استخدام دليل نوعية المياه لتقيم مياه أبار مختارة في حوض ديبكة – مخمور / شمال شرق العراق

عمر نبهان عبد القادر
قسم علوم التربة والمواردالمائية /كلية الزراعة والغابات /جامعة الموصل

الخلاصة

استخدم دليل نوعية المياه (WQI) بصيغة الوسط الهندسي لتصنيف مياه ١٣ بئرا ،ستة منها سطحية تخترق خزان العصر الرباعي والباقي ابار عميقة تخترق خزان انجانة في حوض ديبكة – مخمور أظهرت نتائج احتساب دليلنوعية المياه للـ رب انها تراوحت بين الصنف الردي الى الجيد ١٢,٢%-٨٩,٨%، حيث صنفت الابار السطحية ضمن الصنف الجيد باستثناء البئر ١٣ كان ضمن الصنف الردي ، اما الابار العميقة فصنفت ضمن الصنف الردي للـ رب باستثناء البئرين ٢ و٤ صنفت ضمن الجيد والمقبول على التوالي .اما دليل نوعية المياه للري فقد تراوحت بين الصنف المقبول الى الممتاز٥١,٦%-٩٣,٢ % وكانت جميع الابار العميقة والسطحية ضمن الصنفين الممتاز والجيد باستثناء البئرين العميقين ٦و٧ صنفت ضمن الصنف المقبول للري. كما وجد عند تطبيق التحليل العاملي ان ٨, ٨% من التغايرالكلي لنوعية المياه لعينات مياه الابار المدروسة يعود الى تاثير الملوحة ،العسرة الكلية ،الكالسيوم ، المغنسيوم،الصوديوم ،الكلوريد ونسبة امتزاز الصوديوم وهذه المتغيرات تعتبر من اكبر المساهمين في تدهور دليل نوعية المياه للمنطقة .

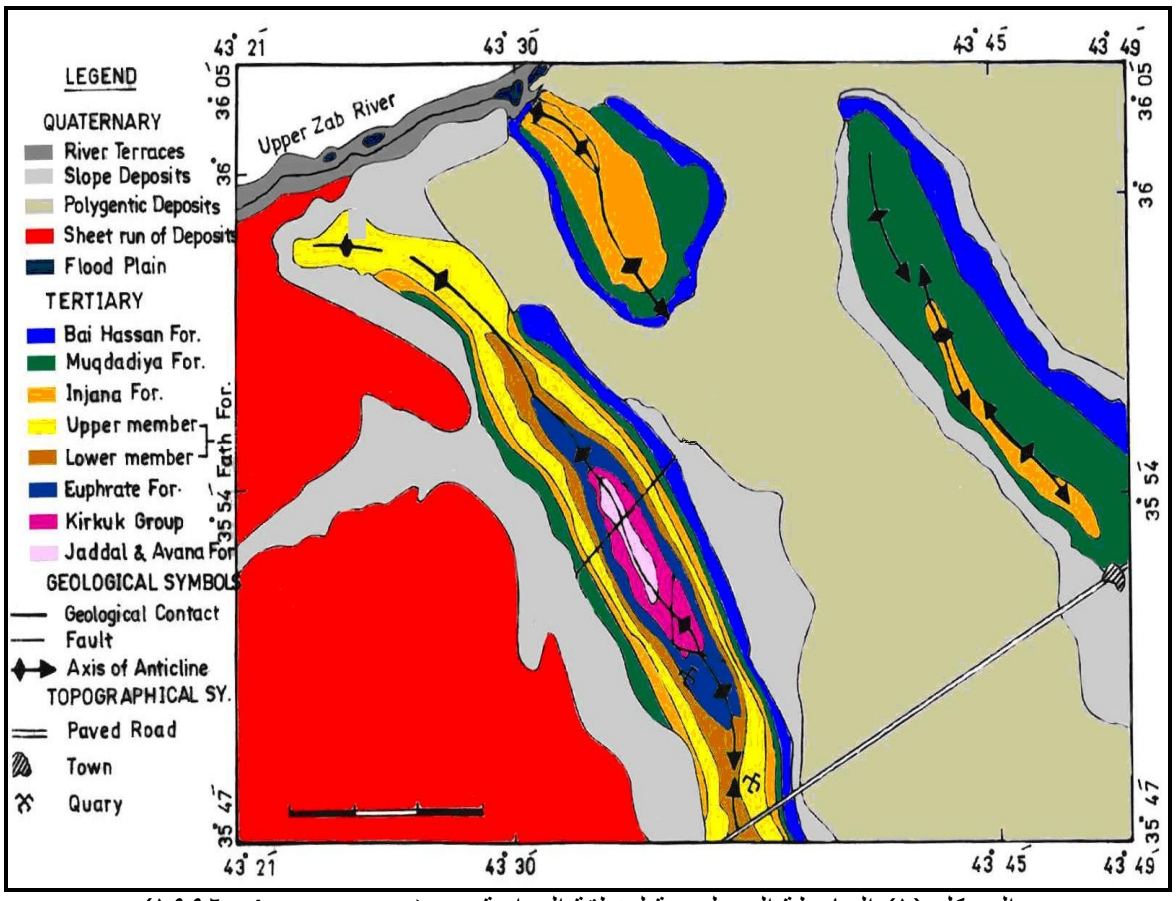
المقدمة

يعتمد سكان حوض ديبكة ومخمور الذي يبعد حوالي ٧كم جنوب رق مدينة الموصل على المياه الجوفية بـ كل كبير واسع خاصة في موسم الصيف اذا تنعدم الامطار والسيول وتستخدم هده المياه في الإغراض المختلفةمن المـ اكل التي تعترض استغلال المياه الجوفية هي مهمة التحري عن موقع الخزان المائي وامتداده ونوعية الصخور الخازنة ، هذا من جهة ومن جهة اخرى دراسة محتوى المياه الجوفية من الاملاح الذائبة المختلفة التي تحدد مجال استخدامها وكذلك مستوى التلوث الذي تعانيه هذه المياه بسب استخدام الاسمدة او بسب طرح المياه الصناعية والمدنية (Shah واخرون ، ٢) . عرف Lohni و Todino (١٩٨٤) دليل نوعية المياه (water quality index WQI) على انه رقم في الغالب مجرد من الوحدات ، يعبر عن نوعية المياه لاي جسم مائي من بين عدد كبير من المحددات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية الى رقم منفرد يتراوح بين - ١ باسلوب يمتاز بالبساطة من خلال صيغ رياضية، ويعد اداة للتخاطب في مجال نوعية المياه. استخدم (Bhargava ،١٩٨٣) دليل نوعية المياه لتقيم مياه نهر (Ganga) في الهند باستخدام اسلوب دالة الحساسية وذلك بتحويل قيم المتغيرات تبعا للمواصفات العالمية الى مقياس يتروح بين (-١) . اما Al-Rawi و Shihab (١٩٩٤) فقد استخدم دليل نوعية المياه كاداة لادارة مياه نهر دجلة في مدينة الموصل . أجرى (Abdul Qader U.N وGazal.I.K ، ٢) تقيم هيدروكميائي لمجموعة من الابار في حوض – ديبكة مخمور حيث تميزت المنطقة بوجود أربعةأنوا من الأملاح في المياه هي كبريتات المغنسيوم ،كبريتات الكالسيوم ، بيكاربونات المغنسيوم وكبريتات الصوديوم . كما قام Shihab (٢) بترتيب ٧٨ بئرا في محافظة نينوى حسب دليل نوعية المياه للري حيث قسم هده الابار الى خمس مجاميع بالاعتماد على دليل نوعية المياه للري وكانت اعلى نسبة من الابار ٣٧,٢ %ضمن الصنف الردي جدا واقلها ١٤,١% ضمن الصنف الممتاز. يهدف هذا البحث لايجاد دليل نوعية المياه الجوفية لاغراض الـ رب والري لمجموعة من الابار السطحية والعميقة في حوض ديبكة –مخمور وعمل وتصنيف لهذه الابار.

جيولوجية وهيدروجيولوجية منطقة الدراسة :ينكـ ف في منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية متفاوتة الاعمار حيث يعد تكوين الافانة اقدم التكوينات المنكـ فة في طية قرة خوخ وتعتبر هذه الطية من اهم التراكيب الجيولوجية في منطقة الدراسة هي طية محدبة متناظرة مزدوجة الغطس وتتالف من ثلاث قبابويبلغ اعلى ارتفا لها ٨٧٥ م فوق مستوى سطح البحر وهذ الطية تقسم منطقة الدراسة الى حـوض ديبكـة

تاريخ تسليم البحث ١/٦/٨ ٢ وقبوله ١/٩/٢ ٢

في الـ رق وحوض خمور في الغرب وتعتبر هذه الطية المصدر الرئيسي لتغذية المكا ف الصخرية للطبقات الحاملة للمياه ، في حين تمثل ترسبات العصر الرباعي احدث الترسبات اذا تغطي معظم اجراء منطقة الدراسة (الـ كل ١) ، اهم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة مرتبة من الاقدم الى الاحدث تكاوين الفتحة ، الانجانة ، المقدادية ، باي حسن بالاضافة الى ترسبات العصر الرباعي والتي تضم ترسبات المصاطب النهرية ، رواسب مختلفة المنـ ا،رواسب المنحدرات، رواسب السهل الفيضي،و ترسبات الجريان السطحي وتتالف بـ كل عام من الطين ،الغرين ،الرمل والحصى المستدير الذي يتكون من السيلكا والحجر الجيري كما يحتوي على الجبسوم الثانوي وبعض القطع الضخرية (Sisskian ١٩٩٢).



الـ كل (١) الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة عن (Anonymous، ١٩٩٦)

من الناحية الهيدروجيولوجية يقع كل من حوض ديبكة ومخمور ضمن طية مقعرة طويلة الـ كل مكونة سهلا مغطى بالترسبات النهرية القديمة والحصى والجبسوم ويقدر سمكها بين ١- ٩م (الانصاري واخرون، ١٩٩). كل ترسبات العصر الرباعي خزانا علويا مفتوحا ويتاثر بالغالب بنظام السقي ونمط الساقط المطري المحلي ويتكون هذا الخزان من ضخور فتاتية ويكون اقصى سمك لها الخزان في مناطق وسط الحوض ويتناقص بالابتعاد عنه ويعتبر الخزان الثانوي في منطقة الدراسة ويليه تكوينات العصر الثلاثي المتمثلة بخزانات باي حسن ، المقدادية وانجانة وتكون في الغالب مكامن مائية به محصورة يمكن استغلالها بالمستوى الثاني ويعتبر خزان انجانة الخزان الرئيسي في منطقة الدراسة حيث يفصله عن خزان العصر الرباعي بطبقات سميكة من الطين والسلت بسمك يتراوح بين ٥-٢٥م . تتراوح أعماق مناسيب المياه الجوفية بين ١- ٥م ويكون الاتجاه العام لجريان المياه الجوفية في حوض ديبكة يكون من طية قرة خوخ باتجاه الزاب الاعلى بينما في حوض مخمور يكون اتجاه جريان المياه من طية قرة جوخ بتجاه نهر دجلة والزاب الاسفل (الانصاري واخرون ، ١٩٩)

الجدول (١): نتائج التحاليل الكيميائية لعينات مياه الابار في منطقة ديبكة –مخمور عن Abdul Qader U.N وGazal.I.K، ٢٠٠٦)

رقم البئر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
الايصالية الكهربائية مايكرموز/سم	١٧٢٣	٧٩٢	١٩٠٦	١٣٦٦	١٦٧٠	٣٧٥٠	٢٧٥٠	١٢٠٩	١٢٢٥	٥٨٦	١٤٦٢	١٤٥٩	١٦٧٤
الأملاح الذائبة الكلية ملغم/لتر	١٢٥٧	٥٧٨	١٣٩١	٩٩٧	١٢١٩	٢٧٣٧	٢٠٠٧	٧٧٤	٧٨٤	٣٧٥	٩٣٥	٩٣٣	١٠٧١
الاسس الهيدروجيني	٧,٦	٧,٧	٧,٢	٧,٦	٧,٤	٧,٧	٧,٢	٨	٧,٧	٨	٧,٣	٧,٤	٧,٦
العسرة الكلية ملغم/لتر	٦٦٠	٢٦٠	٧٥٠	٤٠٠	٨٢٠	١٦٨٠	٩٧٢	٣٤٠	٣٦٠	٢٣٠	٣٨٠	٣٧٠	٤٢٠
الكالسيوم ملغم/لتر	٩٦	٣٢	١٢٠	٤٠	١٦٠	٢٤٠	٢٠٩	٢٨	٤٢	٣٢	٤٥	٢٩	٣٩
المغنسيوم ملغم/لتر	١٠٢	٤٣	١٠٩	٧٣	٧٩	١٦٤	٨٧	٧٣	٧١	٤٤	٧٤	٧١	٧٧
الصوديوم ملغم/لتر	٩٧	٤٠	٩٥	١١٨	٢٥	٥١	٦١	٨	٧,٥	١٥	٦,٥	١٩	٢١٠
البيكاربونات ملغم/لتر	١٥٦	١٦٠	٢٠٠	١٧٢	٢٣٤	٢٩٦	١٨٨	١٨٠	٢٠٠	٢٠٣	٢٠٠	١٩٥	٢٨٠
الكبريتات ملغم/لتر	٦٩١	١٣٤	٦٩٠	٤٢٢	٣٩٧	٥١٣	٥٣١	٢٢٤	٢٢٦	٩٥	٢٥٠	٢٢٣	٥٧٦
الكلوريد ملغم/لتر	٧٨	٤٣	١٤٠	٥٠	٨٦	٣٦٠	١٦٧	٢٥	٣٠	٢٢	٢٥	٢٠	٥٠

مواد البحث وطرائقه

تم الاعتماد على نتائج التحاليل الكيمائية لـ ١٣بئرا موزعة ضمن حوض ديبكة – مخمور (الجدول ١) ماخودة عن Abdul Qader U.N وGazal.I.K٦(٢) اعتمد ت صيغة الوسط الهندسي (Geometric mean) المقترحة من قبل Bhargava (١٩٨٣) لايجاد دليل نوعية المياه وحسب المعادلة

$$WQI = [\eta^n i = 1 \quad f_i(P_i)]^{1/n} \times 100$$

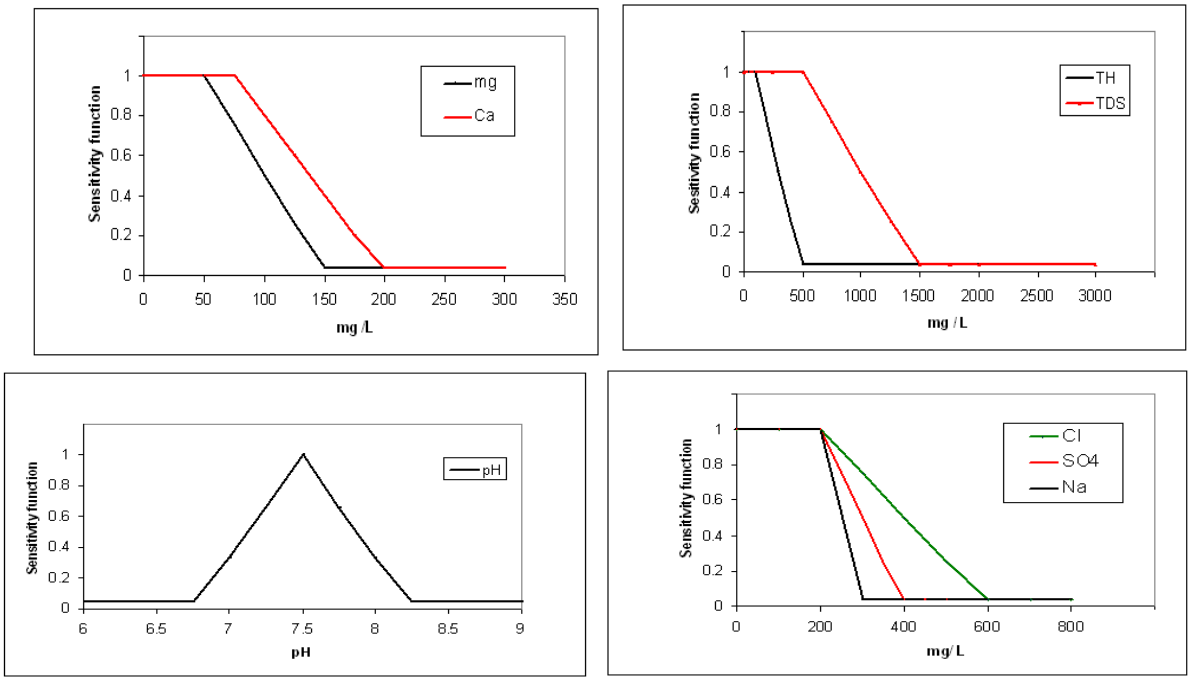
حيث ان WQI : معامل او دليل نوعية المياه وتتراوح قيمته بين (- ١)

$f_i(p_i)$: قيمة دالة الحساسية Sensitivity function لكل متغير وتتروح قيمتها بين (١-)

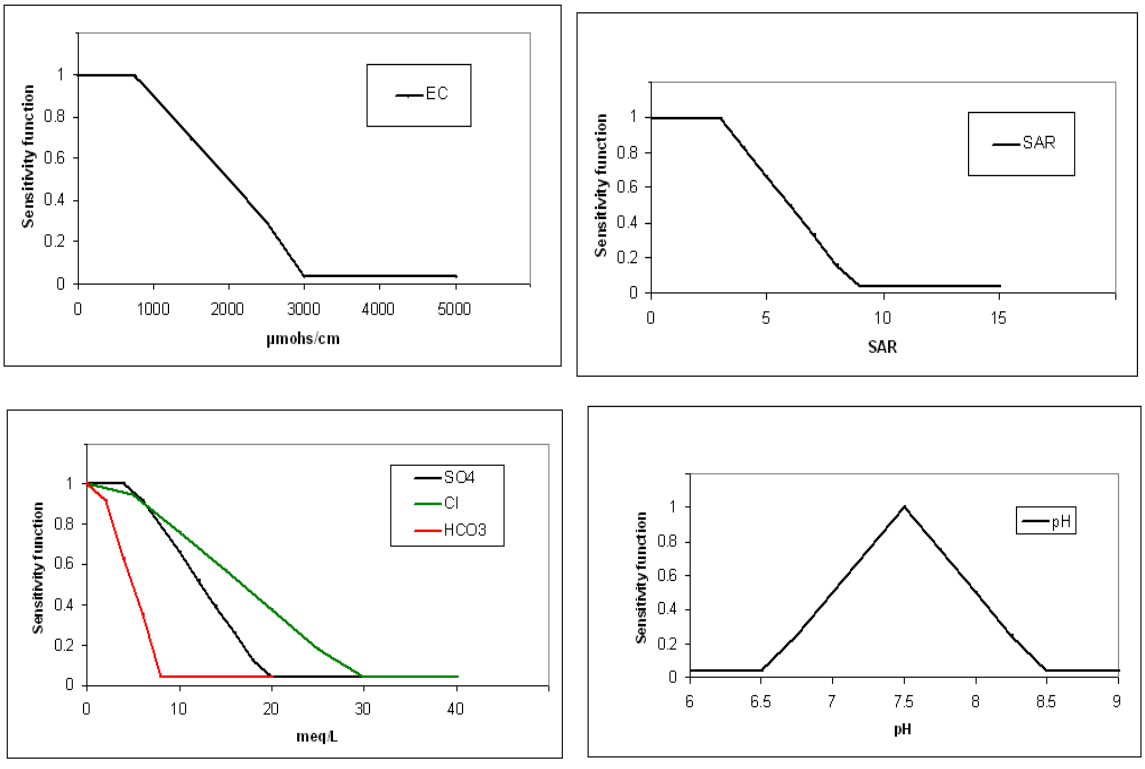
n: عدد المتغيرات الداخلة في حساب دليل نوعية المياه اذ ان القيمة العالية لدليل نوعية المياه تدل على نوعية جيدة للمياه وبعكسه تدل على نوعية رديئة ،لايجاد دليل نوعية المياه لإغراض الـ رب تم اختيار ثمانية محددات بالاعتماد على محددات منظمة الصحة العالمية (Anonymous ،١٩٨٣) وهي (الأملاح الذائبة الكلية ، العسرة الكلية ، الكبريتات، الكلوريدات ، الكالسيوم ، الصوديوم ، والمغنسيوم والدالة الحامضية) وقد تم رسم منحنيات دالة الحساسية لكل من المتغيرات أعلاه على اساس الالتزام بالتركيز الاعلى المرغوب به (.Maximum desirable conc) والتركيز الاعلى المسموح به (.Maximum permissible conc) حيث تم حساب دالة الحساسية لكل المتغيرات بعد تسقيط قيم التراكيز على منحنيات المعايرة الداخلة في حساب دليل نوعية المياه ولجميع النماذج الـ كل٢) الذي يوضح منحنيات المعايرة المستخدمة لحساب دليلنوعية المياه للـ رب. اما بالنسبة لحساب دليل نوعية المياه لإغراض الري فقد تم اختيار ستة محددات بالاعتماد على محددات منظمة الزراعة والأغذية (FAOAyers و Westcot ،١٩٨٩) ـملت (الايصالية الكهربائية، الدلة الحامضية ، الكلوريدات ، البيكاربونات ، الكبريتات ونسبة امتزاز الصوديوم) والاخيرة تم احتسابها بوحدة ملي مكافي /لتر وتراوحت بين (١٢, – ٤,٤)

$$SAR= Na/ (Ca+Mg)/2)^{0.5}$$

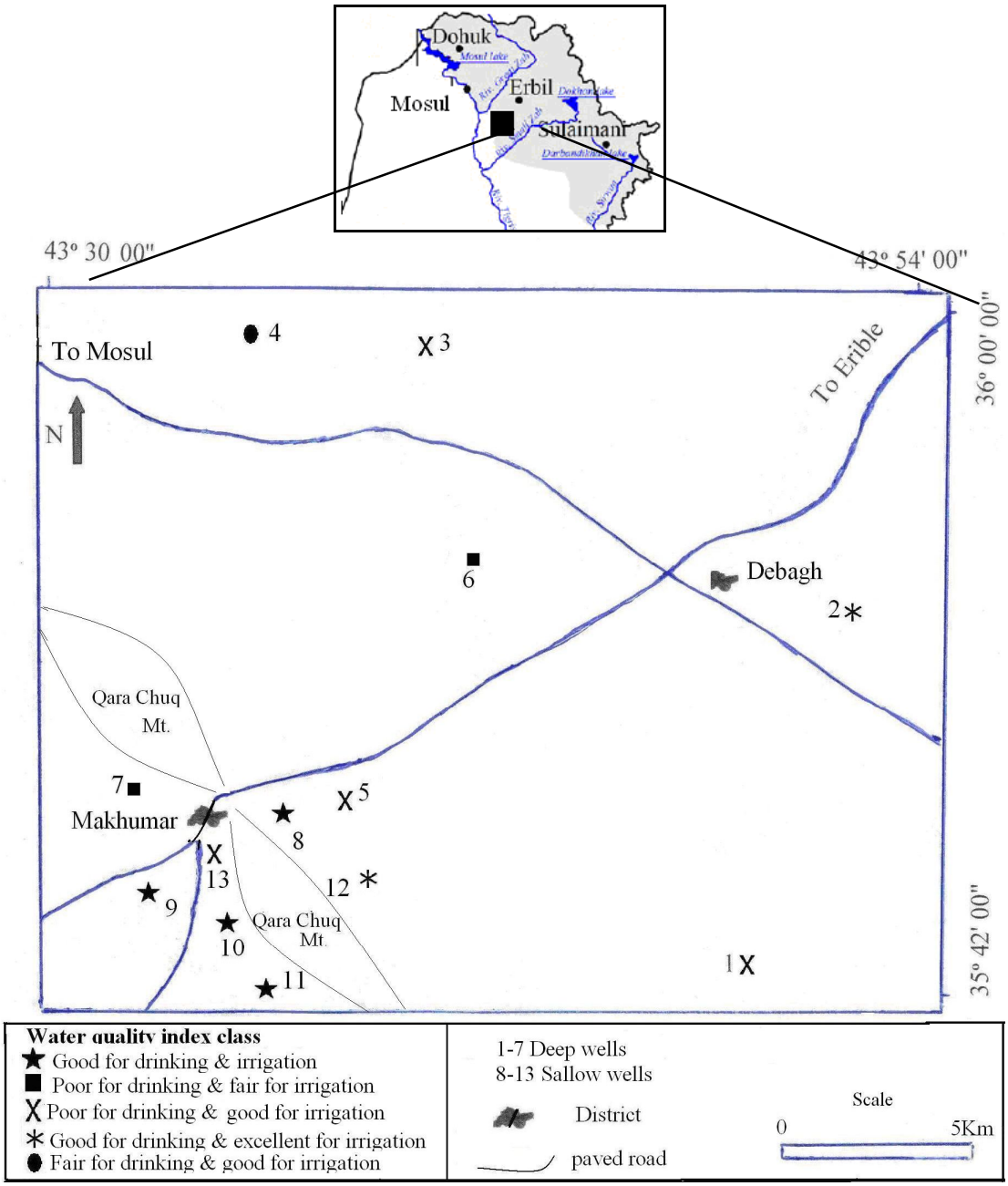
يتم حساب دالة الحساسية لكل المتغيرات الداخلة في حساب دليل نوعية المياه للري ولجميع النماذج، لاحظلا كل (٣) الذي يوضح منحنيات المعايرة المستخدمة لحساب معامل نوعية المياه للري.



الـ كل (٢) : منحنيات الة الحساسية الخاصة باستخدام المياه لاغراض الـ رب بالاعتماد على محددات منظمة الصحة العالمية



الـ كل (٣): منحنيات دالة الحساسية الخاصة باستخدام المياه لأغراض الري بالاعتماد على منظمة الزراعة والأغذية



الـ كل (٤) خارطة موضح عليها مواقع الابار وتصنيفها حسب دليل نوعية المياه للـ رب والري في حوض ديبكة – مخمور

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج احتساب معامل نوعية المياه لإغراض الـ رب إن نوعية المياه الابار المدروسة تقع ضمن ثلاثة أنوا حسب تصنيف Bhargava (١٩٨٣)لمعامل نوعية المياه ، النو الأول يضم مياه الابار الديئة للـ رب حيث تراوحت قيم دليل نوعية المياه بين١٢,٢%-٣٩,٩٦% لاحظ (الجدول ٢) وتضمنت الابار المرقمة ١٣،٧،٦،٥،٣،١ وجميع الابار عميقة باستثناء البئر الأخير كان سطحيا ويعود سبب انخفاض دليل نوعية المياه لهذه الابار الى كون المتغيرات المتمثلة بـ الاملاح الدائبة الكلية TDS والعسرة الكلية TH و الكبريتات SO_4 قد تجاوز تركيزها الحد الاعلى المسموح به لاغراض الـ رب ممادى الى خفض قيمة دالة الحساسية لاحظ الـ كل (٥) وبالتالي انخفاض قيمة دليل نوعية لمياه ، اما النو الثاني فضم مياه المقبولة للـ رب وتمثلت بالبئر رقم ٤ فقط وكانت قيمة معامل نوعية

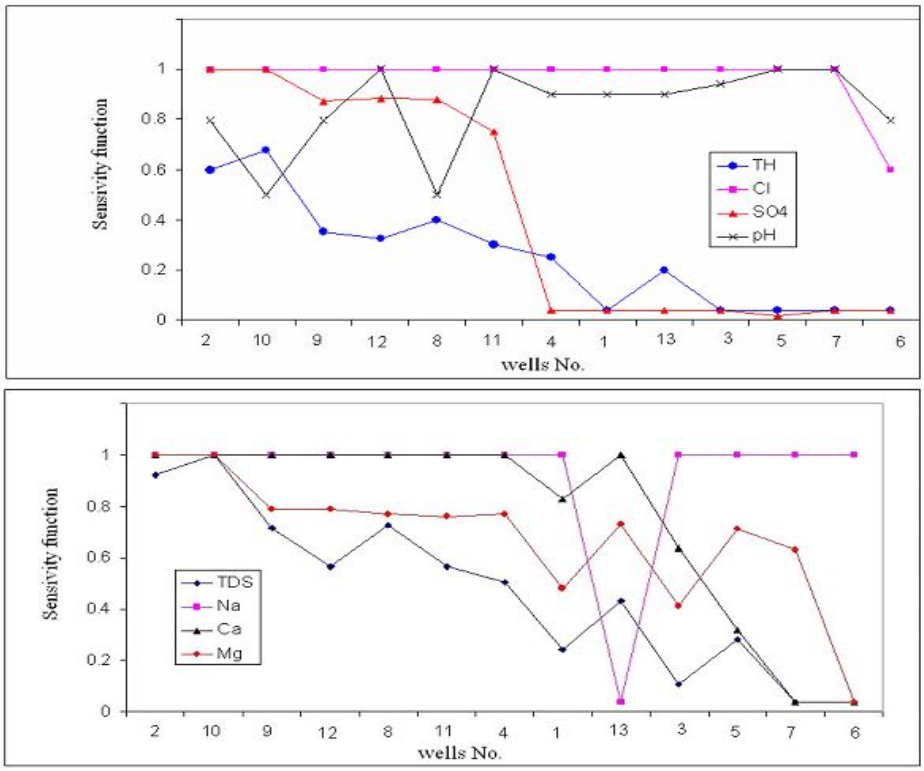
المياه له ٥١ وكانت قيمة دالة الحساسية له متوسطة حيث ان تراكيز ا لمتغيرات لم تتجاوز الاحد الاعلى المسموح به ، اما النو الثالث فضم نوعية ميامجيدة لل رب حيث تراوحت قيم دليل نوعية المياه بين ٧٤,٦%- ٨٩,٨% وضمت الابار٢،٨،٩، ١،١١،١٢ وجميع الابار كانت سطحية باستثناء البئر الاخير كان عميقا حيث كانت قيم دالة الحساسية مرتفعة للمتغيرات الداخلة في حساب الدليل الكلي لاغراض ال رب لاحظ ال كل ٥) حيث ان تراكيزها لم تتجاوز الحد الأعلى المرغوب فيه.

الجدول (٢) : نتائج احتساب دليلنوعية المياه للابار لاغراض ال رب والري

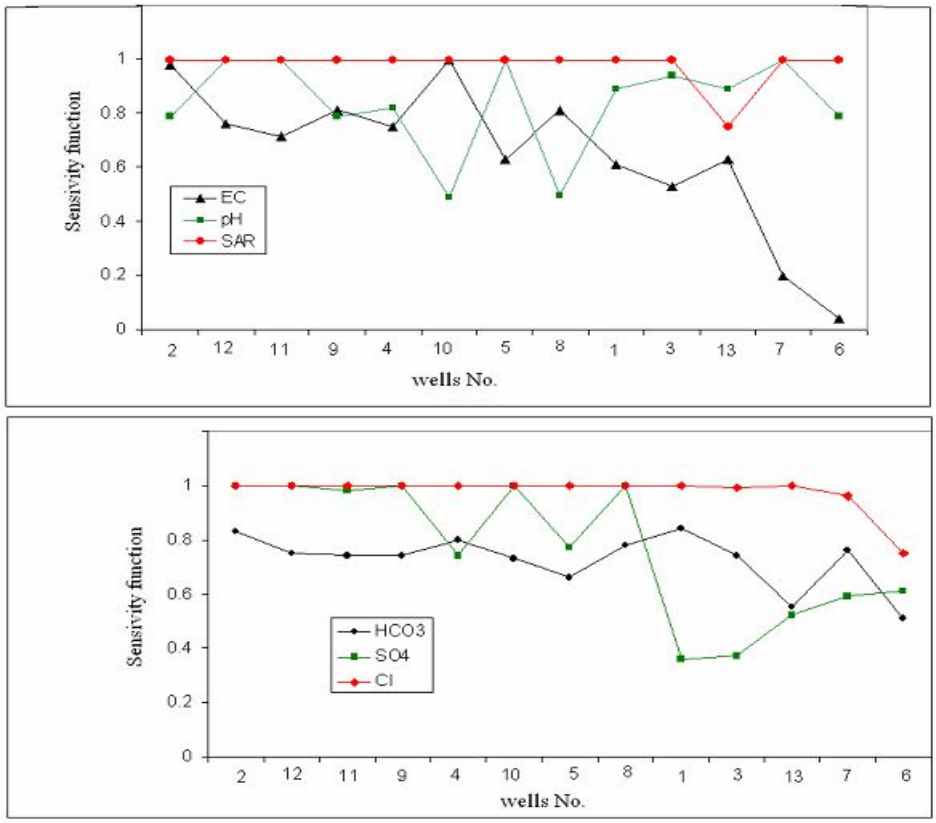
تصنيف دليل معامل نوعية المياه	قيم معامل نوعية المياه لل رب		قيم معامل نوعية المياه للري	
اقل من ٤ % ردي	بئر١ = ٣٢,٩٦ بئر٣=٢٨,٤٦ بئر٥٤ ٢٨,	بئر٦ =١٢,٢ بئر٧= ١٩,٥ بئر١٣= ٣١,٢١		
٤١- ٥% حدي				
٥١- ٧% مقبول	بئر ٤=٥١,٢٣		بئر ٦=٥١,٣٤ بئر٧=٦٩,٨	
٧١- ٩ % جيد	بئر٢= ٨٩,٨٧ بئر٨=٧٤,٨٢ بئر٩٤ ٧٨,	بئر ١=٨٧,٢٩ بئر١١=٧٤,٦٦ بئر١٢=٧٧,٤	بئر١=٧٤,٦٢ بئر٣=٧٢, ٩٤ بئر٤=٨٦,١٢ بئر٥= ٨٣ بئر٨=٨٢,٨٢	بئر٩=٨٨,٥٢ بئر ١=٨٤,٦٤ بئر١١=٨٩,٧٦ بئر١٣=٧١,٢
٩١- ١ % ممتاز			بئر٢=٩٣,٢٤ بئر١٢=٩١,١٤	

اما دليلنوعية المياه لإغراض الري فقد كانت اعلى من مثيلاتها لاغراض ال رب وذلك لكون محددات الري هي اقل ت ددا من محددات ال رب ، حيث أظهرت نتائج حساب معامل نوعية المياه للري ان مياه ابار المدروسة صنفتللى ثلاثة أنوا بالاعتماد على قيم معامل نوعية المياه للري ، النو الاول يمثل مياه مقبولة للري وتمثلت بالابار٧و٦حيث ان ال كل (٦) يوضح قيم دالة الحساسية لكل المتغيرات الداخلة في حساب دليل نوعية المياه للري حيث ان القيمة المرتفعة لايصالية الكهربائية نسبيا ادى الى انخفاضقيمة دالة الحساسية لاحظ ال كل (٦) مما ادى الى جعلها مقبولة للري ،اما النو الثاني فتمثل بالنوعية الجيدة للري وتمثل بالابار١,٣,٤,٥,٨,٩, ١,١١,١٣ حيث كانت قيم دالة الحساسية لـه مرتفعة وبالتالي ارتفا معامل نوعية المياه التي تراوحت بين ٧١,٢%-٨٩,٦% اما النو الاخير فتمثل بنوعية المياه الممتازة للري ووجدت في البئرين ٢و١٢ حيث كانت قيم دالة الحساسية مرتفعة جدا وبالتالي كانت قيمة دليل نوعية المياه للري عالية جدا وتراوحت بين ٩١% و٩٣ %على التوالي . لوحظ عن رسم العلاقة بين قيم الايصالية الكهربائيةودليل نوعية المياه لل رب والري ال كل٧و٨) ان هناك علاقة قوية بينهما حيث بلغ معامل الارتباط ٧, و٧٦, على التوالي حيث يرتفع قيم دليل معامل نوعية المياه مع انخفاض قيم الايصالية الكهربائية . كما وجد عند تطبيق التحليل العاملي Factor analysis ان عاملين رئيسين يتحكمان في نوعية المياه الابار المدروسة كل العامل الاول ٥٩,٥% من التغايرالكلي الكيميائي لعينات مياه الابار المدروسة وكان متمثل بـ ثاثير الملوحة المتمثلة بـ للاملاح الذائبة الكلية والايصالية الكهربائية ،العسرة الكلية ،الكالسيوم ، المغنسيوم والكلوريد وهي تمثل العامل الرئيسي الاول الدي يتحكم في نوعية المياه الابار والتي تساهم في تدهوردليل نوعية المياه في المنطقة (الجدول ٣)بينما كل العامل الثاني ٢١,٣% من التغاير

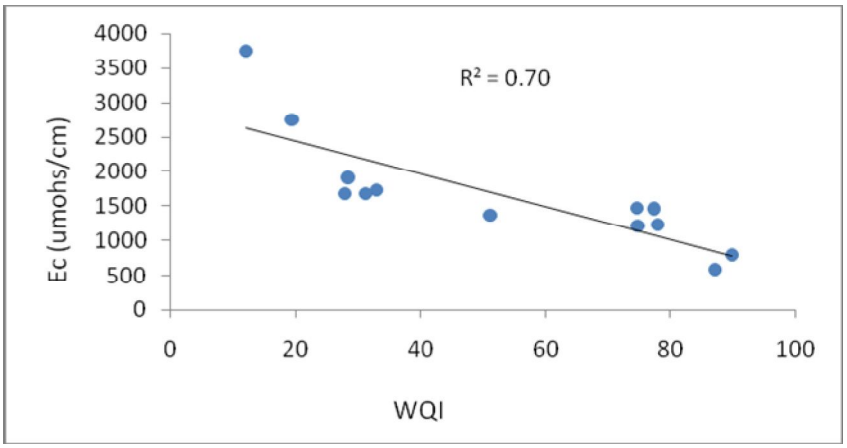
في نوعية المياه ويعود الى تاثير نسبة امتزاز الصوديوم والصوديوم حيث يساهم ايضا في تدني دليل نوعية المياه وبنسة اقل من العامل الاول .



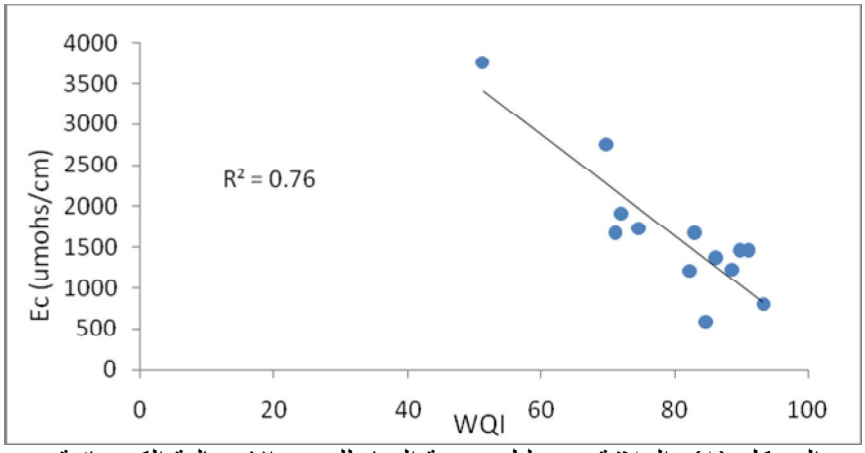
الـ كل (٥) قيم دالة الحساسية للابارمرتبة بالاعتماد على قيم دليلنوعية المياه للـ رب



الـ كل (٦) قيم دالة الحساسية للابارمرتبة بالاعتماد على قيم دليل نوعية المياه للري



الـ كل (٧) العلاقة بين دليل نوعية المياهل رب والايصالية الكهربائية



الـ كل (٨): العلاقة بين دليل نوعية المياه للري والايصالية الكهربائية

الجدول (٣): نتائج التحليل العاملي للنتائج التحاليل الكيميائية بعد اجراء التدوير

المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني
الايصالية الكهربائية	**٠,٩٦١**	٧ ١,
الأملاح الذائبة الكلية	**٠,٩٦٣**	٩ ,
الدالة الحامضية	,٢١٦-	,١١٢-
العسرة الكلية	**٠,٩٨٩**	٤- ,
الكالسيوم	**٠,٩١٠**	٧٤ ,
المغنسيوم	**٠,٩١٩**	,١٣٥
الصوديوم	٧٢ ,	**٠,٩٩١**
البيكاربونات	,٦٤٢	,٣١٣
الكبريتات	,٥٢١	,٦٢٧
الكلوريد	**٠,٩٧٢**	٢ ,
نسبة امتزاز الصوديوم	٧٦ ,	**٠,٩٨٧**
القيم الذاتية Eigen value	٦,٥٤	٢,٣٤
% للتغاير	٥٩,٥	٢١,٣

وعليه يعد دليل نوعية المياه احد وسائل ادارة المياه لاي مصدر مائي حيث انه يوضح التاثير المتكامل لتراكيز المتغيرات والتي تعكس مجال استخدامها في رقم واحد مما يسهل عمل تصانيف ليس فقط في مياه ذات مصادر مختلفة وانما من مياه ماخودة من نفس المصدر ولفترات زمنية مختلفة لمراقبة التغيرات التي تطرا على نوعية المياه كما انه يساعد في عمل مستويات من التصنيف للمياه وليس الاكتفاء بالقول مطابق للمواصفات القياسية للـ ـرب ام لا . أظهرت نتائج احتساب معامل نوعية المياه بـ كل عام أن الابار السطحية جيدة للـ رب بينما الابار العميقة ردئية للـ ـرب وربما يعود السب ان مياه الابار العميقة في المناطق به الجافة والجافة يكون تركيز الايونات والأملاح اعلى من الابار الضحلة بسب الحركة البطيئة للمياه مع زيادة العمق بالإضافة الى أن الابار السطحية تحصل على تغدية مبا رة ومتجددة مما يودي الى تقليل تركيز الأملاح بالمقارنة مع الخزان العميق وزيادة زمن تلامس الماء بالمكونات المعدنية للخزان الجوفي (residence time) في الخزنات العميقة بالمقارنة مع الخزانات الضحلة .

UTILIZE OF WATER QUALITY INDEX TO ASSESSMENT WATER WELLS IN DEBAGH-MAKHUMAR PLAIN N-E OF IRAQ

Umar N. Abdul Qader

Dept. of Soil & Water Resources. /College of Agric. & Forestry / Mosul Univ., Iraq

ABSTRACT

Water quality index (WQI) has been used as a geometric mean method to evaluate and classify 13 wells water, six of them are shallow wells and penetrate quaternary aquifer, the rest are deep wells and penetrate Injana aquifer in Debagh –Makhumar Plain in North East of Iraq. Result showed that Water quality index for drinking purpose range between 12.2 to 89.8% within poor to good class of drinking according to Bhargava classification, all shallow wells were classified within good class for drinking except well 13 which was classified as poor class. While deep wells were classified within poor class except the wells 2 and 4 which were classified within good and fair class , respectively.

Water quality index for irrigation purpose range between 51.6 to 93.2 % within fair to excellent class, all deep and shallow wells were classified within excellent and good class except the wells 6 and 7 which were classified within fair class for irrigation. Factor analysis (FA) was applied to ground water chemistry data and showed that 80.8% of the variance in the original data belong to the impact of salinity,total hardness,calcium,magnesium, sodium, chloride and sodium adsorbtion ratio SAR, these parameters control of ground water quality and contribution to water quality index degradation .

المصادر

الانصاري ، نصير وجاسم ،محمد ضاري وعباس ، حسين علي وسركيس هايك كيغام (١٩٩). الاهمية الاقتصادية والاستراتيجية للمياه الجوفية في العراقبحث غير منـ ور ٢٥١ ص.

Abdul Qader U.N.& I.K, Gazal (2006) Hydrochemical evaluation of ground water resources in Debagh –Makhmuar basin north Iraq , Tikrit Journal of Pure Science 11 (1) :245-249

Anonymous (1983) Guidelines to drinking water quality. World Health Organization, Geneva, 186p.

Anonymous , (1996). Geological map of Mosul quadrangle, scale 1:250,000 Printed and Published in the Establishment of Geological Survey and Mining Baghdad,Iraq

Ayers ,R.S. ,& D.W. Westcot (1989) Water quality for agriculture irrigation and drainage paper ,Rev.1,FAO ,Rome ,Italy 174p.

Bhargava, D. S. (1983). Use of a water quality index for river classification and zoning of the Ganga river. Environmental Pollution, B6:51–67.

Bouwer, H. (1978). Groundwater Hydrology. McGraw-Hill, London, 480P

Lohni,B.N. & G. Todino (1984) .Water quality index for CHAO Phraga River , J. of Env. Eng. Div. ASCE, 110 (6) :1163-1176

Shab,T. Molden ,D.sakth ivadivel , & R.,D. Seckler (2000) The Global Ground Water Situation : Overview of Opportunitute and Challenges . International water Management Institute .Colombo . Sirlinka . 19p

Shihab ,A.S.(2007).Arrangmement of selected wells for irrigation use according to water quality index in Nenavah Governorate, 1 st sci. conference of EPCRE, Mosul University .

Shihab, A.S. & S.M. Al-Rawi (1994) . Application of water quality index to Tigris river within mosul city. Al-Raf Eng.J.4 (3)80-92

Sissakan , V.K. (1992) . The geology of Kirkuk quadrangle , Geosurv , Dept. of Geological Survey .sheet . NI -38-2 , 48 P.