تأثير تداخل مياه البحر على جودة مياه الخزان الجوفى فيما بين بحيرتي المنزلة ومريوط

الباحث: نيرمين نتعى زهير
مدرس مساعد بقسم الجغرافيا
كلية التربية – جامعة عين شمس

المقدمة:

تعد المياه مصدر الحياة، كما أنها تعتبر مطلباً ملحاً لإتمام أهداف التنمية البشرية، وتزداد أهميتها فى المناطق الجافة وشبه الجافة التى تعانى ندرة فى سقوط الأمطار وتمثل المياه الجوفية بها مصدراً مهماً يستوجب الحفاظ عليه من التلوث والاستنزاف.

هناك العديد من الملوثات التى تتسبب فى تلوث المياه الجوفية مثل مياه الصرف الزراعى بما تحمله من مبيدات ومخصبات، وكذلك مياه الصرف الصحى بما تحمله من أصباغ وسوائل تنظيف وزيوت ومطهرات تتسبب فى تلوث المياه الجوفية عن طريق الصرف المباشر فى قشرة الأرض، أوعندما يكون هناك تسرب فى شبكات الصرف، بالاضافة إلى الملوثات الناتجة عن عمليات التصنيع حيث تقوم بعض المنشأت الصناعية بالقاء مخلفاتها بشكل مباشر على سطح الأرض وبالتالى يتسرب جزء منها إلى المياه الجوفية، كذلك تتعرض المياه الجوفية ايضاً للتلوث بتعدى مياه البحر على الخزان الجوفى واختلاط مياهه بمياه البحر المالحة. وتهدف هذه الدراسة إلى التركيز على تأثير مياه البحر على المياه الجوفية.

الدراسات السابقة:

- دراسة Ezz El Din El Tablawi Mahmoud، 1997، وموضوعها " تداخل مياه البحر فى الخزان الساحلى فيما بين رفح والشيخ زويد (شمال سيناء) وتأثيره على البيئة المحيطة" ، وتناولت هذه الدراسة هيدرولوجية منطقة الدراسة وهيدروكيميائية المياه الجوفية بمنطقة الدراسة، بالاضافة إلى تقييم نوعية المياه الجوفية للاغراض الزراعية.

- دراسة Kamal Ali Kamal، 2000، وموضوعها " تداخل مياه البحر فى شمال دلتا النيل"، حيث تناولت هذه الدراسة جيولوجية وهيدرولوجية منطقة الدراسة بالاضافة إلى صور تداخل مياه البحر فى المياه الجوفية بمنطقة الدراسة، كما تناولت الدراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية وتقييم جودتها للتعرف على مدى صلاحيتها لأغراض الشرب والرى والصناعة.

- دراسة Atta, etal، 2005، وموضوعها " تملح المياه الجوفية فى الخزان الساحلى الضحل شمال غرب دلتا النيل – مصر" ، وتناولت هذه الدراسة الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الجوفية شمال غرب الدلتا وارجعت تملح المياه الجوفية فيها إلى تداخل مياه البحر ثم التسرب من بحيرة مريوط واخيراً التملح الناتج عن ذوبان صخور الخزان نفسه.

- دراسة أحمد ابراهيم محمد صابر،٢٠١١ ، وموضوعها " تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعى دمياط ورشيد" ، وقد تناولت هذه الدراسة العوامل المؤثرة على حركة جبهة تداخل مياه البحر والمياه الجوفية بمنطقة الدراسة وصور تداخل مياه البحر المالحة والمعايير المحددة لها ، كما تناولت الدراسة ايضاً الاثار الناتجة عن تداخل المياه البحرية والجوفية بمنطقة الدراسة والتى تمثلت فى تلوث المياه الجوفية ومدى صلاحيتها للشرب والرى بالاضافة إلى تملح التربة وتأثيرها على القدرة الانتاجية للاراضى الزراعية، واختتمت الدراسة باقتراح بعض الاساليب لمواجهة الاثار السلبية الناتجة عن تداخل المياه البحرية والجوفية بمنطقة الدراسة.

- دراسة Mogren & Shehata، 2012، وموضوعها " رسم خريطة تلوث وخطورة المياه الجوفية للخزان الجوفى الرباعى فى الجزء الشمالى الشرقى من دلتا النيل – مصر"، وتمثل هدف هذه الدراسة فى رسم خريطة تحدد درجات خطورة المياه الجوفية فى الخزان الجوفى الرباعى فى الجزء الشمالى الشرقى من دلتا النيل وذلك بالاعتماد على العوامل التى تدلل على تلوث المياه الجوفية والتى تمثلت فى الاملاح الكلية الذائبة ، نسبة ريفيل، نسبة ادمصاص الصوديوم، نوعية المياه الجوفية ، التوصيل الهيدروليكى ، كميات المياه التى يتم ضخها بتطبيق احدى التحليلات المكانية لنظم المعلومات الجغرافية.

- دراسة Elewa, etal، 2013، وموضوعها " تحديد نطاقات المياه الجوفية الامنة فى الخزان الرباعى شمال شرق دلتا النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لرسم خريطة الخطورة" ، حيث اعتمدت هذه الدراسة فى تحديد نطاقات المياه الجوفية الامنة على الاملاح الكلية الذائبة، كميات المياه التى يتم ضخها من الابار، نسبة ادمصاص الصوديوم، نسبة ريفيل، التوصيل الهيدروليكى، النوعيات الكيميائية للمياه الجوفية تبعاً لتأثرها بمياه البحر. واعتمدت الدراسة على احدى التحليلات المكانية لنظم المعلومات الجغرافية مستخدماً الخرائط الستة الناتجة عن دراسة العوامل السابقة، وانتجت الدراسة خريطة تمثل درجات خطورة المياه الجوفية شمال شرق دلتا النيل.

- دراسة Yehia Ahmed Idris، 2013، وموضوعها " تحديد فئات ونوعيات المياه الجوفية استناداً على تقنية التصنيف المكانى لنظم المعلومات الجغرافية" ، وقد تناولت هذه الدراسة تحليل الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية فى وسط وجنوب دلتا النيل وذلك باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للتوصل إلى التوزيع الجغرافى لفئات نوعيات المياه الجوفية فى منطقة الدراسة.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى ما يلى:

1. رسم خريطة توضح درجات تلوث المياه الجوفية بمياه البحر فى منطقة الدراسة.
2. تحديد مدى امكانية استخدام المياه الجوفية فى منطقة الدراسة لأغراض الشرب والرى و الصناعة وسقى الماشية.

وسوف تتناول الدراسة النقاط التالية:

أولاً: موقع منطقة الدراسة.

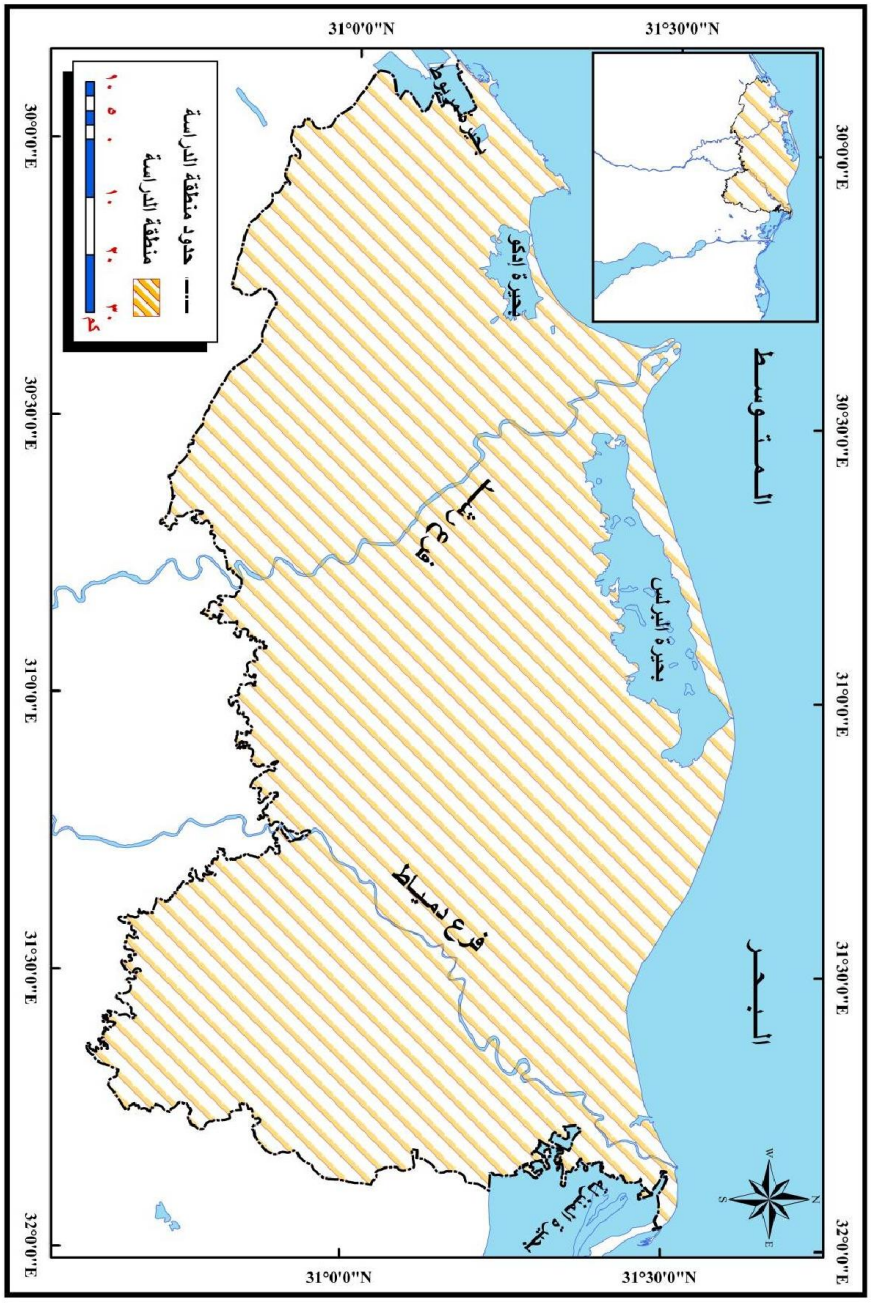
ثانياً: معايير تقييم جودة مياه الخزان الجوفى فى منطقة الدراسة تبعاً لدرجة تأثرها بمياه البحر المالحة.

ثالثاً: درجات تلوث الخزان الجوفى بمياه البحر فى منطقة الدراسة.

رابعاً: امكانية استخدام المياه الجوفية فى منطقة الدراسة للاغراض المختلفة.

أولاً: موقع منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة القسم الشمالى من دلتا النيل، فيطل عليها البحر المتوسط من جهة الشمال، وتحدها الشواطىء الغربية لبحيرة المنزله والحد الشرقى لمراكز الجمالية، دكرنس، أولاد صقر، كفر صقر، أبوكبير، ههيا من جهة الشرق والشواطىء الشرقية لبحيرة مريوط وخط كنتور ٧ من جهة الغرب، ويرسم خط كنتور ٧ اطرافها الجنوبية كما هو موضح بشكل(١).



المصدر: الخرائط الطبوغرافيه ١ : ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامج Arc- Gis 9.1

شكل (١)موقع منطقة الدراسة.

ويرجع امتداد منطقة الدراسة جنوباً حتى خط كنتور ٧ أمتار حيث انه يتماشى مع خط ملوحة المياه الجوفيه ١٠٠٠ جزء فى المليون الذى اوضحت الدراسات الهيدرولوجيه انه يعكس أدنى تأثير لمياه البحر.

تمتد منطقة الدراسه فلكياً بين دائرتى عرض ٣٣ ' ٣٠ ° – ٣٦ ' ٣١ ° شمالاً ، وبين خطى طول ٥٠' ٢٩ ° – ٣١'٥٩° شرقاً ، ويبلغ أقصى امتداد للمنطقه من الجنوب إلى الشمال حوالى ٩٨ كم و أقصى امتداد من الغرب إلى الشرق حوالى ٢٣١ كم، وتبلغ مساحة منطقة الدراسه حوالى ١٣٢٣٥.٦كم٢.

ثانياً: معايير تقييم جودة مياه الخزان الجوفى فى منطقة الدراسة تبعاً لدرجة تأثرها بمياه البحر المالحة

تشهدالخزانات الجوفية الساحلية المتصله هيدروليكياً بمياه البحر عادة تصريفاً من مياهها العذبة إلى مياه البحر المالحة وذلك فى الظروف الطبيعية. بينما عندما يزداد الضخ من الخزان الجوفى الساحلى المرتبط هيدروليكياً بمياه البحر ينخفض منسوب المياه الجوفية إلى أقل من منسوب سطح البحر فتغزو مياه البحر المياه الجوفية العذبة. ومن جهة أخرى يمكن ان يكون هناك انحدار للمستوى الهيدروليكى جهة البر مما يؤدى إلى زحف مياه البحر المالحة باتجاه البر (اتجاه الخزان الجوفى الساحلى) (درادكه ،١٩٨٨، ص٣٤٢) وبالتالى تغزو مياه البحر المالحة الخزان الجوفى وتحتل جزءاً منه. وبما أن الخزان الجوفى الساحلى بمنطقة الدراسة يتصل جيولوجياً وهيدروليكياً بمياه البحر المتوسط فان مياه البحر تزحف داخل الطبقات الحاملة للمياه الجوفية العذبة وتتداخل معها. ولكن نظراً لعدم انتظام سمك الغطاء السطحى الطينى للخزان الجوفى لدلتا النيل فان هذا التداخل يكون بصوره غير منتظمة عن طريق مجارى منفصلة وعلى أعماق مختلفة.

يؤدى تلوث المياه الجوفية بمياه البحر المالحة إلى تغير خصائصها الكيميائية، ولذلك فإن تقييم جودة المياه الجوفية لابد أن يعتمد على دراسة العناصر الكيميائية لعينات المياه الجوفية الممثلة لكافة أنحاء منطقة الدراسة. وفى هذا الإطار تمالاعتماد على تحليل متعدد العوامل Multivariate analysis بهدف التوصل إلى نتائج دقيقة حيث ان الاعتماد على

التحليل أحادى العامل Univariate analysisفى ظل المتغيرات الفيزيائية والكيميائية المتعددة (المؤثرات المتعددة) يكون أقل دقة (Idris,2013,p.100). لذلك اعتمدت الدراسة فى تحديد درجات تلوث المياه الجوفية ومستويات خطورتها على بعض العوامل الكيميائية المرتبطة بتداخل مياه البحر واختلاطها بالمياه الجوفية، وتتمثل هذه العوامل فى الصوديوم Na، الكلوريدات Cl، الأملاح الكلية الذائبة TDS، والنسبة بين مجموع الكلوريدات إلى مجموع كل من الكربونات والبيكربونات (نسبة ريفيل) Revell Ratio، ونسبة أدمصاص الصوديوم S.A.R.Sodium Adsorption Ratio،حيث أشارت دراسة (صابر، ٢٠١١،ص٣٨) إلى ان تداخل مياه البحر واختلاطها بالمياه الجوفية يؤدى إلى زيادة تركيز بعض العناصر الكيميائية فى المياه الجوفية وعلى وجه الأخص عنصرى الصوديوم والكلوريدات. كما أوضحت العديد من الدراسات الهيدرولوجية ارتباط الأملاح الكلية الذائبة ونسبة ريفيل بظاهرة تداخل مياه البحر واختلاطها بالمياه الجوفية (Elewa, etal; 2013, p.322)، (Mogren & Shehata, 2012,p.167)، (Kamal, 2000, p.52). وقد تم الاعتماد على نسبة ادمصاص الصوديوم لكونه عامل مؤثر فى استخدامات المياه للأغراض المختلفة (Mogren & Shehata, 2012, p.167).

كما اعتمدت الدراسة الحالية على أحد برامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc-Gis) وذلك بتمثيل ابار المياه الجوفية التى اعتمدت الدراسة على بياناتها والتى تغطى معظم مراكز منطقة الدراسة فى صورة نقاط، وقد تم إنشاء قاعدة بيانات لهذه النقاط، ثم استخدمت قواعدالبيانات فى إنشاء خرائط للمعايير التى استخدمتها الدراسة (الصوديوم، الكلوريدات، الأملاح الكلية الذائبة، نسبة ريفيل، نسبة ادمصاص الصوديوم)لتوضيح مدى تلوث المياه الجوفية بمياه البحر ومن ثم تم انشاء خمس خرائط – تبعاً للخمسة معايير المستخدمة- توضح كل منها الدرجات المختلفة لتلوث المياه الجوفية بمياه البحر.

واستخدمت الخرائط الخمسة التى تم إنشائها كخمس طبقات Layers للحصول على خريطة توضح درجات خطورة المياه الجوفية الملوثة بمياه البحر وبالتالى المناطق التى يأمن استخدامها والأخرى غير الأمنة. وذلك بتطبيق (WMCDSS) Weighted Overlay Gis multi-criteria decision support system

وفيما يلى دراسة تفصيلية للمعايير التى تم الاعتماد عليها لدراسة مدى تأثر المياه الجوفية وتغير خصائصها نتيجة تلوثها بمياه البحر:

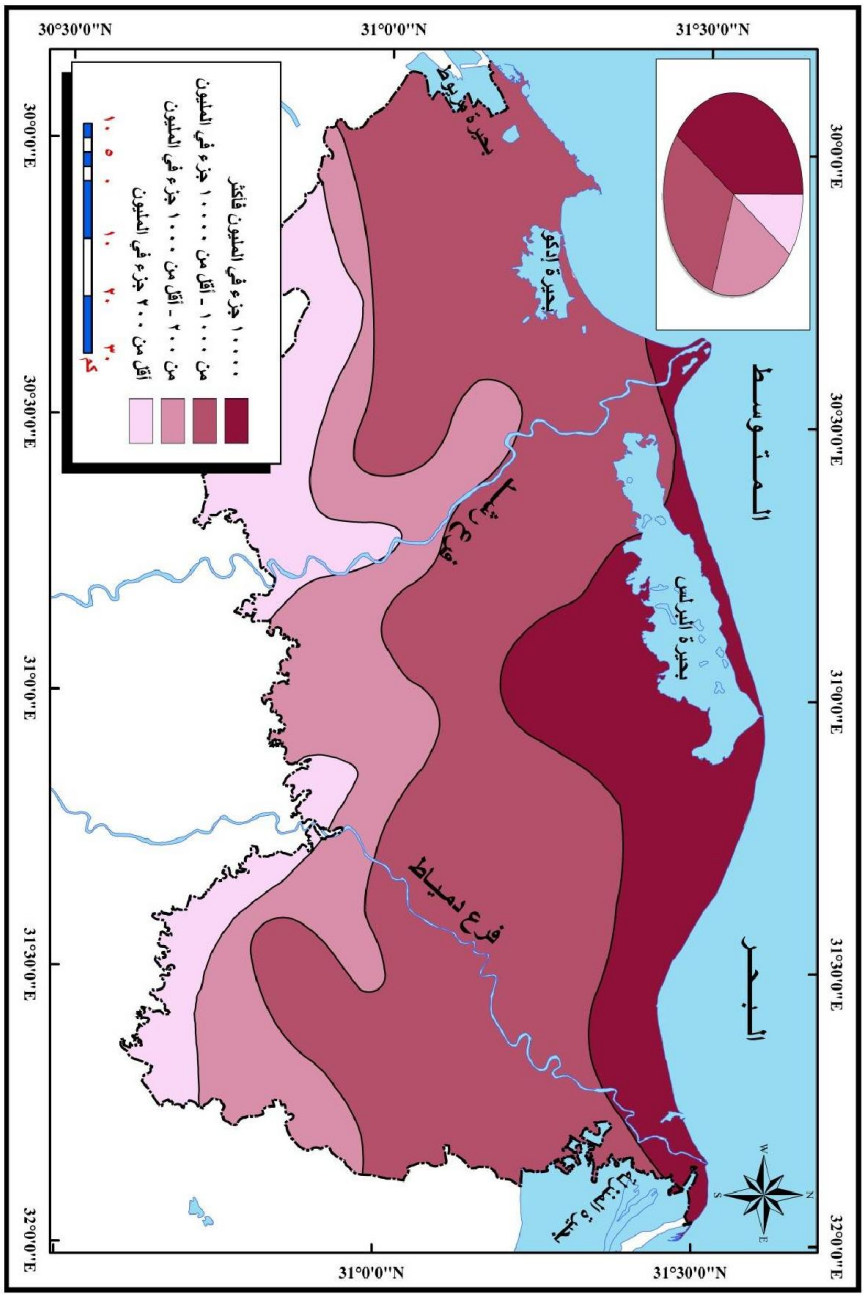
1- تركيز كاتيون[١] الصوديوم[٢] (Na)

يرجع محتوى الصوديوم فى المياه الجوفية إلى نوع الصخر المكون للخزان الجوفى حيث يوجد الصوديوم كشوائب وأملاح صوديوم ذائبة أوبعض الرواسب الغنية بمعادن الصوديوم (Abd EL-Bary, 2005,p.75).كما يعد الصوديوم من أكثر العناصر تركزاً فى مياه البحر حيث تبلغ نسبة تركيزه حوالى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون، وبذلك فان الخزانات الجوفية التى تقتحم بواسطة مياه البحر تتسم بنسب عالية جداً من الصوديوم.

وبدراسة جدول (١) و شكل (٢) يتضح ما يلى:

- يتراوح تركيز الصوديوم فى منطقة الدراسة بين أقل من ٢٠٠ جزء فى المليون فى الاجزاء الجنوبية و ١٠٠٠٠ جزء فى المليون فأكثر فى الاجزاء الشمالية، أى أن التركيز يزداد بالاتجاه شمالاً فتتراوح تركيزات الصوديوم فى المياه الجوفية بين ٥٣ جزء فى المليون فى حوش عيسى و١٤٨٢٨ جزء فى المليون فى البرلس.ويرجع تزايد تركيز الصوديوم بالاتجاه إلى الشمال والشمال الشرقى فى منطقة الدراسة إلى تزايد تلوث المياه الجوفية نتيجة لاختلاطها بمياه البحر بالاتجاه شمالاً.

- يفوق تركيز الصوديوم فى المياه الجوفية فى الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة تركيزه فى مياه البحر حيث يزيد تركيزه عن ١٠٠٠٠ جزء فى المليون، وتشغل هذه الفئة ١٦.٤% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة.



المصدر :إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (١) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٢) تركيز كاتيون الصوديوم فى الخزان الجوفى بمنطقة الدراسة.

جدول (١) الخصائص الكيميائي لمياه الجوفية (جزء فى المليون)
بمنطقة الدراسة فى الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٢

المحافظة	المركز	القلوية	الملوحة الكلية TDS	الصوديوم Na	الكالسيوم Ca	الماغنسيوم Mg	البوتاسيوم K	الكلوريدات Cl	الكبريتات SO_4	البيكربونات $CaCO_3$	الكربونات CO_3
دمياط	كفر سعد(*)	٧,١	٣٥٦٨٠	١١٢٤٧	٦٤٠	١٠٢١	١٥٤	١٩٥٢٥	٢٨٨٠	٣٧	١٣
	فارسكور(*)	٧,٧	٣٣٠٥١	٨٧٣٥	١١٢٠	٢١٧٥	٣٣٥	١٨٢٦٣	٥٣٧٦	١٤٣	٢١
	الزرقا(*)	٧,٢	١٨٤٠٠	٤٦٦٠	١٠٩٢	٢٢٥٧,٥	١٠٠	١٠٦٦١	٢١١٢	٤٠	٧
كفر الشيخ	البرلس(-)	٧,٨	٥٠٤٠٨	١٤٨٢٨	٨٢٥	٢٧٢٣	٢٧	٣٠٦٦٣	١٢٠٠	٩٢	٠
	الحامول(-)	٧,٤	٢٧٧٢٠	٩٠٥٠	٦٧٠	٦٩٠	١٩٢	١٢٨٣٣	٤١٦٢	٣٦,٦	٨٣
	سيدى سالم(-)	٧,٧	١٠٤٥٢	٣٩٠٨	٣٧٩	٥٥٤	١٩	٤٧٨٩	٧٣٠	٧٣	٠
	مطوبس(-)	٧	١٣٥٦٨	٤٥٠٨	١٢٠	٤٠١	٥٦	٨١٦٥	٢٧٥	٤٣	٠
	الرياض(-)	٧,٥	٣٨٨٩٥	١٢١٤٤	٥٢٥	١٣١٠	١٦٦	٢٠٥٩٠	٤٠٦٨	٩٢	٠
	فوه(-)	٧,٩	٩٤٦٨	٢٢٧٦	٤٢٠	٤٦٢	٩	٣٨٢٨	١٨٦٣	٦١٠	٠
	كفر الشيخ(-)	٨,٤	٣٧٦٤	١١٠٤	٢٨	٤٧	٨٢	١٠٤٦	٦٧	١٣٦	٨٤
	بيلا(-)	٧,٢	١٢١٩١	٤٢٥٥	١٩٠	١٦٨	٥١	٤٤٣١	٧٦٨	٨٥	٠
	دسوق(-)	٨	٦٦٨٤	١٨٨٥	٣٠٤	٢٠٩	١٢	٣١٩٠	٨٦٤	١٩٧	٢٣
الدقهلية	قلين(-)	٧,٩	٣٥٥١	١٢٩٣	١٦٨	١١٩	٨٥	١٦٣١	٦٣	١٨١	١١
	بلقاس(-)	٧,٩	٢٨٧٣٦	٨٥٧٥	١١٧٤	٨٤٤	٢٣	١٦٣٠٦	١٧٧٧	٣٧	٠
	شربين(-)	٧,٣	١٣٠٢٤	٣٩٧٧	٢١٦	٥٠١	٣١	٧٠٩٠	١٠٩٩	١١٠	٩
	نبروه(-)	٧,٣	٧٥٥٣	٢٤٨٣	١٩٤	١٣٥	٢٠	٤٢٢٩	٤٢٥	٦٧	٠
	طلخا(*)	٧,٣	١٥١٠٨	٥٢٨٧	١٧٦	١٨٥	٥٥	٧٩٤٠	١٢١٠	١٩٥	٦٠
	المنصورة(-)	٧,٣	١٠٨١٠	٣٢٢٠	٣١٥	٣٢٩	١٠٦	٦١٠٦	٦٠٦	١٢٨	٠
	بنى عبيد(*)	٧,٨	٤١٩١	١٣٤٣	٢٤٨	١٥٨	٧	١١٠٠	٩٥١	٣٨٤	٠
	دكرنس(*)	٧,٧	٤١٣٩	٢١٢٠	٢٣٩	١٦٨	١٠٠١	١٢٨٠٦	٨١٠٦	٢٣٩,٧	٠
	السنبلاوين(-)	٧,٨	٢٦٩٦	١٤٨٩	١١٤	١٣٢	٢٣	٢٤٨	٦٢٩	٦١	٠
	أجا(-)	٧,٣	١٢٩٦	٢٧٦	١٠٦	٣٠	١٩	٢٦٦	٤٠٤	١٩٥	٠

المحافظة	المركز	القارية	المفوحة الكلية TDS	الصوديوم Na	الكالسيوم Ca	الماغنسيوم Mg	البوتاسيوم K	الكلوريدات Cl	الكبريتات SO_4	البيكربونات $CaCO_3$	الكربونات CO_3
الشرقية	أولاد صقر (*)	٨	١٧٥٥	٥١٩	٢٤,٨	٤١,٣	٢٣,٨	٧٨٥	٣٣	٣٠٥	٠
	كفر صقر (*)	٧,٩	١١٨٩	٣٣٠	١٩,٤	١١,٤	١٩,١	١١٩,٩	١٥٠,٢	٥٣٩,٨	٠
	ديرب نجم (*)	٧,٦	١٠٨٠	٨٠	١٥٠	٦٠,٧	٣٤,١	٢٢٠	١٠٤	٣٩٩,٢	٣٢
	أبو كبير (*)	٧,٣	١١٧٢	١٠٣,٥	١٦٠	٧٠,٥	٢٢	٢٠١	٢٨٨	٢٩٣	٣٤
الغربية	المحلة الكبرى (-)	٧,٢	١٢٥٨	١٧٧,٥	١٠٤	٥٠,١	١٨,٣	٢٣٠	٢١٦	٣١٧	٧
	قطور (-)	٧,٦	٢٨١٣	٧٢٦	٤٠٣	٤٢٠	٣١,٥	٦٨٨	٣٤٣	١٨٣,٥	١٨
	بسيون (-)	٧,٧	١٢٩٧	٣٤٥,٢	٨٦	٤٩	٧,٨	٥٠٣	١١٨	١٦٦	٢٢
	سمنود (-)	٧,٤	٢٦٩٦	٨٦١	٣٧٤	٤٦٨	١٩	٥٤٧	١٢٣	٢٩٢	١٢
	طنطا (-)	٨,٧	٩٠٠	٢٣٢	٣١,٧	١٢,٦	١٩,٧	١٦٠	١٤١,٧	٢٧٩	١٣,٣
البحيرة	كفر الزيات (-)	٧,٢	٧٩٧	١٦٦	٦٠	٢٨	٥	١٨٠	٤٤	٣١٤	٠
	الدكو (*)	٧,٢	٢٤٤٠٧	٧٧٧٤	٤٠٠	٥٤٥	٢٦٥	١٢١٧٣	٢٦٤٠	٦١٠	٠
	كفر الدوار (*)	٧,٣	٦١٣٨	٤٢٧٨	٢٠٠	١٧٠	٤٧	٦٨٢	٧٧٨	١٨٣	٠
	المحمودية (-)	٧,٦	٤٧٧٣	٨٨٥	٣٠٨	٣٤٥	٣٣	٢٨٣٦	١٢٣	١٨٣	٠
	ابو حمص (*)	٧,٤	٥٢٦٩	١٥٧٥	٦٥	٢٤٠	٢٣	٣٠٧١	٥٦	٢٣٨	٠
	دمنهور (*)	٧,٣	٩٠٨٩	١٨٤٠	٣١٦	٢٦٤	٢١	٥٨٤٣	٤٩٠	٤١٥	٠
	الرحمانية (-)	٧,٥	٤٤٦٠	٧٢٤	٣٢٨	٤٠٨	٢٥	٢٨٠٠	٢٢	١٥٣	٠
	شبراخيت (*)	٧,٧	١١٩٠	١٧٠	٧٠	٩٤	١١	٢٦٦	٢٧٤	٣٠٥	٠
	ابتاى البارود (*)	٧,٨	٩٩٠	١٤٧	٨٩	١٨	٦	١٦٨	٦	٤٥٨	٠
	النشنجات (*)	٨	٦٥١	٩٥	٥٧	٣٦	٦	٧٧	١١٣	٢٧٨	٠
	حوش عيسى (*)	٧,٨	٦٨٣	٥٣	٧٠	٥٢	٥	٩٩	١٣٠	٢٧٥	٠
	ابو المطامير (*)	٨,١	١١٠٠	١٦٧	١٠٣	٣٢	٩	١٢٤	١٧٥	٤٨٨	٠
الإسكندرية (*)	.....	٧,٦	٢١٦٠٦	٥٤٠٥	١٣٠٠	٨٥١	٣٥	٩٦٢١	٤٧٧٢	١٢٢	٠

المصدر:Mogren& Shehata, 2010,pp.164-165(*), (×) , Kamal,2000,pp.151-155
(-) Sharaky,etal,2007,p.23

- يتصف الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة بتركيزات مرتفعة لعنصر الصوديوم حيث تشغل فئة التركيزات من ١٠٠٠وأقل من١٠٠٠٠ جزء فى المليون حوالى٥١.٤% من جملة مساحة منطقة الدراسة وتمتد فى الأجزاء الوسطى والشمالية الغربية منها.
- تشغل المياه الجوفية التى يتراوح تركيز الصوديوم بها بين ٢٠٠و أقل من ١٠٠٠ جزء فى المليون ١٩.٥% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة.
- ينخفض تركيز الصوديوم فى الأطراف الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة حيث يقل تركيز الصوديوم فى المياه الجوفية عن ٢٠٠ جزء فى المليون، وتمثل هذه الفئة١٢.٧% من مساحة منطقة الدراسة فتضم مركزى ديرب نجم ، ابو كبير بمحافظة الشرقية، ومركزى المحلة الكبرى وكفر الزيات بمحافظة الغربية، ومراكز شبراخيت، ايتاى البارود، الدلنجات، حوش عيسى أبو المطامير بمحافظة البحيره.

2- انيونات[٣] الكلوريدات Cl

تعد الكلوريدات مكون ضئيل فى القشرة الأرضية الا انه من أكثر المكونات الذائبة فى المياه، كما تتوافر الكلوريدات بكميات كبيرة فى مياه البحر حيث يزيد تركيزه فى مياه البحر عن ١٩٠٠٠ جزء فى المليون، فيبلغ تركيزه فى مياه البحر المتوسط ١٩٥٨٠ جزء فى المليون ولم يتوصل العلماء حتى الان إلى تفسير لهذه التركيزات العالية من الكلوريدات فى مياه البحار (السلاوى، ١٩٨٦، ص ٢٥٢).

أما بالنسبة للمياه الجوفية فتتعدد مصادر الكلوريدات بها فتتمثل فى المتبخرات، مياه البحر المحصورة فى الرواسب من أزمنة جيولوجية بعيدة بالاضافة إلى تبخر مياه الأمطار وترسب الكلوريدات (درادكه، ١٩٨٨،ص ٤٠٨)، وعلى الرغم من تعدد مصادر الكلوريدات فى المياه الجوفية الا ان تركيزه فيها قليل لا يتعدى ٥ جزء فى المليون فى المناطق الرطبة ويزيد عن ذلك فى المناطق الجافة ليصل إلى عدة مئات جزء فى المليون لذلك يعتبر تواجد الكلوريدات فى المياه الجوفية بتركيزات عالية دليلاً على تلوث المياه الجوفية نتيجة إختلاطها بمياه البحر.

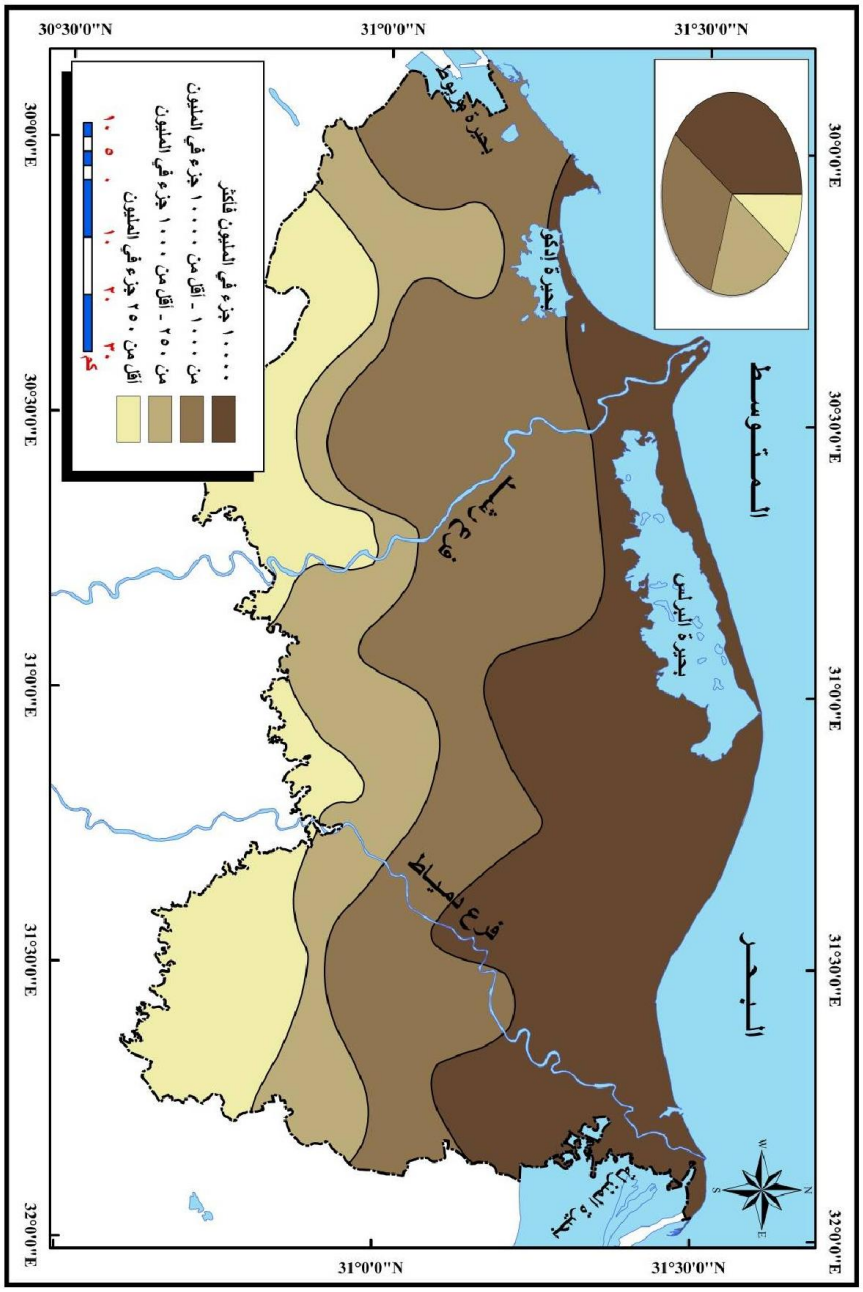
ويتضح من دراسة جدول(١) ان الكلوريدات من أكثر الأيونات شيوعاً فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة، كما تتباين تركيزاته تبايناً كبيراً فى منطقة الدراسة حيث تتراوح بين ٣٠٦٦٣ جزء فى المليون فى البرلس و٧٧ جزء فى المليون فى الدلنجات.

ويتضح من دراسة شكل (٣) ما يلى:

- يتزايد تركيز الكلوريدات فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة زيادة تدريجية بالاتجاه نحو الشمال والشمال الشرقى.
- يلاحظ تزايد تركيز الكلوريدات فى المياه الجوفية عن ١٩٠٠٠ جزء فى المليون فى الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة فى مراكز كفر سعد، البرلس، الرياض. اى ان تركيز الكلوريدات بها يزيد عن تركزه فى مياه البحر وربما يرجع ذلك إلى المتبخرات ذات الخصائص البحرية وانتشار السبخات حول بحيرة البرلس (Kamal,2000,p. 79).
- تشغل المياه الجوفية التى يزيد تركيز الكلوريدات بها عن ١٠٠٠ جزء فى المليون حوالى٦٥.٦ % من جملة مساحة منطقة الدراسة ، وتمتد فى الأجزاء الوسطى والشمالية من منطقة الدراسة . وتشير التركيزات المرتفعة للكلوريدات فى هذه الانحاء إلى اختلاط المياه الجوفية بمياه البحر (Atta,etal;2005,p.155).
- تشغل المياه الجوفية ذات التركيز المنخفض من الكلوريدات (أقل من ٢٥٠ جزء فى المليون) حوالى ١٧.٨% من جملة مساحة منطقة الدراسة وتمتد فى الأطراف الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.

3- الأملاح الكلية الذائبة TDS

تعد الأملاح الكلية الذائبة أحد المؤشرات الجيدة التى توضح تأثير تداخل مياه البحر فى المياه الجوفية، حيث ان نسبة ملوحة المياه الجوفية تتوقف على مدى غزو مياه البحر لها بالإضافة إلى ارتشاح الماء والتوصيل الهيدروليكى واتجاه تدفق المياه فى الخزان الجوفى والتوازن بين التبخر والتساقط والتغذية والضخ من الخزان الجوفى (Fattah,1994, p. 40).



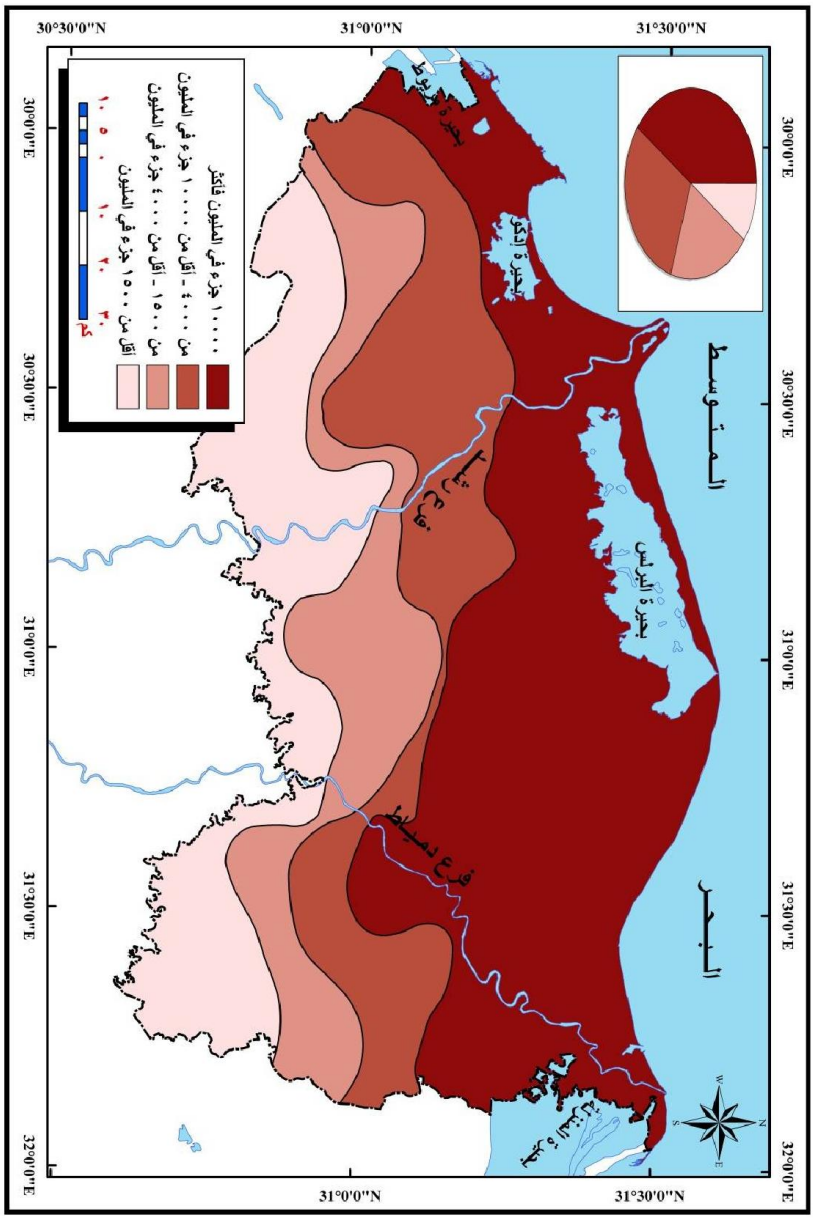
المصدر :إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (١) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٣) تركيز انيونات الكلوريدات فى الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة.

وهناك العديد من الدراسات التى تناولت تصنيف المياه الجوفية للاغراض المختلفة مثل (us salinity laboratory,1954)، (chebotarev,1955)، (freeze& cherry, 1979)(El- Gamili,etal ;1999,p.7) ، وقد تم توزيع مراكز منطقة الدراسة تبعاً لدرجة ملوحة المياه الجوفية بها على الفئات المختلفة للمياه التى يوضحها تصنيف chebotarev[٤] جدول (٢) للتميز بين ملوحة مياه المراكز المختلفة ، والذى يتضح من دراسته ان المياه الصالحة للشرب غير ممثلة فى منطقة الدراسة، كما ان معظم مراكز منطقة الدراسة تقع فى فئة المياه المالحة بدرجاتها المختلفة الا ان الفئتين الشديدة الملوحة والمالحة تماماً تستحوذ على النصيب الأكبر.ويتبين ايضاً ان المياه العذبة تظهر فى منطقة الدراسة فى مساحات محدودة وفى أدنى درجات العذوبة الممثلة بالتصنيف.

ونظراً لعدم تمثيل بعض الفئات فى منطقة الدراسة، فقد تم تلخيص هذا التصنيف فى شكل (٤) الذى يوضح أربعة درجات من ملوحة المياه الجوفية، ويلاحظ منه ما يلى:

- تنتشر المياه الجوفية شديدة الملوحة والمالحة تماماً فى الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة حيث تتراوح ملوحتها بين ٤٠٠٠ و أكثر من ١٠٠٠٠ جزء فى المليون ، مما يشير إلى تداخل مياه البحر واختلاطها بالمياة الجوفية.
- يلاحظ ارتفاع ملوحة المياه الجوفية فى الأطراف الشمالية من منطقة الدراسة – البرلس والرياض- عن ملوحة مياه البحر المتوسط ٣٥٨٢٥ جزء فى المليون، وربما يرجع ذلك إلى انتشار السبخات حول بحيرة البرلس بالاضافة إلى ذوبان الجبس والهالايت والانهدريت المنتشرة فى هذه المنطقة. وتنتشر هذه المياه شديدة الملوحة فى شكل عدسات مغلقة ومتفرقة وتدل ملوحتها العالية على انها تكونت فى ظل معدل مرتفع للتبخر كما انها منفصلة عن البحر منذ زمن جيولوجى بعيد (Abou El-Azm,1993, p.91).



المصدر :إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (٢) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٤) تركيز الأملاح الكلية الذائبة فى الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة.

جدول (٢) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تبعاً لدرجة ملوحتها وفقاً لتصنيف (chebotarev,1955):

نوعية المياه	الفئة الفرعية	درجة الملوحة (جزء فى المليون)	المركز
مياه عذبة	جيدة تصلح للشرب	٥٠٠>	غير ممثلة فى منطقة الدراسة
	عذبة	٥٠٠ <٧٠٠>	الدلنجات ، حوش عيسى
	عذبة إلى حد ما	٧٠٠< ١٥٠٠	ديرب نجم ، طنطا، كفر الزيات، شبراخيت، ايتاى البارود، ابو المطامير، دكرنس، السنيلاوين، اجا، ابو كبير، بسيون
متوسطة الملوحة	متوسطة الملوحة قليلاً	١٥٠٠>٢٥٠٠	غير ممثلة فى منطقة الدراسة
	متوسطة الملوحة	٢٥٠٠>٣٢٠٠	قطور، سمنود
	متوسطة الملوحة تماماً	٣٢٠٠ < ٤٠٠٠	كفر الشيخ، قلين، بنى عبيد، كفر صقر
مياه مالحة	مالحة قليلاً	٤٠٠٠< ٦٥٠٠	كفر الدوار ، المحمودية، ابو حمص، الرحمانية
	مالحة	٦٥٠٠>٧٠٠٠	دسوق
	شديدة الملوحة	٧٠٠٠>١٠٠٠٠	سيدى سالم، فوه، نبروه، اولاد صقر، المحلة الكبرى
	مالحة تماماً	١٠٠٠٠<	كفر سعد، فارسكور، الزرقا، البرلس، الحامول، مطوبس، الرياض، بيلا، بلقاس، شربين، طلخا، المنصورة، ادكو، دمنهور، اسكندرية

- تتزايد ملوحة المياه الجوفية فى الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة عنه فى الأجزاء الجنوبية حيث تتراوح ملوحتها بين ١٥٠٠ و ٤٠٠٠ جزء فى المليون، ويرجع ذلك إلى التسرب من التربة بالاضافة إلى انتشار مياه البحر (Kamal,2000,p. 72).
- تنتشر المياه قليلة الملوحة أقل من ١٥٠٠ جزء فى المليون فى الأطراف الجنوبية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة .

4- نسبة ريفيل Revelle Ratio (٥)

تستخدم نسبة ريفيل للتعرف على نوعية المياه الجوفية _ سواء مياه بحر أو مياه عذبة- اعتماداً على حقيقة ان الكلوريدات تعتبر الأيون الأكثر شيوعاً فى مياه البحر كما انه لا يتأثر بعمليات التبادل الأيونى مع المياه الجوفية، بالاضافة إلى ان الكربونات والبيكربونات تعد من العناصر المميزة للمياه الجوفية ويندر وجودها فى مياه البحر.

أعتمدت العديد من الدراسات على نسبة ريفيل كمؤشر مميز للتعرف على تداخل مياه البحر فى المياه الجوفية، وبالتالى فانه يمكن استخدام نسبة ريفيل للتعرف على درجات تلوث المياه الجوفية نتيجة اختلاطها بمياه البحر حيث ان نسبة ريفيل لمياه البحر المتوسط تمثل ٢٥٠ ملليمكافىء/ لتر، وفى مياه النيل تمثل ٠.٢٣ ملليمكافىء/ لتر (El sabbagh,2000,p.153). وبناءً على ذلك يمكن تصنيف المياه الجوفية تبعاً لنسبة ريفيل كمايلى :

مياه عذبة : أقل من ١ ملليمكافىء/لتر.

مياه ملوثة بعض الشىء بمياه البحر: ١ – ٥٠ ملليمكافىء /لتر.

مياه مختلطة بمياه البحر تماما: ٥٠–٢٠٠ ملليمكافىء/لتر.

مياه البحر: أكثر من ٢٠٠ ملليمكافىء/لتر.(Kamal,2000,p. 88)

وبذلك اذا ارتفعت نسبة ريفيل عن ١ملليمكافىء/لتر تعتبر المياه الجوفية ملوثة بمياه البحر.

ويتضح من دراسة شكل (٥) وجدول (٣) ما يلى:

- تزايد نسبة ريفيل فى منطقة الدراسة بالاتجاه شمالاً مما يشير إلى تأثير مياه البحر، وتزايد تركيز الكلور بالاتجاه شمالاً.

- تباين نسبة ريفيل فى منطقة الدراسة تبايناً جغرافياً واضحاً حيث تراوحت بين ٠.٤ مللي مكافىء/لتر فى مركز أبو المطامير فى أقصى جنوب غرب منطقة الدراسة و٧٥٧.٣ ميلل مكافىء/لتر فى مركز بلقاس فى أقصى شمال شرق منطقة الدراسة .

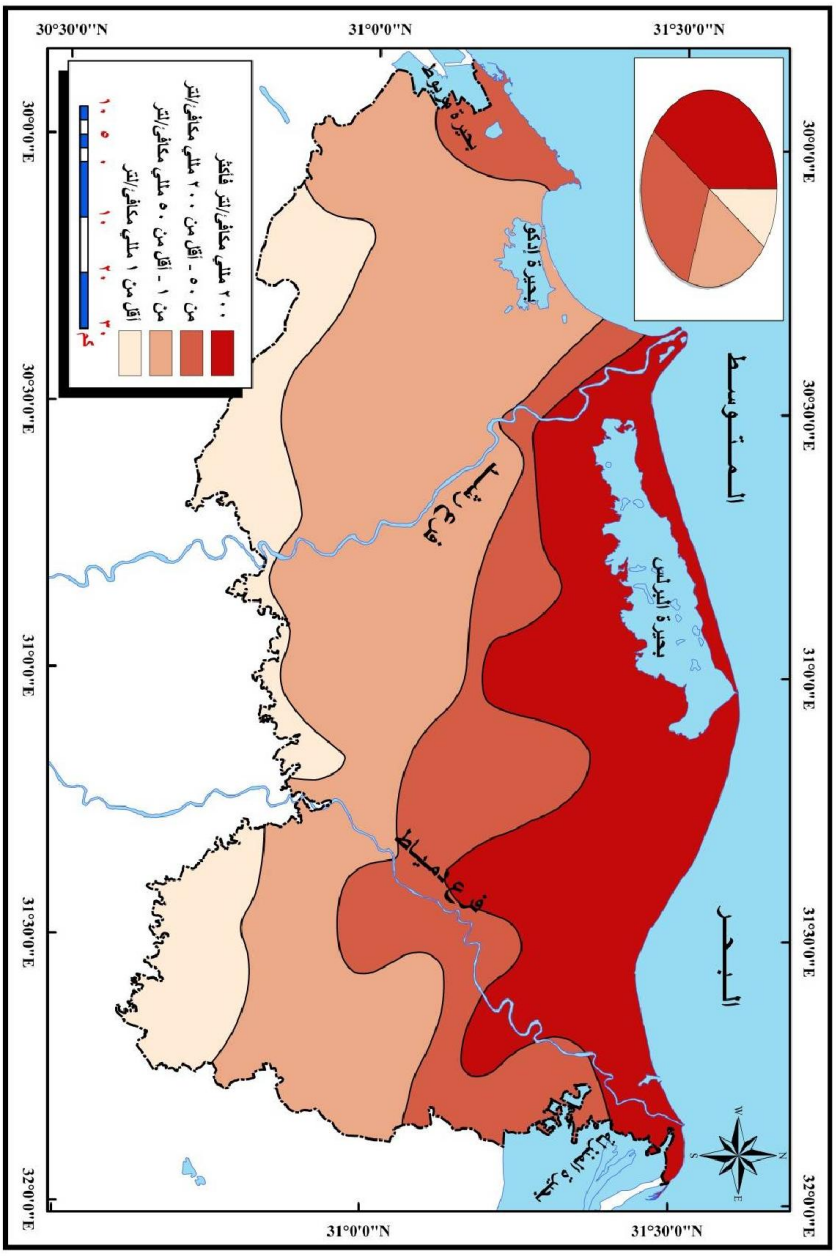
- تنتشر نسب ريفيل المرتفعة فى الجزء الشمالى من منطقة الدراسة نتيجة لإرتفاع ملوحة المياه الجوفية وتأثير مياه البحر عليها بينما تنتشر النسب المنخفضة فى الجزء الجنوبى والجنوبى الشرقى والجنوبى الغربى من منطقة الدراسة نتيجة التغذية من مياه فرعى دمياط ورشيد وانعدام تأثير مياه البحر المالحة فى هذه الاجزاء.

- تتراوح نسبة ريفيل فى الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة بين ١ و ١٨٩ ميللي مكافىء/لتر مما يشير إلى اختلاط المياه الجوفية بمياه البحر وتلوثها به بدرجات مختلفة.

- ترتفع نسبة ريفيل فى بعض الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة عن ٢٥٠ مللي مكافىء/ لتر اى تزيد عن نسبة ريفيل فى مياه البحر ويرجع ذلك إلى انتشار أملاح الكلوريدات فى هذه الأنحاء نتيجة لذوبان المتبخرات.

5- نسبة ادمصاص الصوديومSAR

تعبر نسبة ادمصاص الصوديوم عن النسبة بين تركيزات الصوديوم فى مقابل الماغنسيوم والكالسيوم[٦] (بالمللي مكافىء/لتر). وأشار (Mogren & Shehata, 2012, p.169) إلى ان نسبة أدمصاص الصوديوم وكذلك نسبة تركز الأملاح فى المياه تعد من أكثر العوامل المحددة لجودة المياه والمؤثرة فى معدل تخلل المياه فى التربة. وبالتالى فان نسبة ادمصاص الصوديوم فى مياه الرى لها تأثيرات على الخواص الطبيعية للتربة وايضاً على استخدامها فى زراعة المحاصيل المختلفة[٧] (Elewa,etal;2013,p.324).



المصدر :إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (٣) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٥) نسبة ريفيل في الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة.

شكل (١) تركيز كانيون الصوديوم فى الخزتن الجوفى لمنطقة الدراسة.

جدول (٣) نسبة ريفيل ونسبة ادمصاص الصوديوم فى المياه الجوفية بمنطقة الدراسة (مللى مكافىء/لتر[٨]).

المحافظة	المركز	نسبة ادمصاص الصوديوم	نسبة ريفيل	المحافظة	المركز	نسبة ادمصاص الصوديوم	نسبة ريفيل
دمياط	كفر سعد	٦٤.٢	٥٢٨.٩	الشرقية	أولاد صقر	١٤.٨	٤.٤
	فارسكور	٣٥.٠	١٦٩.٠		كفر صقر	١٤.٧	٠.٣
	الزرقا	١٨.٥	٣٣٧.٨		ديرب نجم	١.٤	٠.٨
كفر الشيخ	البرلس	٥٦.٠	٥٧٢.٧		أبو كبير	١.٧	٠.٩
	الحامول	٥٨.٦	١٠٧.٤	الغربية	المحلة الكبرى	٣.٢	٠.٧
	سيدى سالم	٢٩.٩	١١٢.٥		قطور	٦.٠	٥.٨
	مطوبس	٤٤.٤	٣٢٦.٣		بسيون	٧.٥	٤.١
	الرياض	٦٤.٥	٣٨٤.٦		سمنود	٧.٠	٣.١
	فوه	١٨.٢	١٠.٨		طنطا	٨.٨	٠.٩
	كفر الشيخ	٢٩.٦	٥.٩		كفر الزيات	٤.٤	٠.٩
	بيلا	٥٤.٢	٨٩.٦	البحيره	ادكو	٥٩.٤	٣٤.٣
	دسوق	٢٠.٤	٢٢.٥		كفر الدوار	٥٣.٧	٦.٤
	قلين	١٨.٦	١٣.٨		المحمودية	٨.٠	٢٦.٦
الدقهلية	بلقاس	٤٦.٦	٧٥٧.٣		ابو حمص	٢٠.٢	٢٢.٢
	شربين	٣٣.٩	٩٥.٠		دمنهور	٢٠.٠	٢٤.٢
	نبروه	٣٣.٥	١٠٨.٥		الرحمانية	٦.٣	٣١.٤
	طلخا	٦٦.٣	٤٣.٠		شبراخيت	٣.١	١.٥
	المنصوره	٣٠.٣	٨٢.٠		ابتاى البارود	٣.٧	٠.٦
	بنى عبيد	١٦.٦	٤.٩		الدلنجات	٢.٦	٠.٥
	دكرنس	٢٥.٥	٩.٢		حوش عيسى	١.٢	٠.٦
	السنبلاوين	٢٢.٤	٧.٠		ابو المطامير	٣.٧	٠.٤
	أجا	٦.١	٢.٣	الإسكندرية	.....	٢٨.٦	١٣٥.٥

المصدر: حساب الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (١).

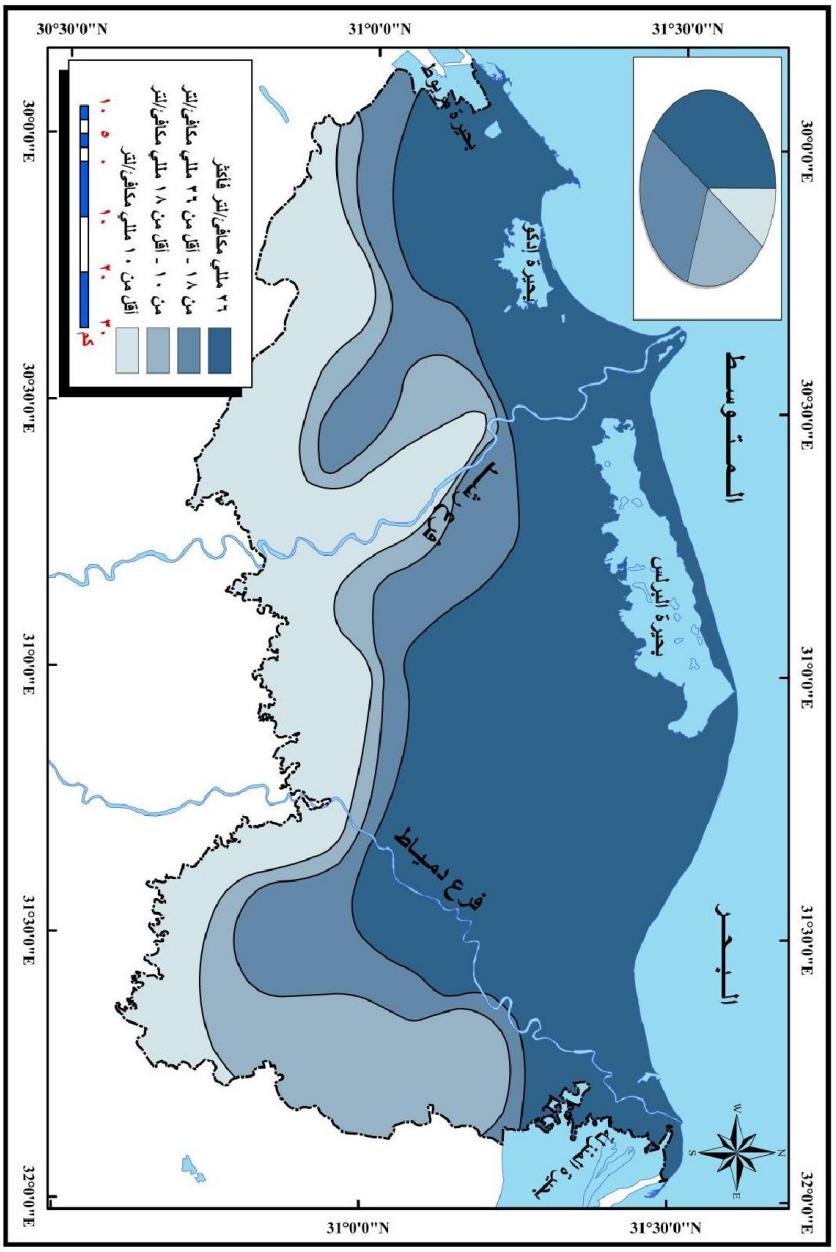
وقد استندت الطالبة فى دراسة نسبة ادمصاص الصوديوم فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة على تصنيف معمل الملوحة الأمريكى (١٩٥٤) الذى يوضح المستويات المختلفة لنسبة ادمصاص الصوديوم فى المياه ومدى تأثيرها على التربة على النحوالتالى:

- مياه صالحة لرى التربات المختلفة : أقل من ١٠ ملليمكافىء/لتر.
- مياه صالحة لرى التربات جيدة النفاذية : ١٠ – ١٨ملليمكافىء/لتر.
- مياه تتسبب فى تأثيرات ضارة على النبات: ١٨–٢٦ملليمكافىء/لتر.
- مياه غيرصالحة للرى: ٢٦– ١٠٠ ملليمكافىء/لتر.(Mahmoud,1997,p.138).

وبناءً على ما سبق وبدراسة شكل (٦) يتضح ما يلى:

- تضم الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة المياه الجوفية ذات قيم نسبة ادمصاص الصوديوم المرتفعة (أكثر من ٢٦ ملليمكافىء/ لتر) نتيجة لارتفاع تركيزات الصوديوم وكذلك الأملاح الكلية الذائبة بفعل مياه البحر المختلطة بالمياه الجوفية فى هذه الأجزاء من منطقة الدراسة .
- تنتشر المياه الجوفية ذات قيم نسبة ادمصاص الصوديوم المنخفضة (أقل من ١٠ ملليمكافىء/ لتر) فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، وهى فى ذلك تتفق مع التركيزات المنخفضة من الصوديوم وكذلك الأملاح الكلية الذائبة مما يشير إلى عذوبة المياه الجوفية فى هذه الأنحاء إلى حد ما.

قدرت منظمة حماية البيئة من خلال تقريرها عن جودة المياه (١٩٨٦) ان أقصى نسبة ادمصاص صوديوم يمكن ان تحتملها التربة دون ظهور تأثيرات ضارة عليها هى ١٥ ملليمكافىء/ لتر، وبالتالى فان الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة تحتوى على مياه جوفية مناسبة للرى ولا تتسبب فى احداث ضرر بالتربة، بينما الأجزاء الوسطى منها تحتوى على مياه جوفية قد تتسبب فى إحداث أضرار بالتربة كما انها تتطلب عناية خاصة بالتربة، اما الأجزاء الشمالية تحتوى على مياه جوفية تتسبب فى اخطار بالغة على التربة.



المصدر :إعداد الطالبة اعتماداً على بيانات جدول (٣) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٦) نسبة ادمصاص الصوديوم فى الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة.

ثالثاً: التوزيع الجغرافى لدرجات تلوث الخزان الجوفى فى منطقة الدراسة.

تتباين درجات تلوث المياه الجوفية نتيجة إختلاطها بمياه البحر تبعاً لمدى قربها او بعدها عن منطقة التداخل. ومن دراسة الاشكال(١-٥) الخاصة بتوزيع قيم كل معيار من المعايير المعبرة عن مدى تلوث المياه الجوفية بمياه البحر فى منطقة الدراسة يلاحظ ان كل معيار مصنف إلى أربعة فئات دالة على درجات تلوث المياه الجوفية بمياه البحر متدرجة من المنخفضة إلى المرتفعة جداً. فيتبين من جدول (٤) ما يلى:

- تتراوح درجة خطورة الفئة الأولى (المنخفضة) بين صفر و ٢٥% بمتوسط (١٢.٥%).
- اما الفئة الثانية(المتوسطة) تمثل درجة خطورة تتراوح بين ٢٥و٥٠% بمتوسط (٣٧.٥%).
- تشير الفئة الثالثة (المرتفعة) إلى درجة خطورة تتراوح بين ٥٠ و٧٥% بمتوسط (٦٢.٥%).
- تعبر الفئة الرابعة (المرتفعة جداً) عن أقصى درجة خطورة حيث تتراوح درجة خطورتها بين ٧٥ و١٠٠% بمتوسط (٨٧.٥%).

ونظراً للتباين المكانى لدرجات خطورة كل عامل من العوامل الخمسة التى أعتمدت عليها الدراسة، فقد تم إعطاء كل عامل وزن نسبى يشير إلى مدى ارتباط هذا العامل بتواجد مياه البحر فى المياه الجوفية من عدمه. ولتحديد الوزن النسبى الملائم لكل عامل تم الاعتماد على نتائج ومعايير الدراسات السابقة (Elewa, etal; 2013, p.326)، (Mogren & Shehata, 2012,pp.170-172) والتى اعتمدت فى تحديد اوزان هذه العوامل على بعض الاساليب الاحصائية مثل Cross validation ، geostatistical normalization حيث تساعد هذه الاساليب الاحصائية فى التوصل إلى ادق النتائج للحصول على خريطة دقيقة تعبر عن الواقع الفعلى قدر الإمكان.

جدول (٤) فئات الخطورة والأوزان النسبية للمعايير المعبرة عن تلوث المياه الجوفية ودرجات التأثير لكل فئة من فئات الخطورة الخاصة بهذه المعايير.

العامل	فئة الخطورة	متوسط درجة الخطورة	الوزن النسبى	متوسط درجة التأثير
الصوديوم	مرتفعة جداً	٨٧.٥	١٥%	١٣.١
	مرتفعة	٦٢.٥		٩.٤
	متوسطة	٣٧.٥		٥.٦
	منخفضة	١٢.٥		١.٩
الكلوريدات	مرتفعة جداً	٨٧.٥	١٥%	١٣.١
	مرتفعة	٦٢.٥		٩.٤
	متوسطة	٣٧.٥		٥.٦
	منخفضة	١٢.٥		١.٩
الاملاح الكلية الذائبة	مرتفعة جداً	٨٧.٥	٣٠%	٢٦.٣
	مرتفعة	٦٢.٥		١٨.٧
	متوسطة	٣٧.٥		١١.٣
	منخفضة	١٢.٥		٣.٧٥
نسبة ريفيل	مرتفعة جداً	٨٧.٥	٣٠%	٢٦.٣
	مرتفعة	٦٢.٥		١٨.٧
	متوسطة	٣٧.٥		١١.٣
	منخفضة	١٢.٥		٣.٧٥
نسبة ادمصاص الصوديوم	مرتفعة جداً	٨٧.٥	١٠%	٨.٧
	مرتفعة	٦٢.٥		٦.٣
	متوسطة	٣٧.٥		٣.٧
	منخفضة	١٢.٥		١.٢

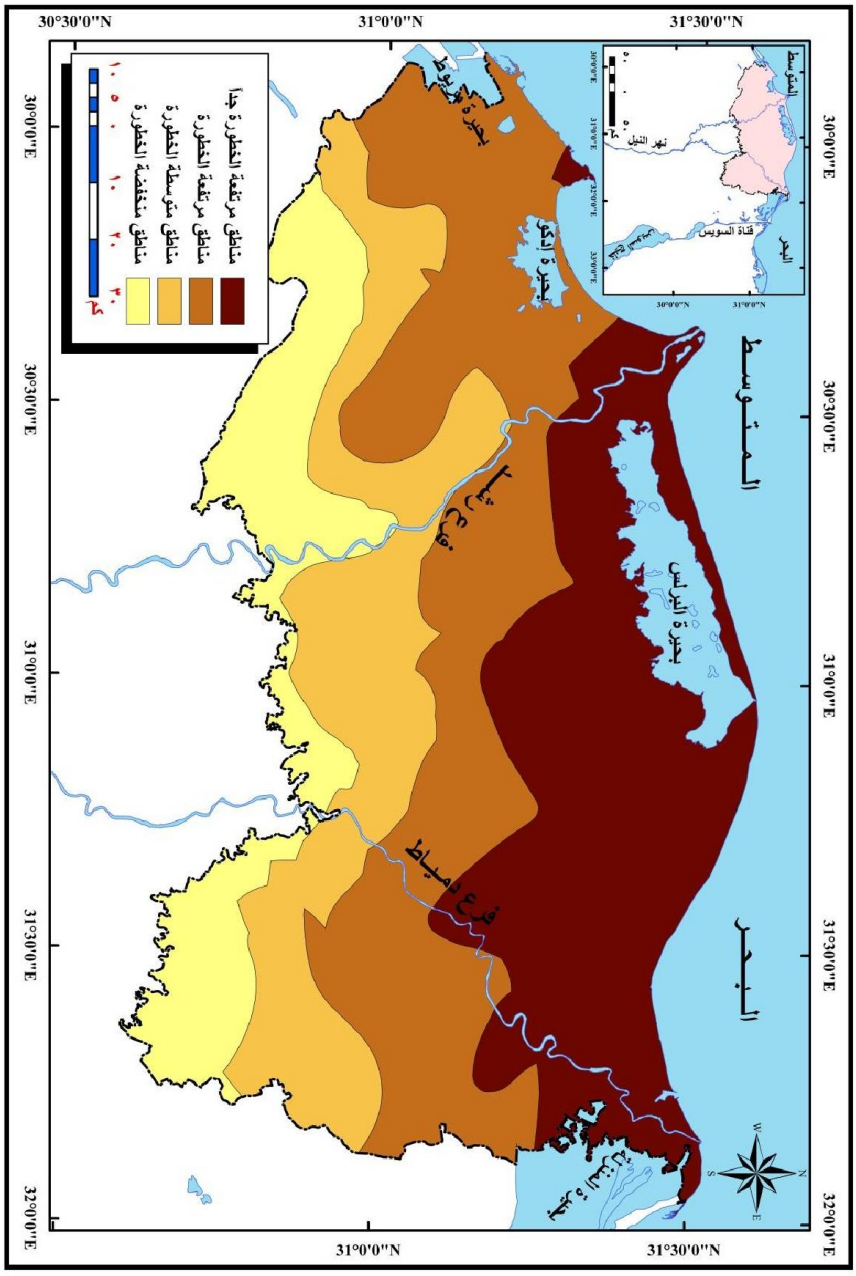
المصدر: (Elewa,etal;2013,p.326)،(Mogren&Shehata,2012,pp.170-172).

وتاسيساً على الدراسات السابقة حصلت الأملاح الكلية الذائبة ونسبة ريفيل على وزن نسبى متساوى ٣٠%، بينما حصلت الكلوريدات والصوديوم على ١٥% لكل منها، اما أدنى وزن نسبى ١٠% فيمثل نسبة ادمصاص الصوديوم. ومن دراسة جدول (٤) يتضح ان الوزن النسبى للأملاح الكلية الذائبة ونسبة ريفيل يمثل ضعف الوزن النسبى للكلوريدات والصوديوم وبالتالى ضعف درجة التأثير[٩] فى انتاج خريطة درجات تلوث المياه الجوفية، بينما تمثل نسبة ادمصاص الصوديوم أدنى وزن نسبى وبالتالى أدنى تأثير.

ومن دراسة شكل(٧) [١٠] يمكن تميز أربع درجات خطورة تتدرج من أخطرها فى الشمال إلى أدناها خطورة فى الجنوب. فتمتد الفئة مرتفعة الخطورة جداً فى الجزء الشمالى من منطقة الدراسة حيث تقع حدودها الجنوبية فى الأجزاء الشمالية من مركز طلخا وعلى بعد ٤٩.٥كم من الساحل، مما يشير إلى امتداد جبهة المياه المالحة داخل الخزان الجوفى حتى هذه النقطة. كما يلاحظ ان مياه البحر تتوغل فى الخزان الجوفى فى الأجزاء الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة أكثر منها فى الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية وربما يرجع ذلك إلى تأثير بحيرة المنزلة، أما المياه الجوفية مرتفعة ومتوسطة الخطورة تمتد فى الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة، بينما تمتد المياه الجوفية منخفضة الخطورة فى الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة.

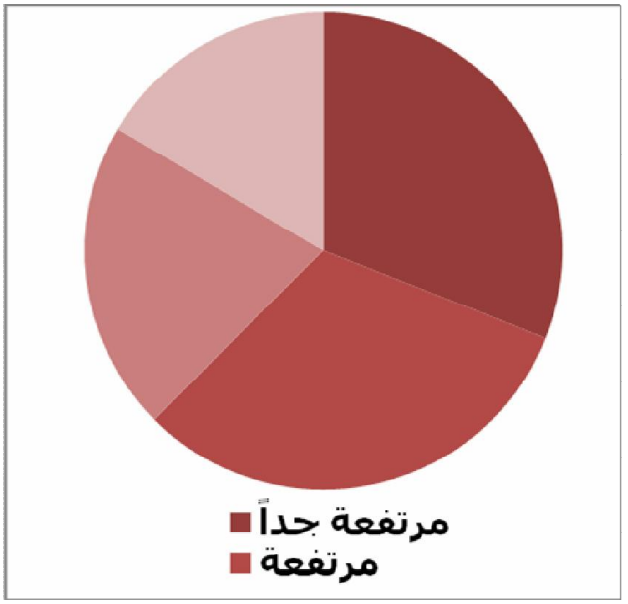
يتبين من دراسة شكل (٨) وجدول (٥) ما يلى:

- تمثل فئتى المياه الجوفية مرتفعة الخطورة جداً ومرتفعة الخطورة مساحة واسعة من منطقة الدراسةفتمثل ٦٢.٥% من مساحة منطقة الدراسة اى (٨٢٦٧.٣ كم^{٢})، وتتميز المياه الجوفية فى هذه الفئة بتركيزات مرتفعة من الكلوريدات والصوديوم مما يشير إلى تداخل مياه البحر وتلوث المياه الجوفية بها (Mogren&Shehata,2012,p.172).



المصدر :الأشكال (٢، ٣، ٤، ٥، ٦)باستخدام (WMCDSS)Arc Gis 9.3.

شكل (٧) درجات تلوث مياه الخزان الجوفى لمنطقة الدراسة بمياه البحر.



المصدر: إعداد الطالبة باستخدام بيانات جدول (٥).

شكل (٨) المساحة النسبية لفئات تلوث المياه الجوفية فى منطقة الدراسة.

جدول (٥) المساحات التى تغطيها فئات خطورة المياه الجوفية المختلفة.

فئات الخطورة	المساحة (كم^{٢})	% من جملة مساحة منطقة الدراسة
مرتفعة جداً	٤٠٩٩.٨	٣١
مرتفعة	٤١٦٧.٥	٣١.٥
متوسطة	٢٧٧٨.٦	٢١
منخفضة	٢١٨٩.٧	١٦.٥
الجملة	١٣٢٣٥.٦	١٠٠

المصدر: شكل (٧).

- تشغل فئة المياه الجوفية متوسطة الخطورة ٢١% من جملة مساحة منطقة الدراسة اى (٢٧٧٨.٦كم^{٢})، وتتطلب المياه الجوفية فى هذه الفئة المحافظة عليها من أوجه التلوث المختلفة، وكذلك تخفيض الضخ منها حتى لا تمتد مياه البحر المالحة اليها بدرجة أكبر.
- تمثل فئة المياه الجوفية منخفضة الخطورة ١٦.٥ % من جملة مساحة منطقة الدراسة اى (٢١٨٩.٧ كم^{٢}) وتعد المياه الجوفية فى هذه الفئة هى الأكثر اماناً للاستخدام فى منطقة الدراسة.

رابعاً: امكانية استخدام المياه الجوفية فى منطقة الدراسة للاغراض المختلفة.

تعتبر المياه من السوائل المميزة التى تمتلك مواصفات خاصة بالمقارنة بباقى السوائل الأخرى، فالماء من أكثر السوائل قدرة على اذابة الأملاح والعناصر الصلبة ومن ثم يذيب الكثير من الأملاح والمعادن أثناء سريانه خلال الصخور لذلك لا تتواجد المياه الجوفية بحالة نقية فى الطبيعة حيث انها تحتوى على مواد عالقة وأخرى ذائبة بنسب متفاوتة تحدد نوعيتها (فتح،٢٠٠١،ص٥١). وبالتالى فان العمليات والتفاعلات التى تؤثر على مياه الخزان الجوفى هى المسئولة عن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية (درادكه،١٩٨٨،ص٣٨٩).

تعد نوعية المياه الجوفية Groundwater quality من المؤشرات الرئيسية فى تحديد مدى ملائمة هذه المياه للاستخدام. فإن نوعية المياه الجوفية تختلف باختلاف الغرض من استعمالها، ومن ثم تتفاوت معايير استخدامها فى الشرب أوالزراعة أو الصناعة. فالنظر إلى المياه المنخفضة فى تركيز مكوناتها انها الأفضل تعد نظرة غير صحيحة حيث ان جودة المياه تتباين تبعاً للاستخدام المخصصة له. ومن الجدير بالذكر انه لابد من اعادة تقيم جودة المياه من وقت لأخر للوقوف على التغيرات فى الملوحة وفى الخصائص الكيميائية والبكتريولوجية التى تؤثر على استخدام المياه فى الوقت الحاضر وفى المستقبل (Taha,etal;2003,p.51).

وفيما يلى سوف يتم دراسة مدى امكانية استخدام المياه الجوفية فى منطقة الدراسة لأغراض الشرب تبعاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (1998,2003) .W.H.O ، ولغرض الرى تبعاً لمعايير (F.A.O.,1998)، ولغرض سقى الماشية تبعاً لتصنيفالاكاديمية الوطنية للعلوم(١٩٧٢)، ولغرض الصناعة اعتماداً على معايير الاكاديمية الوطنية للعلوم (١٩٧٢).

1- استخدام المياه الجوفية لغرض الشرب.

تعد دراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للمياه الجوفية اجراء لابد من اتباعه عند استخدام المياه الجوفية بغرض الشرب، حيث تعتمد معايير مياه الشرب على احتمالية وجود طعم غير مقبول او رائحة كريهة او لون فى المياه من عدمه ، كما تتوقف ايضاً على احتمالية وجود مواد لها تأثيرات فسيولوجية سلبية. لذلك يجب ان تكون المياه المستخدمة فى الشرب عديمة اللون والرائحة وخالية من العكارة وكذلك خالية من الأملاح الزائدة والكائنات الدقيقة المسببة للامراض (Taha,etal;2003,p.51).

وعلى الرغم من أهمية دراسة الخصائص الفيزيائية والبيولوجية للمياه الجوفية الا ان دراسة الخصائص الكيميائية تعد أكثر أهمية ، ويرجع ذلك إلى حجم الخطورة على صحة الانسان التى تتسبب فيها التركيزات المرتفعة من العناصر الكيميائية المكونة للمياه الجوفية حيث انها تتسبب فى القىء والغثيان والدوار والطفح الجلدى وتهيج الرئة، كما انها قد تتسبب فى الوفاه. وكذلك يتسبب استمرار تناول مياه الشرب التى تحتوى على عناصر كيميائية تفوق تركيزاتها الحدود المسموح بها فى أثار صحية مزمنة تتمثل فى السرطان، عيوب خلقية، اضطرابات فى الجهاز العصبى، تدمير الجهاز المناعى (khallaf,2006,p.144).

ونظراً لأهمية مياه الشرب على صحة الانسان، فقد تزايد الاهتمام بوضع معايير للمياه الصالحة للشرب. ويلاحظ ان معايير مياه الشرب المقبولة اختلفت من دولة لأخرى وأعتمدت هذه المعايير على المناخ كما أعتمدت ايضاً على نوعية المياه المتاحة. وتعددت الجهات العالمية المعنية بوضع هذه المعايير ومنها المجمع الاقتصادى الاوروبى، منظمة الصحة العالمية، مكتب حماية البيئة الأمريكى.

حددت منظمة الصحة العالمية (W.H.O.,1998 & 2003) مواصفات مياه الشرب موضحاً انه يفضل الا تزيد الأملاح الكلية الذائبة عن ٥٠٠ جزء /مليون، الا انها سمحت بحد أقصى ١٥٠٠ جزء/ المليون جدول (٦)، أما اذا ارتفع تركيز الأملاح الكلية فى المياه الجوفية عن هذا الحد تعد مياه غير صالحة للشرب.

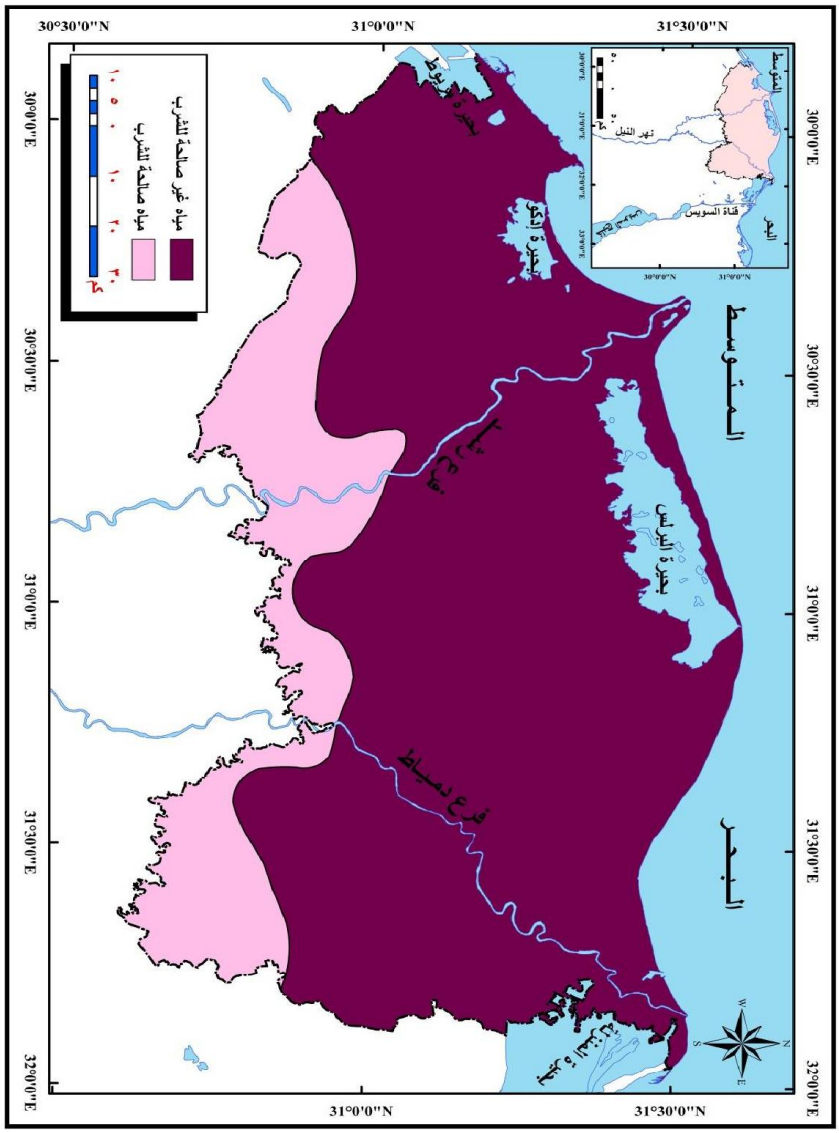
جدول (٦) الحدود القصوى المسموح بها للعناصر الكيميائية فى مياه الشرب طبقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (١٩٩٨،٢٠٠٣).

الخاصية الكيميائية	الحد الاقصى المسموح به
القلوية	٦.٥ – ٩.٢
الاملاح الكلية	١٥٠٠ جزء فى المليون
الصوديوم	٣٠٠ جزء فى المليون
كالسيوم	٢٠٠ جزء فى المليون
ماغنسيوم	١٥٠ جزء فى المليون
كلوريدات	٦٠٠ جزء فى المليون
كبريتات	٥٠٠ جزء فى المليون
بيكربونات	٥٠٠ جزء فى المليون

المصدر: (W.H.O.,1998 & 2003).

وقد تم تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تبعاً لتركيز الأملاح الكلية الذائبة المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية شكل (٩) ومن دراسته يتبين مايلى:

- ان فئة المياه المقبولة للشرب (تركيز الأملاح بها أقل من ٥٠٠ جزء/ المليون) غير ممثلة فى منطقة الدراسة حيث ان الحد الأدنى للأملاح الكلية فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة بلغ ٦٥١جزء/مليون فى مركز الدلنجات.
- المياه الصالحة للشرب (تتراوح ملوحتها بين٥٠٠ جزء/مليون وأقل من ١٥٠٠ جزء/مليون) تنتشر فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة ، وتراوحت ملوحة المياه الصالحة للشرب بين ٦٥١ جزء/مليون فى مركز الدلنجات و ١٢٩٧ جزء/مليون فى مركز بسيون. ويمثل نطاق المياه الصالحة للشرب ٢٠.٨% من جملة مساحة منطقة الدراسة حيث تمتد فى المراكز الواقعة حول الأجزاء الوسطى من فرعى دمياط ورشيد، فهى تضم ثلاثة عشر مركزاً (أبو المطاطير، حوش عيسى، الدلنجات، ايتاى البارود، شبراخيت، كفر الزيات، بسيون، طنطا، المحلة الكبرى، ابوكبير، ديرب نجم، اجا، كفر صقر).



المصدر :إعداد الطالبة اعتماداًعلى بيانات جدول (١) ، WHO,1998,2003باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (٩) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تبعاُ لتركيز الأملاح الكلية الذائبة المسموح بها فى مياه الشرب .

– المياه غير الصالحة للشرب (تزيد ملوحتها عن ١٥٠٠جزء/مليون) تنتشر فى الأجزاء الوسطى والشمالية من منطقة الدراسة وتمثل ٧٩.٢% من جملة مساحة منطقة الدراسة فهى تضم باقى مراكز منطقة الدراسة وتتراوح ملوحتها بين ١٧٥٥ جزء/مليون فى مركز أولاد صقر و ٥٠٤٠٨ جزء/مليون فى مركز البرلس.

2- استخدام المياه الجوفية لغرض الرى.

يعد التركيب الكيميائى للمياه المحك الأساسى المحدد لمدى صلاحية المياه للرى، الا ان تحديد نوعية المياه الملائمة للرى يتوقف ايضاً على طبيعة النباتات المروية حيث تتباين الظروف الملائمة لنمو المحاصيل المختلفة، فهناك محاصيل تحتمل ملوحة مياه الرى وأخرى شديدة الحساسية لها. وكذلك خواص التربة فالمياه الملائمة للتربة شديدة النفاذية لا تلائم التربة ضعيفة النفاذية. هذا فضلاً عن اسلوب الرى والصرف المتبع (Taha, etal; 2003,p.57).

هذا وقد تعددت تصنيفات مياه الرى وفقاً للمعايير التالية: الأملاح الكلية الذائبة، تركيز الايونات ذات التأثير السام على النباتات، تركيز الكاتيونات المدمرة لبنية التربة، تركيز العناصر النادرة المؤثرة على النباتات. وهى نفسها المعايير التى حددتها منظمة الأغذية والزراعة (F.A.O.,1998) للمياه الصالحة للرى. وسوف تعتمد هذه الدراسة فى تصنيف المياه الجوفية تبعاً لمدى صلاحيتها للرى على الأملاح الكلية الذائبة، الكلوريدات، الصوديوم بتطبيق تصنيف معمل الملوحة الأمريكى، تصنيف ويلكوكس،تصنيف دونين.

- تصنيف معمل الملوحة الأمريكى.

أعتمد تصنيف معمل الملوحة الأمريكى لمياه الرى على كل من الأملاح الكلية الذائبة ونسبة ادمصاص الصوديوم، حيث ان تزايد تركيز الأملاح الكلية الذائبة فى مياه الرى يؤدى إلى تملح التربة وبالتالى تدمير النباتات نتيجة لتراكم الأملاح فى خلاياها . وعلى الرغم من تباين النباتات فى درجة تحملها للأملاح الا ان تزايد الأملاح فى مياه الرى ارتبط بانخفاض انتاجية المحاصيل حيث تنخفض انتاجية المحاصيل بنسبة ١٠% عندما يتضاعف تركيز الأملاح فى مياه الرى عن التركيز الذى يحتمله النبات، كما ان التربات

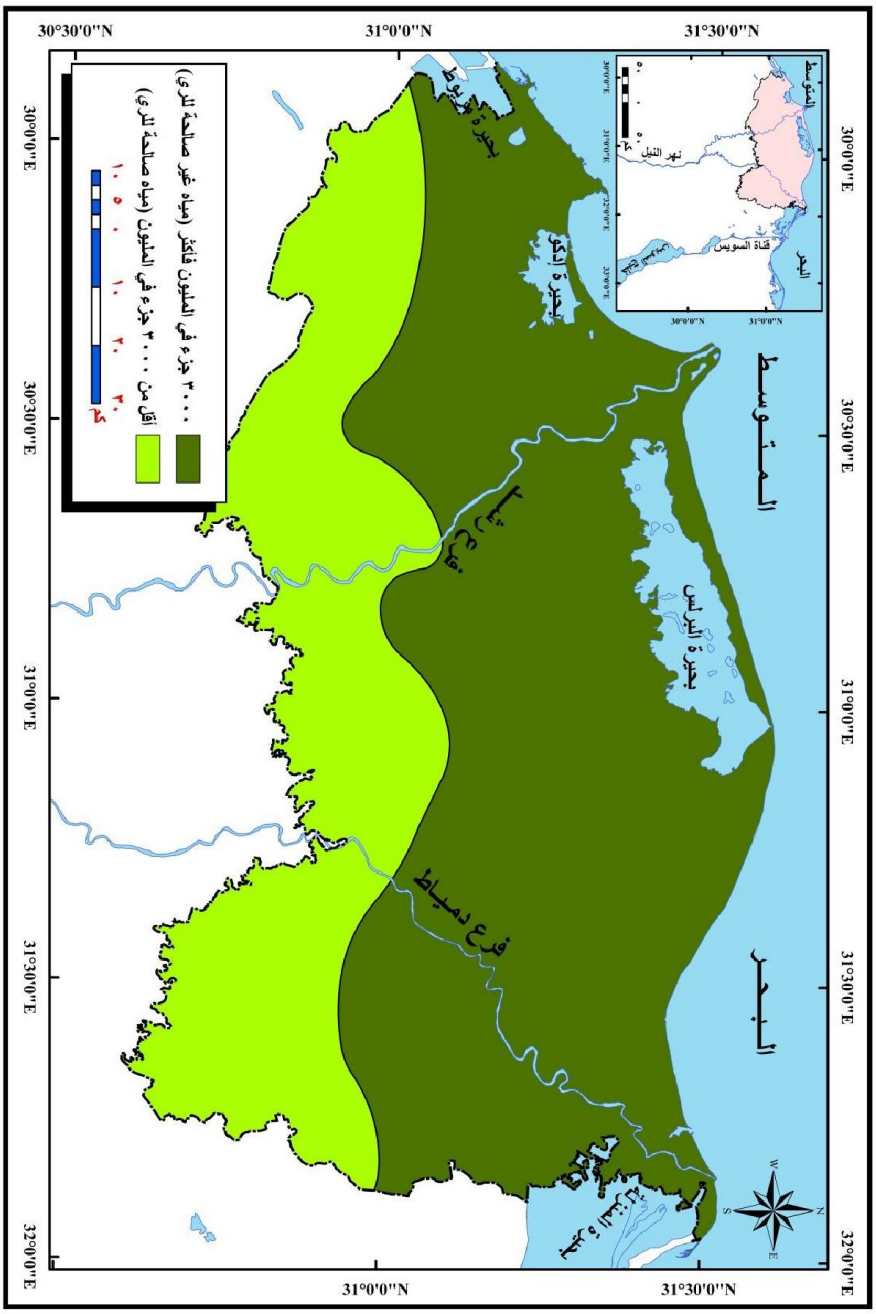
سيئة الصرف تسمح بتركز الأملاح فى منطقة الجذور مما يتسبب فى تلف النبات (Taha, etal; 2003, pp.57-58). وقد صنف معمل الملوحة الأمريكى مياه الرى تبعاً لتركيز الأملاح الكلية الذائبة إلى خمس فئات خطورة كما يلى:

- مياه قليلة الخطورة(C1): وهى المياه التى يقل تركيز الأملاح بها عن ٢٠٠ جزء/مليون وهى تصلح لرى معظم المحاصيل فى معظم التربات، وهى مناسبة جداً للنباتات شديدة الحساسية للأملاح. ولكن يلاحظ من شكل (١٠) ان هذه الفئة غير ممثلة فى منطقة الدراسة.

- مياه متوسطة الخطورة (C2): هى المياه التى يتراوح تركيز الأملاح بها بين ٢٠٠ و أقل من ٥٠٠ جزء/مليون وهى مناسبة لرى المحاصيل متوسطة الحساسية لملوحة مياه الرى، ولا تحتاج التربة إلى ممارسات خاصة للتحكم فى الملوحة. وهذه الفئة ايضاً غير ممثلة فى منطقة الدراسة.

- مياه مرتفعة الخطورة (C3): وهى المياه التى يتراوح تركيز الأملاح بها بين ٥٠٠ و أقل من ١٥٠٠ جزء/مليون، وهى تصلح لرى النباتات جيدة التحمل للملوحة فى التربات متوسطة وشديدة النفاذية ولكن تتطلب التربة خدمة خاصة للتحكم فى الملوحة. وهذه المياه لا تصلح لرى الأراضى سيئة الصرف. وتتمثل هذه الفئة فى الأطراف الجنوبية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة وتمثل ٢٧.٣% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة.

- مياه مرتفعة الخطورة جداً (C4): وهى المياه التى يتراوح تركيز الأملاح بها بين ١٥٠٠ و أقل من ٣٠٠٠ جزء/مليون. وهى لا تصلح للرى فى الظروف العادية فتستخدم احياناً للرى تحت ظروف خاصة. وتتطلب هذه المياه تربة شديدة النفاذية جيدة الصرف ونباتات تحتمل الملوحة المرتفعة. ويتضح من شكل (١٠) ان تمثيل هذه الفئة فى منطقة الدراسة محدود للغاية حيث ينتشر فى أربعة مراكز(السنبلاوين، أولاد صقر، قطور، سمنود) متفرقة فى الأجزاء الشرقية والوسطى من منطقة الدراسة وتمثل ٨.٤% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الطالبة اعتماداًعلى بيانات جدول (١) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (١٠) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة بغرض استخدامها فى الرى اعتماداً على تركيز الأملاح الكلية الذائبة.

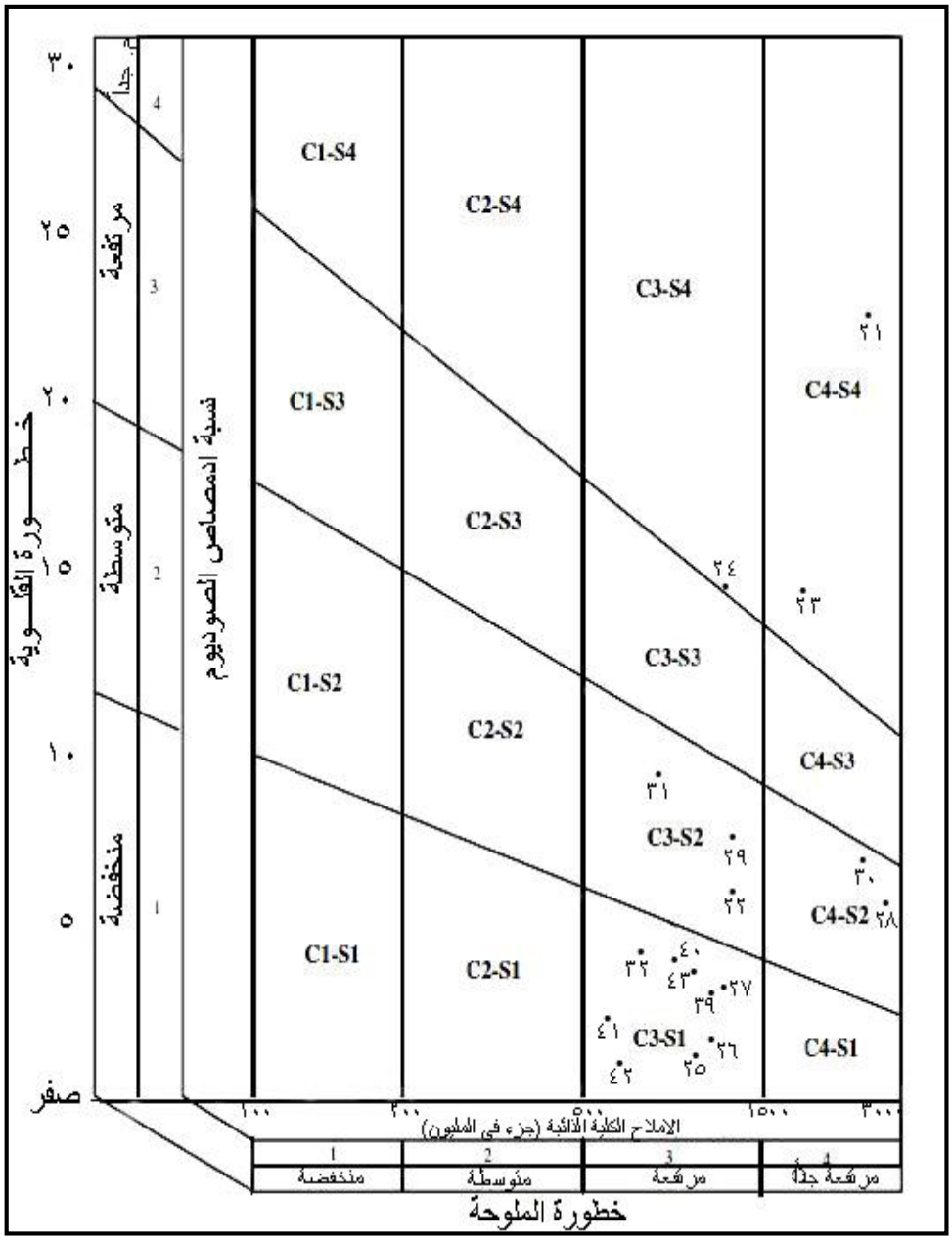
– مياه مفرطة الخطورة غير صالحة للرى: وهى المياه التى يزيد تركيز الأملاح بها عن ٣٠٠٠ جزء/مليون وهذه المياه بصفة عامة غير مناسبة للرى ، وفى حال استخدامها فانها تتطلب نباتات شديدة التحمل للملوحة، كما تحتاج التربة إلى عمليات غسيل متكررة للتخلص من الأملاح الزائدة الناتجة عن استخدام المياه شديدة الملوحة. وتتمثل هذه الفئة فى مساحات واسعة من منطقة الدراسة ٦٤.٣% حيث تنتشر فى الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية والوسطى من منطقة الدراسة والتى تمثل جبهة المياه المالحة وبعض الأجزاء من جبهة التداخل.

اما بالنسبة لنسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) فقد سبقت الاشارة إليها بانها النسبة بين تركيز الصوديوم وتركيزات الكالسيوم والماغنسيوم. تعد نسبة ادمصاص الصوديوم أحد المعايير المهمة لتقييم جودة مياه الرى لما لها من تأثير على تسرب المياه خلال التربة حيث هناك علاقة وثيقة بين قيم نسبة ادمصاص الصوديوم فى مياه الرى والحد الذى تبدأ عنده التربة فى ادمصاص الصوديوم.

اذا كانت المياه المستخدمة فى الرى بها تركيزات مرتفعة من الصوديوم وتركيزات منخفضة من الكالسيوم والماغنسيوم يصبح مركب تبادل الايونات مشبع بالصوديوم مما يؤدى إلى تدمير بنية التربة نتيجة تفريق حبيبات الطين ويترتب على ذلك انخفاض نمو النباتات (Tatawat&Singh chandel,2008,p.86)، اما اذا ارتفعت تركيزات الكالسيوم والماغنسيوم عن تركيز الصوديوم فى مياه الرى فان التربة تحتفظ ببنيتها السليمة كما تحتفظ ايضاً بكميات الماء والهواء اللازمة لنمو النبات ويرجع ذلك إلى ان الكالسيوم والماغنسيوم يمنعان الصوديوم من الادمصاص على اسطح الغرويات وبالتالى تحتفظ التربة ببنائها المتجمع (نسيم،٢٠٠٧،ص١٢٩). اى انه عندما تكون كمية الكالسيوم والماغنسيوم متوسطة بالنسبة لكمية الصوديوم فى مياه الرى فانه يقل التأثير الضار للصوديوم على التربة، بينما عندما يسود الكالسيوم والماغنسيوم فى مياه الرى فلا يمكنا الصوديوم من إحداث اى تأثير ضار على التربة (Taha,etal;2003,p.62). وقد سبقت الاشارة إلى أربعة فئات خطورة مختلفة لنسبة ادمصاص الصوديوم فى مياه الرى توضح تأثيرها على التربة (S1,S2.S3.S4).

يوضح شكل (١١) توزيع عينات المياه الجوفية الممثلة لمنطقة الدراسة على الشكل التوضيحى الخاص بتصنيف معمل الملوحة الامريكى (١٩٥٤) الذى يقيم اخطار القلوية المتمثلة فى نسبة ادمصاص الصوديوم واخطار الملوحة المتمثلة فى تركيز الأملاح الكلية الذائبة يتبين منه ما يلى:

- تمثلت ١٧ عينة مياه جوفية على الشكل التوضيحى شكل(١١) اى مايعادل ٣٨.٦% من إجمالى العينات، وتقع جميعها فى الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة وهى تمثل عينات المياه الجوفية الصالحة للرى بدرجات مختلفة. بينما لم يتم تمثيل ٢٧ عينة بنسبة ٦١.٤% من إجمالى العينات وهذا يعنى ان هذه العينات الأخيرة غير صالحة للرى وتقع جميعها فى الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية من منطقة الدراسة اى فى المنطقة التى تمتد بها جبهة المياه المالحة واجزاء من جبهة التداخل.
- تمثل المياه مرتفعة الملوحة منخفضة الصوديوم (C3-S1) ٥٣% من العينات المتمثلة على المقياس، وهى تضم مراكز ديرب نجم، أبو كبير، المحلة الكبرى، كفر الزيات، شبراخيت، ايتاى البارود، الدلنجات، حوش عيسى، أبو المطامير. وهى مياه يمكن ان تستخدم مع معظم التربات ولكنها قد تتسبب فى خطورة محدودة، اما مع النباتات الحساسة للملوحة فانها تتطلب معاملات خاصة وصرف جيد .(Elgamili,etal;1999,p.22)
- تمثل المياه مرتفعة الملوحة ومتوسطة الصوديوم (C3-S2) ١٧.٦% من إجمالى العينات الصالحة للرى وتضم مراكز اجا، بسيون، طنطا. وهى مياه يمكن ان تستخدم مع التربات متوسطة إلى جيدة النفاذية ولكن سوف تتطلب التربة معاملات خاصة لمعالجة المحتوى الملحى الزائد الناتج عن ارتفاع ملوحة مياه الرى (Kamal,2000,p.118).
- اما بالنسبة للمياه مرتفعة الملوحة جداً متوسطة الصوديوم (C4-S2) فتمثل ١١.٧% وتضم مركزى قطور وسمنود وهى بشكل عام مياه لا يفضل استخدامها للرى، ولكن يمكن ان تستخدم مع التربات متوسطة إلى جيدة النفاذية.



شكل (١١) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة

تبعاً لتصنيف معمل الملوحة الامريكى لمياه الرى.

- تعد المياه مرتفعة الملوحة مرتفعة الصوديوم جداً (C3-S4) أقل الفئات تمثيلاً فهى تشكل ٦% من إجمالى عينات المياه الصالحة للرى حيث انها تضم مركزاً واحداً (كفرصقر). ولا يفضل استخدام هذه النوعية من المياه فى الرى حيث انها تتسبب فى إتلاف بنية التربة فتحتاج التربة إلى اضافة الجبس للتخفيض من الأثار الضارة الناتجة عن تزايد محتوى الصوديوم فى مياه الرى (Khallaf,2006,p.156).
- تمثل المياه مرتفعة الملوحة جداً مرتفعة الصوديوم جداً (C4-S4) ١١.٧% وتضم مركزى السنبلاوين ، أولاد صقر. وهى تعد أخطر نوعية مياه جوفية يمكن استخدامها فى الرى نظراً لمحتواها المرتفع من الأملاح والصوديوم لذلك فهى تستخدم مع التربات شديدة النفاذية ولكنها تتطلب أيضاً غسيل متكرر ومعالجات جبسية.

- تصنيف ويلكوكسWilcox classification.

اعتمد تصنيف ويلكوكس على العلاقة بين الصوديوم والملوحة وقد مثل هذه العلاقة فى صورة نسبة الصوديوم المئوية[١١] معبراً عن الكاتيونات بالمللى مكافىء/لتر جدول (٧) (Wilcox,1955, p.19)، كما صمم شكل توضيحى للتعبير عن هذه العلاقة حيث يوضح المحور الرأسى نسبة الصوديوم المئوية بينما يمثل المحور الأفقى مجموع الكاتيونات بالمللى مكافىء/لتر. وقد قسم هذا الشكل التوضيحى إلى خمسة مناطق من مياه الرى هى مياه جيدة جداً تقل بها نسبة الصوديوم عن ٢٠%، مياه جيدة تتراوح بها نسبة الصوديوم بين ٢٠و أقل من ٤٠%، مياه يمكن استعمالها وتتراوح نسبة الصوديوم بها بين ٤٠و أقل من ٦٠%، مياه غير أمنة تتراوح نسبة الصوديوم بها بين ٦٠ وأقل من ٨٠%، واخيراً مياه لا تستعمل للرى وهى التى تزيد نسبة الصوديوم بها عن ٨٠% (درادكه، ١٩٨٨، ص٤٠٠).

وبتطبيق تصنيف ويلكوكس على المياه الجوفية فى منطقة الدراسة شكل(١٢) يتضح مايلى:

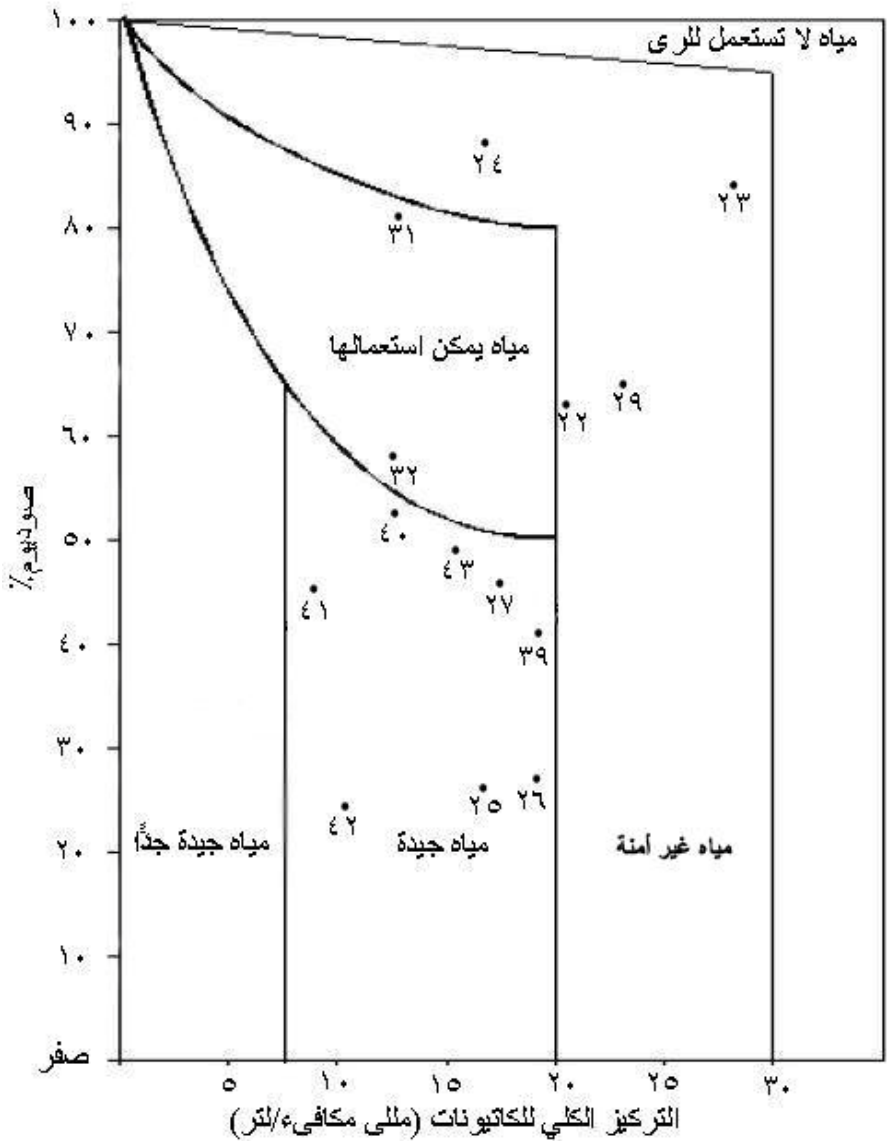
- يظهر داخل حدود الشكل التوضيحى ١٤ عينة فقط بنسبة ٣١.٨% من إجمالى عينات منطقة الدراسة فهى تمثل المياه الجوفية الصالحة للرى بدرجات متفاوتة وهى تتضمن المراكز الواقعة فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، بينما لا

تظهر ٣٠ عينة داخل حدود الشكل التوضيحى وهى تقع فى الفئة الخامسة فئة المياه الغير صالحة للرى وهى تمثل المراكز التى تقع فى الأجزاء الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة اى فى منطقة جبهة المياه المالحة وجبهة التداخل مما يشير إلى تأثير مياه البحر على المياه الجوفية واختلاطها بها.

- لم تمثل اى من عينات منطقة الدراسة فى فئة المياه الجيدة إلى الجيدة جداً التى تقل بها نسبة الصوديوم عن ٢٠%، ويرجع ذلك إلى تزايد تركيز الصوديوم فى المياه الجوفية بمنطقة الدراسة.

- تضم فئة المياه الجيدة أعلى نسبة من المياه الصالحة للرى حيث انها تمثل حوالى ٥٧% منها، وتضم ثمانى مراكز هى ديرب نجم، أبوكبير، المحلة الكبرى، شبراخيت، ايتاى البارود، الدلنجات، حوش عيسى، أبوالمطامير فهى تمثل الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.

- تمثل فئة المياه التى يمكن استعمالها حوالى ١٤% وتضم مركزى طنطا وكفر الزيات وبالتالى فهى تقع فى جنوب منطقة الدراسة. أما بالنسبة لفئة المياه الغير أمنة فتضم أربعة مراكز اجا، اولاد صقر، كفر صقر، بسيون وتمثل حوالى ٢٩% من إجمالى عينات المياه الجوفية الصالحة للرى.



شكل (١٢) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة وفقاً لتصنيف ويلكوكس لمياه الرى.

جدول (٧) نسبة الصوديوم المئوية والملوحة المؤثرة (النادرة) والعسر الكلى فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة.

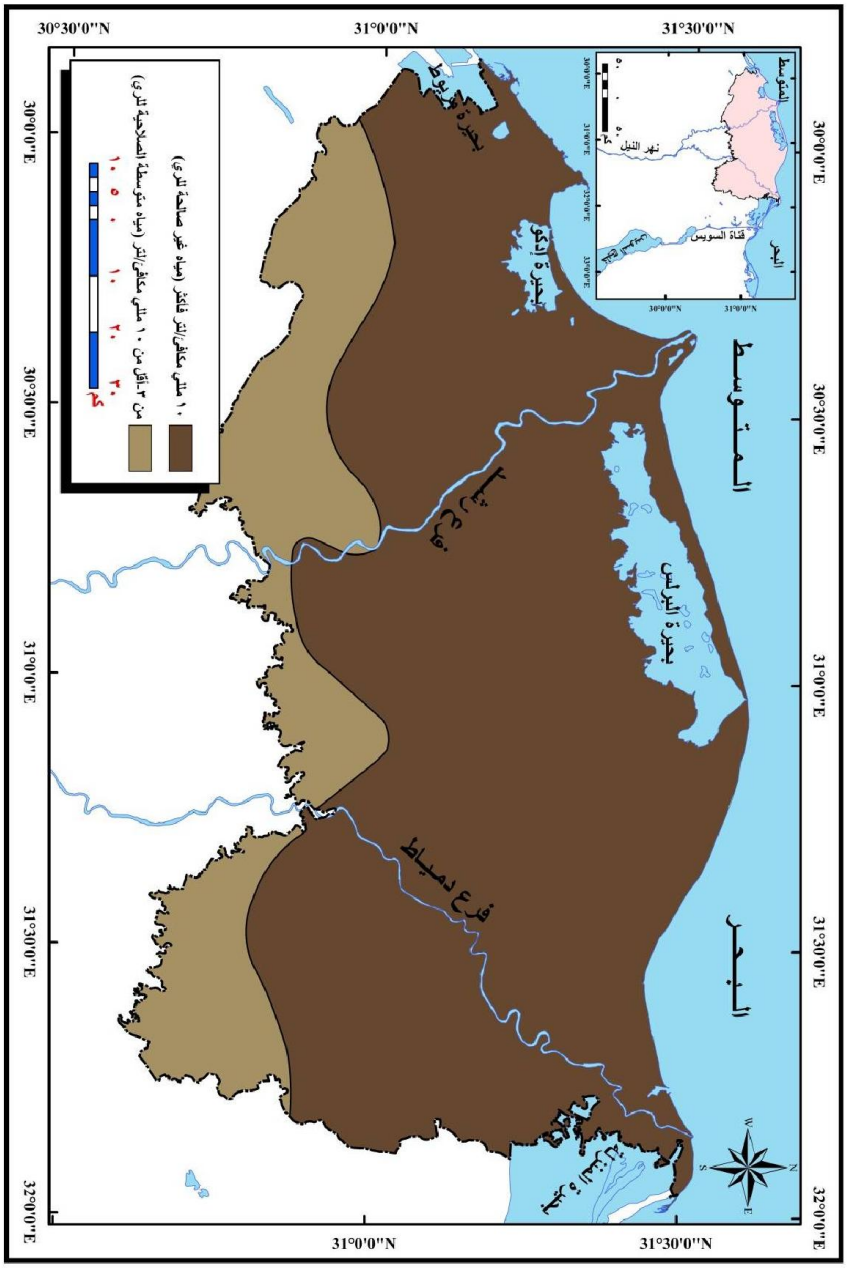
المحافظة	م	المركز	%Na	الملوحة المؤثرة (ملي مكافيء/لتر)	العسر الكلى جزء/مليون	المحافظة	م	المركز	%Na	الملوحة المؤثرة (ملي مكافيء/لتر)	العسر الكلى جزء/مليون
دمياط	١	كفر سعد	٨١,٠	٥٨٠,٦	٥٧٨٦,١	الشرقية	٢٣	أولاد صقر	٨٣,٣	٢٢,٥	٢٣١,٣
	٢	فارسكور	٦٢,٣	٥٧٠,٩	١١٧١٧,٥		٢٤	كفر صقر	٨٨,٦	٤,٩	٩٥,٢
	٣	الزرقا	٤٦,١	٣٢٢,٦	١١٩٨٥,٨		٢٥	ديرب نجم	٢٥,٩	٧,٣	٦٢٣,٩
كفر الشيخ	٤	البرلس	٧٠,٩	٨٧٧,٢	١٣٢٢٦,٨		٢٦	أبو كبير	٢٦,٩	٨,٧	٦٨٩,١
	٥	الحامول	٨١,٦	٤٠٥,٢	٤٥٠٤,٠	الغربية	٢٧	المحلة الكبرى	٤٦,٨	٨,٧	٤٦٥,٤
	٦	سيدى سالم	٧٢,٦	١٤٢,٦	٣٢١٨,٩		٢٨	قطور	٣٧,٢	٢٣,٠	٢٧٢٩,٥
	٧	مطوبس	٨٣,٥	٢٣٣,١	١٩٤٤,١		٢٩	بسيون	٦٤,٦	١٥,٤	٤١٥,٩
	٨	الرياض	٧٩,٩	٦٢٢,٩	٦٦٨٣,٥		٣٠	سمنود	٣٩,٩	١٦,٧	٢٨٥٣,٨
	٩	فوه	٦٢,٧	١٢٧,٣	٢٩٤٤,٢		٣١	طنطا	٨٠,٢	٦,٠	١٣٠,٩
	١٠	كفر الشيخ	٩٠,٥	٣٠,٢	٢٦٢,٧		٣٢	كفر الزيات	٥٨,١	٥,٥	٢٦٤,٨
	١١	بيلا	٨٨,٩	١٣٢,٩	١١٦٣,٨	البحيرة	٣٣	ادكو	٨٤,٢	٣٧٠,٧	٣٢٣٤,٥
	١٢	دسوق	٧١,٨	٩٨,٩	١٦١٦,٩		٣٤	كفر الدوار	٨٨,٧	٢٧,٣	١١٩٧,٠
	١٣	كلين	٧٦,٣	٤٦,٦	٩٠٧,٩		٣٥	المحمودية	٤٥,٧	٨١,٣	٢٣٣٤,٥
الدقهلية	١٤	بلقاس	٧٤,٥	٤٧٨,٣	٦٣٩٥,٤		٣٦	ابو حمص	٧٥,٠	٨٧,٢	١١٤٦,٥
	١٥	شربين	٧٧,٠	٢١١,٤	٢٥٩٤,١		٣٧	دمنهور	٧١,٣	١٦٩,٩	١٦٢٢,٤
	١٦	نبروه	٨٣,٩	١٢٣,٧	١٠٣٨,٥		٣٨	الرحمانية	٣٩,٢	٧٩,٢	٢٤٩٢,٨
	١٧	طلخا	٩٠,٦	٢٣٦,٥	١١٩٨,٥		٣٩	شبراخيت	٤٠,٦	١٠,٤	٥٦٠,٤
	١٨	المنصوره	٧٦,٩	١٧٨,٥	٢١٣٦,٤		٤٠	إيتاى البارود	٥٢,٥	٤,٨	٢٩٦,٣
	١٩	بنى عبيد	٦٩,٨	٤٠,٩	١٢٦٧,٨		٤١	الدلنجات	٤٦,٢	٣,٣	٢٤٩,١
	٢٠	دكرنس	٧٨,٢	٣٧,٠	١٢٨٦,٣		٤٢	حوش عيسى	٢٣,٩	٤,١	٣٨٨,٢
	٢١	السنبلاوين	٧٩,٨	١٣,٥	٨٢٦,٢		٤٣	ابو المطامير	٤٩,١	٥,٣	٣٨٨,٧
	٢٢	أجا	٦١,٧	١١,٧	٣٨٨,٠	الاسكندرية	٤٤	.....	٦٣,٦	٣١٥,٧	٦٧٣٩,١

جـ- تصنيف دونين Doneen classification[١٢]

أعتمد تصنيف دونين على الملوحة المؤثرة (النادرة)[١٣] (ES) Effective Salinity،يتباين تأثير الملوحة المؤثرة تبعاً لنوع التربة ومدى نفاذيتها، ونظراً لان التربة فى منطقة الدراسة تتراوح بين متوسطة إلى ضعيفة النفاذية – حيث انها تربة طينية يغلب على مكوناتها الطين (طه،١٩٩٧، ص٥٨)- فان المياه التى تزيد بها الملوحة المؤثرة عن ١٠مللى مكافىء/لتر تشير إلى عدم صلاحية المياه للرى وتنتشر هذه الفئة فى منطقة الدراسة حيث تبلغ المساحات التى تحتوى على مياه جوفية تزيد ملوحتها المؤثرة عن ١٠ مللى مكافىء/لتر ٧٧.٩% من جملة مساحة منطقة الدراسة، كما يتضح من شكل (١٣) ان هذه الفئة تمتد فى الأجزاء الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة. بينما تمتد المياه متوسطة الصلاحية التى تتراوح ملوحتها المؤثرة بين ٣ و أقل من ١٠ مللى مكافىء/لتر فى الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة لتضم ١٠مراكز(كفر صقر، ديرب نجم، ابوكبير،المحلة الكبرى، طنطا، كفر الزيات، ايتاى البارود، الدلنجات، حوش عيسى، ابوالمطامير) فتمثل ٢٢.١% من جملة مساحة منطقة الدراسة.

أما المياه الجيدة شديدة الصلاحية للرى فهى غير ممثلة فى منطقة الدراسة حيث تقل ملوحتها المؤثرة عن ٣مللى مكافىء/لتر وأدنى ملوحة مؤثرة ظهرت فى منطقة الدراسة تمثلت فى مركز الدلنجات ٣.٣ مللى مكافىء/لتر.

وفى النهاية يمكن القول انه من خلال دراسة التصنيفات الثلاثة السابقة لمدى صلاحية المياه الجوفية للرى يتضح ان المياه الصالحة للرى تمتد فى الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة أى فى الأجزاء التى تبعد عن تأثير مياه البحر. بينما تمثل الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة منطقة المياه الغير أمنة التى يمكن استخدامها فى الرى ولكنها يمكن ان تتسبب فى تأثيرات ضارة على التربة والنبات وتتطلب معاملات خاصة للمحافظة على التربة من التملح . اما بالنسبة للمياه الجوفية فى الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة فهى غير صالحة للرى حيث يرتفع تركيز الأملاح الكلية الذائبة بها ويتزايدمحتواها من الصوديوم والكلوريدات نتيجة وقوعها تحت تأثير مياه البحر واختلاطها بها.



المصدر: بيانات جدول (٧) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

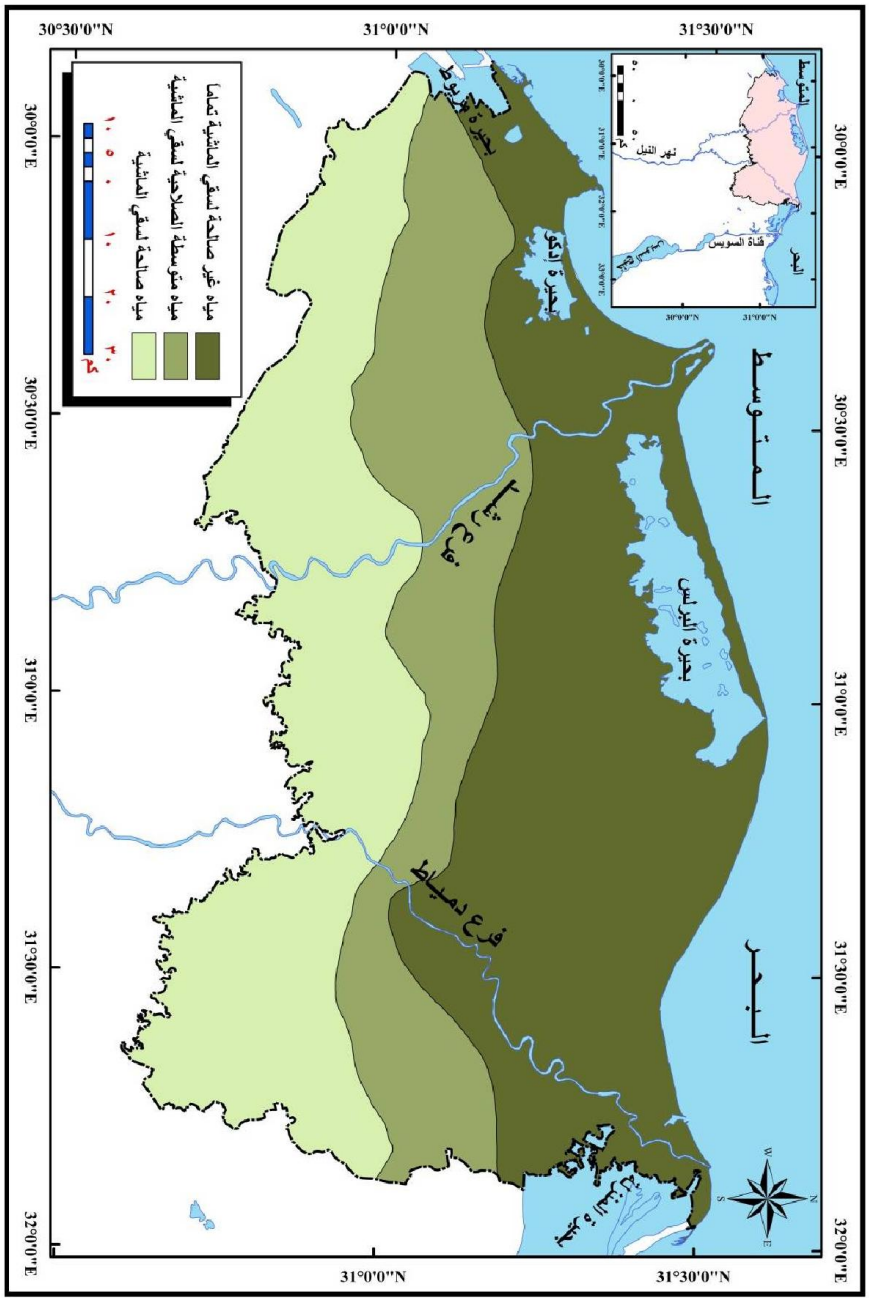
شكل (١٣) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تبعاً لنسبة الملوحة المؤثرة (النادرة).

استخدام المياه الجوفية لغرض سقى الماشية:

تنبثق أهمية المياه بالنسبة للماشية من اهميتها للكائنات الحية بوجه عام، حيث ان المياه عنصراً اساسياً فى جميع العمليات الحيوية فى الكائنات الحية. وتختلف الاحتياجات المائية للماشية بين انواعها المختلفة، وكذلك تختلف باختلاف الظروف البيئية والمناخية، الا ان متوسط الاحتياجات المائية للماشية تتراوح بين ٣و٥ لتر/يوم. وقد قامت الاكاديمية الوطنية للعلوم (١٩٧٢) بتحديد معايير المياه الملائمة لسقى الماشية اعتماداً على تركيز الاملاح الكلية الذائبة (TDS)، وقامت بتصنيف المياه فى ستة فئات تراوحت بين الصالحة للسقى وغير الصالحة للسقى تماماً. (Taha,etal;2003,p.54).

قامت الطالبة بتطبيق تصنيف الاكاديمية الوطنية للعلوم على منطقة الدراسة للتعرف على المناطق الصالحة للسقى والاخرى متوسطة الصلاحية وغير الصالحة تماماً، اى انها اختصرته فى ثلاثة فئات فقط شكل(١٤) تسهيلاً للدراسة كما يلى:

- مياه غير صالحة للسقى تماماً (١٠٠٠٠جزء/ مليون فأكثر) وتنتشر هذه الفئة فى الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية من منطقة الدراسة فتشكل ٤٣.٣% من اجمالى مساحتها. وتتسبب هذه الفئة من المياه فى مخاطر واضرار بالغة بالماشية لذلك لا يسمح باستخدامها لسقى الماشية على الاطلاق.
- مياه متوسطة الصلاحية للسقى (٣٠٠٠ جزء/ مليون و أقل من ١٠٠٠٠جزء/ مليون) هذه الفئة تمثل ٢٢.٨ % من اجمالى مساحة المنطقة فهى تشغل الاجزاء الوسطى منها. وقد تتسبب هذه النوعية من المياه فى تقليص معدل نمو الماشية و ارتفاع معدل نفوقها.
- مياه صالحة للسقى (أقل من ٣٠٠٠ جزء/ مليون) وتنتشر هذه الفئة فى الاجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، وتمثل ٣٣.٩ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة. وهى مياه صالحة لسقى جميع انواع الماشية ولا تتسبب فى اى اضرار لها.



المصدر: اعداد الطالبة اعتماداً على تصنيف الاكاديمية الوطنية للعلوم.

شكل (١٤) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة لغرض سقي الماشية.

٤- استخدام المياه الجوفية لغرض الصناعة:

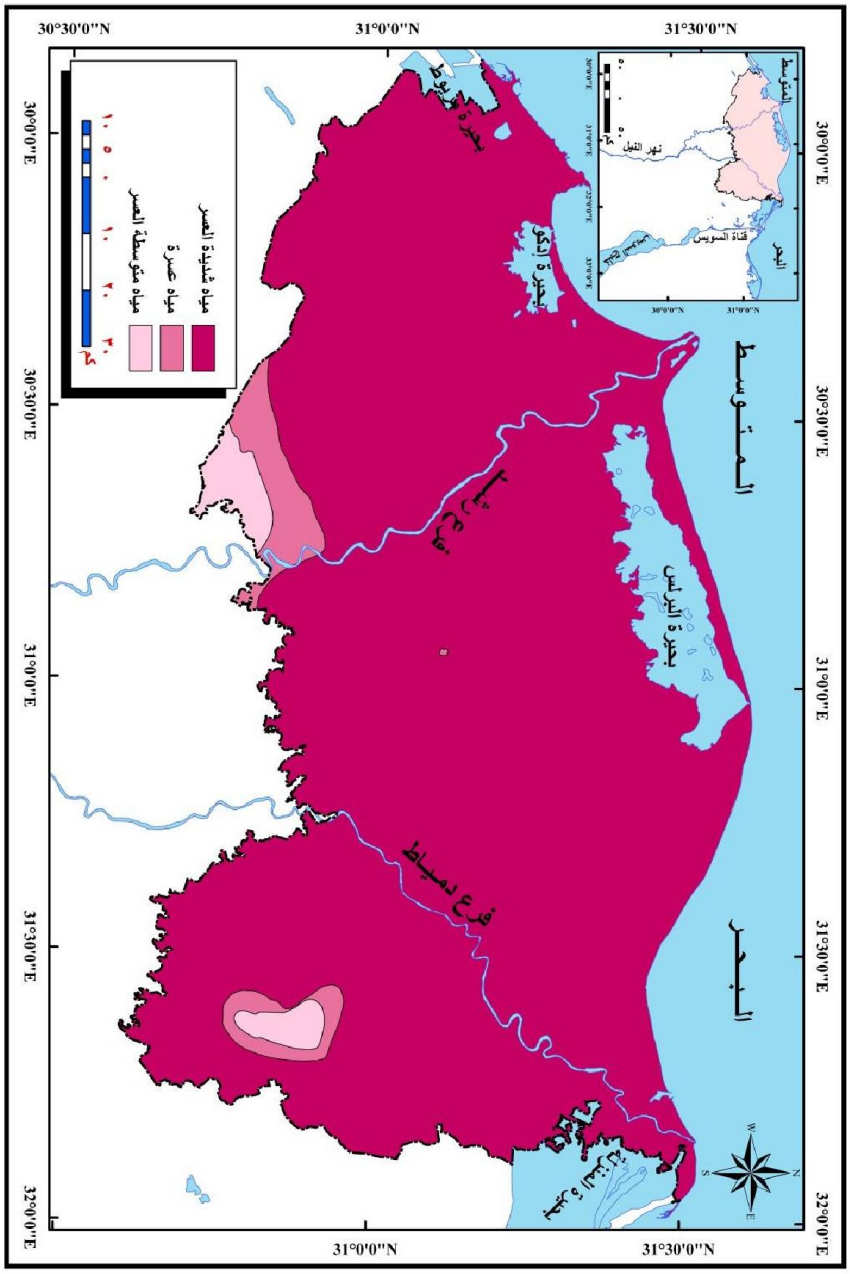
تضم منطقة الدراسة عدداً من المناطق الصناعية القائمة بالفعل[١٤] فضلاً عن المناطق الصناعية المقرر انشائها خلال الفترة المقبلة[١٥]. مما استلزم معه دراسة مدى امكانية استخدام المياه الجوفية فى منطقة الدراسة لغرض الصناعة.

وقد اعتمدت الدراسة الحالية على العسر الكلى للمياه حيث انه يشير إلى درجة نقاوة المياه اللازمة للصناعات المختلفة، فهو يعبر عن ما يحتوية الماء من مركبات الكالسيوم والماغنسيوم[١٦] بالجزء فى المليون، حيث ان الماء العسر يتسبب فى اضرار بالبيئات الصناعية خاصة فى الصناعات التى تستخدم فيها السخانات حيث تتكون طبقة جيرية فى الغلايات والانابيب والادوات مما يقلل من كفائتها وبالتالى تحتاج إلى استبدال وصيانة بصورة مستمرة .

وقد تم تصنيف منطقة الدراسة تبعاً للعسر الكلى للمياه الجوفية إلى الفئات التالية شكل (١٥) (فتح، ٢٠٠١، ص ٣٢١):

- مياه شديدة العسر(أكثر من ٣٠٠جزء/ مليون) وتضم هذه الفئة معظم اجزاء منطقة الدراسة فتمثل ٩٥.٢ % من اجمالى مساحة المنطقة.
- مياه عسرة (١٥٠ جزء/ مليون و ٣٠٠ جزء/ مليون) وتنتشر هذه الفئة فى مساحات محدودة للغاية فى جنوب شرق منطقة الدراسة وجنوبها الغربى فتمثل هذه الفئة٢.٩ % من إجمالى مساحة منطقة الدراسة.
- مياه متوسطة العسر (٥٠ جزء/ مليون و أقل من ١٥٠ جزء/ مليون) تتمثل هذه الفئة على الهوامش الجنوبية الغربية ومساحة محدودة فى جنوب شرق منطقة الدراسة فتمثل ١.٩ % من إجمالى مساحة منطقة الدراسة.
- مياه يسرة (أقل من ٥٠ جزء/ مليون) وهذه الفئة غير ممثلة فى منطقة الدراسة.

وبناءً على التصنيف السابق فان المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تتراوح بين المياه متوسطة العسر و المياه شديدة العسر، مما يتطلب تكلفة اضافية لتيسير هذه المياه حتى يتثنى استخدامها فى الصناعات المختلفة. ومن الجدير بالذكر ان درجة عسر المياه الملائمة تختلف من صناعة لأخرى جدول (٨) فبعض الصناعات تتطلب مياه شديدة النقاوه و أخرى تتطلب ازالة معادن معينة، فى حين ان هناك بعض الصناعات يمكن ان تعتمد على مياه منخفضة الجودة.



المصدر: بيانات جدول (٨) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3.

شكل (١٥) تصنيف المياه الجوفية فى منطقة الدراسة تبعاً لنسبة العسر الكلي.

واعتماداً على بيانات جدول (٨) يتضح ان المياه الجوفية فى منطقة الدراسة غير ملائمة لصناعة المنسوجات حيث انها قد تتسبب فى تبقع المنسوجات فهى تتطلب مياه شديدة النقاء مما يستلزم معالجة المياه فى منطقة الدراسة ، وبالتالى يتسبب فى تكلفة اضافية. اما المياه فى الاجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة تكون أكثر ملائمة لصناعة الورق وتجفيف وتعبئة الخضروات والفواكه، فى حين ان المياه الجوفية فى الاجزاء الجنوبية والوسطى من منطقة الدراسة تكون مناسبة للصناعات البترولية.

جدول (٨) الخصائص الكيميائية للمياه الملائمة لبعض الصناعات تبعاً للاكاديمية الوطنية للعلوم:

الخصائص	الصناعات			
	المنسوجات	الورق	تجفيف وتعبئة الخضروات والفواكه	البترولية
القلوية	–	–	٦,٥ – ٨,٥	٦,٩
الاملاح الكلية الذائبة	١٠٠ – ٢٠٠	٢٠٠ – ٥٠٠	٥٠٠	٣٥٠٠
الصوديوم	–	–	–	٢٣٠
الكالسيوم	–	–	١٠٠	–
المغنسيوم	–	–	–	٨٥
البيكربونات	–	–	–	٤٨٠
الكبريتات	١٠٠	–	٢٥٠	٩٠٠
الكلوريدات	١٠٠	٠ – ٢٠٠	٢٥٠	١٦٠٠
العسر الكلى	٠ – ٥٠	١٠٠ – ٢٠٠	٢٥٠	٩٠٠

المصدر : (Kamal,2000,p.123).

الخاتمة

تتلوث المياه الجوفية بالعديد من الملوثات الا ان الدراسة الحالية تركز على تلوث المياه الجوفية نتيجة اختلاطها بمياه البحر بهدف التعرف على الدرجات المختلفة لتلوث المياه الجوفية بمياه البحر ولذلك تم الاعتماد على عدة معايير تمثلت فى تركيز الصوديوم، الكلوريدات، الأملاح الكلية الذائبة، ونسبة ريفيل، ونسبة ادمصاص الصوديوم.

استخدمت الخمسة خرائط الخاصة بتوزيع قيم هذه المعايير على الفئات المختلفة كطبقات Layers فى تطبيق (WMCDSS) باستخدام برنامج Arc Gis 9.3 لانتاج خريطة توضح درجات تلوث المياه الجوفية بمياه البحر المالحة. وهذا بعد إعطاء كل معيار وزن نسبى يشير إلى درجة ارتباطه بتداخل مياه البحر واختلاطها بالمياه الجوفية.

يتضح من خريطة درجات تلوث المياه الجوفية بمياه البحر المالحة ان هناك أربع درجات لخطورة تلوث المياه الجوفية تتراوح بين المرتفعة جداً والمنخفضة. تمتد الفئة مرتفعة الخطورة جداً فى الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة على بعد ٤٩.٥كم من الساحل حيث تمتد جبهة المياه المالحة، وتمثل هذه الفئة ٣١% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة. اما فئتى المياه الجوفية مرتفعة ومتوسطة الخطورة تمتد فى الأجزاء الوسطى من منطقة الدراسة حيث تمتد جبهة التداخل، وتمثل هاتين الفئتين ٣١.٥%، ٢١% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة على التوالى. وتمثل فئة المياه الجوفية منخفضة الخطورة ١٦.٥% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة وتمتد فى الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية منها.

كما تهدف هذه الدراسة ايضاً إلى التعرف على مدى إمكانية استخدام المياه الجوفية للأغراض المختلفة، وتوصلت إلى ان المياه الجوفية فى الأجزاء الشمالية والوسطى من منطقة الدراسة تتراوح خطورتها بين المرتفعة جداً ومتوسطة الخطورة نتيجة لإمتداد جبهة المياه المالحة وجبهة التداخل وبالتالى فهى غير صالحة للشرب او الرى او سقى الماشية. بينما المياه الجوفية فى الأطراف الجنوبية منها تصلح للشرب والرى وسقى الماشية والصناعة لإبتعادها عن تأثير جبهة التداخل.

الهوامش

(١) الكاتيون هو ايون او مجموعة من الايونات تحمل شحنة موجبة وتتجه نحو القطب السالب اثناء التحليل الكهربى.

(٢) على الرغم من ان الصوديوم لا يعد مكون أساسى لمعادن الصخور الا انه من أكثر الفلزات القلوية التى توجد بوفرة فى الماء. كما يتوافر الصوديوم أيضاً فى المياه الجوفية وذلك لأن جميع أملاحه سهلة الذوبان (عبد العزيز، ١٩٨٢، ص١٧١).

(٣) الانيون هو ايون او مجموعة من الايونات تحمل شحنة سالبة وتتجه نحو القطب الموجب اثناء التحليل الكهربى.

(٤)اعتمد تصنيف chebotarev على الاملاح الكلية الذائبة كمعييار اساسى للتصنيف (chebotarev, 1955,p.44).

(٥) تتمثل نسبة ريفيل فى العلاقة بين مجموع الكلوريدات إلى مجموع الكربونات والبيكربونات (Cl/HCO_3+CO_3) بالمللى المكافىء فى اللتر.

(٦)

$$S.A.R. = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

(٧)ان القيم المرتفعة لنسبة ادمصاص الصوديوم فى مياه الرى تشير إلى ارتفاع تركيز الصوديوم بها فى مقابل تركيز الكالسيوم والماغنسيوم مما يكون له تأثيرات ضارة على بنية التربة وظهور مشكلات التربة الصودية.

(٨) لتحويل قيم العناصر من جزء فى المليون إلى مللى مكافىء /لتر:

مللى مكافىء/ لتر = العنصر (جزء فى المليون) × تكافوء العنصر/ الوزن الذرى للعنصر
(الخطيب،١٩٩٨،ص٥٢٢)

(٩) تم حساب درجة تأثير كل فئة من فئات خطورة كل معيار من المعايير الخمسة عن طريق حاصل ضرب الوزن النسبى للمعيار × متوسط درجة خطورة هذه الفئة، ففى الفئة مرتفعة الخطورة جداً تمثل

درجة تأثير الأملاح الكلية الذائبة (٠.٣٠ × ٨٧.٥) ٢٦.٣ ،وبالتالى فانه يمكن حساب درجة تأثير اى من المعايير المستخدمة فى فئات الخطورة المختلفة.

(١٠) باستخدام الخمس خرائط الممثله لتوزيع قيم الخمس معايير التى اعتمدت عليها الدراسة، وتطبيق (WMCDSS) المعتمد على الأوزان النسبية التى سبقت الاشارة اليها تم انشاء خريطة توضح درجات خطورة تلوث المياه الجوفية نتيجة اختلاطها بمياه البحر.

(١١)

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

(١٢) أعتبر تصنيف دونين ان الأملاح الكلية الذائبة لا تعد مقياساً كافياً للتعرف على مدى صلاحية المياه للرى، حيث تتراكم بعض أملاح الكربونات والكبريتات فى التربة. كما يترتب على وجود تركيزات مرتفعة من كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم فى مياه الرى ترسيبات دولوميتية ضمن معادن التربة مكوناً نسيج التربة، لذلك اعتمد على الملوحة المؤثرة.

(١٣) $EC = Cl + \frac{1}{2} SO_4$(Mahmoud,1997,p.140)

(١٤) تشتمل كل من محافظة دمياط ، كفر الشيخ، البحيرة، الدقهلية على منطقتين صناعيين حيث تضم محافظة دمياط المنطقة الصناعية الحرة و المنطقة الصناعية بدمياط الجديدة، وفى محافظة كفر الشيخ المنطقة الصناعية فى بلطيم وأخرى فى مطوبس، اما محافظة البحيرة فتضم مجمع مصانع الغزل والنسيج فى كفر الدوار ومجمع الصناعات الكيماوية فى ادكو، وكذلك محافظة الدقهلية تضم المنطقة الصناعية فى جمصة وأخرى بالعصافره، هذا فضلاً عن تركز العديد من الصناعات فى أقصى جنوب منطقة الدراسة فى المحلة الكبرى وطنطا وكفر الزيات بمحافظة الغربية (مشروع دعم التقييم والادارة البيئية بالمحافظات).

(١٥) من المقرر انشاء خمس مناطق صناعية فى محافظة البحيره بمركز رشيد، ادكو، كفر الدوار، دمنهور، وادى النطرون ، بالاضافة إلى منطقة صناعية جديدة بمخافظة دمياط بقرية شطا من المتوقع الانتهاء من انشائها خلال عام ٢٠١٨م .(مشروع دعم التقييم والادارة البيئية بالمحافظات).

(١٦) $Total\ Hardness = 2.5\ (Ca^{+2}) + 4.1\ (Mg^{+2})$ (Kamal,2000,p.122)

المراجع العربية:

1- الخطيب، السيد أحمد (١٩٩٨): " اساسيات علم الاراضى" ، منشأة المعارف، الاسكندرية.

2- السلاوى، محمود (١٩٨٦): " المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق" ، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع، ليبيا.

3- درادكه، خليفة (١٩٨٨): "هيدرولوجية المياه الجوفية"، الشركة الدولية للطباعة والنشر.

4- صابر، أحمد ابراهيم (٢٠١١) : " تداخل المياه البحريه والجوفيه بشمال الدلتا بين فرعى دمياط ورشيد"، سلسلة بحوث جغرافيه، العدد الثامن والثلاثون، الجمعية الجغرافيه المصريه.

5- طه، حنان أحمد خالد (١٩٩٧): " التربة فى غرب الدلتا وتأثيرها على الانتاج الزراعى – دراسة جغرافية" ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الأداب ، جامعة الزقازيق– فرع بنها.

6- عبد العزيز، محمود حسان (١٩٨٢): "أساسيات الهيدرولوجيا" ، عمادة شؤون المكتبات – جامعة الملك سعود.

7- عوف، محمد فتحى أحمد ابراهيم (٢٠٠٥) : " التلوث البيئى والأثار المترتبة عليه وطرق التحكم" ، المؤتمر السنوى العاشر لإدارة الأزمات، كلية التجارة، جامعة عين شمس، ص ص ١٠٩-١٤٠.

8- فتح، حسن البنا سعد (٢٠٠١) : " تكنولوجيا تحلية المياه" ، الجزء الأول، الدار الجامعية، الاسكندرية.

9- نسيم ، ماهر جيورجى (٢٠٠٧) : " تحليل وتقويم جودة المياه" ، منشأة المعارف ، الاسكندرية.

المراجع الاجنبية:

1- Abd Elbary, M. H., (2005): "Sedimentological, Geochemical and Hydro geological characteristics of the central Nile delta aquifer, Egypt ", M.Sc. thesis, fac. Of science, Tanta University, Tanta.

2- Abou-Elazm, K.A.(1993): " Hydrogeological Evolution of the nile delta after the high dam construction" , phD thesis, faculty of science, Menoufia university.

3- Atta, S.A. & Sharaky, A.M. & Elhassanein, A.S. & Khallaf, M.A. (2005): " Salinization of the ground water in the coastal shallow aquifer , north weastern nile delta, Egypt" , first international conference on the geology of Tethys, cairo university, p.p. 151- 166.

4- Chebotarev, I.I. (1955): "Metamorphism of natural waters in the crust of weathering" Geochimica et cosmochimica Acta. Vol. 8, pergamon press ltd, London.

5- Elewa, H.H. & Shohaib, R.E. & Qaddah, A.A. & Nousir, A.M. (2013) : " Determining ground water protection zones for the quaternary aquifer of north eastern nile delta using Gis – based vulnerability mapping" , environ earth sci, vol. 68, p.p. 313- 331.

6- El- Gamili, M.M. & El- Shahat, A. & El- Mahmoudi, A.S. &Farid, A.A. (1999) : " Hydrochemistry and geologic resistivity of the late quaternary aquifer in the area south of El- salam canal, north eastern nile delta" , first international conference on the geology of Africa, faculty of science, Assuit university.

7- El Sabbagh, A. A., (2000): "Evaluation of environmental impact on water resources and soil characteristics in the eastern Nile delta area, Egypt", PhD. Thesis, fac. Of science, Cairo University,Cairo.

8- Fattah, M.K. (1994): "Contamination of surface and ground water in the northernpart of the nile delta,Egypt, with special emphasis on the contamination caused by application of chemical fertilizers" , M.sc. Thesis, fac.of Science, Menoufia university.

9- Freeze, R.A. & Cherry, J.A. (1979): "Ground water", Englewood cliffs, N.J.: Prentice – Hall, New Jersey.

10- Idris, Y.A., (2013): "A Gis-Based spatial classification technique to identify the ground water quality and type classes" , Journal of American science, vol. 9, No. (12), p.p. 100- 109.

11- Kamal, K.A.(2000): " Sea water intrusion in the north Nile Delta, Egypt" , M.SC. Thesis, fac. of Science, Cairo University.

12- Khallaf, K.M. (2006): "Hydrochemical studies of groundwater in north Egypt and Libya". phD. Thesis, Institute of African research and studies, Cairo University.

13- Mahmoud, E.E.(1997) : " Seawater intrusion in the coastal aquifer between rafah and El- sheikh zowied (north sinai) and its impact on the surrounding environment" , M.sc. thesis, faculty of science , Ain shams university.

14- Mogren, S.& Shehata, M. (2012): " Ground water vulnerability and risk mapping of the quaternary aquifer system in the north eastern part of the nile delta, Egypt" , international research journal of geology and mining, vol. 2, No. (7), p.p. 161-173.

15- National Academy of science (1972): "water quality criteria 1972", The Environmental protection Agency, Washington, D.C.

16- Sharaky, A.M. & Atta, S.A. & ElHassanein, A.S. & Khallaf, M.A. (2007): " Hydrogeochemistry of groundwater in the western nile delta aquifers , Egypt" , 2nd international conference on the geology of Tethys, Cairo University, p.p. 1-23.

17- Taha, A.A. & El mahmoudi, A.S. & El- Haddad, I.M. (2003): " Evaluation of the water quality in new communities south east the nile delta , Egypt" , Emirates journal for engineering research, vol. 8. No. (2), p.p. 51- 67.

18- Tatawat, R.K. & Singhchandel, C.P. (2008): " Quality of groundwater of Jaipur city , Rajastlan (India) and its suitability for domestic and irrigation purpose" , applied ecology and environmental research , vol. 6, No. (2), p.p. 79-88.

19- U.S. salinity laboratory staff (1954): " Diagnosis and improvement of saline and alkali soils" , agric. Hand book , No. 60, U.S. Government printing office, Washington .D.C.

20- Wilcox,L.V. (1955): " Classification and use of irrigation water" , Washington D.C.

21- W.H.O. (World health organization) (2003): "Guidelines for drinking water quality, 4th edition, vol.1.