

**التغيرات المناخية وعلاقتها بظاهرة التصحر
وتغير خصائص المياه الجوفية وأثرها على الإنتاج
النباتي في دلتا النيل**

**Climate change and its relationship to the
phenomenon of desertification and characteristics
of groundwater and its impact on plant production
in the Nile Delta**

الضريق البحثي

أ.د / محمد زكي السديمي

د. احمد البارودي

د. عبدالرازق بسيوني الكومي

د. هنفي مسودة

د. أحمد ابو اليزيد حبيب

د. محمد احمد عثمان

أ. ايهاب خيرى

منطقة الدراسة

تمتد منطقة الدراسة فلكياً بين دائرتي عرض (٤,٣٢ ٠٨ ٣١ ش : ١٠,٠٣ ٣٦ ٣١ ش) ، خطي طول (١٩,٨٨ ٠٥ ٣٠ ق : ٨,٨٢ ٥٧ ٣١ ق) لتشمل النطاق الشمالي من الدلتا الممتد فيما بين الجزء الشرقي من بحيرة المنزلة شرقاً ، والحدود الغربية لبحيرة ادكو غرباً بامتداد طولى يساوي (١٨٧ كم) ، تمتد من اقصى الشمال حيث برج البرلس التابعة لبلطيم الى حدود المنطقة جنوباً لمسافة تساوي (٥٢ كم) شاغلة مساحة تقدر بنحو (٥٨٩٣,٢٣٨٦ كم ٢) ، وتقدر هذه المساحة بحوالى (٢٥,٦٣ %) من اجمالى مساحة الدلتا الحالية البالغة نحو (٢٣٠٠٠ كم ٢) بما فى ذلك مساحة البحيرات الشمالية (جمال حمدان ، ١٩٨٠ ، ص.٧٨٩)

ويكتنف المنطقة عدد من الكتل والمسطحات المائية بعضها مالح متمثلة فى مسطحات البحيرات الساحلية الثلاث من الغرب الى الشرق (المنزلة – البرلس – ادكو) ، والبعض الاخر عذب متمثل فى فرعي دمياط ورشيد ، وهذه الكتل المائية وان اختلفت فى ملوحتها الا انها تتفق جميعاً فى اتصالها بالبحر المتوسط بواسطة البواغيز (البرلس والمعدية) لكل من بحيرتي البرلس وادكو على الترتيب ، و الاشتموم (كما هو الحال فى المنزلة) ، او بواسطة المصببات للفرعين فى كل من دمياط ورشيد .

اهمية الدراسة

تكمن اهمية الدراسة فى ما تمتلكه المنطقة من موارد اقتصادية متعددة ، انعكست على تنوع النشاط الاقتصادي للسكان بها ، ففي الجنوب تتوفر التربة الزراعية الخصبة ، فتتركز زراعات المحاصيل الغذائية ، وعلى راسها محصول الارز ، بالاضافة الى بنجر السكر ، والى الشمال منها حيث يزداد تركيز الملوحة نسبياً ، يوجد نوع من التكيف فى النشاط البشري والاستثماري متمثلاً فى انشاء المزارع السمكية وتجارة الاسمال على امتداد الحدود الجنوبية من البحيرات الثلاث ، هذا فضلاً عما تمثله البحيرات من مسطحات واسعة تناسب حرفة صيد الاسماك بالاستخدام المراكب الشراعية ، بخلاف نشاط الصيد فى المياه الاقليمية فى البحر المتوسط بواسطة مراكب صيد اكثر تطوراً ، يضاف الى ذلك النشاط السياحي والترفيهي ممثلاً فى معسكرات التخيم ، والمصايف كما هو الحال فى مصيف بلطيم على الشواطئ الساحلية للبحر المتوسط ، فاذا ما اضعنا الى ذلك المراكز السكانية الكثيفة كالرياض والحامول وبلطيم ومطوبس وجمصة وادكو ورشيد وادفينا ، يتضح ضرورة دراسة العلاقة بين هذه المنطقة من الدلتا ، وما يمكن ان تتعرض له من مخاطر زيادة

مستوي سطح البحر المجاور ، وتأثيراته السلبية على التربة وتدهور قدرتها الانتاجية ، واختفاء بعض النبات الطبيعي .

مشكلة الدراسة :

يمثل تغير مستوى سطح البحر الاستجابة المباشرة ، للتغير المناخي الذي شهدته وتشهده الكرة الارضية عبر العصور والفترات الجيولوجية المتعاقبة ، وتعد السنوات العشرون السابقة من احر السنوات في سجل اجهزة وادوات القياس الخاصة بدرجة الحرارة السطحية العالمية منذ عام ١٨٥٠ م ، ويات ما يعرف بظاهرة الصوب الزجاجية (الاحترار العالمي) امراً جلياً لا شك فيه في نتيجة زيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري **Greenhouse Gas Concentrations** في الغلاف الغازي للارض ، ويؤكد ذلك زيادة المتوسطات الحرارية المرصودة في محطات الرصد الجوي المختلفة على مستوى العالم .

وتبدو اهمية التغير المناخي بل وخطورته فيما يسببه من عملية التمدد الحراري لمياه المحيط **Ocean Thermal Expansion** ، واذابة كتل الجليد المكونة للغطاءات الجليدية الرئيسية على سطح الارض ، وهو الامر الذي يستتبع بالضرورة زيادة مستوى مياه البحار على المستوي العالمي والاقليمي ، وطغيانه على مناطق السواحل المتاخمة للمساحات المائية واغراقها ، وتزداد الخطورة اذا ما كانت المناطق المتاخمة للبحار كثيفة التواجد السكاني ، او تمثل مورداً من الموارد الاقتصادية كالتربة والنبات الطبيعي ومناطق التعدين والسياحة والمياه الجوفية ... الخ .

وتمثل المناطق المنخفضة والمستوية وهينة الانحدار المحاذية لخط الساحل ، اكثر الجهات تأثراً بتغير مستوى سطح البحر ، باعتبارها الاكثر احتمالاً في تعرضها للاغراق ، ويمثلها مصبات الانهار الكبرى ، والدلتاوات ، وهو الامر الذي يستلزم وضع مجموعة من السياسات والسيناريوهات المتوقعة حول النتائج المترتبة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وطغيانه عليها ، بهدف ايجاد نوع من التكيف **Adaptation** مع نتائج ارتفاع سطح البحر .

وتتناول هذه الدراسة تأثير الزيادة المتوقعة لمستوي سطح البحر على خصائص التربة في شمال الدلتا من حيث ارتفاع منسوب الماء الارضي ، ودرجة الملوحة ، بالاضافة الى تأثيره على توزيع النبات الطبيعي عبر النطاق الشمالي من الدلتا فيما بين فرعي رشيد ودمياط .

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الى تحديد صور التأثير المتوقع لارتفاع مستوى سطح البحر على خصائص التربة ، وتوزيع النبات الطبيعي في منطقة شمال الدلتا من خلال ما يلي :

١. دراسة التقديرات والتوقعات للتغير في مستوى سطح البحر العالمي والاقليمي نتيجة التغيرات المناخية .
٢. دراسة الضوابط الجيومورفولوجية لتأثر الدلتا بالتغيرات المتوقعة في مستوى سطح البحر .
٣. التحليل المكاني Spatial Analysis لقيم ملوحة التربة خلال الثلاثين سنة الماضية (١٩٨١ : ٢٠١٤) ، مع تحديد معدل التغير السنوي لقيم ملوحة التربة في المنطقة.
٤. التحليل المكاني Spatial Analysis لمنسوب الماء الارضي خلال الثلاثين سنة الماضية (١٩٨١ : ٢٠١٤) ، وتحديد معدل التغير السنوي في منسوب الماء الارضي في المنطقة .
٥. تحديد وتوزيع مدي التدهور الذي اصاب التربة ، اعتماداً على معدلات التملح وارتفاع مستوى الماء الارضي بالمنطقة ، وكذلك التغير في توزيع النبات الطبيعي في شمال الدلتا نتيجة لتغير مستوى سطح البحر.

أولاً : تقديرات وتوقعات تغير مستوى سطح البحر العالمي Global sea level change

يحدث التغير في سطح البحر نتيجة لعدد من الظواهر الطبيعية التي تحدث على سطح الارض، اهمها ثلاثة ظواهر هي : التمدد الحراري لمياة المحيط Ocean Thermal Expansion ، وذوبان الجليد Glacial Melt سواء من الغطاءات الجليدية الرئيسية فوق كل من جرينلند والقارة المتجمدة الجنوبية ، او من الاودية الجليدية محدودة المساحة فوق اليابسة ، بالاضافة الى التغير في التخزين الجوفي للمياة الارضية .

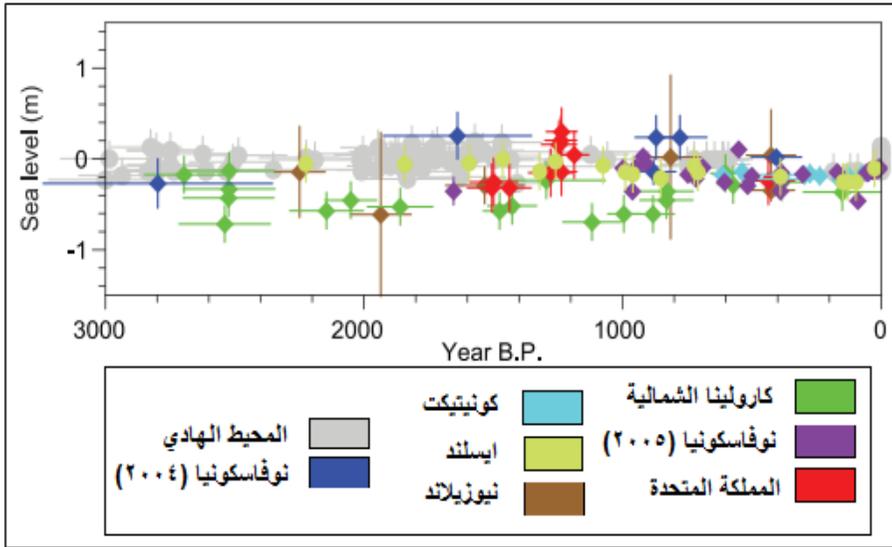
وقد كان المتوقع ان يكون اسهام التمدد الحراري للمحيطات هو العامل الاكثر تأثيراً وحسماً في تغير مستوى سطح البحر ، الا ان القياسات والتقديرات الحديثة لمعدلات ذوبان الجليد Deglaciation في كل جرينلند وانتاركتيكا ، تشير تعاضم دورها في التأثير الايجابي على مستوى سطح البحر العالمي وتقييم مستواه خلال القرنين العشرين والحادي والعشرين . Dasgupta, et al., (2007, p.34) ، لاسيما وان التقديرات تشير الى احتواء الغطاء الانتاركتيكي

مع غطاء جرينلاند ، على كمية من المياه تؤدي الى ارتفاع مستوي سطح البحر
لاكثر من (٧٠ متراً) فى حال ذوبان الغطاءان (Roaf, et al., 2005,P)

وتشير التقديرات القديمة للمتوسط العام لمستوي سطح البحر العالمي
Paleo sea level، اثناء الفترات الدفيئة خلال الثلاثة ملايين سنة الماضية
وبدرجة ثقة عالية الى ان متوسط سطح البحر قد تجاوز مستواه الحالى بنحو
خمسة امتار (Ablain, M., A. Cazenave, G. Valladeau, and) (S. Guinehut, 2009 p.195)
، عندما كان متوسط درجة الحرارة العالمية يزيد بنحو درجتين عما كان عليه قبيل الثورة الصناعية ، كما تؤكد هذه
الدراسات ان مستوي سطح البحر خلال الفترة الجليدية الاخيرة كان ولعدة الآف
من السنين اعلى من مستواه الحالى على الاقل (خمسة امتار) دون ان يتجاوز
منسوب (١٠ متر) ، مصحوباً بزيادة فى امتداد الغطاءات الجليدية لاسيما فوق
جرينلاند والقطب الجنوبي (الغطاء الانتاركتيكي).

وقد شهدت نهايات القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ، تحولاً فى معدل
تغير مستوي سطح البحر ، حيث تراوح معدل الزيادة ما بين (صفر : +٠,١٣ مم)
م (سنوياً ، ومن المرجح ان متوسط سطح البحر العالمي قد تغير بمعدل يتراوح
ما بين (+١,٥ : +١,٩ مم /سنوياً) وبمتوسط عام بلغ (١,٧ مم/سنة) خلال الفترة
ما بين عامي (١٩٠١ ، ٢٠١٠) ، وقد بلغ هذا المعدل اقصاه فى الفترة ما بين
عامي (١٩٩٣ : ٢٠١٠) حيث تراوح معدل التغير ما بين (٢,٨ : ٣,٦ مم / سنة)
وبمتوسط عام بلغ ٣,٦ مم /سنة .شكل رقم (١)

(Adams, P. N., D. L. Inman, and N. E. Graham,)
(2008p.1029)



(After: IPCC, 1913, part.1, p.1139)

شكل (١) متوسط مستوي سطح البحر على بعض سواحل العالم فى الثلاثة الاف سنة الماضية

هذا وتتباين مصادر واسباب امداد المحيط بالمياه التى تساهم فى زيادة المستوي العالمي لسطح البحر وقد حدد ماريزيون وآخرون بعض هذه الاسباب والمصادر فيما يلي :

- التمدد الحراري لمياه المحيط Thermal expansion .
- الكتل الجليدية باستثناء جليد جرينلاند وانتاركتيكا .
- ثلاجات جرينلاند Glaciers in Greenland .
- الغطاء جليد جرينلاند Greenland ice sheet .
- الغطاء الجليدي الانتاركتيكي Antarctic ice sheet .
- خزانات المياه السطحية Land water storage .

(Marzeion, B., A. H. Jarosch, and M. Hofer, 2012,)
(pp. 1295–1322

ويوضح الجدول (١) مقدار ما اسهم به كل مصدر من هذه المصادر خلال فترات متباينة خلال القرن الواحد والعشرين ، من معدل ارتفاع مستوي سطح

البحر ما بين عامي (١٩٠١ : ٢٠١٠) ، ويظهر الجدول ثلاث فترات رئيسية تم تقدير معدلات الزيادة خلالها هي الفترات (١٩٠١ : ١٩٩٠) و الفترة ما بين (١٩٧١ : ٢٠١٠) والفترة ما بين (١٩٩٣ : ٢٠١٠)

ويلاحظ من الجدول ان قيم ما تسهم به المصادر المختلفة المذكورة ، يميل الى الزيادة المطردة بمرور الوقت فحيثما بلغت قيمة معدل الارتفاع الملحوظ في مستوي سطح البحر العالمي خلال قرن تقريباً (ما بين عامي ١٩٠١ : ٢٠١٠) بلغ نحو (١,٥ مم / سنة) ، نجده خلال فترة اربعين سنة بين عامي (١٩٧١ : ٢٠١٠) يصل الى (٢,٠٠ مم / سنة) ليزيد بمقدار مرة ونصف تقريباً خلال سبعة عشر عاماً الاخيرة بين عامي (١٩٩٣ : ٢٠١٠) ، وهذا يؤشر الى ان السنوات القادمة ستشهد ولا ريب زيادة مطردة في معدلات زيادة مستوى البحر العالمي (GMSL) Global Mean Sea level .

جدول (١) مصادر ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي خلال القرن العشرين *

| مقدار اسهام كل مصدر في ارتفاع متوسط مستوي البحر العالمي (GMSL) مم/سنة | | | المصدر |
|---|-----------|-----------|--|
| ١٩٩٣-٢٠١٠ | ١٩٧١-٢٠١٠ | ١٩٠١-١٩٩٣ | |
| ١,١ | ٠,٨ | - | التمدد الحراري |
| ٠,٧٦ | ٠,٦٢ | ٠,٥٤ | الكتل الجليدية باستثناء جرينلاند وانتاركتيكا |
| ٠,١٠ | ٠,٠٦ | ٠,١٥ | ثلاجات جرينلاند |
| ٠,٣٣ | - | - | غطاء جليد جرينلاند |
| ٠,٢٧ | - | - | الغطاء الجليدي الانتاركتيكي |
| ٠,٣٨ | ٠,١٢ | - | خزانات المياه السطحية |
| ٢,٨ | - | - | جمالي المساهمات |
| ٣,٢ | ٢,٠٠ | ١,٥ | الارتفاع الملحوظ |

***تقرير الهيئة الحكومية الدولية للتغير المناخي ، التقرير الخامس ٢٠١٣ م**

وهذا ما يؤكدته تقرير التقييم الخامس Fifth Assessment Report (AR5) الذي اعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change ، انه من المحتمل جداً ان معدل الارتفاع العالمي في مستوي سطح البحر خلال القرن

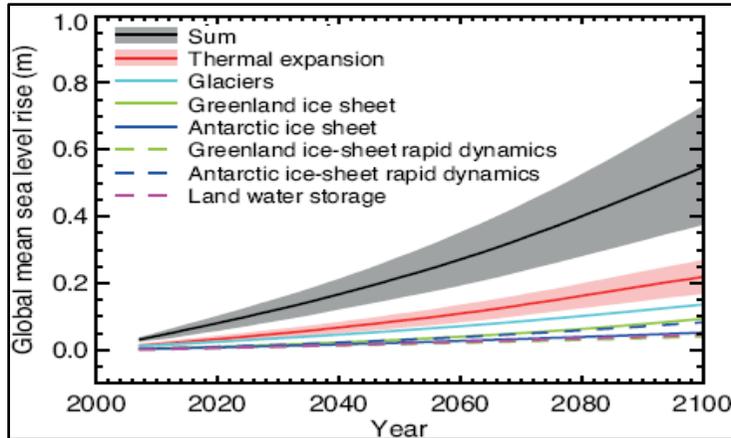
الواحد والعشرون سوف يتجاوز نظيره خلال الفترة الزمنية التي واكبت اواخر القرن العشرين تحديداً ما بين عامي (١٩٧١: ٢٠١٠ م)، بسبب الزيادة المتوقعة في درجة حرارة مياة المحيطات ، وفقدان جزء كبير من جليد الثلجات والغطاءات الجليدية (IPCC.AR5.P.1140) كما اشار التقرير ان توقعات مستوي سطح البحر سيتفوق على ما ذكره التقرير الرابع لذات المنظمة (AR4) نتيجة لعمليات التحسين Improving التي طرأت على النماذج الخاصة بتوقعات التغير المناخي المستقبلية .

حيث يتوقع ان معدل الزيادة في مستوي سطح البحر العالمي خلال الفترة ما بين عامي (٢٠٨١ : ٢١٠٠ م) من القرن والوحد والعشرين ما بين (٠,٩٨ : ٠,٥٢ م) مقارنة بمتوسط ارتفاع سطح البحر في اواخر القرن العشرين ما بين عامي (١٩٨٦ : ٢٠٠٥) الذي تراوح ما بين (٨ : ١٦م/سنة) فقط .

ومن واقع الفهم الحالي لمعدلات انهيار الكتل الجليدية فوق كل من جرينلاند والقارة المتجمدة الجنوبية ، والتي يتوقع زيادة حدوثها جحماً وسرعة (ديناميكية) ، فان دلائل حدوث زيادة في متوسط سطح البحر بما يوازي اعشار المتر بدرجة ثقة متوسطة medium confidence يعد امراً محتملاً خلال القرن الواحد والعشرين .

Marzeion, B., A. H. Jarosch, and M. Hofer, 2012, (pp.1312)

ويوضح الشكل رقم (٢) تطور اسهامات مصادر التغير في مستوي الماء خلال القرن الواحد والعشرين (٢٠٠٠ : ٢١٠٠)



IPCC, AR5.Part.1, 1913

شكل (٢) تطور اسهامات مصادر التغير فى مستوى سطح البحر

خلال القرن الواحد والعشرين (٢٠٠٠ : ٢١٠٠)

كما تشير بعض الادلة المتاحة الى ان الاحترار العالمي المستدام Sustained Global Warming سيكون اكبر من عتبة ما قبل الثورة الصناعية ، وهو ما قد يؤدي الى ازالة شبه تامة لغطاء جليد جرينلاند مما قد يؤدي الى زيادة مستوي سطح البحر الى سبعة متر فوق مستواه الحالى .
(IPCC, AR5.Part.1, 1913, p.1181)

ووفقا لبعض الدراسات التى تناولت طبوغرافية غطاء جليد جرينلاند ، فان العتبة المناخية التى يتطلبها ازالة هذا الغطاء الجليدي هى زيادة المتوسط العام لدرجة حرارة الارض لاكثر من (٢درجة مئوية ، و اقل من اربعة درجات)

التغير الاقليمي (المحلى) لمستوي سطح البحر Regional Sea Level Changes

يختلف الى حد كبير تغير مستوي سطح البحر على المستوي الاقليمي (المحلى) عن التغير فى المستوي العالمي لدرجة قد تصل الى ١٠٠% ، وذلك نتيجة للخصائص المحلية لكل اقليم التى من شأنها ان توجد هذا التباين ، ومن هذه الخصائص ما يلي :

- حركة قاع البحار وتباينها من مكان لآخر .
- تغير الجاذبية الناتج عن تباين توزيع الكتل المائية على سطح الارض وضغط الرواسب .
- الخصائص التكتونية الخاصة بالمناطق المحاذية للسواحل .
- اختلاف خصائص الكتل المائية نتيجة لاسباب قد تتعلق بالعناصر المناخية من حرارة وضغط ورياح ، او لاختلاط المياه العذبة بالمالحة ، وتباين كثافتها ، بالاضافة الى التباين فى قيم المد والجزر ومسارات التيارات البحرية .
- اختلاف النطاقات الزمنية الخاصة time scales بالعمليات ذات العلاقة بتغير مستوي سطح البحر على المستوي الاقليمي عنها على المستوي العالمي .

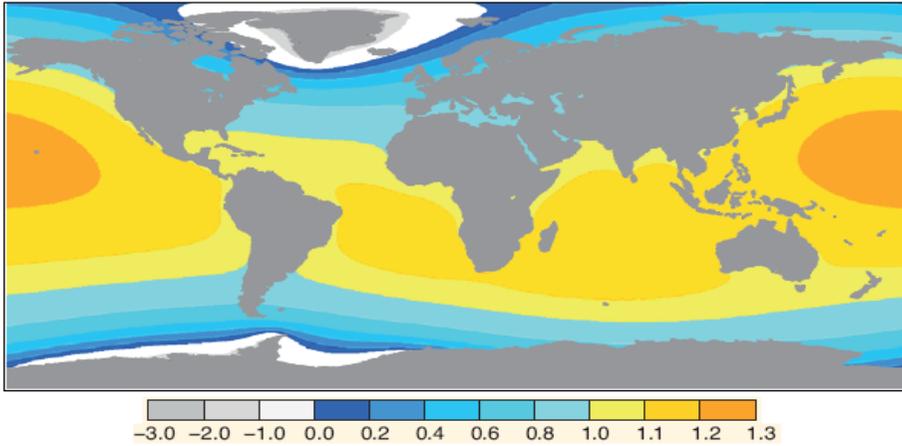
ومن المحتمل جداً وفى ضوء ما سبق ان يكون للتغير فى مستوي سطح البحر خلال القرن الواحد والعشرين نمطاً اقليمياً قوياً ، خاصة فى المناطق

التي تعاني انحرافات كبيرة في معدلات تغير مستوى البحر بها عن المستوى العالمي وعلى مدي الفترات الزمنية العقدية ، قد تؤدي بعض التقلبات المناخية climate variability الى اختلاف في معدلات التغير في مستوى سطح البحر المحلى عن معدلات التغير العالمي بنسبة (١٠٠%).

.(Stammer et al., 2013, pp.21:46)

وبحلول نهاية القرن الواحد والعشرين فمن المحتمل جداً very likely ، ان (٩٥%) من محيطات العالم ، في مستوى البحار الاقليمية سوف تشهد تغيراً ايجابياً في مستوياتها ، كما ان الاراضي الواقعة بالقرب من مصبات الانهار ، والاودية الجليدية الحالية والسابقة ، والغطاءات الجليدية ستشهد طغيان لمياة البحر عليها، وان (٧٠%) من سواحل العالم ستشهد تغيراً اقليمياً في مستوى سطح البحر ، بما يوازي (٢٠%) من قيم التغير في مستوى سطح البحر العالمي (Suzuki, T., And M. Ishii, 2011, p.102)

وجدير بالذكر ان الاختلاف في مستوى البحر الاقليمي بعيداً مراكز الاحداث الطبيعية المؤثرة في تغير مستوى سطح البحر قد يكون وثيق الصلة بهذه الاحداث اكثر من الاقاليم المتاخمة لمراكز تلك التغيرات ، لا سيما فيما يختص بذوبان الكتل الجليدية الكبرى او انهيارها من الغطاءات الجليدية (جرينلند او انتاركتيكا) ، حيث تشير نماذج المحاكاة لتاثير ذوبان كتل الجليد الخاصة بجرينلند ، الى زيادة التغير الموجب الناتج عن هذا الذوبان في السواحل الاقليمية للبحار البعيدة عن جرينلند ، بمعدل اكبر من تأثر السواحل القريبة منها ، حيث انه ووفقاً للنموذج الذي اعده ميلن Milne عام ٢٠٠٩ ، وعلل ذلك بان ذوبان الجليد يزيل الضغط الجاثم فوق الكتل اليابسة اسفل منه ، فتتمدد ويزداد منسوبها ، ويحول ذلك دون ظهور التغير في مستوى البحر بالمناطق القريبة منها ، على عكس المناطق الواقعة ابعد التي قد يحدث فيها تغير ايجابي يفوق معدل التغير العالمي الناتج عن نفس الحدث (Milne et al., 2009, pp.471:478) شكل (٤)



Milne, G. A., W. R. Gehrels, C. W. Hughes, and M. E. Tamisiea, 2009

شكل (٣) تغير مستوي سطح البحر (١ مم /سنة) وفقاً لنموذج ميلين

ومن المتوقع انه مع ارتفاع درجة حرارة الارض ، قد يرتفع متوسط سطح البحر (MSL) بحلول عام (٢٠٥٠) بما يتراوح ما بين (٧ : ٣٦ سم) ، وبحلول عام (٢٠٨٠) سيرتفع مستوي سطح البحر ما بين (٩ : ٦٩ سم) ، بينما يتوقع ارتفاعاً ما بين (٣٠ : ١٠٠ سم) بحلول عام ٢١٠٠ م (Elsharkawy H., Rashed H.2009, P.3).

ويوضح الجدول (٢) المستويات المتوقعة لارتفاع مستوي سطح البحر خلال القرن الواحد والعشرين.

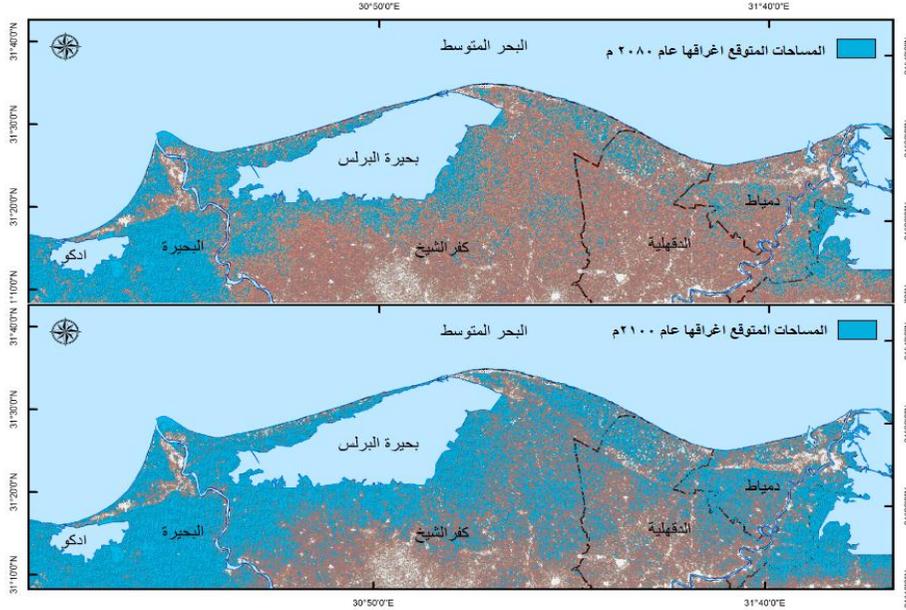
جدول (٢) المستويات المتوقعة لسطح البحر خلال القرن العشرين

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

(After: Elsharkawy H., Rashed H.2009, p.3)

وفى ضوء المتوقع من سيناريوهات لارتفاع مستوي سطح البحر العالمي ، تم تحديد اراضي الدلتا المعرضة لطغيان البحر عامي (٢٠٨٠ ، ٢١٠٠)

ويوضحها الشكل (٤) ، والذي نلاحظ منه ان الاجزاء الغربية من منطقة الدراسة هي الاكثر وربما الاسرع تعرضاً للطغيان البحري خلال العامين المحددين ، لاسيما الاراضي المحيطة ببحيرة ادكو ، وبحيرة البرلس وشمال شرق كفر الشيخ .



شكل (٤) الاراضي المعرضة للطغيان البحري شمال الدلتا النيل عامي (٢٠٨٠ ، ٢١٠٠)

ثانياً : الضوابط الجيومورفولوجية لتأثر الدلتا بالتغيرات المتوقعة في مستوي سطح البحر .

تقدم الدلتا نموذجاً اقليمياً مثالياً للمناطق المحتمل تعرضها للاغراق نتيجة لارتفاع مستوي سطح البحر ، وذلك نظراً لما تتميز به من خصائص محلية تؤدي الى زيادة حساسيتها لاي تغير يطرأ على مستوي سطح البحر ، حتى ان بعض الدراسات قد قدرت مساحة الاراضي المعرضة من دلتا النيل في مصر بحوالي (٣,٣%) من جملة مساحتها ، اي ما يوازي نحو (٦ اكم مربعاً) خلال العقد الحالي (UNDP,2009,p.4) ، ولذلك تصنف دلتا نهر النيل كواحدة من اكثر ثلاثة مواقع على سطح الارض عرضة لارتفاع مستوي سطح البحر خلال العقود القادمة . (IPCC,AR4,p.206) ، ويمكن ان

نجل مجموعة من الضوابط تحكم مدي استجابة الدلتا للتائر بارتفاع سطح البحر المتوقع ، وهذه الضوابط هي :

أ. التكوين الجيولوجي :

١. **الوحدات السطحية** : تتكون الدلتا من مجموعة من الوحدات الارسابية التي تختلف بحسب مصدرها وعامل ارسابها ، ويبلغ عدد هذه الوحدات خمس ، وهي ممثلة جميعاً في منطقة الدراسة ، يوضحها الشكل (٥) و هي كما يلي :

- **طمي النيل Nile silt** : وهي الوحدة الرئيسية التي تشكل معظم مساحة الدلتا ، ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص ، وتدين في نشاتها بطبيعة الحال الى الارساب النهري ، الذي ظل متواتراً حتى بناء السد العالي ، فانقطع مورده ربما بشكل تام .

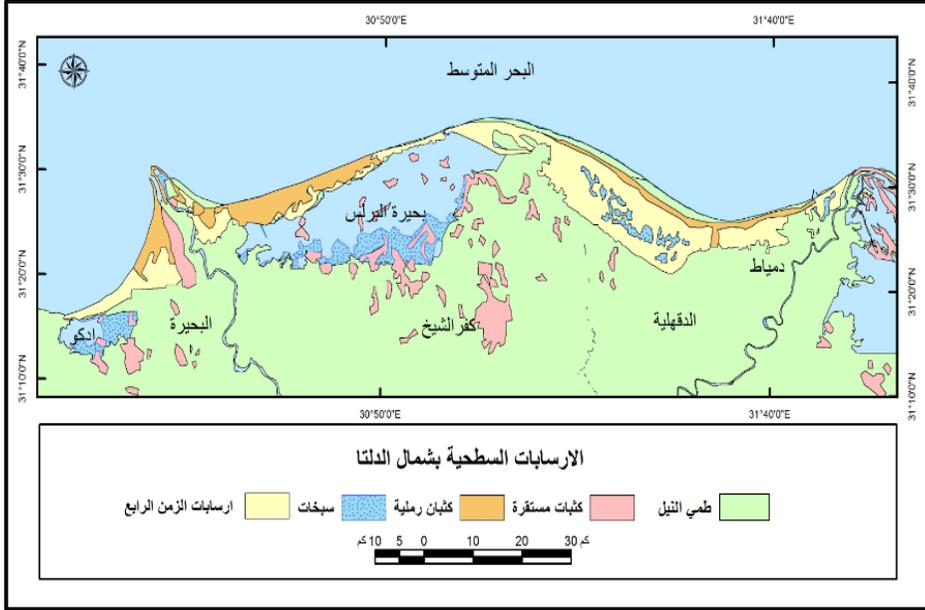
ويمتد الطمي النيلي من الشرق الى الغرب شاغلاً اكثر من نصف منطقة الدراسة الجنوبي بنسبة (١٠٠%) تقريباً، ثم يمتد في النصف الشمالي شاغلاً غالبية كذلك ، وتبلغ المساحة الاجمالية التي يشغلها طمي النيل من منطقة الدراسة حوالي (٣٧٧,٩٧٥ كم٢) بما يوازي (٧٤,٢٩%) من مساحة المنطقة ، (١٩,٠٣%) من مساحة الدلتا .

- **ارسابات الزمن الرابع Quaternary deposits** : وهي عبارة عن خليط من ارسابات الطمي والرمال والحصي مع بقايا الاصداف والقواقع البحرية الحديثة ، وتشغل هذه الوحدة الارسابية النطاق الهامشي من الدلتا في منطقة الدراسة حيث التقاء البحر باليابس ، وتتركز هذه الارسابات في ثلاثة مناطق رئيسية ، الاولى تمتد الى الشرق من بلطيم وتمتد حتى غرب دمياط ، والثانية تمتد عبر السان الارسابي الغربي الحاجز بين البحر المتوسط وبحيرة البرلس ، والمنطقة الثالثة تقع الى الغرب من رشيد ، ويبلغ اجمالى هذه المناطق مجتمعة حوالي (٥٦٢,٢٤٧ كم٢) ، بما يمثل (٩,٥٤%) من اجمالى مساحة المنطقة ، و(٢,٤٤%) من جملة مساحة الدلتا . جدول (٣)

جدول رقم (٣) الوحدات الارسابية ومساحاتها في منطقة شمال الدلتا

| م | التكوين الرسوبي | المساحة /كم ^٢ | % من مساحة المنطقة | % من مساحة الدلتا |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|
| ١ | طمي النيل | ٤٣٧٧,٩٧٥ | ٧٤,٢٩ | ١٩,٠٣ |
| ٢ | ارسابات الزمن الرابع | ٥٦٢,٢٤٧ | ٩,٥٤ | ٢,٤٤ |
| ٣ | سبخات | ٣٥٥,٥٤١ | ٦,٠٣ | ١,٥٥ |
| ٤ | كتبان رملية حديثة | ٢٢٩,٠٤٢ | ٣,٨٩ | ١,٠٠ |
| ٥ | كتبان رملية مستقرة (ثابتة) | ٣٦٨,٤٣٣ | ٦,٢٥ | ١,٦١ |
| | الاجمالي | ٥٨٩٣,٢٣٨٦ | ١٠٠% | ٢٥,٦٣ |

- **رواسب السبخات Sabkha deposits** : تمتد في منطقة الدراسة كاطار طولى يحد الشاطئ الجنوبي لبحيرة البرلس ، اضافة الى المناطق التى يقل منسوبها عن مستوي سطح البحر والواقعة الى الجنوب والشرق من بحيرة ادكو ، وايضاً على الهوامش الغربية والجنوبية من بحيرة المنزله ، بالاضافة الى مساحات متناثرة من الاراضي الواطنة بين الكتبان الرملية فى المنطقة الممتدة بين بلطيم وجمصة على ساحل البحر المتوسط ، هى اراضي مستوية يرشح فيها ما البحر او البحيرات ، ومن ثم يتعرض لعملية تبخر شديد ما تلبث ان تخلف قشوراً ملحية على السطح ، وتختلط قشور الملح تلك مع مكونات الرواسب التى تحتويها هذه المناطق ما بين الطمي النيلي ، والرمل البحرية مع غشاء من فتات القواقع والاصداف والقشريات بالاضافة الى معادن المتبخرات كالجبس ، والانهدريت (Wael A. Ibrahem, 2000, p.11) ، وتغطي هذه الرواسب السبخية من مساحة المنطقة ما يقارب (٣٥٥,٥٤١ كم^٢) اي ما يوازي (٦,٠٣%) من مساحة المنطقة ، و (١,٥٥%) من مساحة الدلتا.



شكل (٥)

- **الكثبان الرملية Sand dunes** : تشغل في منطقة الدراسة مساحة تقدر بنحو (٤٧٥,٩٧,٥ كم^٢) تشكل نسبة (١٠,١٤%) من جملة مساحة المنطقة، ويمكن تقسيمها في المنطقة بحسب اصل تكوينها الى نوعين :

الاول : هو النوع الاحداث ، ويشمل كثبان التي تنتج عن ارساب الرياح لمواد الشاطئ الدقيقة التي تتراوح اقطار حبيباتها ما بين (٠,١ - ٠,٣ مم) (Wael A. Ibrahim, 2000, p.12).

فهي كثبان بحرية الاصل والامتداد اذ تحتل الاطراف الشمالية من المنطقة ، فهي قاسم مشترك في امتدادها بموازاة خط الشاطئ على طول الالسنة الارسابية لبحيرتي ادكو والبرلس ، مروراً بساحل جمصة حتي دمياط حيث يتوقف امتدادها دون ان يعبر فرع دمياط الى الشرق ، ويغلب عليها الشكل الطولي ، وتتكون من رمال كلسية بحرية النشأة مختلطة بالكوارتز ومكسورات الأصداف ، ويشغل هذا النوع من الكثبان مساحة تقدر بنحو (٢٢٩,٠٤٢ كم^٢) بنسبة (٣,٨٩%) من جملة مساحة المنطقة .

الثاني : هو الكثبات ذات الاصل الصحراوي القاري (وهي الاقدم نسبياً) والاكثر ثباتاً (Stanley & Warne, Stabilized Sand Dunes (1998, p 794) وتمتد متناثرة في الجزء الاوسط والجنوبي من منطقة الدراسة ، تختلف عن الكثبان الساحلية في عدم انتظام امتدادها العام ، وان

تتركز جغرافياً في الجزء الاوسط جنوب بحيرة البرلس وشرقها ، بالإضافة الى شرق وجنوب بحيرة ادكو ، والى الجنوب من رشيد ، وهي تتكون من رمال خشنة صفراء من الكوارتز ومعادن ثقيلة مختلطة بشظايا الأصداف ، بالإضافة إلى الرواسب الطميية المكونة لسطح لدلتا ، وتبلغ مساحة هذه الكثبان المتناثرة في شمال الدلتا حوالي (٣٦٨,٤٣٣ كم٢) بنسبة (٦,٢٥ %) من جملة مساحة المنطقة .

٢. التتابع الطبقي Stratigraphy :

توفرت المعرفة الجيولوجية عن الطبقات الصخرية في نطاق دلتا نهر النيل منذ نشطت عمليات الحفر التي اجرتها شركات التنقيب عن البترول بداية من عام ١٩٦٠م ، حيث القت ابار الحفر في الجزء الشمالي من الدلتا الضوء على الطبقات الصخرية التي تعود الى عصر الميوسين الاوسط Middle Miocene ، على اعماق تتراوح ما بين (٤٠٠٠ - ٤٦٠٠ متر) ، (Zaghloul, 1976.P.15) .

وقد تعرضت منطقة الدلتا بعامة وشمالها على وجه الخصوص الى ثلاثة دورات ارسابية three cycles of sedimentation ، بداية من الميوسين الاوسط حتى الهولوسين ، وقد حدد (Rezzini et al,1976,p.) هذه الدورات الارسابية كما يلي :

- دورة الميوسين Miocene cycle .
- دورة البليو- بلايوسين Plio- Pleistocene .
- دورة الهولوسين Holocene cycles .

وقد نتج عن هذه الدورات الاسابية الثلاثة ثمانية تكوينات ارسابية : تنتمي ثلاثة منها الى دورة ارساب الاولى ، بينما نتج عن الدورة الثانية اربعة تكوينات ، وتكوين واحد فقط تم ارسابة خلال الدورة الاخيرة ، وفيما يلي عرض لهذه التكوينات موزعة على الدورات الارسابية من الاقدم الى الاحدث :

١) تكوينات دورة الميوسين Miocene cycle Formations

ينتمي الى هذه الدورة الارسابية ثلاثة تكوينات ارسابية ، تقع اسفل عمود التتابع الطبقي في منطقة الدراسة ، وهذه التكوينات الثلاثة هي : تكوينات (سيدي سالم ، والقواسم ، ورشيد) ، وفيما يلي عرض لاهم خصائص هذه التكوينات :

- تكوين سيدي سالم Sidi Salim Formation : يغلب عليه الطفل مع المارل ، متعاقباً مع الحجر الرملي في اسفله واعلاه ، ويختلف سمكه من

مكان لآخر وفقاً لعماق الحفر التي اجريت الا انه يتراوح ما بين (٤٨٠ – ٨٨٠ متراً) ، بمتوسط بلغ (٦٨٠ متراً) . (Wael A. Ibrahim, 2000, p.18).

- تكوين القواسم Qawasim Formation : يعلو مباشرة تكوين سيدي سالم وهو عبارة عن تداخلات من الرمال والكنجلوميرات ، طبقات من الصلصال ، وهو اكثر سمكاً من تكوين سيدي سالم اذ يبلغ متوسط سمكه حوالى (٨٥٠ متراً) و يتراوح ما بين (٧٠٠ – ١٠٠٠ متر) (Wael A. Ibrahim, 2000, p.18).

- تكوين رشيد Rosetta formation : وهو احدث تكوينات عصر الميوسن ، ويعلو مباشرة تكوين القواسم ، ويحتوي على صخر المتخربات (الانهيدريت) متداخلاً مع راقات من الغرين والصلصال فى سمك قليل نسبياً عن سابقه ، حيث لم يتجاوز متوسط سمكه (٧٥ متراً فقط) ، بينما يتراوح ما بين (٥٠ – ١٥٠ متر) وتشير الخصائص البترجرافية لهذا التكوين انه قد ارسب فى بيئة بحرية متأثرة بحركة تراجع سريع خلال انحسار البحر عن اليابس فى اواخر الميوسين .

٢) تكوينات دورة البليو- بلايوستوسين Plio- Pleistocene

شهدت هذه الدورة الارسابية ارساب اربعة تكوينات ، اثنان منها تكونا خلال عصر البليوسين (تكوين ابو ماضي ، وتكوين كفر الشيخ) ، والأخران ينتميان الى العصر المطير (البلايوستوسين) وهما تكويني (الوسطاني ، و ميت غمر) ، وفيما يلي عرض لهذه التكوينات الاربعة :

- تكوين ابو ماضي Abu Madi Formation : يعلو هذا التكوين متخربات الانهيدريت التابعة لتكوين رشيد ، وقد ارسب هذا التكوين اثناء طغيان البحر على اليابس خلال البليوسين الادنى ، وهو عبارة عن حجر رملى وجيري متداخل مع طبقات من الصلصال ، ويبلغ متوسط سمكه حوالى (٥٥٠ متراً) . (Wael A. Ibrahim, 2000, p. 20).

- تكوين كفر الشيخ Kafr El Sheikh Formation : يعلو تكوين ابو ماضي ، ويتكون من طبقات من الصلصال المختلط بحبيبات الكوارتز ، والمعادن الطينية مثل الكولينيت ، ويبلغ متوسط سمكه حوالى (١٥٠٠ متراً) ، فيما يتراوح ما بين (٦٠٠ – ١٧٠٠ متراً) .

- تكوين الوسطاني El- Wastani Formation : يتكون من الرمال الخشنة والمتوسطة ، المتداخلة مع الطفل والصلصال ، وقد ارسب هذا التكوين خلال فترات التراجع البحري التي واكبت الفترات الجليدية ،

ويبلغ متوسط سمكه حوالي (٢٥٠ مترا) ، في يتراوح سمكه ما بين (٢٠٠ - ٣٠٠ مترا) ، ويعطو مباشرة تكوين كفر الشيخ .

- تكوين ميت غمر Mit Ghamr Formation : وهو عبارة عن سمك هائل من الرمال الخشنة والحصباء يقارب (١٠٠٠ متر) جنوب بلقاس ، قد اشتقت من الكوارتزيت والدولوميت ، تتداخل في راقات من الصلصال ، وتشير الخصائص البتروجرافية للرواسب انها ارسبت في بيئة شاطئية تتميز بتذبذب مستوي سطح البحر خلال البلايوسين الاعلى .

(٣) تكوينات دورة الهولوسين Holocene cycles :

- تكوين بلقاس Bilqas Formation : تم ارسابة اثناء الطغيان البحري الاخير في الهولوسين ، مصاحباً لتكوين البحيرات الساحلية Lagoons ، والارسابات الشاطئية ، ويعطو هذا التكوين جميع التكوينات السابقة ، بمتوسط سمك بلغ (٧٠ متراً فقط) في يتراوح ما بين (٥٠ - ٩٠ مترا) ويغلب على هذا التكوين الرمال الخشنة المختلطة بالطين الصفاحي ، كما تحتوي مكوناته على بقايا كائنات بحرية من الرخويات ، والاضافة الى نباتات المستنقعات .

ويوضح الشكل رقم (٦) التتابع الطبقي لمكونات الدلتا الارسابية ، والدورات الارسابية التي ارسبت خلالها

٣. البنية الجيولوجية لمنطقة الدلتا

تكتسب الدلتا بشكل عام اهمية خاصة في منظومة تكتونية الالواح بمنطقة شرق البحر المتوسط ، اذ تقع على الهامش الشمالي للوح الافريقي الذي يمتد بين نطاق التماس مع لوح قوس جزيرتي قبرص وكريت في الشمال ، وصدع البحر الاحمر الذي يفصله عن الدرع العربي في الشرق ، كما ينتمي الجزء الشمالي من الدلتا الى اللوح المحيطي الشرقي للبحر Levantine المتوسط basin (said , 1990,p.382) .

وتنقسم الدلتا الى ثلاثة كتل تكتونية Tectonic Blocks رئيسية كما يلي :

الكتلة (الحافة rim) الجنوبية من الدلتا : تشمل الحافة التي يحدها النيل قبل تفرعه ، واهم الملامح التكتونية التي تميز هذه الكتلة تاثرها بقوس الطي السوري الذي اصاب المنطقة في الفترة ما بين الكرييتاسي واول الزمن الثالث Cretaceous- Early Tertiary Syrian arc folding .

| دورة الارساب | العصر | التكوين | المكونات الجنوب الشمال | متوسط السمك |
|---------------------------|---------------------|------------------|--|---------------------|
| الحديث | الحديث | بلفاس | طين + ترسبات شاطئية + رمال | ٧٠ متر |
| البلية - بلية البلوسين | البلوسين | ميت غمر | راقبات من الصلصال رمال خشنة وحصياءة | ١٠٠٠ متر |
| | | الوسطاني | رمال خشنة + صلصال + طقل | ٢٥٠ متر |
| | البلوسين | كفر الشيخ | طين صلصال | ١٥٠٠ متر |
| | | الميويسين الاعلى | ابو ماضي رشيد | رمل خشن رمل ناعم |
| الميويسين | الارسط الميويسين | القواسم | رمل خشن صلصال | ٨٥٠ متر |
| | | سيدي سالم | طفل ومارل ورمل | ٦٨٠ متر |

(Modified after said, 1990, p.379)

شكل (٦) التتابع الطبقي للمكونات الاسابية للدلتا

الكتلة الوسطي : تقع الى الشمال من الكتلة الجنوبية ، وتمتد حتي نهاية تكوينات الميويسين تحت السطحية شمالاً ، ويقسمها محور قص ميت غمر Mit Ghamr shear ، الى عدد من الكتل الفرعية .

كتلة شمال الدلتا : وهي تنتمي تكتونياً الى حوض بلاد الشام المحيطي ، وتمتد الى الشمال من حدود الميويسين ، وتتميز بوجود طبقات سميكة من رواسب النيوجين ، والقواقع وصخر الزيت ، ويغيب فيها رواسب الايوسين ، والبالوسين ، وتعد هذه الكتلة التكتونية هي الاكثر نشاطاً على مستوى الدلتا .

وجدير بالذكر ان بعض التقديرات اشارت الى اجمالى سمك الطبقات الرسوبية في شمال دلتا النيل لاسيما عند المصبين قد بلغ ١٠ كم . (Abdel Rahman et al. 1988) بينما اكدت دراسات احدث ان صخور مركب القاعدة اسفل

الدلتا توجد على عمق يتراوح ما بين (٣ : ٤,٥ كم) فى الجزء الشمالى من الدلتا، على عمق يتراوح ما بين (٦ : ٩ كم) فى الوسط والجنوب. (Wael A. Ibrahem, 2000, p. 21)

كما اكدت نماذج قطاعات الجاذبية modeled gravity profile التى انشأها كل من (Setto (Abdel Rahman et al. 1988 & 1991) بهدف دراسة البنية السطحية لمركب صخور القاعدة اسفل دلتا النيل، والتى امتدت من الشمال الى الجنوب لمسافة تزيد عن (٩٥ كم) ، وجود انكسارين رئيسيين فى سطح مركب صخور القاعدة يقطعان الدلتا من بالعرض من الشرق الى الغرب وكل منها بمقدار رمية الى الشمال تبلغ نحو ٤ كم. (Wael A. Ibrahem, 2000, p. 21)

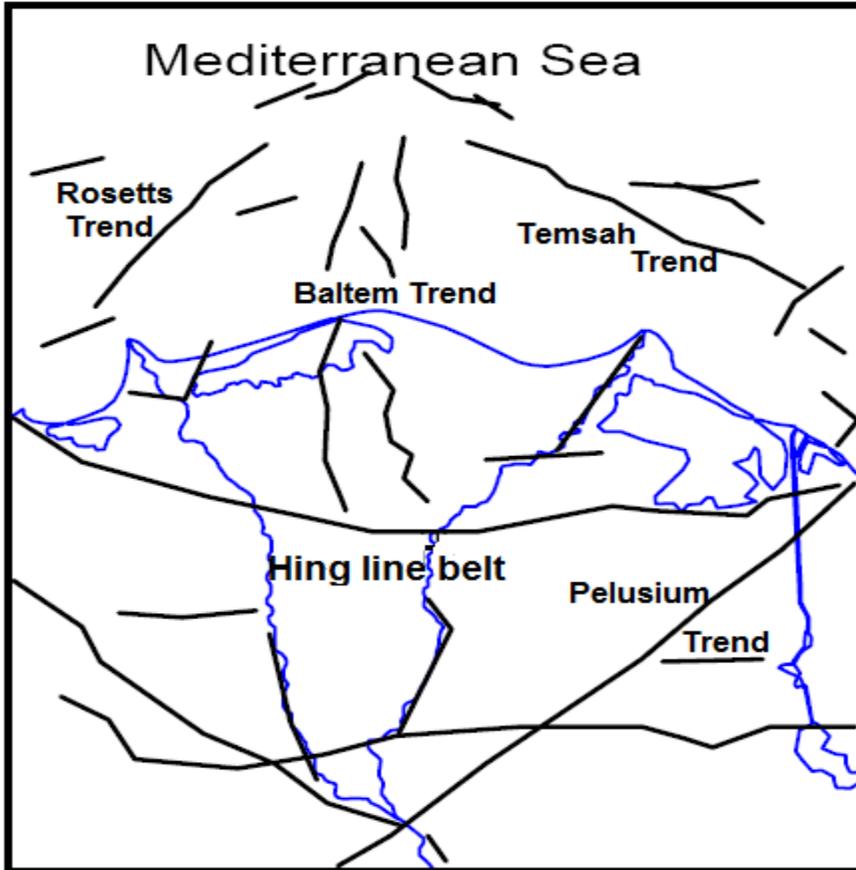
وقد حدد عبدالعال وآخرون (Abdel Aal et al. 1994) ستة ملامح رئيسية اثرت بشكل كبير على تكتونية الدلتا ، تمثلت فى مجموعة من خطوط الصدوع الممتدة فى اتجاهات متباينة ، وهى بالتفصيل كما يلي:

- **حزام خط المفصل Hinge Line belt** : يتكون من مجموعة انكسارات تمتد بشكل عام من الشرق إلى الغرب وإن كانت تغير اتجاهها فى بعض المواضع ، حيث يمتد هذا الحزام باتجاه الشمالى غربى / جنوبى شرقى فى جزئه الغربى ، بينما يكاد يتخذ الإتجاه الشرقى الغربى فى قسمة الشرقى، وهو يقسم الدلتا الى جزئين رئيسيين الاول فى الجنوب ويعرف بالكتلة الدلتاوية الجنوبية ، والآخر فى الشمال ويمكن ان يطلق عليه حوض الدلتا الشمالى (Zaghloul et al., 1999, p 21) ، كما تختلف على جانبي هذا الحزام خصائص التكوينات الرسوبية حيث يتميز الحوض الشمالى بوجود سمك من الارسابت يتراوح ما بين (٥٠٠٠ : ٦٠٠٠ متر) فى تتابع تنتمي الى العصور من الاوليغوسين وحتى الحديث ، فى حين لا يتجاوز سمك الطبقات الرسوبية الى الجنوب حيث كتلة الدلتا الجنوبية (١٠٠٠ متر فقط) زينفس التتابع الجيولوجي (Mosconi et al, 1996) ويرجع تكون هذه الصدوع إلى حقبة الحياة الأوسطر(الميزوزوى) وإن كانت قد نشطت مرة أخرى خلال الزمن الثالث، وتعتبر الأكثر طولاً والأعلى كثافة (Abd-Allah & Hussien, 2001, p 59).

- **صدوع اتجاه رشيد Rosetta fault trend**: يأخذ الاتجاه العام شمال شرق / شرق الشمال الشرقى بموازاة اتجاه حافة القطارة العلمين بالصحراء الغربية ، ويتأثر بهذا الاتجاه من الصدوع الجزء الشمالى الغربى من الدلتا

، ويرجع حدوث هذه الصدوع خلال عصر الميوسين المبكر (Abdel- Aal et al., 1994).

- صدوع اتجاه التماسح **Temsah fault trend** : تمتد باتجاه عام من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي ، مؤثراً على الجزء الشمالي الشرقي من الدلتا ، وقد حدثت هذه الصدوع ايضاً في اوائل الميوسين (Abdel- Aal et al., 1994).



(Modified after Abdel- Aal et al., 1994)

شكل (٧) الخصائص البنيوية للدلتا

- صدوع اتجاه بلطيم **Baltim fault trend** : وتأخذ الاتجاه العام من الشمال الى الجنوب في القسم الشمالي من الدلتا ، ويقترح ان نشأتها ربما كانت تجدد ، واعادة نشاط للصدوع التي ارتبطت بنشأة حزام المفصل في اوائل الزمن الثالث ، وخلال الميوسين (Abdel- Aal et al, op. cit).

- صدوع اتجاه خليج السويس **Gulf of Suez fault trend** : توازي اتجاهاتها الامتداد العام لخليج السويس (شمال الشمال الشرقي) وقد نشأت مواكبة للنشاط التكتوني في المنطقة بي بدايات عصر الميوسين (Abdel- Aal et al, op. cit).

- **خط صدوع العريش (الفرما) The Pelusium Line**: وتنتهي هذه الصدوع الى ما يعرف اقواس القصر العابرة للقارات **transcontinental arcuate shear** ، او الصدوع العظيمة **Mega shear** وتمتد هذه الصدوع على هيئة ثلاثة اذرع ، الاول يبدأ من الاناضول عبر شرق البحر المتوسط وصولاً الى الحد الشرقي من الدلتا ، (وهو المؤثر على الدلتا المصرية) ، والثاني يمتد عبر افريقيا وصولاً الى دلتا النيجر ، والثالث الى المناطق الاستوائية مرورا بالحافة الاطلسية الوسطى ، ويتصل نظام العريش هذا بالحدود الشرقية للدلتا كنظام صدوعي جانبي نشط منذ ما قبل الكامبري (Neev et al, 1982) .

وتلعب الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة من حيث التكوين الصخري لها ، او السمات البنيوية والتركييبية ، دوراً بارزاً في تحديد مدي استجابة الدلتا للتغيرات الطارئة في مستوي سطح البحر، فمن خلال العرض السابق للتكوينات الصخرية السطحية وغير السطحية ، نستطيع ان نتوقع امكانية التسرب السلس لمياه البحر عبر بعض التكوينات التي تتميز بخشونة النسيج ، وهو ما ينطبق على جميع التكوينات تحت السطحية باستثناء تكوين كفر الشيخ الذي يغلب عليه الطفل والصلصال ، وهما من الصخور التي تتميز بالكتمية للمياه الارضية بوجه عام نظراً لما تتميز به من قلة نفاذية ، وان كانت مرتفعة المسامية، وذلك بعكس المكونات الارسابية التي تتميز باقى التكوينات حيث يغلب عليها الرمال المتوسطة والخشنة والحصباء احيانا ، مع فتات الاصداف والكائنات البحرية ، وهذه كلها مكونات عالية النفاذية ، الامر الذي يتوقع معه زيادة عملية تسرب ماء البحر عبر مسارات يحددها التوزيع المكاني افقياً وراسياً لهذه التكوينات .

كما تلعب الظاهرات البنيوية الخطية (الصدوع) دوا مساعداً في ذلك ايضاً باعتبارها مناطق ضعف ، امام الغزو المائي لها على اعماق بعيدة من سطح الارض ، فضلاً عن دورها في تباين الوضعية الارسابية للمكونات الصخرية التي ارسبت فوق مركب صخور القاعدة المتأثر بتك الصدوع تحت السطحية ، وتباين خصائص هذه الطبقات الاسابية سمكاً ، وعمقاً وميلاً عن المستوي الافقي ، وكلها خصائص تؤثر وان بشكل غير مباشر على معدلات وامكانية التسرب المتوقع لماء البحر نتيجة لتغير مستواه ، او مستوي سطح اليابس ذاته.

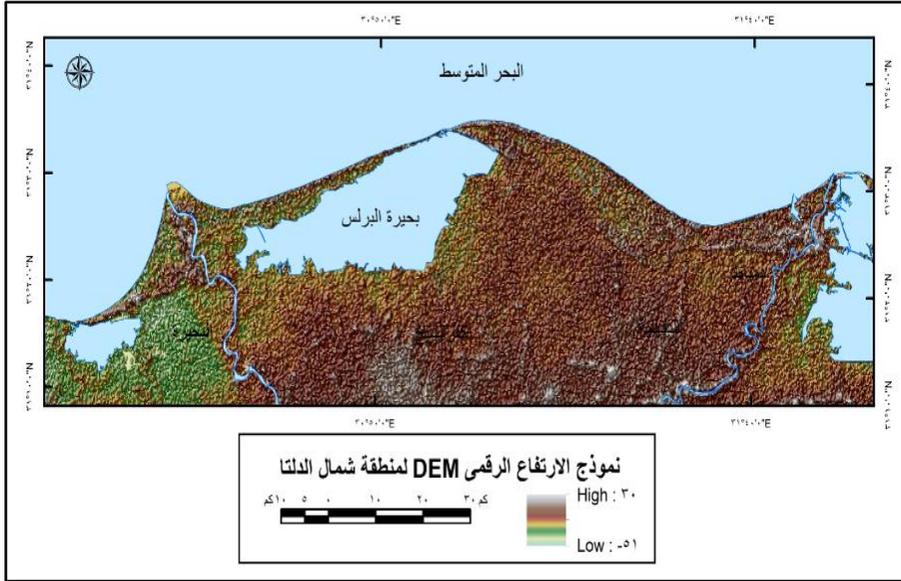
ب. جيومورفولوجية السطح :

تلعب السمات الجيومورفولوجية دوراً هاماً في تحديد مدى استجابة الدلتا للتغير في مستوى سطح البحر ، على المستوي السطحي ، وذلك من خلال الاعتماد ان عليها في تحديد مدى امكانية تعرض بعض اجزائها في منطقة الدراسة لعملية الغمر او الاغراق ، تحديد اي الاماكن اكثر عرضة لذلك ، وما هي المسارات المتوقعة طغيان ماء البحر على الدلتا من خلالها .
وتعد قيم مناسيب السطح ، ودرجة الانحدار ، والاتجاه العام لهذا الانحدار ، هي محددات الجيومورفولوجيا السطحية لمنطقة شمال الدلتا وفيما يلي عرض لتحليل هذه العناصر كل على حدة .

١. مناسيب السطح Elevation

من خلا تحليل قيم نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، وكذلك الخريطة الكنتورية لمنطقة شمال الدلتا يمكن الوقوف على الآتي :

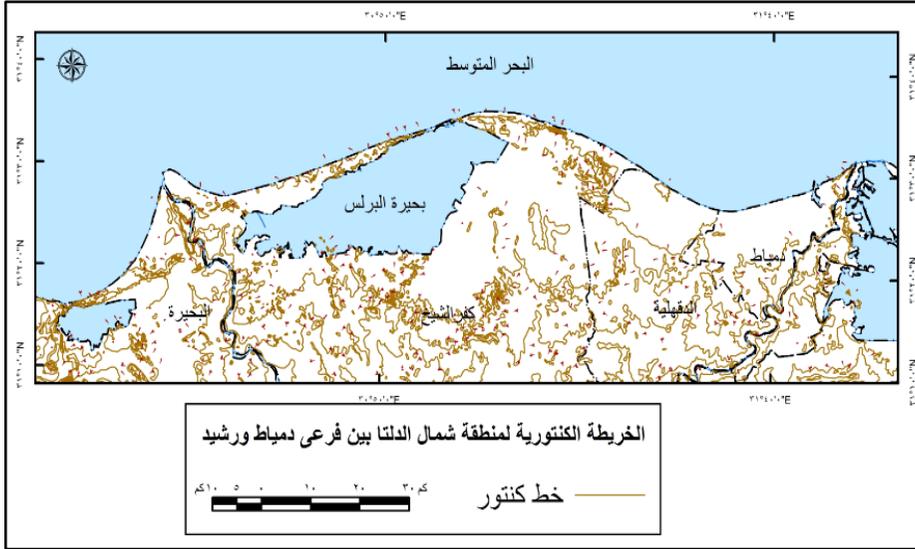
- انخفاض منسوب السطح بها بشكل عام حيث تتراوح قيم المناسيب ما بين (+٣ : -٢م) ، باستثناء بعض الاماكن التي يرتفع فيها المنسوب الى (+٣٠ م) حيث تتواجد الكثبان الرملية الساحلية الى الشرق من بلطيم ، وجنوب غرب رشيد ، مما يعنى ان منطقة الدراسة تنتمي جيومورفولوجياً الى بيئة الاراضي الواطئة Low land .
- تتوزع المناطق التي تقع دون منسوب سطح البحر (-٢ م) في منطقة الدراسة على امتداد الهوامش الجنوبية الغربية والغربية لبحيرة المنزلة وغرب بحيرة البرلس، و حول بحيرة إدكو خاصة في الجنوب والشرق .



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis 10.2 ، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

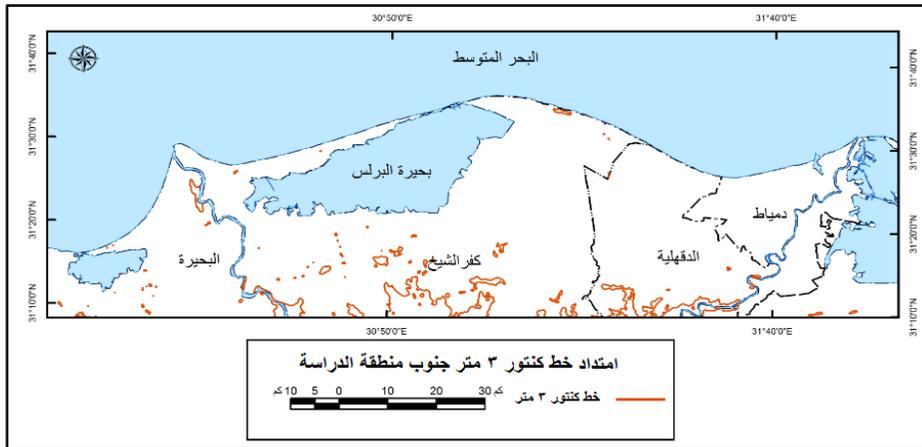
شكل رقم (٨)

- يحد خط كنتور (٣م) منطقة الدراسة من الجنوب ، ويمتد على هيئة قوسية نحو الشمال في المنتصف ، ثم يتراجع نحو الجنوب الشرقي (في الشرق) ونحو الجنوب الغربي (في الغرب) ، ويمتد بنفس الشكل القوسي خط كنتور (٢م) مما يشيهر الى ان سطح الارض بصفة عامة في منطقة الدراسة يرتفع في الجزر الجنوبي الاوسط منها ، ثم يبدأ في الانخفاض التدريجي بالاتجاه شمالاً ، شمال شرق ، وشمال غرب .



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis 10.2 ، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (٩)



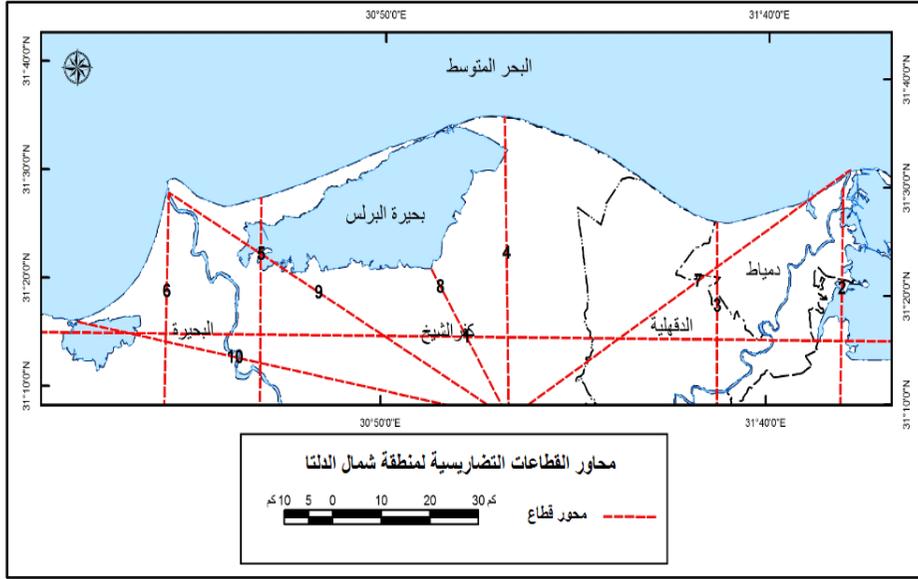
شكل (١٠)

وهذه ما تشير اليه وتؤكد القطاعات التضاريسية التي تم انشائها من نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة ، والتحليل الاحصائي لمكوناتها ، وبلغ عدد هذه

القطاعات عشر قطاعات تغطي سطح المنطقة باتجاهات متباينة وعلى محاور مختلفة كما يوضحها الجدول (٤) ، الشكل (١١).

جدول رقم (٤) الخصائص الهندسية والاحصائية لمحاور القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة *

| رقم القطاع | محور القطاع | اتجاهه | الطول/كم | متوسط المنسوب | الانحراف المعياري | اتجاه الزيادة |
|------------|--------------------------|------------|----------|---------------|-------------------|---------------|
| | | | | Average | St.D | Trend |
| ١ | المنزلة – ادكو | شرق/ غرب | ١٧٧,٦ | ١,١ | ٢,١ | الى الغرب |
| ٢ | دمياط – المنزلة | شمال/ جنوب | ٤١,١ | ١,١ | ٢,١ | الى الشمال |
| ٣ | جمصة شربين | شمال/ جنوب | ٣٤,١ | ١,٩ | ١,٥ | الى الجنوب |
| ٤ | بلطيم – بيلا | شمال/ جنوب | ٥١,٦ | ١,٧ | ١,٣ | الى الجنوب |
| ٥ | البرلس – فوة | شمال/ جنوب | ٣٨,١ | ٠,٣ | ١,٥ | الى الجنوب |
| ٦ | رشيد – دمنهور | شمال/ جنوب | ٣٨,٢ | ١,٣- | ١,٨ | الى الشمال |
| ٧ | كفر الشيخ - دمياط | جنوب/ش.ق | ٨٢,٣ | ٢,٣ | ١,٥ | الى ش.ق |
| ٨ | كفر الشيخ – بحيرة البرلس | ج/ش.ش.غ | ٣٠,٣ | ٢,٣ | ١,٣ | الى الجنوب |
| ٩ | كفر الشيخ – رشيد | ج/ش.غ | ٨٠,١ | ١,٨ | ١,٩ | الى الجنوب |
| ١٠ | كفر الشيخ – ادكو | ج/ش.ش.غ | ٩٠,٣ | ١,٠ | ٢,٩ | الى الجنوب |
| | المتوسط | | ٦٦,٤ | ١,٢ | ١,٨ | |



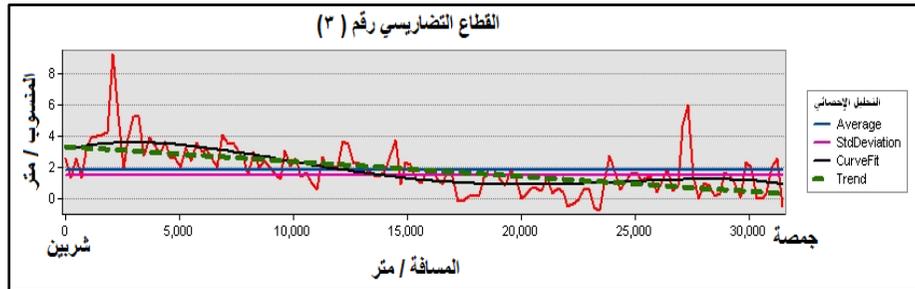
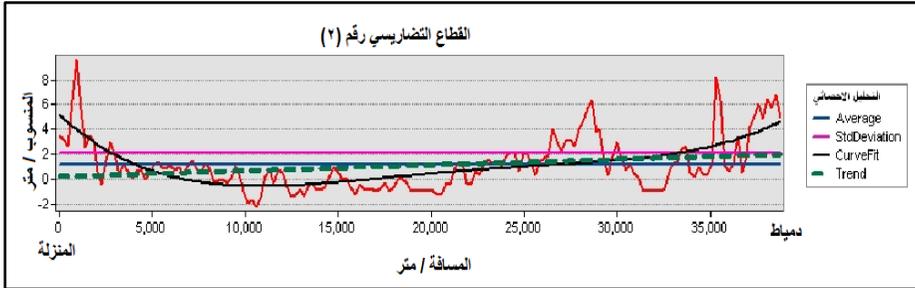
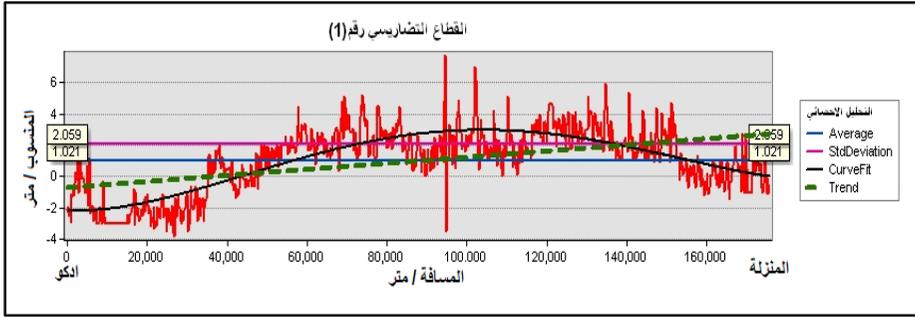
شكل (١١)

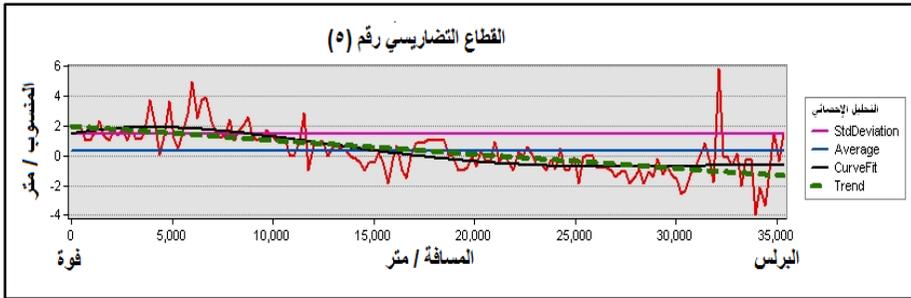
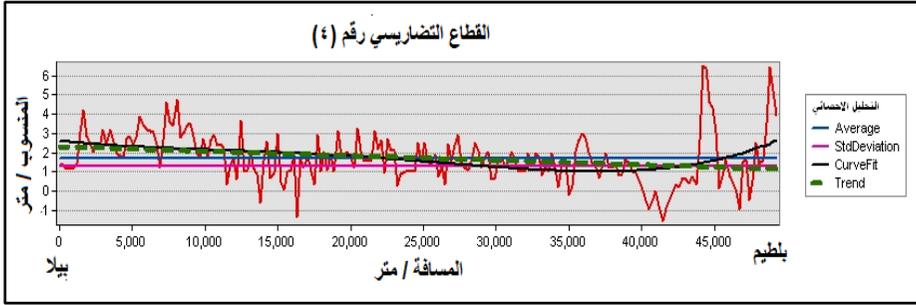
هذا ويوضح الشكل (١٢) القطاعات تمثيل القطاعات التضاريسية العشر السابق تحديد محاورها على خريطة المنطقة (شكل ١١) ومن خلال بيانات الجدول (٤) والشكل (١٢) نستطيع ان نتبين الخصائص الاتية عن هذه القطاعات وسمات السطح في منطقة شمال الدلتا :

- تباينت اطوال القطاعات ما بين (٦,١٧٧ كم) للقطاع الاول الذي يمتد محوره من الشرق الى الغرب ما بين السواحل الغربية لبحيرة المنزلة شرقاً ، والسواحل الشرقية لبحيرة ادكو غرباً ، وبين (٣,٣٠ كم) فقط للقطاع الثامن الذي يمثل محور كفر الشيخ - بحيرة البرلس باتجاه عام من الجنوب الى شمال الشمال الغربي .
- تختلف ايضاً اتجاهات محاور القطاعات بحيث بلغ عدد القطاعات التي تمتد محاورها باتجاه عام من الشمال الى الجنوب (٥) قطاعات تهدف الى التعرف على التغير في مناسيب السطح لمنطقة شمال الدلتا في اتجاه التعامد العام لليابس الدلتاوى مع مياه البحر ، وتمتد هذه القطاعات مع محاور (دمياط - المنزلة ، و جمصة - شربين ، و بلطيم بيلا ، والبرلس - فوة ، و رشيد دمنهور) ، كما يوجد قطاع واحد فقط يمثل الاتجاه من الجنوب الى الشمال الشرقي هو القطاع رقم (٧) والذي يمتد عبر محور كفر الشيخ دمياط ، وثلاثة قطاعات تمتد محاورها باتجاه عام من الجنوب الى الشمال

- الغربي هي القطاعات (٨ ، ٩ ، ١٠) وتبدأ جميعها من كفر الشيخ في اتجاه كل من ساحل بحيرة البرلس ، ورشيد ، وساحل بحيرة ادكو) .
- بلغ المتوسط العام لمناسيب سطح الارض على امتداد محاور القطاعات في منطقة الدراسة (١ ، ٢ م) ، وقد بلغ اقصاه (٢ ، ٣) على امتداد كل من القطاعين السابع والثامن الذين يمتدان خلال محوري كفر الشيخ دمياط ، وكفر الشيخ البرلس ، وادناه على امتداد القطاع السادس محور رشيد دمنهور بقيمة (- ٠ ، ٣ م) .
- يشير منحنى الاتجاه العام Trend لمناسيب سطح الارض على امتدادات محاور القطاعات التضاريسية الى ان غالبيتها تزيد بالاتجاه نحو الجنوب باستثناء اثنين من القطاعات ينعكس فيهما الاتجاه العام لارتفاع سطح الارض الى الشمال تشمل محوري (دمياط المنزلة ، رشيد دمنهور) ولعل هذا الانقلاب (النسبي) في اتجاه زيادة منسوب سطح الارض على امتداد هذين المحورين تحديداً مرتبط بعاملين الاول هو مرور محوري القطاعين عبر الاراضي المنخفضة حول البحيرات والتي ينخفض فيها منسوب السطح الى ما دون سطح البحر (غرب المنزلة ، وشرق ادكو) ، مع وجود بروزات يابسة ذات مناسيب مرتفعة نسبياً على هوامش سواحل الدلتا (غرب دمياط ، رشيد) ، ويؤشر ذلك على ان هذه المحاور ربما تكون الاكثر تعرضاً لعملية الغمر وطغيان البحر عليها اذا ما تعرضت العقبات الرملية الساحلية الى الازالة او الانهيار ، وتكثر النماذج المصغرة الدالة على ذلك على امتداد المناطق الساحلية التي يكتنفها الكبان الرملية وما يتخللها من منافذ تسلكها الآن مياه البحر اثناء فترات المد اليومية فتغرق مساحات شاسعة على الساحل خلف هذه الكبان مكونة ما يعرف بمسطحات المد .
- وعلى امتداد محور القطاع رقم (١) المنزلة - ادكو يتجه سطح الارض بصفة امة الى الارتفاع بالاتجاه شرقاً اي باتجاه بحيرة المنزلة ، رغم ان طرفي القطاع يقعان في اراضي مجاور للبحيرات (تحت مستوي سطح البحر) الا ان منسوب الاراضي المجاورة لبحيرة ادكو اكثر انخفاضاً ، يليها الارتفاع التدريجي لسطح الدلتا بالاتجاه نحو الشرق ربما بسبب حركات الرفع التكتونية التي اثرت على شرق الدلتا فيما مضى ، ولهذا كان مستوي فرع دمياط أعلى من منسوب فرع رشيد بحوالي مترين (محمد صفي الدين ابو العز ، ١٩٩٩ ، ص. ٢٢٨) .
- يشير منحنى القطاع (Curve fit) الى اتخاذ سطح الدلتا ما بين بحيرة المنزلة وادكو الشكل القبابي الذي يميل الى التحذب في منتصف المسافة

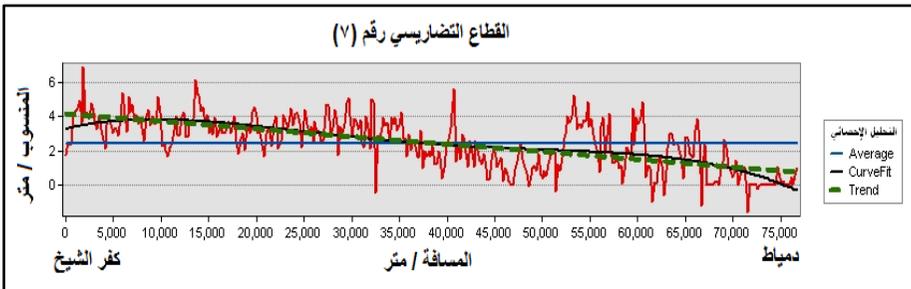
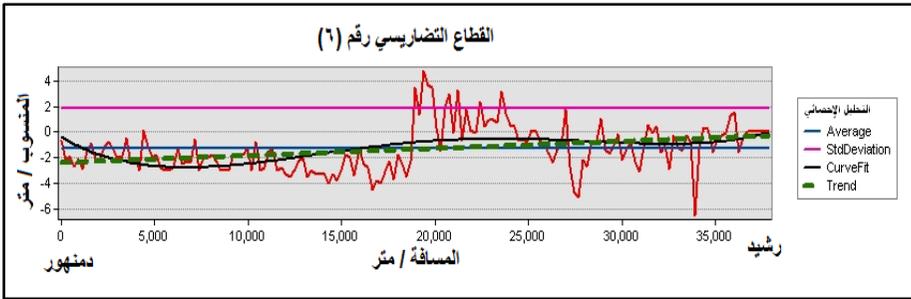
بين طرفى القطاع تقريباً ، والتقع لادي الاطراف حيث ينتهي طرفا القطاع كما سبقت الاشارة الى اراضي منخفضة على هوامش سواحل البحيرتين . بينما يتحدب سطح منطقة الدراسة على محاور معظم القطاعات التضاريسية فى الجزء الجنوبي منه ، ثم يبل الى التقع فى نهايتها الشمالية عند التقائها بالبحر ، يستثنى من ذلك القطاعان اللذان يمتدان عبر محور دمياط المنزلة ، ورشيد دمنهور ، حيث يعكس الوضع تماماً فيتحول شكل السطح الى التحدب شمالاً والتقع الخفيف فى الجنوب ، وذلك لنفس الاسباب التى يتغير بسببها الاتجاه العام للمناسيب فى المنطقة .

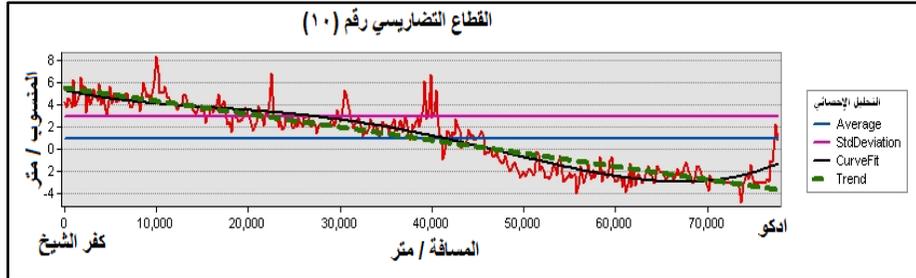
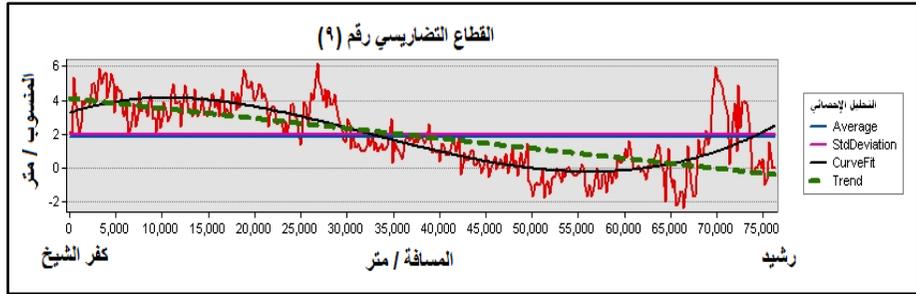
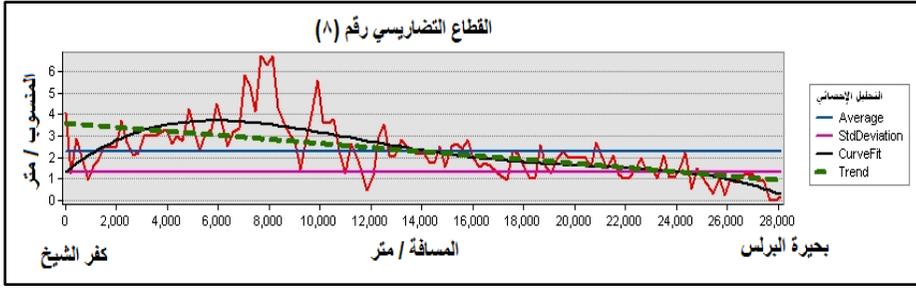




المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis10.2 ، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (١٢ / أ) القطاعات التضاريسية لمنطقة شمال الدلتا





شكل (١٢/ب) القطاعات التضاريسية لمنطقة شمال الدلتا

- ومن القطاعات التي شذت عن الشكل العام في سطح المنطقة القطاع رقم (٤) على محور بلطيم بيلا ، الا ان الشذوذ هنا يتمثل في اختفاء العناصر المقعرة والمحدبة تقريبا من على اجزاء القطاع الذي يغلب عليه الانحدار التدريجي شبه المستقيم للسطح على امتداده .

٢. درجة الانحدار slope

يغلب على سطح شمال الدلتا الاستواء ، ودرجات الانحدار الهينة في كل اجزائها ، حيث تشير خريطة الانحدار Slope Map المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة الى سيادة درجات الانحدار التي تتراوح ما بين (٠ - ٣) ، في ارجائها ، باستثناء جوانب التلال والكتبان الرملية الممتدة على هواش الشريط الساحلي ، خاصة المتمركز الى الجنوب الغربي من

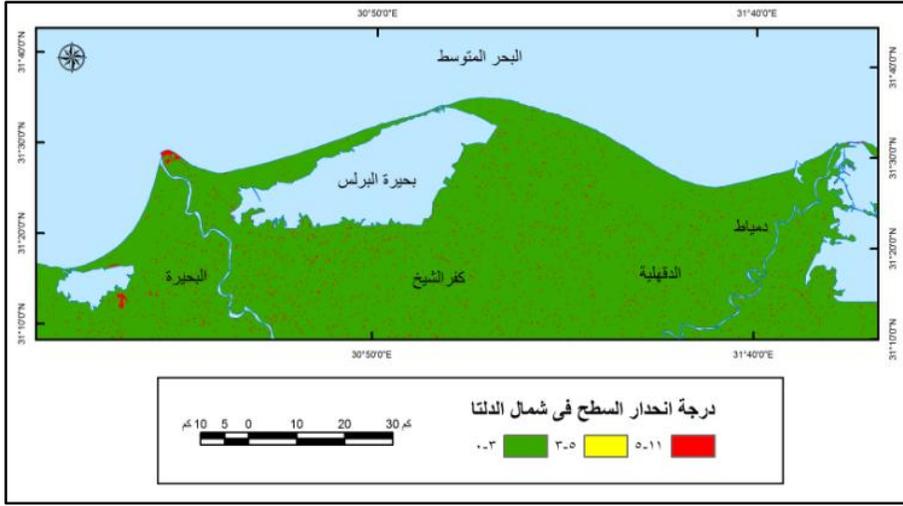
رشيد ، وشرق بلطيم ، والى الغرب من دمياط ، وكذلك بعض التلال المنتشرة الى الجنوب من بحيرة البرلس وادكو ، حيث تتراوح درجات الانحدار فوق جوانب هذه التلال والكثبان ما بين (٥-١١) .
ويعكس ذلك ما يتميز به هذا الجزء من دلتا النيل بالاستواء وانخفاض المنسوب ، حيث تنتشر فيه ظاهرة الصرف بالرفع ، على العكس الجزء الجنوبي منها الذي يتميز بسيادة ظاهرة الري بالرفع (جمال حمدان، ١٩٨٠، ص. ٨١١) ، كم يتميز هذا الجزء من الدلتا عن سواه بانه اكثرها تغضناً بالتباين المحلى لاسيما على هوامشة الشمالية بفضل الكثبان الساحلية ، والداخلية التى ادت الى وجود بعض التباين النسبي فى درجات الانحدار .

٣. اتجاهات الانحدار Aspect

تتحدرو اراضي منطقة الدراسة بصفة عامة الى صوب البحر المتوسط ، وفى ثلاث اتجاهات رئيسية :

- اتجاه الشمال الشرقي : وتتحدرو اليه كل الاراضي التى تشغل الجزء الغربى من الدلتا حول فرع رشيد وبالقرب من مصبه ، مع الاراضي الواقعة الى الغرب منه .
 - اتجاه الشمال الغربى : وتتحدرو اليه كل الاراضي التى تشغل شرق الدلتا حول فرع رشيد وبالقرب من مصبه ، بالاضافة الى الاراضي الواقعة الى الغرب منه .
 - اتجاه الشمال : وتتحدرو اليه معظم الاراضي الوسطى الواقعة بين الفرعين .
- ويدلل الامتداد القوسي ليابس الدلتا فى الوسط وتراجعة على الجانبين ، مع هذه الاتجاهات الرئيسية للانحدارات على ان نمو الارساب الدلتاوي تميز بزيادة معدله فى الوسط عن نظيره لذي الاطراف .

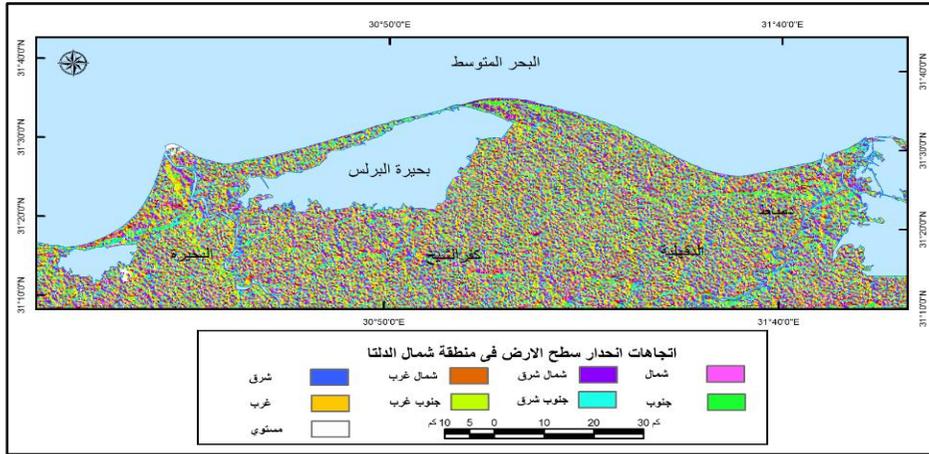
وبالإضافة الى هذه الاتجاهات الرئيسية ، ونتيجة الى الاجتلافات المحلية فى ارتفاعات السطح (تغضنه) توجد بعض الاتجاهات المختلفة على المستوي التفصيلي ، كلانحدار فى اتجاه الجنوب والغرب والشرق ، وتبين خريطة اتجاهات انحدار السطح هذا التباين التفصيلي فى اتجاه سطح الارض فى المنطقة (شكل ١٤) .



شكل (١٣)

٤. الاطار المائي للدلتا Water neighborhood

يقصد بالجوار المائي للدلتا كل الكتل المائية التي تجاورها ، وتتصل اتصالاً مباشراً معها ، حيث تتصل منطقة شمال الدلتا بالبحر فضلاً عن الاتصال المباشر به بخمسة كتل مائية ، ثلاثة منها تمثل اذرعاً وامتدادات مائية مباشرة للبحر متداخلة في يابس الدلتا هي مسطحات بحيرات المنزلة ، والبرلس ، وادكو ، حيث لا يفصلها عن البحر الا نطاق ضيق من الالسنة الارسابية التي لا يمكنها حسم الفصل التام بين البحر وهذه المسطحات المائية البحرية .



المصدر : من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGis10.2 ، اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي.

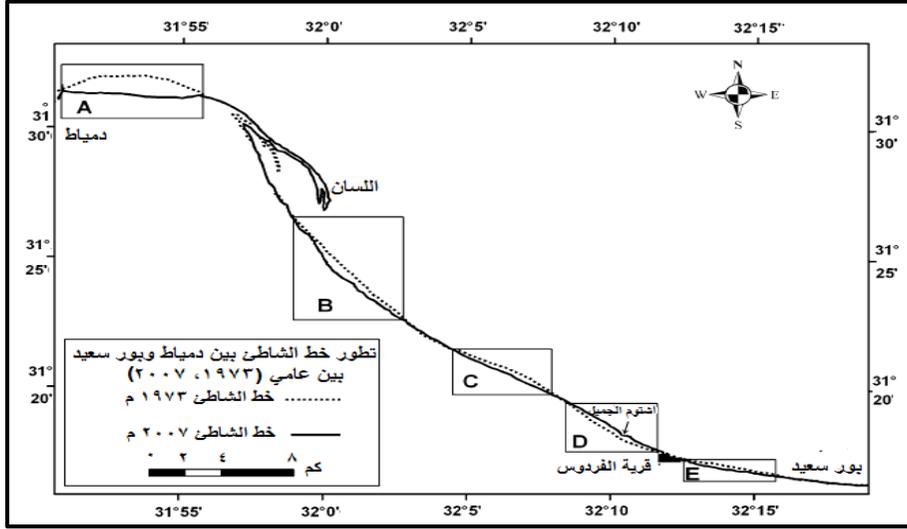
شكل (١٤)

والكتلتان الاخيرتان من الكتل المائية التي تصل الدلتا بالبحر هما مسطحا فرعي رشيد ودمياط ، اللذان ينقلان مياه النيل الى البحر ، والشاهد من ذكر هذه الكتل المائية التي تحف ، او تقطع كتلة الدلتا الارسابية لتصلها بمياه البحر ، هو انها تمثل نقاط ضعف امام اي تغير ايجابي فى مستوي سطح البحر ، وقد تمثل محاور طغيان رئيسي للمياه على كتلة الدلتا فى نطاقها الشمالى (منطقة الدراسة) ، كما ان هذه الكتل المائية تمثل الان مصدر رئيساً من مصادر الماء الارضى فى التربة المجاورة لها سواء على جانبي الفرعين ، ام على هوامش البحرات الثلاثة ، والتي تعرف بنطاق البراري الذي يشمل الاراضي المنخفضة المجاورة للبحيرات ، التي تتعرض الى النشع المستمر الذي يتطور الى الغمر والطغيان فى اوقات العواصف البحرية.

٥. توقف نمو الدلتا

كان من نتيجة ضبط مائة النيل فى مصر، ومع بداية عصر السدود والخزانات ومشاريع الري الدائم ، ان قل ايراد تصريف النهر مائياً وارسابياً ، الامر الذي انعكس على تباطؤ نمو الدلتا وتقدمها على حساب البحر ، فبعد ان كان بمعدل نمو الدلتا سنوياً (٤) متر ، توقف نموها الان لاسيما بعد بناء السد العالى ، بل نستطيع القول ان ساحل الدلتا تحول منذ بدأ التحكم فى مائة نهر النيل من ساحل ارساب الي ساحل نحت وتعرية ، وتحولت الدلتا من عصر غزو البر للبحر الى عصر غزو البحر للبر (جمال حمدان، مرجع سابق ص. ٧٩٣)

وليس ادل على حدوث هذا التحول فى كتلة الدلتا من النمو الى التوقف فالترجع ، ما اثبتته دراسة معدلات التغير الذي اصاب ساحل الدلتا فى الفترة ما بين (١٩٧٣ : الى ٢٠٠٧) حيث اثبتت المرئيات الفضائية تراجع خط الشاطئ فى الجزء الشرقى من الدلتا فيما بين مصب دمياط وحتى فتحة قناة السويس بمعدلات متباينة نتيجة الاختلافات المحلية التي تميز خط الشاطئ ، وبرزها اتجاه الساحل وحركة التيارات البحرية الموازية له ، ويوضح الشكل (١٥) مقارنة امتداد خط الشاطئ فى المنطقة عامي (١٩٧٣ ، ٢٠٠٧) ، وبعض مناطق التراجع او التقدم على امتداده .



(Modified after: El-Asmar & Hereher, P.4)

شكل (١٥)

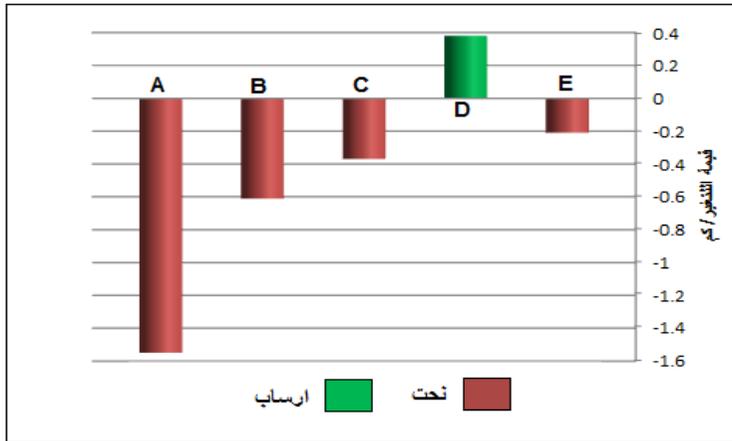
ومن خلال الشكل يمكن ان تستنتج الاتي :

- شهد خط الساحل فيما بين دمياط و بور سعيد تغيراً ملحوظاً في خمسة قطاعات موضحة بالشكل وتحمل الحروف الابجدية (A , B , C , D , E) ، وقد بلغ اجمالى اطوال هذه القطاعات من خط الشاطئ (٣٦,٣ كم) تمثل حوالى (٥٠%) من طول الساحل بين دمياط وبورسعيد .
- شهد خط الشاطئ على امتداد اربعة قطاعات من الخمسة تراجعاً لليابس امام البحر ، هي القطاعات (A , B , C , E) تمثل مجتمعة (٢٨,٩ كم) ، بينما شهد خط الساحل تقدماً لليابس على حساب البحر فى قطاع واح فقط هو القطاع (E) بطول لم يتجاوز (٧,٤ كم) فقط ، وهو ما يؤشر الى ان غالبية الشاطئ فى حالة تراجع باستثناء اجزاء قليلة منه هى التى تتقدم على حساب البحر ولاسباب فى اغلبها بشري مرتبط بحماية الشواطئ .
- تراوح مقدار التراجع لخط الشاطئ شرق دمياط ما بين (١,٥٥ كم) للقطاع (A) الذي يمثل راس مصب دمياط على البحر ، بعدل تراجع سنوي بلغ (٤٤,١ متر / سنة) ، وهو اكثر قطاعات الشاطئ تراجعاً ، وبين قطاع (E) الذي يمتد يبعد عن بورسعيد بحوالى (٢ كم) غرباً ، حيث بلغ اجمالى تراجعه (٠,٢١ كم) ، بمعدل سنوي بلغ (٦,٢ متر / سنة) .

جدول (٥) مقدار ومعدل التغير لساحل الدلتا الشمالي
بين دمياط وبورسعيد بين عامي (١٩٧٣، ٢٠٠٧)

| معدل التغير السنوي / متر | مقدار التغير / كم | | الطول / كم | القطاع |
|-----------------------------|-------------------|-------------|------------|----------|
| | تقدم (ارساب) | تراجع (نحت) | | |
| ٤٤,١ | | ١,٥٥ | ٧,٨ | A |
| ١٨,٠ | | ٠,٦١ | ٩,٧ | B |
| ١١,١ | | ٠,٣٧ | ٦,٣ | C |
| ١١,٢ | ٠,٣٨ | | ٧,٤ | D |
| ٦,٢ | | ٠,٢١ | ٥,١ | E |
| - | - | - | ٣٦,٣ | الاجمالي |

- بلغ اجمالى التقدم الذي احرزه خط الشاطئ فى القطاع (D) حوالى (٠,٣٨ كم) ، بمعدل سنوي بلغ (١١,٢ متر / سنة) ، ويعود ذلك الى انشاء حاجزان صخريان لحماية فتحة بوغاز بحيرة المنزلة (اشتوم الجميل) ، حيث ساعدا على حماية الشاطئ فى هذا القطاع من التعرية البحرية ، حالا دون تراجعها ، يوضح الشكل (١٦) التمثيل البياني لقيم التغير فى خط الشاطئ بين دمياط وبورسعيد لذي القطاعات الخمسة .



شكل (١٦) قيم تغير الشاطئ بين دمياط وبورسعيد بين عامي
(١٩٧٣، ٢٠٠٧)

ثالثاً: تأثير تغير مستوي سطح البحر على التربة فى شمال الدلتا

يتمثل التأثير المباشر لزيادة مستوي سطح البحر على التربة فى النطاق الشمالى من الدلتا فى تغير اثنين من اهم خصائها التى تتحكم فى مدي جدارتها الانتاجية او تدهورها ، هما: الخصائص الكيميائية متمثلة فى درجة ملوحتها ، والخصائص الفيزيائية متمثلة فى منسوب الماء الارضى بها وقد اعتمد فى دراسة هاتين الخاصيتين على الدراسات التى توفرت عن المنطقة فى عام ١٩٨١ ، من قبل كل من (Elbaroudy .A.,1981)، بالإضافة الى اجراء تحليل درجة التربة لعدد العينات التى تم اخذها من نفس المواقع التى تم اجراء التحليلات لها عام ١٩٨١ ، وقد بلغ عددها نحو (٤٩) عينة موزعة فى انحاء المنطقة كما الشكل (١٦) ، وفيما يلي دراسة كل من خصائص الملوحة ومنسوب الماء الأرضي بمنطقة الدراسة :

(١) الملوحة :

تم تقدير ملوحة التربة فى منطقة الدراسة (مليموز / سم) عن طريق قياس التوصيل الكهربائي Electrical conductivity من المستخلص المائى لعجينة التربة المشبعة Saturated soil-water paste ، وذلك فى معامل قسم الاراضى والمياة بكلية الزراعة جامعة طنطا ، وقد خلصت عملية التحليل الى النتائج التى يوضحها الجدول رقم (٦) مقارنة بنتائج التحليلات التى تمت عام ١٩٨١ م ، وقد تم حساب معدل التغير السنوي لقيم ملوحة التربة فى منطقة شمال الدلتا ، عن طريق قسمة الفارق بين قيم التحليلين على عدد السنوات فيما بينهما اما كل عينة من العينات .

ومن خلال الجدول نستطيع استخلاص النتائج الاتية :

- تباينت قيم ملوحة التربة على مستوي المنطقة تبايناً كبيراً ، فى ضوء نتائج التحليل الذى تم لعينات التربة ، حيث بلغ مدي القيم بين اعلى قيمة للملوحة وادنى قيمة لها (١٣٦ ، ٢٨٣ ملليموز / سم) لعامي ١٩٨١ ، ٢٠١٤ على الترتيب ، مع تفوق واضح فى مدي الملوحة عام (٢٠١٤م) .
- زادت قيم الملوحة فى (٣٢) موضعاً من مواضع العينات تمثل (٨٠%) من اجمالى هذه العينات التى تم دراستها فى عام ٢٠١٤ عن قيم نظيراتها فى عام ١٩٨١م، بينما انخفضت قيم الملوحة فى مواضع (٩) فقط تمثل (٢٠%) من عدد العينات المدروسة عن قيم نظيراتها فى عام ١٩٨١م ، يرتبط توزيعها بمناطق الاستصلاح الواقعة الى الجنوب الغربى من بطيم

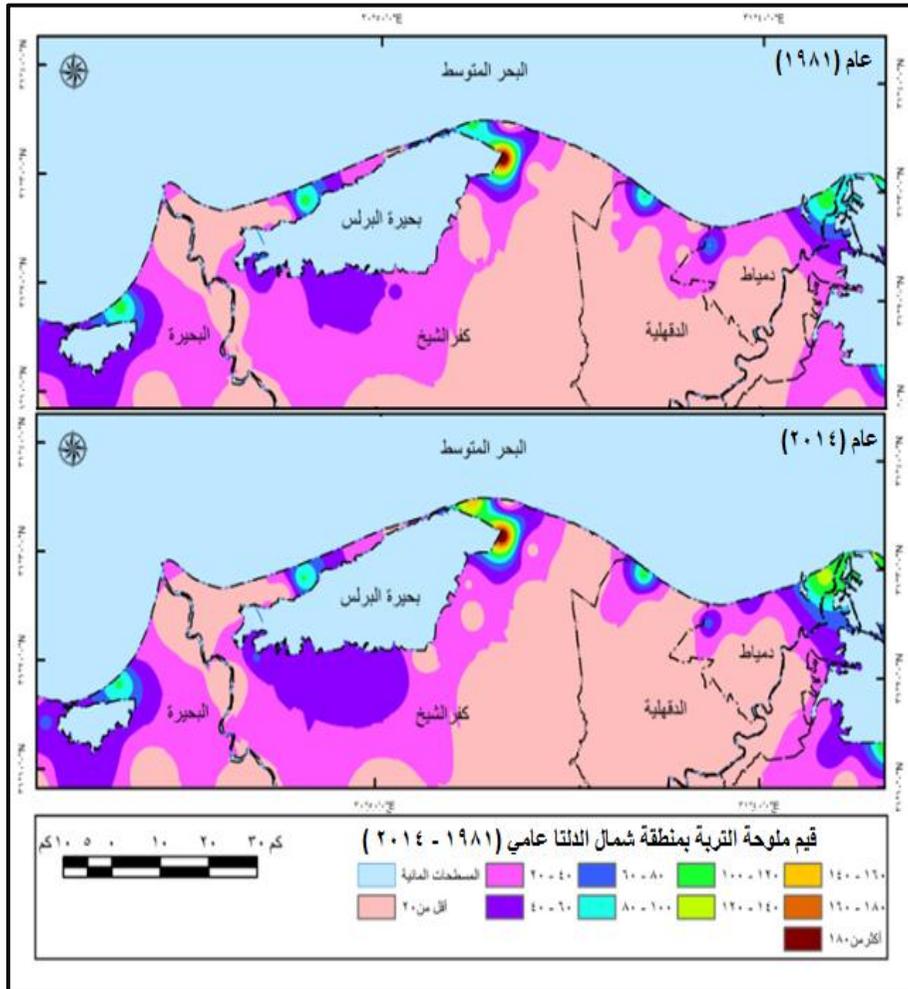
والى الغرب من رشيد ، نظراً لقربها من فرع رشيد مصدر المياه العذبة بالمناطق المجاورة ، ومحاولات الاستصلاح والتحسين المستمر للتربة فى هذه المناطق .

- بلغ معدل التغير السنوي فى ملوحة التربة فى شمال الدلتا (٠,٥٥ ملليموز/سم / سنة) وقد تراوح هذا التباين ما بين (- ٠,٦ ملليموز) تمثله العينة رقم (٣٠) كحد ادنى ، و (٣,٥٥ ملليموز) كحد اقصى .

جدول (٦) قيم الملوحة ومعدل تغيرها السنوي لعينات التربة بمنطقة الدراسة عامي (١٩٨١-٢٠١٤م)

| معدل التغير السنوي | الملوحة (مليموز/سم) | | رقم العينة | معدل التغير السنوي | الملوحة (مليموز/سم) | | رقم العينة |
|--------------------|---------------------|-------|------------|--------------------|---------------------|-------|------------|
| | ١٩٨١ | ٢٠١٤ | | | ١٩٨١ | ٢٠١٤ | |
| 0.722 | ٢٩,٨ | ٥٣,٦٢ | ٢٩ | 0.060 | ٧,٥٦ | ٩,٥٣ | ١ |
| -0.685 | ٦٥,٣ | ٤٢,٧ | ٣٠ | 0.575 | ٧٧,٣٢ | ٩٦,٣ | ٢ |
| 0.140 | ١٠,٤٣ | ١٥,٠٥ | ٣١ | 2.379 | ١٠٠,٧ | ١٧٩,٢ | ٣ |
| 0.119 | ٥,٧ | ٩,٦٤ | ٣٢ | 1.207 | ٣٢,٩٨ | ٧٢,٨ | ٤ |
| 0.099 | ٥,٧ | ٨,٩٦ | ٣٣ | 0.219 | ١٠,٩٧ | ١٨,٢ | ٥ |
| 0.101 | ٤,٦ | ٧,٩٤ | ٣٤ | 0.123 | ٧,٥٤ | ١١,٥٩ | ٧ |
| 0.576 | ١٠,٧ | ٢٩,٧ | ٣٥ | -0.160 | ١٠,٦٥ | ٥,٣٦ | ٨ |
| 0.221 | ١٣,٨ | ٢١,١ | ٣٦ | -0.354 | ١٦,٧٩ | ٥,١٢ | ٩ |
| 0.527 | ٢٢,٣ | ٣٩,٧ | ٣٧ | 1.730 | ٩٦,٩ | ١٥٤ | ١٠ |
| 0.582 | ٤٧,٩ | ٦٧,١ | ٣٨ | 0.753 | ٢٠,٣٢ | ٤٥,١٨ | ١١ |
| 0.533 | ٥٦,٩ | ٧٤,٥ | ٣٩ | -0.252 | ٢٣,٦٥ | ١٥,٣٢ | ١٢ |
| 0.464 | ٦٨,٣ | ٨٣,٦ | ٤٠ | 0.228 | ٣,٦ | ١١,١٢ | ١٦ |
| 1.348 | ٤٦,٨ | ٩١,٣ | ٤١ | 0.066 | ٤,٣٧ | ٦,٥٥ | ١٧ |
| 0.128 | ٥,٥ | ٩,٧١ | ٤٢ | -0.098 | ٩,٥٤ | ٦,٣٢ | ١٨ |
| 1.370 | ٣٩,٧ | ٨٤,٩ | ٤٣ | 0.024 | ٤,٥٦ | ٥,٣٦ | ١٩ |
| 1.412 | ٤٠,٦ | ٨٧,٢ | ٤٤ | 0.443 | ١٠,١٤ | ٢٤,٧٧ | ٢٠ |
| 0.184 | ٧,٩ | ١٣,٩٨ | ٤٥ | 0.140 | ٧,٢٤ | ١١,٨٦ | ٢١ |
| 1.194 | ٢٦,٨ | ٦٦,٢ | ٤٦ | 2.915 | ١٨٩,٤ | ٢٨٥,٦ | ٢٢ |
| -0.079 | ٦,٤ | ٣,٧٨ | ٤٧ | 0.325 | ٣,٠٦ | ١٣,٨ | ٢٥ |
| -0.048 | ٦,٤ | ٤,٨٢ | ٤٨ | 3.548 | ١٠٠,٥ | ٢١٧,٦ | ٢٦ |
| 0.081 | ٦,٥ | ٩,١٧ | ٤٩ | -0.314 | ٢٨,٦٥ | ١٨,٣ | ٢٧ |
| 0.56 | ٣٢,٤ | ٥٠,٨١ | المتوسط | 1.391 | ١٠٠,٨ | ١٤٦,٧ | ٢٨ |

ويوضح الشكل رقم (١٦) التوزيع المكاني لقيم ملوحة التربة باستخدام احي اليات نظم المعلومات الجغرافية بالمعروفة بالاستنباط Interpolation ، والتي يتم فيها عملية التوقع او التخمين Prediction لقيم الملوحة فى المنطقة ككل اعتماداً على قيم ملوحة العينات المدروسة Data Samples ، لعامي (١٩٨١ ، ٢٠١٤) ، من دراسة الخريطة يمكن تصنيف بمنطقة الدراسة حسب ملوحة التربة فيها ثلاثة فئات رئيسية :



شكل (١٦)

الفئة الاولى : تشمل المناطق الاشد ملوحة وتزيد فيها الملوحة عن (٨٠ ملليموز / سم) وتتركز هذه المناطق على الهوامش الشمالية من الدلتا فى

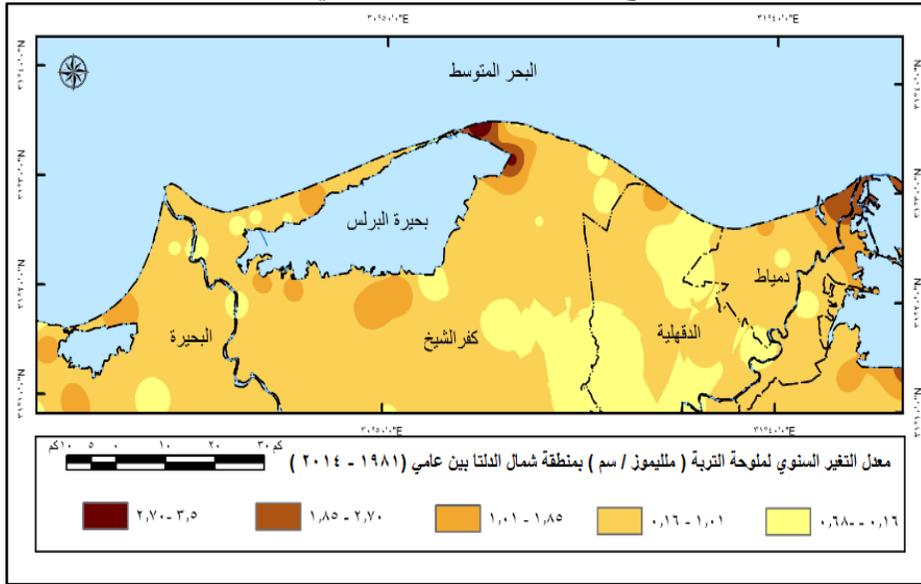
ثلاثة مناطق رئيسية تشمل الاراضي المجاورة للبحيرات من الشمال ، وتشمل مناطق شمال شرق بحيرة ادكو ، وشمال شرق بحيرة البرلس الى الشرق من بلطيم ، باضافة الى مثلث شمال غرب بحيرة المنزلة ، وهي مناطق تخضع للتاثير المزدوج لمياه البحر من الشمال ومياه البحيرات المالحة من الجنوب ، كما ينتمي الى هذه الفئة ايضاً مسطحات السبخات والملاحات التي تمتد على طول الهامش الشمالي من المنطقة شرق وغرب مدينة جمصة ، وعلى امتداد اللسان الارسابي الفاصل بين بحيرة البرلس والبحر المتوسط.

– **الفئة الثانية :** وتشمل المناطق المتوسطة الملوحة والتي تتراوح ملوحتها ما بين (٢٠ – ٨٠ ملليموز) ، وتمتد اراضي هذه الفئة كإطار شبه متصل يحيط بالبحيرات الثلاث من كافة اتجاهات بالاستثناء اراضي الفئة السابقة ، ويمكن تسقيم هذا الاطار الى ثلاثة اجزاء رئيسية كل منها يرتبط في توزيعه وامتداده باحدي البحيرات الثلاث ويقع اكبرها مساحة بمحافظة كفر الشيخ الى الجنوب من بحيرة البرلس لا سيما في جنوبها الغربي حيث تكاد اراضيها تتصل بنظيرتها حول بحيرة ادكو غرباً لولا امتداد فرع رشيد فيما بينهما ، ويلى نطاق بحيرة البرلس من حيث المساحة داخل منطقة الدراسة النطاق المحيط ببحيرة ادكو من الجنوب والشرق ، ثم نطاق غرب بحيرة المنزلة ، وينتمي الى هذه الفئة ايضاً الاراضي الواقعة الى الجنوب مباشرة من اراضي الفئة الاولى على امتداد الساحل الشمالي لاسيما بين دمياط وجمصة .

– **الفئة الثالثة :** تشمل الاراضي التي تقل ملوحتها عن (٢٠ ملليموز/سم) وتمتد اراضيها الجنوب من اراضي الفئة الثانية في محافظة البحيرة ، والى الجنوب والشرق بمحافظة كفر الشيخ ، ومعظم اراضي محافظة الدقهلية بمنطقة الدراسة باستثناء هوامشها الشمالية ، وجنوب وغرب محافظة دمياط ، بالاضافة الى لسان طولى يمتد من الشمال الى الجنوب بمحاذاة مجري فرع رشيد بداية من نطاق الكتبان الرملية وكذلك محاولات تحسين الصرف في الدراسة ، يبدو تاثير الكتبان الرملية وكذلك محاولات تحسين الصرف في الاراضي الواقعة الى الشرق من بلطيم ، والى الغرب من جمصة حيث تتركز مزارع البلح والجوافة الى امتداد جزء من اراضي فئة الملوحة المنخفضة حتى ساحل البحر شمالاً.

وبمقارنة توزيع قيم الملوحة بمنطقة شمال الدلتا بين عامي (١٩٨١ ، ٢٠١٤) يمكن ملاحظة الاتي:

- ان اراضي الفئة الاولى (الاشد ملوحة) لم يطرأ على تغييراً مساحياً كبيراً ، وانما قد زادت الملوحة فيها تركزاً ، لاسيما في المنطقة الواقعة شمال شرق بحيرة البرلس ، وشمال غرب بحيرة المنزلة .
- تمددت اراضي الفئة الثانية (متوسطة الملوحة) في منطقة الدراسة على حساب اراضي الفئة الثالثة ، لاسيما الاراضي الى الجنوب والجنوب الغربي من بحيرة البرلس ، وغرب بحيرة المنزلة ، وكان من نتيجة ذلك ان النطاق الشريطي الضيق من الاراضي قليلة الملوحة على ضفتي فرع رشيد قد تقلص بشكل واضح لاسيما في جزئه الجنوبي .



شكل (١٧)

ويشير الشكل (١٧) الذي يوضع معدل التغير السنوي لملوحة التربة في المنطقة الى ان اراضي الفئة الاولى (الاشد ملوحة) هي الاراضي الاسرع تغييراً بالزيادة في منطقة الدراسة حيث تشهد تغييراً سنوياً في ملوحتها يتراوح ما بين (٢,٧ - ٣,٥ ملليموز / سم / سنوياً) ، يليها الاراضي متوسطة الملوحة في التي تشهد تغييراً سنوياً يتراوح ما بين (٠,١٦ - ١,٨٥ ملليموز / سم / سنوياً) ، اما الاراضي الاقل ملوحة في المنطقة فهي الاقل في معدل تغييرها وتتركز بصفة عامة في جنوب المنطقة ومناطق تركيز الكثبان ، بحيث لا يتعدى معدل تعبير الملوحة بها (٠,١٦ ملليموز / سم / سنوياً) . ويمكن ان نستنتج مما سبق ان القاعدة العامة التي تحكم ملوحة التربة في المنطقة هي زيادتها بالاتجاه نحو

الشمال / وبالقرب من مسطحات البحيرات الشمالية الثلاث (المنزلة ، و
البرلس ، ادكو) .

وللوقوف بدقة على اتجاهات زيادة الملوحة على مستوى منطقة الدراسة
تم انشاء عشرة منحنيات بيانية لملوحة التربة اعتماداً على توزيعها المكاني
بالمنطقة ، وتم الاعتماد على نفس المحاور التي استخدمت كمحاور للقطاعات
التضاريسية للسطح ، ويوضح الجدول (٧) خصائص هذه المنحنيات ، بينما يتم
تمثيلها فى الشكل (١٨) .

جدول (٧) العناصر الهندسية والاحصائية لمنحنيات الملوحة فى منطقة شمال الدلتا

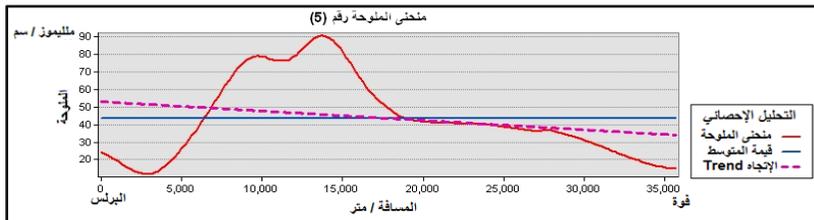
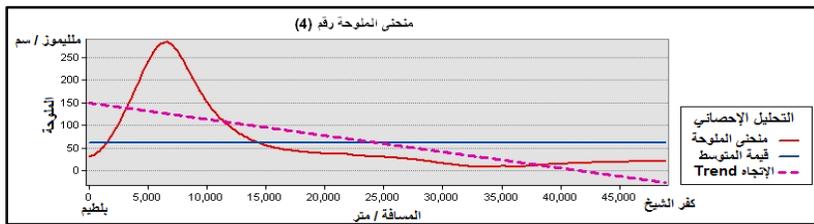
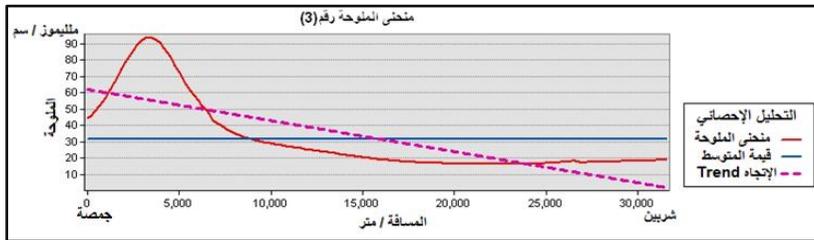
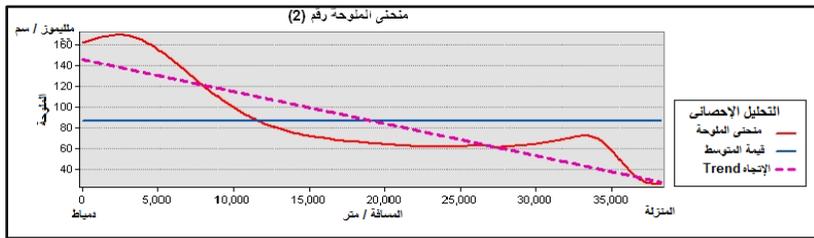
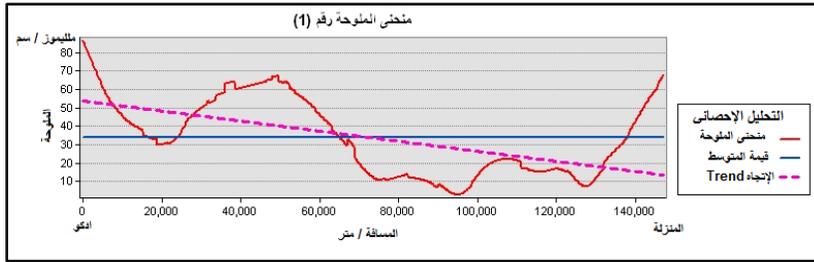
| رقم المنحني | محور المنحني | اتجاهه | الطول/كم | متوسط المنسوب متر | متوسط الملوحة ملليموز/سم | اتجاه الزيادة Trend |
|-------------|--------------------------|------------|----------|-------------------|--------------------------|---------------------|
| | | | | Average | Average | |
| ١ | المنزلة - ادكو | شرق/ غرب | ١٧٧,٦ | ١,١ | ٣٣,٠ | ادكو |
| ٢ | دمياط - المنزلة | شمال/ جنوب | ٤١,١ | ١,١ | ٨٥,٠ | دمياط |
| ٣ | جمصة شربين | شمال/ جنوب | ٣٤,١ | ١,٩ | ٣٢,٠ | جمصة |
| ٤ | بلطيم - بيلا | شمال/ جنوب | ٥١,٦ | ١,٧ | ٩٠,٠ | بلطيم |
| ٥ | البرلس - فوة | شمال/ جنوب | ٣٨,١ | ٠,٣ | ٥٣,٠ | البرلس |
| ٦ | رشيد - دمنهور | شمال/ جنوب | ٣٨,٢ | ١,٣- | ٣٧,٠ | دمنهور |
| ٧ | كفر الشيخ - دمياط | جنوب/ش.ق | ٨٢,٣ | ٢,٣ | ٤٠,٠ | دمياط |
| ٨ | كفر الشيخ - بحيرة البرلس | ج/ش.ش.غ | ٣٠,٣ | ٢,٣ | ٢٨,٠ | بحيرة البرلس |
| ٩ | كفر الشيخ - رشيد | ج/ش.غ | ٨٠,١ | ١,٨ | ٥٠,٠ | كفر الشيخ |
| ١٠ | كفر الشيخ - ادكو | ج/ج.ش.غ | ٩٠,٣ | ١,٠ | ٣٩,٠ | ادكو |
| | المتوسط | --- | ٦٦,٤ | ١,٢ | ٤٨,٧ | --- |

ومن الجدول و الشكل نستنتج ما يلي :

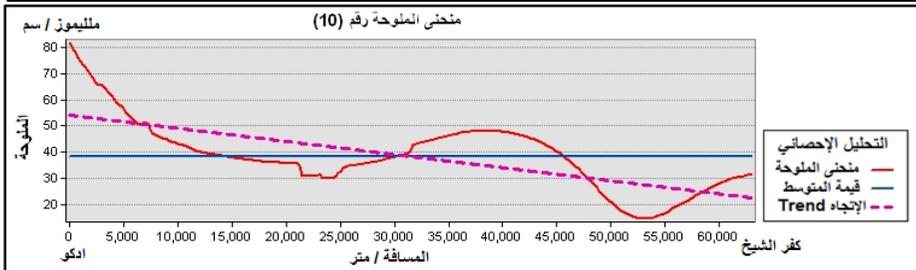
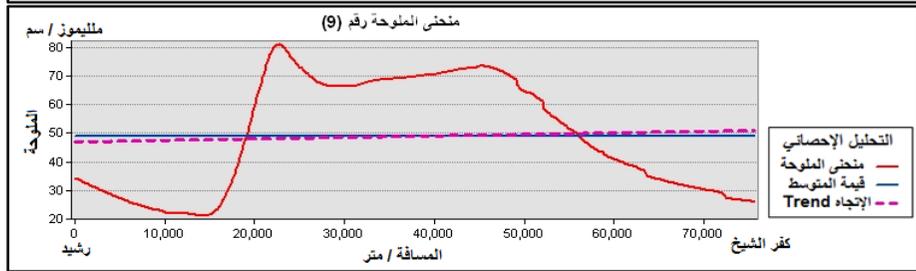
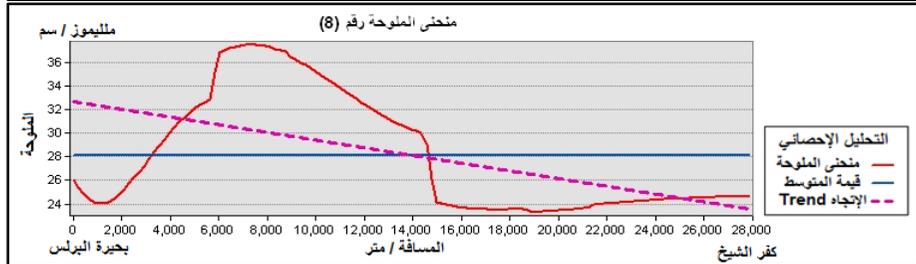
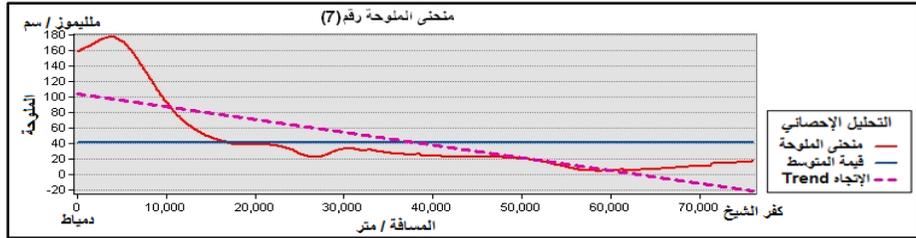
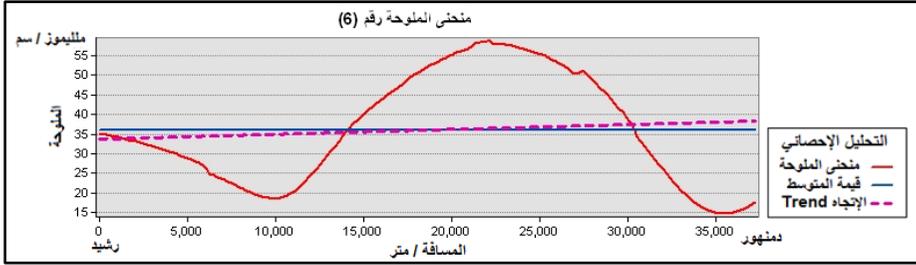
- تزداد ملوحة التربة بشمال الدلتا بالاتجاه من الشرق الى الغرب ، وتحديدأ على امتداد محور المنزلة - ادكو ، ويؤكد ذلك خط الاتجاه Trend على امتداد المنحنى حيث تزداد قيم الملوحة بشكل ملحوظ مع الاقتراب من سواحل بحيرة ادكو الشرقية ، ولعل ذلك بسبب شبكة الري الكبيرة تأخذ من فرع دمياط ، والتي تقوم بدور الغسيل للتربة من الشرق الى الغرب بصفة عامة وهو ما يؤكد ايضا خريطة توزيع الملوحة فى المنطقة ، ويبلغ

متوسط ملوحة التربة على امتداد محور المنزلة - ادكو نحو (٣٣ ملليموز / سم) (منحنى الملوحة رقم ١) .

- تزداد الملوحة بالاتجاه شمالاً سواء نحو البحر او البحيرات على امتداد جميع محاور المنحنيات ، باستثناء محورين اثنين فقط هما محوري (رشيد دمنهور ، رشيد كفر الشيخ) ، ولعل ذلك يعود الى ما تتميز به منطقة رشيد بوجود الكتبان الرملية التي يصل ارتفاع بعضها الى اكثر من (٣٥ متر) مما يساعد على زيادة عمق مستوي الماء الارضي عن السطح في المنطقة ، وهو الذي يقوم بنقل ملوحة البحر من خلال تسربه الى عناصر التربة في اتجاه الجنوب ، حيث ياخذ سطح الارض في الانخفاض التدريجي عقب الخروج من نطاق تواجد هذه الكتبان ، فيقل عمق الماء الارضي الذي قد يصل الى السطح في المناطق المحيطة ببحيرة ادكو فيزداد تركيز الملوحة في التربة بشكل كبير (قمة المنحني) ثم تبدا في الانخفاض التدريجي مرة الاخري بالاتجاه نحو الجنوب .



شكل (١٨ / أ) منحنيات الملوحة بمنطقة شمال الدلتا ٢٠١٤ م



شكل (١٨ / ب) منحنيات الملوحة بمنطقة شمال الدلتا ٢٠١٤ م

٢) الماء الأرضي :

- يوضح الجدول (٨) قيم مستويات الماء الأرضي في منطقة شمال الدلتا في (٤٣) موقعاً هي نفس المواقع التي اخذت منها عينات التربة السابقة ، خلال عامي (١٩٨١ ، و ٢٠١٤) ، كما يوضح الشكل (١٩) التوزيع المكاني لهذه القيم خلال سنتي الدراسة ، ومن خلال الجدول والشكل يمكن ان نستخلص النتائج الآتية :
- بلغ متوسط مستوي الماء الأرضي في المنطقة (٨٤,٦ ، ٦٨,٩ سم) لعامي (١٩٨١ ، ٢٠١٤) على الترتيب ، بينما تراوح مستواه ما بين (٥٠ ، ١٣٤ سم) في عام ١٩٨١م ، وبين (١٨ ، ١٦٠ سم) عام ٢٠١٤ .
- تعرض مستوي الماء الأرضي الى الارتفاع في (٣٤) موقعاً من مواقع العينات المدروسة تمثل (٧٩,١%) من اجمالي مواقع العينات ، في حين انخفض مستوي الماء الأرضي ، (٩) مواقع فقط تمثل (٢٠,٩%) من عدد المواقع المدروسة .
- وتشير القيم السابقة ان المتوسط العام لعمق الماء الأرضي في المنطقة قد تعرض للانخفاض (اي ارتفع مستواه) من (٨٤,٦ سم) الى (٦٨,٩ سم) خلال الفتر الزمنية ما بين عامي (١٩٨١ ، ٢٠١٤) بمعدل تغير سنوي قدره (- ٠,٤٧ سم / سنة) . على مستوي المنطقة .
- ويوضح الشكل (١٩) ارتباط المناطق التي يوتفع فيها مستوي الماء الأرضي بتداخلات المسطحات المائية ممثلة في البحيرات الساحلية وتدخل البحر في اليابس المجاور له (جمصة - خليج ابو قير) ، حيث يصل مستوي الماء ادناه على امتداد السواحل الغربية ، والجنوبية والجنوبية الشرقية لبحيرة ادكو ، بالإضافة الى الساحل الجنوبي ، والجنوبي الغربي لبحيرة البرلس ، وشمال غرب بحيرة المنزلة ، وهي الاراضي التي تتميز طبوغرافياً بانخفاض سطحها الى ما يوازي سطح البحر او ربما دونه .
- يصل مستوي الماء الأرضي اقصاه الى الجنوب نسبياً في منطقة الدراسة عبر الاراضي الممتدة من وسط وشرق محافظة كفر الشيخ ، وغالبية محافظة الدقهلية وغرب وجنوب وجنوب غرب محافظة دمياط ، لمناطق التي وهي المناطق الاكثر توجهاً الى شرق الدلتا الاعلى في المنسوب من غربها .
- بمقارنة توزيع مستوي الماء الأرضي بشمال الدلتا بين عامي (١٩٨١ ، ٢٠١٤) يتضح ان فئة مستوي الماء الأرضي التي تتراوح ما بين (٥٠ ، ٧٠ سم) هي اكثر المستويات التي طرأ عليها تغيراً ملحوظاً في القيمة والامتداد ، بينما الفئات الاكثر عمقاً هي الفئات الاكثر ثباتاً قيمة وامتداداً خلال سنتي المقارنة .

جدول (٧) مستوي الماء الارضي فى منطقة شمال الدلتا ومعدل تغيره
السنوي بين عامي (١٩٨١ - ٢٠١٤)

| معدل التغير السنوي | الملوحة (مليمول/سم) منسوب الماء الارضي /سم | | رقم العينة | معدل التغير السنوي | منسوب الماء الارضي /سم | | رقم العينة |
|--------------------|--|-------|------------|--------------------|------------------------|------|------------|
| | ١٩٨١ | ٢٠١٤ | | | ١٩٨١ | ٢٠١٤ | |
| ٠,٨٧٩ - | ٩٧ | ٦٨ | ٢٩ | ٠,٩٠٩ - | ١٢٠ | ٩٠ | ١ |
| ٠,٧٥٨ | ٥٠ | ٧٥ | ٣٠ | ١,٠٣٠ - | ٩٧ | ٦٣ | ٢ |
| ٠,٧٥٨ - | ١١٠ | ٨٥ | ٣١ | ٠,٩٠٩ - | ٥٥ | ٢٥ | ٣ |
| ٠,٩٠٩ - | ١٠٠ | ٧٠ | ٣٢ | ٠,٦٩٧ - | ٧٨ | ٥٥ | ٤ |
| ٠,٤٢٤ - | ١٠٠ | ٨٦ | ٣٣ | ٠,٥٧٦ - | ١٢٦ | ١٠٧ | ٥ |
| ٠,٦٠٦ - | ١١٠ | ٩٠ | ٣٤ | ٠,١٨٣ - | ٦٤ | ٢٥ | ٧ |
| ٠,٤٥٥ - | ١١٠ | ٩٥ | ٣٥ | ٠,٨٤٨ | ٥٦ | ٨٤ | ٨ |
| ٠,٣٠٣ - | ١٠٠ | ٩٠ | ٣٦ | ٠,٦٠٦ - | ٩٤ | ٧٤ | ٩ |
| ٠,٦٠٦ - | ٨٠ | ٦٠ | ٣٧ | ١,٣٦٤ - | ٧٥ | ٣٠ | ١٠ |
| ٠,٥٧٦ - | ٨٤ | ٦٥ | ٣٨ | ٠,٩٠٩ - | ٨٠ | ٥٠ | ١١ |
| ١,٠٩١ - | ٥٦ | ٢٠ | ٣٩ | ٠,١٥٢ | ٨٥ | ٩٠ | ١٢ |
| ٠,٩٠٩ - | ٥٥ | ٢٥ | ٤٠ | ٠,٦٣٦ | ٧٤ | ٩٥ | ١٦ |
| ٠,٩٧٠ - | ٥٠ | ١٨ | ٤١ | ٠,٨١٨ | ٧٣ | ١٠٠ | ١٧ |
| ٠,٤٥٥ - | ١٠٥ | ٩٠ | ٤٢ | ٠,٩٣٩ | ٨٥ | ١١٦ | ١٨ |
| ١,١٥٣ - | ٧٣ | ٣٥ | ٤٣ | ٠,٧٢٧ - | ١٣٤ | ١١٠ | ١٩ |
| ٠,٤٨٥ - | ٦٢ | ٤٦ | ٤٤ | ٠,٤٥٥ - | ١٠٠ | ٨٥ | ٢٠ |
| ٠,٦٠٦ - | ٩٥ | ٧٥ | ٤٥ | ٠,٣٩٤ - | ١١٠ | ٩٧ | ٢١ |
| ٠,٧٢٧ - | ٨٩ | ٦٥ | ٤٦ | ٠,٤٢٤ - | ١٠٠ | ٨٦ | ٢٢ |
| ٠,٤٥٥ | ٥٥ | ٧٠ | ٤٧ | ٠,٥٧٦ - | ١٣٤ | ١١٥ | ٢٥ |
| ٠,٧٥٨ | ٥٢ | ٧٧ | ٤٨ | ١,٥١٥ - | ٨٠ | ٣٠ | ٢٦ |
| ٠,٩٠٩ - | ٥٠ | ٢٠ | ٤٩ | ٠,٤٥٥ - | ٥٥ | ٧٠ | ٢٧ |
| ٠,٤٨ - | ٨٤,٦٠ | ٦٨,٨٨ | المتوسط | ١,٢١٢ - | ٨٠ | ٤٠ | ٢٨ |

المصدر : الجدول على تحليل ملوحة العينات (٢٠١٤) ، ونتائج
(Elbaroudy A.1981) .

فى منتصف المنطقة تقريباً ، كما تباين مستوي الماء الارضى بشمال
الدلتا من اتجاه الى آخر كما يلي :

- النطاق الاوسط من الشرق الى الغرب ، ويمثله المنحنى رقم (١) الذي
يمتد بين بحيرتي المنزلة وادكو ، وتشير قيم مستويات الماء الارضى على
امتداد محور المنحنى الى ان مستوي الماء الارضى يقترب من سطح
الارض بالاتجاه نحو الغرب (اتجاه بحيرة ادكو) ، بينما يزداد عمقاً
بالاتجاه نحو الشرق ، ولعل ذلك بتأثير انخفاض مستوي السطح فى غرب
الدلتا عن شرقها ، الذي يصل ادناه جنوب وشرق البحيرة الى ما دون
سطح البحر ، ويبلغ متوسط مستوي الماء الارضى على امتداد هذا
المحور (٩٨ سم) ويتراوح ما بين (٣٠ سم غرباً ، و١,٥ متر شرقاً) .
- النصف الشرقي من المنطقة ، ويمثله منحنيات محاور (دمياط- المنزلة ،
وجمصة-شربين ، بلطيم- بيلا ، وكفر الشيخ -بحيرة البرلس ، وكفر
الشيخ دمياط) ويتميز مستوي الماء الارضى على امتداد هذه المحاور
بزيادة العمق التدريجي بالاتجاه العام من الشمال الى الجنوب حيث يقترب
من سطح الارض بالاتجاه نحو البحر المتوسط ، ويبلغ المتوسط العام
لمستوي الماء الارضى فى هذا الجزء من منطقة الدراسة (١٠٠,٤ سم)
اي انه يزيد عن المتوسط العام لمنطقة الدراسة بحو (٩ سم) فى حين
بلغت متوسطات المحاور المختلفة لمنحنيات الماء الارضى به (٧٩ ،
١٠٩ ، ١١١ ، ٩٨ ، ١٠٥ سم) على الترتيب ، ويتميز منحنى المحور
الخاص بكفر الشيخ دمياط بالتذبذب وعدم الانتظام على عكس ما تتميز به
منحنيات باقي المحاور المذكورة ، لتناوب مروره باراضي الاستصلاح
والمزارع السمكية فى الدقهلية وكفر الشيخ.
- النصف الغربي من منطقة شمال الدلتا ، ويمثله اربعة منحنيات تمتد على
محاور (البرلس-قوة ، ورشيد- دمنهور ، وكفر الشيخ- رشيد ، وكفر
الشيخ - ادكو) ، يبلغ متوسط مستوي الماء الارضى به ((٧٨,٣ سم) ،
مما يعنى ان هذا الجزء من شمال الدلتا يقترب فيه مستوي الماء الارضى
من سطح الارض ، اكثر من نظيره فى النصف الشرقي ، كما يقل عن
المتوسط العام للمنطقة الدراسة ايضاً بنحو (١٢,٧٥ سم) مما يؤكد ان
مستوي الماء الارضى فى غرب الدلتا اقرب الى السطح من شرقها .
- ويبدو على شكل منحنيات الماء الارضى فى غرب المنطقة اثر ملامح
سطح الارض فى المنطقة على مستويات الماء الارضى بها ، فهي
بخلاف منحنيات النصف الشرقي من الدلتا يتميز بعضها بقرب مسوي
الماء الارض بالاتجاه جنوباً وهو عكس القاعدة العامة فى المنطقة ،

ويأتي ذلك تائراً بتراكمات الكتيان الرملية التي تتركز في منطقة شرق وغرب وجنوب رشيد ، الامر الذي اثر ايجابياً على مستوي الماء الباطني وجعله اعمق عن نظيره في مناطق شرق الدلتا ، بالإضافة الى مرور محاور بعض هذه المنحنيات عبر مجري فوع رشيد والاراضي المجاورة له بالقرب من بحيرتي البرلس وادكو الى الجنوب من منطقة رشيد ، وهو ما انعكس على مستويات الماء الارضي على المنحنيات (٥ ، ٦ ، ٩ ، ١٠) التي تمثل المحاور المذكورة سابقاً .

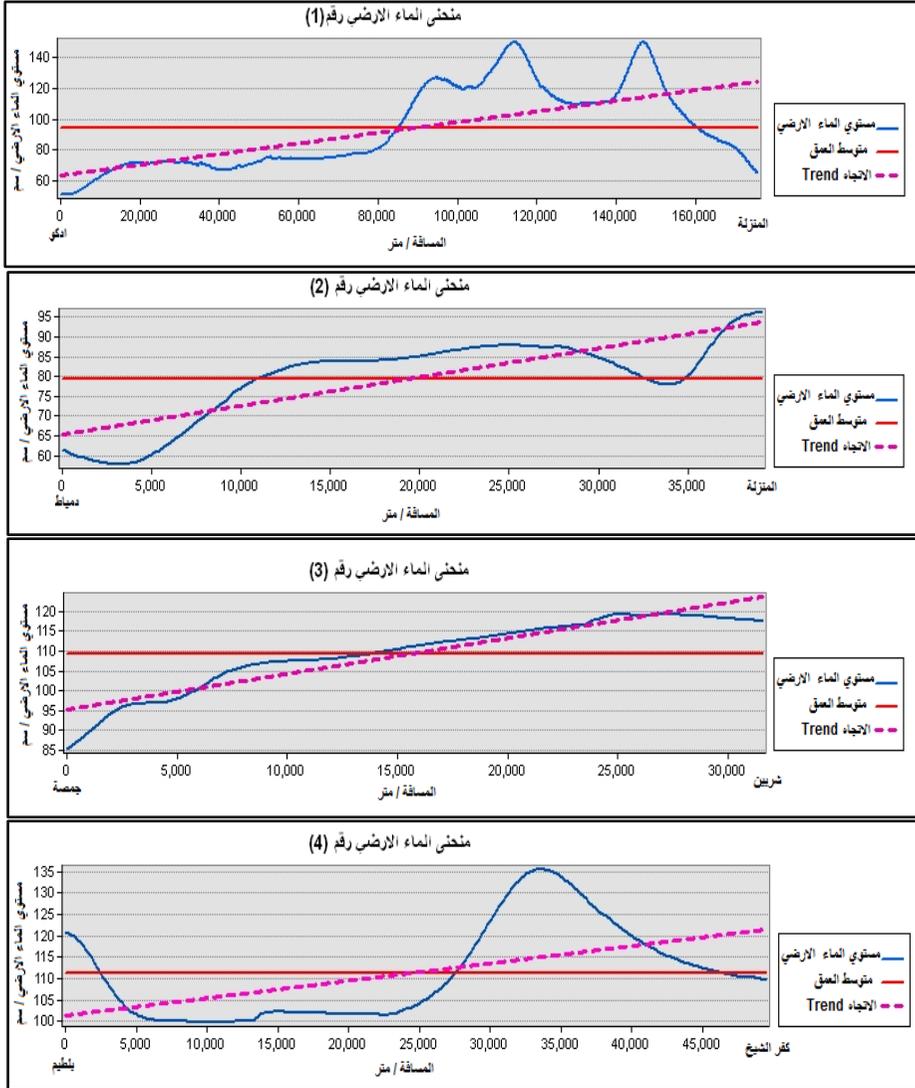
جدول (٨) العناصر الهندسية والاحصائية لمنحنيات الماء الارضي في منطقة شمال الدلتا

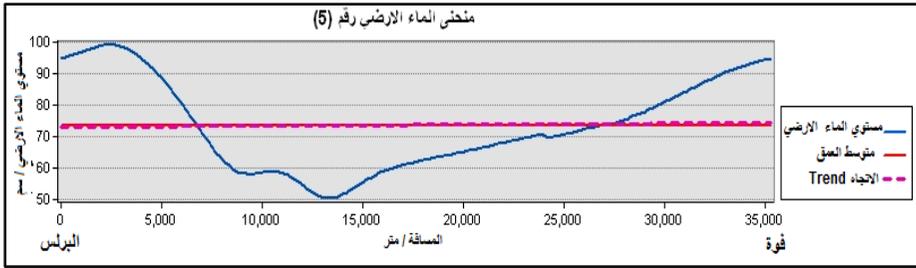
| رقم المنحني | محور المنحني | اتجاهه | الطول/كم | متوسط المنسوب متر | متوسط الملوحة ملليموز/سم | متوسط مستوي الماء الارضي سم | اتجاه الزيادة Trend |
|-------------|--------------------------|------------|----------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|
| ١ | المنزلة - ادكو | شرق/ غرب | ١٧٧,٦ | ١,١ | ٣٣,٠ | ٩٨ | المنزلة |
| ٢ | دمياط - المنزلة | شمال/ جنوب | ٤١,١ | ١,١ | ٨٥,٠ | ٧٩ | المنزلة |
| ٣ | جمصة شربين | شمال/ جنوب | ٣٤,١ | ١,٩ | ٣٢,٠ | ١٠٩ | شربين |
| ٤ | بلطيم - بيلا | شمال/ جنوب | ٥١,٦ | ١,٧ | ٩٠,٠ | ١١١ | بيلا |
| ٥ | البرلس - فوة | شمال/ جنوب | ٣٨,١ | ٠,٣ | ٥٣,٠ | ٧٤ | فوة |
| ٦ | رشيد - دمنهور | شمال/ جنوب | ٣٨,٢ | ١,٣ - | ٣٧,٠ | ٧٩ | رشيد |
| ٧ | كفر الشيخ - دمياط | جنوب/ش.ق | ٨٢,٣ | ٢,٣ | ٤٠,٠ | ١٠٥ | كفر الشيخ |
| ٨ | كفر الشيخ - بحيرة البرلس | ج/ش.ش.غ | ٣٠,٣ | ٢,٣ | ٢٨,٠ | ٩٨ | كفر الشيخ |
| ٩ | كفر الشيخ - رشيد | ج/ش.غ | ٨٠,١ | ١,٨ | ٥٠,٠ | ٨١ | كفر الشيخ |
| ١٠ | كفر الشيخ - ادكو | ج/ش.غ | ٩٠,٣ | ١,٠ | ٣٩,٠ | ٧٩ | كفر الشيخ |
| | المتوسط | --- | ٦٦,٤ | ١,٢ | ٤٨,٧ | ٩١ | --- |

وقد تم حساب قيمة الارتباط بين كل من مناسيب السطح ، وقيمة ملوحة التربة ، ومستوي الماء الارضي ، على امتداد المحاور المحددة في الدراسة ، من قيم معامل الارتباط المحسوبة يتبين الآتي :

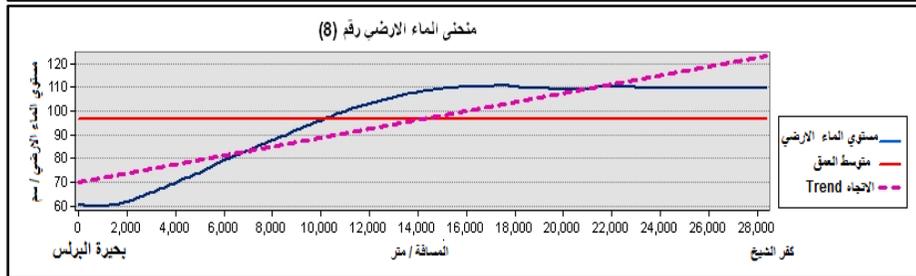
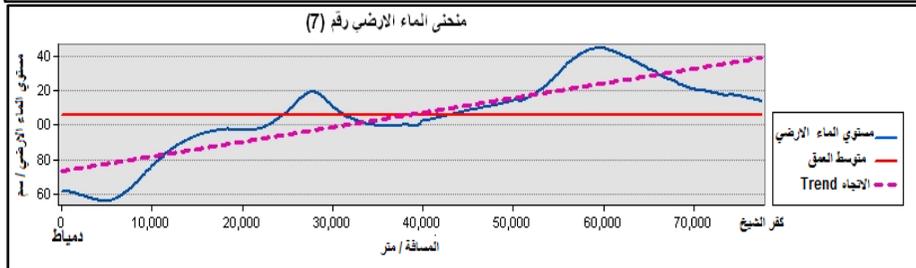
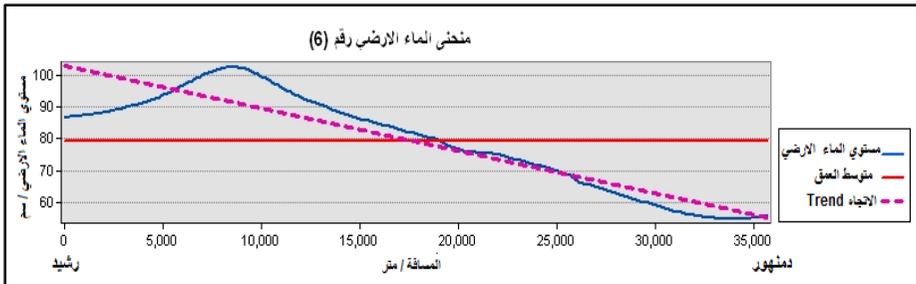
- العلاقة ايجابية وقوية بين كل مناسيب السطح ومستوي الماء الارضي ، حيث يميل مستوي الماء الارضي الى الزيادة (اى زيادة عمق الماء الارضي) في منطقة الدراسة مع زيادة ارتفاع سطح الارض ، لا سيما مناطق الكتيان

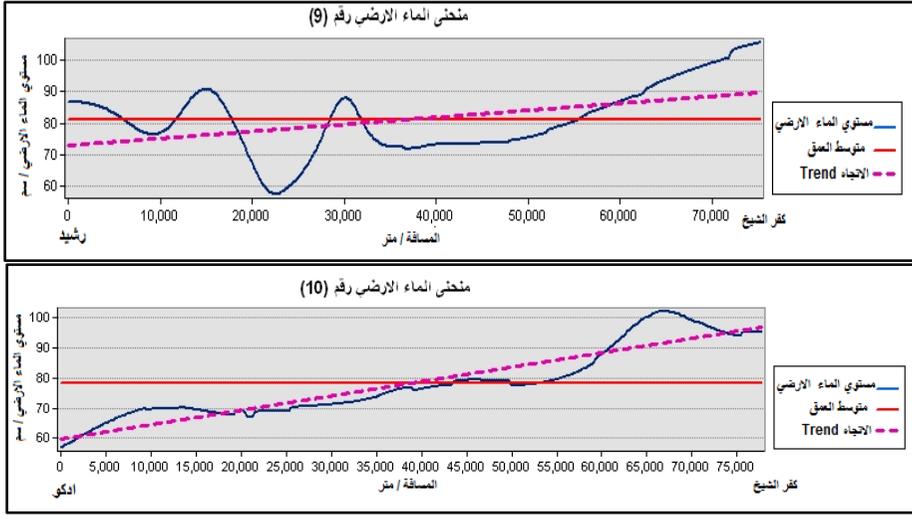
الرملية الساحلية بمناطق غرب راس البر ، وبلطيم ورشيد ، بالإضافة الى مناطق الاستصلاح والتلال القديمة في وسط وجنوب المنطقى داخل حدود محافظات دمياط والدقهلية وكفر الشيخ ، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط بين مستوي الماء الارضي ومناسيب السطح في المنطقة (+٠,٦٢٨) .





شكل (٢٠ / أ) منحنيات الماء الارضى بمنطقة شمال الدلتا





شكل (٢٠ / ب) منحنيات الماء الأرضي بمنطقة شمال الدلتا

- العلاقة عكسية وان كانت ضعيفة نسبياً بين قيم الملوحة ومستوى الماء الأرضي ، حيث تقل قيم الملوحة كلما ازداد عمق الماء الأرضي ، وتميل الى الزيادة كلما اقترب مستواه من سطح الارض ، وقد بلغت قيمة معامل الارتباط بين الملوحة ومستوي الماء الأرضي (-٠,٠٤١).
- كما تظهر القيم علاقة ضعيفة جداً بين مناسيب سطح الارض ، ودرجة ملوحة التربة بلغت (+ ٠,٠١٢) فقط ، مما يشير الى ان مستوي سطح الارض ليس من العوامل الحاسمة في التأثير على درجة ملوحة التربة في منطقة الدراسة . (جدول ٩)

جدول (٩) معامل الارتباط بين مناسيب السطح وقيم الملوحة ومستوي الماء الأرضي بشمال الدلتا

| المتغيرات | مناسيب السطح | الماء الأرضي | الملوحة |
|--------------|--------------|--------------|---------|
| مناسيب السطح | - | | |
| الماء الأرضي | ٠,٦٢٨+ | - | |
| الملوحة | ٠,٠١٢+ | ٠,٠٤١- | - |

تدهور التربة فى منطقة شمال الدلتا

يعرف تدهور التربة بالتغيرات التى تطرأ على خصائص التربة وعناصرها الاساسية بما يؤدي الى قلة خصوبتها ، وانخفاض قدرتها الانتاجية ، ويقسم تدهور التربة الى نوعين رئيسيين الاول يعرف بالتدهور الكيميائي ، ويشمل التدهور الناتج عن التغير فى بعض العناصر الكيميائية للتربة ، ويمثلها فى هذه الدراسة عنصر الملوحة ، بينما النوع الثاني فيعرف بالتدهور الفيزيائي ويمثله التغير فى مستوي الماء الارضي Water table بمنطقة الدراسة .

وقد وضعت منظمة الفاو تصنيفاً لتدهور التربة اعتماداً على قيم الملوحة الناتجة عن تحليل عينات التربة عن طريق قياس التوصيل الكهربائي Electrical conductivity (EC) فى كل وحدة مساحية من التربة (ديسيمنز / متر) ، وكذلك بقياس مستوي عمق الماء الارضي بالسنتيمتر ، الى اربعة درجات من التدهور تشمل التدهور (المنخفض ، والمتوسط ، والمرتفع ، والمرتفع جداً) ، ويوضح الجدول (١٠) درجات هذا التصنيف وقيم الملوحة ومستوي الماء الارضي التى تقابل كل درجة من درجات التدهور .

جدول (١٠) درجات التدهور حسب قيم ملوحة التربة ومستوي الماء الارضي

| درجة التدهور | | | | الوحدة | الدليل المستخدم | نوع التدهور |
|--------------|-------|-------|-------------|-------------|-----------------|--------------|
| مرتفع جداً | مرتفع | متوسط | منخفض | | | |
| اكبر من ١٦ | ١٦-٨ | ٨-٤ | اقل من ٤ | ديسيمنز\متر | EC | الملوحة |
| اقل من ٥٠ | -١٠٠ | -١٥٠ | اكبر من ١٥٠ | سم | Water table | الماء الارضي |

(FAO/UNEP, 1978, p.110).

كما يصنف التدهور الذي يصيب التربة اعتماداً على معدل التغير السنوي فى قيم ملوحة التربة وكذلك فى مستوي الماء الارضي الى نفس درجات التدهور المذكورة فى الجدول السابق وبالقيم التى سيرد ذكرها لاحقاً ، وفيما يلي دراسة درجة التدهور الذي تعرضت له التربة يشمال الدلتا اعتماداً على معدل التغير السنوي فى الخصائص الكيميائية والطبيعية للتربة فى المنطقة كما يلي:

- التدهور الكيميائي

يصنف التدهور الكيميائي للتربة وفقاً لمعايير منظمة الفاو اعتماداً على معدل التغير في ملوحة التربة ، الى اربعة درجات ، يوضحها الجدول التالي (جدول ١١)

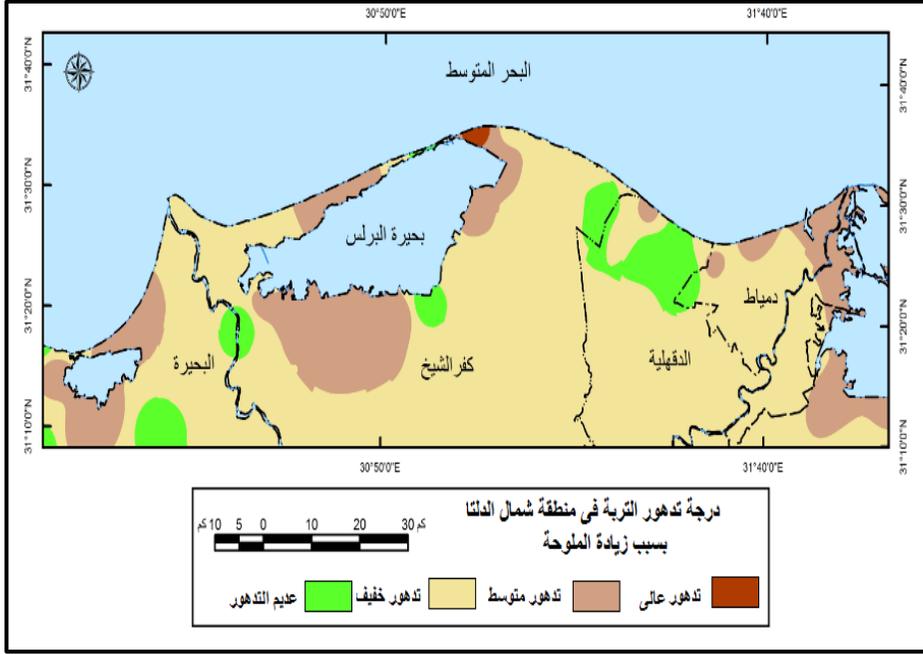
جدول (١١) تصنيف التدهور الكيميائي للتربة نتيجة الى معدل زيادة الملوحة

| م | التدهور الكيميائي | زيادة الملوحة ملليموز /سم /سنة |
|---|-------------------|--------------------------------|
| ١ | خفيفة | اقل من ٠,٥ |
| ٢ | متوسطة | ٠,٥ - ٣ |
| ٣ | عالية | ٣ - ٥ |
| ٤ | عالية جدا | اكبر من ٥ |

FAO/UNEP, 1978.p.112 .

ويوضح الشكل (٢١) تصنيف درجة تدهور التربة (الكيميائي) بمنطقة شمال الدلتا الناتج عن زيادة الملوحة في التربة ، ومنه يمكن تصنيف التربة بالمنطقة الى اربعة فئات حسب درجات التدهور :

- **تربة عالية التدهور** : وتتركز في منطقة الدراسة في منطقة واحدة فقط ، تشمل الاراضي الواقعة الى الغرب مباشرة من مدينة بلطيم ، وهي منطقة مثلثية تشغل الطرف الغربي من اللسان الشرقي الفاصل بين البحر المتوسط شمالاً ، كتلة مياه بحيرة البرلس جنوباً ، وقد بلغ معدل التغير السنوي فيها (٣,٥ ملليموز /سم).
- **تربة متوسطة التدهور** : وتتراوح قيمة معدل التغير السنوي فيها ما بين (٥,٢٧ : ٢,٩٢ ملليموز / سم) ، ويرتبط توزيع هذه الفئة من الاراضي بالبحيرات الساحلية الثلاث حيث تشغل المناطق التي تحيط ببحيرة ادكو من جميع جهاتها تقريباً ، كما تمتد بمحاذاة السواحل الجنوبية ، والشمالية الشرقية ، ونصف اللسان الغربي لبحيرة البرلس ، والمنطقة القوسية الممتدة على السواحل الغربية والجنوبية الغربية لبحيرة المنزلة .



شكل (٢١)

- **تربة خفيفة التدهور** : وتشمل غالبية مساحة منطقة الدراسة ، ويقبل فيها معدل التغير السنوي في الملوحة عن (٠,٥ ملليموز / سم) ، وتشغل في غرب المنطقة الاراضي الممتدة على جانبي مجري فرع رشيد من محافظتي البحيرة وكفر الشيخ ، والقسم الشرقي من محافظة كفر الشيخ / وتقریباً كل اراضي محافظة الدقهلية ، والاراضي الواقعة على جانبي فرع دمياط شرقاً .

- **تربة عديمة التدهور** : وتشمل الاراضي التي يكون فيها معدل التغير السنوي سالباً ، ما يعني قلة ملوحة التربة بمرور الوقت ، وهي اقل الاراضي مساحة في منطقة الدراسة ، وتوزع في المنطقة على هيئة جزر متناثرة مرتبطة بمناطق الاستصلاح في شمال محافظتي الدقهلية وكفر الشيخ ، وجنوب شرق بحيرة ادكو .

- **التدهور الفيزيوجرافي (الطبيعي) للتربة :**

يصنف التدهور الطبيعي للتربة وفقاً لمعايير منظمة الفاو اعتماداً على معدل التغير في مستوي الماء الارضي بالتربة ، الى اربعة درجات ، يوضحها الجدول التالي (جدول ١٢)

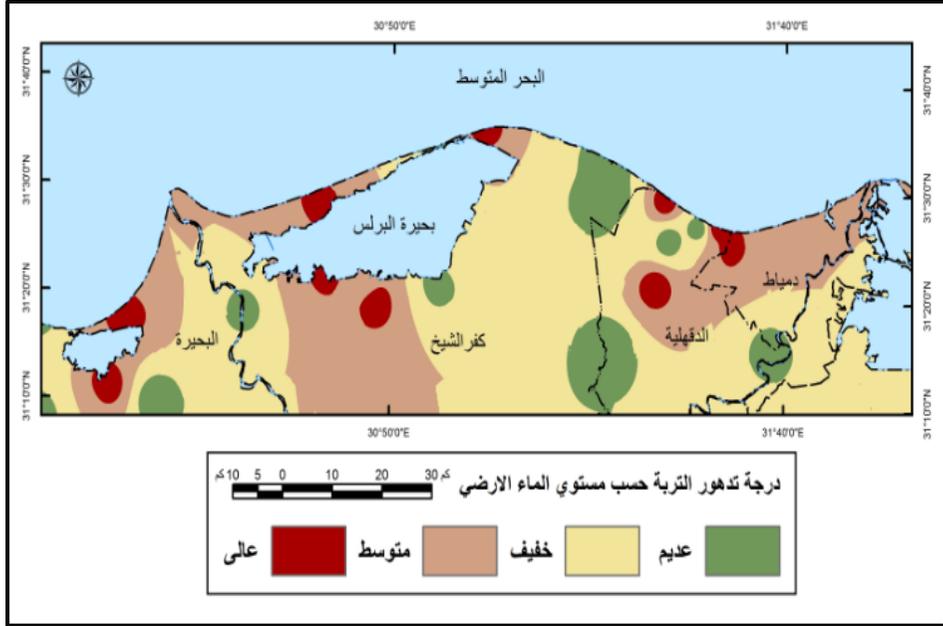
جدول (١٢) تصنيف التربة حسب الناتج عن معدل تغير مستوي الماء الارضي

| م | التدهور الفيزيائي | زيادة مستوى الماء الارضي\ سم اسنة |
|---|-------------------|--------------------------------------|
| ١ | خفيفة | اقل من ١ |
| ٢ | متوسطة | ١ - ٣ |
| ٣ | عالية | ٣ - ٥ |
| ٤ | عالية جدا | اكبر من ٥ |

FAO/UNEP, 1978.p.112 .

ويوضح الشكل (٢٢) تصنيف درجة تدهور التربة (الطبيعي) بمنطقة شمال الدلتا الناتج عن ارتفاع مستوي الماء الارضي بالمنطقة ، وهو يوضح تصنيف التربة بالمنطقة الى اربعة فئات حسب درجات التدهور وفقاً لمعايير منظمة الفاو ، وهذه الدرجات الاربعة هي :

- **التربة عالية التدهور** : وتشمل الاراضي التي يتراوح ارتفاع مستوي الماء الارضي بها بين (٣ - ٥ سم / سنة) وتتوزع هذه الفئة من التربة على هيئة بقع متناثرة ، ترتبط في توزيعها بالقرب من المسطحات المائية متمثلة في البحر المتوسط او بحيرتي البرلس وادكو ، ويتركز وجودها الى الجنوب والغرب من ساحل حمصة على البحر المتوسط ، كما تظهر على اللسان الارسابي الفاصل بين بحيرة البرلس والبحر بالقرب من بلطيم والبرلس ، وعلى ساحل جنوب غرب بحيرة البرلس ، بالإضافة الى اللسان الشمالي الشرقي لبحيرة ادكو ، وساحلها الجنوبي .
- **التربة متوسطة التدهور**: تشمل هذه الفئة من التربة الاراضي التي يتراوح فيها معدل ارتفاع مستوي الماء الارضي بين (١ - ٣ سم / سنة) ، وتمتد هذه الاراضي محيطة باراضي الفئة السابقة (الاكثر تدهوراً) ، تمتد من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي بداية من راس البر حتي شمال شرق الدقهلية ، وتشغل تقريباً كل كل اللسان الفاصل بين البحر وبحيرة البرلس من الشرق الى الغرب ، وتمتد على هيئة لسان بعرض النصف الغربي من الساحل الجنوبي من بحيرة البرلس حتي الحد الجنوبي من منطقة الدراسة ، كما تحيط الاراضي التابعة لهذه الفئة تقريباً بكل سواحل بحيرة ادكو .



شكل (٢٢)

- **التربة خفيفة التدهور** : تشمل الاراضي التي يقل فيها معدل التغير في مستوي الماء الارضي عن (١ سم / سنة) ، وتشغل هذه التربة معظم اراضي منطقة الدراسة ، والتي تمتد باتجاه عام من الشمال الى الجنوب فيما بين اراضي محافظتي كفر الشيخ والبحيره الى الجنوب من مدينة رشيد و على جانبي الفرع ، بالاضافة الى القسم الشرقي من محافظة كفر الشيخ ، وجنوب الدقهلية ودمياط .

- **التربة عديمة التدهور** : هي التربة التي شهدت انخفاض في مستوي الماء الارضي وزيادة عمقه ، وتنتشر هذه الاراضي على هيئة بقع متناثرة ترتبط بمناطق الاستصلاح ، التي تتعرض لعمليات التحسين الزراعي وتحسين عمليات الصرف الزراعي في الى الجنوب من بحيرة ادكو ، والمناطق الممتدة بين كفر الشيخ والدقهلية ، والى الجنوب الغربي من جمصة .

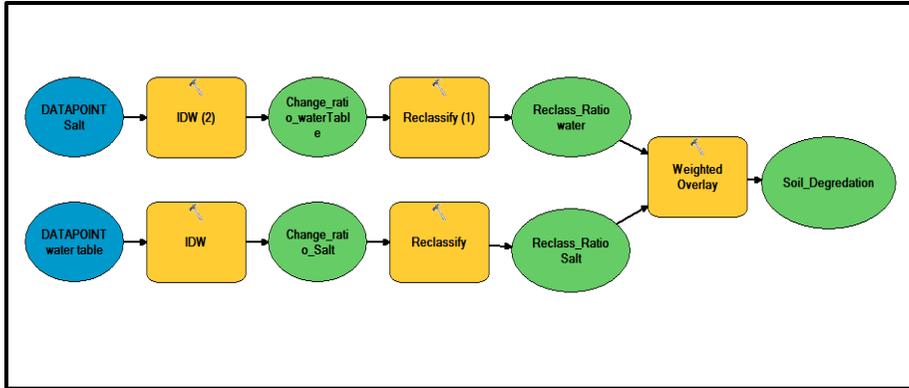
تصنيف التربة حسب التدهور الطبيعي والكيميائي

لوضع تصنيف عام للتربة بمنطقة شمال الدلتا يعتمد على كل من قيمة ملوحة التربة ومستوي الماء الباطني معاً ، تم تصميم نموذج محاكاة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية التي يوفرها برنامج (ArcGis v10.2) ، بحيث يتيح الجمع بين التغيرات التي طرأت على قيم الملوحة ومستوي الماء الارضي

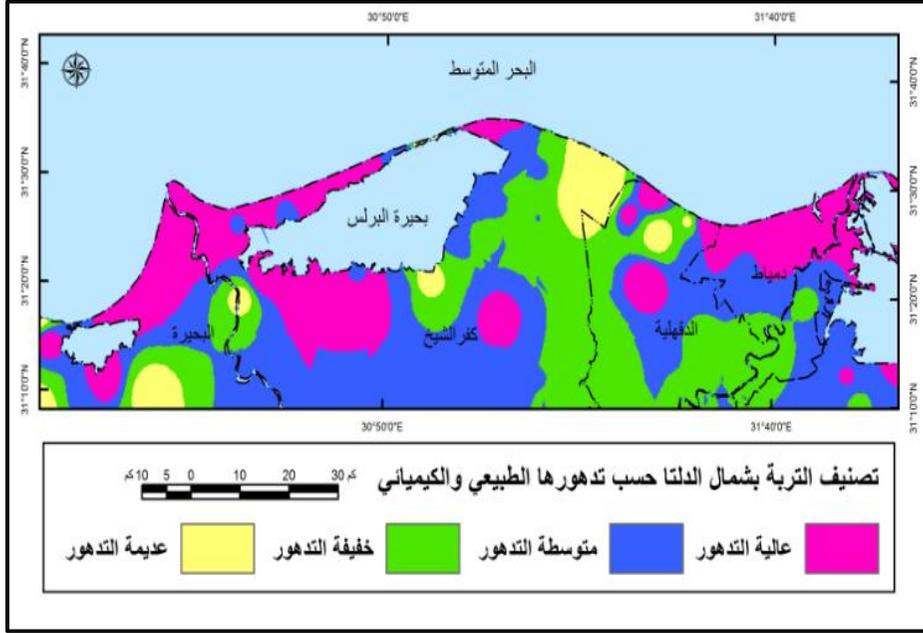
، بهدف انتاج خريطة توضح تصنيف التربة اجمالاً على مستوي منطقة الدراسة ، بحسب ما تعرضت له من تدهور وقد مرت مراحل انشاء النموذج بعدة مراحل:

- انشاء سطح بيانات شبكية Raster Data يمثل توزيع قيم معدل التغير السنوي للملوحة (مليموز/ سنة) بمنطقة شمال الدلتا بالاعتماد على نتائج تحليل العينات واحداثياتها Data Samples .
- انشاء سطح بيانات شبكية يمثل توزيع قيم معدل التغير السنوي في مستوي الماء الارضي بالمنطقة Raster Data Surface .
- اجراء عملية اعادة تقسيم الفئات Reclassify الخاصة بكل سطح من السطحين السابقين لعدد اربعة فئات وفقاً لمعايير منظمة الفاو العالمية .
- اعطاء اوزان نسبية لما يسهم به كل عنصر من عناصر التدهور (الكيميائي والطبيعي) ، مع دمج وتطابق السطحين اللذان تم انشائهما للملوحة ومستوي الماء الارضي ، فيما يعرف بعملية التطابق الموزون للـ weighted overlay . (شكل ٢٣)

وقد نتج عن هذا النموذج خريطة توزيع التربة بمنطقة شمال الدلتا مصنفة حسب درجة تدهورها الناتج عن تاثير كل من زيادة ملوحة التربة (التدهور الكيميائي) وارتفاع مستوي الماء الارضي بالمنطقة (التدهور الطبيعي) ، ويوضحها الشكل رقم (٢٤) ، ومن خلال تحليل هذه الخريطة ، يمكن تصنيف التربة في منطقة الدراسة حسب درجة تدهورها الى اربعة فئات رئيسية ، تمتد بصفة عامة من الشرق الى الغرب ، وتباين فيما بينها من الشمال الى الجنوب مع بعض الاستثناءات ، وهذه الفئات الاربعة هي :



شكل (٢٣) نموذج انتاج خريطة تدهور التربة في منطقة الدراسة



شكل (٢٤)

١. **التربة عالية التدهور** : تشمل هذه التربة كل الاراضي التي يرتفع مستوي الماء الارضي بها ما بين (٣-٥ سم/سنويا) ، مع ازدياد ملوحتها بمعدل يتراوح ما بين (٣-٥ ملموز /سم /سنويا) وتمتد عبر النطاق الهامشي الشمالي من منطقة الدراسة بداية من الساحل الغربي من بحيرة ادكو وبمحاذاة ساحل البحر المتوسط مروراً بفرع رشيد ، وامتداداً على اللسان الشمالي لبحيرة البرلس حتى شرق بلطيم ، ثم يختفي توزيع هذه الفئة من التربة فى المنطقة الممتدة بين بلطيم وجمصة ، لتبدأ من جديد فة الظهر بداية من شرق جمصة وحتى راس البر ، ، ويمتد هذه النطاق من التربة حتى جنوب بحيرة ادكو ويتجه شرقا حتى جنوب غرب بحيرة البرلس ، ليختفي حتى حدودها الشرقية دون ان يظهر الا على هوامش مناطق المزارع السمكية شرق كفر الشيخ وغرب الدقهلية .

ويرتبط توزيع هذه التربة جيولوجياً بالارسابات الساحلية المفككة التي يغلب عليها التكوينات الرملية التي يسهل على مياه البحر التسرب خلالها حاملة ملوحتها ، بالإضافة الى ارسابات مناطق السبخات على حدود البحيرات الساحلية فى منطقة الدراسة .

٢. **التربة متوسطة التدهور** : هي التربة التي تشترك فى معدل تملح يتراوح ما بين (٠,٥ - ٣ ملليموز / سم / سنوياً) ويتراوح معدل ارتفاع مستوي الماء الارضي بين (١ - ٣ سم سنوياً) ، وتشغل كل المساحات من الاراضي التي تمتد الى الجنوب مباشرة من نطاق الاراضي عالية التدهور ، الا انها تمتد حتي اقصى جنوب منطقة الدراسة ، بامتداد متصل عبر وسط محافظتي البحيرة وكفر الشيخ ، وشرق وجنوب محافظتي الدقهلية ودمياط ، وهذه الفئة هي الاكبر مساحة على مستوي منطقة الدراسة .

٣. **التربة متوسطة التدهور** : تشمل الاراضي التي يقل معدل تملحها عن (٠,٥ ملليموز / سم / سنوياً) ، ويرتفع مستوي الماء الارضي بمعدل (اقل من ١ سم / سنوياً) ، وتمتد على هيئة حزام يشغل المساحة الممتدة بين محافظتي الدقهلية وكفر الشيخ ، بحيث تمثل الحدود الادارية بين المحافظتين محورها العام من الشمال الى الجنوب وبخرج من هذا الحزام ثلاثة اذرع جانبية اثنان منها يمتدان الى الشرق الاول من الشمال حتي جنوب غرب جمصة ، والثاني من الجنوب ويمتد باتجاه شمالي شرقي على جانبي فرع دمياط حتى مدينة دمياط ، اما الذراع الثالث فيمتد غرباً الى الجنوب مباشرة من الساحل الشرقي لبحيرة البرلس ، كما يمتد هذا النوع من التربة عبر الجزء الجنوبي من محافظة البحيرة الواقع داخل منطقة الدراسة الى الجنوب من بحيرة ادكو .

٤. **التربة عديمة التدهور** : تمتد فى مناطق محدودة للغاية وفى جهات متفرقة غير منتظمة التوزيع ، اذ ترتبط ببعض مناطق الاستصلاح الزراعي التي تعتمد اليات تحسين التربة من تسميد وجودة صرف ، فى كل محافظات الدلتا (البحيرة ، وكفر الشيخ ، والدقهلية) وتخفتى من محافظة دمياط .

رابعاً : تأثير التغيرات المناخية وملوحة التربة ومستوى الماء الأرضى على
الغطاء النباتى بمنطقة ساحل دلتا النيل بمصر

أ: المجتمعات النباتية السائدة وعلاقتها بملوحة التربة ومستوى الماء الأرضى
١- تحليل الغطاء النباتى بمنطقة الدراسة

تم إجراء تحليل كمى للغطاء النباتى بمنطقة الدراسة من خلال اختيار ٥٠ موقعاً (stand) تمثل جميع المتغيرات البيئية السائدة بمنطقة الدراسة. وتم حساب القيم النسبية للكثافة والتردد والتغطية النباتية لكل نوع نباتى فى كل موقع ثم جمعت لتعطى قيمة أهمية (من ٣٠٠) لإستخدامها فى طرائق التصنيف والتسلسل الحديثة من خلال برنامج التحليل الدليلى ثنائى الإتجاه (TWINSPAN) وبرنامج تحليل التطابق العكسى (DCA). وتم جمع عينات التربة من كل موقع وذلك لتقدير ملوحة التربة ومستوى الماء الأرضى ، لمعرفة العلاقة بين توزيع وانتشار الغطاء النباتى مع عوامل التربة (الملوحة ومستوى الماء الأرضى).

وبتطبيق برنامج التحليل الدليلى ثنائى الإتجاه (TWINSPAN) على البيانات الخاصة بوفرة (IV) الأنواع النباتية المعمرة (٤١ نوعاً) والتي تم قياسها داخل ٥٠ موقعاً خلال عام ٢٠١٤ م فى كلاً من بيئات المستنقعات الملحية والتكوينات الرملية والأراضى الخصبة بمنطقة الدراسة ، فقد أمكن تمييز ٦ مجموعات (عشائر) نباتية - جدول ١ - كما يلي:

- المجموعة (A) عشيرة أبو نعيجة والنجيل البلدى

Leptochloa fusca- Cynodon dactylon

واشتملت على ٣ مواقع (٢٩ - ٣٠ - ٣٩) ، وتميزت بسيادة مشتركة بين نباتى أبو نعيجة (*Leptochloa fusca*) (ذو قيمة أهمية = ٦٠) ، و النجيل البلدى (*Cynodon dactylon*) (ذو قيمة أهمية = ٥٦,٦٧). وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية البوص أو الحجنة (*Phragmites australis subsp. australis*) ، غبيرة (*Heliotropium curassavicum*) ، العاقول (*Alhagi graecorum*) ، و البرنوف (*Pluchea dioscoridis*).

جدول (١٣) متوسط قيمة الأهمية (من ٣٠٠) للأنواع النباتية المعمرة المسجلة في المجموعات النباتية المختلفة والناجمة من برنامج التحليل الدللي ثنائي الاتجاه للمواقع المختارة بمنطقة الدراسة.

| م | النوع النباتي | | المجموعة (العشيرة) النباتية | | | | | |
|----|-----------------|--|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | الاسم الدراج | الاسم العلمي | A | B | C | D | E | F |
| ١ | نجيل شيطاني | <i>Aeluropus lagopoides</i> | - | - | - | 3.08 | - | 27.51 |
| ٢ | العاقول | <i>Alhagi graecorum</i> | 23.33 | 51.74 | 0.83 | 33.96 | 21.32 | 93.39 |
| ٣ | البصاق | <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> | - | - | 43.33 | 42.96 | 99.63 | 60.73 |
| ٤ | روغاتا | <i>Atriplex halimus</i> | - | 31.67 | - | 0.05 | - | - |
| ٥ | حطب أبيض | <i>Atriplex portulacoides</i> | - | - | 13.33 | 21.27 | - | - |
| ٦ | الديس | <i>Bolboschoenus glaucus</i> | 13.33 | - | 5.00 | - | - | - |
| ٧ | أرطي | <i>Calligonum polygonoides</i> subsp. <i>comosum</i> | - | 3.33 | - | - | 1.67 | 17.68 |
| ٨ | هالوك | <i>Cistanche phelypeae</i> | - | - | - | - | 4.58 | 0.25 |
| ٩ | الندو | <i>Cressa cretica</i> | - | - | - | 1.97 | - | 10.93 |
| ١٠ | نجيل بلدي | <i>Cynodon dactylon</i> | 56.67 | 66.91 | 5.00 | 16.44 | - | - |
| ١١ | المديد | <i>Cynanchum acutum</i> subsp. <i>acutum</i> | - | 59.22 | - | 3.74 | 3.36 | - |
| ١٢ | السعد كابيتاتس | <i>Cyperus capitatus</i> | - | 5.70 | - | - | 1.33 | - |
| ١٣ | السعد ليفيجاتس | <i>Cyperus laevigatus</i> var. <i>laevigatus</i> | - | - | 8.33 | - | - | - |
| ١٤ | السعد | <i>Cyperus rotundus</i> | 10.00 | 18.33 | - | - | - | - |
| ١٥ | قتاد | <i>Echinops spinosus</i> | - | - | - | - | - | 18.63 |
| ١٦ | الجازوف | <i>Elymus farctus</i> | - | - | - | - | 4.33 | - |
| ١٧ | الشمر | <i>Foeniculum vulgare</i> | 13.33 | 5.00 | - | - | - | - |
| ١٨ | حطب أحمر | <i>Halochnemum strobilaceum</i> | - | 2.30 | - | 17.62 | 38.88 | 4.56 |
| ١٩ | غبيرة | <i>Heliotropium curassavicum</i> | 30.00 | - | 12.50 | - | - | - |
| ٢٠ | حلفا | <i>Imperata cylindrica</i> | - | - | 1.67 | 0.36 | - | - |
| ٢١ | سمار مر أكبوتس | <i>Juncus acutus</i> subsp. <i>acutus</i> | - | - | 35.00 | 19.04 | 17.84 | 0.26 |
| ٢٢ | سمار مر ريجيداس | <i>Juncus rigidus</i> | - | - | 10.00 | 11.13 | 1.55 | - |

| المجموعة (العشيرة) النباتية | | | | | | النوع النباتي | | م |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--------------------|----|
| F | E | D | C | B | A | الاسم العلمي | الاسم الدراج | |
| 14.25 | 1.40 | - | 0.83 | - | - | <i>Launaea fargilis</i> subsp. <i>fargilis</i> | المريز | ٢٣ |
| - | 5.70 | 80.26 | 20.00 | 0.40 | - | <i>Limbarda</i> <i>crithmoides</i> | حطب زيتي | ٢٤ |
| - | - | 3.88 | - | - | - | <i>Limonium pruinosum</i> | موليخ | ٢٥ |
| - | - | 0.71 | - | - | 60.00 | <i>Leptochloa fusca</i> | أبو نعيجه | ٢٦ |
| - | 1.67 | 0.16 | - | - | - | <i>Nicotiana glauca</i> | الدخان البري | ٢٧ |
| - | 0.35 | - | - | - | - | <i>Pancratium</i> <i>maritimum</i> | بصل النرجس | ٢٨ |
| - | 3.24 | - | - | - | - | <i>Panicum turgidum</i> | الثمام | ٢٩ |
| 6.93 | 26.72 | 29.14 | 25.00 | 26.75 | 33.33 | <i>Phragmites australis</i> subsp. <i>australis</i> | البوص أو الحجنة | ٣٠ |
| - | - | - | - | 6.67 | 10.00 | <i>Plantago major</i> | لسان الحمل | ٣١ |
| - | 1.36 | 1.53 | 5.00 | - | 23.33 | <i>Pluchea dioscoridis</i> | البرنوف | ٣٢ |
| 14.55 | - | 0.75 | - | 3.92 | - | <i>Polygonum</i> <i>equisetiforme</i> | القرضاب | ٣٣ |
| - | - | 0.33 | 8.33 | - | 10.00 | <i>Typha domingensis</i> | البوط | ٣٤ |
| - | - | - | 45.83 | - | - | <i>Sarcocornia fruticosa</i> | الخريزة | ٣٥ |
| 7.38 | - | - | - | - | - | <i>Sporobolus spicatus</i> | سيلا | ٣٦ |
| - | 5.78 | 5.00 | 6.67 | - | - | <i>Suaeda vera</i> | سويدا | ٣٧ |
| 14.62 | 4.55 | 2.39 | 23.33 | - | 16.67 | <i>Tamarix nilotica</i> | الطرفة النيلية | ٣٨ |
| - | 7.59 | 3.45 | - | - | - | <i>Tamarix tetragyna</i> | الطرفة تتراجينا | ٣٩ |
| - | - | - | 18.33 | - | - | <i>Zygophyllum album</i> | الرطريط الأبيض | ٤٠ |
| 8.34 | 47.17 | 0.78 | 11.67 | 18.06 | - | <i>Zygophyllum</i> <i>aegyptium</i> | الرطريط المصري | ٤١ |

- المجموعة (B) عشيرة النجيل البلدي والمديد

Leptochloa fusca- Cynodon dactylon

واشتملت على ٦ مواقع (١- ١٥ - ٣٦ - ٤١ - ٤٢ - ٤٣)، وتميزت بسيادة مشتركة بين نباتي النجيل البلدي (*Cynodon dactylon*) (ذو قيمة أهمية = ٦٦,٩١)، والمديد (*Cynanchum acutum* subsp. *acutum*) (ذو قيمة أهمية = ٥٩,٢٢). وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية العاقول (*Alhagi graecorum*)، روغاتا

(*Phragmites australis* subsp. الحجنة أو البوص ، (*Atriplex halimus*) ، البوص أو الحجنة ، (*Cyperus rotundus*) ، الرطريط المصرى ، (*Zygophyllum aegyptium*).

- المجموعة (C) عشيرة الخريزة والبصاق

Sarcocornia fruticosa – Arthrocnemum macrostachyum

وتضمنت ٦ مواقع هي (٣٢-٣٣-٣٤-٣٥-٣٨-٤٠) ، وتميزت بسيادة مشتركة بين نباتي الخريزة (*Sarcocornia fruticosa*) (ذو قيمة أهمية = ٤٥,٨٣) ، و البصاق (*Arthrocnemum macrostachyum*) (ذو قيمة أهمية = ٤٣,٣٣). وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية السمار المر (*Juncus acutus* subsp. *acutus*) ، البوص (*Phragmites australis* subsp. *australis*) ، الطرفة أو الأثل (*Tamarix nilotica*) ، الحطب الزيتي (*Limbarda crithmoides*) ، الرطريط الأبيض (*Zygophyllum album*).

- المجموعة (D) عشيرة حطب زيتي

Limbarda crithmoides

اشتملت على ١٤ موقع (٤-٥-٦-٧-١٠-١١-١٦-١٩-٢١-٣١-٤٧-٤٨-٥٠) ، وتميزت بسيادة نبات حطب زيتي (*Limbarda crithmoides*) (ذو قيمة أهمية = ٨٠,٢٦) ، وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية البصاق (*Arthrocnemum macrostachyum*) ، العاقول (*Alhagi graecorum*) ، البوص (*Phragmites australis* subsp. *australis*) ، الحطب الأبيض أو القطف (*Atriplex portulacoides*) ، السمار المر (*Juncus acutus* subsp. *acutus*) ، الحطب الأحمر (*Halocnemum strobilaceum*) ، و النجيل البلدي (*Cynodon dactylon*).

- المجموعة (E) عشيرة البصاق

Arthrocnemum macrostachyum

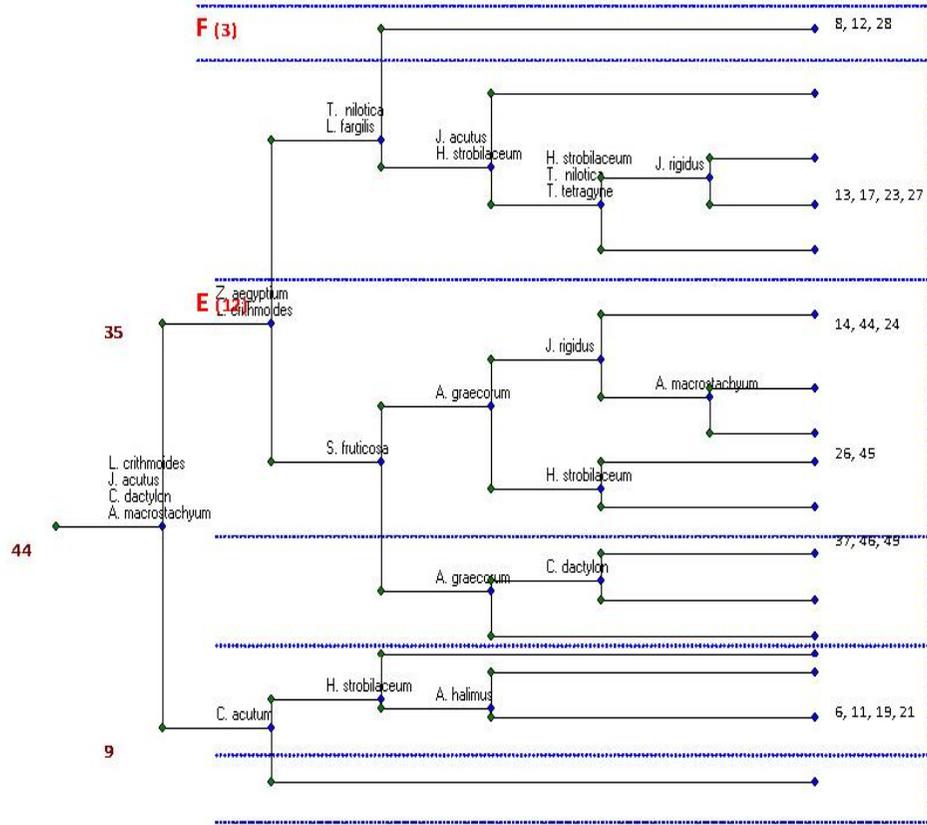
وتضمنت ١٢ موقع (١٣- ١٤ - ١٧ - ٢٣ - ٢٤ - ٢٦ - ٢٧ - ٣٧ - ٤٤ - ٤٥ - ٤٦ - ٤٩) ، وتميزت بسيادة نبات البصاق (*Arthrocnemum macrostachyum*) (ذو قيمة أهمية = ٩٩,٦٣). وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية الرطريط المصري (*Zygophyllum aegyptium*) ، الحطب الأحمر (*Halocnemum strobilaceum*) ، البوص (*Phragmites australis subsp. australis*) ، العاقول (*Alhagi graecorum*) ، السمار المر (*Juncus acutus subsp. acutus*).

- المجموعة (F) عشيرة العاقول

Alhagi graecorum

واشتملت على ٣ مواقع (٨ - ١٢ - ٢٨) ، وتميزت بسيادة نبات العاقول (*Alhagi graecorum*) (ذو قيمة أهمية = ٩٣,٩٣). وكانت أهم النباتات المعمرة المرافقة لهذه العشيرة النباتية نبات البصاق (*Arthrocnemum macrostachyum*) ، النجيل الشيطاني (*Aeluropus lagopoides*) ، القناد (*Echinops spinosus*) ، الأرتي (*Calligonum polygonoides subsp. comosum*) ، الطرفة (*Tamarix nilotica*) ، القرضاب (*Polygonum equisetiforme*) ، المرير (*Launaea fargilis subsp. fargilis*).

وباستخدام برنامج التحليل الدليلي ثنائي الإتجاه (TWINSPAN) - شكل ١ - تم التمييز بين كلاً من المواقع الممثلة لبيئة المستنقعات الملحية والمواقع الممثلة لبيئة التكوينات الرملية والأراضي الخصبة. فالمجموعات (A ، B ، F) والتي اشتملت في مجموعها على ١٢ موقع تمثل بيئات التكوينات (المسطحات) الرملية والأراضي الخصبة "المنزرعة وغير المنزرعة" أما باقي المجموعات (C ، D ، E) والتي اشتملت على ٣٢ موقع تمثل بيئة المستنقعات الملحية الجافة والرطبة بمنطقة الدراسة.

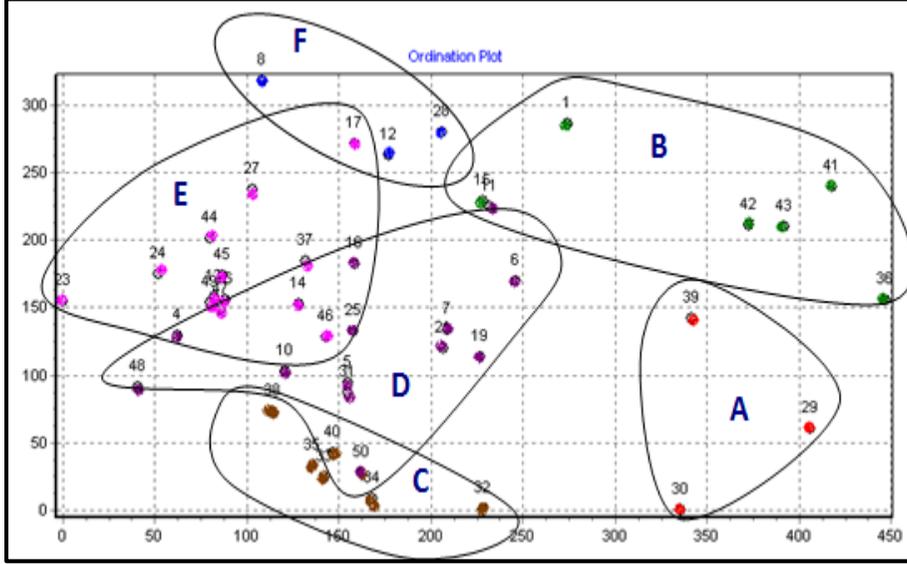


شكل (٢٥) التحليل الدليلي ثنائي الإتجاه (TWINSpan)

هذا بالإضافة الى ٦ مواقع "لا توجد بها نباتات" تمثل المستنقعات الملحية عالية الملوحة "السبخات"، ومن الجدير بالذكر ان برنامج التحليل الدليلي ثنائي الاتجاه يوضح الأنواع النباتية الدليلية للمجموعات النباتية المختلفة ، فكما يتضح من شكل (١) أن المجموعات A ، B النبات الدليلي لها هو المديد ، والمجموعات C ، D النبات الدليلي لها هو الخريزة ، والمجموعات E ، F الأنواع الدليلية لها هي نبات الطرفة ونبات المرير.

وباستخدام برنامج تحليل التطابق العكسي (DCA) - شكل ٢ - وجد أن المجموعة النباتية A (عشيرة أبونعيجة والنجيل البلدي) قد انفصلت تماماً و بوضوح عن باقي المجموعات النباتية وهذه العشيرة يمكن أن تمثل الأراضي الخصبة المنزرعة وغير المنزرعة. كما لوحظ وجود تداخل بسيط جداً بين المجموعة B (عشيرة النجيل البلدي والمديد) مع المجموعة D (عشيرة الحطب

الزيتى) ، فالمجموعة B تمثل المسطحات الرملية الملحية والمجموعة D تمثل المستنقعات الملحية. وكذلك الحال بين المجموعة F (عشيرة العاقول) مع المجموعة E (عشيرة البصاق). لوحظ أيضاً تداخل بين المجموعة C (عشيرة الخريزة والبصاق) والمجموعة D.



شكل (٢٦) تحليل التطابق العكسي (DCA)

أهم النباتات الحولية وثنائية الحولية المرافقة للمجتمعات النباتية بمنطقة الدراسة

ويوضح الجدول (٢) يوضح أهم النباتات الحولية وثنائية الحول المرافقة للمجتمعات النباتية الملحية ، والمحبة للرمال ، والموجودة فى الأراضى الخصبة سواء المنزرعة أو غير المنزرعة.

جدول (١٤) أهم الأنواع النباتية ثنائية الحول والحوالية المرافقة للمجتمعات النباتية السائدة بمنطقة الدراسة.

| م | النوع النباتي | | الموطن البيئي | | |
|----|------------------------------------|--|-------------------|-----------------|---------------|
| | الاسم الدراج | الاسم العلمي | مستنقعات ملحية | مسطحات رملية | أراضي خصبة |
| | A- Biennials | | | | |
| | النباتات ثنائية الحول | | | | |
| ١ | | <i>Spergularia marina</i> | + | + | + |
| | B- Annuals | | | | |
| | النباتات الحولية | | | | |
| | 1- All year annuals | | | | |
| | حوليات طوال العام | | | | |
| ٢ | | <i>Cakile maritima</i> subsp. <i>aegyptiaca</i> | + | + | + |
| ٣ | | <i>Chenopodium murale</i> | + | + | + |
| ٤ | | <i>Bassia indica</i> | + | + | + |
| ٥ | | <i>Conyza bonariensis</i> | + | + | + |
| ٦ | | <i>Rumex dentatus</i> subsp. <i>dentatus</i> | + | - | + |
| ٧ | | <i>Senecio glaucus</i> subsp. <i>coronopifolius</i> | + | + | + |
| ٨ | | <i>Sonchus oleraceus</i> | + | + | + |
| ٩ | | <i>Suaeda maritima</i> | + | + | + |
| ١٠ | | <i>Solanum nigrum</i> var. <i>nigrum</i> | + | - | + |
| ١١ | | <i>Lactuca serriola</i> | + | + | - |
| ١٢ | | <i>Amaranthus lividus</i> | + | - | - |
| ١٣ | | <i>Eclipta prostrata</i> | + | - | - |
| | (b) Winter - Spring Annuals | | | | |
| | حوليات الشتاء- الربيع | | | | |
| ١٤ | | <i>Emex spinosa</i> | + | + | + |
| ١٥ | | <i>Hordeum marinum</i> subsp. <i>marinum</i> | + | + | + |
| ١٦ | | <i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> | + | + | + |
| ١٧ | | <i>Lolium temulentum</i> | + | + | + |

| الموطن البيئي | | | النوع النباتي | | م |
|---------------|--------------|----------------|---|---------------------------------------|----|
| أراضي خصبة | مسطحات رملية | مستنقعات ملحية | الاسم العلمي | الاسم الدراج | |
| + | + | + | <i>Medicago polymorpha</i> subsp. <i>polymorpha</i> | النفل | ١٨ |
| + | + | + | <i>Melilotus indicus</i> | الهندقوق | ١٩ |
| + | + | + | <i>Parapholis incurva</i> | باروفيليس | ٢٠ |
| + | + | + | <i>Phalaris minor</i> | ديل الفار | ٢١ |
| + | + | - | <i>Aegilops bicornis</i> | شعير الفار | ٢٢ |
| + | + | - | <i>Centaurea glomerata</i> | سرة النعجة | ٢٣ |
| + | + | - | <i>Cutandia memphitica</i> | صامه | ٢٤ |
| - | + | + | <i>Frankenia pulverulenta</i> | موليخ | ٢٥ |
| - | + | + | <i>Lotus halophilus</i> | رجل العصفورة | ٢٦ |
| - | + | + | <i>Rumex pictus</i> | حميض | ٢٧ |
| + | - | - | <i>Eruca sativa</i> | الجرجير | ٢٨ |
| + | - | - | <i>Orobanche crenata</i> | الهالوك | ٢٩ |
| - | + | - | <i>Rumex vesicarius</i> | حميض | ٣٠ |
| + | - | - | <i>Sisymbrium irio</i> | فجل الجمل | ٣١ |
| | | | (c) Winter-Spring-Summer Annuals | حوليات الشتاء-الربيع - الصيف | |
| + | + | + | <i>Malva parviflora</i> | خبيزة | ٣٢ |
| + | + | - | <i>Anchusa humilis</i> | كحله | ٣٣ |
| + | + | - | <i>Carthamus tenuis</i> subsp. <i>foliosus</i> | قوص | ٣٤ |
| - | + | + | <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> | غسول | ٣٥ |
| - | + | + | <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> | غسول | ٣٦ |
| + | + | - | <i>Polypogon monspeliensis</i> | ديل القط | ٣٧ |
| - | + | - | <i>Erodium laciniatum</i> subsp. <i>laciniatum</i> | ابو مصفاح | ٣٨ |
| - | + | - | <i>Neurada procumbens</i> | لصيق | ٣٩ |
| | | | (d) Spring-Summer-Autumn Annuals | حوليات الربيع - الصيف - الخريف | |
| + | + | - | <i>Salsola kali</i> | اشنان | ٤٠ |

| م | الموطن البيئي | | | النوع النباتي | |
|----|---------------|--------------|----------------|---|------------------------|
| | أراضي خصبة | مسطحات رملية | مستنقعات ملحية | الاسم العلمي | الاسم الدراج |
| ٤١ | + | + | - | <i>Amaranthus graecizans</i> subsp. <i>graecizans</i> | فسا الكلاب |
| ٤٢ | - | + | + | <i>Bassia muricata</i> | كوخيا |
| ٤٣ | + | + | - | <i>Cenchrus biflorus</i> | رجل الغراب |
| ٤٤ | + | - | - | <i>Echinochloa crus-galli</i> | الدنيبية |
| ٤٥ | + | + | - | <i>Setaria verticillata</i> | قمح الفار |
| ٤٦ | + | - | - | <i>Amaranthus viridis</i> | عرف الديك |
| ٤٧ | + | - | - | <i>Chenopodium album</i> | الزربيح الأبيض |
| ٤٨ | + | - | - | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | رجل الحرباية |
| ٤٩ | + | - | - | <i>Echinochloa colona</i> | أبو ركة |
| ٥٠ | + | - | - | <i>Portulaca oleracea</i> | الرجلة |
| | | | | (e) Summer - Autumn Annuals | حولييات الصيف - الخريف |
| ٥١ | + | + | - | <i>Xanthium spinosum</i> | شبيط |
| ٥٢ | + | - | - | <i>Eragrostis pilosa</i> | حيلة جوج |

٢- العلاقة بين المجتمعات النباتية السائدة وخصائص التربة (الملوحة ومستوى الماء الأرضي) بمنطقة الدراسة

جدول (١٥) يوضح مستوى الماء الأرضي وكذلك ملوحة التربة (التوصيل الكهربى EC "مليليموز/سم" لعجينة التربة المشبعة) والتي تم تقديرها في ٥٠ موقع موزعة لتشمل كافة المتغيرات البيئية بمنطقة الدراسة كما يلي:-

١- ٢٨ موقع تمثل منطقة ساحل البحر المتوسط الدلتاوى ابتداء من رشيد وحتى بلطيم وتتمثل في المواقع من ١ وحتى ٢٨.

٢- ١٥ موقع تمثل منطقة ساحل البحر المتوسط الدلتاوى ابتداء من دمياط وحتى بلطيم وتتمثل في المواقع من ٢٩ وحتى ٤٣.

٣- ٧ مواقع تمثل امتداد ساحل الدلتا جنوباً ، كما في جنوب البحيرات ، وتتمثل في المواقع من ٤٤ - ٥٠.

جدول (١٥) ملوحة التربة ومستوى الماء الأرضى بالمواقع المختارة بمنطقة الدراسة.

| رقم الموقع | الملوحة (ملييموز/سم) | مستوى الماء الأرضى (سم) | رقم الموقع | الملوحة (ملييموز/سم) | مستوى الماء الأرضى (سم) |
|------------|----------------------|-------------------------|------------|----------------------|-------------------------|
| ١ | 9.53 | 90 | ٢٦ | 9.64 | 70 |
| ٢ | 96.3 | 63 | ٢٧ | 8.96 | 86 |
| ٣ | 179.2 | 25 | ٢٨ | 7.94 | 90 |
| ٤ | 72.8 | 55 | ٢٩ | 29.7 | 95 |
| ٥ | 18.2 | 107 | ٣٠ | 21.1 | 90 |
| ٦ | 11.59 | 25 | ٣١ | 39.7 | 60 |
| ٧ | 5.36 | 84 | ٣٢ | 67.1 | 65 |
| ٨ | 5.12 | 74 | ٣٣ | 74.5 | 20 |
| ٩ | 154 | 30 | ٣٤ | 83.6 | 25 |
| ١٠ | 45.18 | 50 | ٣٥ | 91.3 | 18 |
| ١١ | 15.32 | 90 | ٣٦ | 9.71 | 90 |
| ١٢ | 11.12 | 95 | ٣٧ | 84.9 | 35 |
| ١٣ | 6.55 | 100 | ٣٨ | 87.2 | 46 |
| ١٤ | 6.32 | 116 | ٣٩ | 13.98 | 75 |
| ١٥ | 5.36 | 110 | ٤٠ | 66.2 | 65 |
| ١٦ | 24.77 | 85 | ٤١ | 3.78 | 70 |
| ١٧ | 11.86 | 97 | ٤٢ | 4.82 | 77 |
| ١٨ | 285.6 | 86 | ٤٣ | 9.17 | 20 |
| ١٩ | 13.8 | 115 | ٤٤ | 5.16 | 90 |
| ٢٠ | 217.6 | 30 | ٤٥ | 13.5 | 90 |
| ٢١ | 18.3 | 70 | ٤٦ | 7.2 | 150 |
| ٢٢ | 146.7 | 40 | ٤٧ | 15.11 | 100 |
| ٢٣ | 53.62 | 68 | ٤٨ | 19.2 | 90 |
| ٢٤ | 42.7 | 75 | ٤٩ | 2.8 | 150 |
| ٢٥ | 15.05 | 85 | ٥٠ | 3.9 | 110 |

ويتضح تفاوت الملوحة ومستوى الماء الأرضى فى تلك المواقع ، حيث تراوحت الملوحة ما بين ٢,٨ - ٢٨٥,٦ ملييموز/سم فى المواقع رقم ٤٩

ورقم ١٨ على التوالي. وتراوح مستوى الماء الأرضى ما بين ١٨ سم (موقع رقم ٣٥) و ١٥٠ سم (موقع رقم ٤٩).

من خلال جدول (١٦) يتضح ما يلى:

١- مناطق السبخات – والتي لا توجد بها نباتات - ذات ملوحة عالية جداً تتراوح ما بين ٩٦,٣ – ٢٨٥,٦ ملليموز/ سم بمتوسط ١٧٩,٩ ملليموز/ سم ، كما تتميز بأن مستوى الماء الأرضى يتراوح من ٢٥ الى ٨٦ سم بمتوسط ٤٥,٦٧ سم.

٢- بالنسبة للعشائر النباتية السائدة فى منطقة الدراسة فإن توزيعها وانتشارها يرتبط ارتباطاً قوياً بملوحة التربة ومستوى الماء الأرضى ، وذلك على النحو التالى:-

أ- عشيرة الخريزة - البصاق: تتواجد فى أكثر البيئات ملوحة (بمتوسط ٧٨,٣٢ ملليموز/سم) ، وأقلها فى مستوى الماء الأرضى (بمتوسط ٣٩,٨٣ سم).

ب- عشيرة حطب زيتى و عشيرة البصاق وكذلك عشيرة أبو نعيجة – النجيل البلدى تتواجد فى بيئات ملحية أيضاً حيث تكون متوسط ملوحة التربة المتواجدة بها ٢٢,٧٣ ، ٢٢,١٠ ، ٢١,٥٩ ملليموز/سم ، على التوالي . ومتوسط مستوى الماء الأرضى يتراوح ما بين ٨٠,٤٣ – ٩٣,٩٢ سم . ومن الجدير بالذكر أن عشيرة حطب زيتى و عشيرة البصاق تتواجد فى بيئات المستقعات الملحية ، أما عشيرة أبو نعيجة – النجيل البلدى فتتواجد فى الأراضى الخصبة عالية الملحية.

ج- عشيرة النجيل البلدى – المديد ، وعشيرة العاقول تتواجد فى بيئات أقل ملوحة عن بيئات العشائر السابقة، حيث تكون متوسط الملوحة ٧,٠٦ ملليموز/سم فى حالة عشيرة النجيل البلدى – المديد ، و ٨,٠٦ ملليموز/سم فى حالة عشيرة العاقول. أما متوسط مستوى الماء الأرضى يكون ٧٦,١٧ و ٨٦,٣٣ سم فى عشيرة النجيل البلدى – المديد ، وعشيرة العاقول على التوالي. كما نود أن نشير الى أن عشيرة العاقول تكون أكثر انتشاراً فى بيئات المسطحات الرملية الملحية ، أما عشيرة النجيل البلدى – المديد فتتواجد فى الأراضى الخصبة سواء الملحية (٩,٧١ ملليموز/سم) أو غير الملحية (٣,٩٠ ملليموز/سم).

جدول (١٦) متوسط ملوحة التربة ومستوى الماء الأرضي بالمواقع المختارة الممثلة للمجتمعات النباتية السائدة بالمنطقة.

| مستوى الماء الأرضي (سم) | | | ملوحة التربة (مليموز/سم) | | | العشيرة النباتية |
|-------------------------|-----------|----------|--------------------------|-----------|----------|------------------------------|
| المتوسط | أعلى قيمة | أقل قيمة | المتوسط | أعلى قيمة | أقل قيمة | |
| ٨٦,٨٧ | ٩٥,٠ | ٧٥,٠ | ٢١,٥٩ | ٢٩,٧٠ | ١٣,٩٨ | أبو نعيجة - النجيل البلدي |
| ٧٦,١٧ | ١١٠,٠ | ٢٠,٠ | ٧,٠٦ | ٩,٧١ | ٣,٧٨ | النجيل البلدي - المديد |
| ٣٩,٨٣ | ٦٥,٠ | ١٨,٠ | ٧٨,٣٢ | ٩١,٣٠ | ٦٧,١٠ | الخريزة - البصاق |
| ٨٠,٤٣ | ١١٥,٠ | ٢٥,٠ | ٢٢,٧٣ | ٧٢,٨٠ | ٣,٩٠ | حطب زيتي |
| ٩٣,٩٢ | ١٥٠,٠ | ٣٥,٠ | ٢١,١٠ | ٨٤,٩٠ | ٢,٨٠ | البصاق |
| ٨٦,٣٣ | ٩٥,٠ | ٧٤,٠ | ٨,٠٦ | ١١,١٢ | ٥,٢٠ | العاقول |
| ٤٥,٦٧ | ٨٦,٠ | ٢٥,٠ | ١٧٩,٩٠ | ٢٨٥,٦٠ | ٩٦,٣٠ | السبخات |

ب تأثير التغيرات المناخية خلال أكثر من ثلاثة عقود على التركيب النوعي للنباتات (التركيب الفلوري) بمنطقة الدراسة

١- الانحرافات المناخية بمنطقة الدراسة خلال الفترة ما بين ١٩٨٠ و

٢٠١٤ م

تم رصد المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة وكذلك معدل سقوط الأمطار في ثلاثة محطات للأرصاد الجوية خلال عام ١٩٨٠ م وكذلك ٢٠١٤ م. وتم اختيار هذه المحطات لتمثل منطقة الدراسة ، وتلك المحطات الثلاثة هي: رشيد ، بلطيم ، دمياط.

ويتضح من جدول (١٧) ارتفاع درجات الحرارة في عام ٢٠١٤ م عن عام ١٩٨٠ في الثلاثة محطات. فكان متوسط درجات الحرارة في عام ٢٠١٤ م في محطة رشيد (٣٠,٣ م) وبلطيم (٩,٩ م) ودمياط (٢,٢ م) ، وفي عام ١٩٨٠ م كانت متوسطات درجات الحرارة في تلك المحطات ٩,٢٠ ، ٤,٢٠ ، ٨,٢٠ م على التوالي. وبالتالي ارتفعت درجات الحرارة بمقدار ٤,٠٤ ،

°م فى رشيد ودمياط و ١,٥ °م فى بلطيم ، بمتوسط عام ٠,٧٦ °م فى منطقة الدراسة.

جدول (١٧) متوسط درجات الحرارة الشهرية (°م) خلال عام ١٩٨٠م و عام ٢٠١٤م بمنطقة الدراسة.

| الشهر | محطة أرصاد رشيد | | | محطة أرصاد بلطيم | | | محطة أرصاد دمياط | | |
|---------|-----------------|------|------|------------------|------|------|------------------|------|------|
| | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ |
| يناير | 0.1 | 14.1 | 14.0 | 1.5 | 15.5 | 14.0 | 0.2 | 15.5 | 15.3 |
| فبراير | 0.1 | 14.6 | 14.5 | 1.3 | 16.1 | 14.8 | 0.1 | 15.9 | 15.8 |
| مارس | 0.7 | 16.8 | 16.1 | 1.8 | 17.4 | 15.6 | 0.5 | 16.8 | 16.3 |
| أبريل | 0.3 | 19.2 | 18.9 | 2.5 | 19.8 | 17.3 | 1.2 | 19.7 | 18.5 |
| مايو | 0.9 | 22.7 | 21.8 | 1.1 | 22.9 | 21.8 | 0.3 | 22.1 | 21.8 |
| يونيه | 0.8 | 24.6 | 23.8 | 1.1 | 25.4 | 24.3 | 0.8 | 24.2 | 23.4 |
| يوليه | 0.1 | 27.1 | 27.0 | 1.3 | 27.2 | 25.9 | 0.4 | 27.6 | 27.2 |
| أغسطس | 0.1 | 26.6 | 26.5 | 1.7 | 28.3 | 26.6 | 0.1 | 26.3 | 26.2 |
| سبتمبر | 0.2 | 25.1 | 24.9 | 1.0 | 26.9 | 25.9 | 0.3 | 26.1 | 25.8 |
| أكتوبر | 0.4 | 23.6 | 23.2 | 1.1 | 23.7 | 22.6 | 0.1 | 24.3 | 24.2 |
| نوفمبر | 0.2 | 20.1 | 19.9 | -0.3 | 20.1 | 20.4 | 0.1 | 20.2 | 20.1 |
| ديسمبر | 0.3 | 19.8 | 19.5 | 3.5 | 19.5 | 16.0 | 0.8 | 16.4 | 15.6 |
| المتوسط | 0.4 | 21.2 | 20.8 | 1.5 | 21.9 | 20.4 | 0.4 | 21.3 | 20.9 |

وبالنسبة لمعدل تغير سقوط الأمطار خلال عام ١٩٨٠م و عام ٢٠١٤م كما هو مبين فى جدول (١٨) يتضح ما يلى:

انخفاض معدل سقوط الأمطار فى عام ٢٠١٤م مقارنة بمعدل سقوط الأمطار فى عام ١٩٨٠م فى جميع محطات الرصد ، وخاصة فى محطة أرصاد بلطيم حيث وصل انخفاض المعدل السنوى للمطر الى ١٧,٨ مم ، وكان معدل الانخفاض ١,٥ مم و ٠,٢ مم فى محطتى دمياط ورشيد على التوالى . وبالتالي يكون متوسط معدل انفاض المطر بمنطقة الدراسة حوالى ٦,٥ مم.

مما سبق يتضح ارتفاع درجات الحرارة مع انخفاض معدل سقوط الأمطار بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٠م وحتى ٢٠١٤م.

جدول (١٨) المعدلات الشهرية لسقوط الأمطار (مم) خلال عام ١٩٨٠م وعام ٢٠١٤م بمنطقة الدراسة.

| الشهر | محطة أرصاد رشيد | | | محطة أرصاد بلطيم | | | محطة أرصاد دمياط | | |
|---------|-----------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ | معدل التغير | ٢٠١٤ | ١٩٨٠ |
| يناير | -1.5 | 24.6 | 23.1 | -33.1 | 39.1 | 72.1 | -0.9 | 43.1 | 42.2 |
| فبراير | -0.7 | 18.2 | 17.5 | -5.3 | 16.3 | 21.6 | -0.3 | 24.8 | 24.5 |
| مارس | -0.3 | 14.6 | 14.3 | -23.4 | 10.2 | 33.5 | -0.4 | 14.0 | 13.6 |
| أبريل | 0.4 | 4.5 | 4.9 | -1.0 | 3.1 | 4.1 | 0.2 | 4.6 | 4.8 |
| مايو | -0.2 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.2 | 1.5 |
| يونيه | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| يوليه | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| أغسطس | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| سبتمبر | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 1.5 | 1.5 | 0.0 | 0.9 | 0.1 | 1.0 |
| أكتوبر | 2.5 | 7.1 | 9.6 | 4.1 | 9.7 | 5.6 | -0.3 | 8.2 | 7.9 |
| نوفمبر | -0.2 | 13.4 | 13.2 | 22.9 | 23.9 | 1.0 | -0.7 | 25.3 | 24.6 |
| ديسمبر | -0.2 | 21.1 | 20.9 | 16.5 | 37.9 | 21.3 | -0.3 | 42.5 | 42.2 |
| المجموع | -0.2 | 104.8 | 104.6 | -17.8 | 141.5 | 159.3 | -1.5 | 163.8 | 162.3 |

٢- تغيرات التركيب النوعي (الفلوري) بمنطقة الدراسة خلال فترة الثمانينات وحتى عام ٢٠١٤م

التغيرات المناخية (ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض معدل سقوط الأمطار) بمنطقة الدراسة أدت الى حدوث الجفاف ، سواء كان جفافاً طبيعياً أو فسيولوجياً " زيادة ملوحة التربة" ، هذا بالإضافة الى الأنشطة البشرية المختلفة مثل استزراع المناطق الساحلية ، ووجود المصايف ، واشاء كثير من الأبنية ، وكذلك انشاء الطريق الدولي الساحلى – كل هذه العوامل أدت الى حدوث تغيرات فى التركيب الفلورى بمنطقة الدراسة ، ومن هذه التغيرات ما يلى:-

- ظهور أنواع نباتية غازية ذات أصل صحراوى (الصحارى - السندى Saharo-Sindian) والتي ظهرت بمنطقة الدراسة نتيجة تغيرات المناخ (الجفاف الطبيعى) والأنشطة البشرية (انشاء الطرق والمباني) ، ومن هذه الأنواع ما يلى:

أ- أنواع معمرة مثل: *Artemisia monosperma* ، *Astragalus* ، *Convolvulus* ، *Centaurea aegyptiaca* ، *fruticosus*

Onobrychis ، *Cornulaca monacantha* ، *lanatus*
Polycarpaea ، *Panicum turgidum* ، *ptolemaica*
. *repens*

ب- أنواع حولية مثل: *Malcolmia pygmaea* ، *Carrichtera annua* ،
Zygophyllum ، *Silene hussonii* ، *Neurada procumbens* ،
. *simplex*

- كثرة النباتات التابعة لطراز الحوليات Therophytes بالاضافة الى كثرة الأنواع التابعة للفصيلة النجيلية (Poaceae) Gramineae ، وذلك نتيجة لزيادة جفاف المنطقة الناتج عن التغيرات المناخية.
- زيادة الأنواع النباتية المرافقة للمحاصيل الزراعية (الحشائش weeds) نتيجة زيادة النشاط الزراعي بالمنطقة.
- سيادة وغزارة الأنواع المتحملة للملوحة العالية نتيجة لزيادة الملوحة في منطقة الدراسة .

خامساً : النتائج والتوصيات

أ- نتائج الدراسة :

خلصت الدراسة الحالية الى النتائج الآتية :

- شهدت نهايات القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ، تغيراً في مستوي سطح البحر العالمي بمعدل يتراوح ما بين (صفر : +٠,١٣ مم) سنوياً .
- من المرجح بدرجة ثقة عالية ان متوسط سطح البحر العالمي قد تغير بمعدل بلغ (١,٧ مم/سنة) خلال الفترة ما بين عامي (١٩٠١ ، ٢٠١٠) ، وقد بلغ هذا المعدل اقصاه في الفترة ما بين عامي (١٩٩٣ : ٢٠١٠) حيث تراوح معدل التغير ما بين (٢,٨ : ٣,٦ مم / سنة) وبمتوسط عام بلغ ٣,٦ مم /سنة.
- وفقاً للعديد من السيناريوهات المتوقعة لمعدلات ذوبان الجليد وانهيار كتل كبيرة من الغطاءات الجليدية العظمي خلال القرن الحالى بسبب ارتفاع حرارة الارض ، قد يرتفع متوسط سطح البحر (MSL) بحلول عام (٢٠٥٠) بما يتراوح ما بين (٧ : ٣٦ سم) ، وبحلول عام (٢٠٨٠) سيرتفع مستوي سطح البحر ما بين (٩ : ٦٩ سم) ، بينما يتوقع ارتفاعه ما بين (٣٠ : ٨٠ سم) بحلول عام ٢٠٠ م .
- تتميز منطقة الدراسة بالعديد من الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية ، تضبط استجابة المنطقة للتغير الموجب لمستوي سطح البحر على المستوي الاقليمي والمحلى ، اهمها تكوينات الطبقات الصخرية المتعاقبة ، والخصائص البنيوية العامة للدلتا ، وملامح السطح بها ، ودرجة واتجاه الانحداره ، بالاضافة الى الاطار المائي المحيط بالمنطقة ، والتحكم فى مائية نهر النيل بعد بناء السد العالى .
- تتعرض التربة فى شمال الدلتا (منطقة الدراسة) نتيجة للتغير الذي اصاب مستوي سطح البحر ، الى تغير واضح فى خصائصها الكيميائية متمثلة فى معدلات تملحها بمتوسط تغير سنوي بلغ (٠,٦٥ ملليموز / سم / سنة) ، وخصائصها الطبيعية متمثلة فى ارتفاع مستوي الماء الارضي بها بمتوسط تغير بلغ (٠,٤٨ سم / سنة) .
- تزداد قيم ملوحة التربة فى شمال الدلتا بالاتجاه غرباً نحو بحيرة ادكو ، وبالاتجاه شمالاً متأثرة فى الاتجاه الاول بانخفاض سطح الارض ، وفى الاتجاه الثانى بالقرب من المسطحات المائية (البحر المتوسط – البحيرات).

- يزداد مستوي الماء الارضي بالمنطقة فى غرب المنطقة عن شرقها نتيجة لارتفاع سطح الارض بالاتجاه نحو الشرق ، كما يزداد مستواه بعامة بالاتجاه نحو الشمال حيث الاتجاه الغالب لانحدار سطح الدلتا ككل ، ويستثنى من ذلك بعض المحاور التى تمتد مسامتة لمناطق تركيز الكثبان الرملية الساحلية لاسيما عند رشيد وبلطيم وراس البر .
- تصنف التربة بمنطقة الدراسة بحسب درجة تدهورها الكيمائي والطبيعي الى اربعة فئات رئيسة هي : التربة عالية التدهور فى الشمال والغرب ، والتربة متوسطة التدهور فى الوسط والجنوب ، والتربة خفيفة التدهور ، والتربة المحسنة (عديمة التدهور) فى مناطق الاستصلاح وسط منطقة الدراسة .
- ب- التوصيات :**
- يمثل ارتفاع مستوي سطح البحر خطراً تواجهه الاراضي المنخفضة فى الجهات الساحلية ، وهو من الاخطار التى تنوء بعبئها الدول النامية والفقيرة ، لذا توصي الدراسة بضرورة التعاون والمشاركة مع الجهات والهيئات الدولية ذات الاهتمام ، بمواجهة تغيرات مستوي سطح البحر ، وما ينتج عنها من آثار .
- الاستفادة من الدراسات التى تعدها الجهات الدولية حول اليات ووسائل التأقلم مع تأثيرات التغير فى مستوى سطح البحر التى تشمل تأكل الشواطئ وتراجعها ، وزيادة ملوحة التربة وارتفاع مستوى الماء الارضي .
- حصر وتحديد المناطق المهددة بالاغراق المحتمل بماء البحر ، ومراعاة ذلك فى خطط التنمية المستقبلية للمنطقة .
- تبني سياسة التكيف Adaptation والتعايش مع التأثيرات الناتجة عن تغير مستوي سطح البحر ، مثل استنباط سلالات جديدة تتحمل زيادة الملوحة وارتفاع الحرارة .
- تبني سياسة التخفيف Mitigation ، من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ، من خلال التحول الى مصادر الطاقة النظيفة (رياح ، شمس ، كهرباء مائية ، طاقة حيوية) واستبدالها عن الوقود التقليدي .
- انشاء ادارة للرصد والمتابعة للتغيرات المتوقعة فى مستوي سطح البحر وتأثيرات ذلك ، والمدى الجغرافي التى يصله هذه التأثير ، ووضع البدائل للتقليل من هذه التأثيرات اولاً باول ، تكون جزءاً من الادارة المحلية للمدن والمراكز الساحلية بشمال الدلتا .
- زيادة الوعي البيئي لدي المواطنين ومتخذي القرار من خلال تضمين البرامج التعليمية موضوعات التغيرات البيئية الناجمة عن التغير المناخي وتأثيره

- على مستوي سطح البحر ، وتأثيرات ذلك على سكان المناطق الساحلية والتجمعات والموارد الواقعة في مدي التأثير المتوقع .
- استخدام وسائل الحماية ضد عمليات النحت البحرية متمثلة في (الحوائط البحرية - حواجز الأمواج أو كاسرات الأمواج) ، لاسيما في غرب المنطقة .
- إقامة جدر مصفحة : (جدر خراسانية من الرمل والأسمنت المعالج كيميائيا) على طول خط الشاطئ في المناطق المهدة بطغيان المياه عبر المناطق المنخفضة بين التراكمات الرملية على امتداد الشاطئ .
- تدعيم منسوب الطرق و الجسور الأرضية القائمة بالفعل ورفعها بحيث لا يقل ارتفاعها عن ٢م فوق منسوب سطح البحر ، ومنها الطريق الدولي الساحلي الذي يمثل خط دفاع ثاني للمنطقة الشمالية بعد نطاق الكثبان الرملية .

المصادر والمراجع

أولاً : المصادر

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم المناخ ، البيانات الشهرية لمحطات (، وبلطيم و رشيد) ، القاهرة .
- الهيئة المصرية العامة للبترو ل : (١٩٨٧) خريطة مصر الجيولوجية مقياس (١ : ٥٠٠٠٠٠٠) ، لوحة القاهرة .
- موقع المساحة الجيولوجية الامريكية ، نموذج الارتفاع الرقمة (DEM) دقة (٣٠متر) Aster ، ٢٠١٢ . <http://www.usgs.gov>

ثانياً المراجع العربية:

١. (٢٠٠٩) التغيرات المناخية العالمية وانعكاساتها بدولة الكويت ، قسم الجغرافيا ، جامعة الكويت ، الكويت .
٢. عمرو صبري محسوب (٢٠٠٨) جيومورفولوجية الهامش الشمالي للدلتا ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية الاداب ، جامعة عين شمس .
٣. محمد صبري محسوب (٢٠٠٦) الدراسات الميدانية والتجارب المعملية في الجيومورفولوجية ، الاسراء للطباعة ، القاهرة .
٤. محمد محمد عبدالعال ابراهيم (٢٠١٢) التغيرات المناخية لأمطار السواحل المصرية دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة المنصورة .
٥. منا محمد عصام حسن العسال (٢٠١٠) الأخطار الجيومورفولوجية في النطاق الشمالي الغربي لدلتا النيل بين مصب رشيد والهوامش الغربية للدلتا، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الاداب ، جامعة كفر الشيخ .

ثالثاً: المراجع الاجنبية :

1. Ablain, M., A. Cazenave, G. Valladeau, and S. Guinehut, 2009: A new assessment of the error budget of global mean sea level rate estimated by satellite altimetry over 1993–2008. Ocean Sci., 5, 193–201.
2. Adams, P. N., D. L. Inman, and N. E. Graham, 2008: Southern California deep-water wave climate:

- Characterization and application to coastal processes. *J. Coast. Res.*, 24, 1022–1035.
3. Boko, M.; Niang, I.; Nyong, A.; Vogel, C.; Githeko, A.; Medany, M.; Osman-Elasha, B.; Tabo and R.; Yanda, P. (2007) “Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”, In Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental, by M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden and C.E. Hanson, 433-467. Cambridge: Cambridge University Press.
 4. Dasgupta, S., B. Laplante, C. Meisner, D. Wheeler, and J. Yan (2007) the Impact of Sea Level Rise on Developing Countries; A Comparative Analysis. World Bank Policy Research Working Paper 4136, Washington: Development Research Group, World Bank.
 5. Dasgupta, S., B. Laplante, S Murray, and D. Wheeler (2009) Sea-Level Rise and Storm Surges. Policy Research Working Paper 4901, Washington: The World Bank Development Research Group-Environment and Energy Team.
 6. Elsharkawy H., Rashed H., & Rached I.,(2009) The impacts of SLR on Egypt, 45th ISOCARP Congress .
 7. FAO/UNEP (1978). Methodology for assessing soil degradation, 2527 January Rome Italy.
 8. Intergovernmental Panel on climate change-IPCC- (2013), Fifth Assessment Report, The Physical Science Basis, Cambridge University Press.
 9. Marzeion, B., A. H. Jarosch, and M. Hofer, 2012a: Past and future sea-level changes from the surface mass balance of glaciers. *Cryosphere*, 6, 1295–1322.
 10. Marzeion, B., M. Hofer, A. H. Jarosch, G. Kaser, and T. Mölg, 2012b: A minimal model for

- reconstructing interannual mass balance variability of glaciers in the European Alps. *Cryosphere*, 6, 71–84.
11. Milne, G. A., and J. X. Mitrovica, 1998: Postglacial sea-level change on a rotating Earth. *Geophys. J. Int.*, 133, 1–19.
 12. 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.
 13. Moataz K. A. Barakat (2010) *Modern Geophysical Techniques for Constructing a 3D Geological Model on the Nile Delta, Egypt*, University of Berlin, Germany.
 14. Ouda, K. H. and Obaidalla, N. (1995): The geologic evolution of the Nile Delta area during the Oligocene-Miocene of Egypt. - *J. Geol.* 93: 77-111.
 15. Roaf, S, Crichton D., and Nicol F. (2005) *Adapting Buildings and Cities for Climate Change, 21st century survival guide*. London: Elsevier
 16. Said, R. (1962): *The Geology of Egypt* - 377 pp., Elsevier, New York
 17. Said, R. (1981): *The geological Evolution of the River Nile* -Springer, 151pp. Texas, USA
 18. Said, R. (1990): *The Geology of Egypt* - 734 pp. A. Balkema Publishers, USA
 19. Stammer D., A. Cazenave, R. M. Ponte, and M. E. Tamisiea, 2013: Causes for contemporary regional sea level changes. In: *Annual Review of Marine Science*, Vol. 5 [C. A. Carlson and S. J. Giovannoni (Eds.)]. Annual Reviews, Palo Alto, CA, USA, pp. 21–46.
 20. Stammer, D., 2008: Response of the global ocean to Greenland and Antarctic ice melting. *J. Geophys. Res. Oceans*, 113, C06022.

21. Stammer, D., and S. Huttemann, 2008: Response of regional sea level to atmospheric pressure loading in a climate change scenario. *J. Clim.*, 21, 2093–2101.
22. Suzuki, T., and M. Ishii, 2011: Regional distribution of sea level changes resulting from enhanced greenhouse warming in the Model for Interdisciplinary Research on Climate version 3.2. *Geophys. Res. Lett.*, 38, L02601.
23. Suzuki, T., et al., 2005: Projection of future sea level and its variability in a high-resolution climate model: Ocean processes and Greenland and Antarctic ice-melt contributions. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L19706.
24. United Nations Development Programme (2009) *Adaptation to Climate Change in the Nile Delta through Integrated Coastal Zone Management*, Ministry of Water Resources and Irrigation, Coastal Research Institute, Egypt.
25. Wael A. Ibrahim (2000): *Environmental Geology and Environmental Geophysics of Northern Nile delta terms of Neotectonics and Physical processes* Ms. Thesis, Faculty of Science, University of Mansoura.
26. Zaghloul, M. Z.; Gheith, A. M.; Abd El Daiem, A. A. and El Asmar, H. M. (1986): *The pattern of sedimentation of the Quaternary Nile Delta. - 5th Symp. Mansoura. Univ. Egypt, p. 1.*
27. Zaghloul, M. Z.; Shaaban, F. F. and Yousef, A. F. (1999): *Mesozoic and Cenozoic Sedimentary Basins, Nile Delta, Egypt. - Proc. of the 1st International Symp. Mansoura. Univ. Egypt: pp. 13-20.*
28. Zaghloul, Z. M. (1976): *Stratigraphy of the Nile Delta. - Seminar Nile Delta Sediment, UNESCO, Alexandria, Egypt: pp. 40-49.*

29. Zaghloul, Z. M.; Elgamal, M. M.; Shaaban, F. F. and Yossef, A. F. A. (2001): Plates interactions and petroleum potentials in the Nile Delta. – In: Zaghloul, Z. and El-Gamal, M. (Eds.): Deltas (ancient and modern): pp.41-53.
30. Zaghloul, Z. M.; Taha, A. A. and Gheith, A. M. (1977a): Microfacies studies and paleoenvironmental trends on the subsurface sediments of Kafr El Sheikh well No. 1, Nile Delta area. - Bull. Mansoura Uni. 5: 113-138.
31. Zaghloul, Z. M.; Taha, A. A.; Hegab, O. and El Fawal, F. (1977b): The Neogene-Quaternary sedimentary basins of the Nile Delta Egypt. - J. Geol. 21: 1-19.

