جامعة المنصورة
كليـة الآداب

التمثيل الخرائطى للخصائص النوعية للمياه الجوفية وأثرها على صلاحيتها للإستخدامات البشرية بمنخفض الفرافرة بالصحراء الغربية

إعـــداد

محمد ربيع إسماعيل

باحث لدرجة الماجستير بقسم الجغرافية

كلية الآداب– جامعة دمياط

إشـــراف

أ.د. صلاح معروف عماشة

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب – جامعة المنصورة

مجـلة كلـية الآداب – جامعـة المنصـورة
العدد الثامن و الستون – يناير ٢٠٢١

التمثيل الخرائطى للخصائص النوعية للمياه الجوفية وأثرها على صلاحيتها للإستخدامات البشرية بمنخفض الفرافرة بالصحراء الغربية

محمد ربيع إسماعيل

باحث لدرجة الماجستير بقسم الجغرافية

كلية الآداب– جامعة دمياط

ملخص البحث

تعد المياه الجوفية المصدر الأساسى للحصول على المياه بمنخفض الفرافرة، وذلك بسبب ندرة الأمطار وعدم توفر مصدر آخر للحصول عليها، فضلا عن إستخدامها فى كافة الأنشطة، لذا كان من الضرورى إجراء الدراسات حول نوعية هذه المياه، للوقوف على مدى صلاحيتها وتأثيرها على الإستخدامات البشرية المختلفة، وفى سبيل تحقيق ذلك تم اختيار أكثر من ١٠٠ بئر مياه بمنخفض الفرافرة المتمركز وسط لصحراء الغربية المصرية بمساحة ١١٤٧٤,٧ كم٢ ، وأخذت منها عينات للمياه وإجراء التحاليل المعملية لعدد من العناصر مثل الأملاح الذائبة، والعسرة الكلية، ودرجة الpH، والتوصيل الكهربى، والصوديوم، والبوتاسيوم والكالسيوم، والكلور والكبريتات، بالإضافة لعنصرى الحديد والمنجنيز، وأظهرت النتائج تقارب درجات تركيز جميع العناصر من الحدود الدنيا لها طبقا لتصنيف منظمة الصحة العالمية عام ١٩٩٦، الأمر الذى أكد على أن المياه الجوفية بالمنخفض تصلح لجميع الإستخدامات كالشرب، والزراعة، والصناعة وغيرها من الإستخدامات، وذلك بعد التخلص من نسبة الحديد الذائدة بها وخاصة فى المياه المخصصة للشرب .

كلمات مفتاحية *: المياه الجوفية – منخفض الفرافرة – نوعية المياه*

Abctract :

Groundwater is the main source for obtaining water in the Farafra Depression, due to the scarcity of rain and the lack of another source to obtain it, as well as its use in all activities, so it was necessary to conduct studies on the quality of this water, to determine the extent of its suitability and its impact on various human uses, In order to achieve this, more than 100 water wells were selected in the Farafra Depression, located in the middle of the Egyptian Western Desert, with an area of 11474.7 km2, from which water samples were taken and laboratory analyzes of a number of elements such as dissolved salts, total hardness, pH, electrical conductivity, sodium and potassium Calcium, chlorine and sulfate, in addition to the elements of iron and manganese, and the results showed the convergence of degrees of concentration of all elements from the lower limits according to the classification of the World Health Organization in 1996, which confirmed that the groundwater in the depression is suitable for all uses such as drinking, agriculture, industry and other uses. After getting rid of the excess iron in it, especially in the drinking water.

المقدمــة:

يمثل إعداد الخرائط للخصائص النوعية للمياه الجوفية محوراً رئيسياً ومهماً فى عملية إستغلالها وإدارتها، كونها تحدد مناطق تواجد المياه للإستخدامات المختلفة كالشرب والزراعة والصناعة وغيرها، فإدارة المياه الجوفية لا تتوقف عند معرفة خصائص الخزان الهيدرولوجية وكمية المخزون الجوفى وإمكانية الحصول عليها، بل تمتد لدراسة نوعية المياه ومدى صلاحيتها لقيام المشروعات إعتمادا عليها، وتتباين نوعية المياه الجوفية من خزان لآخر نظراً لتأثرها بنوعية الصخور التى تمر خلالها، وأيضا زمن بقاء هذه المياه فى تلاحم مع الوحدات الصخرية والتى تعمل على زيادة أو نقصان المواد الذائبة بالمياه الجوفية، وبصورة عامة لا توجد المياه الجوفية بشكل نقى بل تحتوى على مواد عالقة وأخرى ذائبة تحدد نوعيتها وغالبا ما تحتوى على قيم عالية من المكونات الذائبة وهذا بسبب كثرة تعرض المياه الجوفية للمواد القابلة للذوبان داخل التكوين الجيولوجى (درادكة، ٢٠٠٦، ص ٤٧٦)، كما أن المياه الجوفية خالية عموما من المواد الصلبة العالقة، وعلميا فهى لا تحتوى على مواد عضوية أو بكتيريا مقارنة بالمياه السطحية ولذا فإن المياه الجوفية تعد أكثر

صحية إذا كانت قيم الأملاح الذائبة بها منخفضة (بركات، ٢٠٠٨، ص ٦١).

موقع ومساحة منطقة الدراسة :

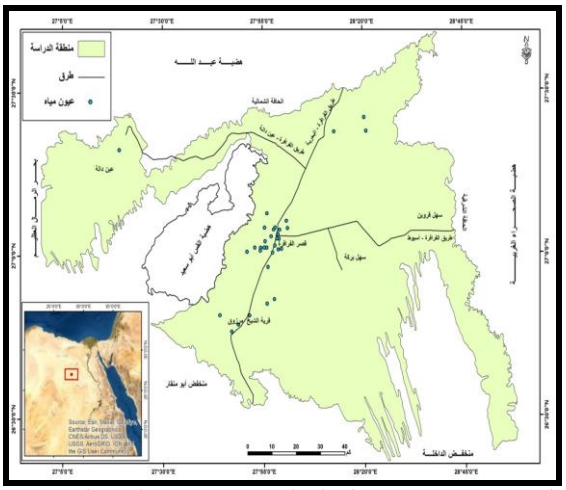
يقع منحفض الفرافرة فى الجزء الأوسط من الصحراء الغربية المصرية، ويتبع إداريا محافظة الوادى الجديد، حيث يوجد على مسافة ٣٠٠ كم غرب أسيوط، وعلى بعد ٦٥٠ كم من مدينة القاهرة، منحصراً بين منخفض الواحات البحرية شمالاً ومنخفض الداخلة جنوباً، ويمتد بين خطى طول ٠٠ ٢٧° ، ٣٠" ٤٥ ـ ٢٨° شرقا، وبين دائرتى عرض ٤٥" ٣٠ ـ ٢٧° ، ٢٠ ـ ٢٦° شمالا، وتبلغ مساحته ١١٤٧٤,٧ كم٢ تقريبا، ويحيط بالمنخفض حافات واضحة من الشمال والشرق يبلغ متوسط إرتفاعها ٣٠٠ متر عن منسوط سطح البحر، ومن الجنوب يفتقد المنخفض لوجود حافة واضحة حيث يتدرج الإرتفاع وصولاً إلى المنطقة الفاصلة بينه وبين منخفض الداخلة وأبو منقار، ويحده من الغرب بحر الرمال العظيم، كما فى شكل (١) .

أسباب اختيار الدراسة :

نظرا لقلة موارد المياه السطحية بالمنخفض وإعتماد السكان على المياه الجوفية فى كافة الإستخدامات، فكان لابد من معرفة خصائص هذه المياه لتحديد مدى جودتها وصلاحيتها للإستخدامات المختلفة، وتتمثل أسباب اختيار الدراسة فى الآتى :

١- الأهمية النسبية لمنخفض الفرافرة وتمتعه بمقومات جاذبة للإستثمارات المختلفة إعتمادا على وفرة المياه الجوفية وجودة التربة.

٢- تنوع إستخدامات المياه الجوفية واستخدامها فى كافة الأنشطة دون مراعاة لخصائصها مما يضر بالسكان وعمليات الزراعة .



المصدر : من عمل الطالب إعتمادا على الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc GIs 10.3

شكل (١) موقع منخفض الفرافرة

١.١. مشكلة الدراسة :

يعانى منخفض الفرافرة من قصور واضح فى الدراسات الخرائطية التى توضح خصائص المياه الجوفية وذلك للحد من إستنزاف كميات كبيرة من المياه دون معرفة سماتها أو أماكن تواجد المياه الصالحة للشرب أو الزراعة أو غيرها من الإستخدامات .

١.٢. تساؤلات الدراسة :

١- كيف يمكن تحليل الخصائص النوعية للمياه الجوفية لتمثيلها على الخرائط والوقوف على التباينات فى تلك الخصائص؟

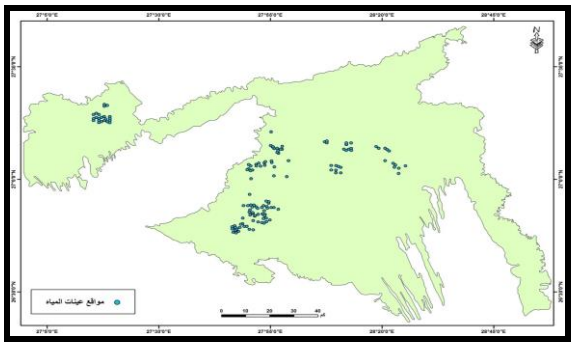
٢- هل يمكن الاعتماد على تقنيات GIS فى إعداد خرائط رقمية لتوضيح مدى إمكانية استثمار المياه الجوفية فى المنخفض؟

١.٣. هدف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية تضم نتائج تحليل عينات المياه الجوفية لإستخدامها فى التمثيل الخرائطى لها وتوزيعها على خرائط وبيان الإختلافات المكانية لخصائص المياه، وذلك للوصول إلى أقصى إستفادة منها وتحديد أنسب الإستخدامات لها فى ضوء هذه الخصائص والعوامل المؤثرة فيها .

١.٤. مناهج وأساليب الدراسة :

تعتمد هذه الدراسة على المنهج التحليلى فى رصد أهم خصائص المياه الجوفية وتحديد أهم سماتها، وذلك من خلال أسلوب جمع البيانات والمعلومات ويتمثل فى جمع عدد ١٤٤ عينة من الآبار المختلفة ومن مناطق متفرقة، كما فى شكل (٢) وتحليلها المعملى، أما الأسلوب الثانى فهو الأسلوب التقنى وذلك باستخدام تقنيات GIS فى إدخال نتائج تحليل العينات ومواقع الآبار، واستخدام العمليات الإحصائية لتوضيح توزيعها المكانى عن طريق أمر (IDW) الموجود ضمن قائمة Geostatistical Analyst Tools .



شكل (٢) مواقع عينات المياه بمنخفض الفرافرة

١.٥. الدراسات السابقة :-

تتنوع الدراسات التى تناولت المنخفض حيث تنقسم إلى :

١- دراسات جيولوجية :-

دراسة (Abdel-Aziz,1968) والتى تناولت جيولوجية بعض رواسب الكريتاسي و الايوسين بالمنخفض ، بينما تناول (Sanad,1969) جيولوجية وهيدرولوجية منخفض الفرافرة ، كما درس (Labib,1971) التركيب الجيولوجى للطبقات

السطحية وتحت السطحية للمنطقة ، وتناول (Zaghloul,1983) جيولوجية المنطقة الممتدة فيما بين أبو منقار – الفرافرة – عين دالة ، وتناولت دراسة (Mahmoud,1989) جيولوجية رواسب الزمن الرابع و الآثار الأركيولوجية القديمة بالمنخفض .

٢- دراسات جغرافية :-

دراسة جودة فتحى متولى (١٩٨١) منخفض واحة الفرافرة دراسة إقليمية ، وصابر أمين سيد (١٩٨١) الجوانب الجيومورفولوجية فى المنخفض ، وتناول عويس أحمد الرشيدى (٢٠٠٢) أشكال البلايا و جيومورفولوجيتها بالمنخفض ، و أما دراسة أشرف أبو الفتوح (٢٠٠٧) فتناولت أشكال الكارست فى المنخفض من الناحية الجيومورفولوجية ، وتناول شريف صابر (٢٠٠٧) الأثر الجيومورفولوجى للرياح على الأنشطة المختلفة للسكان و استقرارهم فى مناطق بعينها فى المنخفض ، فى حين تناول حسن أبو زيد (٢٠٠٧) المشكلات البيئية

المختلفة فى منخفض الفرافرة وأبو منقار ، و دراسة محمدى شعبان محمدى (٢٠٠٩) تناول فيها الأشكال الأرضية الناتجة عن فعل الرياح بالمنخفض ، وتناولت دراسة هانى كمال إبراهيم (٢٠١٤) الأخطار الجيومورفولوجية فى المنخفض ، و أخيرا دراسة فرحات عبد الغنى إسماعيل (٢٠١٧) و التى تناولت جيومورفولوجية الأشكال الرملية المختلفة فى الأجزاء الشرقية من منخفض الفرافرة .

يتضح لنا من خلال العرض السابق تركيز الدراسات الجغرافية رغم قلتها على الظاهرات الجيومورفولوجية و أشكالها و العوامل المؤثرة فيها ، و أيضا أثر بعضها على الاستقرار البشرى ، لذلك كان الهدف من هذه الدراسة تسليط الضوء على خصائص المياه الجوفية وتحديد مدى صلاحيتها للإستخدامات المختلفة .

١.٦. إعداد خرائط الخصائص النوعية للمياه الجوفية :

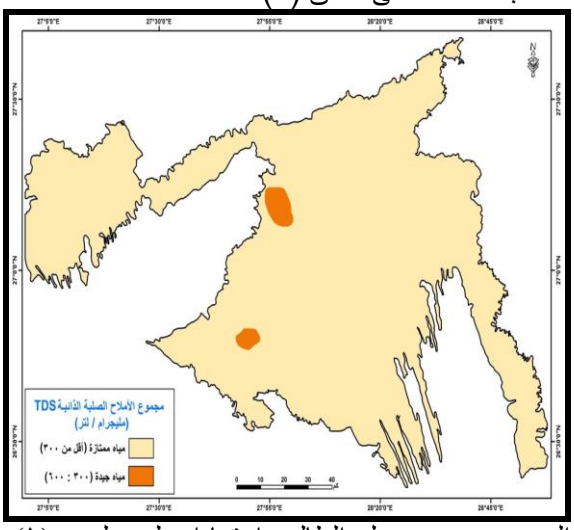
٩. ١.١ خرائط الأملاح الكلية الذائبة TDS :

يقصد بها مجموع المواد الصلبة فى الماء ذوبانا حقيقيا بحيث تبقى مع المياه بعد عملية الترشيح، وتنشأ هذه الأملاح أثناء عملية تحلل الصخور الدلومايتية والكلسية والحبسية الموجودة داخل الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه، وتعد من أهم المؤشرات فى تحديد نوعية المياه وتحديد استعمالاتها ونوع المعالجة المطلوبة، حيث إن زيادة نسبة الأملاح الذائبة فى المياه الجوفية تجعله غير صالح للاستعمالات المنزلية والصناعية (حسين، ٢٠١١، ص ١٢٥)، واعتمد الطالب فى تصنيف نوعية المياه طبقا لدرجات تركيز الأملاح الذائبة على تصنيف منظمة الصحة العالمية ١٩٩٦ (ملحق٢) كما فى جدول (١) وشكل (٣).

جدول (١) نوعية المياه الجوفية طبقا لتركيز مجموع الأملاح الذائبة TDS

نوعية المياه	قيمة TDS (مليجرام / لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
ممتازة	أقل من ٣٠٠	١٣٧	٩٥,١
جيدة	٣٠٠ : ٦٠٠	٧	٤,٩

المصدر : WHO, 1996, P367 والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٣) تركيز الأملاح الصلبة الذائبة بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

يتبين من تحليل جدول (١) وشكل (٣) مايلى :

- يتراوح تركيز الأملاح الذائبة من ٩٧ مليجرام/لتر كأدنى تركيز ببئر الشيخ مرزوق ٥٧ إلى ٣٨٠ مليجرام/لتر كأعلى تركيز ببئر الشيخ مرزوق ١٣
- تصنف نوعية المياه إلى ممتازة وهى التى يكون تركيز الأملاح الذائبة فيها أقل من

٣٠٠ مليجرام / لتر ، وتمثلت فى معظم عينات الدراسة بعدد ١٣٧ بئر بنسبة ٩٥,١ % من إجمالى عدد العينات، كما تصنف إلى مياه جيدة وهى التى يتراوح تركيز الأملاح الذائبة مابين ٣٠٠ : ٦٠٠ مليجرام / لتر وضمت ٧ عينات بنسبة ٤,٩ %، وبذلك فإن نوعية المياه الجوفية بالمنخفض جيدة تصلح للعديد من الاستخدامات .

٩. ١. ٢. الأس الهيدروجينى pH :

هو عبارة عن مقياس لنشاط أيون الهيدروجين ومدى تأثيره فى خصائص الماء، وتتأثر قيم الأس الهيدروجينى بتركيز مركبات الكربونات والبيكربونات الذائبة فى الماء وذلك لأن أغلب المياه الطبيعية تميل إلى القلوية، وارتفاع قيمة الـ pH أو انخفاضها لها تأثير على التفاعلات الحيوية والكيميائية فى الماء، وأيضا يؤثر على تآكل الأنابيب لما له من دور هام فى التفاعل مع الحديد والمنجنيز (أبو سمور، ٢٠٠٩، ص ٢٦٩)، وبتطبيق ذلك على عينات منطقة الدراسة كما فى جدول (٢) وشكل (٤) .

جدول (٢) درجات الحموضة والقلوية بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

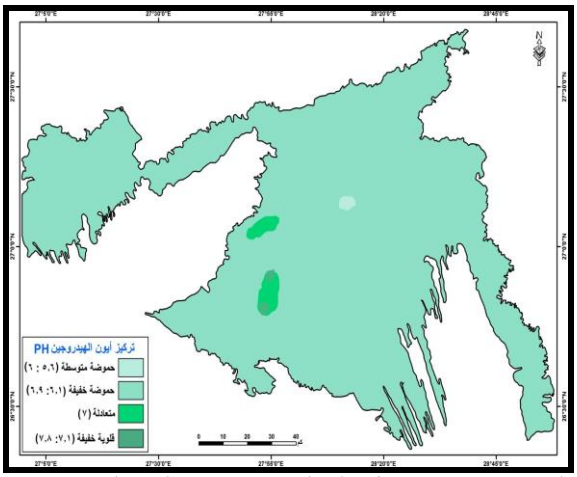
حالة المياه	رقم الـPH	عدد العينات	% من عدد العينات
حموضة متوسطة	٥,٦ - ٦	٢	١,٤
حموضة خفيفة	٦,١ - ٦,٩	١٣٢	٩١,٧
متعادلة	٧	٥	٣,٥
قلوية خفيفة	٧,١ - ٧,٨	٥	٣,٥

المصدر : WHO, 1996, P325 والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)

نلاحظ من جدول (٢) وشكل(٤) مايلى :

- تتراوح قيم الpH مابين ٥,٩ كأدنى قيمة بسهل بركة وتمثل فئة الحموضة المتوسطة بعدد ٢ عينة بنسبة ١,٤ % إلى ٧,٥ كأعلى قيمة للأس الهيدروجينى وتمثل فئة القلوية الخفيفة بعدد ٥ عينات بنسبة ٣,٥ % من اجمالى عدد العينات بمنطقة الشيخ مرزوق واللواء صبيح .

يغلب على المياه الجوفية صفة الحموضة الخفيفة وهى التى تراوحت قيم الpH فيها مابين ٦,١ - ٦,٩ بعدد ١٣٢ عينة بنسبة ٩١,٧ %، وبذلك تكون المياه الجوفية ملائمة للعديد من الاستعمالات طبقا لدرجة تركيز أيون الهيدروجين .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٤) تركيز أيون الهيدروجين بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٣. التوصيل الكهربى EC :

يقصد به قابلية الماء على توصيل وحمل التيار الكهربى ويعتمد على نوعية وتركيز العناصر الذائبة فى الماء ودرجة حرارته (بركات، ٢٠٠٨، ص٦٨)، يعتبر مقياسا على مقدار الأملاح فى الماه فهناك علاقة طردية بين التوصيل الكهربى وارتفاع درجة الحرارة وزيادة الأملاح الذائبة، ويعبر ارتفاعه عن وجود نسبة كبيرة من الأملاح والأحماض (حسين، ٢٠١١، ص ١٢١)، وتتباين قيم التوصيل الكهربى من بئر إلى أخر كما فى جدول(٣) وشكل (٥) .

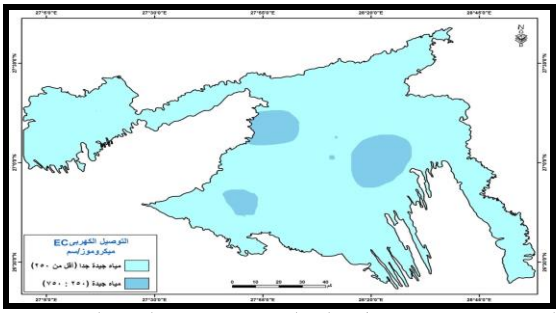
جدول (٣) نوعية المياه الجوفية بمنخفض الفرافرة حسب درجة التوصيل الكهربى EC

نوع المياه	رقم الEC (ميكروموز/سم)	عدد العينات	% من العينات
مياه جيدة جدا	أقل من ٢٥٠	١٢٨	٨٨,٩
مياه جيدة	٢٥٠ : ٧٥٠	١٦	١١,١

المصدر : درادكه ، ٢٠٠٦، ص ٤٨٦ والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)

يتضح من تحليل جدول(٣) وشكل (٥) مايلى :

- انخفاض قيم التوصيل الكهربى للمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة حيث تتراوح من ١٥١,٥ ميكروموز / سم إلى ٥٩٣,٧ ميكروموز / سم .
- تصنف نوعية المياه الجوفية إلى نوعين أولهما مياه جيدة جدا وهى التى تكون فيها قيم التوصيل الكهربى أقل من ٢٥٠ ميكروموز/سم وتمثلت فى عدد ١٢٨ عينة بنسبة ٨٨,٩ %، والثانى مياه جيدة وهى التى تتراوح قيم الEC بها مابين ٢٥٠ - ٧٥٠ ميكروموز/سم وتوزعت فى ١٦ عينة بنسبة ١١,١ % بمناطق النهضة والشيخ مرزوق وجنوب غرب سهل قروين .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٥) درجات التوصيل الكهربى للمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٤. العسرة الكلية Total Hardness (TH) :

العسرة هى عدم قدرة الماء على اذابة الصابون، فالماء العسر هو الذى يحتاج إلى كمية من الصابون لإعطاء رغوة وتتكون العسرة من مركبات الكالسيوم والماغنسيوم، وتعرف بالعسرة المؤقته عند إزالة هذه المركبات عن طريق الغليان، بينما العسرة الدائمة هى التى لا يمكن إزالتها بالغليان (الزيدى، ٢٠١٧، ص ١٠٩)، ويعظم تأثيرها على استخدام المياه فى الأغراض الصناعية والأغراض المنزلية بينما ليس لها تأثير على الاستخدام الزراعى، كما أن ترسيب طبقة من مركبات العسرة على سطح الأنابيب يحافظ عليها من الصدأ، وأيضا تعمل على تقليل نسبة الصوديوم بمياه الرى مما يحسن من جودتها، وبناءا على جدول (٤) وشكل (٦)

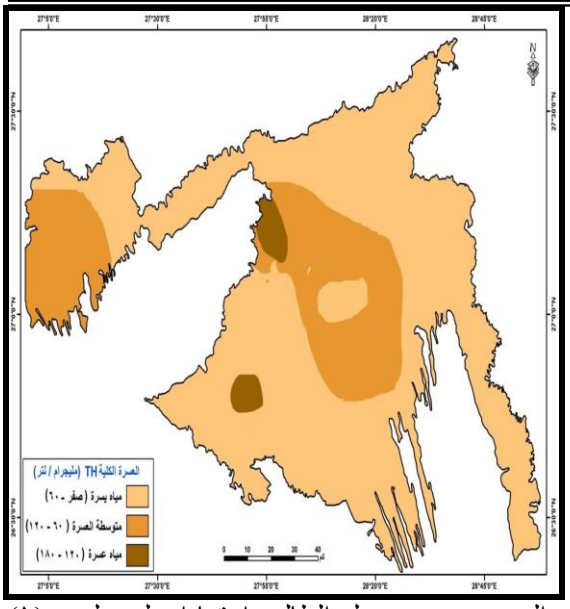
تم تصنيف نوعية المياه طبقا لعسرتها إلى ثلاثة أنواع وهى :

جدول (٤) نوعية المياه الجوفية بمنخفض الفرافرة حسب عسرتها الكلية TH

نوع المياه	رقم الTH (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
مياه يسره	صفر – أقل من ٦٠	١١٨	٨١,٩
متوسطة العسرة	٦١ – أقل من ١٢٠	١٩	١٣,٢
مياه عسره	١٢١ – أقل من ١٨٠	٧	٤,٩

المصدر : درادكه ، ٢٠٠٦، ص ٤٨٠ والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)

- مياه يسره : وهى التى تتراوح قيمة العسرة الكلية مابين صفر : ٦٠ مليجرام / لتر وتمثلت فى ١١٨ عينة بنسبة ٨١,٩ % من اجمالى عدد العينات وتعبر عن معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- مياه متوسطة العسرة : وهى التى تتراوح فيها العسرة الكلية مابين ٦١ : ١٢٠ مليجرام / لتر وتمثلت فى ١٩ عينة بنسبة ١٣,٢ % بسهل بركة وقصر الفرافرة والجنوب والجنوب الغربى من عين دالة .
- مياه عسرة : وتتراوح فيها العسرة الكلية مابين ١٢١ : ١٨٠ مليجرام/لتر وجاءت فى ٧ عينات بنسبة ٤,٩ % بالنهضة والشيخ مرزوق .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٦) درجات العسرة الكلية بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٥. تركيز أيون الكالسيوم +Ca :

يعد من أهم الأيونات الأساسية الموجودة بالمياه، ويأتى من مصادر متعددة أهمها ذوبان صخور الدولوميت والكالسيت والجبس وهذه الصخور تعد مصدر رئيسى له وذلك لقابليته العالية للذوبان بفعل الضغط والحرارة، تؤدى زيادة نسبة الكالسيوم إلى تغير مذاق الماء وتقلل من قابليته على إذابة الصابون ولكنه لا يؤثر على صحة الانسان لأهميته فى بناء العظام، كما أنه يلعب دورا فى تقوية التربة والمحافظة على بناءها ونفاذيتها وتقليل نسبة الصوديوم فى المياه المستعملة فى الزراعة (درادكة، ٢٠٠٥، ص ٤٨٨)، وبناء على جدول (٥) وشكل (٧) فإن تركيز أيون الكالسيوم بالمياه الجوفية بالمنخفض صالح لجميع الاستخدامات.

جدول (٥) تركيز أيون الكالسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

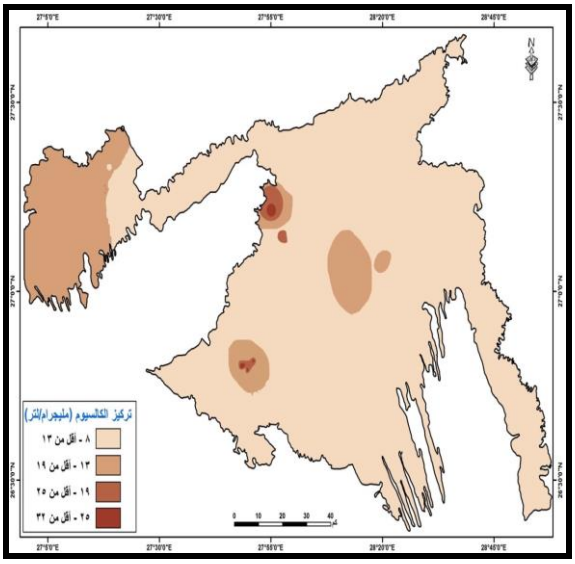
الفئات	تركيز الكالسيوم (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٨ – أقل من ١٣	١٠٤	٧٢,٢
الفئة الثانية	١٣ – أقل من ١٩	٢٨	١٩,٤
الفئة الثالثة	١٩ – أقل من ٢٥	٥	٣,٥
الفئة الرابعة	٢٥ – أقل من ٣٢	٧	٤,٩

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

يتضح من تحليل جدول (٥) وشكل (٧) أن تركيز أيون الكالسيوم يتراوح مابين ٨ كأدنى قيمة له، إلى أقل ٣٢ مليجرام/ لتر كأعلى قيمة، ولكنه يختلف من منطقة إلى آخرى كما يلى :

- الفئة الأولى : وهى التى يتراوح فيها تركيز الكالسيوم مابين ٨ – أقل من ١٣ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٠٤ عينة بنسبة ٧٢,٢% من إجمالى العينات وتعبر عن معظم المياه الجوفية بالمنخفض وخاصة بمنطقة الفرافرة القديمة .
- الفئة الثانية : وهى التى يتراوح فيها تركيز الكالسيوم مابين ١٣ – أقل من ١٩ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ٢٨ عينة بنسبة ١٩,٤% من إجمالى العينات ، وتمثلت فى بعض آبار سهل بركة والنهضة والجزء الغربى من عين دالة .
- الفئة الثالثة : تتراوح نسبة تركيز الكالسيوم فيها مابين ١٩ – أقل من ٢٥ مليجرام/ لتر، وضمت ٥ عينات بنسبة ٣,٥% بمناطق النهضة والشيخ مرزوق.

الفئة الرابعة : تتراوح نسبة تركيز الكالسيوم فيها مابين ٢٥ – أقل من ٣٢ مليجرام/ لتر، وضمت ٧ عينات بنسبة ٤,٩% بمناطق النهضة والشيخ مرزوق وبعض آبار عين دالة.



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٧) تركيز أيون الكالسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٦. تركيز أيون الصوديوم +Na :

يعد من أكثر العناصر وفرة فى المياه الجوفية والسبب كثرة وجوده فى صخور القشرة الأرضية وسرعة ذوبانه فى الماء، مما يعنى أن أملاح الصوديوم لا تكون ترسيبات تسد فتحات الآبار والمصافى، كما أنه لا يؤثر على درجة عسر المياه (السلاوى، ١٩٨٦، ص ٢٥٠)، يقدر التركيز العادى لأيونات الصوديوم فى المياه الجوفية من ١٠ : ١٠٠ مليجرام/لتر وزيادة هذا التركيز فى مياه الرى يؤدى إلى

تدهور نفاذية التربة وبناءها ونوعيتها (خليل، ٢٠٠٥، ص ٨٩)، ومن جدول(٦) وشكل (٨) نلاحظ أن تركيز الصوديوم بالمنخفض يتراوح بين ٦ مليجرام/لتر كأدنى تركيز إلى أقل من ٤٧ مليجرام/لتر كأعلى تركيز بالمياه الجوفية فى المنخفض .

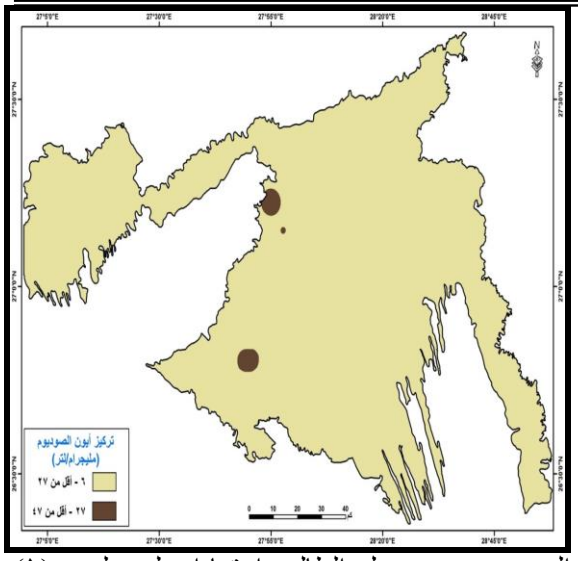
جدول (٦) تركيز أيون الصوديوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز الصوديوم (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٦ – أقل من ٢٧	١٣٧	٩٥,١
الفئة الثانية	٢٧ – أقل من ٤٧	٧	٤,٩

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

بتحليل جدول (٦) وشكل (٨) يتضح مايلى :

- الفئة الأولى : وهى التى تتراوح فيها درجة تركيز الصوديوم ما بين ٦ – أقل من ٢٧ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٣٧ عينة بنسبة ٩٥,١% وشملت معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- الفئة الثانية : تتراوح نسبة تركيز الصوديوم فيها مابين ٢٧ – أقل من ٤٧ مليجرام/ لتر، وضمت ٧ عينات بنسبة ٤,٩% بمناطق النهضة والشيخ مرزوق جنوب المنخفض .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (٨) تركيز أيون الصوديوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٧. البوتاسيوم +k :

يتواجد البوتاسيوم فى الصخور الرسوبية بكميات كبيرة وخاصة فلسبارات البوتاسيوم ويعد من المعادن قليلة الذوبان فى المياه لذلك يكون تركيزه قليل فى المياه الجوفية (درادكة، ٢٠٠٥،ص٤٨٩)، يعتبر وجود البوتاسيوم فى المياه الجوفية أقل قياسا من تركيز أيون الصوديوم وذلك بسبب الاستقرار النسبى فى أيون البوتاسيوم نتيجة دخوله فى تركيب المعادن الطينية خلال عملية التجوية، فضلا عن مقاومته الشديدة لعوامل التجوية الكيميائية (على، ٢٠١٤، ص ١٢٨)، ويتفاوت تركيز البوتاسيوم بمنخفض الفرافرة كما فى جدول (٧) وشكل(٩).

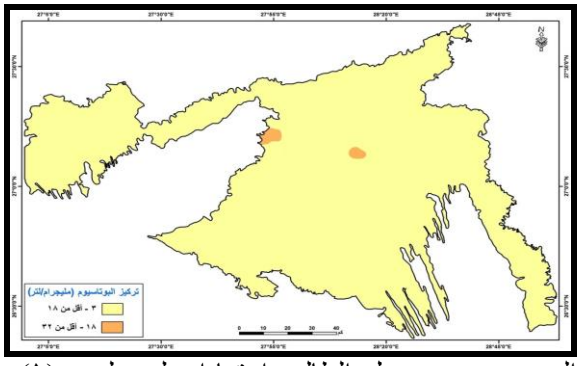
جدول (٧) تركيز أيون البوتاسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز البوتاسيوم (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٣ – أقل من ١٨	١٤١	٩٧,١
الفئة الثانية	١٨ – أقل من ٣٢	٣	٤,٩

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

بتحليل جدول (٧) وشكل (٩) يتضح مايلى :

- الفئة الأولى : وهى التى تتراوح فيها درجة تركيز البوتاسيوم ما بين ٣ – أقل من ١٨ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٤١ عينة بنسبة ٩٧,٩% وشملت معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- الفئة الثانية : تتراوح نسبة تركيز البوتاسيوم فيها مابين ١٨ – أقل من ٣٢ مليجرام/ لتر، وضمت ٣ عينات بنسبة ٢,١% ببعض الآبار بسهل بركة والنهضة .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

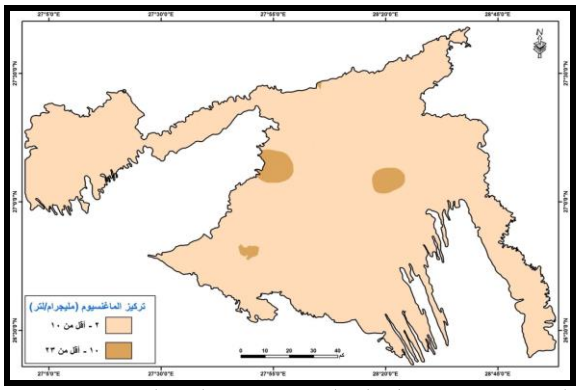
شكل (٩) تركيز أيون البوتاسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ٨. الماغنسيوم +Mg :

يعد من العناصر الأساسية فى المياه ويأتى من الصخور النارية والصخور الدولوميتية والصخور الجيرية، ويتوقف تركيزه على المسافة التى تقطعها المياه غبر هذه الصخور، وبوجه عام تحتوى المياه الجوفية على تركيزات قليلة من الماغنسيوم فيبلغ المعدل الأمن له حوالى ٥٠ مليجرام / لتر (درادكة، ١٩٨٨، ص ٤٠٣)، كما أنه يسبب عسر المياه عند اتحاده مع الكالسيوم مما يؤثر على صلاحية المياه لبعض الاستعمالات، تتراوح نسبة تركيز الماغنسيوم فى منخفض الفرافرة بين ٢ - أقل من ٢٣ مليجرام / لتر، ويختلف تركيز الماغنسيوم من منطقة لأخرى كما فى جدول (٨) وشكل (١٠) على النحو التالى :

جدول (٨) تركيز أيون الماغنسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز الماغنسيوم (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من العينات
الفئة الأولى	٢ – أقل من ١٠	١٣٥	٩٣,٨
الفئة الثانية	١٠ – أقل من ٢٣	٩	٦,٣



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (١٠) تركيز أيون الماغنسيوم بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

بتحليل جدول (٨) وشكل (١٠) يتضح مايلى :

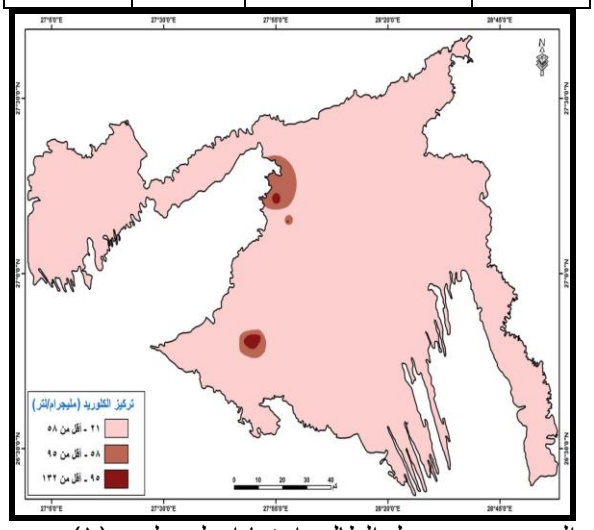
- الفئة الأولى : وهى التى تتراوح فيها درجة تركيز الماغنسيوم ما بين ٢ – أقل من ١٠ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٣٥ عينة بنسبة ٩٣,٨% وشملت معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- الفئة الثانية : تتراوح نسبة تركيز البوتاسيوم فيها مابين ١٠ – أقل من ٢٣ مليجرام/ لتر، وضمت ٩ عينات بنسبة ٦,٣% ببعض الآبار بالنهضة وشرق سهل بركة والشيخ مرزوق فى الجنوب .

٩. ١. ٩. الكلوريد -CL :

يعد أيون الكلوريد من الأيونات السالبة الموجودة فى المياه الجوفية ويكسب الماء طعما مالحا فى حالة إرتباطه بالأيونات الأخرى مثل الماغنسيوم والكالسيوم، كما أن زيادة تركيزه فى المياه يؤثر سلبا على النباتات وخاصة أشجار الفاكهة (الجبورى، ٢٠١٥، ص ١١٤)، وطبقا لجدول (٩) وشكل (١١) فإن تركيز أيون الكلوريد فى منخفض الفرافرة يتراوح بين ٢١ - أقل من ١٣٢ مليجرام / لتر، وطبقا للمعدلات العالمية لتركيز الكلوريد فى المياه والمقدرة بحوالى ١٠٠ مليجرام / لتر نجد أن معظم المياه الجوفية بالمنخفض صالحة للعديد من الإستعمالات باستثناء الآبار التى تزيد فيها النسبة عن المعدل العالمى .

جدول (٩) تركيز أيون الكلوريد بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز الكلوريد(مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٢١ – أقل من ٥٨	١٣٥	٩٣,٨
الفئة الثانية	٥٨ – أقل من ٩٥	٣	٢,١
الفئة الثالثة	٩٥ – أقل من ١٣٢	٦	٤,٢



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (١١) تركيز الكلوريد بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

بتحليل جدول (٩) وشكل (١١) يتضح مايلى :

- الفئة الأولى : وهى التى تتراوح فيها درجة تركيز الكلوريد ما بين ٢١ – أقل من ٥٨ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٣٥ عينة بنسبة ٩٣,٨% وشملت معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- الفئة الثانية : تتراوح نسبة تركيز الكلوريد فيها مابين ٥٨ – أقل من ٩٥ مليجرام/ لتر، وضمت ٣ عينات بنسبة ٢,١% ببعض الآبار بالنهضة والشيخ مرزوق فى الجنوب.

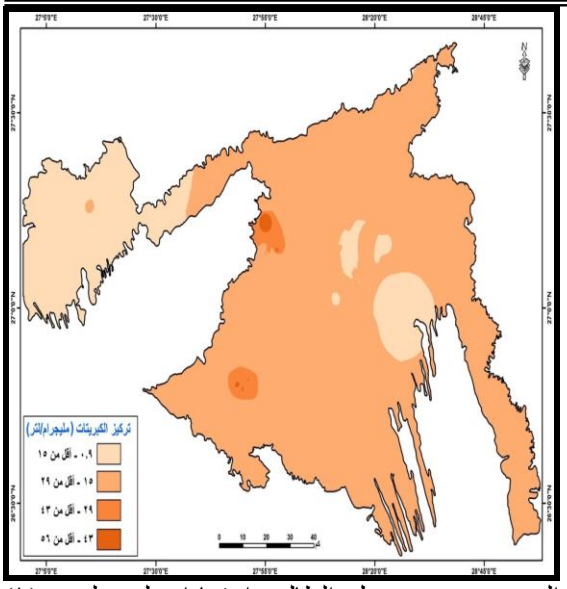
- الفئة الثالثة : تتراوح نسبة تركيز الكلوريد فيها مابين ٩٥ – أقل من ١٣٢ مليجرام/ لتر، وضمت ٦ عينات بنسبة ٤,٢% ببعض الآبار بالنهضة والشيخ مرزوق ، وهذه الفئة لا تصلح مياهها لمعظم الإستخدامات بسبب إرتفاع تركيز الكلوريد عن المعدل العالمى .

٩. ١. ١٠. الكبريتات SO4- :

تتكون الكبريتات من تأكسد البيريت وبعض الكبريتات المنتشرة فى الصخور النارية والرسوبية وتعتبر الرواسب مثل الجبس والانهيدريت وكبريتات الصوديوم من أهم مصادر الكبريتات فى المياه الجوفية (درادكة، ١٩٨٨، ص ٤٠٨)، يتراوح تركيز الكبريتات فى المياه الجوفية بين ٢٠٠ - ٤٠٠ مليجرام / لتر وزيادتها عن هذا الحد تؤدى إلى تغير طعم المياه وتسبب أضرار لصحة الإنسان (درادكة، ٢٠٠٦، ص ٤٩٢)، يختلف تركيز الكبريتات طبقا لجدول (١٠) وشكل (١٢) من منطقة إلى أخرى على النحو التالى :

جدول (١٠) تركيز الكبريتات بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز الكبريتات(مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٠,٩ – أقل من ١٥	٣٠	٢٠,٨
الفئة الثانية	١٥ – أقل من ٢٩	١٠٥	٧٢,٩
الفئة الثالثة	٢٩ – أقل من ٤٣	٢	١,٤
الفئة الرابعة	٤٣ – أقل من ٥٦	٧	٤,٩



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (١٢) تركيز الكبريتات بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

بتحليل جدول (١٠) وشكل (١٢) يتضح مايلى:

- الفئة الأولى : وهى التى تتراوح فيها درجة تركيز الكبريتات ما بين ٠,٩ – أقل من ١٥ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ٣٠ عينة بنسبة ٢٠,٨% وشملت معظم المياه الجوفية بعين دالة، ومناطق متفرقة من سهل بركة .
- الفئة الثانية : تتراوح نسبة تركيز الكلوريد فيها مابين ١٥ – أقل من ٢٩ مليجرام/ لتر، وضمت ١٠٥ عينات بنسبة ٧٢,٩%، وشملت معظم المياه الجوفية بالمنخفض .
- الفئة الثالثة : تتراوح نسبة تركيز الكلوريد فيها مابين ٢٩ – أقل من ٤٣ مليجرام/ لتر، وضمت عينتان بنسبة ١,٤% ببعض الآبار بالنهضة والشيخ مرزوق .
- الفئة الرابعة : تتراوح نسبة تركيز الكلوريد فيها مابين ٤٣ – أقل من ٥٦ مليجرام/ لتر،

وضمت ٧ عينات بنسبة ٤,٩% بالنهضة وبعض آبار الشيخ مرزوق .

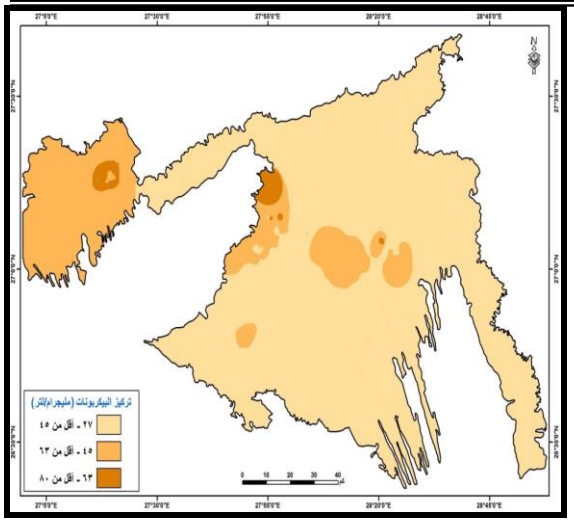
٩. ١. ١١. البيكربونات Hco3 :

يعتبر ذوبان العناصر الكربونية وثانى أكسيد الكربون هما المصدر الأساسى للكربونات والبيكربونات الموجودة فى المياه الجوفية، كما تعمل الصخور الجيرية عند ذوبانها على زيادة أيون الكربون فى المياه الجوفية (الرفاعى، ٢٠٠٢، ص ٢٢)، ويعد احتواء المياه الجوفية على البيكربونات أمرا ضروريا عند استعمالها فى الرى ولكن زيادة تركيزها يؤدى إلى زيادة نسبة الصوديوم وقلة نفاذية التربة (عبد السلام، ١٩٨٥، ص ٩٥)، وبتحليل جدول (١١) وشكل (١٣) نلاحظ أن توزيع البيكربونات بالمياه الجوفية بالمنخفض تتوزع فى ثلاث فئات هى:

جدول (١١) تركيز البيكربونات بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

الفئات	تركيز البيكربونات (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٢٧ – أقل من ٤٥	٨٢	٥٦,٩
الفئة الثانية	٤٥ – أقل من ٦٣	٤٩	٣٤
الفئة الثالثة	٦٣ – أقل من ٨٠	١٣	٩

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (١٣) تركيز البيكربونات بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

- الفئة الأولى : هى التى يتراوح فيها درجة تركيز البيكربونات مابين ٢٧ – ٤٥ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ٨٢ عينة بنسبة ٥٦,٩%، وشملت معظم المياه الجوفية بالفرافرة القديمة.
- الفئة الثانية : تتراوح فيها درجة تركيز البيكربونات مابين ٤٥ – ٦٣ مليجرام/ لتر، وضمت ٤٩ عينة بنسبة ٣٤%، وشملت معظم منخفض عين دالة ومناطق النهضة واللواء صبيح، وسهل بركة وبعض الآبار بالشيخ مرزوق .
- الفئة الثالثة : تتراوح فيها درجة تركيز البيكربونات مابين ٦٣ – أقل من ٨٠ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ١٣ عينة بنسبة ٩%، وتركزت فى النهضة وبعض آبار عين دالة .

٩. ١. ١٢. الحديد Fe :

يعد الحديد من العناصر الثقيلة الموجودة بالمياه الجوفية ومصدره الصخور النارية ومعادنها التى تحتوى على الحديد، عادة يتواجد فى المياه الجوفية بكميات قليلة وزيادة نسبته تؤدى إلى حدوث مشكلات كبيرة عند استخدام المياه سواء فى الاستخدامات المنزلية أو الصناعية، ومن خلال جدول (١٢) وشكل (١٤) نجد أن المياه الجوفية فى منخفض الفرافرة تحتوى على تركيزات عالية من الحديد مما يتطلب عمليات معالجة لهذه المياه عند استخدامها .

جدول (١٢) تركيز الحديد بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

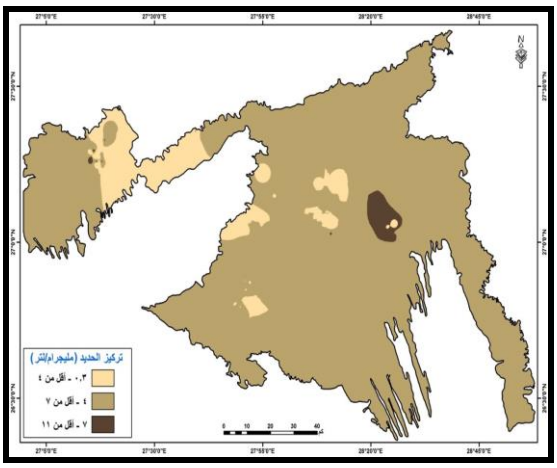
الفئات	تركيز الحديد (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٠,٣ – أقل من ٤	٥٦	٣٨,٩
الفئة الثانية	٤ – أقل من ٧	٧٠	٤٨,٦
الفئة الثالثة	٧ – أقل من ١١	١٨	١٢,٥

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

بتحليل جدول (١٢) وشكل (١٤) نلاحظ مايلى:

- الفئة الأولى : يتراوح تركيز الحديد فيها مابين ٠.٣ – أقل من ٤ مليجرام/ لتر، وضمت ٥٦ عينة بنسبة ٣٨,٩% تتركز فى سهل بركة واللواء صبيح وشمال شرق عين دالة .
- الفئة الثانية : تتراوح درجة تركيز الحديد فيها مابين ٤ – أقل من ٧ مليجرام/ لتر، وتضم ٧٠ عينة بنسبة ٤٨,٦%، وتمثل معظم المياه الجوفية بالمنخفض .

الفئة الثالثة : تتراوح درجة تركيز الحديد فيها مابين ٧ – أقل من ١١ مليجرام/ لتر، وتضم ١٨ عينة بنسبة ١٢,٥%، وتتوزع بشرق سهل بركة وبعض آبار عين دالة، وربما يرجع سبب ارتفاع قيم عنصر الحديد بالمياه برغم عدم وجود نشاطات صناعية بالمنخفض إلى انتقال هذه التركيزات من مناطق التغذية، أو ربما يتواجد أسفل سطح المنخفض مصدر كبير لخام الحديد .



شكل (١٤) تركيز الحديد بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

٩. ١. ١٣. المنجنيز Mn :

يعد من العناصر الغير مرغوب بوجودها فى المياه كما هو الحال بالنسبة للحديد، ويوجد فى شكل بيكربونات غير مذاب والذى يتحول إلى أيدروكسيد المنجنيز أسود اللون عند تفاعله مع الهواء الجوى، وينتج عن هذا التفاعل إنسداد مصفاة البئر (خليل، ٢٠٠٥، ص ٨٨)، كما قد يصل تركيزه فى المياه العميقة إلى ٢ مليجرام / لتر، ويختلف تركيز المنجيز بالمياه من مكان

إلى أخر بالمنخفض كما فى جدول (١٣) وشكل(١٥) .

جدول (١٣) تركيز المنجنيز بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

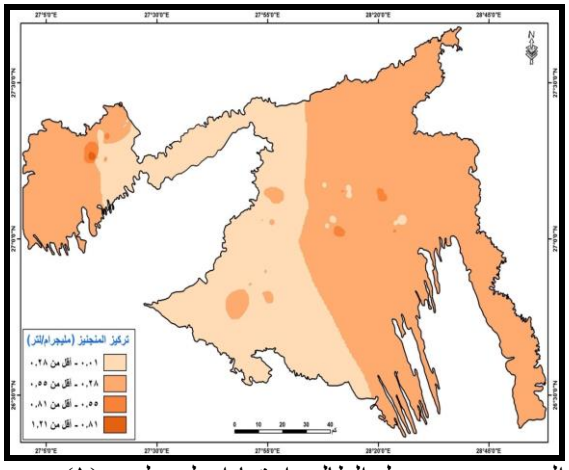
الفئات	تركيز المنجنيز (مليجرام/لتر)	عدد العينات	% من عدد العينات
الفئة الأولى	٠,٠١ – أقل من ٠,٢٨	٩١	٦٣,٢
الفئة الثانية	٠,٢٨ – أقل من ٠,٥٥	٤٠	٢٧,٨
الفئة الثالثة	٠,٥٥ – أقل من ٠,٨١	٨	٥,٦
الفئة الرابعة	٠,٨١ – أقل من ١,٢١	٥	٣,٥

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١)

بتحليل جدول (١٣) وشكل (١٥) يتضح الآتى :

- الفئة الأولى : يتراوح تركيز المنجنيز فيها مابين ٠.٠١ – أقل من ٠,٢٨ مليجرام/ لتر، وضمت ٩١ عينة بنسبة ٦٣,٢% تتوزع بالجزء الغربى من منخفض الفرافرة، والشرقى من عين دالة .
- الفئة الثانية : وهى التى يتراوح تركيز المنجنيز بها مابين ٠,٢٨ – أقل من ٠,٥٥ مليجرام/ لتر، وتمتلث فى ٤٠ عينة بنسبة ٢٧,٨% شرق منخفض الفرافرة وغرب منخفض عين دالة .
- الفئة الثالثة : يتراوح تركيز المنجنيز فيها مابين ٠.٥٥ – أقل من ٠,٨١ مليجرام/ لتر، وضمت ٨ عينة بنسبة ٥,٦% تتوزع ببعض آبار سهل بركة وعين دالة .

الفئة الرابعة : تبلغ درجة تركيز المنجنيز فيها مابين ٠,٨١ – أقل من ١,٢١ مليجرام/ لتر، وتمثلت فى ٥ عينات بنسبة ٣,٥%، وظهرت ببعض آبار عين دالة .



المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على ملحق (١) باستخدام Arc GIS 10.3

شكل (١٥) تركيز المنجنيز بالمياه الجوفية بمنخفض الفرافرة

١٠. ١. تقييم صلاحية المياه الجوفية للإستخدامات المختلفة :

تحدد نوعية المياه الجوفية استخدام هذه المياه فى مختلف الإستخدامات، فلكل إستخدام مواصفات قياسية عالمية ومحلية تحدد مدى صلاحية المياه الجوفية للأغراض المختلفة سواء بشرية أو صناعية أو زراعية، ونظرا لاعتماد السكان فى المنخفض على المياه الجوفية كمصدر رئيسى للحصول على المياه بسبب ندرة الأمطار والمياه السطحية، واستخدامها فى كافة الإستعمالات، لذا كان من الضرورة تقييم صلاحيتها بهدف إدارتها وتوجيهها نحو الاستخدام الملائم فى ضوء الخصائص الكيميائية السابقة، وسوف نتناول صلاحية المياه الجوفية للشرب، والرى، وتربية الحيوانات، وبعض الصناعات على النحو التالى :

١٠.١٠. ١. صلاحية المياه الجوفية للرى والزراعة :

يعد الاستخدام الزراعى الدافع الأساسي نحو البحث عن المياه الجوفية واستخراجها، وتلعب نوعية المياه الجوفية إلى جانب التربة دورا عظيما فى نجاح الزراعة وإعطاءها نتائج ومحاصيل ذات جدوى إقتصادية عالية، كما تعد دراسة جودة وصلاحية المياه الجوفية للرى من الأمور الهامة الواجب الإهتمام بها عند وضع الخطط التنموية فى مجال الزراعة واستصلاح الأراضى اعتمادا على المياه الجوفية وذلك لزيادة قدرة الأرض الإنتاجية (خليل، ١٩٩٨، ص ١٤٩)، وفيما يلى عرض لمدى ملائمة خصائص المياه الجوفية بالفرافرة للرى :

١٠. ١. ١. ١. الأملاح الكلية الذائبة :

تعد من أهم العوامل المحددة لصلاحية المياه للرى فهى تساعد على معرفة نوعية المحاصيل التى تناسب كمية الأملاح الموجودة بالمياه، كما أن زيادة كميتها يؤدى إلى تجمعها فى خلايا النباتات مما يسبب تلف واعاقة نمو النبات (حسن، ٢٠٠٩، ص ١٦١) .

جدول (١٤) صلاحية المياه الجوفية للرى تبعا لتركيز الأملاح الذائبة TDS(مليجرام/لتر)

تركيز الأملاح الذائبة	مدى صلاحيه المياه لأغراض الري	عدد العينات المطابقة	% عدد العينات
أقل من ١٦٠	تعتبر المياه صالحة لري جميع المحاصيل وفي جميع أنواع الأراضي.	١٢٨	٨٨,٩
١٦٠ – ٥٠٠	صالحة لري المحاصيل غير الحساسة للملوحة بدرجة كبيرة .	١٦	١١,١

المصدر : خليل ، ١٩٩٨، ص ١٥٣ والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)

نلاحظ من جدول(١٤) أن نوعية المياه الجوفية بالمنخفض تصلح لرى جميع المحاصيل وفى جميع أنواع الأراضى وتمثلت فى الآبار التى تتراوح بها درجة تركيز الأملاح أقل من ١٦٠ مليجرام / لتر وعددها ١٢٨ عينة بنسبة ٨٨,٩% من إجمالى عدد العينات، وبعض الآبار تصلح مياهها لرى المحاصيل غير الحساسة للملوحة بدرجة كبيرة وبلغ عددها ١٦ عينة بنسبة ١١,١% من إجمالى عدد العينات .

١٠. ١. ١. ٢. النسبة المئوية للصوديوم SSP :

تعرف بنسبة الصوديوم المذاب، ويعد من المقاييس المهمة فى تصنيف مياه الرى وذلك لتفاعله مع التربة وتقليل نفاذيتها، فالتربة التى تحتوى على نسبة كبيرة من الصوديوم تعرف بالتربة القلوية، والتربة التى تحتوى على كلوريد أو كبريتات تعرف بالتربة الملحية، كما أن التربة المشبعة بالصوديوم يكون نمو النبات بها ضعيف أو معدوم (درادكة، ٢٠٠٦، ص ٤٨٢)، واعتمد الطالب على تصنيف (Wilcox, 1955, p4) لتحديد مدى صلاحية المياه الجوفية للرى استنادا على التوصيل الكهربى والنسبة المئوية للصوديوم كما هو واضح بجدول (١٥) وشكل (١٦)، وتم ايجاد النسبة المئوية للصوديوم عن طريق المعادلة الآتية :

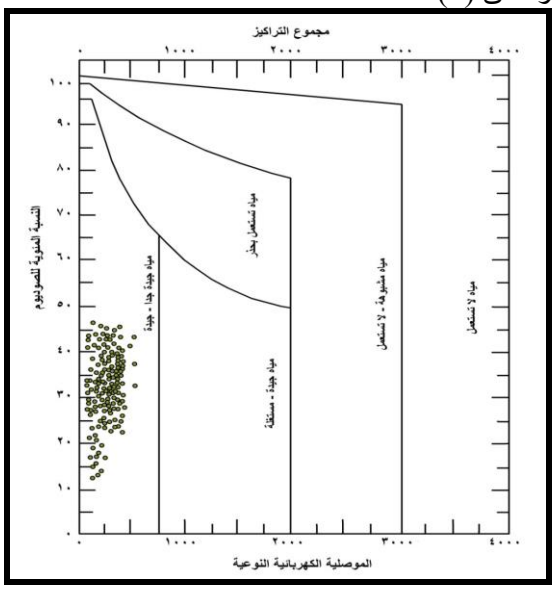
$$Na\% = \frac{\text{Na} \times 1\cdot\cdot}{\text{Ca} + Mg + Na + K}$$

جدول (١٥) تصنيف Wilcox لصلاحية المياه للرى اعتمادا على نسبة الصوديوم (Na%) والتوصيل الكهربى (EC)

جودة المياه	Na%	عدد العينات	%	EC (ميكروموز/سم)	عدد العينات	%
ممتازة إلى جيدة	٢٠	١١	٧,٦	أقل من ٢٥٠	١٢٨	٨٨,٩
صالحة	٢٠ - ٤٠	١٣٣	٩٢,٤	٢٥٠ - ٧٥٠	١٦	١١,١
مقبولة	٤٠ - ٦٠	-	-	٧٥٠ - ٢٠٠٠	-	-
غير صالحة	٦٠ - ٨٠	-	-	٢٠٠٠ - ٣٠٠٠	-	-
غير صالحة إطلاقا	أكثر من ٨٠	-	-	أكثر من ٣٠٠٠	-	-

المصدر : Wilcox, 1955, p 4 ، والنسب من حساب الطالب

المصدر : من عمل الطالب اعتمادا على جدول (١٥) وملحق (١)



شكل (١٦) تصنيف Wilcox لصلاحية المياه للرى اعتمادا على نسبة الصوديوم (Na%) والتوصيل الكهربى (EC)

ووفقا لنتائج تطبيق المعادلة السابقة ومن تحليل جدول (١٥) وشكل(١٦) نجد أن المياه الجوفية تصلح لرى جميع أنواع المحاصيل بالمنخفض، وبالتالى سوف تكون جيدة فى الإستغلال الزراعى فى المستقبل فى حالة ثبات هذه النوعية.

١٠.١.١.٣.نسبة إدمصاص الصوديوم SAR :

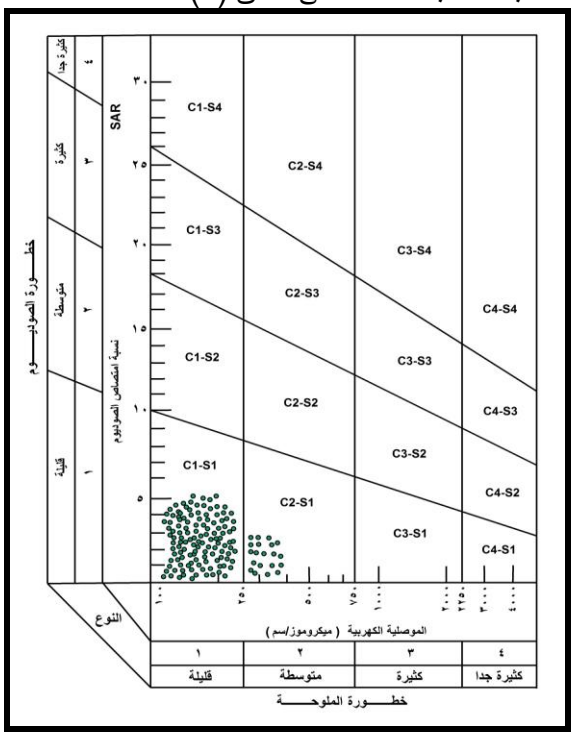
تعبر عن جهد التربة لإدمصاص الصوديوم ومدى تراكمه فى التربة وإلتصاقه بالسطح الخارجى للجزيئات، وبناءا على التصنيف الأمريكى لمياه الرى على أساس إدمصاص الصوديوم والموضح بجدول (١٦) وشكل(١٧)، نجد أن المياه الجوفية فى المنخفض تقع ضمن فئتين أولهما C1-S1 وهى عبارة عن مياه قليلة الملوحة والصوديوم صالحة لرى جميع أنواع النباتات وضمت ١٢٤ بئر بنسبة ٨٦,١ % من عينات الدراسة، والفئة الثانية C2-S1 وهى عبارة عن مياه متوسطة الملوحة قليلة الصوديوم تصلح لرى المحاصيل التى تحتاج إلى أملاح بنسبة متوسطة وتمثلت فى ٢٠ بئر بنسبة ١٣,٩ % من عينات الدراسة .

جدول (١٦) صلاحية المياه بمنخفض الفرافرة للرى اعتمادا على نسبة ادمتصاص الصوديوم (SAR) والتوصيل الكهربى (EC)

الرمز	التفسير	عدد العينات	%
C1-S1	مياه قليلة الملوحة والصوديوم صالحة لرى جميع أنواع النباتات	١٢٤	٨٦,١
C2-S1	مياه متوسطة الملوحة وقليلة الصوديوم صالحة لرى المحاصيل التى تحتاج إلى أملاح بنسبة متوسطة	٢٠	١٣,٩

C1 = مياه قليلة الملوحة لرى معظم المحاصيل C2 = مياه متوسطة الملوحة لرى المحاصيل التى تحتاج أملاح قليلة C3 = مياه مالحة وتستعمل لبعض أنواع المحاصيل C4 = مياه مالحة جدا غير صالحة كمياه للرى	S1 = مياه قليلة الصوديوم مناسبة لمعظم النباتات S2 = مياه متسوطة الصوديوم تستعمل فى الأراضى الجبسية النفاذة S3 = مياه كثيرة الصوديوم تستعمل فى حالات نادرة S4 = مياه بها صوديوم بنسبة كبيرة جدا لاتستعمل للرى

المصدر : درادكه ، ٢٠٠٦، ص ٤٨٤ والنسب من حساب الطالب اعتمادا على ملحق (١)



شكل (١٧) درجات صلاحية المياه بمنخفض الفرافرة للرى اعتمادا على نسبة إدمتصاص الصوديوم (SAR) والتوصيل الكهربى (EC)

١٠. ١. ٢. صلاحية المياه الجوفية للشرب والاستخدامات المنزلية :

يمثل ثانى أكبر إستخدام للمياه الجوفية فى منخفض الفرافرة حيث بلغ عدد الآبار المخصصة للشرب ٩ آبار موزعة على مختلف أنحاء المنخفض بإجمالى كمية تصريف بلغت ٥١٠٠٠ م٣ / يوم، لذلك يجب التأكد من صلاحية هذه المياه للشرب من خلال مطابقة مواصفاتها مع مواصفات منظمة الصحة العالمية عام ١٩٩٦ والمواصفات المصرية عام ٢٠٠٧ كما هو واضح بجدول (١٧).

جدول (١٧) صلاحية المياه الجوفية للشرب والاستخدامات المنزلية بمنخفض الفرافرة

العنصر	منظمة الصحة العالمية عام ١٩٩٦ (مليجرام/لتر)		المواصفات القياسية المصرية عام ٢٠٠٧ (مليجرام/لتر)	العينات المطابقة	% عدد العينات
	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأقصى		
الأملاح الكلية TDS	٥٠٠	١٠٠٠	١٢٠٠	١٤٤	١٠٠
الأس الهيدروجينى	٦,٩	٨,٥	٩,٢	٥٩	٤٠,٩
العسرة الكلية TH	-	٥٠٠	٥٠٠	١٤٤	١٠٠
الصوديوم	٥٠	٢٠٠	٢٠٠	١٤٤	١٠٠
الماغنسيوم	٥٠	١٥٠	١٥٠	١٤٤	١٠٠
الكالسيوم	٧٥	٢٠٠	٢٠٠	١٤٤	١٠٠
الكلوريدات	٢٠٠	٦٠٠	٦٠٠	١٤٤	١٠٠
الكبريتات	٢٠٠	٤٠٠	٤٠٠	١٤٤	١٠٠
الحديد	٠,٠٥	٠,٢	١	١٣	٩,٠٢
المنجنيز	٠,٠٥	٠,٢	١	١٤٢	٩٨,٦

المصدر : منظمة الصحة العالمية، مواصفات مياه الشرب، ١٩٩٦، واللجنة المصرية العليا للمياه، ٢٠٠٧

يتضح من جدول(١٧) مطابقة جميع عينات الدراسة للمواصفات من حيث الأملاح الكلية الذائبة، والعسرة الكلية، وتركيزات الصوديوم والماغنسيوم والكالسيوم، والكلوريدات والكبريتات، ونلاخظ أن نسبة ٤٠,٩ % من عينات الدراسة مطابقة من حيث تركيز أيون الهيدروجين، و ٩,٠٢ % من العينات مطابقة من حيث تركيز الحديد وباقى العينات غير مطابقة بسبب إرتفاع تركيز الحديد بالمياه الجوفية بالمنخفض، و٩٨,٦ % من العينات مطابقة من حيث تركيز المنجنيز وذلك يرجع إلى انخفاض تركيزه بالمياه بشكل عام، ونستنتج من العرض السابق صلاحية المياه الجوفية بالمنخفض للشرب بعد إجراء عملية التنقية لها ومعادلتها، وخفض تركيز الحديد بها حتى لا تسبب مشكلات صحية للأفراد، وعلى الرغم من الجهود المبذولة داخل محطات مياه الشرب لحل هذه المشكلة تظل هناك نسبة من الحديد بالمياه ورائحة مميزه له بالمنازل وهذا ما لاحظته أثناء الدراسة الميدانية كما يقوم السكان باستخدام فلاتر لتنقية المياه للتخلص من النسبة المتبقية من الحديد وبعض الشوائب بالمياه .

١٠. ١. ٣. صلاحية المياه الجوفية لسقى الحيوانات :

ترتبط مشروعات الثروة الحيوانية بالتنمية الزراعية لذا كان لابد من بيان مدى صلاحية المياه الجوفية لسقى الحيوانات، وتم الإعتماد على تصنيف (Ayers and Westcot, 1989) لبيان مدى صلاحية المياه اعتمادا على درجة التوصيل الكهربى كما هو واضح بجدول (١٨) ونستنتج منه أن المياه الجوفية بمنخفض الفرافرة صالحة لتربية جميع أنواع الحيوانات كالماشية والدواجن .

جدول(١٨) صلاحية المياه لشرب الحيوانات حسب تصنيف (Ayers and Westcot 1989)

EC (ميكروموز/سم)*	صلاحية المياه	عدد العينات	%
أقل من ١٥٠٠	ممتاز يصلح لجميع أنواع الحيوانات	١٤٤	١٠٠
١٥٠١ : ٥٠٠٠	مقبول جدا	-	-
٥٠٠١ : ٨٠٠٠	مقبول للحيوانات وغير صالح للدواجن	-	-
٨٠٠١ : ١١٠٠٠	محدود الاستعمال للحيوانات	-	-
١١٠٠١ : ١٦٠٠٠	محدود الاستعمال جدا	-	-
أكثر من ١٦٠٠٠	لا يوصى باستخدامه	-	-

المصدر :* Al-Fatlawi, 2010, P 104

١٠. ١. ٤. صلاحية المياه الجوفية للصناعة:

يتطلب تحديد صلاحية المياه الجوفية للاستخدام الصناعى معرفة المواصفات والإشتراطات التى تحتاجها كل صناعة فى المياه التى تستخدمها، وذلك لاختلافها من صناعة إلى أخرى، وعليه اعتمد الطالب على تصنيف (Salvato, 1982) والذى وضع الحدود القصوى التى تبين صلاحية المياه للاستخدام فى بعض الصناعات كما هو واضح بجدول (١٩)، ومنه نستنتج صلاحية المياه الجوفية بالمنخفض لجميع أنواع الصناعات نظرا لجودتها العالية ومواصفاتها الجيدة .

جدول (١٩) صلاحية المياه الجوفية لبعض الصناعات حسب تصنيف (Salvato, 1982)

نوع الصناعة	pH	TDS	العسرة الكلية	كلور يدات	مغنيسيوم سيوم
تعليب ومشروبات	٦.٥-٨.٥	-	٣١٠	٥٠٠	-	١٠٠
الفاكهة المعلبة	٦.٥-٨.٥	٥٠٠	٢٥٠	٢٥٠	-	-
المنتجات النفطية	٦-٩	١٠٠٠	٣٠٠	٣٠٠	٣٠	٧٥
البلاستيك	٦.٥-٨.٣	-	٣٥٠	-	٣٦	٨٠
النسيجية	٦.٥-٨	١٠٠٠	٩٠٠	٥٠٠	٥٠	١٠٠
الورق	٦-١٠	١٠٠	-	٢٠٠	١٢	٢٠
الجلود	٦-٨٠	-	-	٢٥٠	-	-
الاسمنت	٦.٥-٨.٥	٦٠٠	-	٢٥٠	-	-

المصدر : Salvato, 1982, p 1163

١٠. ١. ٥. صلاحية المياه الجوفية لأغراض البناء :

يعد البناء أحد استخدامات المياه الجوفية بالمنخفض، وذلك تزامنا مع زيادة عدد السكان وحركة البناء التى شهدها المنخفض فى الفترة الأخيرة، وتم الإعتماد على تصنيف (Altoviski, 1962) كما يظهر بجدول (٢٠)، هذا إلى جانب تأثير عنصر الكبريت فى جودة الخرسانة فزيادة تركيزه عن ٣٠٠ مليجرام / لتر ينتج عنه تفاعل مع مكونات الأسمنت فتتكون بلورات من الجبس داخل مسام الخرسانة مما يؤدى إلى ضعف تحملها واحتمال سقوطها (حسن، ٢٠٠٩، ص ١٧٤)، وطبقا لخصائص المياه فهى صالحة لأغراض البناء والانشاءات .

جدول (٢٠) صلاحية المياه الجوفية لأغراض البناء حسب تصنيف (Altoviski, 1962)

العنصر	الحد المسموح به	عدد العينات المطابقة	%
Na	١١٦٠	١٤٤	١٠٠
Ca	٤٣٧	١٤٤	١٠٠
Mg	٢٧١	١٤٤	١٠٠
Cl	٢١٨٧	١٤٤	١٠٠
SO4	١٤٦٠	١٤٤	١٠٠
HCO3	٣٥٠	١٤٤	١٠٠

المصدر : Altoviski, 1962, p 614

١١. ١. النتائج :

خلصت الدراسة إلى أن المياه الجوفية بمنخفض الفرافرة ملائمة لجميع الإستخدامات البشرية مثل الشرب، والزراعة، وتربية الحيوانات، وبعض الصناعات فضلا عن جودتها فى عملية البناء، ويعزى ذلك للنتائج التالية :

- تعتبر المياه الجوفية بالمنخفض مياه عذبه بسبب انخفاض تركيز الأملاح الذائبة عن ٥٠٠ مليجرام/ لتر، كما أنها مياه يسره لذا فهى تلائم العديد من الصناعات .
- انخفاض النسبة المئوية للصوديوم ونسبة إدمصاص الصوديوم، مما ترتب عليه ملائمة المياه لزراعة جميع أنواع المحاصيل الزراعية، ولكن تتوقف جودة الانتاج وكميته على جودة التربة المزروعة بها .
- تصلح المياه الجوفية للشرب بصورة جيدة، وذلك بعد معالجتها وتنقيتها من الحديد بسبب إرتفاع تركيزه بها، حيث يزيد عن ٠,٠٢ مليجرام/ لتر طبقا لمواصفات منظمة الصحة العالمية عام ١٩٩٦م .

- انخفاض درجة التوصيل الكهربى للمياه عن ١٥٠٠ ميكروموز/ سم، ولذا فهى تصلح لتربية جميع أنواع الحيوانات .
- انخفاض تركيز أيونات الصوديوم، والماغنسيوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم بالمياه، فضلا عن محتواها المنخفض من الكلوريد، والكبريتات، والبيكربونات، جعلها جيدة الإستخدام لجميع أنواع الصناعات وأعمال البناء .

١٢. ١. التوصيات :

بناء على النتائج السابقة يوصى بعدد من المقترحات لمتابعة خصائص المياه الجوفية بالمنخفض والحفاظ عليها وأهمها :

- القيام بعمليات الرصد للأنشطة القائمة على المياه الجوفية، ومتطلبات كل نشاط من المياه .
- تحليل خصائص المياه الجوفية بصفة دورية لمتابعة التغيرات التى قد تطرأ على هذه الخصائص نتيجة لعمليات السحب المستمر.
- دراسة تربة المنخفض بصورة تفصيلية لمعرفة المحاصيل الملائمة لها والتى تحتاج لكميات قليلة من المياه الجوفية للحفاظ عليها من النفاذ سريعا .

أهم الملاحق : ملحق (١) نتائج تحليل بعض عينات المياه

code	Na+	K+	Ca++	Mg++	Cl-	Hco3-	So4--	Mn	Fe	pH	TDS	Conductivity	SAR
W182	50.4	15.5	30.4	20.1	133	58	52	0.19	3.35	6.33	380	593.75	1.7
W183	38	15.3	31.6	20.6	131	61.3	52.8	0.21	3.33	6.6	369	576.5625	1.3
W184	11.9	8.9	10.5	6.9	28	44	18	0.25	3.95	6.68	125	195.3125	0.7
W185	11.2	3.5	10	3.9	20	30	16	0.15	5.3	6.37	156	243.75	0.8
W186	13.3	5.9	10.7	6.9	29	43.1	17.1	0.246	3.99	6.68	125	195.3125	0.8
W187	12	8.7	10.4	6.9	29	44	17	0.24	3.39	6.56	126	196.875	0.7
W188	12.9	9.9	8.7	6.9	29	44	16.5	0.217	3.78	6.51	124	193.75	0.8
W189	11.9	8.9	9.8	6.8	27	41.7	17.9	0.23	3.3	6.71	123	192.1875	0.7
W190	10.5	8.8	11.9	6.8	30	38	20	0.28	4.2	6.57	125	195.3125	0.6
W191	11	5.8	11.8	6.5	30	30	22	0.366	5.8	6.51	119	185.9375	0.6
W192	11.8	6.8	10.9	6.9	32	38	19	0.298	5.36	6.7	128	200	0.7
W195	10.6	8.7	12.1	6.6	29	38	20	0.286	4.36	6.68	122	190.625	0.6
W196	11.5	5.6	13	6.6	30	35	22.6	0.269	1.307	7.03	123	192.1875	0.6
W197	12.5	6.3	13.4	6.4	32	34.2	22.5	0.269	1.24	6.98	127	198.4375	0.7
W198	11.8	6.1	12.9	5.9	32	35	22	0.26	1.217	7.14	126	196.875	0.7
W199	11.5	5.9	13.3	5.9	31	35	22.5	0.26	1.23	6.9	127	198.4375	0.7
W200	11.8	5.5	13.6	5.9	35	32	22	0.26	1.4	6.84	132	206.25	0.7
W201	11.9	8.8	8.7	5.8	29	32	16.8	0.223	4.07	6.3	113	176.5625	0.8
W202	11.1	4.4	10	5.4	22.1	38	16.3	0.21	6.4	6.71	115	179.6875	0.7
W203	10.9	8.7	10.7	6.8	28	38.1	17.9	0.28	4.5	6.55	118	184.375	0.6
W204	12.9	9.6	9.5	6.7	30	42	17.3	0.235	4.2	6.65	127	198.4375	0.8
W205	13.9	5	9.8	4.8	27	35	17	0.178	5.97	6.43	117	182.6563	0.9
W206	10	8.6	11.6	6.1	27	29.9	22.7	0.12	4.5	6.44	115	179.6875	0.6

المصدر: نتائج تحليل العينات، وحدة التحاليل الدقيقة، كلية العلوم، جامعة دمياط

أولا : المراجع العربية :

الخرائط والأطالس :

- الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، انتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، عام ١٩٨٦ م .

الأبحاث :

- عبد السلام، محمد (١٩٨٥): مشكلة التملح فى الأراضى، مجلة الجمعية الجغرافية السورية، العدد العاشر .

الرسائل الجامعية :

- الزيدى، أساور (٢٠١٧): المياه الجوفية غرب منخفض الصليبات وامكانية استثمارها فى التخطيط والتنمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة ذى قار .
- الجبورى، ضيماء (٢٠١٥): التحليل المكانى للمياه الجوفية فى قضاء سامراء واستثمارها، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد .
- الرفاعى، سهيل (٢٠٠٢): هيدروجيوكيميائية المياه الجوفية فى منطقة بيجى– سامراء غرب نهر دجلة، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة بغداد .
- حسن، هويدا (٢٠٠٩): المياه الجوفية في منخفض الواحات البحرية دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة عين شمس.
- على، عثمان (٢٠١٤): المياه الجوفية فى قضاء كلار وامكانية التوسع فى استثمارها، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد .

الكتب :

- أبو سمور، حسن (٢٠٠٩): الجغرافيا الحيوية والتربة، دار المسيرة للطباعة والنشر، جامعة الأردن .
- السلاوى، محمود (١٩٨٦): المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، طرابلس، ليبيا .
- بركات، اياد (٢٠٠٨): علوم الأرض، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان .
- حسين، شوان (٢٠١١) : الخصائص النوعية للمياه الجوفية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دار غيداء للنشر، عمان، الأردن .
- خليل، محمود (١٩٩٨): العلاقات المائية ونظم الرى، منشأة المعارف، الاسكندرية .
- خليل، محمد (٢٠٠٥) : المياه الجوفية والآبار، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الثانية، القاهرة، مصر.

- درادكة، خليفة (١٩٨٨): هيدرولوجيا المياه الجوفية، دار مجدلاوى للنشر والتوزيع، عمان .
- درادكة، خليفة (٢٠٠٦) : المياه السطحية وهيدرولوجيا المياه الجوفية، دار حنين للنشر والتوزيع، عمان، الاردن .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

Scientific Thesis:-

- Al-Fatlawi, A., (2010) Hydrogeological Study For Umm Er Radhuma Aquifer - West Of Iraq, P.h.d., College Of Science, University Of Baghdad.

Scientific paper:-

- WILCOX, V.,(1955): Classification and use of irrigation water. U.S. Dep. Agriculture, Washington D.C., Circular No. 969.
- World Health Organization (WHO) (1996): Guidelines for drinking-water quality, Second edition, Geneva.

Books:

- Altoviski, M., (1962): Hand book of Hydrology Geogeolitzet, Moscow, USSR (in Russian).
- Salvato, E., (1982): Environmental engineering and sanitation, New York