركيز الكيميائي للمياه الجوفية يقع ضمن سيادة التبخر والصخور. وتم تناول تقييم نوعية المياه للأغراض المختلفة وعند مقارنتها بالمحددات العراقية والعالمية إتضح عدم صلاحية مياه الآبار للإستخدام البشري، كما أستخدم أيضاً معايير عالمية لمعرفة مدى صلاحيتها لأغراض الري والمتمثلة بنسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم (%Na)، كما أستخدم مخطط ريتشارد (Richard, 1954)، وتم رسم خرائط توضح التوزيع المكاني للصفات النوعية لمياه الآبار حيث بينت الدراسة صلاحية مياه الآبار للإستخدام الزراعي عند مقارنتها بالمحددات العراقية والعالمية.

Abstract

The research study of water quality of groundwater Aparfai Azizia spend in Wasit province, according to Korolev equation (Kurolov Formula) study showed that the type of chemical to water wells is (Sulfat water type). Was used in the search system (GIS) and software ((Statistica v.10 program (Aquachem v.4) to get results in Aldrash.kma area touched on CBS scheme (Gibbs diagram) which is used widely to study the relationship between groundwater and characteristics lethlogy which formation between the chemical concentration of groundwater it falls within the sovereignty of evaporation and rocks

Were addressed water quality assessment for various purposes, and when compared to the Iraqi and international Determinants turned out to be water wells validity for human use, also used global standards to determine their suitability for irrigation and represented by sodium adsorption (SAR) and the percentage of sodium (Na%), also used by Richard scheme (Richard, 1954), has been drawing maps showing the spatial distribution of quality recipes for water wells where the study showed the validity of water wells for agricultural use when compared to the Iraqi and international determinants.

المقدمة:

يُعد الماء الجزء المكمل للحياة وأساس إستمرارها ، ومع التغيرات البيئية والمناخية التي تأثرت بملوثات الانسان والانشطة المختلفة ، اصبح العالم يعاني من مشكلة ندرة الماء وتدني نوعيته .مما تطلب البحث عن مصادر بديلة للمياه السطحية الشحيحة او الملوثة في باطن الأرض لتقليل حجم الفجوة المائية والاستفادة من المياه المخزونة كبديل ضروري للمياه السطحية التي باتت لاتسد حاجة الانسان مع مختلف الانشطة اليومية خاصةً لاغراض الري. ولضرورة هذا الموضوع اتجهت العديد من الدراسات الهيدروجيولوجية لاستغلال المياه الجوفية خاصة في موسم الجفاف ضمن منطقة الدراسة . ولتحقيق هذا الغرض توجه البحث نحو دراسة هيدروكيميائية المياه الجوفية لتقييم مدى صلاحية المياه من خلال استخدام تقنيات حديثة وتحاليل كيميائية لتعطي صور واضحة لنوع المياه ومدى إمكانية الاعتماد عليه كحل بديل للمياه السطحية.

مشكلة البحث :

تمثلت مشكلة الدراسة بالأسئلة التالية .

- هل تُعد المياه الجوفية صالحة للاستخدام البشري من خلال تحليل العناصر الكيميائية للمياه ؟
- ما مدى اعتماد سكان قضاء العزيزية على المياه الجوفية في الاستخدامات المختلفة ؟
- الطلب المتزايد على المياه ومحدوديتها والمتمثلة بنهر دجلة إضافة الكلف العالية لشق المشاريع الإروائية ، جعل من الضروري البحث عن مصادر اخرى للمياه؟

فرضية البحث:

- تآثر المياه الجوفية في المنطقة بارتفاع نسبة الأملاح الناتجة من التكوين الجيولوجي للمنطقة .
- تستخدم المياه الجوفية في منطقة الدراسة في الاستعمالات المختلفة للسكان .
- لا تشكل المياه الجوفية أهمية في منطقة الدراسة لوجود المياه السطحية التي تغطي حاجة السكن من المياه .

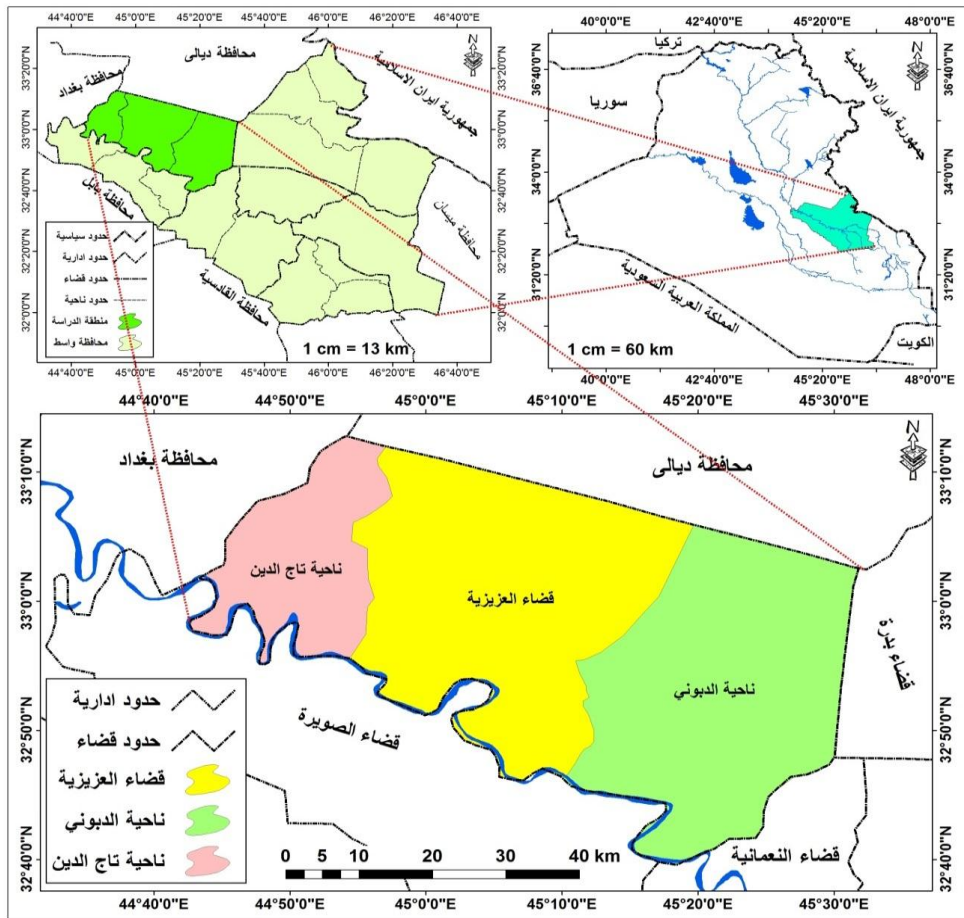
هدف البحث :

تهدف الدراسة لتحليل المياه الجوفية ومعرفة تراكيز العناصر الكيميائية والكشف عن مدى صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة من خلال جمع العينات من تلك الآبار، واستخدام الطرق الإحصائية المناسبة وتحليل خرائط التوزيع المكاني للآبار .

موقع منطقة الدراسة:-

تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بقضاء العزيزية والمتمثلة بدائرتي عرض ($33^{\circ} 20' 00''$ و $32^{\circ} 40' 00''$) وخطي طول ($45^{\circ} 30' 00''$ و $44^{\circ} 00' 00''$). خريطة (1)

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على 1- ASTER DEM DATA وبرنامج (Arc Gis.v.10. 2) 2- الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1/ 100000. 2011.

الدراسة الميدانية :-

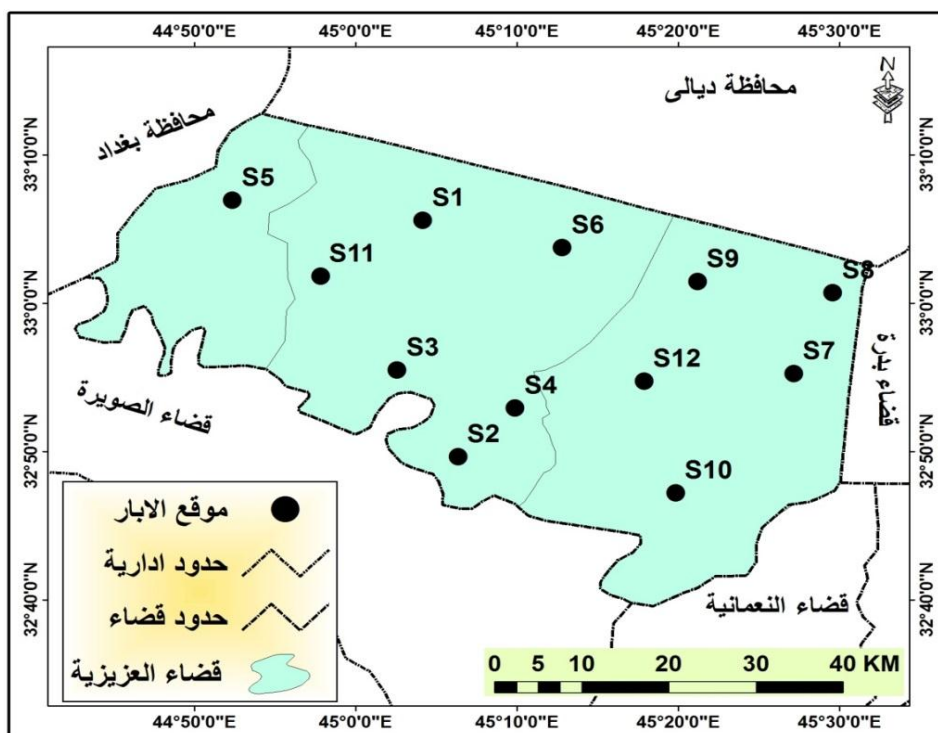
قام الباحث بالدراسة الميدانية التي تُعد من المراحل المهمة في مرحلة الدراسة، وتم اختيار (12) بئراً لجمع عينات المياه تتوزع جغرافياً على حدود منطقة الدراسة ، وأن تحديد مواقع الآبار تم باستخدام جهاز (GPS) لتحديد على الخريطة وفق الإحداثيات الجغرافية. خريطة (2)

التركيب الجيولوجي:-

للبنية الجيولوجية دورٌ مهمٌ في تحديد كمية الجوفية ونوعيتها التي تشمل الخزانات الموجودة في الصخور بأنواعها وذلك لأن توزيع الصخور وتكوينها يؤثر على الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية (القره غولي، 2014، ص21)

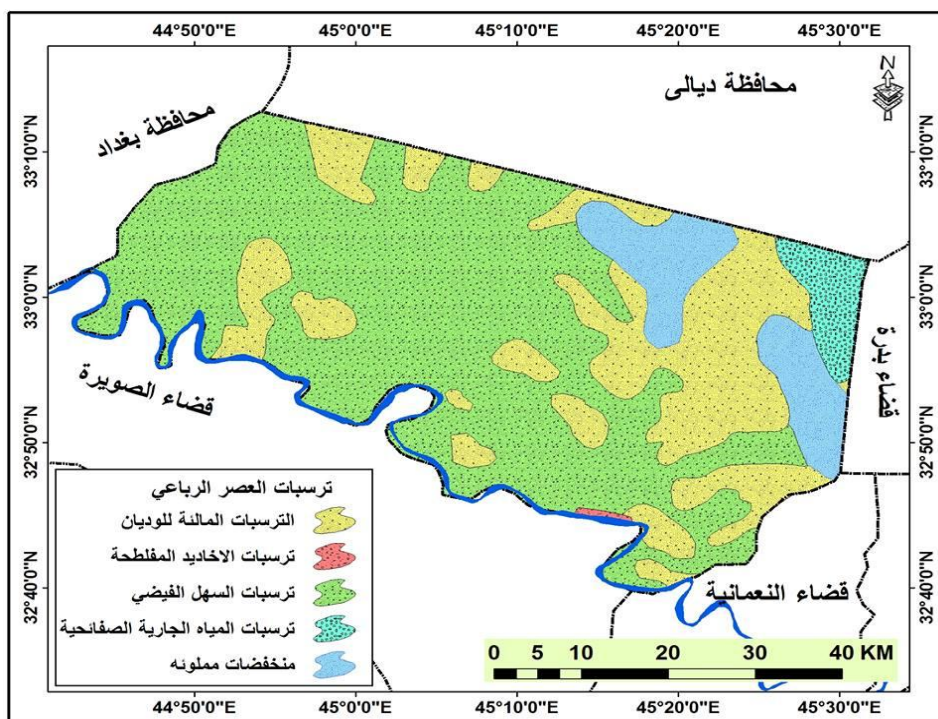
تقع منطقة الدراسة في الرصيف الغير مستقر ، ضمن صفيحة السهل الفيضي المتمثلة بالتواء مقعر كبير الأمر الذي ساعد على تجمع الترسبات الطينية والرملية. إذ تغطي ترسبات العصر الرباعي معظم أجزاء منطقة الدراسة حيثُ ساعدت على سهولة حفر الآبار (sehgal, et. Al, 1983)..خريطة (3)

خريطة (2) مواقع الابارفي منطقة الدراسة



المصدر :- من عمل الباحث بالاعتماد ١- الخريطة الادارية لمحافظة واسط بمقياس 1/250000، 2014، 2- جهاز (GPS)

خريطة (3) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، التقرير الجيولوجي عن محافظة واسط ، لوحة الكوت خريطة 250000/1، 2008، ص 20 .

السطح:-

يشكل قضاء العزيزية جزءاً من السهل الرسوبي الذي يمتاز بإستواء السطح والانخفاض التدريجي كلما تقدمنا إلى الجنوب (النقاش ، 1989) يتميز موقع القضاء بوجود مناطق متفاوتة في الارتفاع ضمن أراضيه أدى إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية في المناطق المنخفضة. كما يمتاز سطح القضاء بوجود مناطق مرتفعة تمثلت بالسداد الطبيعية على جانبي نهر دجلة وبعض التلال التي تختلف مستوى ارتفاعها مثل تلال ضباعي وتلول الدير شمال ناحية العزيزية وتلول خيط الجباب في ناحية الشحيمة. (رسن، وآخرون، 2015، ص 41) وتنتشر بعض الأشكال التضاريسية من صنع الإنسان تمثلت بالمشاريع الإروائية

القديمة حيث تتميز منطقة الدراسة بكثرة هذه المشاريع لانتشار الاراضي الزراعية في مختلف اجزاء القضاء. مما تنعكس على طبيعة السطح من مناطق منخفضة مملوءة بالمياه ومناطق مرتفعة تعود لبقايا عمليات الحفر لتلك المشاريع وإحدى صفات التربة هي القدرة على تغلغل الماء. عندما ينفذ الماء للتربة قسم منه يتغلغل ويصل لمجمعات تحت الأرض ، وقسم منه يبقى متماسكاً بين حبيبات التربة. ولصفة التربة هذه تأثير على مجمعات الماء من جهة، و على النباتات التي تنمو فيها من جهة أخرى.

المناخ :-

تُعد عناصر المناخ ولاسيما عنصري الأمطار ودرجة الحرارة ذا أثر واضح في تغذية المياه الجوفية وكمية المياه المتبخرة فضلاً عن تأثيرها على اختلاف تراكيز العناصر الكيميائية أما بقية العناصر المناخية فإن أثرها متفاوت بحسب الظروف الطبيعية للسطح ونوع الترب وعمق المياه الجوفية . تقع منطقة الدراسة ضمن المناخ الصحراوي لوقوع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ($33^{\circ} 20' 00''$ و $32^{\circ} 40' 00''$) مما ينعكس على قلة الأمطار واعتدال درجات الحرارة شتاءً وارتفاعها صيفاً وفي ظل البيانات المناخية لمحطة العزيزية تقع منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف.

درجة الحرارة:

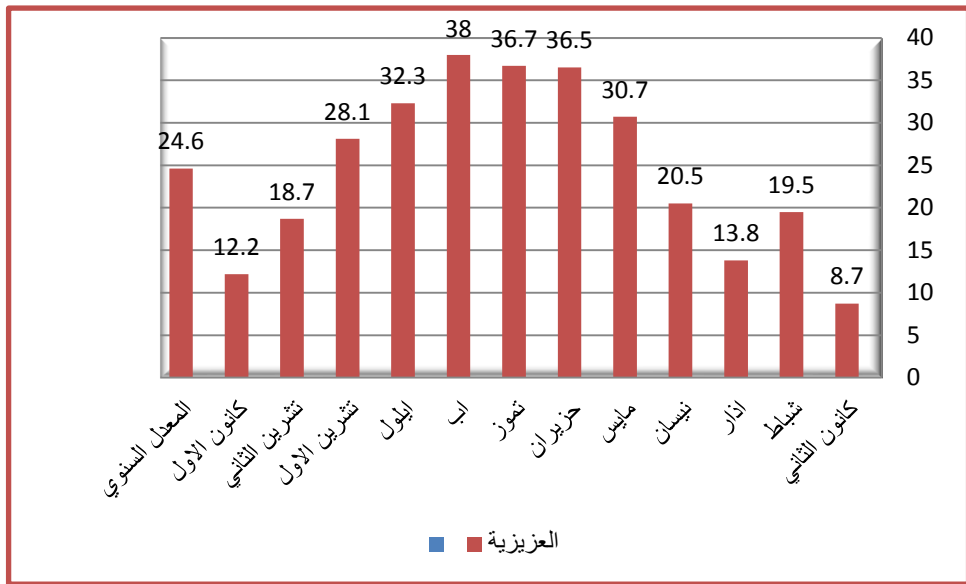
تؤثر درجات الحرارة بشكل كبير وواضح على المياه الجوفية من خلال رفع قيمة التبخر الذي يقلل من كمية المياه المغذية خاصةً وان المنطقة تشهد إرتفاع درجات الحرارة لمعظم فصول السنة إذ سجلت محطة العزيزية إرتفاع معدلات درجات الحرارة لأكثر من ثمانية أشهر سجلت أكثر من (18م) وتصل أعلى معدلاتها في الأشهر (حزيران وتموز واب) بمعدلات ($36.0 - 36.7 - 36.5$) على التوالي ، جدول (1) وشكل (1) حيث تعمل درجات الحرارة على إنخفاض كميات المياه المغذية الضائعة نتيجة إرتفاع قيمة التبخر .

جدول (1) : معدل درجات الحرارة (م) لمحطة العزيزية لسنة (2015)

المصدر: . وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للاتواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية قسم المناخ (بيانات غير منشورة)

المحطة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	المعدل السنوي
العزيزية	8.7	19.5	13.8	20.5	30.7	36.5	36.7	38	32.3	28.1	18.7	12.2	24.6

شكل (1) منحني بياني لمعدل درجات الحرارة لمحطة العزيزية لسنة (2015)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (1)

الامطار والتبخر :-

تُعد الأمطار مصدر التغذية الرئيسي للمياه الجوفية إذ تتذبذب كمياتها من فصل لآخر مما ينعكس على تغير مناسيبها، وتعمل الأمطار على إذابة الأملاح وبعض العناصر الكيميائية القابلة للذوبان مما يعمل على تغير الخواص الطبيعية للمياه ويؤثر على مدى صلاحيتها . إذ سجلت منطقة الدراسة أعلى معدل أمطار في شهر كانون الثاني مقارنةً مع بقية الأشهر ، اذا بلغت (24.9) .

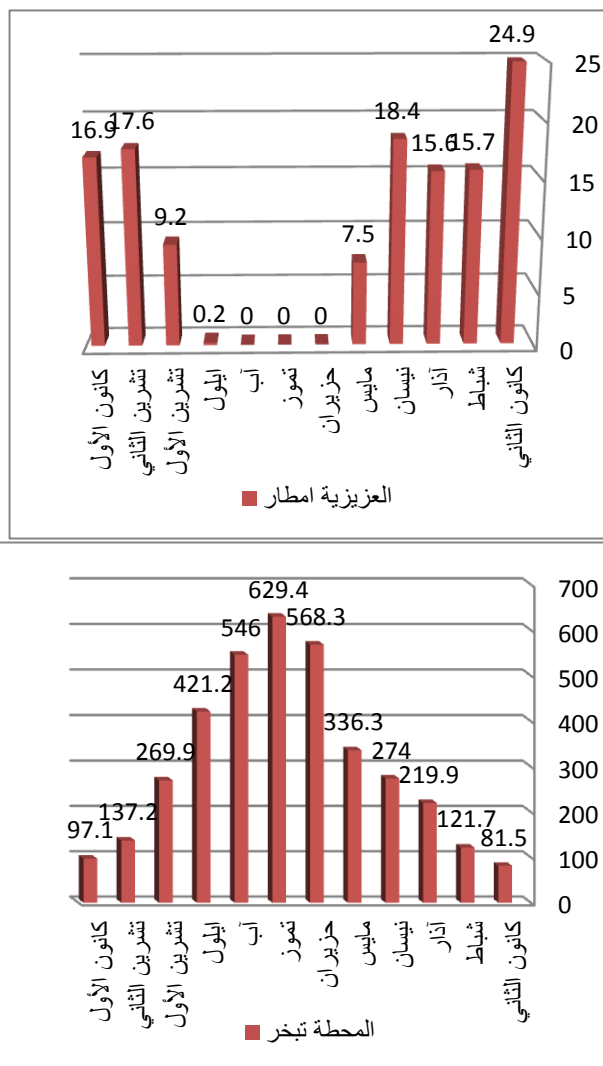
أما التبخر يسبب فقدان كميات كبيرة من المياه المغذية عن طريق تبخر المياه السطحية مما ينعكس على إنخفاض منسوب الماء الجوفي ، هذا وقد سجلت المنطقة إرتفاع في قيمة التبخر وخاصة لشهر تموز إذ بلغت قيمته (629.4) .جدول (2) وشكل (2)

جدول (2) : المجموع الشهري والسنوي لكمية الأمطار والتبخر (ملم) لمحطة العزيزية (2015)

المجموع السنوي	كانون الأول	تشرين الثاني	تشرين الأول	ايلول	آب	تموز	حزيران	مايس	نيسان	آذار	شباط	كانون الثاني	العزيزية
126	16.9	17.6	9.2	0.2	0	0	0	7.5	18.4	15.6	15.7	24.9	امطار
3702.5	97.1	137.2	269.9	421.2	546	629.4	568.3	336.3	274	219.9	121.7	81.5	تبخر

المصدر: .: وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية.قسم المناخ(بيانات غير منشورة)

شكل (2) منحنيات بيانية للمجموع الشهري للأمطار والتبخر (ملم) لمحطة العزيزية لسنة (2015)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (2)

التربة:-

للتربة دورٌ كبير في تحديد كمية المياه المتغلغلة، فكلما كانت التربة ذات نفاذية عالية تسمح للماء لتغلغل أسرع، حيث يملأ الماء بصورة كاملة الفراغات الموجودة بين الصخور وذرات التربة. ويمكن للناس حفر الآبار داخل هذه المنطقة وضخ الماء إلى الخارج. عندها تصل أكثر كمية تغذية للمياه الجوفية وتُخزن هناك. إذ أن منطقة الدراسة تحوي على تربة رسوبية تكونت نتيجة نقل مياه النهر للمواد الغرينية والرملية والحصى إذ تمتاز بأنها ذات ذرات خشنة وذلك لأنها من الترسبات التي كونتها مياه النهر كما ترتفع نسبة الطين فيها. (الجبوري ، 2008، ص 83).

تقع منطقة الدراسة ضمن ترب كتوف الأنهار وتربة الأحواض وجميع هذه الترب تُعد ملحية بفعل الخاصية الشعرية للمياه ، إذ أن تربة منطقة الدراسة عملت على زيادة تغذية المياه الجوفية من خلال طبيعة التربة التي سمحت بتغلغل كميات من مياه الأمطار في المنطقة (المسعودي، 2014 ، ص122) .

النبات الطبيعي :-

للنبات الطبيعي أثرٌ كبير في تغلغل مياه الأمطار الى داخل التربة حيث تسمح الفراغات بين جذور النبات بنفاذ قطرات المطر إلى داخل الأرض لتكون فيما بعد خزين إضافي للمياه الجوفية، كما يعمل النبات على تقليل شدة التبخر من السطح وبالتالي ينعكس على الكميات المغذية للمياه الجوفية، إذ تتميز منطقة الدراسة بتباين نوعية وكثافة النبات الطبيعي لتتوزع مصادر المياه السطحية والجوفية في المنطقة إذ تنتشر العديد من الأنواع منها نباتات ضفاف الأنهار ونباتات السهل الفيضي وهي نباتات عصارية او شوكية منتشرة في الأراضي التي تعرضت لظاهرة التغدق (الخشاب وحديد ، بدون سنة طبع، ص23).

الخصائص البشرية :

يُعد السكان مؤثراً رئيسياً في تغير خصائص المياه الجوفية وزيادة المواد الملوثة من خلال الأنشطة المختلفة بشكل غير مباشر عن طريق الملوثات التي تلقى في النهر وتصل الى المياه الجوفية عن طريق التغذية، وبشكل مباشر ما ترشحه الترب من ملوثات السكان المختلفة زراعية ورعي او صناعية او مياه

صرف صحي. وبلغ سكان قضاء العزيزية (120000) نسمة عام (2014) (وزارة التخطيط، 2014) هذا ويمارس سكان القضاء الزراعة كنشاط رئيسي .

١ - قياس خطأ التوازن ورقة التحاليل الكيميائية :-

قبل البدء بتفسير نتائج التحليل للمياه الجوفية لابد من التحقق من دقة البيانات التي تم تحليلها .ان احد الخصائص الاساسية للماء هي ان مجموع الايونات الموجبة والسالبة للانواع الذائبة يجب ان يساوي صفراً على افتراض حالة التوازن الكيميائي .تحسب النسبة المئوية لخطأ التوازن بواسطة المعادلة التالية(1) (القره غولي، 2014، ص69)

$$Balance \ error \ (%) = \frac{\sum cations - \sum Anion}{\sum cations + \sum Anion} \times 100$$

إذ يعبر عن التراكيز (/ l epm).

إذا كانت النسبة المئوية لخطأ التوازن أقل من (5%) فهذا يعني أن نتائج التحليل جيدة ، أما إذا كانت النتائج ما بين (5 - 10%) فهي مهمة وضمن المدى المقبول وتدل على أن التبادل في الأيونات والتفاعلات الكيميائية لا تزال مستمرة بين الاستخدام المتواصل للأسمدة وإستمرار تسرب العناصر الكيميائية الى المياه الجوفية، وإذا كان الاختلاف أكبر من (10%) فأن ذلك يعني ان هنالك مشكلة في التحليل وبذلك تهمل . (faris, 2009).

ومن خلال ذلك نلاحظ في جدول (3) أن القيمة المحسوبة لخطأ التوازن لعينات المياه الجوفية غالبيتها تقع ما بين (5 - 10%) بإستثناء الآبار (S2 - S3 - S6 - S7 - S11) ذوات القيم - 1.6 - 1.4 (2.2 - 4.3 - 0.5) على التوالي .

جدول (3) القياسات الفيزيائية والتحليل الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة 2016

رقم العينة	PH	TDS	EC	TH ppm	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	HCO ₃	CL	UNI T	نسبة خطأ التوازن (%) (epm)
S1	9.4	3250	395 0	210 2	583	686	792	6.3	2360	348	1670	Ppm	8.1
					29.0 9	56.4 3	34.4 5	0.1 6	49.1 3	5.70	47.1 1	Epm	
S2	9	2281	337 0	193 0	698	561	685	6.9	2593	278	1749	Ppm	1.4
					34.8 3	46.1 4	29.7 9	0.1 7	53.9 8	4.55	49.3 3	Epm	
S3	8.7	809	110 6	830	137	88	160	4	470	188	269	Ppm	1.6
					6.83	7.23	6.96	0.1	9.78	3.08	7.58	Epm	
S4	8.4	689	820	571	609	570	586	2.9	2420	201	1389	Ppm	5.1
					30.3 8	46.8 8	25.4 9	0.0 9	50.3 8	3.29	39.1 8	Epm	
S5	8.7	1805	220 5	145 7	141	195	301	4.6	560	299	492	Ppm	8.8
					7.03	16.0 4	13.0 9	0.1 4	11.6 5	4.90	13.8 7	Epm	
S6	8.5	2090	230 0	175 1	321	578	525	4	2299	251	1189	Ppm	0.5
					16.0 1	47.5 4	22.8 3	0.1	47.8 6	4.11	33.5 4	Epm	
S7	8.6	1843	201 9	142 8	418	569	523	3.2	2211	248	1180	Ppm	4.3
					20.8 5	46.8 0	22.7 5	0.0 8	46.0 3	4.03	33.2 8	Epm	
S8	8.7	421	690	350	320	236	440	3	404	233	1177	Ppm	9.1
					15.9 6	19.4 1	19.1 4	0.0 7	8.41	3.81	33.2	Epm	
S9	8.6	405	558	377	376	341	343	3.2	670	245	1190	Ppm	9.5
					18.7 6	28.0 5	14.9 2	0.0 8	13.4 9	4.01	33.5 6	Epm	
S10	8.4	1961	222 0	169 1	609	690	710	7.1	2240	293	1682	Ppm	8.9
					30.3 8	56.7 5	30.8 8	0.2	46.6 3	4.80	47.4 4	Epm	
S11	8.5	627	790	446	144	99	161	2.5	501	189	279	Ppm	2.2
					7.18	8.14	7	0.0 6	10.4 3	3.09	7.87	Epm	
S12	9.2	2815	301 1	122 3	517	641	619	5	2250	243	1567	Ppm	5.2
					25.7	52.7	26.9	0.1	46.8	3.98	44.2	epm	

					9	2	2	2	4				
WHO(PL) 2011	6.5 – 8.5	100– 500	400	<35	75	30	20 <	10– 50	10– 50	240	200		
WHO(MCL)	<9.5	1500 <	125 0	<500	200	150	<200		<200		600		
IRQS(2011)	6.5 – 8.5	1500		500		50	200	10	250		250		

المصدر: وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مختبر إعادة تدوير المياه.

ملاحظة: الأرقام الحمراء (MCL) تشير إلى أعلى مستوى للتلوث، أما الأرقام الزرقاء (PL) تشير إلى الحد المسموح للتلوث، أما (IRQS) تشير إلى المواصفات العراقية المقاسة ppm.

2- تصنيف المياه بحسب تراكيز الأيونات الرئيسية :

يَعتمد تصنيف نوعية المياه الجوفية على وفق معادلة كورولوف (kurolov – formula) على نسبة تراكيز الأيونات الرئيسية فيها تُعد قيمة الأيونات الموجبة والسالبة التي تزيد تراكيزها عن (15%) من وحدة (epm %) أساساً في تصنيف المياه الجوفية من ذات الاستجابة المتشابهة من تلك غير المتشابهة أما الصيغة الهيدروكيميائية لأنها تمثل النسبة الوزنية المكافئة لكل الأيونات الرئيسية الموجبة والسالبة مرتبطة بأنظام بحسب تركيز كل منها في المياه كذلك مقدار الملوحة (TDS mg/L) و(الاس الهيدروجيني PH) والصيغة هي (2) (الجبوري والبصراوي، 2001، ص15).

$$\left[\left[T.D.S (mg / L) = \frac{SO_4 (epm \%) . Cl (epm \%) . HCO_3 (epm \%)}{Ca (epm \%) . Na (epm \%) . Mg (epm \%) . K (epm \%)} (PH) \right] \right]$$

وقد طبقت هذه المعادلة على جميع عينات المياه وباستخدام برنامج (Aquachem v-4). وقد أظهرت النتائج كما في جدول (4) هي من نوع (Sulfat water type) مع تغير الأيونات الموجبة والسالبة حيث تكون بالصيغة التالية (Mg – Na – Ca – CL – Sulfate). مع تغاير ضعيف في موقع وترتيب هذه الأيونات.

أما سبب إغناء هذه المياه بالكبريت فيرجع إلى وجود الكبريتات بشكل رئيسي في المنطقة على شكل معدن الجبس.

وقد صُنفت هذه المياه الى خمسة أصناف كلاً حسب تشابهها من حيث المكونات الكيميائية وتم توزيعها مكانياً كما في خريطة (4)

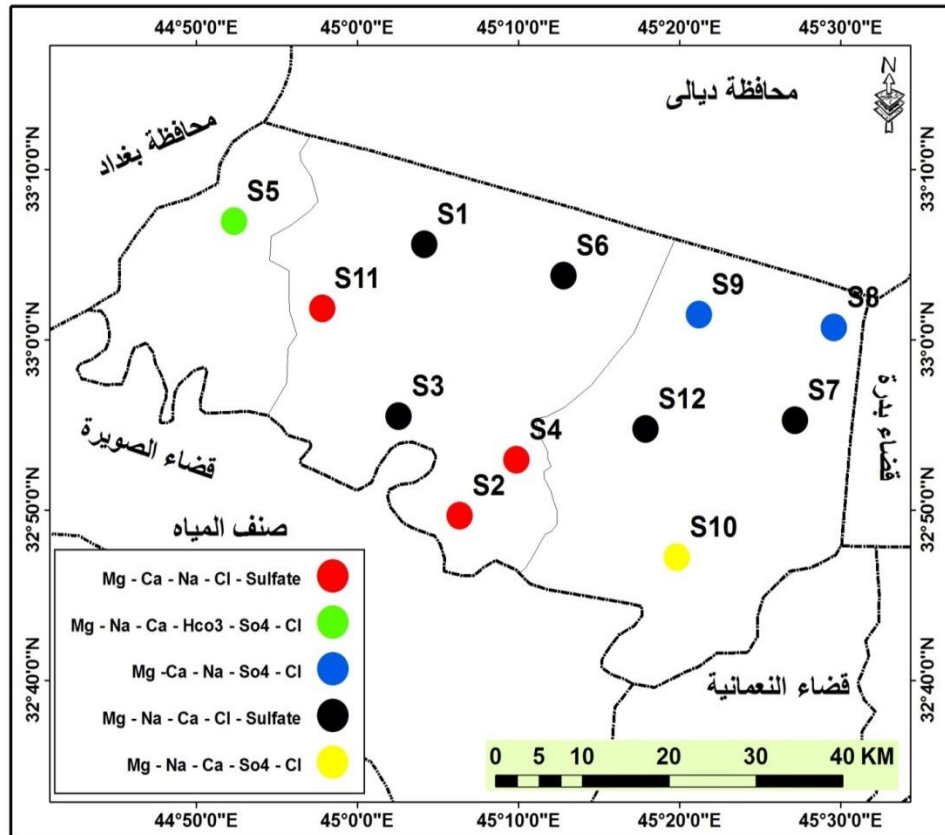
جدول (4) الصيغة الهيدروكيميائية ونوعية المياه لنماذج مياه الابار

رقم العينة	الصيغة الهيدروكيميائية	نوعية المياه
S1	3250 $\frac{SO_4 (48.19) .Cl (46.21) .HCO_3 (5.59)}{Ca (24.21) .Na (28.67) .Mg (46.97) .K (0.13)} 9.4$	Mg-Na-Ca-Cl-Sulfate
S2	2281 $\frac{SO_4 (50.04) .Cl (45.73) .HCO_3 (4.21)}{Ca (31.39) .Na (26.85) .Mg (41.59) .K (0.15)} 9.0$	Mg-Ca-Na-Cl-Sulfate
S3	809 $\frac{SO_4 (47.84) .Cl (37.08) .HCO_3 (15.06)}{Ca (32.33) .Na (32.95) .Mg (34.23) .K (0.47)} 8.7$	Mg-Na-Ca-Cl-Sulfate
S4	689 $\frac{SO_4 (54.25) .Cl (42.19) .HCO_3 (3.54)}{Ca (29.54) .Na (24.78) .Mg (45.58) .K (0.08)} 8.4$	Mg-Ca-Na-Cl-Sulfate
S5	1805 $\frac{SO_4 (38.29) .Cl (45.59) .HCO_3 (16.10)}{Ca (19.36) .Na (36.06) .Mg (44.18) .K (0.38)} 8.7$	Mg-Na-Ca-HCO ₃ -SO ₄ -Cl
S6	2090 $\frac{SO_4 (55.97) .Cl (39.22) .HCO_3 (4.80)}{Ca (18.51) .Na (26.39) .Mg (54.97) .K (0.11)} 8.5$	Mg-Na-Ca-Cl-Sulfate

S7	1843 $\frac{SO_4 (55.23) .Cl (39.93) .HCO_3 (4.83)}{Ca (23.04) .Na (25.14) .Mg (51.72) .K (0.08)} 8.6$	Mg-Na-Ca-Cl-Sulfate
S8	421 $\frac{SO_4 (18.51) .Cl (73.09) .HCO_3 (8.38)}{Ca (29.24) .Na (35.06) .Mg (35.56) .K (0.1)} 8.7$	Mg-Ca-Na-SO ₄ -Cl
S9	405 $\frac{SO_4 (26.41) .Cl (65.72) .HCO_3 (7.85)}{Ca (30.66) .Na (24.38) .Mg (40.94) .K (0.13)} 8.6$	Mg-Ca-Na-SO ₄ -Cl
S10	1961 $\frac{SO_4 (47.16) .Cl (47.98) .HCO_3 (4.85)}{Ca (25.70) .Na (26.12) .Mg (48.0) .K (0.01)} 8.4$	Mg-Na-Ca-SO ₄ -Cl
S11	627 $\frac{SO_4 (48.76) .Cl (36.79) .HCO_3 (14.44)}{Ca (32.08) .Na (31.27) .Mg (36.37) .K (0.28)} 8.5$	Mg-Ca-Na-Cl-Sulfate
S12	2815 $\frac{SO_4 (49.29) .Cl (46.51) .HCO_3 (4.18)}{Ca (24.43) .Na (25.50) .Mg (49.94) .K (0.11)} 9.2$	Mg-Na-Ca-Cl-Sulfate

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة (2)

خريطة (4) صنوف المياه بحسب تراكيز العناصر الكيميائية ٢٠١٦



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (4)

3-البية التحكم في كيميائية المياه الجوفية

لقد ناقش الباحث الآليات المتنوعة التي تنظم التركيبة الكيميائية للمياه وعلاقتها بالصخور الحاوية لها ومن هذه الآليات وأهمها هو مخطط كَبس (Gibbs diagram). وهو مخطط اقترحه كَبس (Gibbs). قائماً على أساس النسب بصفتها احدى وظائف وقياس تحليل المواد الصلبة الذائبة (TDS) ويستخدم على نطاق واسع لدراسته العلاقة بين تكوين المياه الجوفية والخصائص الصخرية ، ويشير إلى أن هناك ثلاثة مصادر

للمكونات الكيميائية الذائبة هي سيادة هطول الأمطار وسيادة التبخر وسيادة تفاعل الصخور (Xing, et. al 2013). ومن العناصر الحالية والأيونات الموجبة، وأن إقتراح كبس (Gibbs) تبين باستخدام المعادلة الاتية (3).

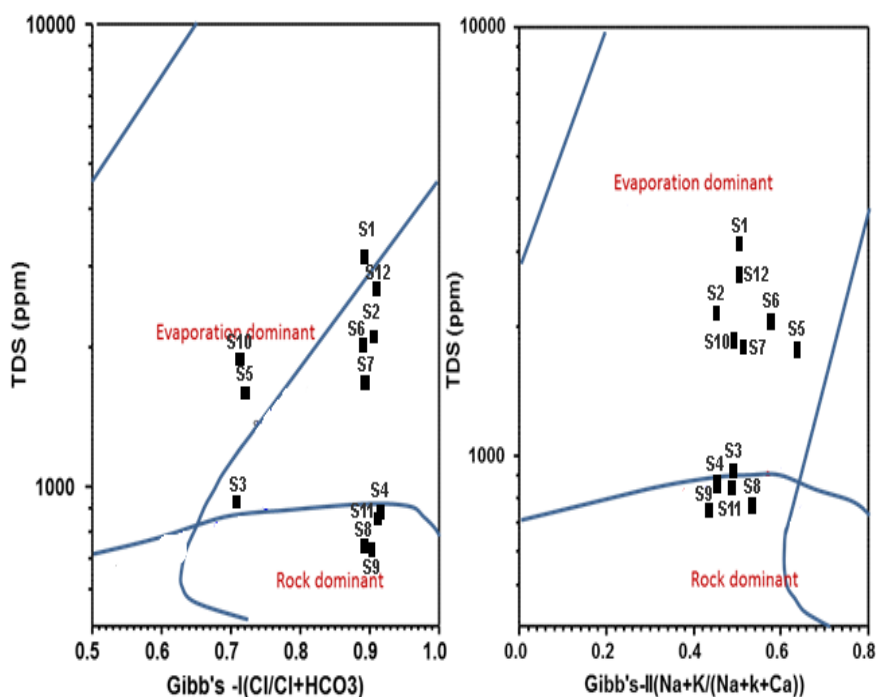
$$1 - \text{Gibb 's Ratio} - 1 = \frac{CL}{(CL + HCO_3)} \text{ for anions}$$

$$2 - \text{Gibb 's Ratio} - 11 = \frac{Na + K}{Na + K + Ca} \text{ for cations}$$

إذ يعبر عن الأيونات كافة (epm\L)

وطبقاً لمخطط كبس (Gibbs) يكون التركيز الكيميائي للمياه الجوفية في منطقة الدراسة ضمن سيادة التبخر والصخور شكل (3) وجدول (5). نلاحظ أن سيادة الصخور قليلة مقارنة بالتبخر وللأيونات السالبة والموجبة حيث بلغت نسبتها (33-3%) مقارنة مع التبخر الذي بلغت نسبتها (66-7%) وذلك بسبب قلة الأمطار ونقص الرطوبة في الصيف ما يؤدي الى تراكم الأملاح المذابة في الفصل الجاف وإلى تسرب في النهاية إلى التربة وبعدها للمياه.

شكل (3) مخطط كبس لتصنيف المياه حسب انحدار تركيز العناصر الكيميائية



المصدر: من عمل الباحث: بالاعتماد على : برنامج (Aquachem v.4)

جدول (5) عينات المياه وفق تطبيق كُبس (Gibbs)

النسبة (%) المئوية		النسبة Ratio
سيادة الصخور Rock Dominance	سيادة التبخر Evaporation	
33.3	66.7	نسبة الأيونات السالبة ratio Anion
33.3	66.7	نسبة الأيونات الموجبة Cation ratio

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على شكل (3)

4- تقييم نوعية مياه منطقة الدراسة للأغراض المختلفة :

لبيان الاستفادة من المياه الجوفية في منطقة الدراسة ومعرفة مجالات إستخدامها وضمان سلامة المستهلكين لها . ثم تقييم نتائج تحاليل النماذج المائية مع المواصفات الدولية والعراقية للأغراض المختلفة .

4-1- تقييم صلاحية المياه الجوفية للأغراض شرب الانسان :

لغرض تقييم مياه المنطقة ثم مقارنة محتوياتها بالمواصفات القياسية العراقية (2006-1996\IRQ) والمواصفات القياسية العالمية للتلوث (WHO, 1996-2011) وهي على مستوى الأول فوق أعلى مستوى للتلوث (MCL) والمستوى الثاني (PL) الحد المسموح به ومقارنتها مع المتغيرات الكيميائية في جدول (3) يظهر عند مقارنة نتائج التحاليل الكيميائي عن المواصفة السابقة الذكر إن مياه منطقة الدراسة لا تصلح لشرب الانسان لزيادة أغلب تراكيز العناصر للحدود المسموح بها.

4-2- تقييم المياه الجوفية لأغراض الري :

إن للمياه الجوفية أهمية كبيرة وضرورية لغرض الري . وتقيم مدى صلاحيتها للري على المتغيرات الهيدروكيميائية المتمثلة بالأملاح المذابة ونسبة الصوديوم وعلى نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) والنسبة المؤية للصوديوم (Na%) الموجودة في جدول (6) وهي من المعايير الأكثر أهمية في جودة (Deshpund and Aher, 2012) وإستخدام أيضاً مخطط ريتشارد (Richard, 1954)

4-2-1- نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR)

تُعد نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) من أهم الخواص الهيدروكيميائية لمياه الري لتقييم مشكلة الترشيح للتربة التي تنتج عندما تكون نسبة الصوديوم في مياه الري أكثر من تركيز الكالسيوم زائداً المغنسيوم بنسبة (3:1) التي تسبب تشتت التربة (Ayres and westcot, 1985) .

ويمكن استخراج نسبة الصوديوم من المعادلة الآتية:- (5) (Adonis,2007)

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

إذ يعبر عن الأيونات كافة (epm/ L)

فإذا كانت القيمة (10<) فإنها من النوع الممتاز لأغراض الري . أما إذا كانت قيمها تقع ما بين (10-18) فهي من النوع الجيد، أما إذا كانت ما بين (18-26) من النوع المشكوك فيها ، وإذا (>26) فإنها من النوع غير الملائم للري (Sayyed and Wagh, 2011).

ومن خلال جدول (6) نلاحظ أن قيم نسبة إمتزاز الصوديوم في منطقة الدراسة تقع قيمها ما بين (2.52 - 5.25) وطبقاً للمعايير الموجودة تبين أن جميع نتائج العينات تقع ضمن الفئة الممتازة لأغراض الري. .

جدول (6) ملانمة المياه الجوفية للري على اساس القيم المدخلة 2016

رقم العينة	Y	X	SAR	Na%	Gibbs-1	Gibbs-11
S1	33.0933	45.06901	5.25	28.8	0.89	0.54
S2	32.82756	45.10552	4.68	27	0.91	0.46
S3	32.88233	45.16435	2.62	33.4	0.71	0.5
S4	32.92493	45.04263	4.1	24.8	0.92	0.46
S5	33.11561	44.87224	3.85	36.4	0.73	0.65
S6	33.06287	45.21303	4.05	26.5	0.89	0.59
S7	32.92087	45.4524	3.91	25.2	0.9	0.52
S8	33.01215	45.49297	4.55	35.1	0.89	0.54
S9	33.02433	45.353	3.05	24.2	0.89	0.44

S10	32.78699	45.33069	4.67	26.2	0.9	0.5
S11	33.03041	44.96352	2.52	31.5	0.71	0.49
S12	32.91276	45.29823	4.29	25.6	0.91	0.51

المصدر: من عمل الباحث: بالاعتماد على برنامج (Aquachem v.4)

2-2-4 النسبة المئوية للصوديوم (Na%)

يُعد تركيز الصوديوم أمراً مهماً في تصنيف المياه الجوفية لأغراض الري لأنه يتفاعل مع التربة ، الأمر الذي يؤدي إلى إنسداد جزيئاتها مما يقلل من نفاذيتها (Faris.2007) وقد عُدت النسبة (60%) كحد أعلى ضمن الحدود المسموح بها وتشير النسبة المئوية للصوديوم من المعادلة الآتية (6) (Kontis and Gaganis, 2012)

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

إذ يعبر عن الأيونات كافة (epm/L)

إن النسبة المئوية للصوديوم (Na%) من منطقة الدراسة تتحصر قيمها ما بين (24.2 - 36.4) كما في جدول (6). وكما نلاحظ أن في جدول (7) أن جميع العينات تقع ضمن الصفة الجيدة لأغراض الري.

جدول (7) تصنيف مياه الري وفقاً للنسبة المئوية % Na (Wilcox, 1959)

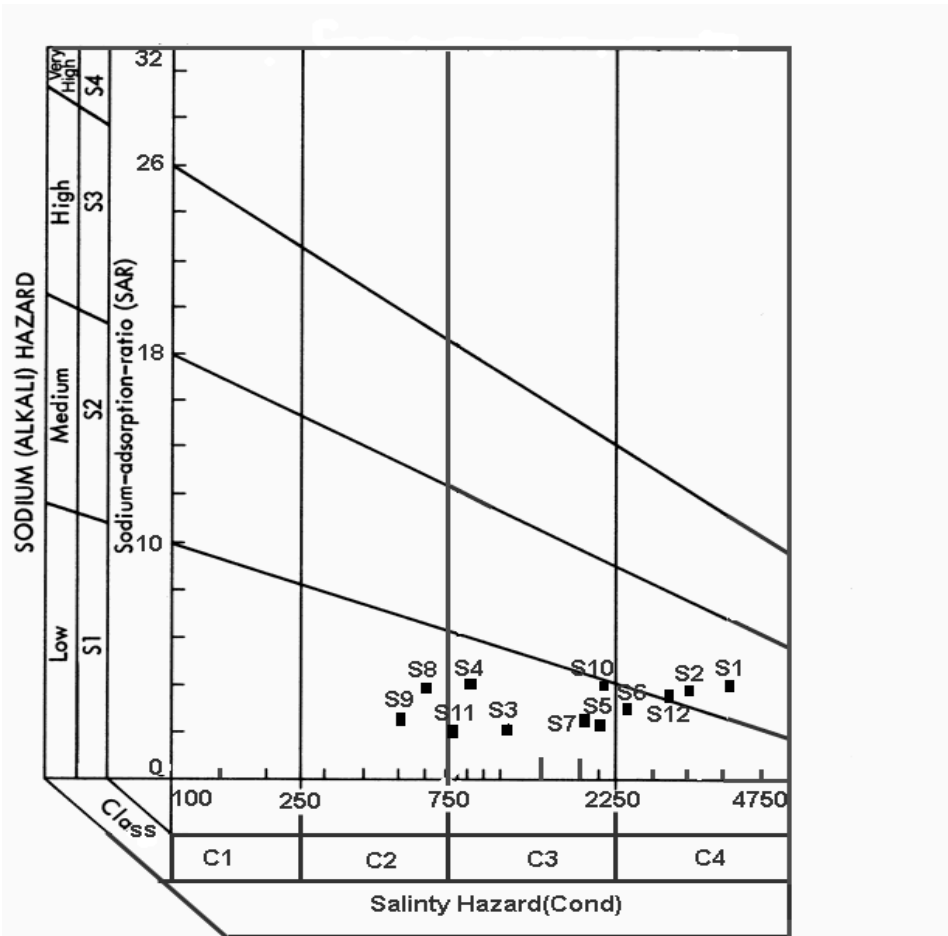
Na%	فئة المياه water class	النسبة المئوية % Sample	القيم الدنيا للنسبة المئوية %Na	القيم العليا للنسبة المئوية %Na
20>	ممتازة	-	24.2	36.4
20 - 40	جيدة	100		
40 - 60	مسموح بها	-		
60 - 80	مشكوك بها	-		
80<	غير ملائمة	-		

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (6)

4-2-3 مخطط ريتشارد (Richards Digram .1954)

تم رسم قيم نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) والتوصيلة الكهربائية (Ec) لكل عينات المياه الجوفية ولجميع الآبار على مخطط ريتشارد (Richards Digran) ويبين الشكل (4) والجدول (8). أن جميع عينات المياه مصنفة إلى اربعة فئات فبالنسبة للآبار (S8-S9) تكون ملائمتها من جيدة الى ممتازة اما الآبار (S3-S4-S7-S10-S11) فإنها تكون ذات ملوحة مشكوك فيها وقلوية ممتازة، أما بقية الآبار (S6-S2-S1-S12) فإنها تكون ملائمتها ذات ملوحة مشكوك فيها وقلوية ممتازة الى جيدة وهي الآبار (S6-S2-S1-S12) ومن خلال ذلك نلاحظ أن ارتفاع الملوحة هو سبب إنخفاض مناسيب المياه في الأمطار مما أدى إلى زيادة تراكيز الأملاح فيها .

شكل (4) مخطط ريتشارد لقياس صلاحية المياه للري



المصدر: من عمل الباحث: بالاعتماد على برنامج (Aquachem v.4)

جدول (8) تصنيف مياه الري طبقاً لمخطط ريتشارد (Richardi 1954)

الفئة	وصف المياه	النسبة المئوية		الملائمة Suilability
		العدد	%	
C2 – S1	ملوحة متوسطة وخطر قلوي منخفض	2	16.7	جيدة الى ممتازة
C3 – S1	ملوحة عالية وخطر قلوي منخفض	6	50	ملوحة مسموح بها وقلوية ممتازة
C4 – S1	ملوحة عالية جدا وخطر قلوي منخفض	1	8.3	ملوحة مشكوك فيها وقلوية ممتازة
C4 – S2	ملوحة عالية جدا وخطر قلوي متوسط	3	25	مشكوك فيها الى جيدة

4-2-4 التوزيع المكاني للخصائص النوعية

للتساقط المطري أهمية كبيرة بالنسبة لخصائص المياه الجوفية فهو يحمل الغازات والمادة الدقائقية من الغلاف الجوي ومع التقاء قطرات المطر بسطح الارض فإنها تنذيب جزء من مكونات الأرض لتحملها مع اتجاه حركتها إلى المناطق المنخفضة، أما المياه المترشحة فسوف تؤدي إلى تغيرات كيميائية على طول عمود التربة، فبذلك فإن خواص المياه الجوفية سوف تمثل حصيلة التفاعل المتبادل مع الصخور والتربة ومجرى الرواسب والماء. (خطاب، 2006). ولغرض معرفة الوضع الهيدروجيوكيميائي لمياه منطقة الدراسة وطبيعة توزيع هذه الصفات تم رسم خرائط وأشكال بيانية لهذه الصفات.

نلاحظ من خلال توزيع قيم التوصيلة الكهربائية (E_c) إنخفاض قيمها في المناطق الشمالية الشرقية وفي منتصف منطقة الدراسة لعينات الآبار (S3- S4- S8 -S9- S11) إذ بلغت (820- 1106 ملغرام/لتر على التوالي). وتتزايد قيمها في المناطق الشمالية والشمالية الغربية والمناطق الجنوبية الشرقية . كما في خريطة (5) ويعزى سبب ذلك إلى زيادة سمك الطبقات الجبسية فضلاً عن اتجاه

حركة المياه الجوفية من المناطق الشمالية والشمالية الشرقية، كما نلاحظ في شكل (5) التحليل الإحصائي أن ما نسبته (58%) من المواقع تجاوزت المعدل. وأن وجود وارتفاع قيم أيون الكبريتات في المياه الجوفية كما في خريطة (6) جعل منه المسيطر الأكبر على توزيع قيم الإيصالية الكهربائية والمجموع الكلي للأملاح الذائبة كما في خريطة وشكل (7) وإن إرتفاع قيم (TDS) ينتج عن تحلل المواد العضوية والأسمدة المستخدمة في الزراعة. أما في شكل (6) نلاحظ ما نسبته (66.6%) تجاوزت المعدل. كما نلاحظ زيادة تركيز أيون الكبريتات مع كل من عنصري الصوديوم (Na) والمغنيسيوم (Mg) في أغلب مناطق منطقة الدراسة، ينظر الخريطة (8). أما شكل (8) نلاحظ ما نسبته (58.3%) تجاوز المعدل الطبيعي.

أما توزيع عنصر الكالسيوم (Ca) ينقسم الى قسمين كما في خريطة (9) قسم يقع في الجزء الشمالي الغربي الواطئة التركيز المتمثلة بعينات الآبار (S3- S5- S11) والقسم الآخر في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي المتمثلة بباقي العينات. إذ أن سرعة ذوبان طبقات الجبس نسبة إلى باقي الصخور تؤدي إلى زيادة كمية عنصر (Ca). (jubouri and khattab,1997) . أما شكل (9) نلاحظ ما نسبته (66.6%) تجاوز المعدل.

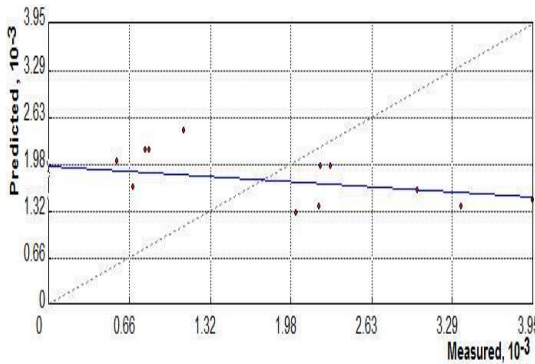
أما بالنسبة للدالة الحامضية (PH) نلاحظ بأن جميع العينات تكون قاعدية وعند مقارنتها بالمحددات العالمية والعراقية نلاحظ بأن قيمها تقل في مواقع العينات (S4 - S10) إذ بلغت (8.4- 8.4) ملغرام/لتر على التوالي، وتتوزع في الجزء الجنوبي والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة. أما بقية العينات فإن قيمها تزداد وتتوزع في أغلب مناطق منطقة الدراسة. كما في خريطة (10) وما يقارب نسبته (12%) تجاوزت المعدل .

إن زيادة قيمة (PH) و انخفاضها في الماء يؤثر على توازن الكربونات والبيكربونات وينتج عن ذلك تحرير غاز ثاني اوكسيد الكربون ويؤدي بعد ذلك إلى زيادة قابلية الماء على الإذابة ومن ثم إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة فيه. (خطاب، 2006)

أما تأثير قيمة (PH) على حركة بعض العناصر في المياه الجوفية يظهر تقريباً في التوزيع شبه الدائري لأيون البوتاسيوم خريطة (11)، والصوديوم خريطة (12) والكلوريدات خريطة (13) وبصورة واضحة على توزيع البكربونات خريطة (14) إذ يظهر تزايد البيكربونات في المناطق الشمالية والشمالية الغربية

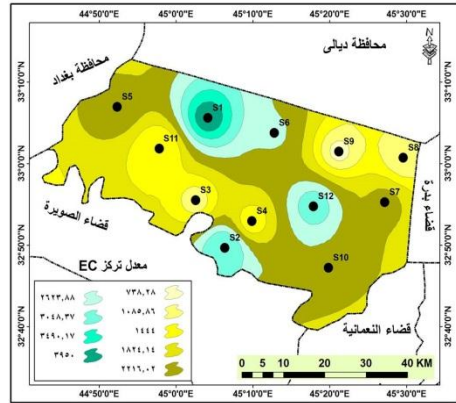
وجنوب شرق منطقة الدراسة. أما بالنسبة لعنصر (TH) العسرة نلاحظ من خلال خريطة (15) إن قيمها تتزايد في المناطق الشرقية والجنوبية الشرقية والشمالية والشمالية الغربية، أما في المناطق الشمالية الشرقية فإن قيمها تتناقص لعينات المياه (S8- S9- S11) وسبب ارتفاع نسبته هو وجود أملاح الكبريتات وكلوريدات الصوديوم والكالسيوم الذائبة في الماء التي تحتويها منطقة الدراسة. وما يقارب نسبته (12 - 75 - 66.6 (S8- S9- S11) على التوالي تجاوزت المعدل الطبيعي.

شكل (5) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (EC)



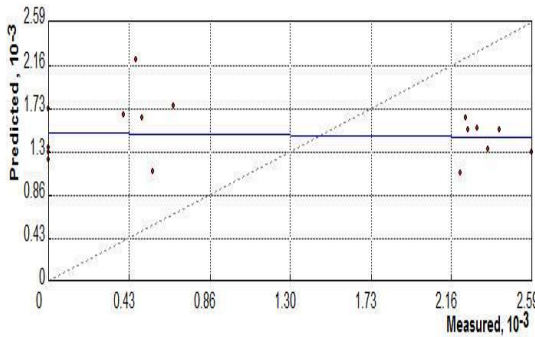
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

خريطة (5)
لموقع العينات



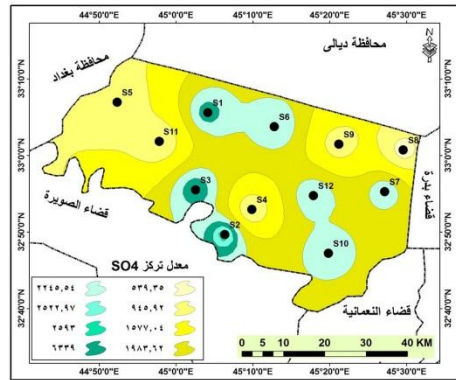
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (6) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (SO4)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

خريطة (6)
لموقع العينات

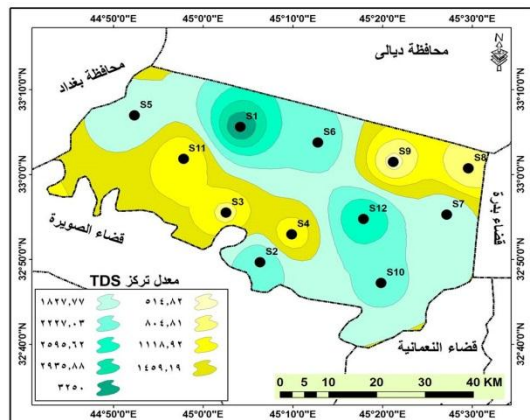
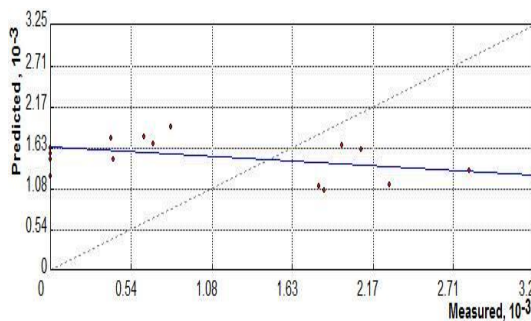


المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (7) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (TDS)

خريطة (7)

لموقع العينات



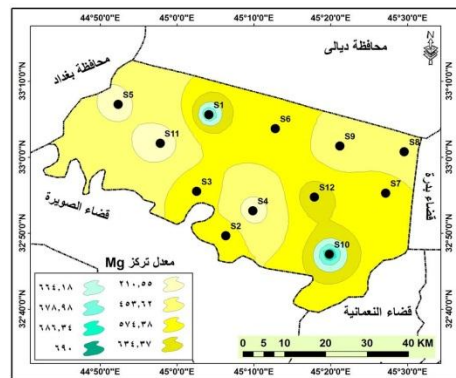
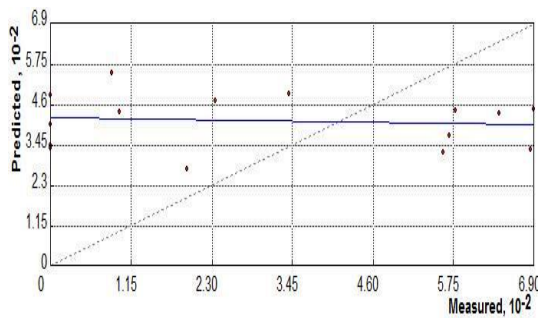
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (8) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (Mg)

خريطة (8)

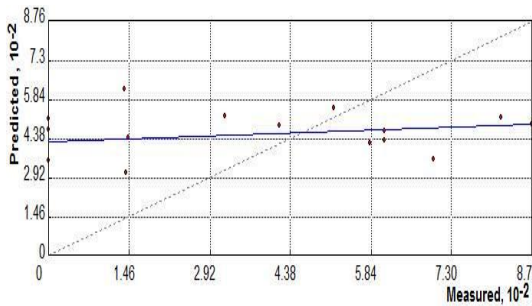
لموقع العينات



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

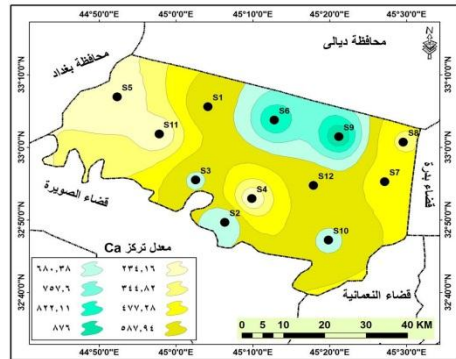
شكل (9) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (Ca)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

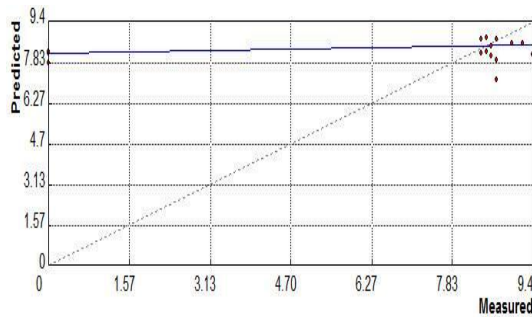
خريطة (9)

لموقع العينات



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

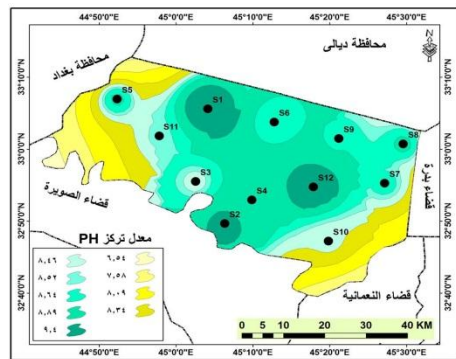
شكل (10) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (PH)



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

خريطة (10)

لموقع العينات

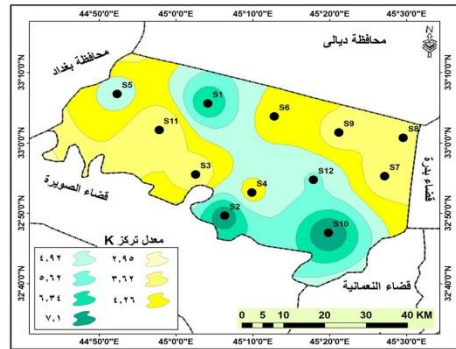
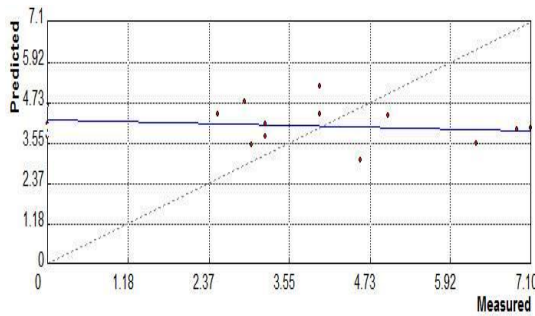


المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (11) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (K)

خريطة (11)

لموقع العينات



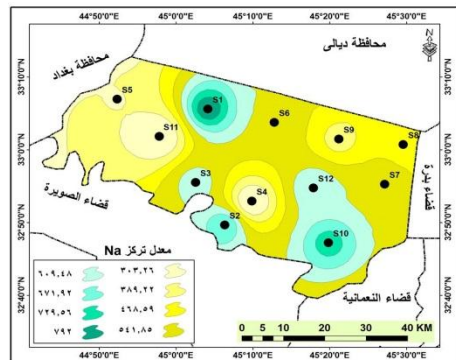
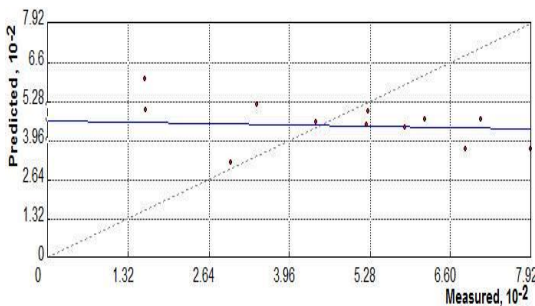
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (12) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (Na)

خريطة (12)

لموقع العينات



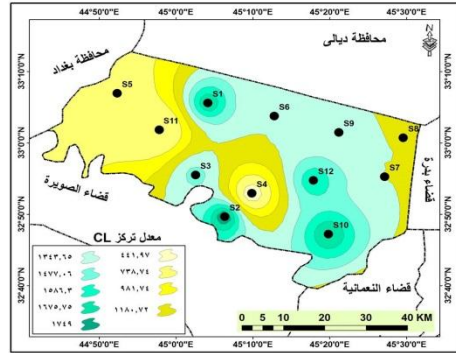
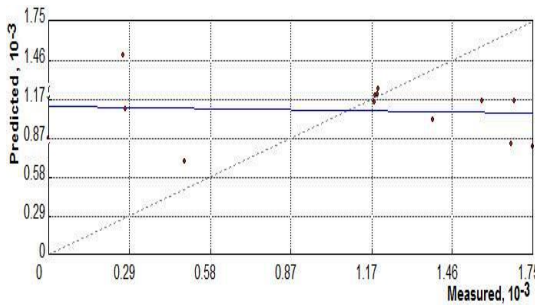
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (13) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (CL)

خريطة (13)

لموقع العينات



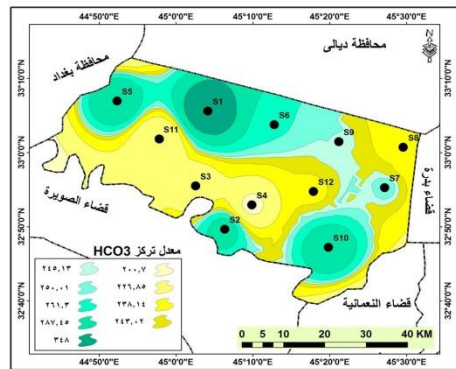
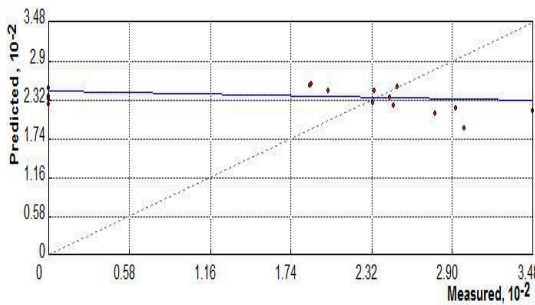
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (14) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (HCO3)

خريطة (14)

لموقع العينات



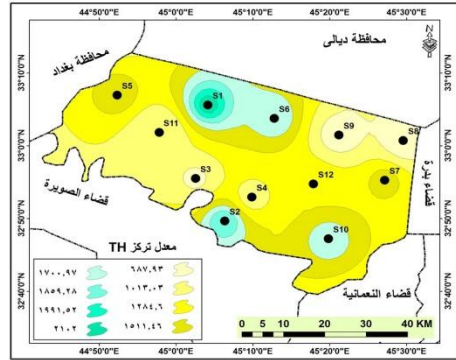
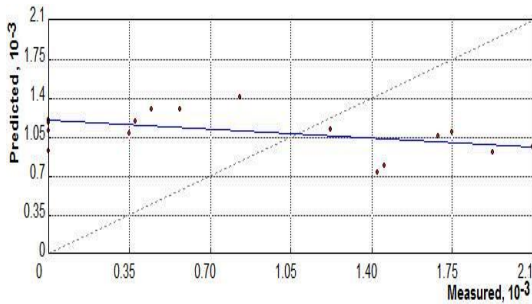
المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

شكل (15) التحليل الاحصائي لتركز المكاني لعنصر (TH)

خريطة (15)

لموقع العينات



المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول (3)

الاستنتاجات

اظهرت الدراسة الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية في قضاء العزيزية، متمثلة بالمسح الميداني وتحليل عينات المياه وتفسيرها وفقاً للمخططات والأشكال والمؤشرات الهيدروجيولوجية وإجراء التحليل المكاني لها توصلت الدراسة الى جملة استنتاجات وهي :-

1- جميع النتائج هي من نوع (Sulfat water type) مع تغير الايونات الموجبة والسالبة حيث تكون بالصيغة التالية (Mg - Na - Ca - CL - Sulfate). مع تغاير ضعيف في موقع وترتيب هذه الايونات . اما بسبب اغناء هذه المياه بالكبريت فيرجع الى تواجد الكبريتات بشكل رئيسي في المنطقة على شكل معدن الجبس.

2- صنفت هذه المياه الى خمسة اصناف كلاً حسب تشابهها من حيث المكونات الكيميائية .

3- عند استخدام مخطط كبس (Gibbs) يكون التركيز الكيميائي للمياه الجوفية في منطقة الدراسة ضمن سيادة التبخر والصخور نلاحظ ان سيادة الصخور قليلة مقارنة بالتبخر وللأيونات السالبة والموجبة حيث بلغت نسبتها (33-3%) مقارنة مع التبخر الذي بلغت نسبتها (66-7%).

- 4- عند مقارنة نتائج التحاليل الكيميائي مع المواصفة العالمية والعراقية تبين ان مياه منطقة الدراسة لاتصلح لشرب الانسان لزيادة اغلب تراكيز العناصر للحدود المسموح بها.
- 5- نلاحظ ان قيم نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) في منطقة الدراسة تقع قيمتها ما بين (2.52 - 5.25) وطبقاً للمعايير الموجودة تبين ان جميع نتائج العينات تقع ضمن الفئة الممتازة لاجراض الري.
- 6- ان النسبة المئوية للصوديوم (Na%) من منطقة الدراسة تتحصر قيمها ما بين (24.2 - 36.4) وبذلك نلاحظ ان جميع العينات تقع ضمن الصفة الجيدة لاجراض الري.
- 7- عند استخدام مخطط ريتشارد (Richards Digran) تبين ان جميع عينات المياه مصنفة الى اربعة فئات فبالنسبة للابار (S8-S9) تكون ملائمتها من جيدة الى ممتازة اما الابار (S3-S4-S7-S10-S11) فأنها تكون ذات ملوحة مشكوك فيها وقلوية ممتازة، اما بقية الابار فأنها تكون ملائمتها ذات ملوحة مشكوك فيها وقلوية ممتازة الى جيدة وهي الابار (S6-S2-S1-S12) ومن خلال ذلك نلاحظ ان ارتفاع الملوحة هو سبب انخفاض مناسيب المياه في الامطار مما ادى الى زيادة تراكيز الاملاح فيها .
- 8- تم رسم خرائط واشكال بيانية لهذه العناصر وطبيعة توزيعها فتبين من خلال توزيع قيم التوصيلة الكهربائية (Ec) انخفاض قيمها في المناطق الشمالية الشرقية وفي منتصف منطقة الدراسة، ويعزى سبب ذلك الى زيادة سمك الطبقات الجبسية. وان وجود وارتفاع قيم ايون الكبريتات في المياه الجوفية كما جعل منه المسيطر الاكبر على توزيع قيم الايصالية الكهربائية والمجموع الكلي للاملاح الذائبة كما نلاحظ زيادة تركيز ايون الكبريتات مع كل من عنصري الصوديوم (Na) والمغنيسيوم (Mg) في اغلب مناطق منطقة الدراسة، اما توزيع عنصر الكالسيوم (Ca) ينقسم الى قسمين قسم يقع في الجزء الشمالي الغربي الواطئة التركيز المتمثلة بعينات الابار (S3-S5-S11) والقسم الآخر في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي المتمثلة بباقي العينات، أما بالنسبة للدالة الحامضية (PH) نلاحظ بأن جميع العينات تكون قاعدية

- التوصيات

بناءً على النتائج التي توصلت لها الدراسة، تم تسجيل مجموعة من التوصيات وهي:-

- 1- ضرورة اجراء دراسات تفصيلية عن امكانية استثمار المياه الجوفية في منطقة الدراسة ،ولاسيما في المناطق الشرقية من خلال حفر الابار المائية خاصة وأنّ تلك المنطقة ملائمة جداً للاستثمار الزراعي.
- 2- إجراء تحاليل دورية لمياه الآبار المحفورة في منطقة الدراسة لغرض معرفة مقدار التغير في التركيب الكيميائي لهذه المياه بمرور الزمن.
- 3- اجراء تحليلات كيميائية تفصيلية لكل العناصر الثانوية والنادرة والسامة لمياه الآبار الواقعة في تلك المنطقة.
- 4- عدم استخدام مياه الآبار التي تتركز فيها بعض العناصر النادرة لاغراض ارواء الحيوانات او الزراعة، والتي بالامكان انتقالها الى الانسان عبر السلسلة الغذائية.

المصادر

المصادر العربية

- 1- الجبوري حاتم خضير والبصراوي، نصير حسن (2001). دراسة هيدرولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوجة النجف، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوجة رقم (2-38-NH)، مقياس (1:250000)، بغداد، العراق.
- 2- الجبوري، حاتم خضير (2008). هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية محافظة الكوت، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوجة رقم (15-38-NH)، مقياس (1:250000)، رقم التقرير (3069)، بغداد العراق.
- 3- خطاب، محمد فوزي (2006). دراسة الخصائص النوعية للمياه الجوفية لمنطقة شوبرات جنوب الموصل، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، المجلد (11)، العدد (1).
- 4- /خشاب، وفيق و حديد، احمد سعيد، الجغرافية الطبيعية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، بدون سنة طبع.
- 5- رسن، وآخرون (2015)، جغرافية محفظة واسط، دار الاعصار، بغداد، العراق.
- 6- الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، التقرير الجيولوجي عن محافظة واسط، لوجة الكوت خريطة 250000/1.2008.
- 7- القره غولي، (2014)، التحليل المكاني للمياه الجوفية واستخداماتها في محافظة القادسية، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية التربية، الجامعة المستنصرية.
- 8- المسعودي، (2013)، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية التربية، الجامعة المستنصرية.
- 9- النقاش، عدنان باقر والصحاف، محمد علي (1989). الجيومورفولوجي، كلية التربية، جامعة بغداد.
- 10- الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1:100000.2011.
- 11- وزارة التخطيط (2014). المجموعة الاحصائية السنوية، الجهاز المركزي للإحصاء.
- 12- وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات مناخية لمحطة (العزيزية)، قسم المناخ (بيانات غير منشورة).
- 13- وزارة العلوم والتكنولوجيا، دائرة البيئة والمياه، مختبر اعادة تدوير المياه.

المصادر الاجنبية

1. Ayers, R.S., and Westcot, W.D, (1985). Water Quality for Agriculture, Irrigation and drainage paper (29 Rev.1). FAO Rome Italy.
2. Adonis, S., (2007). The hydrochemical characteristics of ground water in the incommat estuary, Faculty of Science, University of the Western Cape.
3. AL-Jubouri, Z.A. and Khattab, S.L.A. (1997). The dissolution of calcium sulphate rocks below the foundation of large hydraulics structure. Raf. Jou. Sci., Vol.8.
4. - Deshpande, S.M and Aher, K.R., (2012). Evaluation of Ground water Quality and its Suitability for Drinking and Agriculture Use in Parts of Vaijapur, District Aurangabad, MS, India. Research Journal of Chemical Sciences. Val.2.
5. Faris, A.A., (2009). Application Of Remote Sensing And Gis Techniques For The Assessment Of Groundwater In Kandukuru Vagu Basin, Nalgonda District, A.P. Ph.D. Thesis (Unpublished), Osmania University, Hyderabad, India.
6. Gibbs, (1970). Mechanisms controlling world water chemistry, Science, 170, 1088.
7. IRS, (1996). Drinking Water Standards, Central Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning .
8. Kontis, E.E., and Gaganis, P., (2012), Hydrochemical Characteristics and Groundwater Quality In The Island Of Lesbos, Greece, Global NEST Journal, Vol 14, Printed in Greece.
9. - Ritchard, L.A., (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali S. Soils, Agri Handbook 60, U.S. dep. Agric., Washington D.C.
10. Sayyed, M.R.G and Wagh, G.S., (2011). An assessment of ground water quality for agricultural use: a case study from solid waste disposal site SE of Pune, India. proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental sciences .
11. Sehgal, J.L., Mohammed, M.A., AL-Johar, T, AL-Lewy, R, (1983). The Soil of The Middle Tigris Project (MESOPOTAMIAN PLAIN) For Land-use Planning, Stat Organization For Soil & Land Reclamation, BAGHDAD (IRAQ).
12. Wilcox, L. V., 1955. Classification and Uses of Irrigation Water, USDA, Circular, No. 969, Washington, D.C.
13. WHO, (2011). Guidelines for drinking-water quality - 4th Edition.
14. WHO., (1996). Water Quality Monitoring –A practical Guide to the Design and implementation of Freshwater Quality studies and Monitoring Programmers, Edited by Jamie Bartram and Richard Balance.
15. Xing, L., Guo, H., and Zhan, Y., (2013) ground water hydrochemical. characteristics and processes along flow paths in the North China Plain. Journal of Asian Earth Sciences .