الأخطار الجيومورفولوجية للسبخات وأثرها على الإنسان وأنشطته الاقتصادية

اعداد

ا.د./عزة عبدالله * – أ./ايمان عبدالحميد **

*أ.د./أستاذ الجيومور فولوجيا ووكيل كلية الآداب جامعة بنها لشئون

خدمة المجتمع وتنمية البيئة

**باحث دكتوراه بكلية الآداب جامعة بنها

مؤتمر المشكلات البيئية: تداعيات وحلول كلية الآداب _ جامعة بنها 2012

الأخطار الجيومورفولوجية للسبخات وأثرها على الإنسان وأنشطته الاقتصادية

ا.د./عزة عبدالله *- أ./ايمان عبدالحميد**
*أ.د./أستاذ الجيومورفولوجيا ووكيل كلية الآداب جامعة بنها لشئون
خدمة المجتمع وتنمية البيئة
**باحث دكتوراه بكلية الآداب جامعة بنها

مقدمة

السبخات مسطحات ملحية تحتوى على أحياء الاسترماتوليت والروابي الجبسية في مناطق البرك شديدة الملوحة ،وعادة ما ترتكز المسطحات الملحية Salt flats فوق تكوينات من الصلصال والغرين والرمال وغالباً ما تغطى بقشور ملحية (عزة أحمد عبدالله ،1995)

وتتكون السبخات عندما يقترب منسوب الماء تحت السطحي من سطح الأرض، وتتلقي السبخات رواسبها من الصخور المجاورة لها والمحيطة بها، ويسودها الرمال الناعمة والطين والسلت، ويغطي سطحها طبقة ملحية.

وتعتبر السبخات نظام مفتوح open system يجمع بين نظام مائي متعدد المصادر والنظام القاري الفيضي والهوائي وهي تمثل بيئة مناسبة لبعض الكائنات الحية الدقيقة . (حسام إسماعيل،2006)

وبصفة عامة ينشأ عن السبخات أخطار عديده تؤثر على البيئة وعلى الانسان وأنشطته الاقتصاديه والمشروعات التنموية وعلى استمرارها ومن هنا تأتى أهمية دراسة أخطار السبخات ومحاولة وضع أنسب الحلول لمواجهتها.

اسباب الدراسة:

أوضحت الراسات السابقة وفحص المرئيات الفضائية لمنطقة العين السخنة ما يلى:

- زادت مساحة الفنادق من 0.8 كم2عام 1984 إلى 5.14 كم 2عام 2002 ثم زادت إلى 8.1 كم2 عام 2012.
- نقصت مساحة السبخات الجافة من 9.19 كم2 عام 1984 إلى
 8.34 كم2 عام 2002 ثم بلغت 5.2كم2 عام 2012.
- زادت مساحة السبخات الرطبة من 4.86 كم2 عام 1984 إلى 9.12 كم2 عام 2002 ثم نقصت إلى 7.91 كم 2عام 2012.

أوضحت الراسات السابقة وفحص المرئيات الفضائية لمنطقة شرم الشيخ ما يلى:

- زادت مساحة الأراضى المستخدمة فى بناء الفنادق والقرى السياحية ومراكز الغوص من 2.5كم2 عام 1984م إلى 31.5كم2 عام 2002م بزيادة قدر ها 28.65 كم2.
- تناقصت مساحة السبخات من 3.7 كم2 عام 1984 م إلى 0.3 كم2 عام 2012 ثم تناقصت إلى 0.1 كم 2عام 2012.

مما سبق يتضح بناء فنادق وقرى سياحية على اراضى السبخات مما يعرض هذه المنشآت للعديد من الأخطار الجيومور فولوجية كما تشير غلى دور الانسان في تغيير بيئة السبخات التي سنشير اليها فيما بعد.

أهداف الدراسة:

تم تحديد أهداف الدراسة على النحو التالى:

- رصد خصائص السبخات باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية .
- رصد التغير في بيئة السبخات وأثر الانسان فيها وأثرها على الانسان وأنشطته الاقتصادية.
 - انشاء نموذج يوضح العلاقة بين نشاط الانسان والنظم السبخية.
 - رصد أخطار السبخات وانشاء خرائط أخطار السبخات.
 - وضع حلول ومقترحات لمواجهة اخطار السبخات.

مصادر وأساليب الدراسة:

لتحقيق الأهداف المنكورة اعتمدت الدارسة الحالية علي المصادر والأساليب الآتية:

- مرئيات فضائية, Iand sat ETM, TM, لأعوام متتالية بدقة 30م و 15م.
 - مرئيات SPOT لأعوام متتالية بدقة 20م و 10م.
 - مرئيات IKONOSبدقة 1م.
 - مرئيات الرادار.
 - خرائط طبوغرافية مقياس 25000:1 و 50000:1.
 - خرائط جيولوجية مقياس 250000:1
 - الدراسة الميدانية.

اعتمدت هذه الدراسة على بعض ادوات التحليل وتشمل التحليل surface analysis وتحليل السطح 3D analysis في الثلاثي الابعاد 3D analysis وتحليل السطح العداد نماذج الارتفاعات الرقمية DEM وخرائط الانحدار map وهواوجية الانحدار map المراقب Aspect map مورفولوجية سطح السبخات والتصنيف المراقب Overlay والتحليل الطبقي Overlay لتحديد النطاقات المورفولوجية للسبخات والتحليل الطبقي Change Detection لرصد التغيرات التي تطرأ على السبخات.

أولاً: رصد خصائص السبخات باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

تستخدم المرئيات الفضائية وبرامج نظم المعلومات الجغرافية في رصد خصائص السبخات مثل عمليات تصنيف السبخات ، ودراسة الخصائص المورفولوجية وغيرها.

أ.تصنيف السبخات من المرئيات الفضائية

تستخدم المرئيات الفضائية في تصنيف السبخات حيث تظهر السبخات الأولية بيضاء اللون وتظهر السبخات الأقل

تطوراً تحيط بالاخوار ،أما السبخات في حالة النضج فتظهر بلون رمادي قاتم شمال اللاجونات.

تصنيف السبخات وفقاً للتركيب المعدني:

- سبخات رملية تتكون من رمال متباينة الاحجام
 - سبخات طینیة تتکون من طین بحری
- سبخات مختلطة تتكون من سبخات رملية وطينية
 - تصنيف السبخات وفقاً للموقع الجغرافي:
- سبخات ساحلية: تنشأ من ترسيب بحرى وهوائى ويعتقد أنها كانت خلجاناً قديمة امتلاءت تدريجياً برواسب هوائية غرينية وصلصالية وكربونات جبس وانهيدريت واملاح.

وتصنف السبخات الساحلية إلى:

- ✓ سبخات ساحلية بسيطة
- ✓ سبخات ساحلیة مرکبة
 - ✓ سبخات قديمة
- سبخات قارية «داخلية»: وهي مناطق تتوازن عندها عمليات الترسيب القارية والتذرية ويتحكم فيها مستوى الماء الأرضى.
 - وتصنف السبخات إلى:
 - سبخات رطبة
 - سبخات جافة

ب.عوامل نشأة السبخات

يتحكم في نشأة السبخات عدد من العوامل هي:

1. الظروف المناخية

- تتكون رواسب السبخات في ظل ظروف المناخ الجاف مع ارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات التبخر.
- يؤدى ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف إلى تحول المحاليل الملحية من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، مما يؤدي إلى تبخر المحاليل الملحية وينتج عن ذلك نمو الجبس

والانهيدرايت، أو لا يليها نمو البلورات الملحية علي السطح ومع ارتفاع درجة الحرارة يزداد سمك الطبقة الملحية السطحية.



صورة (1) ظهور الجبس على سطح سبخة الملاحة في الساحل الغربي لخليج السويس

- فى فصل الخريف يستمر وجود الظاهرات الدقيقة علي أسطح السبخات، حيث يؤدي وجود الطبقة الملحية البيضاء إلي عكس الإشعاع الشمسي ومن ثم استمرار ارتفاع درجة الحرارة فوق أسطح السبخات.
 - تؤدى الحرارة المرتفعة إلى تركيز الأملاح بالسبخات.
- يؤدى ارتفاع درجة الحرارة في المناطق المنخفضة المنسوب والتي يقترب بها منسوب المياه تحت السطحية إلي زيادة معدلات التبخر وبالتالي زيادة سمك الطبقة الملحية (المتبخرات)المتراكمة، مما يعمل علي موت العديد من النباتات خاصة إذا قورنت بتلك التي توجد في المناطق المجاورة المرتفعة السطح نسبيا.



صورة (2) تركز الاملاح في سبخة الملاحة في الساحل الغربي لخريج السويس

- بعمل ارتفاع درجة الحرارة على تبخر مياه السبخات وجفاف البرك والمستنقعات الملحية بها وتكوين قشرة ملحية ويزداد نموها وسمكها كلما ازداد الارتفاع في درجة الحرارة.
- ينتج عن ارتفاع درجة الحرارة ونشاط عملية التبخر زيادة درجة ملوحة البرك والبحيرات الداخلية بالسبخات، وقد يصل إلى أكثر من 2000جرام/لتر.
- يساعد ارتفاع درجة الحرارة على زيادة درجة ملوحة السبخات نتيجة لتبخر المياه بواسطة الخاصية الشعرية ومن ثم نمو الجبس.
- يؤدى اختلاف المدى الحراري إلى تباين ظاهرات السطح الدقيقة من الصيف إلى الشتاء، والسيما التشققات الطينية والقباب الملحية، التي تظهر بصورة واضحة في فصل الصيف وقد تختفى في فصل الشتاء.

- يؤدي ارتفاع المدى الحراري اليومي، وسيادة الجفاف نهارا وتكون الندى ليلا، إلي حدوث انكماش وإذابة للبلورات الملحية ليلا وتماسك البلورات الملحية وتمددها نهارا ويعد ذلك وسط مناسب لحدوث العديد من التفاعلات الكيمائية.
- يؤدى ارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف إلى تكسر الأنزيمات وتوقف العمليات الحيوية للنباتات وهلاكها، مما يؤدى إلى اصفرار وجفاف النباتات الملحية التي تنمو على هوامش وأسطح السبخات وازدهارها في باقي فصول السنة.
- تقوم الرياح بدور هام في تكوين السبخات وتطور ها ويمكن إيضاح ذلك على النحو التالي :
- تقوم الرياح بدوراً هاما في تغير مور فولوجية السبخات الساحلية من حين لآخر من خلال تأثيرها على الأمواج لاسيما أثناء فترات النوات.
- تقوم الرياح بنقل الرواسب المتوسطة والناعمة الحجم وإرسابها عند أطراف السبخات مما يؤدى إلى ارتفاع منسوبها وجفاف بعض أجزائها.
- تقوم الرياح بتذرية الأملاح من القشرة السطحية من فوق أسطح السبخات في شهور الصيف ليعاد توزيعها على المناطق المجاورة، وكذلك في فواصل وشقوق الحافات الصخرية، مما يؤدى إلى نشاط عملية التجوية الملحية وبالتالي اتساع مساحة السبخات، كذلك ظهور أثار نشاط عملية التجوية الملحية بالقرى السياحية والتي تعد من أهم الأخطار الجيومور فولوجية للسبخات.
- تساهم الرياح في نقل وإرساب الرواسب الرملية تاركه رواسبها في الدالات الساحلية مكونة فرشات رملية ونباك، والتي تعد احد مصادر تغذية السبخات بالرمال.
- تقوم الرياح بدوراً هاما في التغيير من مورفولوجية سطح السبخات، حيث تقوم بعمل إعادة تسوية للسطح وإزالة أجزاء من ظاهرات السطح الدقيقة في المراحل النهائية من تطور ها.

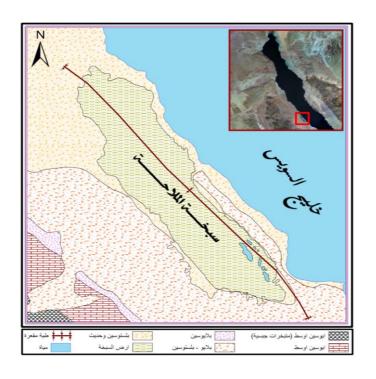
تقوم الأمطار بدور هام في تشكيل السبخات ويمكن إيجاز ذلك في النقاط التالية:

- تعد الأمطار أحد مصادر تزويد السبخات بالمياه.
- تعمل الرواسب التي تجلبها مياه السيول علي رفع مستوي قاعدة السبخات على المستويين الرأسي والافقى وإطماء بعض الأجزاء بها.
- بؤي تساقط الأمطار إلي اختفاء أشكال السطح الدقيقة في فصل الشتاء، حيث يؤدي التساقط إلي حدوث ذوبان للبلورات الملحية المنتشرة علي أسطح السبخات ومع استمرار التساقط تختفي أشكال السطح الدقيقة.
- يسبب تساقط المطر جريان سيلي في الأودية والذي يجلب معه كميات هائلة من الرواسب والمياه إلى مصبات تلك الأودية مما يعمل على تكوين دالات وبناء شواطئ مجاوره لها ومن هنا تقوم التيارات البحرية بإعادة بناء هذه الشواطئ مكونة سبخات ساحلية. وتنمو السبخات على حساب البحر، كما تقوم بتزويدها بالأملاح والصلصال.
- بؤدى هبوب العواصف الممطرة (النوات) إلى سقوط الأمطار بغزارة مما يؤدى إلى زيادة عنصر الماغنسيوم الذي يساعد على زيادة معدن الاتابولوجيت ، كما يؤدى إلى حدوث نقص في نسبة معدن الهاليت والجبس ، مما يفسر تعرضهما للإذابة خلال تزايد نسبة هطول الأمطار على سطح السبخات.
- أشار (Sass, et al ,1971,p.21) أن وجود الجبس والانهيدرايت في رواسب السبخات يعد أثرا مباشرا لتجمع المياه في البرك بعد سقوط المطر أو تأثر ها بارتفاع مستوى مياه المد وقد يساعد ذلك على تراكم الأملاح في الرواسب ومن ثم حدوث التجوية الملحية.
- يؤدى تساقط الأمطار إلى نمو بعض الحشائش والنباتات الصحراوية والتي تمثل مصيدة للرمال مما يعمل على تغذية

- السبخات بالرمال، كما يؤدى تساقط الأمطار فوق سطح النباك والفرشات الرملية التي تغطى جوانب اسطح السبخات إلى تماسك حبيبات الرمال وبالتالي تقل قدرة الرياح على إزالة هذه الرمال، فالرياح لا تحمل إلا المواد التي تتعرض للجفاف.
- ينتج عن ارتفاع نسبة الرطوبة في الفترة من سبتمبر إلى فبراير تشبع بلورات الأملاح بالرطوبة الزائدة في الجو، وحدوث عملية التميؤ الملحي Salt Hydration التي ينتج عنها تمدد البلورات الملحية بنسب متفاوتة تتراوح من 0.3 % الى 0.7%، نتيجة لاختلاف أنواع الأملاح بها.
- ترتفع معدلات التبخر في المناطق المنخفضة المنسوب والتي يرتفع بها منسوب المياه تحت السطحية، مما يؤدي إلي تبخر المحاليل الملحية عن طريق الخاصية الشعرية وترسيب المتبخرات.
- ينجم عن ارتفاع معدلات التبخر تكون الجبس في رواسب السبخات نتيجة لتزايد درجة الملوحة وتزايد تركيز الكبريتات نتيجة لاذابتها لجزء من الجبس المترسب في البرك الملحية، ثم يبدأ في الصعود إلى أعلى في رواسب السبخات تحت تأثير عملية البخر بواسطة الخاصية الشعرية، وأثناء مرورها في رواسب السبخات الغنية برواسب كربونات الكالسيوم، يتفاعل شق الكبريتات الذائب فيها مع الكالسيوم مكونا الجبس بخاصية الإزاحة، وبزيادة درجة ملوحة المياه الصاعدة تزداد عملية البخر بالقرب من السطح، حيث يترسب اكبر كمية من الجبس في النطاقات العليا على شكل كتل عنقودية ، إلى أن تصل إلى أقصاها على السطح حيث يتوقف ترسب الجبس، وتبدأ عملية ترسيب الهاليت.
- يرجع تكون القشور الملحية إلي ارتفاع معدلات التبخر من أسطح السبخات وتتكون السبخات عندما تزيد معدلات التبخر عن بضعة أمثال الأمطار المتساقطة.

2. تأثير البنية الجيولوجية:

- تعد الصدوع العامل الرئيسي في تحديد مواضع نشأة السبخات، فنجد أن الصدوع هي التي تحدد شكل واتجاه السبخات من جانب كما أنها أيضا تحدد مواضع البحيرات بها من جانب أخر، فعلى سبيل المثال يلاحظ أن لصدوع البحر الأحمر وخليج السويس دورا كبيرا في انخفاض السطح في المنطقة ومن ثم وصول مياه الخليج والمد العالي إلى المناطق المستوية والمنخفضة المنسوب، سواء كان ذلك بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق القنوات والممرات تحت السطحية الناجمة عن حدوث هذا الصدع.
- كانت الصدوع العامل الرئيسي في نشأة سبخة الملاحة نتيجة لحدوث صدعين ، الصدع الأول اخذ اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي . وهو الذي حدد شكل واتجاه السبخة . بينماالصدع الثاني أخذ اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي مما أدي إلي رفع منسوب السبخة القديمة ونمو السبخة الحديثة إلى الشمال منها .
- للطيات المقعرة دورا هام في تكوين السبخات، حيث تشغل السبخات محاور هذه الطيات.
- تساهم حركات الرفع في نشأة السبخات ، فقد أدت حركات الرفع الى انعزال بعض البحيرات الساحلية عن البحر واستقبلت هذه البحيرات خلال عصر البليستوسين رواسب الاودية مما أدي إلي تقلص مساحات هذه البحيرات وخاصة مع حدوث الفترات الدفيئة وارتفاع نسبة التبخر أثناءها وعدم وجود مصدر مائي دائم يعوض الفاقد، مما أدي إلي تقلص مساحة هذه البحيرات ولم تبقي من هذه البحيرات سوى برك صغيرة المساحة.



شكل (1)موقع الطية المقعرة وأثرها في نشأة سبخة الملاحة في الساحل الغربي لخليج السويس



صورة (3) سبخة الملاحة في الساحل الغربي لخليج السويس

3. طبوغرافية السطح

- يؤدي انخفاض منسوب السطح في المناطق الشاطئية إلي سماح مياه البحر بالنفاذ إلي رواسب ومكونات التربة في المناطق المنخفضة المنسوب وتزويدها بالماء والرمال الناعمة وتكوين سنخات
- يؤدى انخفاض السطح ببعض أجزاء السهول الساحلية إلى تجمع مياه المد العالي بها ومن ثم تتحول إلى برك ومع ارتفاع درجات الحرارة تتبخر هذه المياه مخلفة وراءها رواسب ملحية.
- يتباين منسوب السطح في السبخة الواحدة، ويرجع ذلك إلى انتشار وتباين أشكال السطح الدقيقة بها من حفر ومنخفضات الإذابة التي ينخفض بها منسوب سطح السبخة إلى ما يقرب من الصفر والجسور الملحية التي يرتفع فيها منسوب السطح محليا، ويلاحظ ارتفاع منسوب هوامش وجوانب السبخة إلى ما يزيد عن 5.1متر نتيجة لانتشار النباك.
- ينتج عن انخفاض منسوب السطح في أجزاء بعض السبخات إلى اقتراب منسوب سطحها من منسوب المياه تحت السطحية وتحولها إلى برك وبحيرات دائمة والتي مع تعرضها لعملية التبخر ترتفع بها درجة الملوحة بدرجة عالية حتى انه تختفي من هذه المواضع النباتات باستثناء بعض الطحالب التي لها القدرة على تحمل الملوحة العالية.

4. تأثير المد والجزر في نشأة السبخات الساحلية

- تنمو السبخات الساحلية في بيئة إرساب هادئة (في نطاق المد والجزر) حيث تنمو في الشريط المتاخم للبحر مباشرة، ويتوقف اتساع هذا الشريط الساحلي وامتداده صوب الداخل على عدة عوامل منها مدى ارتفاع السطح مقدار طغيان مياه البحر عليه سواء خلال المد الأعلى أو خلال فترات العواصف.
- تتأثر طاقة عملية المد بالشعاب المرجانية الممتدة أمام خط الساحل، والتي بدورها تقوم بإضعاف هذه الطاقة والتقليل من تأثيرها، مما يؤدى إلى الاكتفاء بغمر المنطقة الشاطئية التي تقع

إلى الخلف منها ملقية بما تحمله من رواسب أثناء الجزر بالإضافة إلى امتصاص الرواسب لجزء من المياه التي يحملها المد، مما يؤدى إلى ضعف طاقة الجزر يؤدى بدورة إلى تكوين سبخات خلف الحواجز المرجانية في المناطق منخفضة المناسيب

• يقوم المد الربيعي لاسيما أثناء العواصف الشتوية بحمل كميات كبيرة من المياه والرواسب، حيث تقوم بتغذية بعض السبخات بالمياه والرواسب وخاصة البعيدة نسبيا عن خط الساحل وفي الوقت نفسه تعمل قوة المد الربيعي أثناء العواصف على إعادة تشكيل خط الساحل وإعاقة نمو بعض السبخات.

5.أثر التيارات البحرية:

- ساهم التيارات البحرية في تشكيل السواحل حيث تقوم بنقل الرواسب وتوزيعها على الساحل، خاصة الرمال الناعمة والمتوسطة التي تتراوح أحجامها بين 0.1- 0.5 مم، والتي تنقلها التيارات البحرية عندما تزيد سرعتها عن 15 سم/الثانية.
- تساهم التيارات البحرية في نمو السبخات المتاخمة لخط الساحل والتأثير على مورفولوجية السبخات فهي ذات تأثير محدود على خط الشاطئ نظراً لأنها تتكسر على الأطر المرجانية قبل وصولها إليه، وبالتالي يقتصر دورها على عمليات الإرساب أكثر من عمليات النحت مما يؤدى الى تكوين لاجونات والمساهمة في تكوين الألسنة البحرية والتي تعتبر نقطة البداية في تكوين السبخات.

6. تأثير مياه البحر على السبخات

تشير دراسة نسبة الأملاح الذائبة في مياه البحار المدارية إلى ارتفاع نسبة الكلوريدات وخاصة كلوريد الصوديوم، يليه من حيث الأهمية كلوريد الماغنسيوم فالبوتاسيوم، أما النسبة الباقية من الأملاح الذائبة في مياه البحر فتمثلها الكبريتات مثل كبريتات الصوديوم والماغنسيوم وهي أملاح تذوب في الماء، بالإضافة إلى نسب ضئيلة من البيكربونات.

- أثبتت نتائج تحاليل المياه في المناطق السحلية المنتشر بها قرى سياحية ارتفاع تركيزات الأمونيا والنترات نتيجة للصرف الصحى والصناعي وما ينتج من مخلفات عن السفن.
- يعد كلوريد الصوديوم (الهاليت) أحد المكونات الرئيسية لرواسب المتبخرات.
- يؤدي زيادة نسبة الكبريتات والكالسيوم في المحلول الملحي إلي ترسيب معدن الجبس وعندما يتأكسد أو يختزل الجبس ويفقد جزئ ماء نتيجة نشاط الكائنات الدقيقة يتحول في هذه الحالة إلي الانهيدرايت، والعكس يحدث عند سقوط الأمطار حيث يضاف جزئ ماء إلى الانهيدرايت ويتحول إلى جبس.
- يتطلب معدن الهاليت لتكوين تتابع رسوبي سميك أن يكون مصدر المحلول مياه البحر وأن يكون هناك إضافة مستمرة من ماء البحر بتركيز عالى.

7. تأثير المياه الأرضية

تقوم المياه الأرضية بدور فعال في نشأة السبخات الداخلية حيث يؤدى ارتفاع منسوب المياه الأرضية وارتفاع درجات الحرارة إلى تبخر المياه وترسيب الاملاح على السطح وتكوين السبخات الداخلية.

ج.رصد مورفولوجية السبخات

يتم دراسة مورفولوجية السبخات من تحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الامريكي لاندسات (Landsat) ومرئيات القمر الصناعي الفرنسي سبوت (SPOT) والاستعانة بنموذج الارتفاع الرقمي DEM المنتج من القمر الصناعي الفرنسي على هيئة Band بدقة مكانية 5 متر والذي يتيح إمكانية إنتاج خريطة كنتورية منه بفاصل كنتوري 1متر في مناطق السبخات.

باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية يمكن الوصول إلى نتائج دقيقة ومتميزة حول أبعاد ومساحات السبخات بشكل عام ومور فولوجية سطح السبخة بشكل خاص، بداية من إنتاج خرائط الارتفاع (الخريطة الكنتورية ونموذج الارتفاع الرقمي DEM)

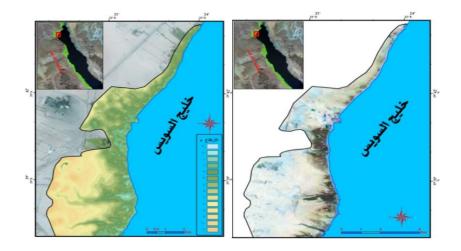
واستخلاص خرائط الانحدار (Slopes) وخرائط اتجاهات الانحدار (Aspects) وصولاً إلى المجسمات ثلاثية الأبعاد 3Ds التي تحاكى الواقع بهدف توضيح السمات المورفولوجية المميزة للسبخة والاختلافات المورفولوجية بين سبخة وأخرى.

خطوات رصد مرفولوجية السبخات

يتم تحويل الخرائط بعد تصنيفها Reclassificationمن الشكل الراستر Rester format إلي شكل الفيكتور Vector format وذلك للحصول علي الجداول والتقارير التي توضح مساحة كل فئة في نموذج الارتفاع الرقمي وخريطة الانحدار وخريطة اتجاه الانحدار من الدراسة الميدانية ومرئيات IKONOSيتم رصد أشكال السطح الدقيقة وقياس الابعاد وجمع العينات.

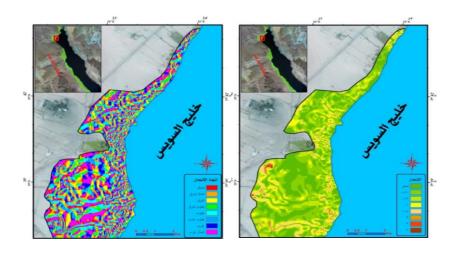


شكل (2) استخدام المرئية الفضائية ايكونس في رصد النباك في الجزء الشمالي الشرقي من سبخة مرسى ثلمث



شكل (4) نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (3)مرئية فضائية لمنطقة العين السخنة



شكل (5) خريطة الانحدار شكل (6) خريطة اتجاه الانحدار

ثانياً:رصد التغيرات في بيئة السبخات

تنقسم العوامل المؤثرة على بيئة السبخات إلى قسمين:

الأول: العوامل الطبيعية مثل العوامل الجيولوجية وعناصر المناخ وطبوغرافية السطح وخصائص المياه والنبات الطبيعي.

الثاني: العوامل المرتبطة بالإنسان وأنشطته المختلفة.

تتميز السبخات باختلاف رواسبها طبيعياً وكيمائيا وميكانيكياً وتتغير في الاتجاهين الراسي، نتيجة لعدم تجانس قطاع التربه، والأفقي ويظهر ذلك في أتساع نطاق التسبخ.

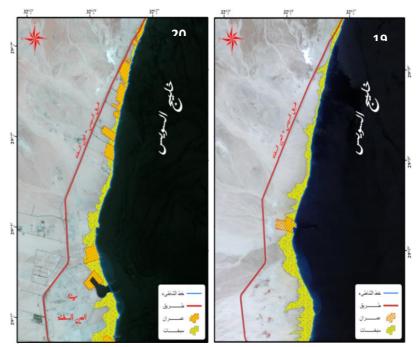
تعتبر المرئيات الفضائية وسيلة قوية وفعالة في عملية رصد التغيرات في استخدام الأراضي حيث توفر مصدراً هاماً لتحديث بيانات الغطاء الأرضى واستخداماته بصورة دورية.

تعتمد عملية رصد التغيرات باستخدام المرئيات الفضائية علي مرئيتين أو أكثر بتواريخ مختلفة ويراعي أن تكون المرئيات مأخوذة في نفس الفصل وفي نفس الشهر علي الأقل ونفس اليوم أو في أيام متقاربة كلما أمكن ذلك.

خطوات رصد التغيرات البيئية:

- تحويــل المرئيــة الفضــائية ذات الإحــداثيات الجغرافيــة Geographic lat /Lon إلى إسقاط ميركيتور المستعرض العالمي UTMوتقطيع مناطق السبخات Subset من المرئيات من خلال مربع التحديد Inquire Box باستخدام برنامج ERDAS Imagine 9.1
- إجراء بعض التحسينات Enhancements علي المرئيات السابقة بعد قصمها كتطبيق بعض الفلاتر Filters لإزالة نسبة التشوه من الغلاف الجوي وتوزيع بيانات هذه المرئيات في مدي أطول لإظهار بياناتها كاملة Stretching Histogram وكذلك ضبط التضارب اللوني Contrast لإظهار بيانات المرئية بكفاءة عالى
- فصل السبخات من المرئيات السابقة مستخدماً الحيز الطيفي (Band) الحراري (6) والاستعانة بالحيوز الطيفية (الباند) 7 ،

- 5 ، 2 حيث أن هذه الحيوز الطيفية (Bands) هي الأكثر تفريقاً
 بين السبخات والظاهرات المتقاربة معها
- عمل التصنيف المراقب عمل التصنيف المراقب مستخدمين الحيوز الطيفية للأعوام المختلفة حيث تم تحويل مستخدمين الحيوز الطيفية للأعوام المختلفة حيث تم تحويل المرئيات إلي خرائط نوعية (Raster) إلي شكل الفيكتور تحويلها من شكل الراستر (Raster) إلي شكل الفيكتور (Vector) باستخدام برنامج 9.2 ArcGIS بمعلومية الكود الخاص بالسبخات في هيئة Feature Class داخل قاعدة بيانات جغرافية Geodatabase المختلفة.
- باستخدام تحليلات التطابق Overlay Analysis من برنامج ArcGIS 9.2 يتم استخلاص المناطق التي تعرضت للتغير خلال تلك الفترة، والتغيرات إما أن تكون موجبة (بالزيادة) في بعض السبخات أو في أجزاء منها دون الأخرى كزيادة بعض السبخات علي حساب ما يجاور ها من أراضي منبسطة أو من عمليات الترسيب في الخليج، أو سالبة (بالنقصان) حيث تتحول بعض المناطق إلى مناطق مرتفعة بفعل الأودية الجافة.





شكل (8) التغيرات بسبخة العين السخنة

ثالثاً:نموذج العلاقة بين الأنشطة البشرية والنظم السبخية

توضح الدراسات الجيومور فولوجية للسبخات وجود علاقة بين النشاط البشرى والنظم السبخية حيث تؤدى الأنشطة البشرية إلى حدوث نقص أو زيادة في مساحة السبخات وتغير في مور فولوجيتها وفي الخصائص الكيميائية والمعدنية لرواسب السبخات ،وينشأ عن النظم السبخية أخطار على الطرق والمبانى.



شكل (9) نموذج العلاقة بين النشاط البشرى والنظم السبخية

رابعاً:أخطار السبخات

تمثل السبخات أحد المصادر الأساسية لنشاط عمليات التجوية الملحية، والتي تعد أحد الأخطار الجيومور فولوجية التي تهدد كلا من البيئة الطبيعية والأنشطة البشرية.

للتجوية الملحية تأثيراً سلبياً علي البيئة الطبيعية وذلك باعتبارها سبباً لحدوث عملية التفكك الكتاي والحبيبي، وما يتبعه من حدوث انز لاقات صخرية للمرتفعات الجبلية القريبة من نطاق السبخات، والهبوط الأرضى، كذلك للتجوية الملحية أثار سلبية علي الأنشطة البشرية سواء كانت الطرق أو المنشآت البترولية والقرى السياحية المبنية على الأراضي السبخية أو القريبة منها.

تتوقف درجة تأثر البيئة الطبيعية أو الأنشطة البشرية بفعل عملية التجوية الملحية على مدي القرب أو البعد من ساحل البحر والمسطحات السبخية، كذلك نوع الرواسب الكيميائية والمعدنية المكونة لتربة السبخات ومنسوب الماء تحت السطحى بها.

أ.أخطار التجوية الملحية

هي نوع مركب من أنواع التجوية المختلفة، يجمع بين كلا من عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية معاً.

تعد الأملاح المتراكمة علي أسطح السبخات هي أولي مراحل بدء (دورة التملح) Salt cycle، حيث تقوم الرياح بتذرية الأملاح خاصة أملاح كبريتات الصوديوم وكربونات ونترات الصوديوم وكبريتات المغنسيوم في صورة أتربة وغبار ملحي تملئ بها الشقوق والفواصل وترسبها علي أسطح وواجهات المباني والمنشآت المختلفة، مما ينتج عنه نشاط لعملية التجوية الملحية على نطاق واسع وتمتد تأثيرها في ظهور البقع الملحية والقشور الرمادية والسوداء إلى التأثير على مواد الطلاء وأساسات المباني.

تأثير التجوية الملحية علي المباني والمنشآت

• تتعرض أساسات المباني للتآكل وصدأ حديد التسليح وتساقط الغطاءات الأسمنتية

نتيجة لارتفاع منسوب الماء تحت السطحى.

- يؤدي نمو البلورات الملحية في المباني إلي إحداث طاقة هائلة تفوق اجهادات الشد لبعض الصخور، ويحدث التبلور في مقابل ضغط مقداره 47 بارا، بينما تتراوح اجهادات شد كثير من الصخور مابين 20-200 بار فيحدث تصدع المباني وتشققها.
- تتعرض أعمدة الإنارة والمشغولات الحديدية من نوافذ وأبواب الي الصدأ، في المناطق القريبة من نطاق السبخات، حيث يتفاعل الحديد مع الأملاح المترسبة.
- تتعرض المنشآت التي تقع في اتجاه منصرف الرياح المحملة بالأملاح إلي تغير ألوان دهاناتها نتيجة لتكون القشور الرمادية Gray crust.
- ينتج عن استخدام مواد بناء غير مطابقة لمواصفات البناء في بيئة السبخات مثل الاسمنت العادي إلي تكون كبريتات ألمونيوم كالسيوم وتأكل حديد التسليح.
- تظهر أثار ارتفاع منسوب الماء تحت السطحي علي الجدران الي ارتفاع قد يصل إلي 2متر، مما يؤدي إلي تشويه المنظر الجمالي للعديد من القرى السياحية.
- تتعرض أنابيب البترول التي تمر باراضي السبخات إلى الصدأ والتآكل نتيجة لارتفاع منسوب الماء تحت السطحي.
- يؤدي تعرض واجهات المنشآت السياحية والبترولية لرذاذ مياه البحر المتطاير إلى تأكل طبقة الاسمنت اللاحمة وظهور الجدران مكشوفة بعد إزالة الدهانات الخارجية.
- يسبب وجود خزانات المياه فوق أسطح المباني إلي نشاط عملية التجوية الملحية وسقوط مادة الملاط.
- يؤدي سقوط الأمطار الحمضية علي أسطح المباني وترسيب ما بها من أملاح عقب تبخرها إلي سقوط الملاط وأجزاء من الصنة الخرسانية

• ينتج عن حدوث التفاعلات الكيميائية لبعض الأملاح زيادة أحجامها مثل كلوريد الصوديوم وحدوث ضغوط علي الجدران، مما يؤدي إلي ترييح المباني وتهدمها.

تأثير التجوية الملحية على الطرق:

- تتعرض الطرق الساحلية والداخلية التي تمر بمناطق السبخات لأخطار التجوية الملحية بدرجات متباينة تتوقف علي مدي اقتراب الطريق من المسطحات السبخية.
- تعرض الطرق إلي التشقق ويرجع ذلك إلي زيادة معدلات التبخر مع ارتفاع درجة الحرارة وصعود المياه الجوفية مع ما تحويه من أملاح ذائبة ومواد عالقة لتتراكم بين الشقوق والفواصل الموجودة في طبقة البتومين سوداء اللون، والذي يساعد لونها علي امتصاص الحرارة وبالتالي زيادة نشاط التجوية الملحية وتلف الطرق.
- ح تؤثر التجوية الملحية علي الطرق بصورة غير مباشرة من خلال تعرض أجزاء من الطريق إلي حالات من التساقط الصخري نتيجة حدوث تفكك للصخور بها، حيث تقوم الرياح بحمل الأملاح من على أسطح السبخات وإرسابها في شقوق وفواصل الصخور، خاصة اذا كانت الحافة الصخرية تتميز باختلاف التركيب الصخري وانتشار الشقوق والفواصل، فضلا عن شدة انحدارها مما يؤدي إلى نشاط التجوية الملحية واتساع الشقوق والفواصل وحدوث التساقط الصخري وخاصة في الأجزاء التي يضيق بها الطريق بالقرب من مناطق السبخات.



صورة (4)سقوط مواد الطلاء نتيجة لنشاط التجوية الملحية



صورة (5)أثر ارتفاع منسوب المياه تُحنت السطحية على اساسات مبانى قرية سياحية



صورة (6) ظهور البقع الملحية

ب أخطار الهبوط الأرضى

هي حركة رأسية وأفقية لسطح الأرض، تنشأ عادة نتيجة للإخلال بحالة التوازن الاستاتيكي، Equilibrium static

أسباب الهبوط الأرضى في أراضي السبخات

- تباین قابلیة تربة السبخات للانضغاط، حیث تتکون تربة السبخات من طبقات متماسکة و أخرى غیر متماسکة.
- يحدث الهبوط المتباين للتربة للمنشآت فوق السبخة نتيجة لتباين المقطع الرأسي للسبخة ذاتها وتفكك بعض الطبقات السفلية لتربة السبخة بالانضغاط، فأحيانا يتغير تصنيف التربة السبخية من رمل إلي طين أو العكس في نفس الموقع.
- يؤدى وجود الطبقات الرملية في التربة السبخية إلى حدوث تشققات في المنشآت وميلها وانهيارها.
- يؤدي البناء علي هذا النوع من التربة إلي توليد ضغوط نتيجة لثقل المبني من اعلي إلي أسفل، مما يؤدي إلي تفكك بعض الطبقات السفلية وحدوث ترييح و هبوط للتربة والذي يعد رد فعل طبيعي لإعادة توزيع القوي الناتجة عن بناء المنشأة علي تربة السبخات، مما ينتج عنه تفكك وانفصال حوائط المبنى عن الصبة الخرسانية.

ينتج عند عدم الثبات الكيمائي لتربة السبخات حدوث تغير مستمر في حجم السبخة نظراً لتحول الجبس إلي الانهيدرايت إذا فقد جزئي ماء مما يؤدي إلى حدوث نقص وانكماش في سمك الطبقات والعكس.

• يؤدى تغير حجم رواسب وحبيبات السبخات من الصيف الى الشتاء نتيجة لاختلاف الظروف المناخية الى حدوث انتفاخ للتربة وزيادة حجمها وذوبان الكثير من الاملاح بها فى فصل الشتاء، بينما فى فصل الصيف تزداد معدلات التبخر ويتم إرساب الاملاح مما يؤدى الى زيادة الفراغات بين الحبيبات وحدوث هبوط ارضي فى مواضع عديدة من السبخة.

• يؤدي ارتفاع نسبة الرطوبة بالسبخات إلي حدوث إذابة للأملاح التربة وتقلص سمك القشرة الملحية وبالتالي زيادة ضغط المباني والمنشآت على التربة، مما يؤدي إلى حدوث هبوط ارضى بتربة السبخات.

• يؤدي ارتفاع منسوب الماء تحت السطحي إلي حدوث هبوط أرضي ناجم عن إذابة الصخور الجيرية، ويرجع حدوث مثل هذا الهبوط إلي أسباب هيدروجيوكيميائية نتيجة لتحلل وذوبان طبقة الهاليت أعقبه حدوث تجويفات تحت سطحية ومع ما أحدثه ثقل طبقة الحجر الجيري، يؤدي إلي حدوث تشققات بالطبقة السطحية وحدوث هبوط أرضي لها.

• يؤدي استخراج زيت البترول أو المياه الجوفية، إلي حدوث حالات من الهبوط الارضى، ينتج عنها تشويه للطبقة السطحية وانخفاض منسوب السطح بها وظهور برك ملحية.

• تتعرض الطرق الساحلية إلي التشقق وحدوث تنهدات وتموجات بهما، حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وتبخر المياه الصاعدة بفعل الخاصية الشعرية إلي تركز الأملاح داخل الشقوق والفواصل الموجودة في طبقة الإسفلت، ونتيجة لتمدد البلورات الملحية يحدث ضغط علي الشقوق ومن ثم يحدث هبوط في الطريق.

• يؤدي ارتفاع الماء تحت السطحي في الطريق إلي حدوث تفاعل المياه مع المركبات القاعدية للتكوين الصخري في صخور الحجر الجيري، وينتج عن ذلك حدوث إذابة لهذه المكونات وإزالتها وتكوين فجوات وكهوف تحت السطح.



صورة (7) هبوط ارضي بشرق سبخة الملاحة

خامساً:انتاج خرائط درجات خطورة السبخات

يمكن انتاج خرائط درجات خطورة السبخات باستخدام برنامج

Arc GIS v. 9.2 وفقاً للخطوات التالية:

1. تحديد العناصر الأساسية الممثلة للخطورة.

2 اعطاء وزن للعناصر وفقاً لأهمية كلاً منها مثل:

• آثار التجوية الملحية.

• استخدام تربة السبخات في البناء .

• تصدع المبانى لعدم استقرار التربة.

• تأكل أساسات المبانى بواسطة المحاليل الملحية.

3. استخدام تحليل الجوار proximity analysis يتم حساب معدلات الخطورة على النحو التالى:

مناطق شديدة الخطورة =10

مناطق خطرة = 6:9

مناطق متوسطة الخطورة =5:3

مناطق منخفضة الخطورة = أقل من 3

سادساً: أساليب مواجهة أخطار السبخات

- إجراء دراسات جيومورفولوجية قبل إنشاء القرى السياحية المختلفة وتحديد أنسب المواقع لإقامتها.
- العمل علي تخطيط مشاريع الصرف الصحي بالقرى السياحية والمدن الساحلية، كذلك معالجة مياه شركات البترول والمصانع المختلفة قبل صرفها في محاولة للحد من ارتفاع منسوب الماء تحت السطحي والأملاح الذائبة بها.
- طلاء أعمدة الإنارة والمشغولات الحديدية المختلفة بدهانات عازلة، تعمل علي عزلها عن الغلاف الخارجي وتحول دون تأثر ها يعوامل التجوية المختلفة
- استخدام أنواع من الحديد (المجلفن) المقاوم للصدأ ونشاط التجوية الملحية كمادة بناء.
- إمكانية استبدال تربة السبخة بتربة جيدة، خاصة عندما تكون تربة السبخة قريبة من سطح الأرض وذات سمك قليل نسبيًا، حيث يمكن استبدالها بتربة أفضل منها ويتم دمك التربة الجديدة جيداً. وهذه الطريقة مناسبة للمباني ذات الأحمال الصغيرة والمكونة من طابق واحد أو طابقين، كما تتطلب هذه الطريقة منع وصول الماء إلى التربة وكذلك عزل الخرسانة المسلحة والتأكد من عدم وصول المياه الجوفية إليها.
- محاولة زيادة قوة تحمل تربة السبخة، وتقليل قابليتها للانضغاط بواسطة ضغط الطبقات العليا بالطرق الميكانيكية مثل "الدمك"، وهذه الطريقة فعالة في السبخة الرملية إلا أن ما يعوق هذه الطريقة هو قرب مستوى المياه الجوفية من السطح، كما أن الدمك قد يؤدى إلى تكسير الروابط بين جزيئات السبخة

- الموجودة فوق مستوى المياه الجوفية، مما يقلل من قوة تحملها وذلك بتحميل التربة بالردم .
- تثبيت التربة السبخية باستخدام التحميل المسبق Preloading بالهبوط قبل بدء الإنشاء، لتقليل الهبوط للتربة عند تحميلها بأوزان المنشآت المقامة عليها وتعتمد هذه الطريقة على تحميل السبخة الطينية بأحمال من الردم والتي تتكون غالبًا من الرمل لمدة معينة ومراقبة مقدار الهبوط، وتقليل مقدار الانضغاط الحقيقي بعد تحميل التربة السبخية. وهذه الطريقة فعالة في السبخة الطينية واستخدامها كأساس للمباني ذات الأحمال الخفيفة المكونة من طابق واحد أو طابقين، إلا أنها تستغرق وقتًا طويلا قد يصل إلى عدة شهور .
- تثبیت التربة كیمیائیًا Chemical Stabilizationعندما یراد استخدامها كمادة ردم في مشاریع الطرق و غیرها وذلك بإضافة المثبتات الكیمیائیة مثل الأسمنت أو الجیر لها لتقلیل مقدار الانتفاخ والانكماش للتربة بشكل عام، وزیادة قوة تحمل التربة وتحسین خواصها الجیوتكنیكیة وتعتبر هذه الطریقة رخیصة التكالیف مقارنة بالطرق الأخرى لتحسین خواص تربة السبخة.
- تثبیت التربة السبخة باستخدام الأنسجة الصناعیة Geotextiles بهدف تحسین سلوك طبقات الرصف المرنة للطرق، وذلك بوضع الأنسجة الصناعیة أسفل طبقة التأسیس أو بداخلها وزیادة قوة تحملها.
- استخدام الأسمنت الألوميني والأسمنت المقاوم للكبريتات(السويتر) بدلاً من الأسمنت العادي والسريع.
- حقن أساسات المباني والتربة أسفل المبني بمواد كيميائية مجففة للمياه مثل مادة Hydrophobic و Albond، حيث تمنع هذه المركبات الكيميائية من صعود المياه في المبنى بل وتهريب

- المياه من التربة، الأمر الذي يحول دون تبلور الأملاح وتميؤها في حوائط المبنى.
- الابتعاد عن إنشاء الطرق والمباني في أراضي السبخات والمناطق المنخفضة المنسوب القريبة من شاطئ البحر والاتجاه إلى المناطق المرتفعة المنسوب.
- إنشاء الطرق ومد خطوط الأنابيب علي مناسيب مرتفعة عن سطح الأرض في مناطق السبخات والمناطق الرطبة بوجه عام، في محاولة للابتعاد عن منسوب الماء الجوفي وتأثير الخاصية الشعرية.
- استخدام صخور صلبة مقاومة لعوامل التجوية المختلفة أثناء رصف الطرق بدلاً من الصخور الرسوبية الشديدة التأثر بعوامل التجوية المختلفة

المراجع:

أولاً:المراجع العربية:

- 1. أحمد زايد عبد الله، (2006): "المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران علي ساحل البحر الأحمر في مصر"، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- 2. ايمان محمد عبدالحميد بهاء الدين،(2010):"السبخات في السهل الساحلي الغربي لخليج السويس :باستخادام نظم المعلومات الجغرافية"،رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية الأداب ،جامعة بنها.
- 3. حسام محمد أحمد إسماعيل، (2006): "السبخات في السهل الساحلي الشمالي الغربي لمصر"، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة حلوان.
- 4. زغلول النجار وآخرون، (1993) " التربة السبخية في المملكة العربية السعودية ومشاكلها الهندسية"، مجلة المهندس ،المجلد السادس، العدد الثاني.

- 5. طه عثمان الفرا، (1978): "ظاهرة السبخات في المملكة العربية السعودية"، مجلة الدارة، العدد الرابع، الرياض، يناير.
- 6. عبد الله بن إبراهيم المهيدب، (2002): "التربة في المملكة العربية السعودية:خواصها وطرق معالجتها، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، العلوم الهندسية
- 7. عزة أحمد عبدالله، (1995): سبخات السهل الساحلي لمدينة جدة: خصائصها الجيومورفولوجية و كيفية الاستفادة منها ، المجلة المصرية للعلوم التطبيقية بالشرقية ، المجلد (10) ، العدد (9) ، ص ص 403- 440
- 8. عمر باغبره العمودي، (2002): "خواص التربة السبخية ومشاكل البناء عليها"، ندوة التنمية العمر إنية بالمناطق الصحر اوية ومشاكل البناء فيها، المملكة العربية السعودية
- 9. محمد محمود عاشور وآخرون، (1991): "السبخات في شبه جزيرة قطر: دراسة جيومورفولوجية - جيولوجية - حيوية"، الدوحة، قطر. ثانياً: المراجع الاجنبية:

- 1. AL-Amoudi, o., El-Naggger, Z., and ASI, I., (1991): The Sabkha Soil in the Kingdom of Saudi Arabia and its Engineering Problems, Almuhandis (Saudi Arabia) vol .6, issue 2.
- 2. Antonic , O. , Hatic , D. , Pernar , R. , (2001) : "DEM- Based Depth in Sink as an Environmental Estimator", Ecological Modeling, 138, pp.247-245 3. Azza, A.A, (2007): "Assessment of salt weathering in Siwa Oasis", the western Desert Of Egypt. Bull.
- Egypt. Geo. Soc. Vol 80.

- 4. Bob, B., (2000): "Using Arc GIS [™] 3D analyst" Environmental System Research, United sates of America.
- 5. Burrough , P.A. , & Mcdonnell , R.A. , (1998) : "
 Principles of Geographical Information Systems" ,
 Oxford .
- 6. Cooke, R.V., Smalley (1968): "Salt weathering in desert". Nature 92-
- **7.** El- Gamily, H.I., (2006): "Geography and Geographic Information Systems (GIS)", Bull. De La.Soc. De Geog. De Egypte, Vol. 79.
- 8. Goudie, A (2003): "Geomorphological Hazards in Arid land: present and future" Bull soc. Geo. Egypt.
- 9. Mc Coy, J., & Johnston, K., (2001): "Using Arc GIS [™] Spatial analyst", United Status of America.
- 10. Nasr, A.H., (2004): "Comparative Study for the DEM Generation from Radar sat Stereoscopic Data and Topographic Maps", The Egyption Journal of Remote Sensing and Space Science, vol.11.
- 11. Paul Bolstad. (2008): GIS Fundamentals, 3rd Edition. White Lake, Minnesota, USA
- 12. Smith, B.J et al. (2005): "Salt weathering simulation under Hot Desert Conditions": Agents of Enlightenment or. Perpetuators of preconceptions" Geomorphology Journal, V. 67.
- 13. Wali, A.M.A., Sanaa, A. W., and Amany, G. T, (1986): "On Some Supratidal Features Ras Shukeir

Coastal Sabkha", Red Sea, Egypt. 8th explore conf, Egypt gen. pet. corp., Cairo, Egypt, Nov. No. 29.