التجوية الملحية المرتبطة بالأنظمة السبخية فى منخفض القطارة

اعداد
هداية الله أحمد عبد الخالق محمد ابراهيم
معيدة بقسم الجغرافيا
كلية البنات للأداب والعلوم والتربية ـ جامعة عين شمس
hidaya.abdelkhalek@gmail.com
اشراف
ا.د / سهام محمد هاشم
استاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية البنات جامعة عين شمس

الملخص

تؤدى التجوية الملحية الى العديد من المشاكل وخاصة فى منطقة الدراسة ، حيث تكون كمية الامطار قليلة وغير كافية لغسيل الاملاح الزائدة فى التربة السبخية. كما ساعد مناخ المنطقة الجاف الى ارتفاع درجات الحرارة وبالتالى زيادة معدلات البخر نتح الى وجود تركيزات عالية من الاملاح الذائبة بفعل المياه الجوفية الى تجمع الاملاح على الاسطح السبخية وممارست تجويتها لحبيبات السبخة ورواسبها فى تغيير خصائصها الشكلية والحجمية لها.كما يستمر تراكم الاملاح على سطح السبخة الى موت و تحلل النباتات المحبة للملوحة والتى تمتص وتخزن الاملاح فى اجسامها. ويمكن الاستفادة منها بعد معالجتها عن طريق اختبار رواسبها،ثم تثبيتها ميكانيكيا أو كيميائيا أو إحلال تربة جافة محل التربة السبخية.

الكلمات الدالة: التجوية الملحية ـ السبخة ـ التجوية الكيميائية ـ تذرية الرياح.

Salt Weathering Related To Sabkhas Systems in Qattara Depression

Hidayat Allah Ahmed Abdel Khaleq Muhammad Ibrahim
Demonstrator Department of Geography,
Girls College of Arts, Science and Education - Ain Shams University

Summary

Saline weathering leads to many problems, especially in the study area, where the amount of rain is low and insufficient to wash excess salts in sabkha soil. The dry climate of the region helped to increase temperatures and thus increased evaporation rates led to the presence of high concentrations of salts dissolved by groundwater to the pool of salts on the sabkha surfaces and the practice of weathering the marshes granules and sediments to change their formal and volumetric properties. Death and decomposition of saline-loving plants that absorb and store salts in their bodies. They can be utilized after treatment by testing their sediments, then fixing them mechanically or chemically or replacing sabkha soil with dry soil.

Keywords: salt weathering, sabkha, chemical weathering, wind ablation.

المقدمة

تُعد التجوية الملحية عملية تُمارسها بلُّورات الأملاح داخل أنظمة الشقوق والفواصل في الصخر، حيث تتمدد وتزداد أحجامها، مما يؤدى الى خلق ضغوط على الصخر وبالتالي تسهل عملية تحطيمه وتفتيته ميكانيكيًا؛ كما تُعتبر التجوية الملحية مركبًا يجمع بين (التجوية الكيميائية) "إذابة الصخور القابلة للذوبان فى الماء مثل الصخور الكلسية والجبسية وبعض المعادن مثل الهاليت" و(التجوية الميكانيكية) "تفكك وتفتيت الصخر إلى أجزاء دون تغير فى المحتوى المعدني، بسبب ارتفاع المدى الحراري اليومي وأثره فى تمدد وانكماش المعادن التي تتألف منها الصخور"، و(التجوية البيولوجية) "الأثر الفاعل لبعض الكائنات الحية في تفتيت جزيئات الصخر وتفككه حيث تعمل جذور النباتات فى اتساع فتحات الشقوق والفواصل وبالتالي تزداد نسبة ثانى اكسيد الكربون داخل الفراغات الصخرية"، ومن ثم ينشط فعل عمليات التجوية الملحية.

١. أهداف البحث

- التعرف على أسباب نشاط عمليات التجوية الملحية.
- التعرف على أهم الظاهرات الجيومورفولوجية الدقيقة الناتجة عن التجوية الملحية.
- رصد الأخطار الناجمة عن التجوية الملحية للأنظمة السبخية في منخفض القطارة.
- وضع حلول لمعالجة هذه الظاهرة مع العلم أنها ظاهرة طبيعية معقدة يُمكن استغلالها وتنميتها، ولكنها مكلفة اقتصاديًا.

٢. مناهج وأساليب الدراسة

أ. مناهج ومداخل الدراسة:

- **المدخل الموضوعي**: دراسة ظاهرة السبخات، والأسباب الحقيقية التي تؤثر في تطورها.
- **المنهج الوصفي:** دراسة الظاهرة ميدانياً ووصفها وصفاً دقيقاً من خلال تحديد العلاقات المتبادلة بين العناصر في منطقة الدراسة.

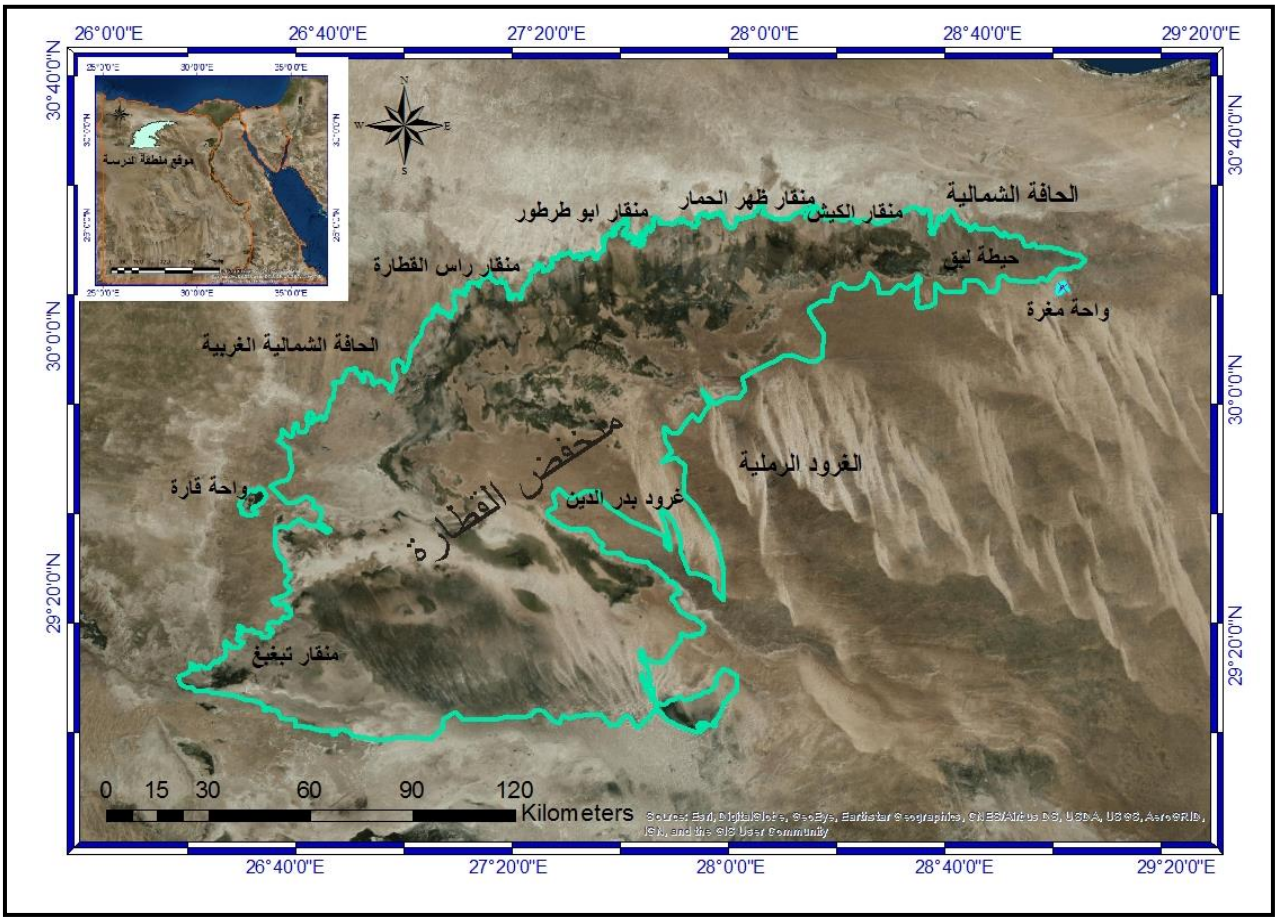
ب. أساليب الدراسة

الأسلوب الكارتوجرافي: متمثلًا في رسم الخرائط التي تُبرز نتائج الدراسة من خلال برنامج Arc Gis10.3.

٣. مصادر البيانات والمعلومات: تمثلت في الدراسة الميدانية والمرئيات الفضائية والتحليل المعملي، بالإضافة إلى الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، وصور برنامج Google Earth pro 2018.

٤. موقع منطقة الدراسة

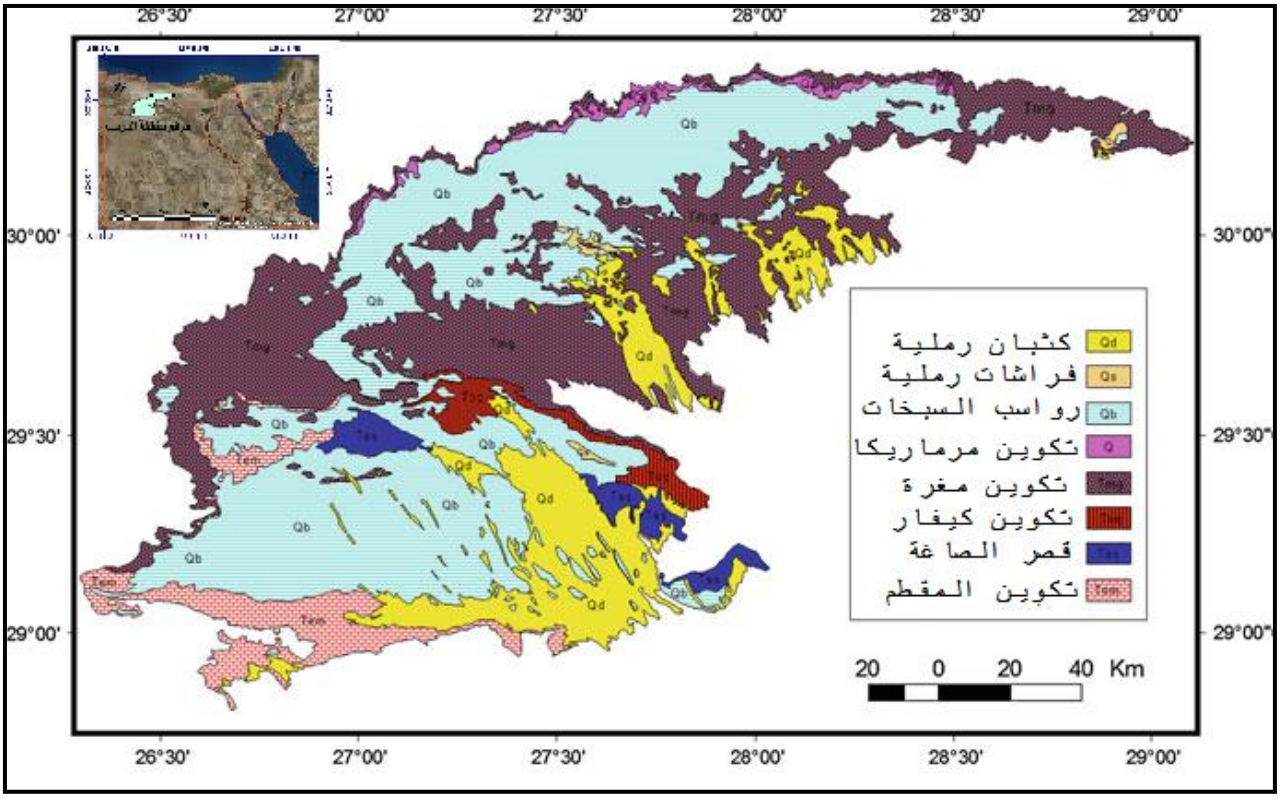
يقع منخفض القطارة في شمال الصحراء الغربية المصرية شكل (١)، بين دائرتي عرض ٥٠ ٢٨ْ، ٢٥ ٣٠ْ شمالًا، وخطي طول ٢٥ ٢٦ْ،٠٥ ٢٩ْ شرقًا فى منتصف المسافة تقريبًا بين وادى النيل والحدود المصرية الليبية؛ ويُعد أكبر حوض داخلى يقع تحت منسوب سطح البحر فى العالم بعد البحر الميت ومصب نهر هوامش في القرن الإفريقي(جمال حمدان،١٩٨٤،ص٤٠٩). وتدخل فى حدود المنخفض واحتان صغيرتان هما واحة مغرة وتقع في أقصى الطرف الشمالي الشرقي من المنخفض، وواحة قارة وتقع فى وسط الحافة الغربية للمنخفض، وكلاهما يقعان تحت منسوب سطح البحر، ويتبع منخفض القطارة إداريًا لمحافظة مطروح، ويبلغ طوله نحو ٣٠٠كم وعرضه نحو ١٤٥كم، ومساحته نحو ١٩٥٠٠كم٢، بمتوسط عمق ٦٠مترًا تحت مستوى سطح البحر، حيث تقع أدنى نقطة -١٣٤ مترًا فى أقصى الجنوب الغربي، وهي الأقرب من البحر المتوسط بمسافة ٥٦ - ٧٦كم دون أن يتصل به قط؛ ويحد المنخفض من ناحية الشمال والشمال الغربي هضبة الدفة الجيرية، ومن الشرق خط كنتور ٢٠٠م، ومن الجنوب الغربي منخفض سيوة، ومن الجنوب والجنوب الشرقي الغرود والأشكال الرملية(EL Bassyony,A.A.,1990,P.85).



شكل(١) موقع منخفض القطارة

٥. جيولوجية منخفض القطارة

يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية المكشوفة في منخفض القطارة بين عصر الأيوسين الأوسط وتكوينات الزمن الرابع البليستوسين والحديث شكل (٢)، وفى غضون تلك الفترة وبداية العصر الحديث كانت تذرية الرياح هي العامل السائد في تكوين منخفض القطارة، كما أثرت الصدوع فى حركة المياه الجوفية التى كانت مسارًا لتكوين الأنظمة السبخية وتدفق العيون الطبيعية مثل عين تبغبغ وعين القطارة، كما نتج عن الشقوق والفواصل بصخور الحجر الجيرى تسرب المياه الجوفية عبر هذه الأنظمة وبالتالى ارتفاع معدلات التملح (عبده عبده البسيوني،٢٠٠٧،ص٥٣).

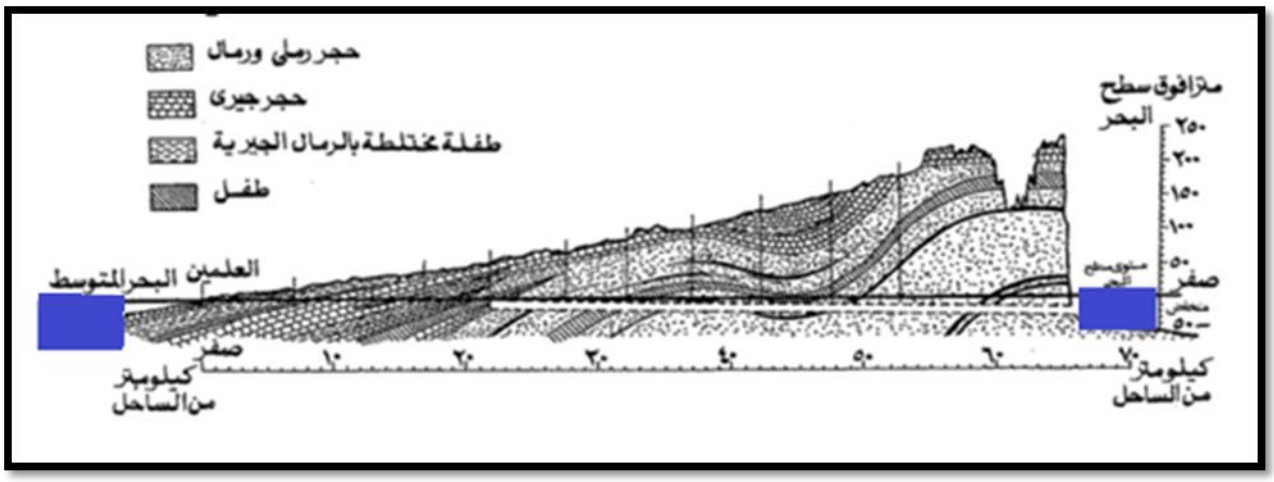


المصدر: من عمل الطالبة اعتمادا على خرائط كونوكو كورال ١٩٨٧ لوحات (الاسكندرية –السلوم- البحرية- سيوة) مقياس ١:٥٠٠٠٠٠

شكل (٢) جيولوجية منخفض القطارة

٦. طبوغرافية منخفض القطارة

يُعتبر منخفض القطارة أحد أهم الملامح الجيومورفولوجية في الصحراء الغربية، حيث يُعد ثالث أعمق منطقة في العالم بعد البحر الميت ومصب نهر هوامش(جمال حمدان ،١٩٨٤،ص٤٠٩)، ويُعد حوض داخلي مغلق يحدُه من الشمال جرف جبلي كبير من الحجر الجيري بارتفاع يبلغ ١٠ متر عند البحر المتوسط، ويبلغ عند جرف المنخفض الشمالى الشرقى ١٥٠مترًا، شكل(٣) بينما يبلغ عند جرف المنخفض الشمالي الغربي ٢٣٠مترًا، لذلك فإن انحدار المنخفض عند هذا الجزء يبدو انحدارًا سحيقًا وعميقًا تشقه عدة وديان قصيرة تصرف مياهها في المنخفض، وتنتشر السبخات فى مساحات شاسعة من المنخفض، حيث يبدأ منسوبها من الشرق عند -٥٠ مترًا وهكذا تدريجيًا نحو الغرب ليصل -٨٠مترًا، أما قاع المنخفض فتغطيه سهول منبسطة مغطاة بالرمال والحصى والرواسب الصلصالية(عبده عبده البسيوني،٢٠٠٧،ص٣٥)؛ (حسن على العتر وأخرون،٢٠٠٢،ص٣٤٢).

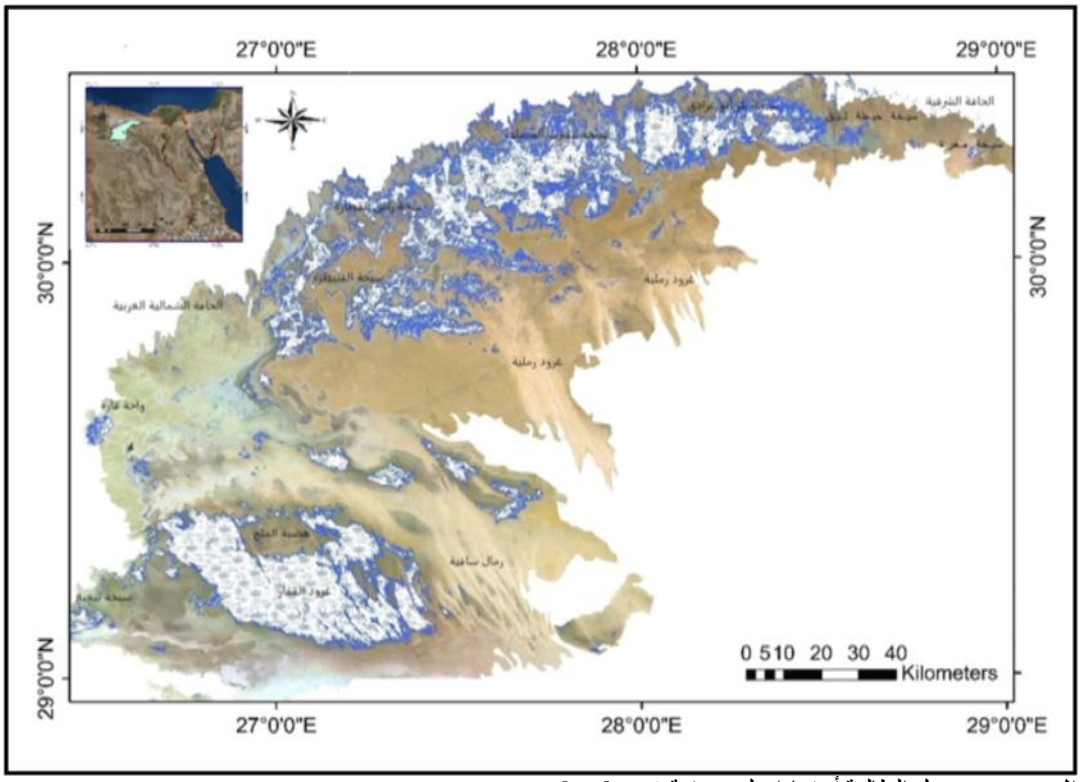


المصدر: dr.Ing,giuseppe p.4

شكل(٣) قطاع جيولوجى لمنطقة الدراسة.

٧. الأنظمة السبخية

تنتشر السبخات بصورة شبه متصلة في قاع منخفض القطارة، ويبلغ عددها سبع سبخات شكل (٤)، تشغل أكبر المساحات السبخة التى تكون مستمرة تحت الحافة الشمالية للمنخفض باتجاه الجنوب حتى منتصف سطح المنخفض، وفى الجنوب توجد السبخات المنعزلة التى تغطى قاع المنخفض. وتشغل السبخات فى منخفض القطارة مساحة ٣٨١٩.٧١كم٢ بنسبة ٢١.٨%، من إجمالي المساحة الكلية.



المصدر: من عمل الطالبة أعتمادا على مرئية landsat 8

شكل (٤) الأنظمة السبخية لمنخفض القطارة

محتويات البحث

أولًا: العوامل المؤثرة على التجوية الملحية وتأثيرها على الأنظمة السبخية.
ثانيًا: الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الملحية.
ثالثًا: الأخطار الناجمة عن التجوية الملحية وطرق مقاومتها.

أولًا: العوامل المؤثرة على التجوية الملحية وتأثيرها على الأنظمة السبخية

تتمثل هذه العوامل في عناصر المناخ والخاصة الشعرية، حيث تؤثر عناصر المناخ المختلفة خاصة (الحرارة، الأمطار، الرياح، الرطوبة) في مدى سرعة فعل التجوية الملحية مما يُساعد على تجديد نشاط عوامل التعرية الأخرى التي تُؤثر في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية الدقيقة صورة (١، ٢)، وبالتالي تظهر على الأسطح الصخرية للنظام السبخي

١. عناصر المناخ

أ. درجة الحرارة

تلعب درجة الحرارة دورًا هامًا فى عملية تسخين تربة السبخات ومن ثم تبخر المحاليل الملحية تاركةً ورائها الأملاح التى تترسب على السطح فى صورة قشرة ملحية Salt Crust صلبة تُعد مصدرًا للتجوية الملحية، ومع زيادة معدلات التبخر تنمو الأملاح وتتمدد على هيئة بلُّورات ملحية تُحدث إجهادات على طول الفواصل الصخرية، تؤدى إلى اتساع الشقوق الحاملة للأملاح مما ينتج عنه تفكك حبيبى Granular Disintegration، ويتغير التركيب الكيميائى للبلُّورات نتيجة تفاعلها مع بخار الماء مما يُشكل أملاحًا جديدة، كما يُؤدى انخفاض درجة الحرارة ليلًا وارتفاعها نهارًا إلى عمليات التمدد والانكماش للبلّورات والتي على أثرها يحدث تغير فى أحجامها مما يتسبب فى تفتيتها.

ب. الرياح

تقوم الرياح بدور رئيس فى تذرية القشرة الملحية المفككة، عن طريق حمل ذرات الأملاح من أسطح السبخات وترسيبها فى المناطق المجاورة لها، والتى ينخفض منسوبها فى اتجاه منصرف الرياح عند الأسطح العارية مثل المناطق الجنوبية والشرقية للمنخفض، فتتحكم فى تكوين سمك القشرة الملحية وزيادة مساحتها نتيجة مرور الرياح الجافة التى تزيد من درجة الحرارة وبالتالى زيادة معدلات التبخر.

ج. الأمطار

يتسم منخفض القطارة بندرة الأمطار وتأثيرها على السبخات ضئيل، حيث تُعد عاملًا قويًا للتجوية الملحية لأنها غير كافية لغسيل الأملاح التى تظهر على أسطح السبخات، فتتراكم الأملاح عليها وتظهر القشور الملحية.

د. الرطوبة:

تعد الرطوبة النسبية عنصرًا فعالًا ومؤثرًا على طاقة تبخر المحاليل الملحية، وبالتالي تترسب رواسب المتبخرات على أسطح السبخات.

٢. الخاصة الشعرية

يحدث اقتراب الماء الأرضى من السطح بواسطة الخاصة الشعرية وهى الحركة الرأسية للمياه تحت الأرضية من أسفل إلى أعلى حاملة معها الأملاح الذائبة فى وجود تركيزات عالية من الكلوريدات والكبريتات التى تغذيها السبخة، ويُؤدي الارتفاع فى معدلات التبخر إلى ترسيب معدني الجبس CaSo4.2H2o والهاليتNaCl على السطح، واللذان يُعدان مصدرًا رئيسًا فى تكوين القشرة الملحية وزيادة سمكها، وبالتالى تنشط التجوية الملحية.

كما تُؤثر رواسب حجم الحبيبات فى السبخات (الطمى والطين والرمال الناعمة والمتوسطة الحجم) لأنها مسامية ومنفذة للمياه فى حركة المياة تحت الأرضية، حيث تعتبر منطقة نشاط الأهداب الشعرية Capillary Fringe هي المنطقة الملاصقة لمستوى الماء الملحي تحت السطحي، وتشبه مجموعة من الأنابيب الشعرية أطرافها مغمورة بالسائل الملحي وعندما يكون عمق الماء الأرضي مساويا للدفع الشعري أو أقل منه، فإن منطقة الأهداب الشعرية يمكن أن تفقد مائها الملحي بالتبخر (محمد صبري محسوب،١٩٩٨، ٤٩).

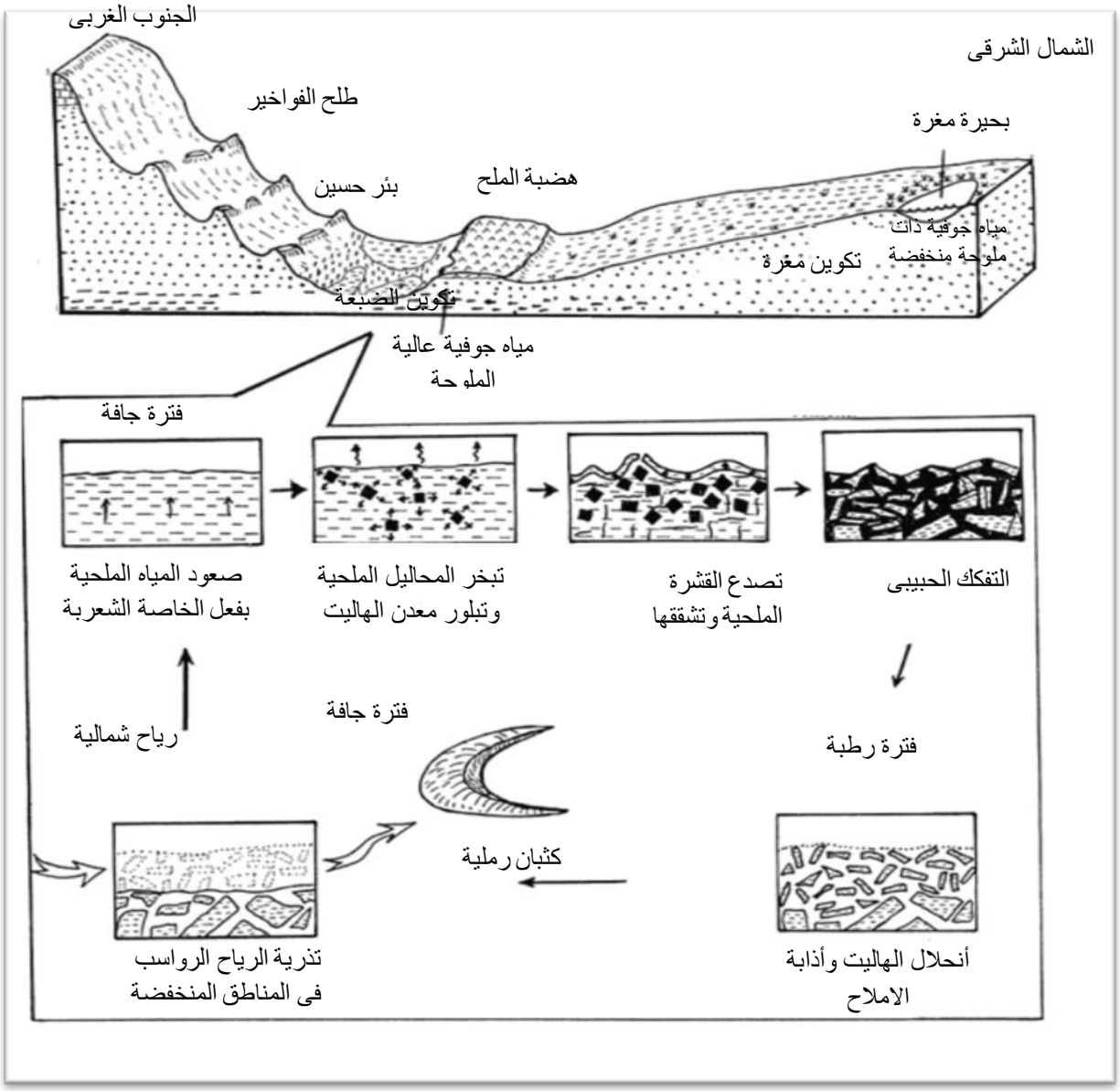
المصدر: الدراسة الميدانية

صورة(١) سبخة بئر أبو غرادق، ناظرًا صوب الغرب

المصدر: الدراسة الميدانية

صورة(٢) تجويفات ملحية في سبخة مسرب المصلب ناظرًا صوب الشمال

دورة التجوية الملحية Salt Weathering Cycle :



المصدر:Aref،2001,p22

شكل(٥) دورة التجوية الملحية فى تشكيل السبخات فى منخفض القطارة

ثانيا:ـــ الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية الملحية :

١ـ الغبار الملحى Dust of Salt:

يعتبر أحد أهم عمليات التجوية الملحية ومصدره الأنظمة السبخية وهو عبارة عن ذرات الاملاح المتكونة على سطح السبخة صورة رقم (٣)، نتيجة حدوث التمدد والانكماش لرواسب المتبخرات وتوالى عمليات الترطيب والتجفيف اذ تقوم الرياح الشمالية والشمالية الغربية بتذرية غبار الاملاح من القشرة السطحية لنطاق السبخات الملحية ،وارسابها فى المناطق المنخفضة المنسوب ، ومن ثم تنشط عمليات النمو البللورى بمساعدة المحاليل الملحية مما يسمح فرصة اتساع مساحة السبخات وتطورها، كما ان تمددها بفعل درجات الحرارة المرتفعة يعمل على تفتيت سطح السبخة وتفككها على طول الفواصل والشقوق الصخرية .وتعتبر مرحلة ازالة الطبقة السطحية للسبخة من مراحل التسبخ ،اذ تحتفظ بنشاطها المتجدد فى سلوكها طالما هناك مصدرا للمياه الجوفية. ويعد تراكم الأملاح فوق أسطح السبخات على هيئة قشرة ملحية المرحلة الأولى من مراحل الدورة الملحية شكل رقم (٥)،ثم يعقب ذلك نقل الرياح لذرات الأملاح وترسيبها بالشقوق والفواصل صورة(١٣).

٢ـ تميؤ الاملاح Hydration of Salt:

وهى عملية من عمليات التجوية الميكانيكية وتعنى تشبع البللورت الملحية داخل الشقوق والفواصل بالرطوبة الجوية، فيحدث تمدد للبلورات ويزداد احجامها بنسب تتوقف على درجة تشبعها بالرطوبة .وقد تصل الى نحو ٥,٠% من حجمها مثلما هو الحال مع كربونات الصوديوم CaSo4 مما يؤدى الى نشاط عملية التجوية الملحية نتيجة كبر حجم البللورات فى الشقوق والفواصل ونتيجة عملية الاحتكاك بين بللورات الاملاح والاسطح الخارجية للصخر ،فتعمل على زيادة عدد سطوحها الخارجية وبالتالى تعمل على انفصال قشورها نتيجة حدوث ضغوطا على الشقوق والحبيبات الصخرية ومن ثم تتولد ضغوط تعمل على تقشر الصخر Exfoliation ونمو وتطور حفر التذرية (محمد صبرى محسوب،١٩٩٦،ص٢٩٣) صورة (٤).

المصدر: الدراسة الميدانية

صورة(٣) الغبار الملحى فى سبخة مسرب المصلب

المصدر: الدراسة الميدانية

صورة (٤) ظاهرة تميؤ الاملاح فى سبخة رأس القطارة

وتحدث تلك العملية بشكل واضح حينما يتحول معدن الانهيدريت الى معدن الجبس ورغم تفاوت الزيادة الحجمية الناجمة عن عملية التميؤ فان بعض الاملاح مثل كبريتات الصوديوم وكربونات الصوديوم تزداد احجام بللورتها زيادة حجمية كبيرة لانها تمتص كميات كبيرة من المياه عند أعادة بنائها البللورى (حمدينه عبد القادر،٢٠١٧،ص٥٤).

٣ـــ بللورات الملح Thermal Expansion of Salt:

يتميز معامل التمدد الحرارى للعديد من الاملاح بأنه أكبر بكثير من معاملات تمدد جميع معادن الصخور(حمدينه عبد القادر،٢٠١٧،ص٥٥).حيث يؤدى ارتفاع درجة الحرارة أثناء النهار الى حدوث تمدد لبللورات الاملاح فى الشقوق والفواصل بمعدلات تفوق تمدد الصخور ذاتها ،مما يزيد من تاثيرها الهدمى للصخور وتفتيتها ومثال على ذلك كلوريد الصوديوم الذى يزداد حجمه بمقدار ١%عندما ترتفع درجة الحرارة الى نحو ٥٠درجة مئوية (Cook.R.,1995,p.290)، كذلك فان نترات الصوديوم وكلوريدات البوتاسيوم وكلوريدات الصوديوم تتمدد بمعدلات تزيد عن ثلاثة أضعاف تمدد صخر الجرانيت(doomkamp,.j,1977). الأمر الذى يزيد من تماسكها واتساع مساحتها بسبب قوة المادة اللاحمة التى تتواجد بين رواسب الحبيبات مما يزيد من فرصة اتساع مساحتها من خلال دورة التجوية الملحية شكل رقم(٥)،صورة رقم (٥) .

المصدر: الدراسة الميدانية

صورة (٥) ظاهرة تمدد البلورات الملحية فى سبخة رأس القطارة، ناظرا صوب الغرب

ثالثا: ـــ ألاخطار الناجمة عن التجوية الملحية :

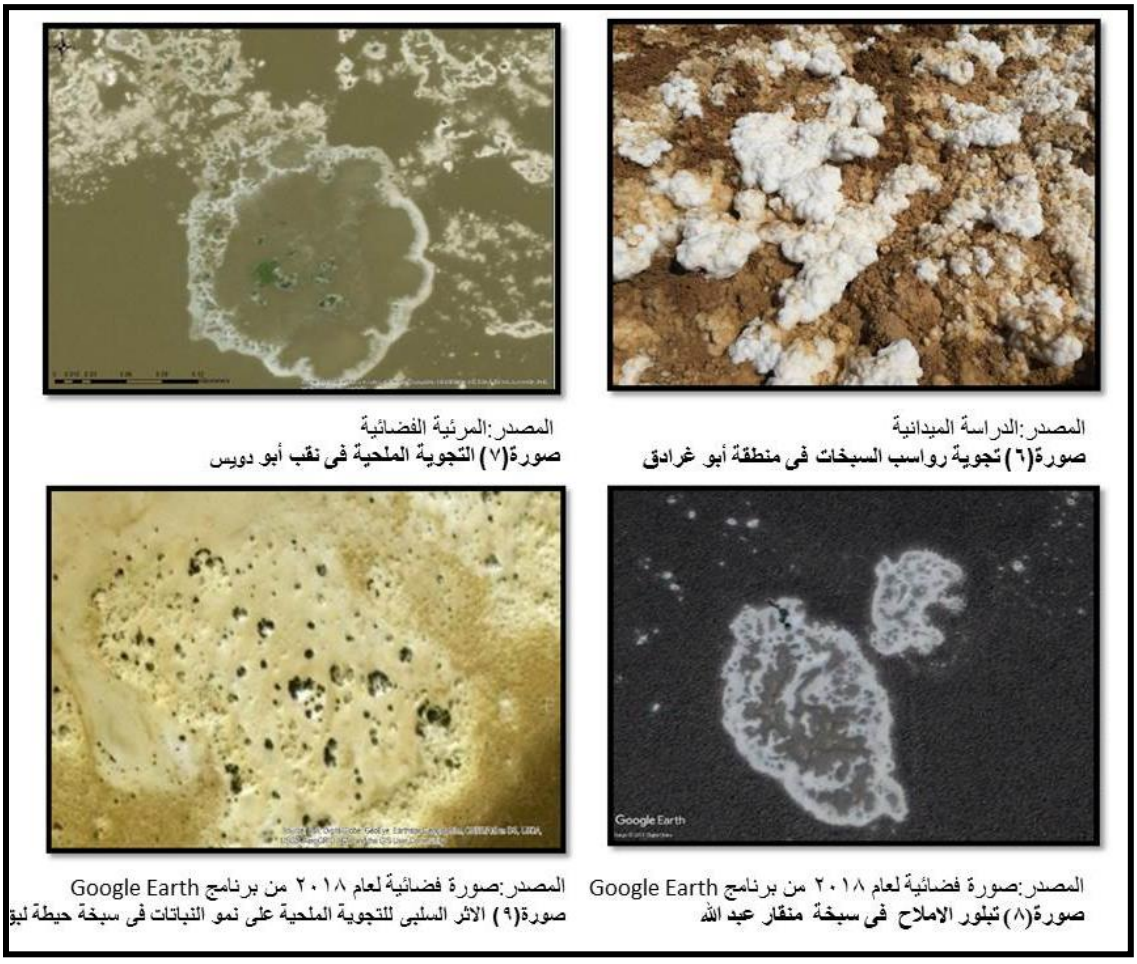
يؤدى تلوث ألاراضى السبخية بالاملاح الذائبة الى مشاكل عديدة وخاصة فى منطقة الدراسة ، حيث تكون كمية الامطار قليلة وغير كافية لغسيل الاملاح الزائدة فى التربة السبخية ،فوجود تركيزات عالية من الاملاح الذائبة وخاصة الكلوريدات والكبريتات والتى يحد من قدرة النبات على الامتصاص الماء اسموزيا من المحلول الارضى .كما يؤدى الى تفرق الحبيبات نظرا لعدم التجانس بين الرواسب. وتصبح بيئة غير صالحة. وتتمثل هذه الاخطار فى أحدى العمليات الاتية:

١ ــ تجوية رواسب السبخات :

عملت التجوية الملحية على تجوية أسطح حبيبات رواسب السبخات صورة (٦)، إذ عملت الأملاح على تآكل أطراف الحبيبات وانثناء بعضها لأعلى، مما غير من شكل الحبيبات وأحجامها وتعبئتها ، كما أدى نمو البلورات الملحية في اتجاهات عدة إلى زيادة تماسك كثير من الحبيبات كمادة لاحمة،وقد عملت البلورات الملحية على تفكك بعض الحبيبات ؛ نتيجة لنموها وتمددها لما بعد المستوى الحرج للنمو والتمدد،الأمر الذي أدى إلى تكسر الروابط وتلاشت نقاط الاتصال الجزئي والكلي،مما أسهم في اختفاء كثير من المعالم الجيومورفولوجية الدقيقة على أسطح الحبيبات صورة (٧، ٨).

كما عملت المحاليل الملحية والأملاح المتراكمة حول جذور النباتات الملحية وأوراقها،على مهاجمتها عن طريق زيادة تركيز الأملاح إلى الحد الذي لم تستطع النباتات النمو بعده،مما أدى إلى جفافها ثم موتها وتحلل مكوناتها ضمن مكونات رواسب السبخات . وتستطيع النباتات المحبة للملوحة والمتحملة لها التكيف مع ظروف الجفاف وارتفاع درجة ملوحة السبخات إلى مستوى معين يعرف (بالمستوى الحرج)،فإذا زادت درجة الملوحة عن ذلك الحد تتجوى جذور النباتات ملحيا خصوصا عندما تكون غارقة بالسوائل الملحية عالية التركيز.

ويتناسب سمك هذه الطبقة مع كثافة الغطاء النباتي الملحي الذي تعرض للتجوية الملحية،كما يتناسب سمكها أيضا مع الفترة الزمنية التي عاشها النبات قبل ارتفاع درجة الملوحة إلى هذا الحد ، وغالبا ما تختلط تلك الطبقة السوداء مع بقايا كائنات حية دقيقة كانت تنمو حول جذور تلك النباتات مثل البكتيريا والطحالب مع رواسب رملية وجبسية (حسام اسماعيل،٢٠٠٦،ص٣٠٦).



المصدر:الدراسة الميدانية
صورة(٦) تجوية رواسب السبخات فى منطقة أبو غرادق

المصدر:المرئية الفضائية
صورة(٧) التجوية الملحية فى نقب أبو دويس

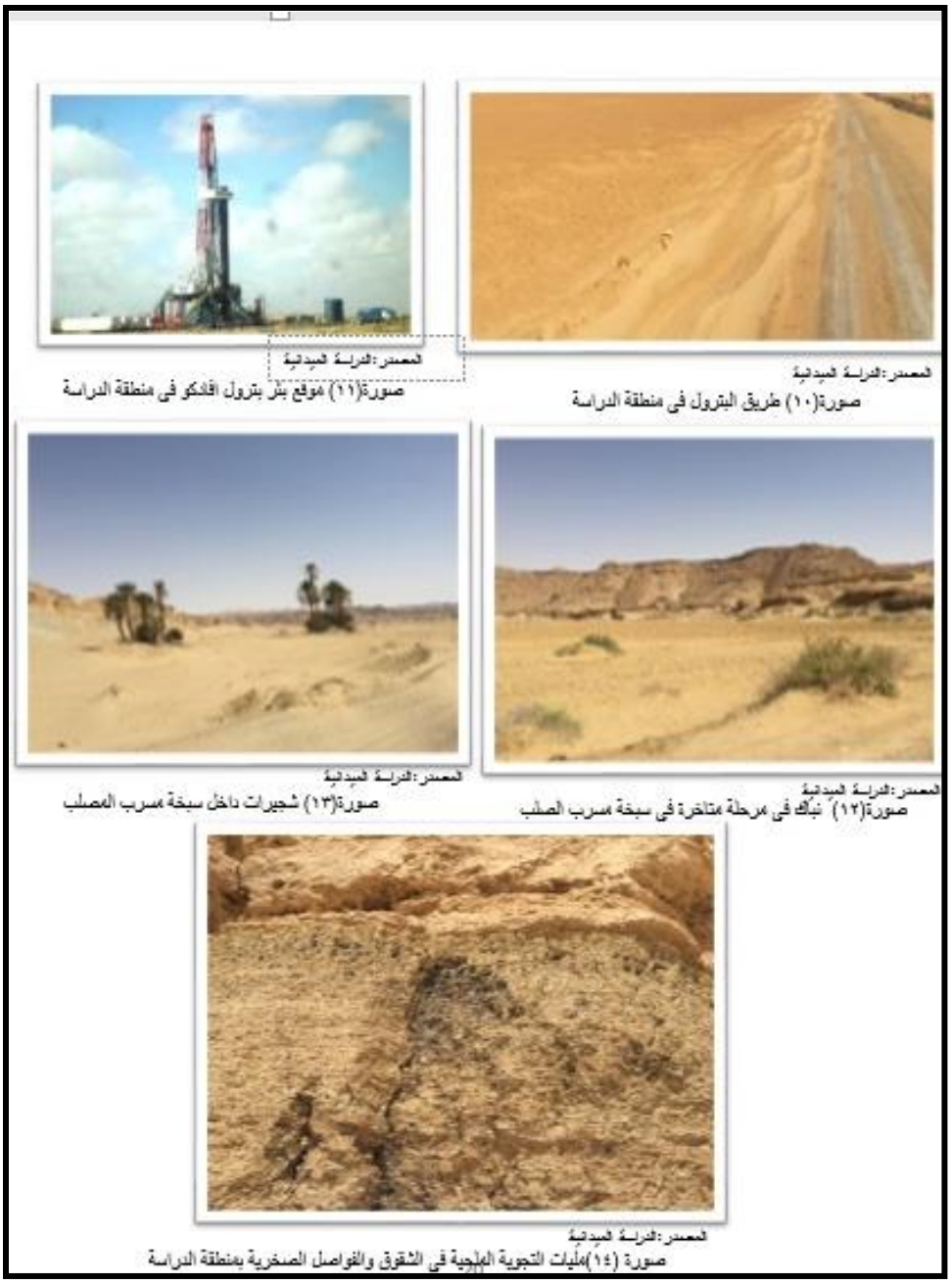
المصدر:صورة فضائية لعام ٢٠١٨ من برنامج Google Earth
صورة(٨) تبلور الاملاح فى سبخة منقار عبد الله

المصدر:صورة فضائية لعام ٢٠١٨ من برنامج Google Earth
صورة(٩) الاثر السلبى للتجوية الملحية على نمو النباتات فى سبخة حيطة لبق

٢ـ الاثر السلبى على نمو النباتات:
فعند زيادة الاملاح وفرص تراكمها على سطح السبخة ،يزداد الضغط الاسموزى فى منطقة انتشار جذور النباتات الملحية ،ويؤدى هذا الى فقد النبات طاقته الحيوية اللازمة لعملية تطوره ونموه وبالتالى ضعفه وهلاكه. بالاضافة الى امتصاص النباتات الملحية لعناصر معدنية سامة مثل الكلور والصوديوم عن طريق الجذور فى وجود المحاليل الملحية ويسمى بالتاثير النوعى للاملاح Specific effectحيث يؤدى زيادة هذه العناصر فى النبات الى حدوث سمية للنبات وبالتالى الاضرار بالنبات صورة رقم(٩، ١٢)
٣ـ الاضرار بالطرق والمنشأت البترولية:
حيث تتعرض الطرق التى تخترق أرضية السبخات فى المنطقة بفعل اثار التجوية الملحية عليها، والمدقات للهبوط والتشقق كما تعانى الشركات البترولية من من مشكلات تملح التربة وتاثيرها الضار على المنشأه صورة رقم (١٠، ١١).

رابعا:ـ طرق مقاومة أخطار التجوية الملحية :

ان استخدام تربة السبخات لاغراض مختلفة تتوقف عليه أختيار انسب المواقع للإستخدامات البشرية وكذلك أختيار مواد البناء المناسبة لمقاومة تاكل الاملاح الناتجة عن تسرب المحاليل الملحية لتجنب تصدع المنشاة.
وتتم مقاومة أخطار التجوية بالطرق التالية:
١ـ استصلاح التربة الملحية:
حيث يمكن استصلاح تربة الاملاح وذلك بغسل الاملاح من السبخة بواسطة مياه ذات صفات جيدة حيث يعمل الماء على اذابة الاملاح من تربة السبخات وازلتها من منطقة الجذور حيث يتطلب تخفيض تركيز الاملاح حتى عمق ٤٥-٦٠ سم عن طريق غسل الاملاح الذائبة يتم إضافة الجبس حيث يعمل على زيادة نفاذية التربة. وتوجد طريقة جديدة ثبت فعاليتها فى استصلاح هذة المناطق تسمى طريقة استخدام الماء الملحى وفى هذه الطريقة يتم غسل التربة بواسطة الماء الملحى والذى يحتوى على تركيزات عالية من الكالسيوم والماغنسيوم وبعد أزالة الصوديوم والكلور ،ثم يتم غسل التربة ثانية بماء ذو خواص جيدة للتخلص من الاملاح الزائدة ،شريطة لحدوث عمليات الاستصلاح وجود مصدر كالسيوم ومصدر ماء جيد الصلاحية،بإعتبار هما من أهم العوامل التى تحدد عملية الاستصلاح (السيد أحمد الخطيب،٢٠٠٦،ص٥٢٥).
٢ـ انشاء الطرق ومد خطوط الانابيب بعيدا عن المناطق السبخية القربية من مستوى المياه الجوفى وانشائها فى مناطق مرتفعة المنسوب لتكون فى مأمن لها من حدوث تسرب للمياه الجوفية وفى حدوث تفككات صخرية واستخدام المواد العازلة، حتى بعد الإنشاء كالإيبوكسي والبيتومين خصوصا بالأساسات والقواعد المبنية على التربات السبخية النشطة؛ لكي تساعد على مقاومة تآكل الخرسانة ومنع تأكسد الحديد ، وذلك من شأنه منع تصاعد المياه تحت السطحية من الصعود إلى السطح.
٣ـ**استخدام الاساليب الحديثة فى مواجهة اخطار التجوية الملحية** عن طريق تثبيتها ميكانيكيا وكيميائيا .
وتشمل كل منها بعض الأساليب للوصول إلى تثبيت كامل لتربة السبخات يمكن البناء عليه واستخدامه والطرق هي :-
أ ـ التثبيت الميكانيكي : يعد أهم طرق التثبيت المستخدمة بالأراضي الملحية بالنطاقات الجافة وشبه الجافة،ويمكن الاعتماد على أساليبه المتعددة التي تناسب تربة السبخات بمنطقة الدراسة والتي تشمل على:
ب ـ إزالة التحميل : لتحسين التربة السبخية والطينية وتثبيتها،وتقوم فكرته على تحميل وزن معين على تربة السبخات،ويكون مساويا لوزن المبني المزمع إنشاءه عليها (Swann,1983,p.511) .



المصدر:الدراسة الميدانية
صورة(١٠) طريق البترول فى منطقة الدراسة

المصدر:الدراسة الميدانية
صورة(١١) موقع بئر بترول اقادكو فى منطقة الدراسة

المصدر:الدراسة الميدانية
صورة(١٢) تبلك فى مرحلة متاخرة فى سبخة مسرب الصلب

المصدر:الدراسة الميدانية
صورة(١٣) شجيرات داخل سبخة مسرب الصلب

المصدر:الدراسة الميدانية
صورة (١٤)عمليات التجوية الملحية فى الشقوق والفواصل الصخرية بمنطقة الدراسة

ج-الدمج بالهز: يمكن استخدام هذا الأسلوب بالسبخات الداخلية فقط،والتي يزيد منسوبها عن ٢م،وتتكون تربتها من كربونات ورمال وطين،وتشغل المواد الناعمة جدا بها ١٥% فقط من حجم الحبيبات .ويهدف الدمك باستخدام أسلوب الهز في إعادة ترتيب حبيبات التربة بطرد الهواء فقط من فراغات تربة السبخات،وينتج عن ذلك نقص في حجم فراغات الهواء وزيادة في كثافة التربة والتقليل من نفاذيتها (SMPRL,2002,p.4-11).

د- الدمج الديناميكي :ويستخدم لتحسين تربة السبخات وتثبيتها عن طريق الدمك بواسطة الدق بمطرقة Hammer تسقط من ارتفاع معين،ويعد اختبار بركتور القياسي أهم اختبارات الدمك الديناميكي الذي يصلح تماما لحبيبات رواسب السبخات (محمد إبراهيم،٢٠٠٣، ٤٣٣) .

كما أن هناك أنوعاً أخرى من الدمك يصلح لتربة السبخات ، لزيادة كثافة التربة والتقليل من نفاذيتها بتقليل مساحات الفراغات إلى أقل حد ممكن،ومنها الدمك بالعجن إذ يتم الدمك بواسطة استخدام حواجز لتربة السبخات،ثم يحدث الخلط للتربة أثناء الدمج. وهناك الدمج الإستاتيكي حيث تدمك تربة السبخات في قالب يثبت بحمل إستاتيكي،ويمكن استخدام الخوازيق بسبخات بمنطقة الدراسة من أجل تثبيتها ؛ لاحتوائها على صخور تتحمل أوزان ثقيلة أسفل تربة السبخات . ويستخدم الآن أسلوب الردم الحصوي حيث يتوافر الحصى ويسهل نقله خصوصاً مع قربة من مناطق انتشار السبخات،ويسهم هذا الأسلوب أيضا في تثبيت تربة السبخات تمهيدا لإعدادها للاستخدامات والتنمية (اسماعيل،٢٠٠٦،ص٣١٣).

و- التثبيت الكيميائي: يعد تثبيت تربة السبخات من المعوقات التي الأساسية، نظرا لتشبع تربة السبخات بالمحاليل الملحية ورطوبتها شبة الدائمة طوال العام،وتفاعل خواصها وعناصرها مع مكونات المواد المستخدمة في البناء،وصعوبة استصلاحها أو البناء عليها كما هي دون معالجة واختبار ثم تثبيت لتربتها .

ى- استخدام الجير المطفأ والأسمنت :يعتبر الاسمنت أفضل المواد المستخدمة لتقوية السبخة خاصة السبخات الرملية المحتوية على محتوى معتدل من الاملاح المختلفة، ويمكن تحديد النسبة الملائمة من الاسمنت بعمل اختبارات معملية لقياس قوة السبخة وكذلك عند تعرضها للمياه.ويمكن استخدام الجير المطفأ مع السبخات التى تحتوى رواسبها على كمية عالية من معادن الطين. ويمكن استخدام الاسمنت والجير المطفأ فى حالة زيادة تركيز أملاح الكلوريدات لضمان الحصول على القوة الملائمة للسبخة(عمرو بن سعد،ص٨).

نتائج البحث:

١- تأكد ضرورة دراسة أخطار التجوية الملحية التي مصدرها القشرة الملحية لمناطق انتشار السبخات، وأمكن تقسيمها إلى أخطار تتعلق بتربة السبخات،وأخطار تظهر عند استخدام تربة السبخات كأساس للمنشآت،وسبل مواجهة الأخطار جميعا،والطرق المتبعة عند إعداد تربة السبخات للاستخدام .

٢- تبين من خلال الدراسة الحالية أن مناطق انتشار السبخات يمكن الاستفادة منها بعد معالجتها عن طريق اختبار رواسبها،ثم تثبيتها ميكانيكيا أو كيميائيا أو إحلال تربة جافة محل التربة السبخية المشبعة بالأملاح والتي يمكن التعامل معها باستخدام المثبتات المختلفة.

٣-لابد من الإلمام بالطرق الواجب اتباعها والاحتياطات عند بدء التعامل مع السبخات ،وذلك بهدف إعدادها للتنمية الشاملة .

أولا:المراجع العربية:

١ـ السيد أحمد الخطيب،٢٠٠٦،أساسيات علم الأراضى،دار المعرفة الجامعية،الاسكندرية.
٢- جمال حمدان (١٩٨٤) شخصية مصر دراسة فى عبقرية المكان، الجزء الأول، مؤسسة دار الهلال، القاهرة.
٣- حسام محمد أحمد إسماعيل (٢٠٠٦) السبخات فى السهل الساحلى الشمالى الغربى لمصر، دراسة فى الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.
٤- حسن أبو العتر، محمودحسين عشماوى، عثمان عبد القادر حسن،أمينة حسين حمدان(٢٠٠٢) دراسة جيوبيئية لمنخفضات الصحراء الغربية الرئيسية ،الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء، القاهرة، الجزء الثانى .
٥- حمدينه عبد القادر العوضى(٢٠١٧) الجيومورفولوجيا دراسة أصولية وتطبيقية لـأشكال سطح الارض،دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية.
٦- عبده عبده البسيونى(٢٠٠٧)مشروع منخفض القطارة قصة ٧٠عام من الدراسات ،كراسات علمية،المكتبة الاكاديمية، القاهرة .
٧- عبد المنعم بلبع،بدون تاريخ،استزراع الصحارى والمناطق الجافة فى مصر والوطن العربى،منشأة المعارف،الاسكندرية.
٨- عمر بن سعيد باغبرة العمودى، بدون تاريخ، خواص التربة السبخية ومشاكل البناء عليها،جامعة الملك.
٩- فتحى محمد مصيلحى،٢٠٠١،معمور الصحارى المصرية والخروج الصحراوى،الجزء الثالث،
١٠- محسوب وارياب، ١٩٩٨،الاخطار والكوارث الطبيعية،دار الفكر العربى.
محمد صفى الدين أبو العز،١٩٩١،مورفولوجية الاراضى المصرية،دار غريب للطباعة والنشر.
١١- محمود السيد محمد شطا،٢٠٠٥،جيومورفولوجية الحافة الشمالية والشمالية الغربية لمنخفض القطارة ،رسالة دكتوراة غير منشورة ،كلية الاداب ،جامعة الاسكندرية .

ثانيا: المراجع الاجنبية:

1- Aref,M,E.El Khoriby b,M.A.Hamaden,2001,the role of salt weathering in the origin of the Qattara depression ,western desert. Egypt, Geology Department, Facullty of science ,Cairo.

2- Albritton Jr ,C .C, Brooks ,J.E, Issawi, B. and Swedan A(1990)G: Origin of the Qattara depression ,Egypt, Geo.Soc.Amer.Bull.v102P.952-960.

3-Ashraf ,El Sayed ,R,1996,Geophysical studies on the Area East of Qattara Depression ,Western Egypt ,A ph. D. Thesis ,geol. SCI .Zagazic univ .p.1-30

4-Abdou El Bassyony A.1993 ,Qattara Depression project ,journal of Electricity and Energy ,issue ,Na,Cairo.p.42

5-Ball,J,1933,The Qattara Depression of Libyan Desert and the possibility of its utilization for power production ,Geogr ,Jour ,vol 82. P.289-314.

6- Cook,R.,and warren,A.,(1993)geomorphology deserts .b.t.batsford ltd.,London,pp.370-375.