تباين خصائص المياه الجوفية في الهضبة الغربية لمحافظة النجف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

المدرس الدكتور
كامل حمــزة فليفل
كلية الآداب ـ جامعة الكوفة

الاستاذ المساعد الدكتور
عايد جاسم حسين الزاملي
كلية الآداب ـ جامعة الكوفة

المقدمة :

تعد دراسة المياه الجوفية المتمثلة بخصائصها، وصفاتها، وتوزيعها الجغرافي بالاعتماد على التقنيات الحديثة ، ذات أهمية في الدراسات الهيدرولوجية ، لما تقدمه من بيانات ومعلومات دقيقة وبسرعة كبيرة تساعد ذوي الاختصاص في اتخاذ القرارات الصحيحة التي من شأنها أن تختزل الجهد والوقت اللازم للأستثمار الأمثل للموارد الطبيعية المتاحة .

وقد اعتمد الباحث في دراسة خصائص المياه الجوفية لمنطقة الدراسة على تحليل(٤٠) عينة من استمارات انهاء الآبار المحفورة في الهضبة الغربية والصادرة من الهيأة العامة للمياه الجوفية في محافظة النجف ، موزعة على عموم المنطقة .

ـ مشكلة الدراسة : تتلخص مشكلة الدراسة في السؤال التالي :

ما مدى تباين توزيع خصائص المياه الجوفية في الهضبة الغربية لمحافظة النجف ونمذجتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

ـ فرضية البحث :

تذهب فرضية البحث إلى أن هناك تباين واضح في توزيع خصائص المياه الجوفية في الهضبة الغربية لمحافظة النجف ويظهر هذا التباين بشكل واضح من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية .

ـ أهمية الدراسة :

ترجع أهمية الدراسة إلى قلة الاهتمام بالبيئة الصحراوية ومواردها الطبيعية والتي تحتاج إلى تكثيف الدراسات الميدانية بما يخدم المنطقة واستثمار الكثير من مواردها الطبيعية التي لا تزال بعيدة عن متناول الباحثين .

ـ أهداف البحث :

يهدف البحث الى التعرف على الخصائص الفيزياوية والكيمياوية للمياه الجوفية للهضبة الغربية في محافظة النجف ، ومن ثم توزيع تلك الخصائص ونمذجتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وعمل الخرائط التي توضح ذلك من أجل تقييمها واستثمارها وفقاً لذلك .

ـ منهجية البحث :

من اجل الوصول إلى الغاية المتوخاة من الدراسة فقد اتبُع المنهج الوصفي والتحليلي مستعينا بالأسلوب الكمي وتحليل نتائجه بالاعتماد على تحليل العديد من عينات المياه الجوفية موزعة على عموم منطقة الدراسة ونمذجتها وتوزيعا على الخرائط باستخدام برنامج (Arc Gis ٩،٣)

ـ حدود منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي من العراق ، ضمن الحدود الإدارية لمحافظة النجف ، وتشغل ما نسبته (٩٥ %) من مساحتها البالغة (٢٨٨٢٤) كم². أي انها تمتد على مساحة قدرها (٢٧٥٢٨) كم² وتأخذ في امتدادها شكلاً أشبه بالمستطيل الذي يؤلف ضلعه القصير الجنوبي الحدود السياسية للعراق مع العربية السعودية ، في حين تحده من الشمال محافظة كربلاء ومن الغرب محافظة الانبار ، اما من الجهة الشمالية الشرقية فتتواصل حدود منطقة الدراسة مع الحافة الغربية للسهل الرسوبي (غرب نهر الفرات) وفي الجزء الجنوبي الشرقي تحاددها محافظة المثنى ، وهي تمتد فلكيا بين خطي طول (٤٤° ٤٢° - ٤٥° ٤٤°) ودائرتي عرض (٤٥° ٢٩° - ١٩° ٣٢°) .

١ـ مفهوم المياه الجوفية :

وهي المياه التي توجد داخل الشقوق ومسامات الصخور التي تؤلف الغلاف الصخري دون مستوى سطح اليابسة ، وتسمى (المياه الأرضية او المياه الباطنية) (Under Ground Water) وتغلب عليها تسمية المياه الباطنية أو المياه الجوفية (المصدر ١ ص٣٠٥) .

تعد المياه الجوفية أهم المصادر المائية في منطقة الدراسة ، وذلك لوقوعها ضمن المناطق الجافة.

تتباين تلك المياه في خصائصها الفيزياوية والكيمياوية بتباين العديد من العوامل المتمثلة بحجم التساقط المطري وكثافته والبنية الأرضية المتمثلة بالطبيعة الصخرية والتراكيب الخطية ونوعية التضاريس وطبيعة الانحدار ونوعية التربة وقابليتها على الترشيح وكثافة الغطاء النباتي والتاريخ الجيولوجي لمكامن المياه الجوفية.

٢ - اصل المياه الجوفية :-

تعد الامطار في معظم الأحيان المصدر الأساس في تغذية خزانات المياه الجوفية لذا فأن العامل الرئيسي المتحكم في تغذيتها هو كمية الارتشاح في نطاق الدخول (Intake Zone) ، اذ يترشح الماء بعد سقوط الأمطار الغزيرة وتدخل منها كميات كبيرة الى داخل التربة ، بحيث تمتلئ جميع مسامات التربة ، ثم يتحرك الماء نحو الأسفل بفعل الجاذبية حتى يصل الى مستوى المياه الجوفية ، ويطلق على هذه العملية بأسم التجدد(المصدر ٢ ص٩٥) .

ورغم محدودية الأمطار في منطقة الدراسة وتذبذبها ، الا ان تساقطها بشكل فجائي وغزير ينتج عنه سيولاً في فصل الشتاء مع انخفاض قيم التبخر / النتح ، مما يسمح بتسرب كميات الى باطن الأرض بسبب النفاذية العالية للتربة ، اذ تقدر كمية التغذية المطرية لخزانات المياه الجوفية في منطقة الدراسة ب(٠,٦) مليار م^{٣} /سنة (المصدر ٣ ص٣١٩).

يتمثل هذا النوع من المياه ضمن تكويني الدمام والدبدبة في منطقة الدراسة .

أما الأصل الثاني للمياه الجوفية فيتمثل بالمياه الموجودة مع الصخور الرسوبية أثناء ترسيبها ، ويطلق عليها أحيانا بماء الصهير ، فضلاً عن المياه البحرية القديمة والتي يعود تاريخها الى زمن انحسار بحر تثس وتخلف بقايا من مياهه ضمن التكوينات المسامية(المصدر٤ ص٨٦) .

ويتميز هذا النوع من المياه باحتوائه على نسبة عالية من الأملاح وارتفاع درجة حرارته وأعماقه البعيدة ، وقد يتسرب جزء من هذه المياه الى المستويات القريبة من سطح الارض ويختلط بالنوع الأول من المياه وتظهر الى السطح بصورة ينابيع (المصدر٥ ص١٤١) ،ويتمثل هذا النوع من المياه بخزان الفرات(المصدر٤ ص٨٦).

وهناك نوع ثالث لمصادر المياه الجوفية في منطقة الدراسة ، هو نهر الفرات وجداوله المتفرعة منه باتجاه منطقة الدراسة والذي يصب معظمها في منخفض بحر النجف ، اذ تسهم في تغذية المياه الجوفية من خلال ارتشاح كميات كبيرة عبر تكوين الفرات الموازي لمجرى نهر الفرات.

تتسرب عن طريق الشقوق والتجاويف الى المكامن القريبة من الينابيع ، لتصعد ثانية الى السطح بشكل ينابيع بسبب الضغط الهيدروستاتيكي الناتج عن الفرق بين منطقتي التغذية والتفريغ (المصدر٦ ص٦٩) .

فضلاً عن وقوع معظم عيون منطقة الدراسة على صدع أبو الجير والمتمثل بخط العيون الذي يمتد بين مدينتي كبيسة والسماوه غرب العراق .

٣ـ المكامن الرئيسية :ـ

يوجد في منطقة الدراسة ثلاثة مكامن مائية جوفية (Aquifers) رئيسية هي :

أ ـ مكمن رسوبيات العصر الرباعي :

يمتاز هذا المكمن بضحالة عمقه ويتباين من منطقة الى اخرى ، وتكون المياه في هذه المنطقة عالية الملوحة ، حيث بلغ مجموع الأملاح الذائبة (TDS) ، في بعض المواسم حوالي (٥٠٠٠٠) ملغم/لتر وهي بذلك اشد ملوحة من مياه البحار والتي يبلغ ملوحتها (٣٥٠٠٠) ملغم/لتر ، وعلى سبيل المقارنة مع منطقة اخرى ضمن هذا المكمن فهي تتراوح في هضبة النجف ـ كربلاء بين (٣٠٠٠ ـ ٤٠٠٠) ملغم/لتر(المصدر٧ ص١٢٩).

ب ـ مكمن تكوين الفرات :ـ

يعد هذا المكمن ضمن رواسب العصر الثلاثي (المايوسين) وتكون مياهه معرضة إلى ضغط يؤدي إلى رفعها ارتوازياً ، يتغذى هذا المكمن من مياه الأمطار ومن نهر الفرات وجداوله المتفرعة ، فضلاً عن تغذيته من طبقة المياه الموجودة في تكوين الدمام (الايوسين) الذي يتعاقب مع تكوين الفرات بشكل غير توافقي ،يعد هذا المكمن من المكامن المحصورة (المصدر٨ ص٩٣) ،يتكون من صخور جيرية دولومايتة مارلية ، بعض طبقاته متكهفة ومنخورة ومتشققة مما يكسبها صفة النفاذية ، سيما ان هذه الطبقات محصورة بطبقات صخرية غير نفاذه من الاطيان .

هنالك طبقتين صخريتين ضمن طبقات هذا التكوين ، وتعتبر خزانين للمياه الجوفية ، يعرفان بالخزان المائي الاول والثاني لتكوين الفرات ،يفصلهما طبقة من الصخور المارلية .

تصل نسبة الملوحة في مياه مكمن الفرات الى حوالي(٥٠٠٠) ملغم/لتر(المصدر٧ ص١٣٠) .

ج ـ مكمن تكوين الدمام :

يتكون مكمن الدمام من الحجر الجيري الدولوماينى مع المارل وحجر الصوان ، وقد اظهرت النتائج المختبرية من الآبار المحفورة ضمن هذا التركيب ، أن النفاذية تتراوح بين(٠,١ـ ١٦) ساعة /يوم ويتراوح معدل التفريغ بين (٨٦ ـ ٥٩٤٠) م٣/يوم ويصل منسوب المياه الى حوالي (٨٠ ـ ١٠٠) م

في المناطق المجاورة لبحر النجف (المصدر٨ ص١٣٤) ، اما في المناطق الجنوبية الغربية لمنطقة الدراسة يصبح مكمن تكوين الدمام المكمن الرئيسي في تلك المناطق وينعدم وجود المكامن الاخرى للمياه بسبب تلاشي وجود صخور تكوين الفرات او قلة سمك تكشفاته السطحية فضلاً عن قلة سمك غطاء التربة والترسبات الحديثة التي تشكل مكمن المياه الاول في منطقة الدراسة .

تكون نوعية مياه هذا المكمن بشكل عام (كبريتية)ذات اصل جوي وغالباً ما تختلط مياه الدمام مع مياه مكمن الفرات في مناطق التصدعات التركيبية .يتراوح مجموع المواد الصلبة المذابة بين (١٠٠٠ ـ ٥٠٠٠) ملغم/لتر (المصدر٧ ص١٣١).

٤ ـ مظاهر المياه الجوفية

تظهر المياه الجوفية في منطقة الدراسة بعدة اشكال ، منها العيون او الينابيع Springs والآبار Wells بأنواعها ، سواء الارتوازية أو الاعتيادية وهي كما يأتي :

أ ـ العيون

وهي عبارة عن مياه تنبثق تلقائياً من باطن الأرض الى سطحها عن طريق فتحة او منطقة محدودة المساحة ويتكون عندها مجرى او مجاري مائية تختلف أطوالها باختلاف كمية التصريف المائي للعيون (الينابيع) (المصدر٩ ص٢).

ترتبط مياه الينابيع في المنطقة بالتكاوين الجيولوجية السائدة، ولهذا تتباين خصائص مياهها الكيميائية والفيزيائية على وفق نوع الصخور المرشحة للمياه وتركيبها الصخري، ويتفق تركزها ، تماشياً مع الامتداد الطولي لانتشار العيون في الباديتين الشمالية والجنوبية من العراق والمسمى بخط العيون والذي يمتد من ناحية كبيسة (٢٠ كم غرب هيت) في الشمال الغربي من العراق وحتى مركز قضاء السماوة (محافظة المثنى) في الجنوب الشرقي ، ويرتبط توزيعها العام مع امتدادات واتجاهات نطاق فالق هيت ابو – الجير وفالق الفرات ، حيث تعمل هذه الصدوع او الفوالق كمنافذ لتسرب او تدفق المياه الجوفية ذات الاصول المختلفة .

ومن هذه العيون (الحياضية والغريبة والرويز والرهبان وشجيج والرحبة وسيد حمادي والرهيمة و الاساويد وسيد سعيد وقلعة مسلم وحاج حسين وخربانة والجرثمي ومعتوك والمستراحة) (المصدر١٠ ص٦٥).

ومما تجدر الإشارة إليه إن اغلب هذه العيون انخفضت إنتاجيتها او نضبت مياهها ، كما في عين الرحبة ويرجع السبب في ذلك الى كثرة الآبار السطحية او الارتوازية التي حفرت في السنوات الأخيرة مما زاد من كميات المياه المسحوبة يقابلها قلة التغذية والرشح الأمر الذي أدى إلى تناقص مناسيب

المياه الجوفية وحال دون تدفقها ، وكذلك بسبب الإهمال الذي تعرضت له هذه العيون حيث يتطلب الأمر متابعة تنظيف فتحاتها من الرسوبيات الهوائية والمائية .

ب ـ الآبار

تقسم الآبار إلى نوعين رئيسين، أولهما المسمى الآبار الاعتيادية والتي تحفر إما يدوياً وتستثمر فيها المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض أو تحفر بوسائل ميكانيكية متطورة وتسمى آنذاك بالآبار الآلية وهي تستثمر المياه الجوفية الأكثر عمقاً والأغزر إنتاجا من سابقتها وثانيهما ما يكون انبثاق المياه منها بشكل تلقائي جراء الضغط الهيدروليكي وتسمى حينئذ بالآبار الارتوازية.

يتوزع وجود الآبار في أماكن عدة من منطقة الدراسة أهمها الآبار المحفورة في هضبة النجف ـ كربلاء و منطقة الوديان السفلى ،ومنطقة الحجارة وتم اخذ (٤٠) عينه منها ، جدول (١) وخريطة (١) لغرض تحليل أهم خصائصها وعلى النحو الآتي :

جدول (١) خصائص مياه الآبار في الهضبة الغربية لمحافظة النجف

ال بئر	الاحداثيات شرق	الاحداثيات شمال	العمق /م	الانتاجية /لتر	EC/مليمو ز/سم	TDSملغم /لتر	PHملغم /لتر	Naملغم /لتر	Mgملغم /لتر	Caملغم /لتر	Clملغم/ لتر	ملغم/لتر So٤	HCO٣ملغ م/لتر
١	٤٤,١٩	٣٠,٥٩	١٧٢	٥	٣٨٥٠	٤٥٣٥	٨,٢	٢٨٢	١٩٤	٦٩٣	٤٩٣	٢٢٠٨	١٧٩
٢	٤٣,٥٤	٣٠,٠٩	٢٧٤	/	٢٩٩٨	٣٥٦٥	٨,١	١٥٩	١٥١	٥٧٥	١٧٢	١٩٤٦	١٥٦
٣	٤٤,٠٨	٣١,١٣	١٤٥	٤,٥	٣٠٠٠	٣١٤١	٨,٣	١٧٣	١٦٢	٣٨٧	٦٥٣	١٢٥٨	١١٢
٤	٤٣,٥٨	٣١,٠١	١١٩	٤,٤	٣٨٢٠	٣١٥١	٧,٩	٢٨١	١٥٥	٣٧٢	٥٧٨	١١٦٢	١٨٣
٥	٤٣,٤٦	٣١,٣٥	١٨٧	٣,٥	٣٦٤٠	٤٣٢١	٧,٤	٣٦٥	٢٠٠	٤٦٨	٤٦٤	١٩٠٦	٢٠٨
٦	٤٣,٣٤	٣٠,٤٨	١٧٢	٤,٦	٣٦٨٠	٨٥٦	٨	٥٠	٤٣	١١٣	٨٢	٢٣١	٢٥٨
٧	٤٣,٠٠	٣٠,٤٥	١٢٢	٤,٧	٢٦٠٠	٣٩١٠	٨,٢	٢١٣	١٥٧	١٩٨	٢٤٢	٢٠٧٣	١٢١
٨	٤٣,٠٤	٣٠,٤٨	١٧٠	٤	٢٨٠٠	٢٨٤٣	٧,٩	٢٢٠	١٣٤	٣٦٨	٣٢٤	١٢٧٧	١٧٠
٩	٤٣,٠٦	٣٠,٥٢	١٢٥	٥,٧	٢٨٩٧	٢٩١٩	٨,١	١٦١	١٠٩	٤٢٢	٢٠٩	١٤١٢	١٠٦
١٠	٤٣,١٩	٣١,٠٥	١٣٦	٦	٣٩٩٦	٢٧٦٢	٨	٨٣	١٦١	٤٠٨	٢٠٤	١٤٣٥	٩٦
١١	٤٣,١٠	٣١,٢٣	١٥١	٥	٣٢٠٠	٢٩٠٥	٨	٧٤	٢٠٢	٣٢٨	٣١٠	١٢٤٠	١٠٠
١٢	٤٣,٤٦	٣١,٠٠	١٤٥	٣٦	٤٠٠٠	٣٠٧٦	٨,٢	٣٦٣	١٤٥	٤٥٥	٤٦٥	٢٠٠٨	٢٧٥
١٣	٤٣,٤١	٣١,٢٣	١٥٠	١٠	٣٤٥٠	٣٠٠٠	٧,٦	١١٤	٥٠٠	٥٢٠	٣٥٨	١٣٢٤	١٢٢
١٤	٤٤,٢٧	٣١,٢٨	١٠٠	٦,٥	٣٥٠٠	٤٦٠٠	٧,٨	٥٤٣	١٧٦	٣١٨	١٢٩٧	٩٣٥	١٥٣

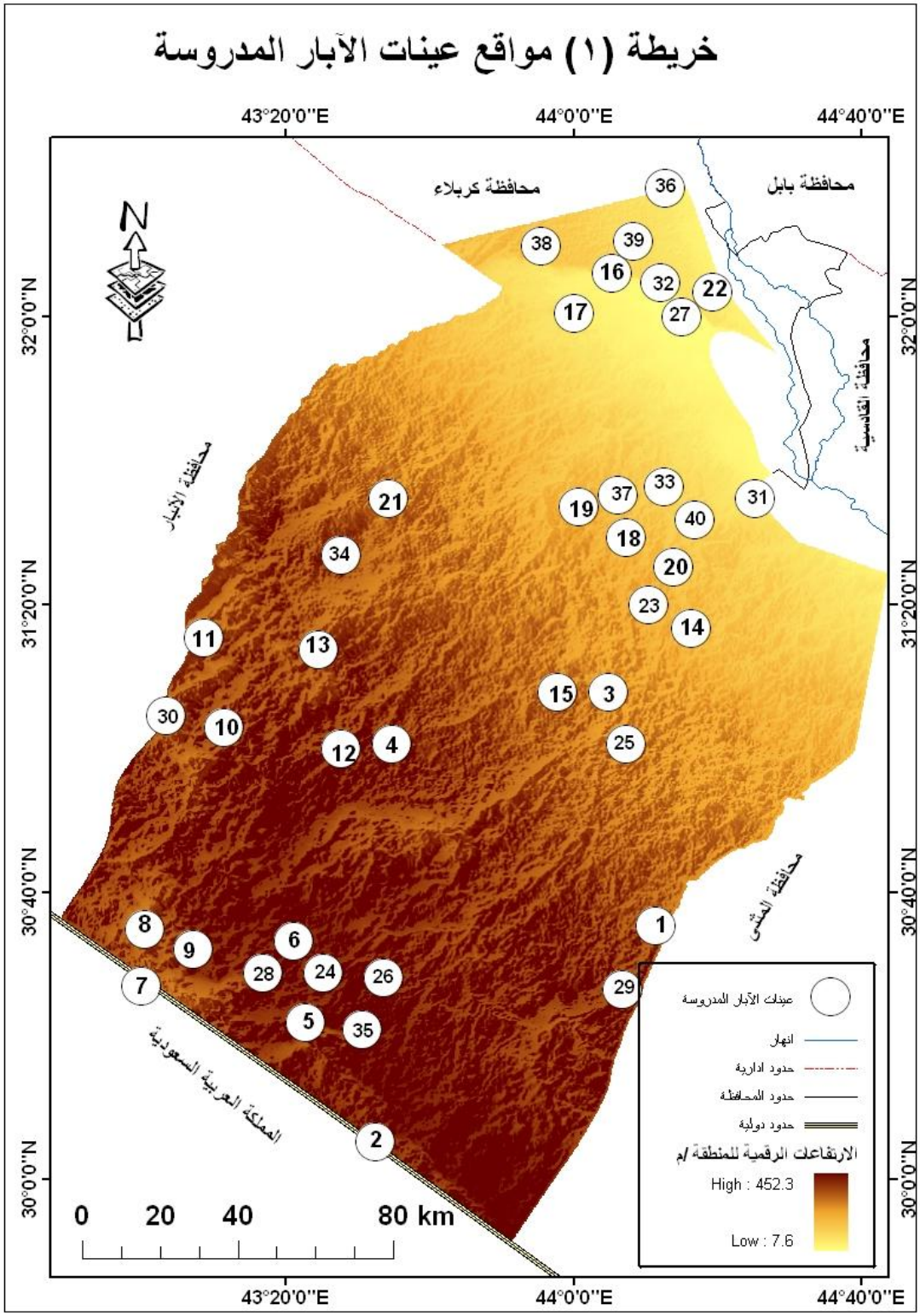
تابع جدول (١) خصائص الآبار

الرقم البئر	الاحداثيات شمال	الاحداثيات شرق	العمق م	الانتاجية لتر/ث	EC مليموز/سم	TDS ملغم/لتر	PH ملغم/لتر	Na ملغم/لتر	Mg ملغم/لتر	Ca ملغم/لتر	Cl ملغم/لتر	So٤ ملغم/لتر	HCO٣ ملغم/لتر
١٥	٤٤,٠٢	٣١,١٣	١٤٦	٢,٥	٣٥٠٠	٣١٢٣	٨,١	٦٢٥	١٦٢	٣٥٤	٥٥٣	١١٩٠	١٠٩
١٦	٤٤,١٨	٣٢	١٥٥	٧,٥	٤٠٠٠	٤٠٨٠	٧,٩	٥٢٦	٥٠٠	٥١٢	١٦٥	١٣٤٢	١٢٢
١٧	٤٤	٣٢,٠١	٣٣	٦,٦	٤٧٨٠	٦٨٥٠	*	*	*	*	*	*	*
١٨	٤٤,١٢	٣١,٤٩	٦٠	٢	٤٣٠٠	٢١٩٨	٧,١	٢٣٥	١٣٦	٣٣٦	٤٢٦	١١٦٢	١٥٥
١٩	٤٤,٠١	٣١,٥٦	١٥٠	٣٠	٣٨٥٠	٢٥٠٠	٧,٧	١٢٣	٦٠٠	٣٦٠	٤٢٦	١١٥٢	١٨٠
٢٠	٤٤,٢٣	٣١,٤٢	٧٤	٢٠	٤٨٠٠	٢٦٩٥	٧,٥	٢٩٦	١٤٠	٣٣٦	٤١٥	١٣١٥	١٥٠
٢١	٤٣,٥٧	٣١.٥٨	١٥١	٣٣	٤٠٠٠	٢٤٤٠	٧,٩	*	٤٢٠	٤٠٠	٣٥٧	*	٨٥
٢٢	٤٤,٣٢	٣٢,٠٦	٤٧	٤,٥	٧١٢٥	١٠٠٠٠	٨,٢	٧٣٠	٣٢٨٧	١٣٩٣	٣١٧١٠	١٦٩٧٨	٢٦٦
٢٣	٤٤,٢٢	٣١,٣٥	١٣٨	١٣,٥	٢٠٠٠	٤٠٠٠	٧,٩	٦٠٧	١٨٣	٣٠٢	١٣٤٩	٧٦٨	١٤٦
٢٤	٤٣,٤٢	٣٠,٤٨	١٨٦	٥,٥	٣٥٠٠	٢٨٠٠	٧,٨	٢٩٧	١٦٧	٣٧١	٢٩٤	١٣٠٩	١٥٥
٢٥	٤٤,١٢	٣١,٠١	١٠٢	٤	٢٦٠٠	٤٧٠٠	٨	٦١٥	١٥٦	٣٤٤	٤٦٧	١٦٧٠	١٧١
٢٦	٤٣,٥٦	٣٠,٤٧	١٩٨	٣	٣٤٨٠	٢٩٥٠	٧,٩	١٦٣	١٢٥	٢٧٥	٢٧٠	١٢٣٦	١٦٠
٢٧	٤٤,٢٥	٢٥	١٥٠	١٥	٣٨٠٠	٤٣٠٠	٨	٥٦٠	١٧٣	٤٥٠	٤٢٥	١٨٥٦	١٦٤
٢٨	٤٣,٢٨	٣٠,٤٨	١٥٨	٣,٥	١١٦٢	٢٦٠٠	٧,٥	١٥٤	١٣٠	٣٠٦	٣١٠	١١٥٠	١١٥

تابع جدول (١) خصائص الآبار

البئر	الاحداثيات شرق	الاحداثيات شمال	العمق/م	الانتاجية/لتر	EC/مليموز/سم	TDSملغم/لتر	PHملغ/م	Naملغ/م	Mgملغ/م	Caملغ/م	Clملغ/م	ملغم/لتر So٤	HCO٣ملغم/لتر
٢٩	٤٤,١٦	٣٠,٤٢	١٩٠	٥	٤٥٠٠	٤٤٩٠	٨,١	٢٨٠	١٩٠	٦٩٠	٤٨٥	٢٢٠٠	١٨٠
٣٠	٤٣,٠٥	٣١,١٤	١٢٧	٦	٣٢٠٠	١٣٣١	٧,٩	٨٧	١٥٩	٣٩٥	٢١٨	١٣٩٧	٩٢
٣١	٤٤,٤٢	٣١,٥٨	٣٢	٧	٤٥٠٠	٢٧٣٠	٧,٨	٢٩٧	١٣٥	٣٣٠	٤١٠	١٣٠٠	١٤٥
٣٢	٤٤,٢	٣٢,٠٨	٤٥	٦	٣٥٠٠	٦٣٠٠	٧	٩٨٠	١٥٠٨	٥٨٨	*	٢٢٤٠	٢٣٥
٣٣	٤٤,٢٣	٣١,٥٧	٧٥	٦,٥	٤٥٠٠	٥٣٢٥	٨	٦٤٠	١٤٠	٢٨٥	٣٩٧	١١١٠	١٥٢
٣٤	٤٣,٤٦	٣١,٤٥	١٥٠	٨	٣٥٠٠	٢٥٥٠	٨	١٨٥	٣٨٠	٣٨٦	٣٥٤	١٢٢٢	١٤٥
٣٥	٤٣,٥١	٣٠,٣٥	٢٤٧	٥	٢٨٠٠	٢٩٣٠	٨	١٥٢	١٢٢	٢٧٢	٢٦٣	١٢١٩	١٤٧
٣٦	٤٤,٢١	٣٢,٣	٥٠	٥	٥٠٠٠	٨٠٠٠	*	*	*	*	*	*	*
٣٧	٤٤,٠٩	٣١,٥٥	١٢٠	٦	٤٥٠٠	٤٦٣٥	٨,١	٥٩٥	١٨٣	٢٦٠	٢٩٥	١٣١٠	١٥٦
٣٨	٤٤,١	٣٢,١	٥٠	٧	٤٤٧٠	٤٦٠٠	٧,٨	٦٤٠	٢٢٠	٣٧٥	٢١٩	١٩٤٠	١٨٥
٣٩	٤٤,١	٣٢,١٧	٥٠	٧	٤٠١٠	٤٤١٢	٨	٦٠٥	١٨٧	٣٣٦	٢١٥	١٧٩٥	١٧٧
٤٠	٤٤,٢٨	٣١,٥٣	٨١	٨	٤٥٧٠	٤٩٢٠	٧,٩	٧٠٤	١٥٢	٣٦٦	٥١٠	١٢٢٥	١٧٥
المعدل			/	٨,٣	٣٧٥٣	٣٨٢٦	٧,٨	٣٧٢	٣١٦,٩	٤١١	١١٥٩	١٧١٢	١٥٠

المصدر : الهيأه العامة للمياه الجوفية في محافظة النجف ، استمارات انهاء الآبار ، بيانات غير منشورة .


خريطة (١) مواقع عينات الآبار المدروسة
43°20'0"E
44°0'0"E
44°40'0"E
32°0'0"N
31°20'0"N
30°40'0"N
30°0'0"N
N
محافظة كربلاء
محافظة بابل
محافظة القادسية
محافظة الانبار
محافظة المثنى
المملكة العربية السعودية
0 20 40 80 km
عينات الآبار المدروسة
انهار
حدود ادارية
حدود المحافظة
حدود دولية
الارتفاعات الرقمية للمنطقة /م
High : 452.3
Low : 7.6

المصدر : بالأعتماد على١ ـ جدول رقم (١) ٢ ـ مخرجات برنامجي Arc map٩,٣ و Gobel mapper ١١

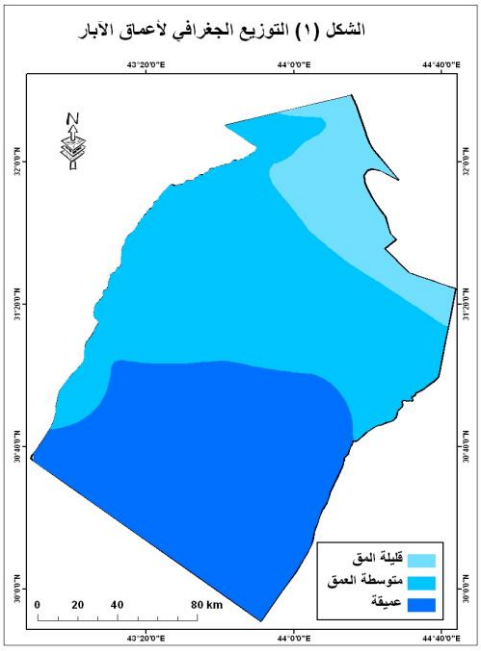
أولاً ـ تحليل الخصائص الطبيعية :

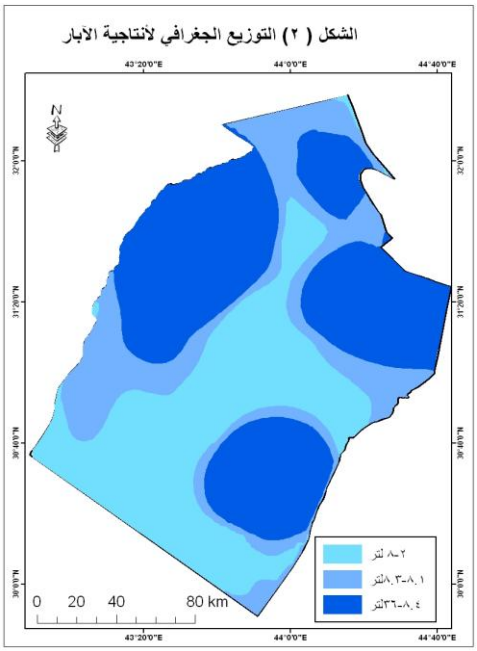
١ ـ العمق :

تختلف أعماق الآبار من مكان إلى آخر بتباين ارتفاع سطح الأرض ، وهي تتباين في أعماقها بين (٢٥) م في منطقة بحر النجف إلى أكثر من (٢٠٠)م في مناطق شرق ناحية الشبكة .يتبين من خلال التوزيع المكاني للآبار ، وجود علاقة طردية بين ارتفاع سطح الأرض وطبقة أعماق الآبار حيث تتركز أكثر الآبار عمقاً عند المناطق المرتفعة(المصدر ١١ ص٨-٩) ، واقل الآبار عمقا عند منطقة بحر النجف بعمق (٢٥م)، الشكل (١) وتتدرج المنطقة بالارتفاع نحو الجنوب والجنوب الغربي ، وعند مطابقة خريطة الارتفاع مع خريطة الانحدار وجد توافق مع التدرج في انحدار السطح، يدل على ذلك تركز العيون والآبار عند خط العيون المسمى (فالق ابو الجير) وهذا ما يتفق مع نمط التصريف السطحي الذي يؤدي دوراً رئيساً في تواجد المياه الجوفية للمنطقة .

٢ـ الإنتاجية :

تتباين إنتاجية الآبار إذ بلغ معدل الإنتاجية (٨,٣)لتر/ثا ، وان تباين هذا التصريف في عينات منطقة الدراسة بين أعلى من المعدل في سبعة آبار كان أعلاها في التصريف البئر (١٢) بإنتاجية بلغت (٣٦) لتر/ثا أما الأقل من المعدل فتمثلت في ثلاثة وثلاثون موقعا كان أدناها عند البئر (١٨) بإنتاجية بلغت (٢)لتر/ثا، يعكس هذا التباين في الإنتاجية الى طبيعة الانحدار والنوع الصخري والمساحة الحوضية والشكل (٢) يوضح التوزيع الجغرافي لإنتاجية الآبار في منطقة الدراسة .





المصدر :اعتمادا على جدول(١) وبرنامج ArcMap٩,٣

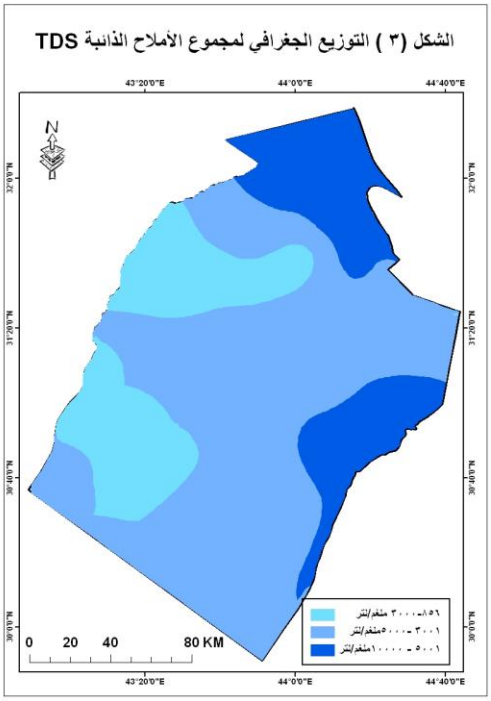
ثانياً ـ تحليل الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية :

١ ـ خصائص التوزيع المكاني لمجموع التوصيل الكهربائي EC :

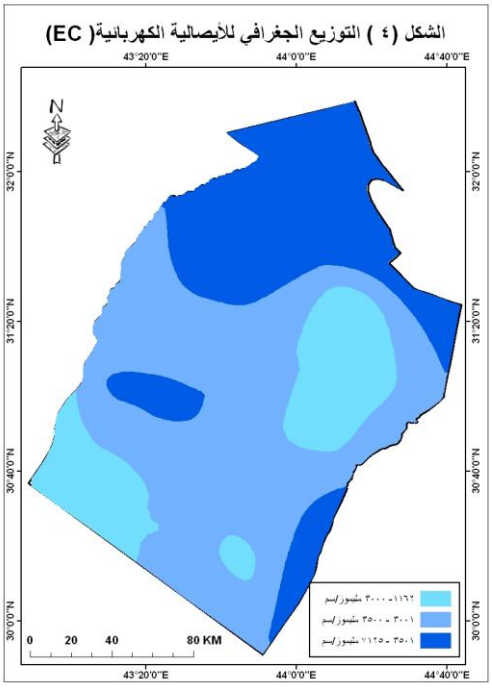
يعتمد التوصيل الكهربائي على مجموع الأملاح الذائبة في أثناء القياس ويقاس بوحدة المليموز بالسنتمتر، فكلما زادت الأملاح زاد التوصيل الكهربائي، كما يلاحظ من الجدول (١) والشكل (٤) إن معدل التوصيل الكهربائي بلغ (٣٧٥٣) مليموز/سم، وكانت القيم الأعلى من المعدل في مجموع التوصيل الكهربائي قد سجل في عشرون بئراً ، أعلاها عند هضبة النجف في البئر (٢٢)حيث سجل(٧١٢٥)مليموز/سم أما الآبار التي سجلت قيما اقل من المعدل فقد بلغت عشرون بئرا أيضاً، بلغ أدناها في منطقة الشبكة في البئر (٢٨) اذ بلغ (١١٦٢)مليموز/سم .

٢ ـ خصائص التوزيع المكاني لمجموع الأملاح الذائبة (T.D.S)

من خلال نتائج الجدول (١) والشكل (٣) يتبين أن معدل الأملاح الذائبة بلغ معدلها لجميع لآبار منطقة الدراسة يبلغ (٣٨٢٦)ملغم/لتر، وسجلت الآبار التي زاد تركيز أملاحها عن المعدل تسعة عشر بئرا كان أعلاها عند البئر (٢٢) في منطقة هضبة النجف ـ كربلاء (١٠٠٠٠ملغم/لتر) وأدناها في البئر(٦) عند منطقة الشبكة (٨٥٦ملغم/لتر) ، أما الآبار التي قل فيها تركيز الأملاح الذائبة عن المعدل فقد بلغت إحدى وعشرون بئراً معظمها عند خط العيون على فالق أبو الجير ،والسبب يعود إلى انخفاض أملاحها إلى تجدد مياهها .



الشكل (٣) التوزيع الجغرافي لمجموع الأملاح الذائبة TDS



الشكل (٤) التوزيع الجغرافي للأيصالية الكهربائية(EC)

المصدر :اعتمادا على جدول(١) التحليل الكيميائي لعينات الابار باستخدام التحليل الاحصائي لبرنامج ArcMap٩,٣

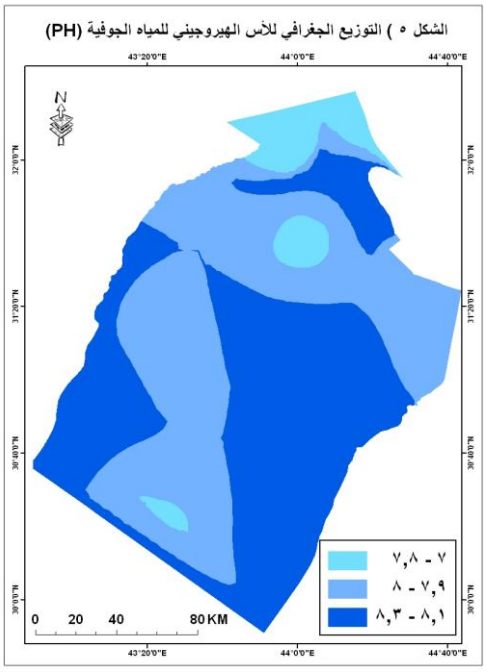
٣ـ خصائص التوزيع المكاني لمجموع الأس الهيدروجيني PH

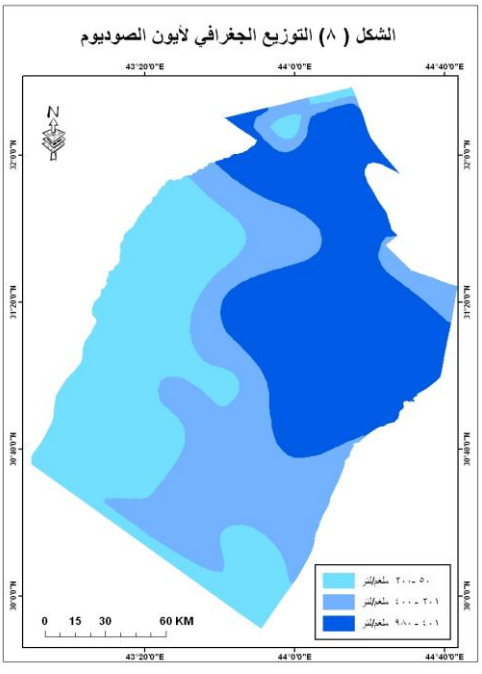
هو مقياس لحامضية أو قاعديةالمياه الجوفية ويعبر عنه بالتركيز الفعّال لايون الهيدروجين(H_2)، فعندما تكون قيمة (**PH**) اقل من (٧) يكون محلولا حامضيا، واما اذا زادت قيمته عن (٧) فيكون قاعديا وعند (٧) فهو متعادل عند درجة الحرارة والضغط الاعتياديين، ومن الجدول (١) والشكل (٥) يتبين ان معدل الأس الهيدروجيني قد بلغ (٧,٨) وتراوحت القيم لأعلى من المعدل لسبعة وعشرون بئرا كان أعلاها عند البئر(٣) اذ بلغ فيه(٨,٣)، أما الأقل من المعدل فقد تمثلت في تسعة آبار، هذا يعود الى اختلاف التكوينات الصخرية التي تغطي منطقة الدراسة .

٤ـ خصائص التوزيع المكاني لايون الصوديوم Na^{+2}:

يوجد في الأصل من تجوية بعض صخور المتبخرات، كما يوجد في المياه الطبيعية وهو قابل للقياس ومن خلال الجدول (١) والشكل (٨) الذي يوضح التوزيع المكاني للصوديوم في المنطقة وتبين ان معدل القيم لايون الصوديوم قد بلغ (٣٧٢) ملغم/لتر وقد سجلت أعلى القيم في خمسة عشر بئراً وكان أعلى القيم (٩٨٠) ملغم/لتر في البئر (٣٢)، اما القيم التي اقل من المعدل فقد تركزت في خمسة وعشرون بئراً سجلت ادناها عند البئر (٦) بقيمة(٥٠) ملغم /لتر .

شكل وجود ايون الصوديوم نسبة كبير في منطقة الدراسة لوجود طبقات ملحية في التراكيب الجيولوجية السائدة في المنطقة، لاسيما في منطقة بحر النجف، كما ان وجوده بكميات كبيرة يؤثر في نفاذية التربة، ومن ثم قلة حركة المياه فيها.





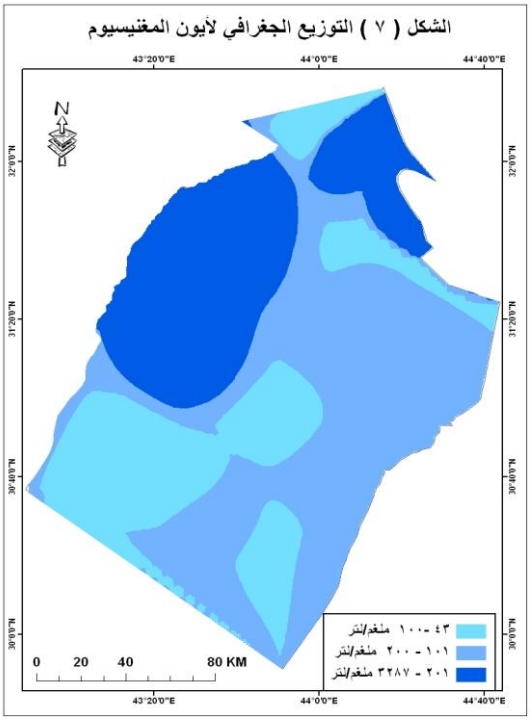
المصدر :اعتمادا على جدول(١) التحليل الكيميائي لعينات الابار باستخدام التحليل الاحصائي لبرنامج ArcMap٩,٣

٥ـ خصائص التوزيع المكاني لايون المغنيسيوم Mg^{+2} :

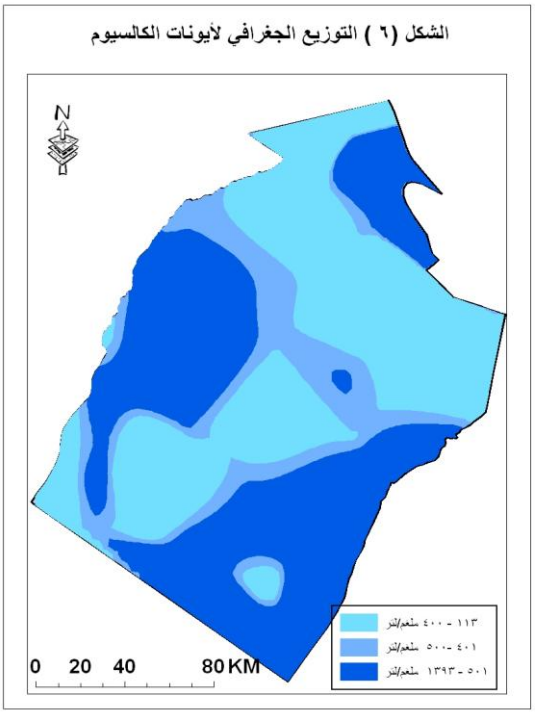
يعد الدولومايت الواسع الانتشار في الصخور الرسوبية والحجر الكلسي والمعادن الطينية من المصادر الأساسية لايون المغنيسيوم، ومن خلال الجدول (١) والشكل (٧)الذي يوضح توزيع المغنيسيوم في منطقة الدراسة والذي سجل معدلا قدره (٣١٦,٩) ملغم /لتر، اذ تباينت القيم في توزيعها فأعلى المعدلات سجلت في سبعة آبار كان أعلاها قيما في البئر (٢٢) اذ بلغ فيه (٣٢٨٧)، أما الأقل من المعدل فقد شملت ثلاثة وثلاثون بئراً سجل أدناها عند البئر (٦) بقيمة (٤٣) ملغم /لتر .

٦ـ خصائص التوزيع المكاني لايون الكالسيوم Ca :

يتبين من الدراسة التحليلية للجدول (١)، والشكل (٦) توزيع ايون الكالسيوم ca^{+2} في منطقة الدراسة، اذ سجلت القيم معدلا قدره (٤١١) ملغم /لتر، وسجلت القيم الأعلى من المعدل في أحد عشر بئراً وكانت أعلى القيم عند البئر (٢٢) في هضبة النجف ـ كربلاء حيث سجل (١٣٩٣) ملغم /لتر، أما القيم دون المعدل فقد شملت تسعة وعشرون بئراً سجل اقل قيمة قدرها (١١٣) ملغم /لتر، في البئر (٦) ويعود ذلك الى وجود الصخور الجبسية والكلسية في منطقة الدراسة.



الشكل (٧) التوزيع الجغرافي لأيون المغنيسيوم



الشكل (٦) التوزيع الجغرافي لأيونات الكالسيوم

المصدر :اعتمادا على جدول(١) التحليل الكيميائي لعينات الابار باستخدام التحليل الاحصائي لبرنامج ArcMap٩,٣

١ خصائص التوزيع المكاني لايون الكلورايد Cl^-:

وهو من العناصر السريعة الذوبان في المياه الطبيعية وهو قليل الانتشار في القشرة الارضية ويتكون في المياه الجوفية من اربعة مصادر :

أ ـ الكلور في المياه البحرية القديمة والمحصورة في الترسبات .

ب ـ محلول ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) والموجود في ترسبات المتبخرات.

ج ـ التركيز بواسطة التبخير للكلور العائد الى المطر والثلج .

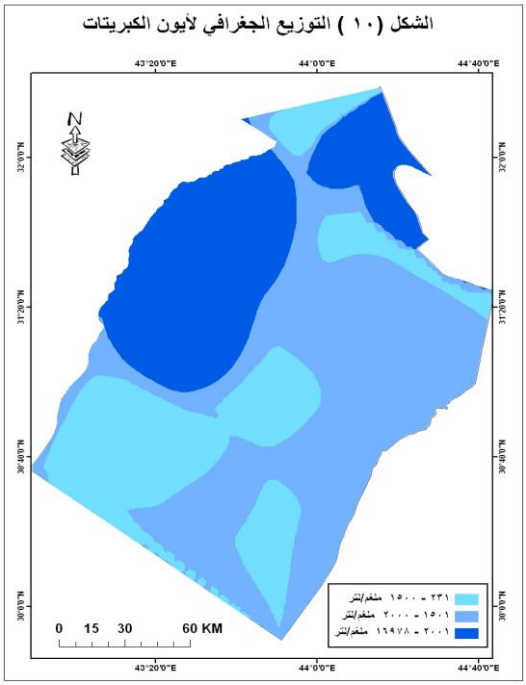
د ـ المحلول الجاف الساقط من الجو والذي يكون موجودا في المناطق الجافة(المصدر١٢ ص٢٨٤).

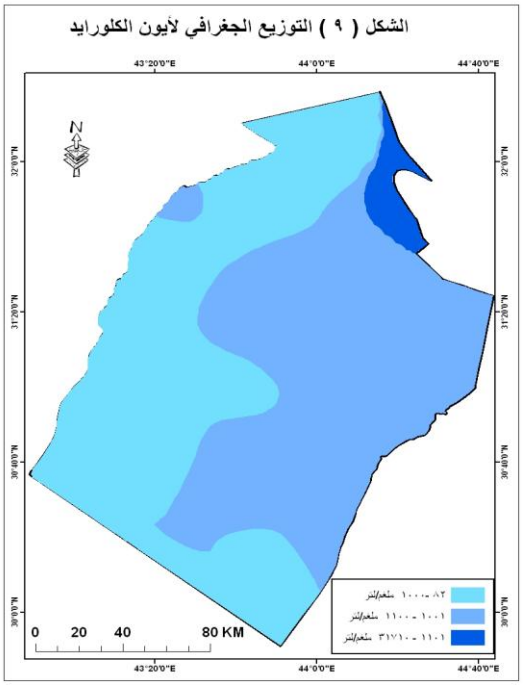
ويبين الجدول (١) والشكل (٩) التوزيع المكاني للكلورايد في منطقة الدراسة، ومنه يمكن ان نوضح ان معدل ايون الكلورايد في عينات الآبار (١١٥٩) ملغم/لتر، تباينت قيمتها الأعلى من المعدل ثلاثة آبار، سجل أعلاها البئر (٢٢) بقيمة (٣١٧١٠) ملغم/لتر ، أما أدنى من المعدل فقد سجلت في أربعة وثلاثون بئراً ، كان أدناها قيمة (٨٢) ملغم/لتر في البئر (٦) ، في حين لم تسجل قيم في ثلاثة آبار .

التوزيع المكاني لايون الكبريتات So_4^{-2}

تشتق ايونات الكبريتات الموجودة في المياه من محلول ومعادن الكبريتات في الصخور الرسوبية او من حامض الكبريتيك، الذي يأتي من الجو او من تحلل المواد العضوية، ومن استخدام الأسمدة الكيميائية في الزراعة مما يسبب تغير في طعم المياه الى طعم مر ، يتضح من الجدول (١) و الشكل (١٠) لايون الكبريتات ان معدل القيم بلغ (١٧١٢)ملغم/لتر ، وقد تركزت القيم الأعلى من المعدل في احد عشر بئراً وكانت أعلى القيم (١٦٩٧٨)ملغم/لترفي البئر (٢٢) ، أما أدنى القيم فقد تركزت في ستة وعشرون بئراً سجل البئر (٦) أدناها بقيمة (٢٣١)ملغم/لتر ولم تسجل قيم في ثلاثة آبار.

ويرجع وجود التراكيز القوية لايون الكبريت الى وقوع بعض الآبار في المناطق التي تحوي على الجبس .

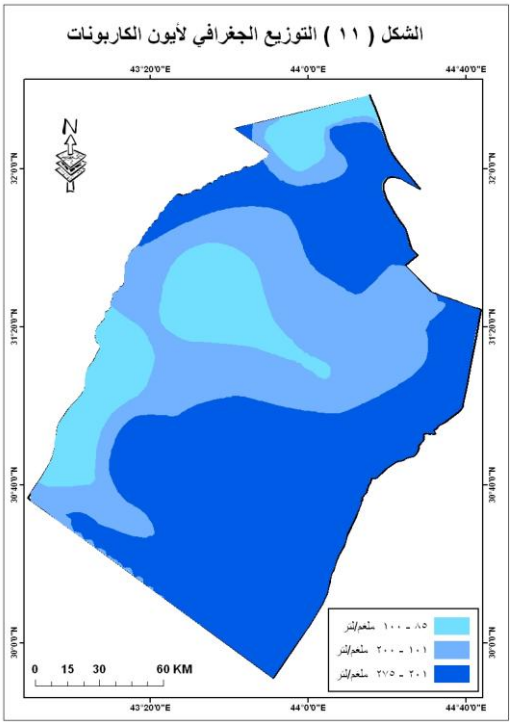




المصدر :اعتمادا على جدول(١) التحليل الكيميائي لعينات الابار باستخدام التحليل الاحصائي لبرنامج ArcMap٩,٣

التوزيع المكاني لايون البيكاربونات HCO_3^-

تعد الصخور الكلسية المصدر الرئيس للبيكاربونات في المياه الجوفية ، فضلاً عن مياه الأمطار التي تحتوي على ثاني اوكسيد الكاربون وهذان العاملان يعدان مصدر القلوية ،إذ تتأثر البيكاربونات بالأس الهيدروجيني، فاذا قلت قيمته عن (٨,٢) فان ايون الكاربون يتحد مع ايون الهيدروجين ويتحول الى بيكاربونات (المصدر ١٢ص ١٣٩) والجدول (١) والشكل (١١) يوضحان التوزيع المكاني للبيكاربونات في منطقة الدراسة وتبين ان معدل القيم لايون البيكاربونات (١٥٠)ملغم/لتر، وتباينت القيم في اعلى من المعدل في اربعة وعشرون بئراً اذ بلغت أعلى القيم (٢٧٥) ملغم/لتر في البئر (١٢) ، أما الأقل من المعدل فقد سجلت في ستة عشر بئراً وكان أدناها عند البئر (٢١) بقيمة(٨٥)ملغم/لتر .



المصدر :اعتمادا على جدول(١) التحليل الكيميائي لعينات الابار باستخدام التحليل الاحصائي لبرنامج ArcMap٩,٣

تقييم المياه الجوفية لإغراض الشرب .

من مقارنة النتائج المستخلصة لتحليل عدد من عينات الآبار مع الحدود المقترحة لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب من منظمة الصحة العالمية (WHO ١٩٩٦) جدول (٢)تبين ان المياه الجوفية في كل العينات غير صالحة للشرب لارتفاع الايونات الموجبة والسالبة وكذلك ارتفاع الملوحة الكلية.

جدول (٢) حدود تراكيز الايونات الموجبة والسالبة والملوحة للمياه الصالحة للشرب بحسب (WHO ١٩٩٦)

ت	الخاصية	الحد المرغوب به مليموز/سم	الحد الاقصى المسموح مليموز/سم
١	PH	٨,٥- ٧	٩,٢ – ٦,٥
٢	T.D.S	٥٠٠	١٥٠٠
٣	Cl^-	٢٠٠	٦٠٠

٤	So_4^-	٢٠٠	٤٠٠
٥	Mg ++	٥٠٠	١٥٠
٦	Ca ++	٧٥	٢٠٠
٧	TH(العسرة)	٢٥٠	٥٠٠

المصدر: يوسف صالح اسماعيل الشمزيني،التقييم الجيومورفولوجي لسهل ديبكة،اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، ٢٠٠٨، ص١٤٧.

أما صلاحية المياه الجوفية لشرب الحيوانات فقد قورنت نتائج التحاليل لعينات الآبار المدروسة مع المواصفات القياسية للخدمات الصحية العامة في الولايات المتحدة الأمريكية جدول(٣) . ومن مقارنة (الجدولين) وجد أن نسبة(٨٥%)من الآبار تصنف مياهها ضمن النوعية الضعيفة والتي تراوحت بين (٢١٩٨ ـ ٥٠٠٠) مليموز/سم بالنسبة الى(T.D.S) وتكون مقبولة لجميع أنواع الحيوانات وان نسبة (٧,٥%) كانت ضمن النوعية الضعيفة جداً والتي تراوحت بين (٥٠٠٠ ـ ٦٨٥٠) مليموز/سم في الآبار (٣٣ ، ٣٢ ،١٧) وهي أيضاً مقبولة لجميع الحيوانات باستثناء الدواجن ، في حين كانت نسبة (٥%) من الآبار ضمن الحدود الغير مقبولة والتي تراوحت بين (٨٠٠٠ ـ ١٠٠٠٠) مليموز/سم في الآبار (٣٦ ، ٢٢) وهي تصلح للأبقار والأغنام فقط ، اما النسبة الباقية والتي تمثل (٢,٥%) والتي تعد النسبة الوحيدة المقبولة في البئر (٦) والتي كانت قيمتها (٨٥٦) مليموز/سم وهي صالحة لجميع الحيوانات .

جدول (٣)

تصنيف المياه لشرب الحيوانات حسب المواصفات القياسية للخدمات الصحية العامة في الولايات المتحدة الأمريكية

T.D.S ppm	النوعية	الحيوانات
اقل من ١٠٠٠	جيدة مقبولة	الدواجن إلى حد ٢٨٦٠
٣٠٠٠ـ٥٠٠٠ ٥٠٠٠ـ٧٠٠٠	ضعيفة ضعيفة جداً	الخيول إلى حد ٧٥٠٠
أكثر من ٧٠٠٠	غير مقبولة	الأبقار إلى حد ١٠٠٠٠ الأغنام إلى حد ١٢٩٠٠

المصدر: محمود عبد الحسين جويهل ،دراسة الصفات الفيزياوية والكيمياوية واحتمالية تلوث المياه الجوفية في منطقة شثاثة - محافظة كربلاء ،رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ،جامعة بغداد ،٢٠٠٠.

تقييم المياه الجوفية لاغراض الزراعة :

صنفت مياه منطقة الدراسة لغرض الزراعة بحسب نظام مختبر الملوحة الأمريكي على خصائص (**EC**)مليموز/سم و(**T.D.S**) ملغم/لتر وقد صنف هذا النظام المياه الجوفية على أربعة أصناف كما في الجدول (٤)، واعتمادا على الجدول(١) الذي يبين تحليل عينات الآبار ومن خلال مقارنة قيم قابلية التوصيل الكهربائي وكمية الأملاح الذائبة يمكن ان نستنتج ما يأتي:

تبين أن نسبة(٩٨%)من الآبار تصنف مياهها تحت الصنف C٤ عالي الملوحة جداً للتوصيلة الكهربائية وان نسبة (٢%) فقط كانت ضمن صنف C٣ عالي الملوحة في البئر (٢٨)

ـ وان نسبة (٩٨%) أيضاً من الآبار تصنف مياهها ضمن C٤ عالي الملوحة جداً بالنسبة لكمية الاملاح الذائبة وان نسبة (٢%) فقط تصنف ضمن C٣ عالي الملوحة في البئر (٦).

الجدول (٤) تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي للزراعة بحسب قابلية (EC) و(T.D.S)

ت	صنف المياه	Ec))مليموز/سم	(T.D.S) ملغم/لتر	مدى الملاءمة
١	C١ قليل الملوحة	٢٥٠-١٠٠	١٦٠-٠	الماء ملائم لاغلب النباتات ولمعظم الترب مع احتمال قليل جدا لنشوء ملوحة التربة
٢	C٢ متوسط الملوحة	٧٥٠-٢٥٠	٤٨٠-١٦٠	الماء ملائم للنباتات جيدة التحمل للاملاح في حال وجود غسل جيد
٣	C٣ عالي الملوحة	٢٢٥٠-٧٥٠	١٤٤٠-٤٨٠	الماء ملائم للنباتات المقاومة للملوحة وعلى ترب جيدة البزل مع ضرورة نظام بزل وغسل جيد للتربة
٤	C٤ عالي الملوحة جدا	٢٢٥٠- ٥٠٠٠	١٤٤٠- ٣٢٠٠	الماء ملائم للنباتات المتحملة جدا للملوحة على تربة نفاذة وجيدة البزل مع وجود غسل شديد للاملاح

المصدر: يوسف صالح اسماعيل الشمزيني، التقييم الجيومورفولوجي لسهل ديبكة،مصدر سابق، ص١٤٨.

المستخلص

يهدف البحث إلى الكشف عن تباين خصائص المياه الجوفية في الهضبة الغربية لمحافظة النجف وإظهار هذا التباين في صورة توزيع مساحي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بطريقة (النمذجة) لعينات من الآبار ، بلغت (٤٠) عينة ، غطت معظم منطقة الدراسة والبالغة مساحتها(٢٧٥٢٨) كم٢ .
وقد تناول البحث أولاً الخصائص الفيزياوية والتي شملت تحليل العمق والإنتاجية ومعرفة قيمها وظهر قلة العمق في العينات التي تقع ضمن منخفض بحر النجف وزيادة الأعماق بالاتجاه نحو الحدود مع المملكة العربية السعودية ، كما تناول البحث تحليل الخصائص الفيزياوية الأخرى المتمثلة بالأس الهيروجيني والتوصيل الكهربائي .
ودرس البحث ثانياً تحليل الخصائص الكمياوية والمتمثلة بتحليل (مجموع الأملاح الذائبة□□□□ والكبريتات والكاربونات والكالسيوم والمغنيسيوم والكلور والصوديوم) وقد أظهر التحليل تباين في تلك الخصائص نتيجة الاختلاف في نوعية الصخور ومادتها الأولية ، فضلاً عن عامل الانحدار ونوعية التغذية للمياه الجوفية ومدى ملائمة المياه لمختلف الاستعمالات بحسب التصانيف العالمية ، وخلص البحث الى عدة نتائج .

.الاستنتاجات

١ ـ تباين أعماق المياه الجوفية ضمن الهضبة الغربية لمحافظة النجف ، اذ تقل أعماق المياه في حوض بحر النجف وتزداد أعماقها كلما اتجهنا باتجاه الغرب والجنوب الغربي للحدود مع المملكة العربية السعودية ..

٢ـ تباينت الإنتاجية بين (٢ ـ ٣٦) لتر بحسب التركيب الصخري والانحدار والتغذية المائية للمياه الجوفية .

٣ـ تبين ان جميع العينات لا تصلح لشرب الإنسان ، ويصلح بعضها لأنواع معينة من الحيوانات (الأبقار والأغنام) .

٤ـ معظم العينات تصلح لزراعة عدد من المحاصيل النباتية مثل القمح والشعير بطريقة الري بالرش أو التنقيط .

الهوامش

_____

١ ـ كربل ، عبد الآله رزوقي ، علم الأشكال الأرضية الجيومورفولوجيا ، جامعة البصرة ، ١٩٨٦.

٢ـ أبو سعدة ، محمد ، هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة ، الجمعية الجغرافية الكوينية ، الكويت ، ط١، ١٩٨٣.

٣ـ الراوي ،محمد بهجت ثامر ، هيدرولوِجية حوض بحر النجف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية بن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠٠٧.

٤ـ عثمان ، مصطفى كامل ، التباين المكاني لخصائص الموارد المائية في محافظة النجف ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠٠٢.

٥ـ محسوب ، محمد صبري ، العمليات الجيمورفولوجية ، دار الثقافة للنشر ، القاهرة ، ١٩٨٥.

٦ـ الزاملي ، عايد جاسم ،الأشكال الأرضية في الحافات المتقطعة بين بحيرتي الرزازة وساوه وعلاقتها بالنشاط البشري ، مصدر سابق .

٧ـ العطية ، موسى جعفر ،ارض النجف التاريخ والتراث الجيولوجي والثروات الطبيعية ،مؤسسة النبراس للطباعة والنشر ، النجف ط١ ، ٢٠٠٦ .

٨-Varoujan.K.Sisa kian.geogogy of iraqi western desert .Iraqi Bulletin of Geology and Mining .special .op.cit.

٩ـ حسين ، يحيى عباس ،الينابيع المائية بين كبيسة والسماوة واستثماراتها ،أطروحة دكتوراه (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ،١٩٨٩ .

١٠ـ عبد ، أحمد يحيى ، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة التباين المكاني للموارد الطبيعية في الهضبة الغربية في محافظة، مصدر سابق.

١١-Salah, Hamad,Geostatistical analysis of groundwater levels in the Water resource department, south Al Jabal AlAkhdar area using GIS, General Water Authority، ٣٢٧١٨ ٢٠٠٩ GIS Ostrava , Benghazi, Libya.

١٢ـ ستريلر، آرثر آن ، أسس علم الأرض ، ترجمة وفيق حسين الخشاب ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ،١٩٨٦.

١٣ ـ كريم صالح عبدول، فسلجة العناصر الغذائية في النبات، جامعة صلاح الدين، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ،جامعة الموصل، ١٩٨٨.

١٤ـ العاني ، رقية أحمد محمد أمين ، جيومورفولوجية سهل السندي ، أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠١٠.