تقييم خصائص المياه الأرضية وأثرها على التربة بمنطقة سهل الطينة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

(دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية)

إعداد

د محمد فؤاد عبد العزيز سليمان

أستاذ مساعد الجغرافية الطبيعية بكلية الاداب

جامعة العريش

موجز البحث

تهدف الدراسة إلى إلقاء الضوء على التغير فى خصائص المياه الارضية وما تشمله من تغير فى الخصائص الكميائية للمياه السطحية والجوفية والخصائص الكميائية للتربة في سهل الطينة، وأثر ذلك على المنشأت والطرق والمناطق الأثرية بالمنطقة فضلا" عن دراسة دور الإنسان في تغير مستويات المياه الجوفية والاثار الجيومورفولوجية لتغير منسوب المياه الجوفية في سهل الطينة والتى زاد من أهميتها إنشاء المدن الجديدة في بورسعيد الجديدة وشق الأنفاق أسفل قناة السويس، فضلا" عن الأثر المتنامي لترعة السلام وما صحبها من عمليات تنمية زراعية وعمرانية عده، وسوف يتم إجراء هذه الدراسة من خلال عدة عناصر تشمل على السمات الطبيعية لمنطقة سهل الطينة وتغيرات مستوى سطح البحر ودراسة الماء الأرضي في سهل الطينة وأثر ارتفاع منسوب المياه الجوفية على التربة وكذلك دراسة التدخل لبشرى وتأثيرة على منسوب المياه الجوفية بسهل الطينة والاخطار الجيومورفولوجية لارتفاع منسوب المياه الجوفية في سهل الطينة فضلا عن دراسة كيفية الحد من خطورة ارتفاع منسوب المياه الجوفية.

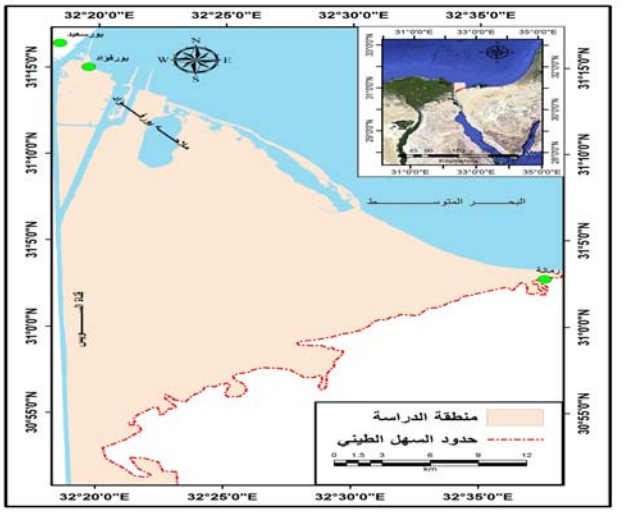
كلمات البحث:

المياه الارضية – التربة – الاخطار الجيومورفولوجية

موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة فى أقصى الشمال الغربي من شبة جزيرة سيناء التى كانت جزء من دلتا النيل يخترقها فرع (البيليوزى) المندثر، وتأخذ شكل مثلثى قاعدته الشمالية البحر المتوسط وجانبة الغربى قناة السويس بينما الجانب الشرقى امتددات الكثبان الرملية والأراضى الرملية والنباك، وتبلغ مساحة سهل الطينة ٧٣٧.٩ كم٢ حيث تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 32 `33 °30و 46 `15 °31 شمالا وبين خطي طول ,55 `18 °32 و`38 °32 شرقا، كما يتضح من شكل (١).

شكل (١) موقع منطقة الدراسة



دراسات سابقة:

تتعدد الدراسات الجغرافية التي تناولت شبه جزيرة سيناء بشكل عام، وسهل الطينة بصفة خاصة ومن اهما دراسة (جودة التركماني، ١٩٩٩) عن " جيومورفولوجية سهل الطينة". ودراسة

(صابر أمين، ٢٠٠٠) وعنوانها "الكثبان الطولية شرقي قناة السويس – تحليل جيومورفولوجي ". فضلا عن بعض الدراسات الاجنبية ومنها:

(Embabi,2004) "Explanatory Notes to the Geomorphological Map of Sinai Peninsula'

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى توفير سبل دعم اتخاذ القرار لتنمية منطقة سهل الطينة على أسس علمية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية من خلال الاتى:

١- دراسة تغيرات منسوب سطح البحر والتوقع المستقبلى لها.

٢- دراسة خصائص المياه الأرضية وصلاحيتها للاستخدمات المختلفة.

٣- دراسة أثر المياه الجوفية على التربة وتدهورها الكميائى، وسبل مواجهة هذا التدهور.

٤- دراسة الأثر الجيومورفولوجى لتدخل الانسان ودورة فى تغير منسوب المياه الجوفية.

٥- دراسة الأثار الجيومورفولوجية لارتفاع منسوب المياه الأرضية على المنشأت وطرق مواجتها.

٦- كيفية مواجهة أخطار ارتفاع منسوب المياه الجوفية في سهل الطينة.

منهجية الدراسة واساليبها:

اعتد الباحث على المنهج الاقليمى فى دراسة اقليم المنطقة وإبراز خصائصة الجغرافية ثم المنهج الوصفى والتحليلى فى تناول البيانات المدروسة سواء من العناصر المناخية أو نتائج عينات المياه والتربة أو الدراسة الميدانية فضلا عن استخدام الاسلوب الكمى والاحصائى وكذلك الاسلوب الكارتوجرافى.

مراحل الدراسة:

١- إدخال البيانات:

تم إدخال البيانات إلى الحاسب الآلي بعدة طرق، حيث استخدم الماسح الضوئي (Scanner A4) في إدخال الخرائط الورقية، كما تم إدخال بيانات الموقع الفلكي للعينات المدروسة باستخدام جهاز GPS بطريقة مباشرة إلى الخرائط الرقمية على برنامج arc gis.

٢- الدراسة الميدانية:

تم التحضير للدراسة الميدانية بإعداد الخرائط الجيولوجية مقياس ١: ١٠٠٠٠٠، والخرائط الطبوغرافية متعددة المقاييس (١: ٥٠٠٠٠ ،١: ١٠٠٠٠٠)، والصور الجوية مقياس ١: ٤٠٠٠٠، واستخدام GPS نوع GARMEN ذو الدقة ٥ أمتار، حيث تم إجراء القياسات الميدانية الخاصة بعينات التربة والمياه والاثار الجيومورفولوجية لارتفاع منسوب المياه الجوفية وأجريت الدراسة الميدانية على عدة مراحل خلال عامي ٢٠١٥و٢٠١٦ م.

٣- تحليل البيانات:

تم التعامل مع البيانات في الحاسب الآلي باستخدام برنامج MapInfo 7.5، وبرنامج ARC GIS 9.2، حيث تم رسم خرائط كوربلث لمنطقة الدراسة اعتمادا" على نتائج العينات المدروسة سواء للمياه الارضية او عينات التربة، واستخدمت الخريطة الكنتورية في الرسم، وذلك لعمل مجسم المنطقة، كما تم عمل الخرائط الرقمية بواسطة عمل Digtizing للخرائط التي بصيغة image، وكذلك عمل مجموعة من الطبقات تشمل (التكوينات الجيولوجية السطحية، والخريطة الكنتورية، الخريطة الجيومورفولوجية)، وتم عمل قاعدة بيانات لهذه الطبقات وإجراء التحليلات لها، وعمل علاقات الارتباط بين هذه الطبقات.

٤ - إخراج البيانات:

تم إخراج البيانات في عدة صور. وهى الخرائط الرقمية، الأشكال ثلاثية الأبعاد، القوائم والجداول، الرسومات الكارتوجرافية المتعددة والملخصات والتقارير بواسطة طابعات ليزر وطابعات ألوان.

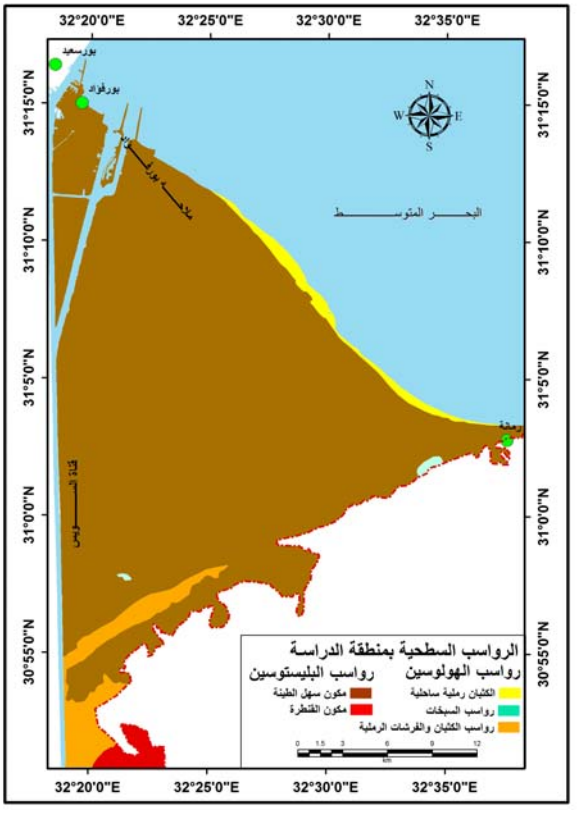
أولا: السمات الطبيعية لمنطقة سهل الطينة

سوف يتم تناول جيولوجية المنطقة والوحدات الجيومورفولوجية فضلا" عن دراسة الأحوال المناخية بمنطقة الدراسة:

١- توزيع الرواسب السطحية:

تعد التكوينات الجيولوجية هي المادة الخام التي تتكون منها الظاهرات والمعالم الجيومورفولوجية، وبطبيعه الحال تختلف هذه الظاهرات باختلاف هذه

التكوينات وبصفة عامة تتميز منطقة الدراسة بالبساطة في التكوينات الجيولوجية، إذ انها جميعا" تنتمي للزمن الرابع (البليستوسين والهولوسين)، وتشتمل على رواسب سهل الطينة، وتكوين القنطرة، والرواسب السبخية، فضلا "عن وجود الكثبان الرملية الساحلية بالقرب من ساحل البحر المتوسط، وهنا يمكن التنويه عن ان المنطقة خالية تماما من أى مظهر من مظاهر البنية الجيولوجية السطحية أشار (التركماني ،١٩٩٩، ص٢٢٨، ٢٢٩) وتنتمى الرواسب السطحية فى منطقة الدراسة الى عصرين البليستوسين والهولوسين كما يتضح من شكل (٢).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الجيولوجية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠ انتاج كونكو عام ١٩٩٤

شكل (٢) توزيع الرواسب السطحية بسهل الطينة

وفيما يأتى عرض لأهم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة:

أ - رواسب البليستوسين:

تشمل على تكويني سهل الطينة والقنطرة.

تكوين سهل الطينة يتكون من خليط من الرمال السوداء والبيضاء وبه نسبة عالية من الطمي ويحتوي على قواقع وجبس، تأخذ شكل مثلث قاعدته الساحل الشرقي لقناة السويس ورأسه البحر المتوسط شمال رمانة وترجع الرواسب الطمييية إلي نهر النيل والتي جلبت بواسطة الفرع البيلوزي المندثر وقد دلت القطاعات الجيولوجية العميقة بمنطقة سهل الطينة، على أن سمك رواسب الرمال به تصل لنحو ١٥٠ مترا تحت مستوى سطح البحر(خضر ،٢٠٠٥ ،ص٣٠). كما

يتضح من صورة (١).

الموقع: ٤٦ `٩ ٣١° ش، ٣٠ ٢٤` ٣٢° ق اتجاه التصوير/ ناظرا صوب الشمال الغربى

صورة (١) الطبقة الطينية فوق الرواسب الرملية شمال منطقة سهل الطينة

تكوين القنطرة: ويظهر فى أقصى الجنوب الغربى من سهل الطينة، وتتألف رواسبه من رمال مفككة حادة الحواف متداخله مع حبيبات الصلصال.

ب- تكوينات عصر الهوليوسين

الكثبان الرملية الساحلية: وتظهر فى المنطقة االمحصورة بين رمانة وبورفؤاد على طول خط الشاطئ، وتتألف من رمال وتتدرج لون حبيبات الرواسب من الأبيض إلى الأصفر.

رواسب السبخات: تتكون من رقائق ملحية من المتبخرات متداخله مع رواسب رملية وطينية ولونها بنى ضارب إلى الحمرة، وتفترش الرمال سطحها في فترة الجفاف بتوالي فترات الرطوبة والجفاف تتكون قشرة سميكة من الرواسب الملحية المتبخرة، وترتبط نشأه السبخات في سهل الطينة بساحل البحر المتوسط وقناة السويس، حيث لا تتعدى خط كنتور ١٠ أمتار، وتتميز باستواء سطحها، وإن كان أكثر من ٨٥% من مساحتها تقع بين خطى كنتور صفر و٩ أمتار فوق مستوى سطح البحر، كما تتباين درجات انحدارها من مكان لاخر، حيث تراوحت فى المنتصف بين صفر و٢ درجة وعلى الأطراف ما بين ٤ و٦ درجات ويرجع إلي إمتزاج رواسب السبخات بالسطح الرملي – الحصوي المجاور لها، وتعتبر هذه الأطراف مناطق إنتقالية بين سطوح السبخات والسهول المجاورة لها (أمين، ٢٠٠١، ص٦٤٤) وتتغطى أسطح السبخات برواسب بنية إلي رمادية اللون في الجزء الجنوبي الأوسط ورمادية إلي سوداء في الجزء الشمالي، وهي رواسب قليلة التماسك أجزائها تتواجد قشرة ملحية ومتماسكة يتراوح سمكها بين ١ سم و١٠ سم، كما تنمو على سطوح السبخات بعض النباتات المحبة للملوحة، وتتكون رواسب السبخات من خليط من الرمال بأحجامها المختلفة والصلصال والحصي الصغير جداً، ومن المواد الوفيرة في هذة الرواسب ملح الهاليت، كما تنتشر فوق اسطح السبخات بعض الظاهرات أهمها المضلعات الملحية، والقشور المحلية والتنهدات الدقيقة (السعدني، ٢٠٠٥، ص ١٤٩).

رواسب الكثبان والفرشات الرملية: عبارة عن رواسب رملية من أصل قاري أو رواسب فيضية دلتاوية وتظهر أهمها في شكل كثبان رملية أو تلال رملية أو تكوينات حصوية وتتكون الكثبان الرملية من حبيبات الرمل والكوارتز المفككة.

٢- الأحوال المناخية بمنطقة سهل الطينة

تؤثر العناصر المناخية على جميع الأشكال الأرضية ومواردها بطريق مباشر أو غير مباشر، حيث تلعب الأمطار دورا كبيرا في تخزين المياه الجوفية وكذلك تؤثر الحرارة على التبخر والرطوبة النسبية، وسوف تتناول دراسة الخصائص المناخية فى منطقة الدراسة درجة الحرارة، والرياح ،والرطوبة النسبية، والتبخر فضلا عن المطر كما يتضح من جدول (١):

ويمكن إيجاز تأثير الأحوال المناخية على منطقة الدراسة في النقاط الأتية:

– تؤثر درجة الحرارة من خلال تاثيرها على العناصر المناخية الأخرى على نظم السبخات بالمنطقة، وذلك من خلال توزيع مناطق الضغط الجوى المرتفع أو المنخفض، وما يترتب على ذلك من تأثير على اتجاه وقوة الرياح، والتأثير المباشر على معدلات الرطوبة النسبية والتبخر ،وما يصحب ذلك من تبخر للمحلول الملحي وترسب الأملاح المختلفة على السطح، حيث يتضح من شكل (٣) أن المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة تزيد بالاتجاه الغربي حيث تصل إلى ١٩.٥ درجة فى بئر العبد، وبلغت اقصاها فى بور سعيد، حيث وصلت الى ٢٠.٨ درجة، وبصفة عامة يعد شهر يناير أقل شهور العام في درجة الحرارة وصلت الى ١٣.٣ درجة فى بئر العبد و١٤.٤ درجة فى محتطى بور سعيد والقنطرة شرق. ويرجع ذلك إلى أن شهر يناير من أكثر شهور الشتاء تعرضاً لحدوث موجات البرد الشديد التى ترتبط بمرور المنخفضات الجوية الشتوية، والتى من شأنها أن تجعل الرياح الباردة تندفع في أعقابها مارة بسواحل سيناء الشمالية.

جدول (١) المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة والأمطار والرطوبة النسبية في محطات القنطرة شرق وبور سعيد وبئر العبد

الشهر	القنطرة شرق			بور سعيد			بئر العبد		
	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %	درجة الحرارة م°	كمية الأمطار ملم	الرطوبة النسبية %
يناير	١٤.٤	١٨.٢	٦٩.٤	١٤.٤	٢٠.٥	٧٢	١٣.٣	٢٧.٩	٧٤
فبراير	١٤.٦	١٥.٨	٦٧.٤	١٤.٦	١٤.٧	٦٩.٧	١٣.٤	٨.١	٧٣.٥
مارس	١٥.٥	١٠.٩	٦٢	١٥.٩	١٤.٤	٦٨.٤	١٤.٦	١٢.١	٦٩.١
أبريل	١٩.٥	١.١	٦٥.٥	١٩.٢	٣.٦	٦٨.٦	١٨	٠.٣	٦٩.٣
مايو	٢٣.٣	١	٦٩.٥	٢١.٩	٢.١	٦٩.٩	٢١.٤	٤	٧٠.٥
يونيو	٢٦.٢	٠	٧١.٢	٢٥	٠	٧٠.٣	٢٤.٢	٠	٧٧.٣
يوليو	٢٨.٥	٠	٦٣.٣	٢٦.٥	٠	٧٩.٧	٢٦.١	٠	٧٩
أغسطس	٢٨.١	٠	٦٣.٦	٢٧.١	٠	٧٩.٨	٢٧.٢	٠	٧٣.١
سبتمبر	٢٦.٣	٠	٦٨.١	٢٦.٢	١.٨	٦٩.٣	٢٥.٢	٠.٢	٧٣
أكتوبر	٢٣.٥	٠.١	٦٥.١	٢٣.٩	٤.١	٦٨.٧	٢١.٨	١.٧	٧٣
نوفمبر	١٩.٥	١.٧	٧٠.٣	٢٠.٢	٦.٣	٧٠	١٤.٣	٣.٧	٧٥.١
ديسمبر	١٥.٢	١.٥	٦٧.١	١٥.٢	١٢.٣	٧٢.٤	١٤.٢	١٠.١	٧٦.٣
سنوى	٢١.١	٥٠.٣	٦٦.٩	٢٠.٨	٧٩.٨	٧١.٦	١٩.٥	٦٨.١	٧٣.٦

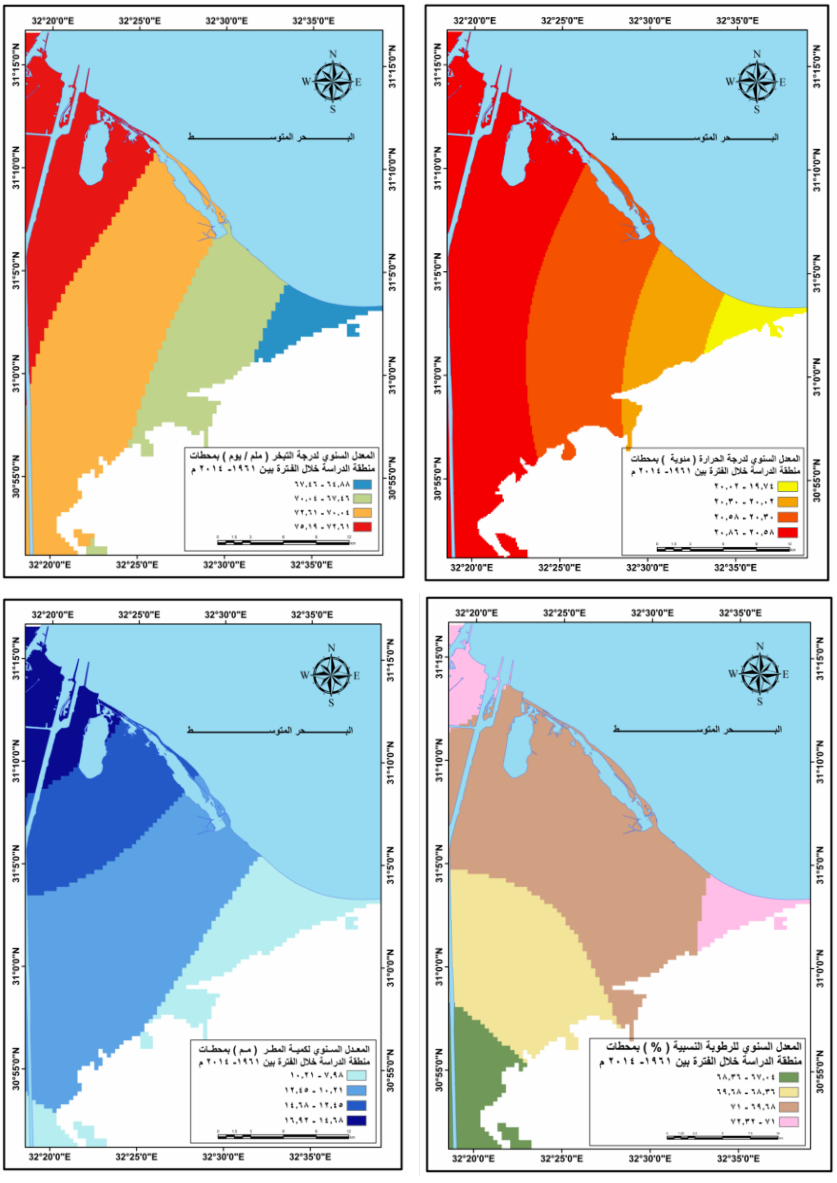
المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة، بيانات غير منشورة، للفترة من (١٩٦١: ٢٠١٤)

- بلغ أدنى معدل فصلي للرطوبة النسبية في فصل الربيع، ويرجع ذلك إلى تعرض منطقة الدراسة في فصل الربيع لرياح الخماسين الحارة الجافة التي يؤدي هبوبها إلي إزاله الهواء الرطب وخلطه بالهواء الجاف مما يساعد على انخفاض نسبة الرطوبة، حيث بلغ نسبتها ٦٩.٦ % في بئر العبد، ٦٩% في بورسعيد، أعلي معدل فصلي للرطوبة النسبية في فصل الشتاء، ويعزى ذلك إلي تأثره منطقة الدراسة بالمنخفضات الجوية لعرضية المحصورة بين نطاقي الضغط

المرتفع شمال وجنوب البحر المتوسط ويعد االمنخفض الجوي القبرصي أهمها تأثيراً على الرطوبة النسبية في شبة جزيرة سيناء (سالم، ١٩٩٧، ص٤) حيث بلغت نسبتها ٧٤.٦١ % في بئر العبد، ٧١.٤ % في بورسعيد و يعد شهر ديسمبر هو الأعلى في الرطوبة النسبية خلال شهور السنة حيث بلغت نسبتها ٧٠.٨ % ويرجع ذلك إلى أن هذا الشهر هو بداية تأثر شبة جزيرة سيناء بالرياح الشمالية الغربية التي تجذب كتل هوائية من البحر المتوسط محملة ببحار الماء مما يعمل على زيادة الرطوبة النسبية في الهواء (يونس، ٢٠١٥، ص١١٦).

- تنخفض معدلات التبخر خلال شهور فصل الخريف، حيث بلغت ٠.٧ مم / يوم في القنطرة شرق بينما تزداد معدلات التبخر خلال شهور الربيع حيث بلغت أقصى معدل من التبخر ٣٠ مم / يوم في بورسعيد.

– تزيد كمية الأمطار في منطقة الدراسة شمالا، حيث تبلغ كمية الأمطار في محطة بورسعيد ٧٩.٨مم، وتتناقص بالاتجاة جنوبا، ويرجع زيادة كمية المطر شمالا لكثرة تعرض المنطقة الشمالية لمرور المنخفضات الجوية على البحر التوسط، حيث تسجل المنطقة الساحلية أكبر كمية مطر ساقطة، حيث يسقط عليها ٦٨.١مم، ٧٩.٨ مم في محطات بئر العبد وبورسعيد على الترتيب وقد أرجع (خضر، ٢٠٠٥ ،ص ٦٠) ذلك لتلقي المنطقة الساحلية لأكبر كمية مطر وتفاوتها من الغرب إلى الشرق لسببين أولهما تأثر الساحل بالرياح الشمالية والشمالية الغربية المسببة لسقوط المطر بدرجة أكبر من المناطق الداخلية، والسبب الثاني يعود إلى تعرجات خط الساحل، حيث تهب علية الرياح عليه بزاوية مما تؤدي إلى سقوط أمطار بها أكثر من الداخل. وتستحوذ أشهر الشتاء علي أكبر كمية مطر من المجموع السنوي للأمطارحيث يبلغ (١٨٠.٨مم) وقد دلل (ثابت، ٢٠١٠، ص٦٢) ذلك إلي سيطرة المنخفضات الجوية على شمال سيناء وحدوث حالات عدم الأستقرار في طبقات الجو العليا، حيث يبلغ معدل أمطار فصل الشتاء ٤٧.٥ مم، ٤٦.١ فى محطات بورسعيد وبئر العبد، ويقل المعدل نسبيا إذا بعدنا عن الساحل الشمالي .



المصدر: من عمل الباحث اعتماداعلى بيانات جدول (١)

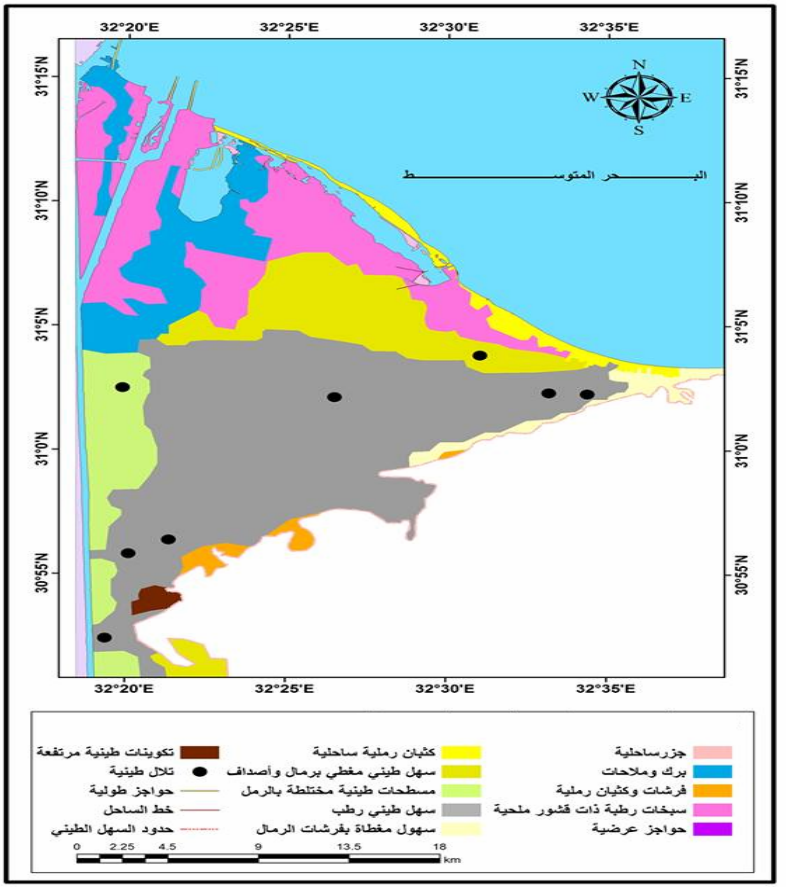
شكل (٣) المعدلات السنوية لبعض العناصر المناخية فى سهل الطينة من عام ١٩٦٠ الى ٢٠١٥

٣- الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة:

تتنوع الوحدات الجيومورفولوجية فى سهل الطينة بين السبخات والبرك والبحيرات والكثبان والفرشات الرملية ويمكن تناولها بإيجاز كما يأتى:

أ- السبخات في سهل الطينة

تنتشر السبخات بصورة كبيرة فى سهل الطينة وإن كانت لا تتعدى خط كنتور ١٠ ويتميز نطاق السبخات في سهل الطينة وشرق قناة السويس بسيادة رواسب البليستوسين والهولوسين، وتتألف رواسب البليستوسين من تكوين سهل الطينة، وتكوين القنطرة، وتتألف رواسب الهولوسين من رواسب السبخات والكثبان والفرشات الرملية، وتنتشر السبخات الساحلية بالمنطقة حيث ترتبط بالساحل البحرى وساحل قناة السويس, وقد تغمر مياه البحر تلك السبخات في أثناء العواصف الشتوية، وفي أوقات المد, تكون عملية الغمر جزئيه, فليس بالضرورة أن يتم غمر السبخة بالكامل,، وفى سبخة بورفؤاد فى مثلث تفريعة قناة السويس، وبعد تراجع المياه فى فصل الصيف تنشط عملية التبخر فيجف سطح السبخة وتنشأ الظاهرات الدقيقة. وتأخذ هذه السبخات مياهها عن طريق غمر مياه البحر، أو عن طريق المياه المتسربة من مياه البحر، أو من خلال تصاعد المياه بالخاصية الشعرية للسبخات القريبة من البحر.وتتميز أسطح السبخات باستوائها، إذ لا يتعدى الانحدار فيها درجتين خصوصا فى الوسط، بينما يزداد الانحدار بالاتجاه نحو أطراف السبخات تدريجيا، حتى انه قد يزيد على ٦درجات, كما هو الحال فى السبخات الساحلية جنوب بحيرة البردويل وشرق قناة السويس، حيث تزحف الرمال نحو السبخات، ونظرا لانخفاض منسوب منطقة الشاطئ الخلفي تتجمع فيه المياه الناتجة عن الامواج وسرعان ما تتبخر هذه المياه وتبقى الأملاح فتتكون رواسب المتبخرات، كما أن قنوات المد والجزر تغير من طبيعة استواء سطوح السبخات كما هو الحال في سبختي بورفؤاد والطينة، مما ساعد على انسياب المياه وتكوين السبخات، وخاصة أن المنطقة الشمالية المتمثلة في سهل الطينة تتعرض للهبوط بمعدل ٥ مم/السنة، مما أدى إلى تقدم مياه البحر نحو الجنوب وتشبع التربة بالمياه المالحة (التركماني، ١٩٩٩، ص ٢٦٣).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٢٥٠٠٠ والدراسة الميدانية والمرئيات الفضائية المختلفة

شكل (٤) الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسة في سهل الطينة

وتوجد طبقات ملحية فوق أسطح القطاعات في السبخات الشمالية (سهل الطينة) بسمك يتراوح بين ٢ و٦سم، والتي تكونت بفعل تبخر المياه وتركيز الأملاح على السطح، وتتعاقب طبقات الملح مع طبقات من الطحالب الميتة، ويتراوح سمك الأخيرة بين ١.٥ و ٣.٠ سم (التركماني، ١٩٩٩، ص ٢٦٠)، وتتراوح نسبة الرمال المتوسطة بين ٢.٨١ و ٨٢.٩٪ من إجمالي وزن العينات، وتختلط هذه الرمال مع المواد الطينية بينما تشكل الرمال الناعمة في عينات السبخات بين ٠.٦٨ و ٦١.١٪، وتضم رمال كوارتزية دقيقة الحجم

تختلط بقدر كبير من المواد الطينية الغرينية. ولا يتجاوز متوسط نسب الرمال الخشنة ٢مم فأكثر عن ١.٥٪. ويرجع ذلك إلى أن السبخات أغلبها ساحلية وهي تغذى بمياه البحر أو المياه الأرضية التي تغذى هي الأخرى بمياه البحر التي تتسم بارتفاع نسبة الملوحة بها، وتتميز أسطح السبخات بوجود مظهر المضلعات فوق أسطحها، وهي تأخذ أشكال هندسية مختلفة قد تكون رباعية أو خماسية أو سداسية الأضلاع، وتبدو حوافها على هيئة جسور دقيقة وضيقة تفصل بين منخفضات مستوية القاع، وأطوال حواف هذه المضلعات تتباين إلى حد كبير حيث يتراوح متوسط طولها بين ١.٦٥ و ٧.١م، ومتوسط عرضها بين ٠.٩٦ و ٥.١م، ومتوسط اتساع الشقوق بين ١.٣ و ٥.٧م، وارتفاع الحواف متباين أيضاً حيث يتراوح بين ١.٨ و ١٢.٢سم، وهناك علاقة طردية بين ارتفاع الحواف ونسبة الأملاح بها، كما أن هناك علاقة بين الحواف ومستوى الماء الأرضي فيزداد ارتفاع الحواف مع اقتراب الماء الباطني من السطح بسبب ارتفاع معدلات التبخر وبالتالي نسبة الأملاح على السطح وتكوين قشور أو عروق على السطح.

أما المظهر الثاني فوق أسطح السبخات فهي التنهدات، والتي تظهر بعد أن تتكون القشرة الملحية على هيئة مضلعات غير متكاملة وتستقر لفترة طويلة لا تتعرض فيها المنطقة للغمر بالمياه صورة (٤)، وتنتشر هذه التنهدات شمال سبخة سهل الطينة بالقرب من الساحل، وسبخة العنبج الكبير الشرقية، ويبلغ متوسط طولها ٣١سم ومتوسط عرضها ٦٠سم، ومتوسط ٢.٥سم (السعدني،٢٠٠٢، ص ص ١٥٢-١٧٣).

ب- <u>البرك والبحيرات:</u>

توجد بركتان بمنطقة سهل الطينة الأولى في الشمال وتبلغ مساحتها ٩.٥كم^{٢} تسمى بركة الملاحة وارتفاعها ذو امتداد شمالى جنوبى موازيا قناة السويس، والثانية في الشمال الغربي تسمى بركة القلعة ومساحتها ١٣.٥كم^{٢}، وقد تم عمل فتحتين بحريتين تصلهما بالبحر وهما: بوغاز أم فرج وبوغاز الملاحة، ويقع بوغاز الملاحة شرق التفريعة بحوالي ٢.٨كم، وتعرف البركة الساحلية الواقعة جنوبه باسم ملاحة بورفؤاد، ويتراوح عمق مدخل بوغاز

أم فـرج بـين ٣ و٥ أمتـار، واتـساعه حـوالي ١٥٠ متـراً، ويبلـغ طـول البوغـاز ١.٥كم بسبب التطهير المستمر، أما البوغاز الثاني وهو بوغاز الملاحة فيبلـغ طولـه ٢كـم، وعمقـه يتـراوح بـين ١.٥ و٢.٠ متـر (التركمـاني، ١٩٩٩، ص ٢٦٤).

الموقع: ٢٢ ˋ١٣ ٥٣١° ش، ٥٥ ٢٣ˋ ٥٣٢° ق اتجاه التصوير/ ناظرا صوب الجنوب الشرقى

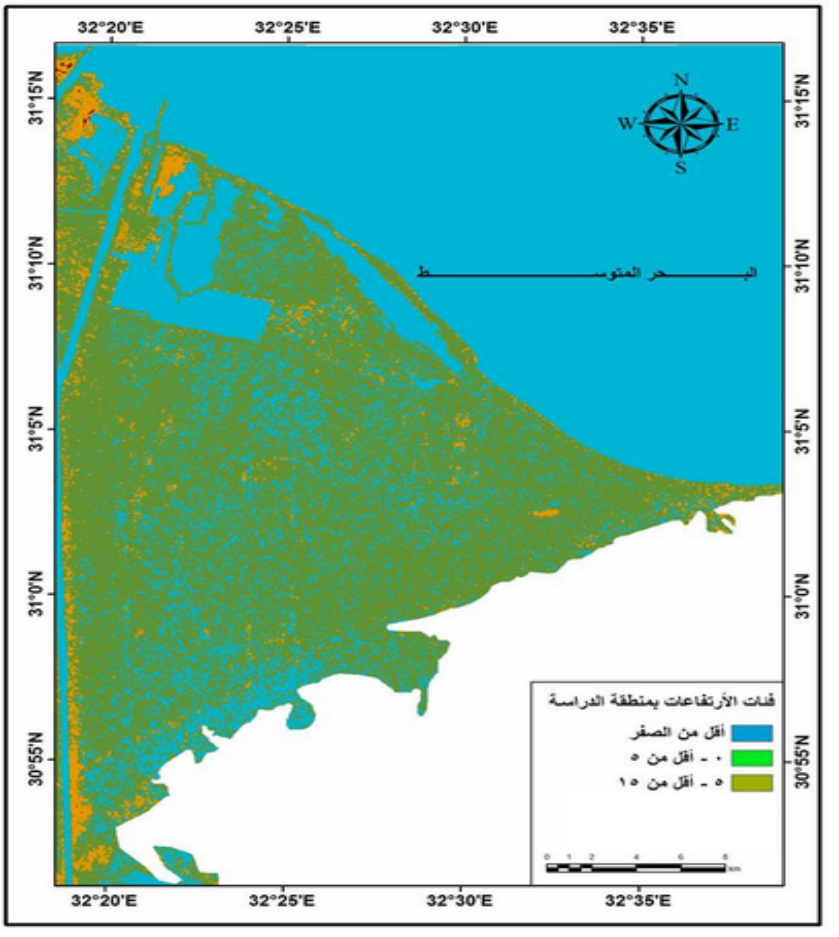
صور (٢) بوغاز بحيرة الملاحة مع البحر المتوسط بسهل الطينة

وترتبط نشأة البرك في منطقة الدراسة بالبحيرات وقناة السويس، وذلك نتيجـة انحسار المياه وقت المد والجزر فتتخلف بعض البرك في الأجزاء المنخفضة من منطقة الدراسة وتتحول هذه المسطحات من هيئة لأخرى، حيث تظهر في بداية الأمر كبرك تتصل بالبحيرات عن طريق فتحات سرعان ما تنحسر عنها المياه فتتحول إلى برك مغلقة، فتفقد مصدر مياهها، ومع زيادة التسرب والتبخر تتحول تدريجياً إلى مستنقعات، وتتعرض بعض هذه البرك إلى عمليات الردم واستغلالها في الزراعة أو إنشاء الوحدات السكنية.

ح- مناسيب السطح

من خلال نموذج الارتفاعات الرقمي لسهل الطينة والخريطة الكنتورية يمكن استنتاج الأتى:

تنتمى منطقة الدراسة جيومورفولوجيا الى بيئة الاراضى الوطئة lowland نتيجة وقوعها بين منسوبي صفر و١٥ مترا، تتوزع المناطق التى منسوبها صفر فى الأجزاء الشمالية حول بحيرة الملاحة من منطقة الدراسة وبعض المناطق في القسم الأوسط من سهل الطينة.



تزيد الارتفاعات كلما اتجهنا جنوب المنطقة، حيث يبلغ اقصى ارتفاع نحو ١٥ مترا فى القسم الجنوبى من سهل الطينة مع وجود بعض الارتفاعات الثانوية في القسم الشمالي الشرقي المتمثل بعض الكثبان الرملية فى المنطقة.

يتسم سطح منطقة الدراسة بوجود مناطق منخفضة دون مستوى سطح البحر (-٧ أمتار)) تبلغ مساحتها ٣٠.١١ كم٢، وتقع في أقصى الشمال والجنوب الغربي، وتتمثل فى بحيرة الملاحة وسهل الطينة والبرك والمستنقعات الملحية والمزارع السمكية.

ثانيا: تغيرات مستوى سطح البحر

نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر يتراجع خط الساحل، وقد مرت العلاقة بين اليابس والبحر في المنطقة بتغيرات كثيرة ومتوالية، حيث كان أعلى ارتفاع في منسوب سطح البحر في بداية البلايستوسين بنحو ١٠٣م صاحبة اقل انخفاض لتقدم خط الساحل نحو البحر، بينما حدث أقل ارتفاع في سطح البحر في فترة العصر الحجري القديم (بين الموستيري الأسفل والأعلى) فقد بلغ -١٣م وصاحبه ارتفاع في تقدم خط الساحل نحو البحر، وقد حدث خلال هذه الفترات تذبذب في سطح البحر وخط الساحل حتى العصر الحالى، حيث وصل ارتفاع سطح البحر الي ما هو عليه (محمد فريد،٢٠٠٠، ص٢٩).

١- تغيرات مستوى سطح البحر قديما (محليا)

فى عصر البليوسين بدأت عملية هبوط كبيرة في يابس الأرض مؤدية إلى ارتفاع نسبي وتدريجي في منسوب سطح البحر، وذلك حتى منتصف البليوسين (احمد صابر، ٢٠١١، ص ٩) ثم تعرضت الأراضي المصرية في أوائل عصر الميوسين إلى حركة انخفاض مما أدى إلى طغيان البحر على الأجزاء الشمالية من مصر حتى بلغ المناطق الجنوبية لخليج السويس (Said,1990,p 337). وفى اواخر عصر الميوسين تعرضت الأراضي المصرية لحركات أرضية عنيفة أدت إلى ارتفاعها، وقد نتج عن ذلك حدوث اضطرابات في نظم جريان المياه التي كانت تجري فوق أرض مصر، وحينئذ ظهر نهر النيـــل الحالي للمـرة الأولى. (صفي الدين، ١٩٩٩، ص ٧٢)، وبعد العصـــر

الفترة		منسوب البحر (م)
العصر الحاضر		صفر
أوائل الحجري الحديث		-١٠
الحجري القديم	الأعلى (سبيلي اعلي)	-٤٣
	الأعلى (سبيلي أسفل)	+١٣

البلايوسنى بدأ شكل الأرض في سيناء يقترب من الوضع الحالى. وفي فترة الهولوسين الأحدث تكونت الرواسب الفيضية الحديثة، وهي تسود سطح سهل الطينة ويبلغ سمكها ١٠متر، وتتكون من طين أسود وطمي مع وجود جيوب من الرمال، بالإضافة الي بللورات ملح وجبس، وهي رواسب تكونت من ترسيب المواد العالقة بمياه فرع النيل البيلوزي، وفي كثير من المناطق تعلو هذه الرواسب فوق رواسب فترة البيلستوسين وفي بعض الآحيان تغطيها الرمال.

جدول (٢) منسوب سطح البحر في العصور الجيولوجية القديمة

الحجري القديم المتوسط (موستيري اعلي)		+٦٠
الحجري القديم	الحجري القديم	-١٣
	المتوسط (موستيري أسفل)	+١٨
الحجري القديم	أسفل مدرج ١٥م	+٢٥
	أسفل مدرج٣٠م	+٤١
بلايوستوسين	أسفل	+٧
	أسفل مدرج ٩٠م	+١٠٣

المصدر: محمد فريد،٢٠٠٠،ص٢٧.

٢- تغيرات سطح البحر فى العصر الحديث

لقد حدث ارتفاع أخر عام ٢٠٠٠ قبل الميلاد، حيث هبط سطح البحر إلى متر واحد أقل من منسوبه الحالي. وباستمرار ارتفاع منسوب البحر غمر الجزء الشمالي الشرقي للدلتا لأول مرة في القرن الأول الميلادي. وأثبتت الحفائر

الحديثة أن مصب الفرع البيلوزي كان ينتهى إلى الجنوب من شاطئ البحر الحديث بحوالي عشرة كيلو مترات في سنة ٢٥ ميلادية، والتى تقع عليها قرية الفرما الاثرية، (البنا ،٢٠١٠، ص ٢١) وأدى الإرتفاع في منسوب سطح البحر في منتصف الألفية الأولى بعد الميلاد إلى غرق جزء كبير من القسم الشمالي الشرقي من الدلتا، تبعه كارثة في منتصف القرن السابع الميلادي أدت إلى إغراق الجزء المتبقي من الدلتا الشمالية الشرقية تحت سطح البحر، مما كان له أثر كبير في تعرض المنطقة لعمليات تصحر واسعة النطاق وغلبت الطبيعة الملحية على التربة هناك، وقد واكب هذا الحدث نشأة بحيرة المنزلة (سعيد، ١٩٩٢، ص ١٥٢ ,). ويشير (حمدان، ١٩٨٠، ص١٢٥) إلي تراكم الترسيبات النيلية المحمولة شرقا بواسطة تيار جبل طارق الجنوبي علي هذا الساحل، بحيث يكاد يكون ساحلاً نيلياً ليس فقط في تكوينه بل في الشكل أيضا، فطمي النيل المنقول يختلط مع رمال الساحل الأصلية في شريط خيطي دقيق كأنما يضع خط أسود ثقيلاً تحت نهاية أو بداية الصحراء السينائية، هذا ما أكدته الدراسة التي قام بها (Azab. et al. 2011 ، p 24) في دراستهم عن نمط تغيرات ساحل سيناء بإستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. واستهدفت دارستهم تحديد نمط التغيرات في الخط الساحلي لسيناء سواء نتيجة لعمليات التحات أو الترسيب، تحديد مناطق الخطر بسبب تحركات الرمال وظاهرة التصحر في المناطق الساحلية شمال سيناء، إلى جانب توفيرها للمستخدمين النهائيين وصانعي القرار الخرائط التي تبين سلوكيات الساحل ومكامن الأخطار لشمال سيناء. وتظهر دراستهم خطورة أحد الملامح المورفولوجية بتل الفرما نتيجة لتشبع هذه الرواسب بالأملاح نظراً لقرب التل من البحر صورة (٣).

الموقع: ٤٤ ` ١١ ٣٢° ش، ٣٣ ٢٧` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الشرق

صورة (٣) اثار تشبع التربة بالمياه فى منطقة تل الفرما بسهل الطينة

وهو ما يؤدي الى إنتقال الأملاح إلى الرواسب عبر المياه الأرضية المختلطة بماء بالبحر، حيث تتحول أرض الموقع شتاء" الي أرض وحلية نظراُ لهطول الأمطار، كما تتكون ما يشبه الملاحات في فصل الشتاء وخاصة في الناحية الشمالية والجنوبية من الموقع نظراً لإنخفاض منسوبها عن باقي الموقع. أما في فصل الصيف فتتكون القشور الملحية، وتعود هذه الظاهرة الي تراكم الأملاح علي السطح عند تبخر وجفاف الماء الصاعد من الطبقات السفلي للتربة بواسطة الخاصة الشعرية، وتحتوي التربة الملحية عادة علي قشور صلبة بيضاء اللون من كلوريد وكبريتات الصوديوم. أما في الأراضي القلوية الملحية فتتكون علي سطحها قشرة سوداء كارهه للماء متكونة من تراكم كربونات الصوديوم. ولقد خلصت هذه الدراسة إلى تأكيد ظاهرة التحات والترسيب خاصة في منطقة سهل الطينة والتى تعد بالوعة الرواسب العالقة بالتيارات المائية من جهة الشمال الغربي إتجاه بورسعيد وتراوحت هذه الرواسب بين بضعة سنتيمترات إلى ٣٢ مترا في السنة. وأتاحت هذه الدراسة بعض البيانات التي تم حسابها عن كميات المياة الموجودة في خليج سهل الطينة من الفترة ١٩٧٣ إلى ١٩٨٤، والفترة ١٩٨٤ إلى ١٩٩٦. ومن خلال هذه المعطيات وجد أن هناك

تغيرات سريعة من عام ٧٣ الى عام ١٩٨٤ حيث كان معدل الفقد في سطح البحر يعادل ٨٣ كم٢، في حين أعطت الحسابات تغيرات بطيئة من عام ٨٤ الى عام ١٩٩٦ بمعدل فقد ١,٦ كم٢ مما يحتم علينا قراءة هذه البيانات بشئ من التدقيق والتروي وربطها بظاهرة تغير المناخ وارتفاع منسوب سطح البحر نتيجة لذبان كتل الثلوج والتي تتم ايضا مصاحبة لهذا التاريخ. وفى دراسة (التركمانى، ١٩٩٩، ص ١٢٥) عن سهل الطينة اشار الى استخدام المدن الاثرية فى تتبع خط الساحل بمنطقة سهل الطينة كانت مدينة بيلوز القديمة (الفرما حاليا) عند مصب فرع النيل البيلوزى والتى تبعد عن ساحل البحر المتوسط حاليا نحو ٣.٥ كم وبحساب معدل تقدم خط الساحل بفعل الارساب البحرى تجد انه يتراوح ما بين ٣.٦٨-٥.٣٤ كم /السنة بسبب التراكمات الطميية التى كان يرسبها فرع النيل البيلوزى عند مصبة.

٣- التغيرات المتوقعة لارتفاع سطح البحر:

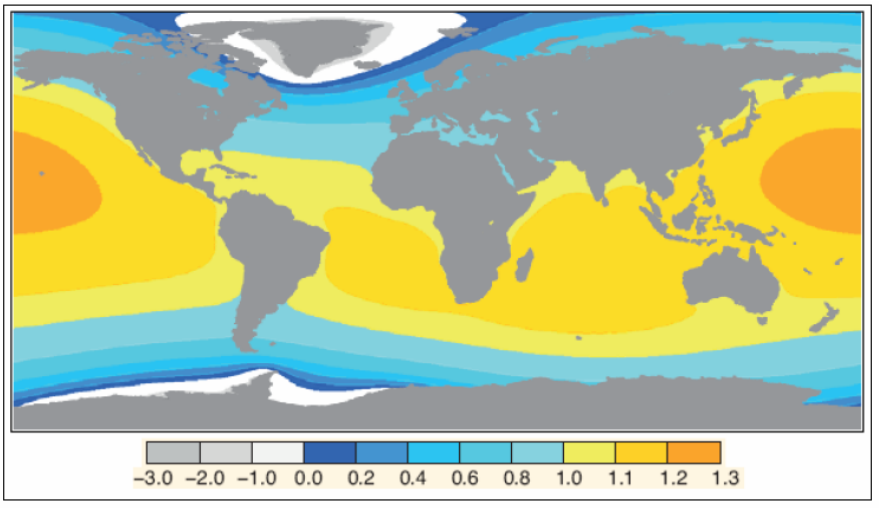
من المتوقع انه خلال عام ٢٠٥٠ سوف يرتفع مستوى سطح البحر نحو ٣٦ سم بينما فى عام ٢٠٨٠ سوف يزاد هذا الارتفاع الى نحو ٧٩ سم وفى عام ٢١٠٠ سوف يصل هذا الارتفاع الى ١٠٠ سم وهذا الارتفاع سوف يكون على مستوى البحار العالمية جدول (٣).

جدول (٣) التغيرات المتوقعة لسطح البحر خلال القرن الواحد وعشرين

م	السنة	مقدار الارتفاع سم
١	٢٠٥٠	٣٦
٢	٢٠٨٠	٧٩
٣	٢١٠٠	١٠٠

After: Elsharkawy H. Rashad H.2009, p3

وذلك وفقا لنموذج ميلين والذى افترض أنه بذوبان الجليد تزداد كميات المياه فى البحار والمحيطات مما يؤدى الى ارتفاع منسوب البحار في المناطق البعيدة عن كتل الجليد الذائبة وذلك بسبب بأرتفاع اليابس عند إزاله كتل الجليد المذابة من فوقه.



(Milne et al., 2009, pp.471:478)

شكل (٦) تغير مستوى سطح البحر (١مم/سنة) وفقا لنموذج ميلين

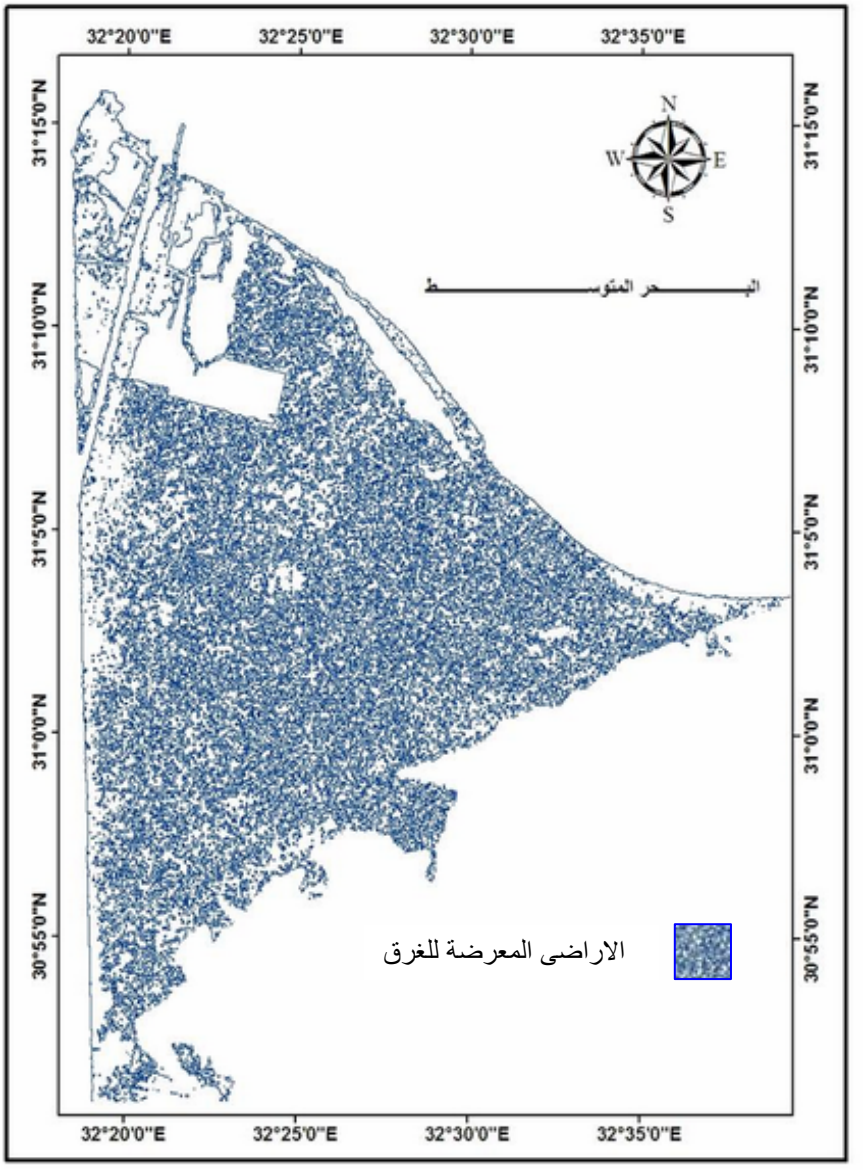
جدول (٤) التغير المتوقع لارتفاع سطح البحر حتي عام ٢١٠٠

الموقع	المتوقع	٢٠٠٠	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢٠٧٥	٢١٠٠
بورسعيد	اقل قيمة (سم)	٥,٧	٧,٠	١٦,٠	٢٧,٠	٢٨,٠
	اعلي قيمة (سم)	١٠,٠	١٣,٠	٣٤,٠	٥٥,٠	٧٢,٠

المصدر: معهد بحوث الشواطئ , تقارير غير منشورة

عند اجراء التوقع على المستوى الإقليمى نجد انها مقاربة للتوقع على المستوى المحلى، حيث يتوقع أن يكون اعلى قيمة لمستوى سطح البحر عام ٢١٠٠ ان تزيد بنحو ٧٢ سم وان تفاوت هذا الارتفاع من فترة زمنية الى اخرى كما يتضح من جدول (٤) حيث بلغ اقل قيمة متوقعة عام ٢٠٥٠ هى ١٦ سم بمعدل وصل الى ٠.٣٢ متر/ سنه بينما كانت اقل قيمة متوقعة عام ٢١٠٠ بلغت ٢٨ سم بمعدل وصل الى ٠.٢٨ متر/ سنه وكانت القيم الاعلى المتوقعة لعام ٢٠٥٠ هى ٣٤ سم بمعدل وصل الى٠.٦٨ متر/ سنه وكان الفارق بين اعلى واقل قيمة فى عام ٢٠٥٠ هو ١٨ سم وكان هذا الفارق فى

عام ٢١٠٠ وصل الى ٤٤ سم. ويلاحظ من ذلك أن الفارق بين أقل وأكبر قيمة صغيرة في عام ٢٠٠٠ بينما مرتفع جدا في ٢١٠٠ وبهذا يشكل هذا الارتفاع خطورة كبيرة على السواحل المصرية.



تشتمل المياه الأرضية على المياه الجوفية والمياه السطحية بصفة عامة، ويمكن أن نقسم الطبقات الحاملة للمياة الجوفية بمنطقة الدراسة إلى وحدتين هيدروجيولوجية هما طبقة الهولوسين شبة المنفذة والخزان الرئيسي الذي ينتمي إلي طبقة البليستوسين التي تغطي طبقة الهولوسين شبة المنفذة.

أ- خزان البليستوسين

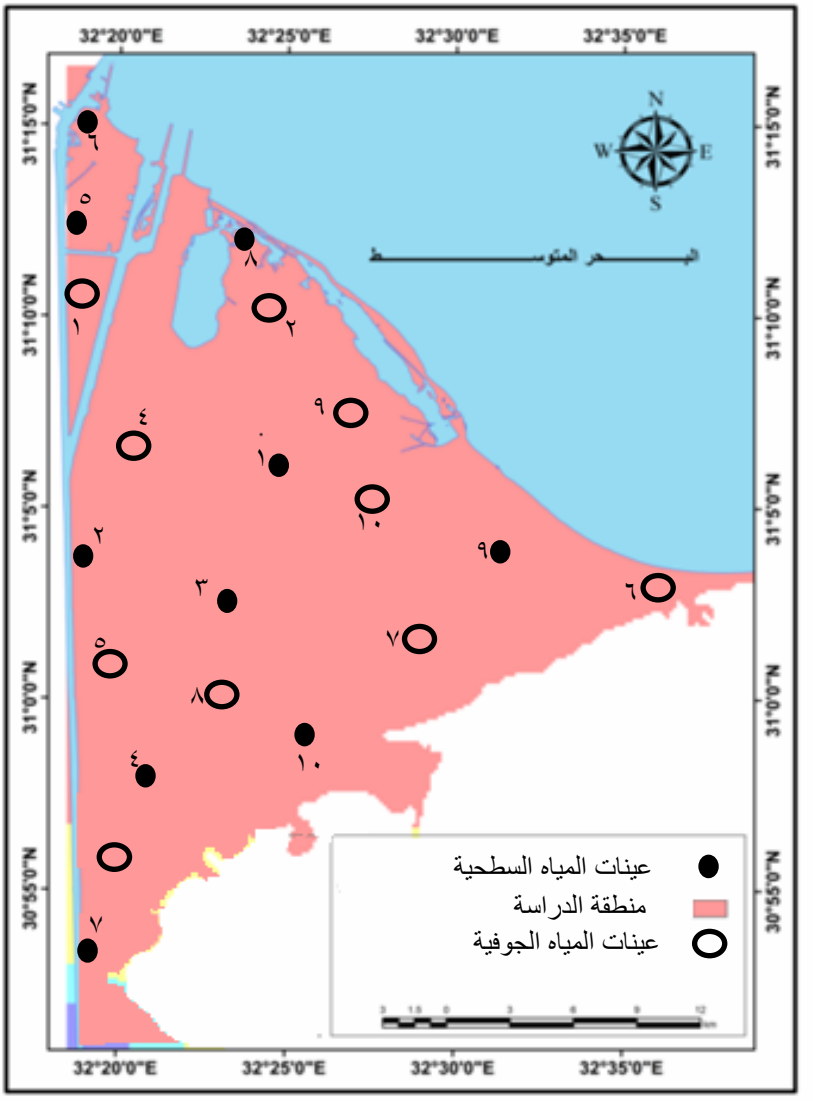
يتكون خزان البليستوسين من رمل وزلط وبعض التداخلات من الرواسب الطينية ويعلو خزان البليستوسين طبقة الهولوسين شبة المنفذة، ويقع أسفل خزان البليستوسين في أغلب منطقة الدراسة طبقة البليوسين غير المنفذ ويتراوح سمك هذا الخزان ما بين ٦٠٠ متر إلي أكثر من ٩٠٠ متر تقريباً، حيث يزداد سمك الخزان كلما إتجهناً شمالاً وبالتالي يتراوح منسوب المياة ما بين مترين جنوباً إلي حوالي ٠.٢٥ متر شمالاً تقريباً، ويتم صرف بعض المياة الجوفية من هذا الخزان من خلال الصرف إلي المصارف والصرف إلي الخزانات المجاورة ويتم الضخ من خلال الأبار. (هيئة التخطيط العمراني، ٢٠١٤، ص ص ٧٠: ٧١).

ب- طبقة الهولوسين شبة المنفذة

تتكون طبقة الهولوسين شبة المنفذة من طمي وطين، ويتغير سمكها من مكان إلي أخر حيث يبلغ سمك تلك الرواسب ٦٠ متراً تقريباً، حيث تتكون رواسب السبخات يتبعها رواسب من الطمي والطين بسمك كلي يتراوح بين ١٠ أمتار إلي ٢٠ مترا تقريباً والتي تواجد جنوب سهل الطينة، وتؤثر كل من السحنة الليثولوجية وسمك هذه الطبقة تأثيراً كبيراً علي الأتصال الهيدرولوجى بين المياه السطحية والمياه الجوفية بطبقة البليستوسين، كذلك فأن طبقة الهولوسين شبه المنفذة تؤثر علي تصرف المياة الجوفية بطبقه البليستوسين من حيث درجة الأنحسار وعمق المياة السطحية حيث يتراوح بين ٠.٢ متر إلي ١.٥ متر تقريباً بشمال منطقة الدراسة، بينما في جنوب سهل الطينة تتراوح مابين سطح المياة الطبيعية إلي ٥ أمتار أسفل سطح الأرض الطبيعية، وتكون هذة الطبقة مشبعة بالمياه مما يؤدي إلي ظهور مياة رشح علي المباني وتكوين سبخات

وبرك ومستنقعات بمنطقة الدراسة.

وسوف يتم دراسة وتقيم الخصائص الكميائية اعتمادا على دراسة العناصر الكميائية وتحليلها على أعماق مختلفة بهدف إبراز التعيرات الناتجة عن عمليات استصلاح الأراضى فى منطقة سهل الطينة فضلا عن ايجاد الاختلافات المكانية فى توزيع العينات المدروسة حيث تم الاعتماد على تحليل عينات المياه السطحية لعام ٢٠١٥م فى معامل كلية العلوم بجامعة طنطا وروعى ان تكون مواقع العينات ممثله لمعظم اجزاء منطقة الدراسة وأن لا يتعدى عمقها عن نصف متر، كما تم الاعتماد على نتائج عينات المياه الجوفية المدروسة عام ٢٠١٠ م , (Mohamed , 2010 , p 125) والتى كانت على عمق اكثر من متر واحد وذلك حتى يكون هناك فارق زمنى بين العينات يسهل منها تحديد التغيرات التى طرأت على المنطقة، كما يتضح من جدول (٤) و شكل (٨)



After: Mohamed , 2010 , p 125

شكل (٨) مواقع عينات المياه المدروسة فى سهل الطينة

جدول (٥) الخصائص الكيميائية لعينات المياه السطحية الماخوذة من سهل الطينة

م	الموقع		الاملاح الكلية الذائبة	الكالسيوم Ca mg/	الماغنسيوم Mg mg/l	الصوديوم Na mg/	الكلوريدات Cl mg/l	الكبريتات SO4 mg/l	توصيل الكهرباء Ec
	N	E							
١	٣٠.٩١٨٩٦٩	٣٢.٤٥٧٤	١٩٦٣	٢٢٠	٩٧	٣٤٤	٦٧٣	١٨.٥٦	١٧.٧٧
٢	٣٠.٩١١٦	٣٢.٥٨٦١	٩٠٦٧	٤٦٠	٢٨٥	٢٤٩١	٤٤٣٧	١٧.٧٧	١٢.٨٩
٣	٣٠.٨٧٨٣	٣٢.٥٠٦١	١٦١٢	١٠٢	٤٢	٤١١	٧١٠	١٢.٨٩	٧٠.٤٨
٤	٣٠.٨٣٧٢	٣٢.٤٥٦٦	٤٨٢٦	٢٠٠	١٧٥	١٣١٦	٢١٣٠	٧٠.٤٨	٦٠.٦٣
٥	٣٠.٨٧٦١	٣٢.٤٧٦٣	١١٤٤	٤٩	٥٤	٢٥٨	٣٥٥	٦٠.٦٣	٨٢.٥٧
٦	٣١.٠٧١٩	٣٢.٥٣١٩	٨٩٥	٧٠	١١٢	٥٨	٣١٩	٨٢.٥٧	٤٩.٧٧
٧	٣٠.٩٠٣٨	٣٢.٥٢٦٤	٦١٧٣	١٤٨	١٦٢	١٨٨٠	٢٦٦٢	٤٩.٧٧	٢٠.٦٢
٨	٣٠.٨٨٨٨	٣٢.٣٤١	١١٠٥٦	٥٥	١٦٤	٤٠٠٤	٥٩٠٨	٢٠.٦٢	٣.٩٣
٩	٣٠.٩٣٩٤	٣٢.٥٣٦٦	٤٤٩٢	١٨	١٦	١٧١٣	٢٣٦٧	٣.٩٣	٩.٢٨
١٠	٣١.٠١٥٦	٣٢.٣٦٤	١٥٥٩	٧٨	٤٩	٣٤٤	٦٣٩	٩.٢٨	١٥٥.٨٩٨

المصدر: تم تحليل العينات فى معامل كلية العلوم بجامعة طنطا عام ٢٠١٥

جدول (٦) الخصائص الكيميائية لعينات المياه الجوفية الماخوذة من سهل الطينة

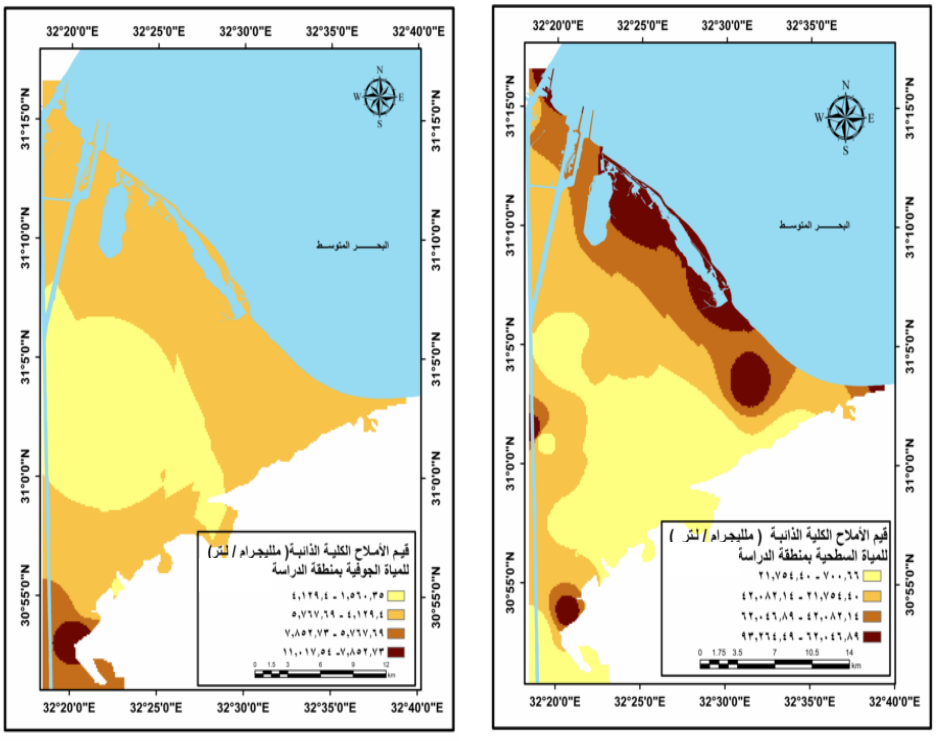
م	الموقع		الاملاح الكلية الذائبة	الكالسيوم Ca mg/	الماغنسيوم Mg mg/l	الصوديوم Na mg/	الكلوريدات Cl mg/l	الكبريتات SO4 mg/l
	N	E						
١	٣٠.٨٥٠١٢	٣٢.٣٨٦٧٣	٩٦٦٥	٨٤١	٦٠٧	١٨٨٥	٤٨٢١	١٦٣٢
٢	٣٠.٨٦٤٩٦	٣٢.٣٨٣٩١	٣٤١٩	١٦٠	٢٤	١٠٣٤	١١٦٩	٨٦٤
٣	٣٠.٩١٩٦٩	٣٢.٤٥٧٤٨	١٩٦٣	٢٢٠	٩٧	٣٤٤	٦٧٣	٥٢٨
٤	٣٠.٩٨١٤٦	٣٢.٥٥٢٧٥	٩٦٦٥	٩٨١	٤٦١	٢٠٠٠	٤٧٨٦	١٧٧٧
٥	٣١.٠١٤٩١	٣٢.٥٦٢٥٢	١٤٦٩	٦٠	١٢	٤٢٧	٥٦٧	٩٦
٦	٣١.٠٥٤٤١	٣٢.٥٢٢٦٢	٨٩٨٩٥	١١٠	٢١٢٧١	٥١٤٩	٥٥٤٨٣	٢٠٣٦٣
٧	٣١.٠٧٣١٦	٣٢.٣٦٥٤٢	٢٥٠٩٠	٤٣٦	٧٦٥	٩٧٠١	١٢٥٨٥	٧٣٠٠
٨	٣٠.٩٨٤٤٤٣	٣٢.٤٦٣٨١٧	١١٣٤٠	٩٥	٢٧.١٢	١٠٢٨	١٦٥٢	١٥١.٦٨
٩	٣٠.٨٨٩٩٩٣	٣٢.٣٨٣٢٢٥	٣٥٢٠	٢٤٨	٨٣	٨٧٠	١٢٤٢	٨٠٠
١٠	٣٠.٨٦٧٧٤٨	٣٢.٣٩٦٣٥٣	٩٠٦٧	٤٦٠	٢٨٥	٢٤٩١	٤٤٣٧	١٣٠٠

After: Mohamed , 2010 , p 2010

وقد ظهرت علاقة طردية بين زيادة تركيز الأملاح فى المياه الجوفية وتداخل مياه البحر مع المياه الجوفية ومن ثم تم تحديد الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية ومدى جودة المياه ومن ثم مجالات استخدامها، حيث تتأثر جودة المياه الجوفية بكل عمليات التفاعل من بداية رحلتها في الغلاف الجوي ومرورها بالجريان السطحي وتسربها إلى داخل الأرض لتغذيه المياه الجوفية، حتى استخراجها من خلال الآبار والعيون وغيرها. كما أن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية يمكن أن يدل علي نشأتها وتاريخها (الشبلاق، ١٩٩٨ , ص ص٥٨٠- ٥٨١). فيما يلي توضيح لأهم هذه الخصائص الكيميائية لما لها من أهمية في تقييم نوعية المياه للاستخدام في الأغراض المختلفة.

١- الأملاح الكلية الذائبة:

تعد من أهم العوامل المحددة لصلاحية الماء للري، حيث إنها تساعد بدرجة كبيره في التنبؤ بالتأثير الضار لملوحة ماء الري علي كل من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، وكذلك على نمو النبات فزيادة تركيزها في ماء الري يسبب زيادة مفرطة في مكوناتها في التربة وينتج عنه تجمع هذه الأملاح في خلايا النبات مما يسبب في تلف وإعاقة نموه (Serag– ELDin, 1999, p. 275).
وبدراسة الأملاح الكلية الذاتية فى المياه الجوفية فى منطقة الدراسة وجد أنها جميعا تتميز بالارتفاع الشديد فى درجة الملوحة، حيت وصلت الى اكثر من ١١ ألف وذلك فى القسم الجنوبى الغربى ورغم بعدة البحر المتوسط الا انه متأثر بصورة كبيرة من مياه قناة السويس التى زادت من ملوحة هذا القسم بينما كانت اقل الاجزاء ملوحة فى القسم الاوسط من سهل الطينة بصفة عامة، كما يتضح من شكل (٩) وعلى العكس من ملوحة المياه الجوفية تركزت تركيز الأملاح فى المياه السطحية بالقرب من ساحل البحر المتوسط وذلك لاختلاط المياه السطحية مع المياه المرشحة من البحر مما ساعد على ارتفاع نسبة الملوحة حيث وصلت الى اكثر من ٨٩ ألف وإن كانت بصفة على جميع اجزاء منطقة الدراسة تقل ملوحة المياه السطحية عن المياه الجوفية بصورة كبيرة، وتعد الأملاح من أهم العوامل المحددة لصلاحية الماء للري، حيث أنها تساعد بدرجة كبيره في التنبؤ بالتأثير الضار لملوحة ماء الري علي كل من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، وكذلك على نمو النبات فزيادة تركيزها في ماء الري يسبب زيادة مفرطة في مكوناتها في التربة، وينتج عنه تجمع هذه الأملاح في خلايا النبات مما يسبب في تلف وإعاقة نموه (Serag– ELDin, 1999, p. 275).



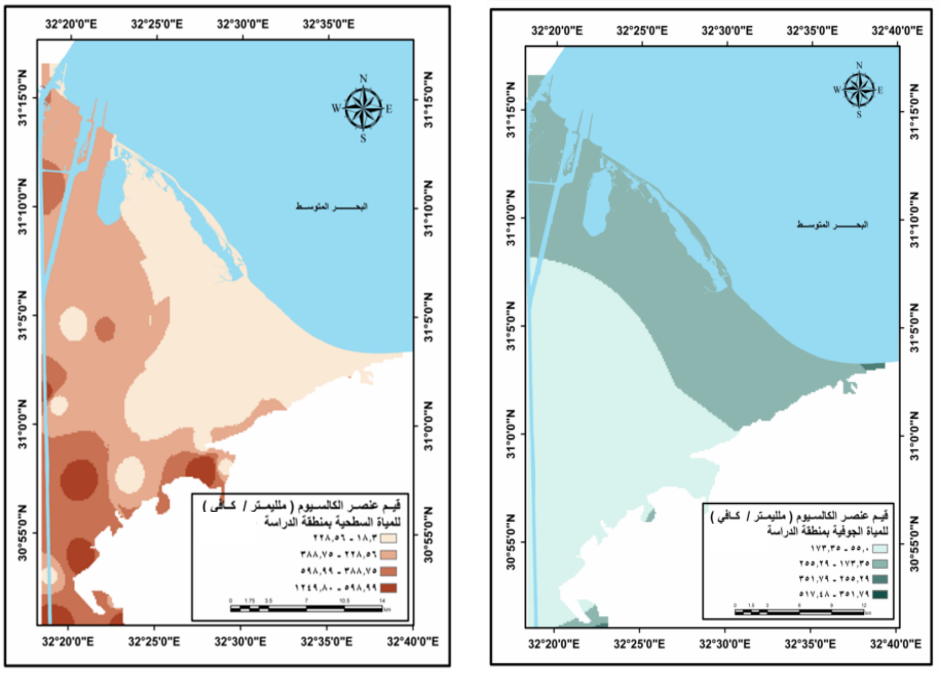
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدولى (٥ و٦)

شكل (٩) توزيع الاملاح الكلية الذائبة فى سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

٢- تركيز الكالسيوم:

يعد تركيز الكالسيوم من أهم الكاتيونات الأساسية الموجودة في المياه الجوفية ومصدره هو الصخور النارية والمتحولة، (الشبلاق، ١٩٩٨، ص٥٩٦)، وحيث إن قابلية ذوبان المعادن المكونة للصخور النارية والمتحولة تكون قليلة فإن نسبة الكالسيوم والأملاح الكلية فى مياه هذه الصخور تكون منخفضة، ويوجد الكالسيوم في الصخور الرسوبية على شكل كربونات وشكل كربونات الدولومايت وشكل كبريتات وعموما فإن المياه الجوفية القادمة من الحجر الجيرى وبعض الصخور الرسوبية الأخرى كثيرا ما تكون عسرة، وذلك بسبب قابلية هذه الصخور للذوبان (درادكه، ١٩٨٨، ص٤٠٢), ومن دراسة شكل (١٠) يتضح

أن هناك تباينا كبيرا فى تدريج تركيز الكالسيوم فى المياه الجوفية وإن قل هذا التركيز بصفة عامة كلما ابتعدنا عن خط الساحل بينما كانت أعلى منطقة لتركيز هذا العنصر فى القسم الشمالى الشرقى من منطقة الدراسة، حيث وصلت الى ٨٤١ ملليمتر/ مكافئ، وعلى العكس من ذلك كانت أقل منطقة في تركيز هذا العنصر فى القسم الجنوبى الغربى ووصلت إلى ٥٥ ملليمتر/ مكافئ وبصفة عامة تزداد درجة تركيز الكالسيوم فى المياه الجوفية وبصفة عامة تزيد تركيزات الكالسيوم فى المياه الجوفية عن المياه السطحية بصورة كبيرة كما انها تتباين من مكان الى اخر بصورة أكبر وإن وصلت أعلى المناطق تركيزا فى القسم الجنوبى الشرقى، وبصورة مبعثرة وإن كان أقلها فى القسم الشمالى الغربى، ويلاحظ أن ذلك يأتى بصورة عكسية مع تركيزات الكالسيوم فى المياه الجوفية.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٥ و٦)

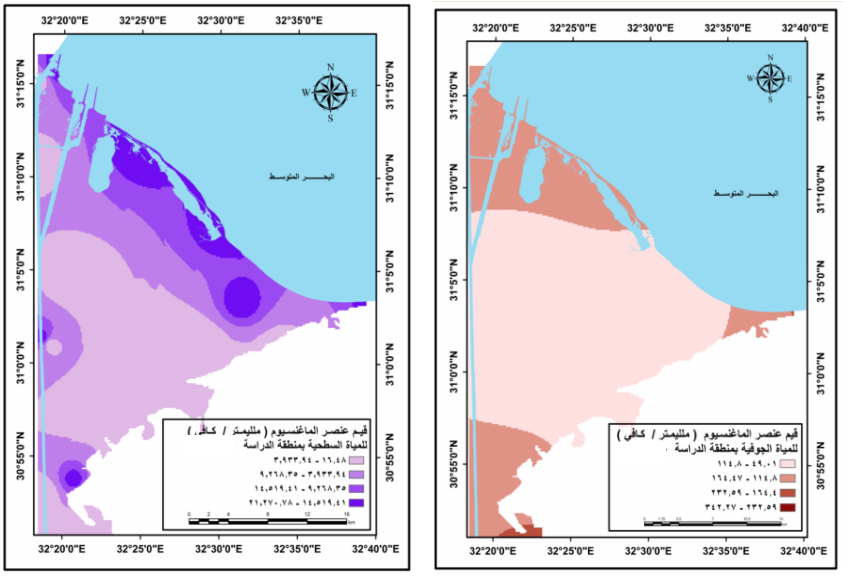
شكل (١٠) توزيع عنصر الكالسيوم في سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

٣- تركيز كاتيون الماغنسيوم

يأتي الماغنسيوم بعد الكالسيوم من حيث كونه من أهم الكاتيونات الأساسية الموجودة في المياه الجوفية، وهناك مصادر متعددة لكاتيونات الماغنسيوم الموجودة في المياه الجوفية، فتوجد أيونات الماغنسيوم في الصخور النارية، كما توجد في الصخور المتحولة وأيضا توجد في الصخور الرسوبية على شكل كربونات، وعموما فإن معظم المياه الجوفية تحتوي نسبيا على كميات قليله من الماغنسيوم (درادكه، ١٩٨٨ , ص٤٠٣)، ويوضح شكل (١١) توزيع درجة تركيز الماغنسيوم في منطقة سهل الطينة.

الماغنسيوم فى المياه الجوفية:

الماغنسيوم فى المياه السطحية:

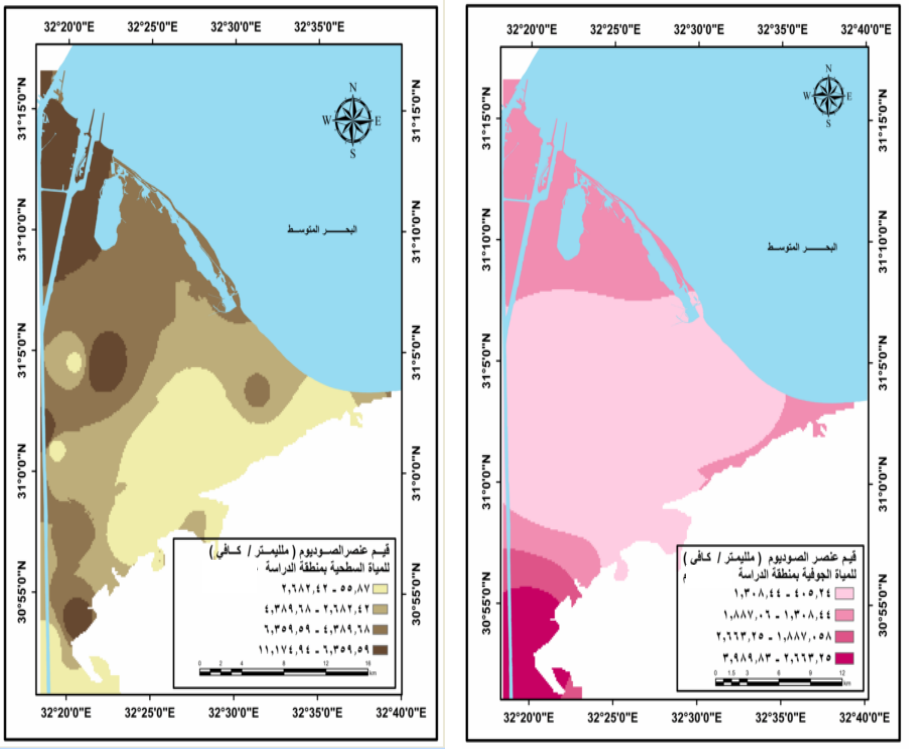


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدولى (٥ و٦)

شكل (١١) توزيع عنصر الماغنسيوم في سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

٤-تركيز كاتيون الصوديوم:

يعد عنصر الصوديوم من العناصر التى توجد فى المياه الطبيعية بصفة عامة، والمياه الجوفية بصفة خاصة بكميات كبيرة، وذلك لأن جميع أملاح الصوديوم تقريبا تذوب في الماء وهذا يعني أن أملاح ومركبات الصوديوم لا تترسب لكي تكون قشره تسد فتحات الأبار والمصافي، ولا يؤثر في درجة عسر المياه (السلاوي، ١٩٨٦، ص ٢٥٠)، ويوضح شكل (١٢) توزيع درجة تركيز الصوديوم في منطقه الدراسة انه قدتغيرت خصائص عنصر الصوديوم من المياه السطحية عن الجوفية، حيث زادت بصورة كبيرة فى المياه السطحية وكانت كبيرة بصورة نسبية فى المياه الجوفية.

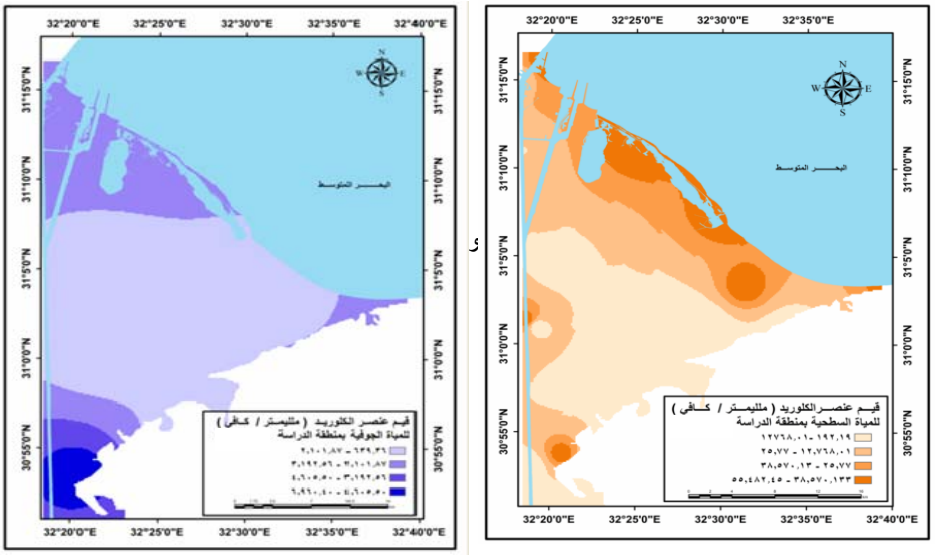


المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدولى (٥ و٦)

شكل (١٢) توزيع عنصر الصوديوم في سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

٥- درجة تركيز الكلوريدات:

أن أهم مصادر الكلوريد الموجودة في المياه الجوفية هي المتبخرات، حيث أن تركيز الكلوريد في المياه الجوفية يقل في المناطق المطيره ويزيد في المناطق الجافة (درادكه، ١٩٨٨، ص٤٠٨)، وتعتبر الكلوريدات الأيون ذات الشحنه السالبه الأكثر تركيزا بين الأيونات السالبه الاخرى (البيكربونات – الكبريتات)، ويعد إنتاج الصخور النارية لأيون الكلوريد ضئيلا جدا (الشبلاق واخرون،١٩٩٨، ص٦٠٠) وبدراسة شكل (١٣) وجد ان هذا العنصر لم يتغير كثيرا سواء في المياه الجوفية أو السطحية وإن اختلفت فى التوزيع المكانى، حيث قلت تركيزات عنصر الكلوريد من بعض المناطق الشمالية .

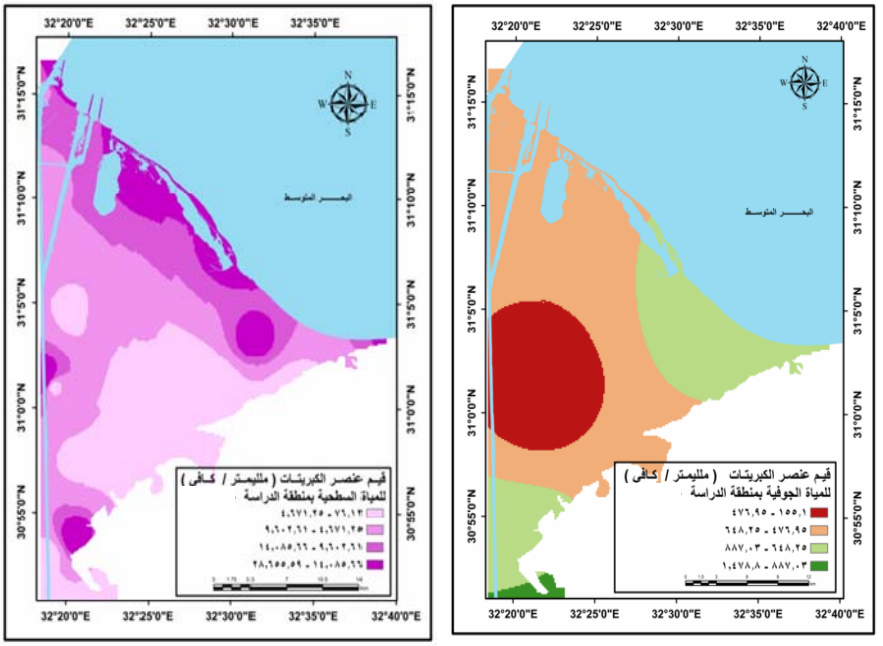


شكل (١٣) توزيع عنصر الكلوريد فى سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

٦- درجة تركيز الكبريتات:

تتكون الكبريتات من تأكسد البيريت وبعض الكبريتات المنتشره في الصخور النارية والرسوبية، وتعتبر الرواسب التبخريه مثل الجبس والإنهيدرايت وكبريتات الصوديوم من أهم مصادر الكبريتات الموجوده في المياه الجوفية(درادكه،

١٩٨٨، ص٤٠٨)، وعند غسل الأجزاء العلويه من التربة في الأماكن الجافه فإن أيونات الكبريتات تنتقل إلي الأسفل وتتركز في المياه الجوفيه (الشبلاق، ١٩٩٨، ص٦٠١)، ويمكن أن يتسبب وجود كبريتات الماغنسيوم وكبريتات الصوديوم بكميات كبيره في إعطاء طعم مر للمياه (السلاوي، ١٩٨٦، ص٢٥٥)، ويوضح شكل (١٤) توزيع الكبريتات فى المنطقة سواء المياه السطحية او الجوفية، حيث انه إذا تجاوز تركيز الكبريت على ٣٠٠ ملليجرام/لتر، ينتج عنه تفاعل مع الأسمنت مكونا بللورات من الجبس تترسب داخل مسام الخرسانه مما يؤدي إلي ضعف تحملها وبالتالي إلي سقوطها (Serag– EL-Din, 1999, p. 277) وطبقا على ذلك فأن هذه المياه لها تأثير خطير اذا استخدمت فى عمليات البناء .



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدولى (٥ و٦)

شكل (١٤) توزيع عنصر الكبريتات فى سهل الطينة فى المياه السطحية والجوفية.

جودة المياه فى سهل الطينة للاستخدامات المختلفة:

هناك معايير وضوابط لقياس جودة المياه في الأغراض المختلفة وإن كانت هناك ضوابط مشتركة لهذه الأغراض ومنها نظافة المياه وخلوها من السموم وفيما يلى توضيح لهذه الاغراض

١- استخدام المياه الجوفية للري بمنطقه الدراسة:

تتوقف جودة المياه بالنسبة للري على عدة مقاييس جدول (٦).

جدول (٦) مدى صلاحية الماء للري تبعا لتركيز الأملاح الكلية الذائبة (مليجرام/لتر)

تركيز الاملاح الكليه (ملجم/لتر)	مدى صلاحيه المياه لأغراض الري
أقل من ١٦٠	تعتبر المياه صالحه لري جميع المحاصيل وفي جميع انواع الاراضي.
١٦٠-٥٠٠	صالحه لري المحاصيل غير الحساسه للملوحه بدرجة شديده.
٥٠٠-١٠٠٠	صالحه لري المحاصيل غير الحساسه للملوحه بدرجة شديده مع توفر الصرف الجيد للاراضي المزروعه وإعطاء الاراضي كميات من المياه تسمح بغسيل ما قد يتجمع من الاملاح في منطقه الجذور.
١٠٠٠-١٥٠٠	يمكن استعمالها في ري الاراضي الرمليه جيده الصرف مع زياده كميه المياه في كل ريه واختيار المحاصيل التي تتحمل الملوحه.
اكثر من ١٥٠٠	تعتبر هذه المياه غير مفضله لاغراض الري، ولكن يمكن استخدامها بعد خلطها بمياه الري العذبه لتخفيف ملوحتها.

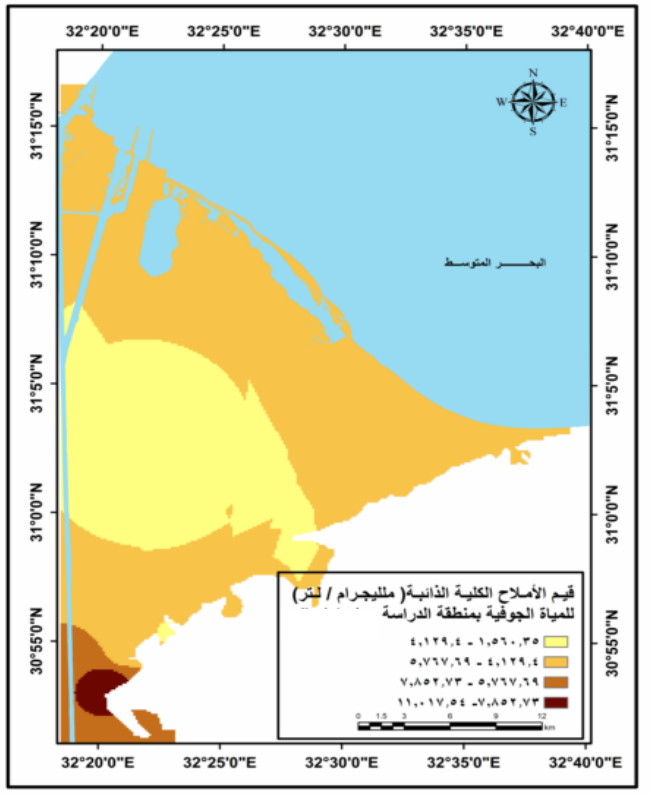
المصدر: هويدا توفيق، ٢٠٠٩، ص ١٦٠

الأملاح الكلية الذائبة

تعد من أهم العوامل المحددة لصلاحية الماء للري، حيث أنها تساعد بدرجة كبيره في التنبؤ بالتأثير الضار لملوحة ماء الري علي كل من الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، وكذلك علي

نمو النبات فزيادة تركيزها في ماء الري يسبب زيادة مفرطة في مكوناتها في التربة وينتج عنه تجمع هذه الأملاح في خلايا النبات مما يسبب في تلف

وإعاقة نموه (Serag– ELDin, 1999, p. 275). ويلاحظ من الشكل (١٥) ان اعلى قيمة للاملاح الذائبة فى القسم الجنوبى من سهل الطينة ويرجع ذلك لعمليات النشيع من قناة السويس، ولذلك فهى غير صالحة للزراعة تماما، وعلى العكس من ذلك نجد النطاق الاوسط من سهل الطينة تتراوح الاملاح به بين ٤١ و١٥٦الف ومما يشير الى امكانية الزراعة فى تلك المناطق وسوف يتضح ذلك مما يأتى. وقياسا على جدول (٦) يتضح ان المياه الجوفية فى المنطقة بصفة عامة غير صالحة للزراعة الا فى حاله خلطها بالمياه العذبة باستثناء النطاق الاوسط من سهل الطينة.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدولى (٤)

شكل (١٥) توزيع عنصر الاملاح الكلية الذائبة فى سهل الطينة فى المياه الجوفية.

كما أنه تم الاعتماد على تصنيف مدي صلاحية المياه طبقاً لوزارة الزراعة الأمريكية وفقاً لاخطار الملوحة إلي أربع فئات اعتماداً علي درجة التوصيل الكهربي EC ووفقاً لمخاطر القلوية إلي أربع فئات اعتماداً علي معدل امتصاص الصوديوم SARفي ضوء درجة التوصيل الكهربي إلي نطاقات واسعة جداً من SAR عندما تكون المياه نسبة الملوحة بها منخفضة جداً، وتكون علي نطاقات ضيقة جداً عندما تكون المياه عالية الملوحة وتصنف هذه الطبقات كما يأتى USDA (1954):

أخطار الملوحة:

تصنف إلي فئات وفقا لدرجة التوصيل الكهربي في المياه إلى:

مياه منخفضة الملوحة رتبة رقم ١ (C1)

تكون درجة التوصيل الكهربي بها (أقل من ١٠ dS/m) يمكن استخدام هذه المياه للري مع معظم المحاصيل في جميع أنواع التربة.

مياه متوسطة الملوحة رتبة رقم ٢ (C2)

تكون درجة التوصيل الكهربي بها (١٠: ٥٠ dS/m) ملائم لنمو النباتات التي تتحمل الملوحة في حالة حدوث غسيل كافي التربة.

مياه مرتفعة الملوحة رتبة رقم ٣ (C3)

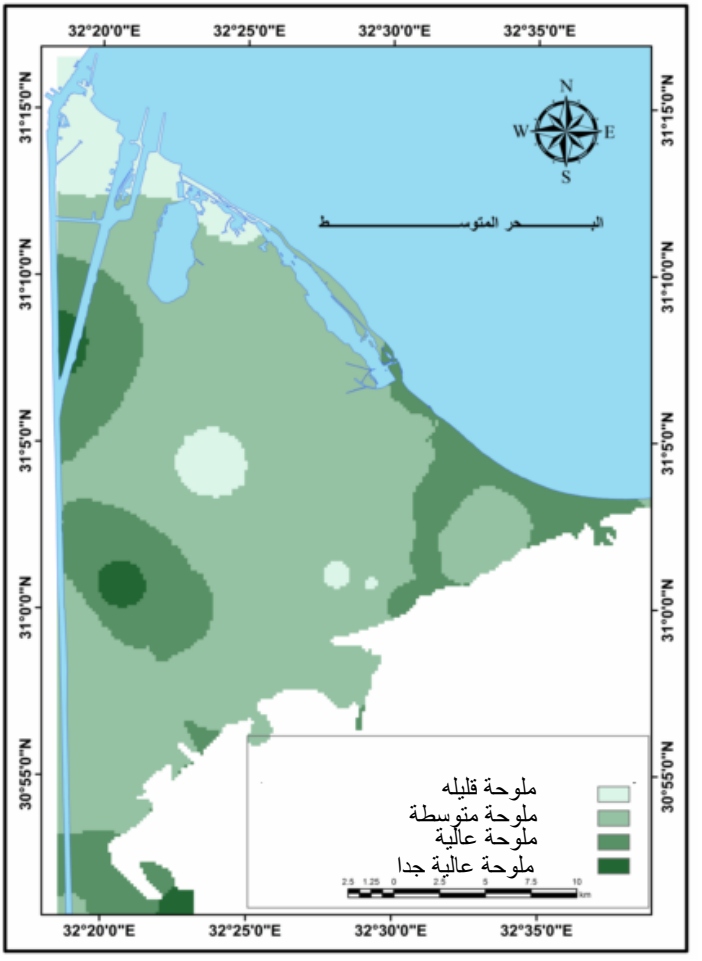
تكون درجة التوصيل الكهربي بها (٥٠: ١٠٠ dS/m) لا يمكن استخدامها مع التربة ذات التصريف المحدود أو الضعيف ولكن يمكن استخدامها في التربة جيدة التهوية مع وجود غسيل كاف لها وتناسب انواع النباتات التي تتحمل الملوحة.

مياه شديدة الملوحة رتبة رقم ٤ (C4)

تكون درجة التوصيل الكهربي بها (أكبر من ١٠٠ dS/m) هذه المياه ليست مناسبة للري في ظل الظروف العادية، ولكن يمكن استخدامها في بعض الأحيان في ظل ظروف خاصة.

وكانت نتائج دراسة هذا التصنيف كما يتضح من شكل (١٦) والتى تبين

مخاطر الملوحة فى المنطقة وكذلك مخاطر القلوية فى سهل الطينة، وامكن تقسيمها لعدة فيئات.



شكل (١٦) توزيع درجات خطورة الملوحة فى سهل الطينة

أخطار ملوحة قليله: يمكن استخدام هذه المياه في زراعة المحاصيل الحساسة ومتوسطة التحمل للأملاح مثل زراعة محاصيل تعمل علي استهلاك مائي أقل وسعر منتج عال مثل أشجار الزيتون الذي يتم تصنيعه واستخراج الزيت منه.

أخطار ملوحة متوسطة: وهي ذات اخطار ملوحة وقلوية مرتفعة جداً ولا يمكن

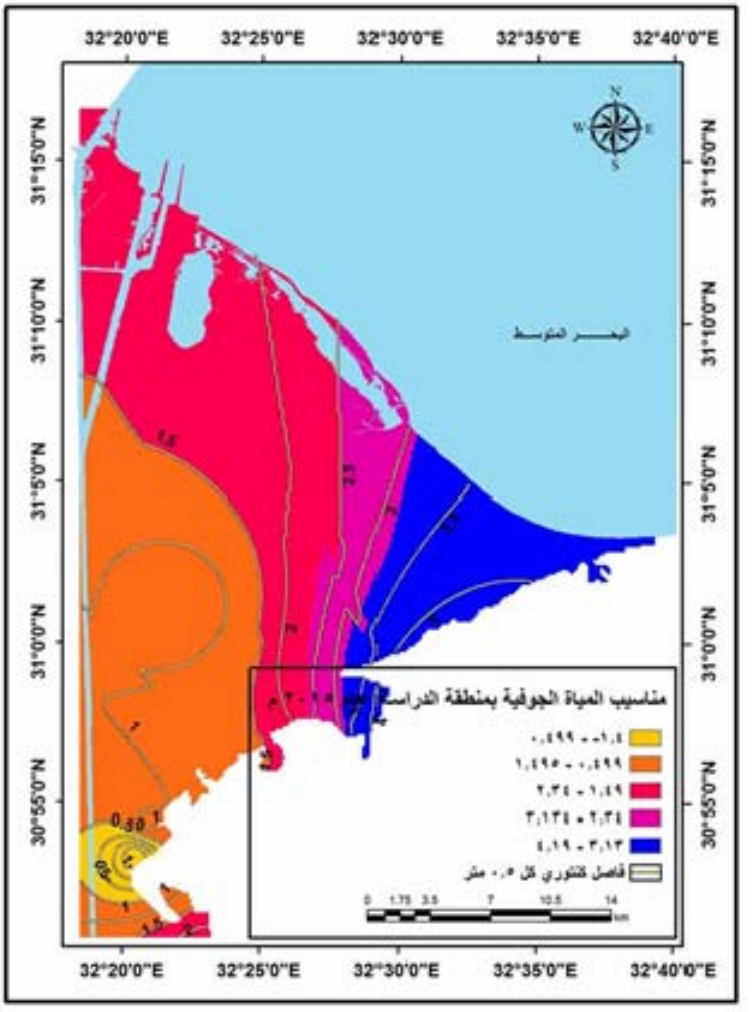
استخدامها في الزراعة إلا في ظروف خاصة أو استخراج الأملاح منها.

أخطار ملوحة عالية: وهي بين متوسطة إلي مرتفعة جداً للملوحة ومن منخفضة إلي مرتفعة جداً في القلوية لا تستخدم فى الرى غير بعد خلطها بالمياه العذبة.

أخطار الملوحة عالية جدا: تكون اخطار الملوحة بها مرتفعة جداً واخطار القلوية بين المتوسطة ومرتفعة جداً وهي لا تستخدم لأغراض الري.

مناسيب المياه الارضية:

يعد الهدف الرئيسى للدراسات الهيدروجيولوجية هو إنشاء خريطة مناسيب للمياه الجوفية ومدى تغيرها على فترات مختلفة بهدف إبراز مناطق السحب والتغذية فى المنطقة، ويكمن اعتبار منسوب المياه الجوفية بأنه الحد الأعلى للمياه الجوفية. يتميز بتعرجاته. وبطبيعة الحال تختلف مناسيب المياه الجوفية في منطقة الدراسة من موضع إلى أخر، حيث يعتمد منسوب المياه الجوفية علي مدى نفاذية الصخور وظروف التغذية وعلي منسوب الطبقات المصمتة، وقد تم رسم خريطة المناسيب اعتمادا على قياسات العينات المدروسة كما يتضح من شكل (١٧) حيث لوحظ أن أعمق المناسيب كانت قى القسم الشمالى الشرقى من سهل الطينة وتأخذ الأعماق فى التدرج حتى تصل الى اقل المناسيب عمقا فى القسم الجنوبى الغربى حيث وصل الى نحو متر واحد فقط، ويمكن ربط هذه الاعماق بعمليات التغذية للمياه الجوفية سواء من فرع النيل القديم او من عمليات نشع المياه من البحر أو اتجاه الانحدار العام فى المنطقة



شكل (١٧) مناسيب المياه الجوفية فى سهل الطينة .

حركة المياه الارضية:

أ- الحركة الأفقية للمياه الارضية:

تتحرك المياه الارضية في اتجاهات مختلفة تحت التأثير الهيدرولوجى، ويمكن القول ان الحركة الافقية للمياه فى المنطقة من الشمال صوب الجنوب وكذلك من الغرب صوب الشرق حيث تمثل البحر المتوسط وقناة السويس مصدر للمياه الجوفية بالمنطقة. وجدير بالذكر انه فى اعقاب حدوث عمليه الهبوط الارضى التى اصابت منطقة سهل الطينة (Stanley 1997 p 46) أدى ذلك إلى حدوث عملية تسرب مياه البحر فى صورة حركة افقية الى سهل الطينة ومن ثم ارتفاع منسوب المياه الارضية فى بعض المناطق القريبة من ساحل البحرويمكن اعتبار اتجاه حركة المياه الافقية من المناسيب الاقل عمقا الى المناسيب الاكبر عمقا فى المياه الجوفية وبذلك تكون حركة المياه الافقية من القسم الجنوبى الغربى صوب القسم الشمالى الشرقى.

ب الحركة الرأسية للمياه الارضية:

يمكن تصنيف الحركة الرأسية إلى نوعين، هما: الحركة الرأسية لأعلى والحركة الرأسية لأسفل، ويتم تحديدها على أساس قياس الفرق بين مناسيب كل من الضغط البيزومتري للمياه الجوفية والسطح الحر للمياه الأرضية في نفس الموقع. وعلى فرض أن هذا الفرق موجب في حالة الحركة إلى أسفل، وسالب في حالة الحركة إلى أعلى. حيث بصفة عامة فى معظم مناطق سهل الطينة تتحرك المياه بالخاصية الشعرية من أسفل الى أعلى مما يترتب علية وجود الرواسب الملحية نتيجة تبخر المياه وترسب الاملاح مما يزيد من زيادة ملوحة التربة ولكن فى المناطق التى تنتشر بها المزارع السمكية تتحرك المياه من اعلى الى أسفل.

رابعا: أخطار ارتفاع منسوب المياه الارضية على التربة فى سهل الطينة

تؤثر المياه الارضية تأثيراً سلبياً على خصائص التربة فى أغلب الأحيان، حيث يؤدي تغير منسوب المياة الارضية بالإرتفاع والإنخفاض إلى تدهور خصائصها، نتيجة لتعرضها لأخطار التملح والتغدق، وبالتالي تنخفض إنتاجيتها

وغالباً مما ينتهي الأمر بتصحرها. التربة الملحية هى التربة السائدة فى سهل الطينة رغم ذلك فانه توجد بعض المناطق التى تقل فيها هذه الصفة وان زادت من ١٩٨٤ الى عام ٢٠١٤ بصورة كبيرة، وبصفة عامة تتميز التربات الملحية بقشرة ملحية بيضاء داكنة اللون لزجة، تحتوى على كمية كبيرة من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والكالسيوم والماغنسيوم عالية الذوبان (الزبيدى، ١٩٩٤، ص ٤١)، وتتصف هذه الأراضي ببناء صلد وذات نفاذية منخفضة للماء مما يصعب تغلغل الجذور فيها. وسوف يعتمد الباحث على دراسة الخواص الكميائية للتربة دون الخواص الطبيعية حيث كان الأثر الأكبر للمياه الجوفية على الخواص الكميائية للتربة.

فيما يلي تناول تلك المشكلة من خلال النقاط الأتية:

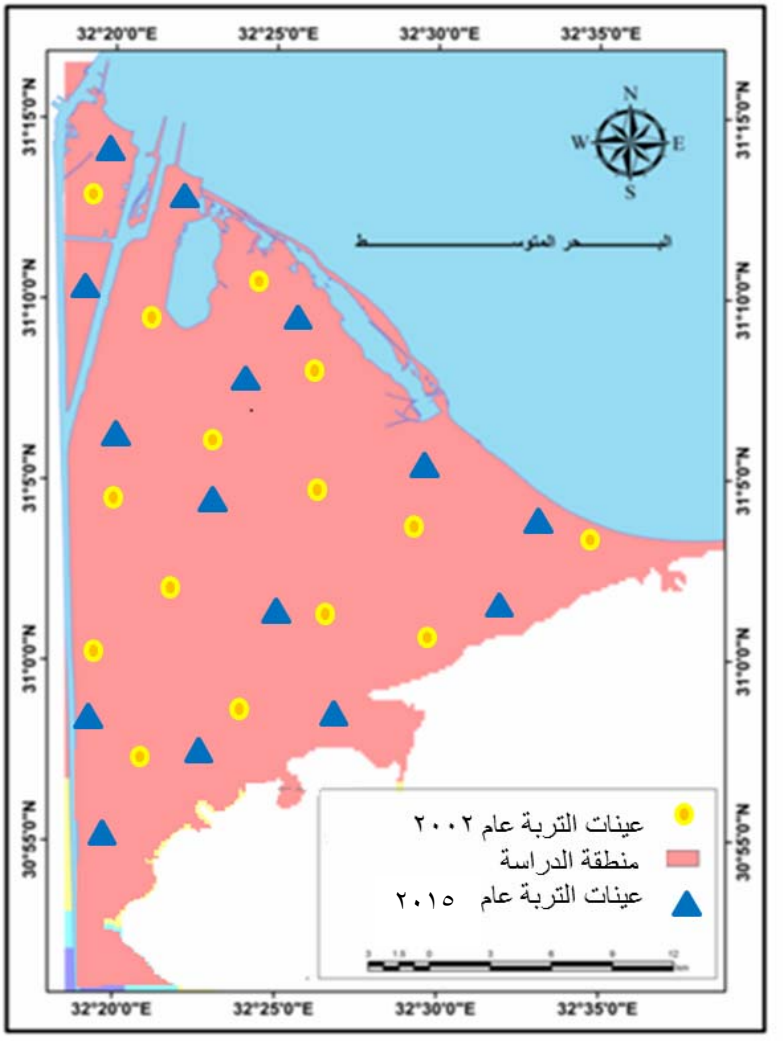
١- الخواص الكيميائية للتربة فى سهل الطينة.

٢- مشكلات ارتفاع منسوب المياه الارضية على التربة.

٣- معالجة مشكلات التربة.

١- الخواص الكيميائية للتربة فى سهل الطينة

تم الاعتماد فى هذه الدراسة على مجموعة من العينات المدروسة فى عامين مختلفين هما عام ٢٠٠٢ م وتم الاعتمادعلى نتائج دراسة (Mohamed Abd El-Rehim , 2002 , p28) و٢٠١٥، واستنتاج ما حدث من تغيرات فى خواص هذه التربة من حيث الاملاح الموجودة بها، حيث تتكون الأملاح الموجودة فى التربة من خليط من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والكالسيوم والتى تزيد أو تقل من ملوحة التربة، وبدراسة التغيرات التى طرأت على هذه الأملاح من خلال دراسة عينات لعامين مختلفين بين عام ٢٠٠٢ م و٢٠١٥م واستنتاج التغيرات التى حدثت، حيث انه تمت المقارنة بين خرائط الكوربلث الناتجة عن مواقع هذه العينات وليس من مواقع العينات المختلفة كما يتضح من جدول (٧) وشكل (١٨).



:after Mohamed Abd El-Rehim , 2002 , p18

شكل (١٨) توزيع مواقع العينات المدروسة للتربة فى عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥

جدول (٨) الخصائص الكيميائية للعينات المدروسة بسهل الطينة عام ٢٠٠٢

م	الموقع		Ec	الكالسيوم	pH	الصوديوم	الكلوريدات	الكبريتات
	N	E		Ca mg/	((H2O	Na mg/	Cl mg/l	SO4 mg/l
1	٣٠.٨٨٨٥٩	٣٢.٣٦٧٣٢	١٧.٧٧	٤٨	٨.٩	٢	٠	٠.١
٢	٣١.٠٣٤١٧	٣٢.٥٥٠٨٤	١٢.٨٩	٣٢	٩.٤	٨	٠	٠.١
٣	٣١.٠٥٣٩٧٩	٣٢.٤٣٠٢٩٦	٧٠.٤٨	٣٢	٩.٥	٨	٠	٠.١
٤	٣١.٠٢٩١٥١	٣٢.٤٠٠٢٨٢	٦٠.٦٣	٥٧	٨.٨	١٢	١	١
٥	٣٠.٩٨٨٥٢٦	٣٢.٥٩٣٢٥٨	٨٢.٥٧	٣٤.٩	٩	١٢.٦	١.٥	٠.٣
٦	٣٠.٩٢٨٢٤٢	٣٢.٥٨٢٤٣٧	٤٩.٧٧	٣٤	٩.٤	١٣	٠	٠.١
٧	٣٠.٩٩٧٩٢٤	٣٢.٤٩٣٨١٥	٢٠.٦٢	٩٥	٩.٢	١٣	١	٠.٢
٨	٣١.٠٢٩١٩٣	٣٢.٤٩٠٢٨١	٣.٩٣	٦٢	٩.٤	١٨	١	٠.١
٩	٣٠.٩٧٢٦٥٥	٣٢.٤٤٣٣٥٦	٩.٢٨	٨٠.٤	٩.٣	٢٠.٩	١.٣	٠.٢
١٠	٣٠.٩١٣٦٦٢	٣٢.٤٢٣٥٦١	١٥٥.٨٩٨	١٢٩.٣	٨.٤	٢٧.٤	٠.٥	٠.٢
١١	٣٠.٩٣٦٥٥٦	٣٢.٣٤٤٢٢	١١١.٤١	١٢٩.٣	٩.٤	٢٧.٤	٠.٥	٠.٢
١٢	٣٠.٩٦١٨٤٢	٣٢.٤٩٩٦٣٧	١٣٠.٧١	١٣٨.٣	٨.٧	٥٠.٤	٢.٤	١.٦
١٣	٣٠.٩٣٧٠٢٥	٣٢.٤٦١٧٨٢	١١.٥٥	٩٨.٩	٩.٥	٥٢.٢	١.٧	٠.٣
١٤	٣٠.٨٩٣٣٠٦	٣٢.٥٥٧٦٥٢	١١٤.٩٧	٧٨.٩	٨.٦	٥٧	١.٢	٠.٧
١٥	٣٠.٨٦٤٠٨٥	٣٢.٤٦٨٧٥٤	١٤.٧٧	٧٨.٩	٩.٤	٥٧	١.٢	٠.٧

:after Mohamed Abd El-Rehim , 2002 , p57

جدول (٩) الخصائص الكيميائية للعينات المدروسة بسهل الطينة عام ٢٠١٥

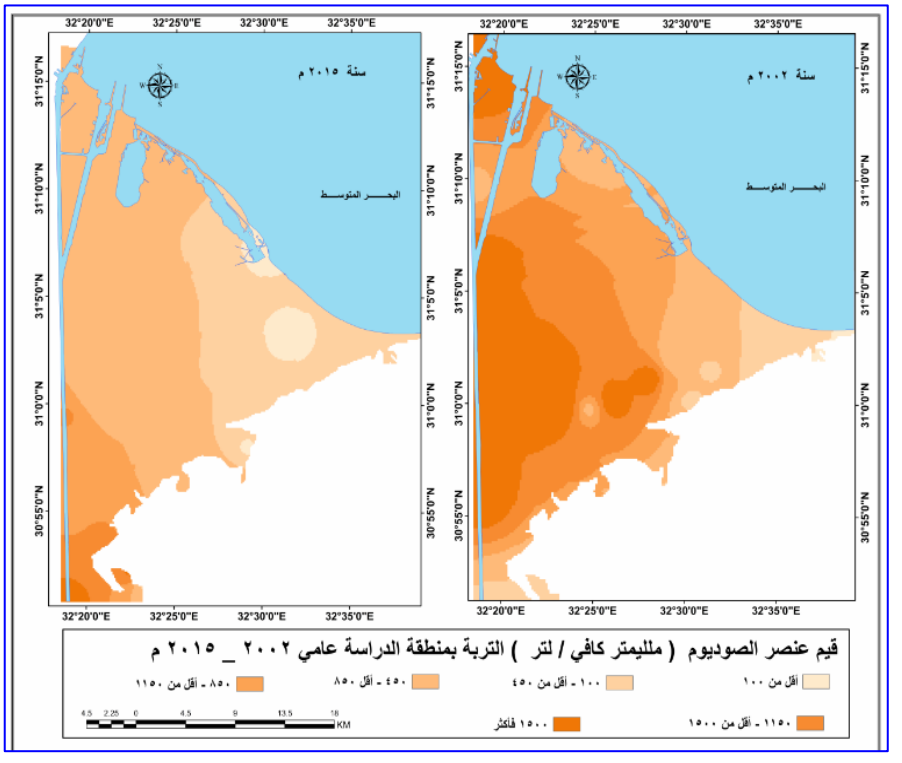
م	الموقع		الكالسيوم	الصوديوم	الكلوريدات	الكبريتات
	N	E	Ca mg/	Na mg/	Cl mg/l	SO4 mg/l
١	٣١.٠٥٢٠١	٣٢.٥٢٢٦٦	٩	٢٠	٢٥	٤
٢	٣١.١٢٢٣٧٦	٣٢.٥٠٢٣٢٤	٩	٢٠	٢٥	٤
٣	٣٠.٩٦٧١	٣٢.٤٨٥٥	٢٦	٤٨	١.٢	١٢
٤	٣٠.٩٢٥٠٥	٣٢.٤٥١٤٨	٢٣	٩٨	١.٢	٤٠
٥	٣١.٠٣٤١٧	٣٢.٥٥٠٨٤	٣٥	١٠٠	٥	٤٢
٦	٣١.٠٥٧٥١٧	٣٢.٦٦٨٥٢٥	٣٥	١٠٠	٥	٤٢
٧	٣٠.٨٦٤٧٩	٣٢.٣٩٠٦٣	٥٣	٨١	٨٨	١٧
٨	٣٠.٨٤٦٧٩٩	٣٢.٤٣٨٨٥٣	٥٣	٨١	٨٨	١٧
٩	٣٠.٩٧٨٧٩	٣٢.٥٥٦١٩	٤٠	١٣٥	٢٦	٣١
١٠	٣٠.٩٦٩٩٣٤	٣٢.٦٦٨٣٧٧	٤٠	١٣٥	٢٨	٣١
١١	٣٠.٩١٩٥٢	٣٢.٤٩٦٨١	٦٧	٤٣٥	٢٩	٥٩
١٢	٣٠.٨٤٦٥٩٤	٣٢.٥٥٧٠٣٩	٦٧	٤٣٥	٢١	٥٩
١٣	٣٠.٩٢٠٥١	٣٢.٥٠٦٧٤	٤٥	٧٨٩	٢٣	٤٢٥
١٤	٣٠.٨٤٦٣٠٣	٣٢.٦٦٨١٦٦	٤٥	٧٨٩	٢٩	٤٢٥

المصدر: تم تحليل العينات فى معامل كلية العلوم بجامعة طنطا عام ٢٠١٥

تم الاعتماد على تقسيم (بلبع، ١٩٩٥، ص ص١٤٣-١٤٦) التربات المتأثرة بالأملاح إلى أنواع على أساس خواصها الكيميائية وهى:.

أ – تربة ملحية غير صوديومية:

أهم ما يميز هذه التربات هو نوع الأملاح بها، حيث لا يزيد نسبة الصوديوم الذائب بها علي نصف الكاتيونات الذائبة وبالتالى فالصوديوم المتبادل قليل وبدراسة التغير فى كميات الصوديوم فى التربة بمنطقة الدراسة بين عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥ كما يتضح من شكل (١٩)



شكل (١٩) توزيع عنصر الصوديوم (ملليمتر كافى/ لتر) فى تربة سهل الطينة عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥م

حيث يلاحظ زيادة عنصر الصوديوم فى عينات ٢٠٠٢ م عن عينات ٢٠١٥ مما يشير إلى زيادة جودة التربة فى المنطقة حيث تم استخراج خريطة بمعدل التغير فى المنطقة.

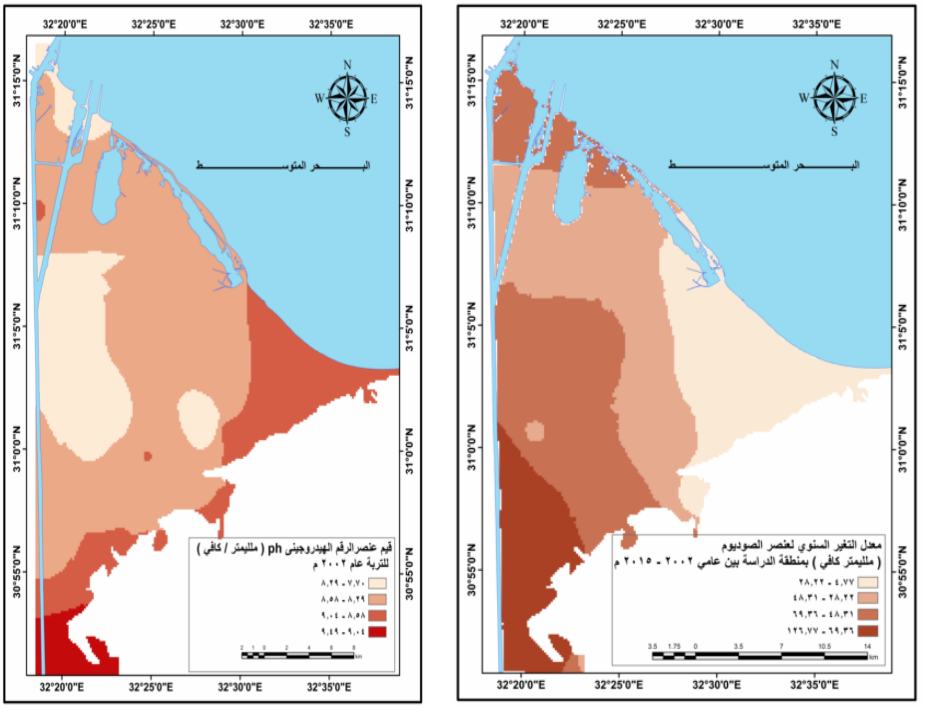
ب- تربة ملحية صوديومية:

تتميز هذه الترب بارتفاع نسبة الصوديوم الذائب إلى مجموع الكاتيونات وبالتالى ترتفع نسبة الصوديوم المتبادل إلى السعة التبادلية الكاتيونية والرقم الهيدروجينى لا يتعدى ٨.٥ لوجود تركيز عال من الأملاح وأهم الأملاح السائدة هى أملاح كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم وبناء على جدولى (٨ و٩) فعينات الدراسة المتبقية جميعها ينطبق عليها ذلك وهذا يتضح من خلال الحقائق التالية:

- تراوحت قيم PH فى عينات التربة بين ٧.٠٠ و٨.٣٦ فى النطاق الاوسط من منطقة الدراسة

- ارتفاع تركيز الصوديوم الذائب بين عينات الدراسة، حيث تراوحت بين ١٣٨.٥ و٣٠٥٢ ملليمتر مكافى/ لتر فى الأراضي الزراعية المجاورة لترعة السلام.

- ارتفاع تركيزات الأملاح العالية الذوبان، حيث سيادة ملح كلوريد الصوديوم بكل عينات الدراسة ثم ملح كبريتات الكالسيوم.



شكل (٢٠) توزيع عنصر الرقم الهيدروجينى ومعدل التغير لعصر الصوديوم (ملليمتر مكافى/ لتر) فى تربة سهل الطينة فى عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥ م

٢- مشكلات ارتفاع منسوب المياه الارضية على التربة

تعانى التربة فى منطقة سهل الطينة بالكثير من المشكلات سواء كانت كيميائية او نتيجة ارتفاع منسوب المياه الجوفية ويمكن اجمالها فى النقاط التالية:

أ - تدهور التربة

تعانى التربة فى سهل الطينة من زيادة معدلات تدهور التربة بصورة كبيرة ويمكن ان يكون التدهور من الانواع الأتية:

- **التدهور الكيميائي:**

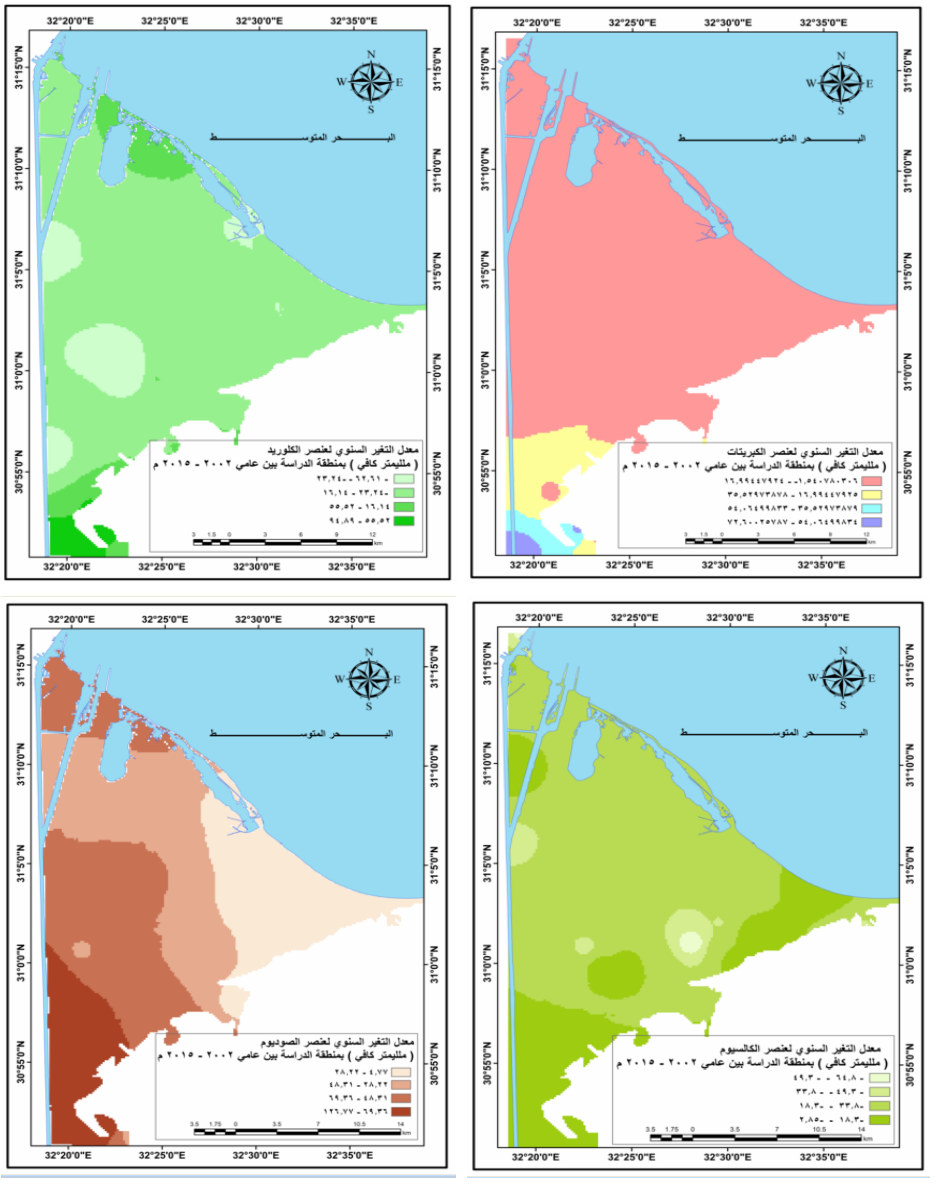
وهو يمثل عملية التملح أو الحموضة أو القلوية التي تصيب التربة وتسبب تصلب القشرة السطحية للتربة، وتعد دليلاً واضحاً على إصابة التربة فى خصائصها الكيميائية. حيث تصاب التربة بالتملح نتيجة تبخر المياه وترسب الأملاح، مما يزيد من تركيز نسبة الأملاح التى تتحملها النباتات, مما يؤدى إلى عدم نموها بصورة جيدة، وبالتالي نقص الإنتاج المحصولى، حيث يوضح شكل (٢١) زيادة معدلات التغير فى عناصر الكبريت والكلوريد والكالسيوم والصوديوم حيث يتضح من هذا الشكل النقاط الأتية:

– تزيد معدلات التغير من عام ٢٠٠٢ الى عام ٢٠١٥م لعنصر الكبريت بصورة كبيرة فى القسم الجنوبى الغربى لسهل الطينة.

– كما زادت معدلات التغير لعنصر الكلوريد خلال نفس الفترة فى القسم الجنوبى الغربى مع وجود بعض المناطق فى القسم الشمالى بجوار بحيرة الملاحة والقسم الاوسط

– بينما زادت هذه المعدلات لعنصر الكالسيوم فى القسم الجنوبى الغربى والقسم الشرقى بصورة كبيرة خلال نفس الفترة الزمنية.

وفى النهاية كان التغير فى عنصر الصوديوم تدريجيا من القسم الجنوبي العربي صوب الشمال الغربى وان كانت اقل معدلات التغير لهذا العنصر فى القسم الشمالى الشرقى.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الفارق بين بيانات جدولى (٨ و ٩)

شكل (٢١) معدلات التغير في العناصر الكيميائية المدروسة فى تربة سهل الطينة عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥ م

- **<u>التدهور الفيزيائى</u>:**

ويقصد به التغير الضار فى الخصائص الفيزيائية للتربة مثل المسامية والنفاذية والكثافة الظاهرية، ويحدث ذلك فى التربة نتيجة وجود طبقة غير منفذه للماء أو قشرة صلبة، أوانخفاض فى المسامية أو الانضغاط أونقص التهوية، أو تهدم البناء وعدم قدرة الجذور على الإمتداد, وأغلب هذه العمليات مرتبط بنقص مسام التربة ويكمن ارجاع هذا التدهور الى الاسباب الطبيعية

يصنف التدهور الطبيعى للتربة وفقا لمنظمة الفاو اعتمادا على مستوى تغير الماء الأرضى الى أربع درجات جدول (١٠)

جدول (١٠) تصنيف التربة حسب الناتج عن معدل تغير مستوى الماء الارضى

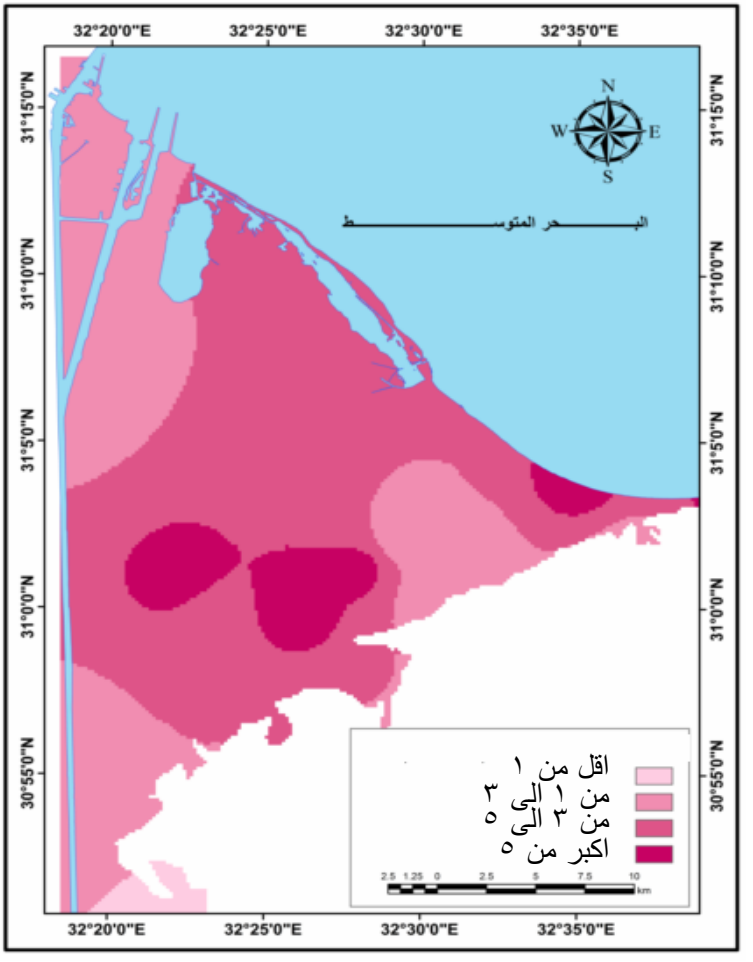
م	التدهور الفيزيائي	زيادة مستوى الماء الارضى سم/سنة
١	خيف	اقل من ١
٢	متوسط	١-٣
٣	عالية	٣-٥
٤	عالية جدا	اكبر من ٥

After: FAO/UNEP.1978.P112

شكل (٢٢) معدلات تغير مستوى الماء الارضى

بسهل الطينة

عامى ٢٠٠٢ و٢٠١٥



يتضح من شكل (٢٢) ما يلى:

– زيادة منسوب الماء الارضى خلال الفترة من عام ٢٠٠٢ الى عام ٢٠١٥ بمقدار أكبر من ٥ سم فى مناطق متفرقة من القسم الأوسط وأجزاء من القسم الشمالى الشرقى لسهل الطينة والتى يمكن ان نطلق عليها مناطق تدهور عال جدا.

– وفى مناطق أخرى كان منسوب الزيادة من ٣ إلى ٥ سم فى السنطة وذلك فى معظم أجزاء القسم الاوسط لسهل الطينة مع أجزاء من القسم الشمالى ويطلق عليها مناطق عالية التدهور .

– بينما كانت المناطق متوسطة التدهور والتى بلغت الزيادة فيها اقل من ٣ سم فى السنة متناثرة فى القسم الشمالى الغربى والجنوبى الغربى واقصى الغرب من سهل الطينة.

– وفي النهاية كانت المناطق خفيفة التدهور فى على الأطراف الغربية من سهل الطينة ،حيث كانت الزيادة فى منسوب الماء الأرضى لا تتعدى ١ سم في العام.

١ – التخسفات والتشققات

التخسفات ظاهرة ناتجة عن هبوط للتربة بشكل بسيط عند تحمل التربة أحمالاً ثقيلة، ومع زيادة نسبة الرطوبة يحدث هبوط كبير يسبب أضراراً جسيمة بالمباني المقامة على التربة والسبب يرجع الى:

١- يحتوي تركيب التربة على فراغات كبيرة نسبياً.
٢- وجود نسبة رطوبة أقل من درجة التشبع.

يتأثر وحجم وشكل الفراغات وتركيز الأيونات والمواد اللاحمة، ويعد هذا النوع من الترب ناتج عن بيئات ترسيبية نهرية تمتاز بتركيبتها المفككة، اذا كانت نسبة الفراغات في التربة كافية للاحتفاظ بنسبة رطوبة مساوية لحد السيولة فأن التربة معرضة للانهيار (ثابت، ٢٠٠٨، ص ٩٣ الى٩٥).

إن متانة وتماسك حبيبات التربة في حالة الجفاف ناتج عن ترابط الذرات مع بعضها البعض ويحدث التخسف عند تسرب المياه الى التربة خصوصاً ذات المسامية العالية فإن اللدونة تزداد مما يؤدي الى ضعف التربة وعدم تماسكها. تتأثر التربة بالمناخ الحار لذا فإن التربة عندما تجف بسبب ارتفاع درجة الحرارة فإنها تتقلص وعند تعرضها للضغط يؤدي الى حدوث تخسف. كما ان ارتفاع رطوبة التربة يؤدي الى حدوث تفاعل كيميائي يغير بناء التربة ويزيد من حد سيولة ولدونة التربة، ويؤدي تسرب المياه الى التربة او ارتفاع منسوب المياه الجوفية الى غسل طبقة الرمل من افق التربة السفلي، وعند الجفاف تتقلص الترب الطينية ومن ثم تنخسف الطبقة العليا بسبب عدم تحمل الطبقة السفلى الضغط المسلط عليها (عبود، ٢٠٠٧، ص١٥

ومما يسبق يمكن ان تتباين مواقع التهور الكيميائى مع مواقع التدهور الطبيعى وان كانت السمة الغالبة للتدهور هو الكميائى بطبيعة الحال لما له من اثار كميائية على نوعية استخدام التربة بصفة عامة، ويمكن القول ان معدلات تملح التربة تزيد فى القسم الجنوبى بصورة كبيرة عن القسم الشمالى حيث زيادة عمليات النشع من قناة السويس فى هذا القسم مع زيادة معدلات التبخر بينما القسم الاوسط اثرت فيه عمليات الزراعة المعتمدة على مياه ترعة السلام مما قلل من ملوحة التربة فى تلك المناطق بينما القسم الشمالى تقل فيه عمليات التبخر مع وجود كثبان رملية ساحلية.

معالجة مشكلات التربة بسهل الطينة

يتوقف نوع معالجة مشكلات التربة على الهدف من استخدام هذه التربة حيث اذا كان الهدف منها ان تكون تربة تتحمل المنشأت والطرق عليها تكون معالجة المشكلات كما يأتي:

– تثبيت التربة السبخية باستخدام التحميل المسبق لتقليل الهبوط للتربة عند تحميلها بأوزان المنشآت المقامة عليها، وتعتمد هذه الطريقة على تحميل السبخة الطينية بأحمال من الردم والتي تتكون غالبًا من الرمل لمدة معينة ومراقبة مقدار الهبوط، وتقليل مقدار الانضغاط الحقيقي بعد تحميل التربة السبخية،وهذه الطريقة فعالة في السبخة الطينية واستخدامها كأساس للمباني ذات الأحمال الخفيفة المكونة من طابق واحد أو طابقين، إلا أنها تستغرق وقتًا طويلا قد يصل إلى عدة شهور. تم الاعتماد فى ذلك على استخدام الرمال الموجودة فى المنطقة الجبوبية على ان تدك على هذه التربة الرخوة بسمك اكثر من متر حتى تتحمل عمليات الضغط عليها وتم تنفيذ هذه التجربة فى المنطقة الصناعية بسهل الطينة صورة (٤).

صور (٤) عملية استصلاح التربة بالمنطقة الصناعية بسهل الطينة

الموقع: ١٦ ` ٨ ٣١° ش، ١١ ٢٦ ` ٣٢° ق

اتجاه التصوير ناظرا صوب الجنوب

– محاولة زيادة قوة تحمل تربة السبخة، وتقليل قابليتها للانضغاط بواسطة ضغط الطبقات العليا بالطرق الميكانيكية مثل "الدمك"، وتعد هذه الطريقة فعالة في السبخة الرملية، إلا أن ما يعوق هذه الطريقة هو قرب مستوى المياه الجوفية من السطح، كما أن الدمك قد يؤدي إلى تكسير الروابط بين جزيئات السبخة الموجودة فوق مستوى المياه الجوفية، مما يقلل من قوة تحملها وذلك بتحميل التربة بالردم قبل بدء الإنشاء٠

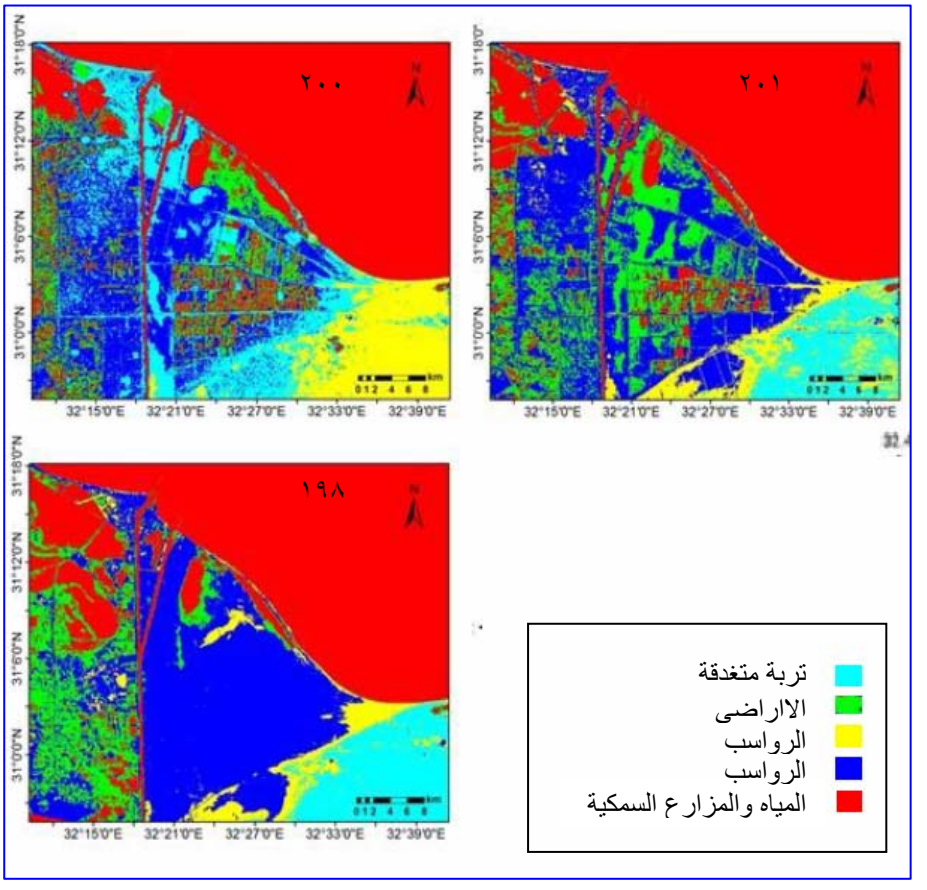
خامسا: التدخل لبشرى وتأثيرة على منسوب المياه الارضية بسهل الطينة

أدت التدخلات المباشرة وغير المباشرة للإنسان إلى كثير من التغيرات الجيومورفولوجية فى منطقة سهل الطينة ومن خلال معالجة المرئيات الفضائية لأعوام ١٩٨٤ و٢٠٠٠ و٢٠١٤ وتفسيرها، حيث تم استخدام طريقة Change Detection لكشف التغيرات التى طرأت على منطقة الدراسة وذلك عن طريق استخدام مرئيات مختلفة التواريخ ومتعددة الحيوز الطيفية حيث استخدم الحيز الطيفى(٧) Band7 لكل من المرئيات لأعوام ١٩٨٤ و٢٠٠٠ و٢٠١٤، وحساب مساحات التغير بالمنطقة سواء أكان التغير بالزيادة أم بالنقصان. كما تم استخدام طريقة Layer Stakوهى إحدى الطرق التي يتم فيها جمع أكثر من مرئية ودمجهم وينتج عن ذلك مرئية واحدة حيث يتم جمع الحيوز الطيفية Bands فى المرئية الجديدة والتى يمكن من خلالها اكتشاف التغير الذى طرأ على المنطقة من خلال الألوان المختلفة لكل حيز طيفى، والتى استخدمها الباحث لكشف التغيرات. ونتج عن هذه الاجراءات الشكل رقم (٢٣) وجدول (١١). والذى يتضح منه عدة نقاط يمكن اجمالها فى الأتى:

– زيادة مساحة الرقعة الزراعية فى سهل الطينة نتيجة وجود ترعة السلام وما صاحبها من تنمية زراعية واستعملت مياه الرى بالتنقيط فى الزراعة مما حذا الى استخدام النبات للمياه العذبة مع تقليل اثر الاملاح الموجودة فى التربة والمياه الجوفية على هذه المياه. حيث وصلت مساحة الرقعة الزراعية فى سهل الطينة الى ما يقارب ١.٧ كم٢.

–تقلصت مساحة العناصر الملحية بصورة كبيرة فقد كانت ٥٤٢.٩ كم٢ فى عام ١٩٨٤ ووصلت الى ٣٧٤.١ كم٢ فى عام ٢٠١٤ فى سهل الطينة حيث أدت استخدامات الارض المختلفة فى المنطقة الى تقلص هذه العناصر، زادت مساحة البرك فى المنطقة نتيجة التوسع فى إنشاء المزراع السمكية فى سهل الطينة كما يتضح من صورة (٥) مما أدى الى الكثير من المشكلات ومنها ارتفاع منسوب المياه الجوفية فى زيادة التملح فى تربة سهل الطينة وكذلك كثير من الاخطار على المنشأت والطرق وساعد على ذلك بعض الأخطاء البشرية التى صاحبت إنشاء هذه المنشأت سواء باختيار موقع البناء أو مواد البناء ذاتها أو استخدام مياه غير مناسبة فى عمليات البناء وسوف يتم دراسة بعض النماذج فى سهل الطينة كما يلى:

شكل(٢٣) التغيرات البيئية فى منطقة سهل الطينة خلال الاعوام ١٩٨٤ و٢٠٠٠ و٢٠١٤



جدول (١١) تطور مساحات واستخدام الأرض بالكم٢ فى سهل الطينة خلال اعوام ١٩٨٤ و٢٠٠٠و ٢٠١٤م

م	١٩٨٤	٢٠٠٠	٢٠١٤
الرواسب الملحية	٥٤٢.٩	٣٤٥.٨	٣٧٤.١
الرواسب الرملية	١٤٦.٦	١٩١.٥	١٣٥.٨
الأراضى الزراعى	٠.٤	١.١	١.٧
التربة المتغدقة	٢٥	١٥٦.٢	١٨٠.٥
المياه والمزارع السمكية داخل سهل	٢٣	٣٨.٥	٤٥.٨

المصدر: من نتائج تحليل المرئيات الفضائية واعتمادا على بيانات شكل (٢٣)

– زادت مساحة الرواسب الرملية عام ٢٠٠٠ عن عام ١٩٨٤ نتيجة حركة الكثبان الرملية وعلى النقيض تقلصت هذه المساحات فى عام ٢٠١٤ الى نحو ١٣٥.٨ كم٢ وذلك نتيجة التوسع فى انشاء المزارع السمكية وكذلك الأراضى الزراعية.

الموقع: ١٤ ` ٦ ٣١° ش، ١٥ ٢٨` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الشمال الشرقى

صور (٥) المزارع السمكية بسهل الطينة

– تؤدى ارتفاع نسبة الأملاح فى المياه الجوفية والسطحية الى زيادة ملوحة التربة وما ترتب على ذلك من اضرار كبيرة على مستوى الزراعة.

– ادى ارتفاع منسوب المياه الارضية الى تغدق التربة بصورة كبيرة كما يلى:

تطلق الأراضى الغدقة على التربة التى تتشبع بالماء خلال الفترات الرطبة من السنة بكميات وفيرة فى الطبقة السطحية لعمق يتراوح بين٢٠ و٥٠ سم أو أكثر، بحيث تحافظ التربة ولفترة زمنية طويلة على تلك الرطوبة التى تكون أعلى من رطوبة ماء الجذب الأرضى وهى أراضى سيئة التهوية، ويحدث بها التملح البيئى الثانوى كما يتضح من صورة (٦) وقد تم رصد مساحات كبيرة من هذه الاراضى فى سهل الطيبنة ومن تحليل المرئيات الفضائية اتضح زيادة مساحة

الاراضى المعرضة للغدق من ٢٥ كم٢ عام ١٩٨٤ الى ١٨٠ كم ٢ عام ٢٠١٤ ويمكن ارجاع ذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية القريبة من البحر وقناة السويس فضلا عن زيادة مساحات المزارع السمكية بالمنطقة.

الموقع: ١٧ ` ٦ ٣١° ش، ١١ ٢٨` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الشرق

صور (٦) تغدق التربة بجوار المزراع السمكية بسهل الطينة

سادسا: الاثار الجيومورفولوجية للمياه الارضية فى سهل الطينة

تتعدد الاثار والأخطار الجيومورفولوجية لارتفاع منسوب المياه الجوفية فى المنطقة سواء كانت من الناحية الجيولوجية أو على الاثار فى المنطقة أو على المنشأت والمبانى والطرق، وسوف يتم تناولها كما يأتى:

١- الاثر الجيولوجى لارتفاع المياه الارضية

ويظهر ذلك عند إذابة المعادن الموجودة فى باطن الأرض ثم نقل هذه المواد المذابة وتفاعلها مع صخور ومعادن القشرة الأرضية وترسبها بعد ذلك كرواسب معدنية وأهم الأملاح التى تحملها المياه الجوفية هى كلوريد وكبريتات وبيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والحديد.

تؤثر محاليل هذه الأملاح التى تحملها المياه الجوفية على الصخور والمعادن وتتفاعل معها كيميائياً فتعمل على القيام بعمليه التجوية الكيميائية وتنشأ فى مناطق الصخور الجيرية تجاويف متفاوته الأحجام بفعل تأثير المياة الجوفية الإذابى على الصخور. وترسب المياه الجوفية كذلك جزءا من حمولتها من الأملاح المذابة بها فى الرواسب والصخور الموجودة تحت السطح وتعمل هذه الرواسب بمرور الزمن على لصق الجزيئات الصخرية المفككة ببعضها. وأهم هذه المواد اللاصقة هى الكالسيت والسيليكا والمركبات الحديدية.

ويمكن ارجاع زيادة الأملاح فى التربة أو المياه الجوفية الى هذا الأثر المباشر لارتفاع منسوب المياه الجوفية فى سهل الطينة.

٢- أثر ارتفاع المياه الارضية على الاثار:

ادت هذه البيئة الطينية الملحية الى تلف كثير من المبانى الاثرية فى منطقة سهل الطينة والتى من اهمها منطقة الفرما الأثرية لما كان لها من اهمية من حيث وقوعها على فرع البيلوزى فى العصور القديمة حيث اثرت مكونات التربة المكونة لهذه المنطقة وكذلك ارتفاع منسوب المياه الجوفية وزيادة معدلات

التجوية الملحية الى تلف هذه الاثار بصورة كبيرة، صورة (٧). ويتميز تل الفرما بوجود تلال رملية طينية متفاوتة الإرتفاعات تردم أسفلها مباني آثرية، بجانب الأملاح المنتشرة في التربة أو في المياه الأرضية وإنتقالها الي أساسات المباني ثم الي بقية الجدران مسببة أضرارا فيزيوكيميائية (البنا ،٢٠١٠، ص ٤٣).

وميكانيكية وباجراء تجربة بسيطة على المكونات الملحية لهذ الاثار اتضح التالى:

– تتنوع مصادر الأملاح بمنطقة الدراسة، فمنها ما هو داخلي مثل الأملاح كمكون طبيعي لمواد البناء، والتفاعلات الداخلية للأملاح داخل حوائط المنشآت الأثرية ومنها ما هو خارجي مثل مصادر الرطوبة المختلفة، والترميم الخاطئ وغيرها من المصادر المتعددة. حيث تبين الآتي:

– تبين من الدراسة الميدانية والتحليلات المعملية أن مادة البناء السائدة هي الحجر الجيري، وتعتبر مادة كربونات الكالسيوم مادة الحجر الأساسية بالمباني الأثرية بالمنطقة مع ملاحظة وجود بعض المعادن الأخرى مثل الجبس والهاليت ونسبة من الكوارتز والطين والتي لها دور مهم في زيادة المحتوي الملحي دون الاعتماد على المد الخارجي.

- تنوع مصادر الرطوبة بمنطقة الدراسة، مع ملاحظة أن المياه الأرضية المشبعة بالأملاح مع عدم اغفال دور الامطار والرطوبة النسبية.

–تتسم معظم الأحجار التي استخدمت في تشييد تل الفرما بارتفاع المسامية وقدرتها على امتصاص المياه، حيث بلغ المتوسط العام ١٨,٢٢ و٤٩,١٠ ٪ على الترتيب، مع ارتفاع كل من درجة الحرارة والتبخر، إذ بلغ المتوسط العام ٨,٥٢١ و١٠ مم على التوالي، ساعدت هذه العوامل مجتمعة في تنشيط عملية التجوية الملحية، ومن ثم تعرض مواد البناء للتدهور والتساقط.

الموقع: ١٧ ` ٤ ٣١° ش، ١٥ ٢٦` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا الشمال

صور (٧) اثار ارتفاع منسوب المياه الجوفية على المناطق الاثرية بتل الفرما

٣- أثر ارتفاع المياه الارضية على العمران:

أدى ارتفاع منسوب الماء الأرضى فى سهل الطينة الى كثير من الأخطار على المنشأت والطرق وساعد على ذلك بعض الأخطاء البشرية التى صاحبت إنشاء هذه المبانى سواء باختيار مواقع البناء أو مواد البناء ذاتها أو استخدام مياه غير مناسبة فى عمليات البناء وسوف يتم دراسة بعض النماذج فى سهل الطينة كما يأتى:

ان الاساسات التي يقوم عليها المنشأ هي عبارة عن خرسانة من الحديد

والاسمنت وبما انها حلقة وصل بين التربة والمنشأ لذا فان وجود الفراغات او المسام يترتب عليه أخطار خصوصاً اذا كانت المسام او الفراغات متصلة عن طريق انابيب دقيقة او مسارات شعرية تتكون نتيجة التفاعل الكيميائي الناتج عن خلط الماء مع الاسمنت , ان زيادة الفراغات تعني زيادة النفاذية في الخرسانة وينتج عن ذلك:

– سريان الماء داخل الخرسانة مما يؤدي الى صدأ حديد التسليح وتآكله.

– وجود الاملاح يتجمد الماء داخل الفراغات في الجو البارد مما يسبب اجهاد يؤثر على متانة الخرسانة.

– في الخرسانة يسبب بلورات مما يسبب اجهاداً للخرسانة نتيجة تشبعها بالرطوبة سواء عن طريق الامتصاص من التربة المشبعة بالماء او ماء الخرسانة الذي يحتوي على الاملاح.

(إمام، ٢٠٠٢، ص٢١٦).

ان ظهور المياه الجوفية عند حفر الاساسات تشكل مشكلة يجب معالجتها لذا يجب التوقف عن الانشاء الى ان يتم سحب المياه الجوفية تجنبا للاضرار, كما ان الاساسات الضعيفة تطفو على المياه الجوفية مما يؤدي الى فتظهر التصدعات والتشققات والانهيار كما تؤدى المياه الجوفية الى الأتى:

ارتفاع رطوبة المباني وتداعي جدران المباني ونشع المباني فضلا عن زيادة سمك النشع في الشوارع مما يؤثر علي البنية الأساسية ويؤدي إلي تدهورها كل هذه النتائج تؤدي إلي تعرض المباني والمنشآت للتدهور المبكر علي الرغم من تطور مواد البناء وتصبح غير صالحة للسكن سواء علي مستوي المسكن الواحد او الوحدة ككل.

الموقع: ٢٢ ` ٩ ٣١° ش، ٢٥ ٢٥` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الشمال الغربى

صور (٨) أثار ارتفاع منسوب المياه الجوفية على الأساسات فى سهل الطينة

٤- أثر ارتفاع المياه الجوفية على الطرق:

يظهر تأثير ارتفاع منسوب المياه الجوفية على الطرق بوضوح مع ارتفاع درجة الحرارة المسببة لإرتفاع معدلات البخر، والتى يترتب عليها زيادة فعالية الخاصية الشعرية بالنسبة للمياه الجوفية التى تصعد مع ما تحتوية من أملاح ذائبة ومواد عالقة للتراكم بعد تبخرها وسط الشقوق cracks والفواصل joint فى طبقة البتومين أسود اللون (محسوب، ١٩٩٦، ٢٩٥)، الذى يساعد على امتصاص الحرارة وبالتالي نمو حجم بلورات الأملاح وتموءها، إضافة إلى تمددها الحرارى محدثة إجهادات شديدة على جوانب الشقوق فتزداد اتساعاً وتتعرض للهبوط أوالتموج. وتتأثر بعض الطرق بمنطقة الدراسة بالتجوية الملحية، خاصة الطرق القريبة من مناطق التربة الملحية ،حيث تتعرض للتشقق والهبوط الأرضي نتيجة نشاط الأملاح الذائبة في الشقوق والفواصل بطبقة البيتومين مما يزيد من اتساعها وتعرضها للهبوط وقد ظهر هذا الاثر بصورة كبيرة فى معظم شبكة الطرق القديمة فى سهل الطينة وخاصة فى القسم الجنوبى من المنطقة.

٥- الظاهرات الجيومورفولوجيةالناتجة عن إرتفاع منسوب المياه الجوفية فى سهل الطينة

تتعدد الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن ارتفاع منسوب المياه الجوفية فى سهل الطينة حيث تكون القشور الملحية على الأسطح الصخرية وينتج عن رفع الماء إلى السطح (عند دخوله نطاق الخاصية الشعرية) حاملاً معه الأملاح الذائبة وعندما تتبخر المياه تترك الأملاح فى وتكون عدة ظاهرات جيومورفولوجية صغيرة ومنها:

التشققات الطينية:

شقوق طينية تنشأ نتيجة تعرض السطح الطيني لارتفاع درجة الحرارة، كما تتشكل نتيجة لتشبع رواسب السطح بالمياه المالحة بمياه تحتوي علي قدر من الأملاح شحيحة الذوبان، عن طريق الخاصية الشعرية وصعود المياه تحت السطحية إلي أعلي، ونتيجة لكبر المدى الحراري اليومي، وحدوث الجفاف نهارا، عندها تحدث عمليات التمدد والانكماش التي تتسبب في تباعد الكتل الطينية وتنتشر هذه الظاهرة فى المناطق التى تسود بها الرواسب الطينينة وخاصة فى القسم الشمالى الشرقى من منطقة سهل الطينة.

المضلعات الملحية.

تعد من أبرز الأشكال المرتبطة بالمياه الجوفية، وتنتشر فى القسم الغربى من سهل الطينة، تظهر علي هيئة قشرة ملحية تأخذ أشكالا هندسية تتراوح بين الرباعية والسداسية صورة رقم (٩)، تظهر في بعض المناطق من سبخة الملاحة علي هيئة قشرة ملحية ذات حواف تتعدى ٢٠ سم.

الموقع: ٢٤ ٦` ٣١° ش، ١٦ ٢٨` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الغرب

صور (٩) المضلعات الملحية فى سهل الطينة

الصحاف الملحية

تعتبر المرحله التالية بعد المضلعات الملحية ولا يتعدى ارتفاعها عن ٣٥ سم كما يتضح من صورة (١٠) ويتضح منها عملية انقسام كل ضلع من أضلاع الحواف إلي نصفين حيث يزحف أحد الجوانب علي الجانب الاخر ويرجع ذلك إلي زيادة نسبة الأملاح المترسبة بها.

الموقع: ٢٣ ٦` ٣١° ش، ١٧ ٢٨` ٣٢° ق اتجاه التصوير ناظرا صوب الجنوب

صور (١٠) الصحاف الملحية فى سهل الطينة

التنهدات الملحية:

تنتشر ظاهرة التنهدات فى معظم اجزاء منطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلي طبيعة المنطقة والتي تتميز بتربتها الهشة التي تسمح بتشكيل التنهدات بدلا من المضلعات، حيث تشبة التنهدات المضلعات في تكوينها فهي عبارة عن مضلعات وصحاف غير مكتملة النمو، تأخذ أشكال عدة منها القبابي والمتوازي والمتقاطع إلا إنها تتميز بوجود فتحات خاوية في داخلها، تشغل الغازات الناتجة عن تنفس الأحياء الدقيقة الموجودة علي أسطحها.

سابعا : كيفية الحد من خطورة ارتفاع منسوب المياه الارضية وتملح التربة :

عند حدوث تملح لأجزاء من المنشأة يجب عمل الأتي:

استبدال الأجزاء المتأثرة بالملوحة بأجزاء أخري معزولة وطلاء المعادن بمواد مقاومه للصدأ.

ضخ مادة عازلة أسفل المنشأة لمنع صعود المياه الباطنية المالحة للجدران والخرسانةاستخدام الري بالرش والتنقيط فى التربة الرملية.

- تسوية مناسيب أسطح الأراضي الزراعية مع ما يجاورها.
- زراعة محاصيل تعمل على سحب المياه الزائدة من التربة.
- غسيل التربات المالحة بكميات من المياه. (العسال ،٢٠٠٨،ص١٢٥).

حماية المناطق الأثرية

١- حصر المناطق القريبة من الساحل بشكل توثيقي ودراسة احتياجاتها الضرورية لعملية المواجهة، خاصة تلك التي تعرضت للغرق من قبل في عصور سابقة.

٢- مراقبة المناطق التي تكون شديدة الانحدار عن مستوى السطح مما يجعلها عرضة لتجمع المياه.

٣- الاهتمام ببناء مصدات الأمواج وبناء الكواسر، مع مراعاة أن تكون هذه المصدات على مسافات مناسبة من الشاطئ وألا تلتحم به حيث إن أعماق المياه الضحلة تحد من قطر الموجة وبالتالي كتلتها وشدتها.

٤- تكاتف كل العاملين في الحقل الأثري بل تكاتف الشعب المصري في معركته مع الطبيعة للحفاظ على السجل المرئي لمدنها التاريخية في شمال الإقليم. (البنا، ٢٠١٠،ص٣٥).

نتائج الدراسة:

- ساعدت الظروف الطبيعية فى منطقة سهل الطينة على زيادة فعالية المياه الجوفية سواء من انخفاض منسوب سطح الارض واستوائها فى المنطقة وكذلك عمليات النشع سواء من البحر المتوسط شمالا او قناة السويس غربا.

- وكان من نتائج التحليل الكيميائى للمياه الجوفية السطحية بالمنطقة انها غير صالحة للرى إلا بعد خلطها بالمياه العذبة، فضلا عن جودتها لبعض الصناعات التى تتحمل الملوحة العالية.

- أدى التغير فى الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية الى التغير فى خصائص الكيميائية للتربة فى سهل الطينة وكذلك وجود المزارع السمكية بالمنطقة.

- كان لتدخل الانسان فى سهل الطينة اثر على المياه الجوفية واستخدامات الارض فى المنطقة مما اثر جودة التربة بالمنطقة.

- أثرت المياه الجوفية فى سهل الطينة على المنشأت والاثار والطرق وكذلك وجود الكثير من الاثار الجيومورفولوجية بالمنطقة.

أولا : المصادر:

- الهيئة العامة للمساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ١٠٠.٠٠٠ و ١: ٥٠.٠٠٠.
- وزارة التعمير والمجتمعات الع٣مرانية الجديدة، ٢٠١٤، التخطيط الهيكلى والدراسة السياحية لشمال سيناء، التقرير النهائى، مجلد ١.
- مرئيات فضائية لسيناء لأعوم ١٩٨٤ و٢٠٠٠ و٢٠١٤.
- هيئة الأرصاد الجوية، قسم المناخ.
- الخرائط الجيولوجية مقياس ١:٢٥٠٠٠ عام ١٩٩٤ م.
- مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار فى محافظات (وبورسعيد والإسماعيلية).
- هيئة قناة السويس، قسم الإحصاء، النشرات الشهرية والسنوية.

ثانيا : المراجع العربية :

١. أحمد حيدر الزبيدي، (١٩٩٤): "استصلاح الأراضي الملحية في الوطن العربي"، مجلة الزراعة والتنمية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، السنة الثالثة عشر، العدد ١، بغداد.

٢. احمد صابر (٢٠١١) تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعى دمياط ورشيد دراسة هيدروجيومورفولوجية – الجمعية الجغرافية المصريه العدد٣٨، القاهرة.

٣. السيد ثابت غيث (٢٠١٠) مشاكل البيئة فى شمال سيناء والخيارات البديلة دراسة تطبيقية فى جغرافية البيئة، رساله دكتوراه غير منشورة، كلية الاداب، جاكعة بنها

٤. جمال حمدان، (١٩٨٠): "شخصية مصر – دراسة في عبقرية المكان"، الجزء الأول، عالم الكتب، القاهرة.

٥. جودة فتحى التركمانى (١٩٩٩): جيومورفولوجية سهل الطينة. المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، الجزء الثانى، العدد ٣٤،

القاهرة.

٦. حسام محمد أحمد إسماعيل، (٢٠٠٦): "السبخات في السهل الساحلي الشمالي الغربي لمصر"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.

٧. حسن يونس، (٢٠١٥) المناخ وأثره على الموازنه المائية في شبة جزيرة سيناء: دراسة في المناخ التطبيقي بإستخدام نظم المعلومات الجعرافية (GIS) والأستشعار عن بعد (R.S) رساله دكتوراه غير منشورة، كلية الاداب، جامعة طنطا.

٨. رشدي سعيد (١٩٩٢) نهر النيل نشأته واستخدام مياه في الماضي والحاضر، دار الهلال.

٩. خليفة درادكة، (١٩٨٨): "هيدرولوجية المياه الجوفية "، الشركة الدولية للطباعة والنشر، عُمان.

١٠. صابر أمين الدسوقي (٢٠٠٠) الكثبان الطولية شرقي قناة السويس: تحليل جيومورفولوجي، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلد١، العدد ٣٥، السنة٣٢، ص ص ٢٣١ – ٢٨٠.

١١. صباح عبود عاتى (٢٠٠٧) اثر التربة في هبوط سطح الارض في بعض مناطق الكرخ , مجلة كلية التربية , المجلد (١٨) العدد (١) المجلد ١٨ العدد١ ,

١٢. عادل عبد المنعم السعدني، ٢٠٠٢، جيومورفولوجية منطقة البحيرات قناة السويس وأهميتها التطبيقية، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، فرع بنها.

١٣. عادل السعدني وصابر أمين وعلي مصطفي، ٢٠٠٥، منطقة قناة السويس دراسة جيومورفولوجية تطبيقية، منشأة المعارف الإسكندرية.

١٤. عبد المنعم بلبع، (١٩٩٥): "استزراع الصحاري والمناطق الجافة في مصر والوطن العربي"، منشأة المعارف، الإسكندرية

١٥. عبد الفتاح البنا ،(٢٠١٠)، أثار التغيرات المناخية المرتقبة علي المدن

التراثية.
١٦.محمد صبري محسوب (١٩٩٦) , الجغرافية الطبيعية أسس ومفاهيم , دار الفكر العربي ,مطبعة اميرة ,القاهرة..
١٧.محمد صبري محسوب (١٩٩٧) جيومورفلوجية الأشكال الأرضية , دار الفكر العربى , القاهرة ٠
١٨.محمد صبري محسوب، (٢٠٠٤):" الأراضي الجافة خصائصها الطبيعية ومشكلاتها البيئية"، مطبعة الإسراء، القاهرة
١٩.محمد صفي الدين أبو العز، (١٩٩٩): "مورفولوجية الأراضي المصرية"، دار النهضة العربية، القاهرة.
٢٠.محمد فريد فتحي (٢٠٠٠)، في جغرافية مصر ,دار المعرفة الجامعية، الأزاريطة الأسكندرية ,الطبعة الثانية.
٢١.محمد منصورالشبلاق، عمار عبد المطلب عمار، (١٩٩٨): "الهيدروجيولوجيا التطبيقية"، دار الكتب الوطنية، بنغازي.
٢٢.محمود امام (٢٠٠٢) , متانة الخرسانة, مطبعة دار الكتب عَمان.
٢٣.محمود عبد العزيز إبراهيم خليل، (١٩٩٨): "العلاقات المائية ونظم الري"، منشأة المعارف، الإسكندرية.
٢٤.محمود سعيد السلاوي، (١٩٨٦): "المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق"، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.
٢٥.مرفت ثابت صليب (٢٠٠٨) ,تأثير المياه الجوفية على المباني الاثرية ,الدار العالمية للنشر, الطبعة الاول، الجيزة.
٢٦.منا محمد العسال (٢٠٠٨) الأخطار الجيومورفولوجية في النطاق الشمالي الغربي لدلتا النيل بين مصب رشيد والهوامش الغربية للدلتا، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة كفر الشيخ
٢٧.هويدا توفيق أحمد حسن (٢٠٠٩) المياه الجوفية في منخفض الواحات البحرية "دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رساله ماجستير غير منشورة، كلية

ثالثا المراجع الأجنبية:

1. Ahmed Mohamed Abd El-Rahman (2010) Land Use and Land Cover Change Assessment of Northwestern Sinai, Egypt Utilizing Remote Sensing and Geographical Information Systems Techniques, Master of Science , Faculty of Science Suez Canal University
2. Azab, M.A. and Noor, A.M.,(2011) Change Detection of the North Sinai Coast by Using Remote Sensing and Geographic Information System, Egyptian Geological Survey and Mining Authority GSMA).
3. El Sheikh A., El Osta M. and El Sabrim M., (2013) Study of the Phenomenon of Ground Water Levels Rise in South El Qantara Shark Area, Ismailia, Egypt, Journal of Hydrogeology and Hydrologic Engineering, Sci Technol.
4. FAO/UNEP (1978). Methodology for assessing soil degradation, 2527 January Roma Italy.
5. Mohamed Abd El-Rehim (2002) Environmental studies on coastal zone soils of the north Sinai peninsula (Egypt) using remote sensing techniques , Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
6. Milne, G. A., W. R. Gehrels, C. W. Hughes, and M. E. Tamisiea, (2009): Identifying the causes of sea-level change. Nature Geosci, 2, 471–478
7. Said, R. (1990): The Geology of Egypt - 734 pp. A. Balkema Publishers, USA
8. Smith, (1997) ERDAS Field Guide, ERDAS, inc. Georgia,
   Atlanta
9. Serag- El-DIN, H.M., (1999): "Hydrochemistry and Quality Assessment for ground water of pre-Cenomanian water –Bearing Strata in Bahariya Depression, Western Desert, Egypt. Geol. Surv. V.43/2., Cairo