Journal of Environmental Studies [JES] 2020. 20(1): 29-45

Original paper

عناصر البيئة الطبيعية ومشكلاتها في منطقة سبخة جودة بالسعودية

أماني حسين محمد حسن

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط، أسيوط، مصر

Abstract:

The present study aims to study the elements of the natural environment and its problems in the Sabkha Judah area, through a case study approach, a regional approach, field monitoring of its characteristics, the extraction of the SRTM DEM model, mechanical and chemical laboratory analysis, the extraction of X-ray diffraction of 6 soil samples, water sample, visual analysis Sentinal-2, cartage analysis of topographic map No. 11-3825, geologic map No. C-208a of the ArcGIS10.5 software, and analysis of meteorological data for the 198-2808 period using the SPSS program. The study showed that topographic and climatic factors are the most important factors influencing the formation of a qualitative sabkha. Long of Judah is 9.4 km, wide 3.25 km, with an area of 30.38 km^2, mean depth of 3 meter, and shape factor of 0.35, thus takes a form the triangle, and the Sabkha basin area suffers from many natural environmental problems; The most important of these is salinization and waterlogging of soil. The problem of salt weathering shows its effects in the construction of roads and facilities. In addition, the risen average level of land water 0.89- m, resulting in the soil being degraded chemically, physically, and biologically, thus reducing production by 51%. The study recommends that attention to soil, improving its properties, supplying it with organic material, and protecting the foundations of houses and roads by isolating concrete materials from subsurface salts in different ways.

KEYWORDS

Mineral properties, Chemical properties,

Soil salinization, Salt weathering

CORRESPONDING AUTHOR

Amani H. M. Hassan

dr.amani73@hotmail.com

الملخص:

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة عناصر البيئة الطبيعية ومشكلاتها في منطقة سبخة جودة، من خلال منهج دراسة الحالة، والمنهج الإقليمي، والرصد الميداني لخصائصها، واستخراج نموذج الارتفاع الرقمي SRTM DEM، والتحليل المعملي ميكانيكيًا وكيميائيًا، واستخلاص حيود الأشعة السينية X–Ray لعدد ٦ عينات تربة، وعينة مياه، وتحليل المرئيات Sentinal–2، والتحليل الكارتوجرافي للوحة الطبوغرافية عريعرة رقم ١١– ٣٨٢٥، واللوحة الجيولوجية رقم ج م – ٢٠٨ أ ببرنامج ArcGIS10.5، وتحليل بيانات الأرصاد الجوية لمحطة عريعرة للفترة ١٩٨٥– ٢٠١٨م

باستخدام برنامج SPSS، وقد أوضحت الدراسة أن العامل الطبوغرافي والمناخي من أهم العوامل المؤثرة في نشأة سبخة جودة، ويبلغ طول سبخة جودة ٩.٤ كم، وعرضها ٣.٢٥ كم، بمساحة ٣٠.٣٨ كم^{٢}، ومتوسط عمق ٣ مترًا، ومعامل شكل ٠.٣٥، وبذلك تأخذ شكل أقرب إلى المثلث، كما أن منطقة حوض السبخة تعاني من عديد من المشكلات البيئية الطبيعية؛ وأهمها تملح وتغدق التربة، ومشكلة التجوية الملحية والتي تظهر آثارها في تشقق الطرق والمنشآت، بالإضافة إلى ارتفاع متوسط منسوب المياه الأرضية-٠.٨٩م، وترتب عليه تدهور التربة كيمائيًا، وفيزيائيًا، وحيويًا، وبالتالي انخفاض الإنتاج بنسبة ٥١٪، وخلصت الدراسة بمجموعة من التوصيات أهمها: ضرورة الاهتمام بالتربة، وتحسين خواصها، وإمدادها باحتياجاتها من المواد العضوية، وحماية أساسات المنازل والطرق من خلال عزل المواد الخرسانية عن أملاح المياه تحت السطحية بطرق مختلفة.

الكلمات المفتاحية: الخصائص المعدنية- الخصائص الكيميائية- تملح التربة- التجوية الملحية.

المقدمة:

تحتل سبخة جودة منخفضًا مقعرًا بنيويًا يمتد بين محدب جبال حمراء جودة في الغرب، وطية قليمة جودة المحدبة في الشرق، تكثر به الشقوق، والفواصل، وكذلك المياه في فترة كانت أكثر مطرًا، إلى جانب وفرة المياه الجوفية في المنخفض نتيجة ميل الطبقات بالمنخفض نحو قاعه، ولذا فهي تعد من السبخات الداخلية بالسعودية، والسبخات الداخلية عبارة عن أسطح منخفضة موازية لسطح المياه الجوفية تعمل الرياح على إزالة الحبيبات الجافة الصغيرة منها باستمرار حتى يصل منسوب هذه الأسطح بالقرب من منسوب المياه الجوفية. وتتحرك المياه الجوفية إلى أعلى بفعل الخاصة الشعرية تحت تأثير التبخر المستمر من القاع، وتزداد ملوحة المياه في تربة السبخة إلى الحد الذي يسمح بترسب الأملاح نتيجة تبخر المياه عبر السطح العلوي للسبخة (المهيدب،٢٠٠٢).

تعرف السبخات بأنها أرض تنخفض عما حولها، وسطحها مستوٍ، ويكون الماء قريبًا جدًا من سطح الأرض، وتكون أراضي السبخة مغمورة بالمياه في فصل المطر (الرويلي، ١٤٢٣هـ) وتساعد عمليات تصريف الأودية الجافة للمياه في البيئات شبه الصحراوية والصحراوية في موضع منخفض على تراكم المياه وتكوين السبخات الداخلية، وكذلك تصريف المياه الأرضية وصعودها من الباطن إلى سطح الأرض من العيون والشقوق.

أسباب اختيار موضوع الدراسة:

١- أهمية السبخات الداخلية وتأثيرها في عناصر البيئة المحيطة.

٢- تميز منطقة سبخة جودة بالعديد من الخصائص الطبيعية، حيث إنها تقع وسط هضبة الصمان.

٣- تعرض المنطقة لبعض المشكلات البيئية التي تؤثر على الإنسان وأنشطته.

٤- التحقق من مظاهر المشكلات البيئية للسبخة، ومحاولة وضع مقترحات لمواجهة تلك المشكلات.

أهمية الدراسة:

منطقة حوض جودة منطقة داخلية منخفضة في الصحراء تنصرف إليها مياه الصرف، ولا تنصرف إلى البحر فتتسبب في مشكلات بيئية، منها تراكم الأملاح لشدة التبخر وعدم صرف المياه، وتنشأ عن هذه السبخة تغيرات بيئية ضارة بالعناصر البيئية الصلبة، والبشرية أيضًا.

تساؤلات الدراسة:

١- هل تتميز منطقة جودة بخصائص طبيعية عما حولها؟

٢- ما هي العوامل المؤثرة في نشأة سبخة جودة؟

٣- كيف تبدو الخصائص المورفولوجية، المورفومترية لسبخة جودة؟

٤- ما الخصائص الطبيعية والكيميائية لرواسب السبخة، والتربة الزراعية؟

٥- هل يوجد تأثير للسبخة على التربة، والمنشآت في منطقة سبخة جودة؟

فرضيات الدراسة:

١- تتميز منطقة سبخة جودة بتكوينات جيولوجية، ومظاهر سطح تختلف عن غيرها من سبخات داخلية.

٢- تعد العوامل المناخية، والطبوغرافية، وشبكات تصريف المياه من أهم عوامل نشأة سبخة جودة.

٣- تأخذ السبخة شكل المثلث.

٤- يوجد بمنطقة الدراسة عديد من المشكلات البيئية، منها تملح التربة، والتجوية الملحية.

طرق وأساليب الدراسة:

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى:

١- دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة حوض سبخة جودة.

٢- تحليل العوامل المؤثرة في نشأة السبخة بمنطقة جودة.

٣- رصد الخصائص المورفولوجية المورفومترية للسبخة بمنطقة جودة.
٤- تحليل الخصائص الطبيعية والكيميائية لرواسب السبخة، والتربة الزراعية.
٥- وصف تأثير السبخة على التربة، والمنشآت بالمنطقة.

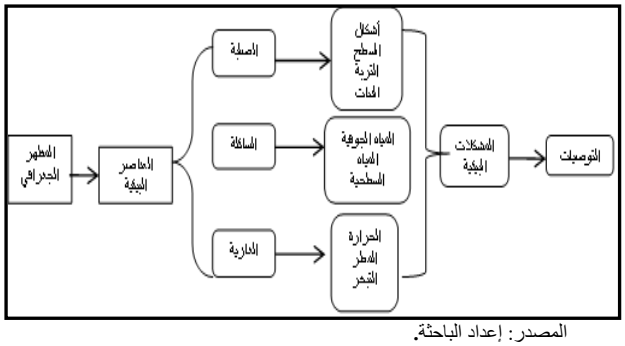
مصادر الدراسة:

- **الدراسات السابقة:** وجدت عدة دراسات تناولت السبخات، وهي الفرا ١٩٧٨، Johnson, 1978، التركماني ١٩٩٤، Al Saifi, and Qari, 1996، Ahmed.1997، Barier, 2002، حسن ٢٠٠٥، الغانم، ٢٠١٣، عبد الله ٢٠١٤)، حيث عرضت العوامل المؤثرة في نشأة السبخات، والخصائص المورفولوجية والجيولوجية لها، بالإضافة إلى التوزيع المكاني للسبخات الداخلية والخارجية، وخصائصها الكيميائية، وأهم الأخطار المرتبطة بها.
- **خرائط ومرئيات:** تم الاعتماد على خريطة طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ٢٠٠٦، وخريطة طبوغرافية مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠ لوحة عريعرة رقم ١١- ٣٨٢٥ لعام ١٩٧٩، والخريطة الجيولوجية رقم ج م - ٢٠٨ أ، لعام ١٩٧٩، مقياس ١ :٥٠٠٠٠٠، ومرئية فضائية Sentinal-2، مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ٢٠١٩، بالإضافة إلى الماسح الراداري الطبوغرافي، ومرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠متر، ٢٠١٩.
- **دراسة ميدانية:** تم إجراء دراسة استطلاعية، أعقبها عدة زيارات ميدانية أخذت أثناءها (٦) عينات من رواسب السبخة، والتربة الزراعية، وكذلك عينة من مياه الآبار، وتم فحصها مخبريًا، والتقاط الصور الفوتوغرافية خلال الفترة من ٢٠١٩/٥/٢٤ إلى ٢٠١٩/١٠/١٢م.

مناهج الدراسة:

اعتمدت الباحثة على أكثر من منهج منها:
١- منهج دراسة حالة: حيث تتم الدراسة بشكل أصولي على مختلف جوانب الظاهرة، وبشكل أكثر عمقًا (التركماني، ٢٠١١).
٢- منهج النظام: فقد تم التعامل مع منطقة الدراسة كنظام له مجموعة من المدخلات والمخرجات.
٣- المنهج الإقليمي: باعتبار أن الدراسة تهتم بموضوع سبخة جودة الداخلية ومشكلاتها البيئية داخل إطار إقليمي محدد وهو حوض سبخة جودة ككل.
٤- المنهج التحليلي: تحليل المرئيات Sentinal-2، والخرائط، لتحديد الخصائص المورفومترية لسبخة جودة، واستخراج نموذج الارتفاع الرقمي، ببرنامج ArcGIS10.5، وتحليل بيانات الأرصاد الجوية لمحطة عريعرة للفترة ١٩٨٥- ٢٠١٨م باستخدام برنامج SPSS (شكل ١).

٤- أسلوب الدراسة الميدانية: لجمع البيانات، وجمع عينات التربة والمياه من السبخات، ودراسة المشكلات البيئية الناجمة عن السبخات الداخلية، والتقاط الصور الفوتوغرافية خلال الفترة من ٢٠١٩/٥/٢٤ إلى ٢٠١٩/١٠/١٢م.
٥- التحليل المعملي: تم عمل تحليل معملي لعدد (٦) عينات من رواسب السبخة، والتربة الزراعية للتعرف على الخصائص الكيميائية والميكانيكية، والتحليل الكيميائي لمياه الآبار في منطقة الدراسة، كما تم عمل حيود الأشعة السينية X-Ray للتعرف على الخصائص المعدنية لرواسب السبخة.



المصدر: إعداد الباحثة.

شكل (١) خريطة تدفق لدراسة عناصر البيئة الطبيعية ومشكلاتها في منطقة سبخة جودة بالسعودية

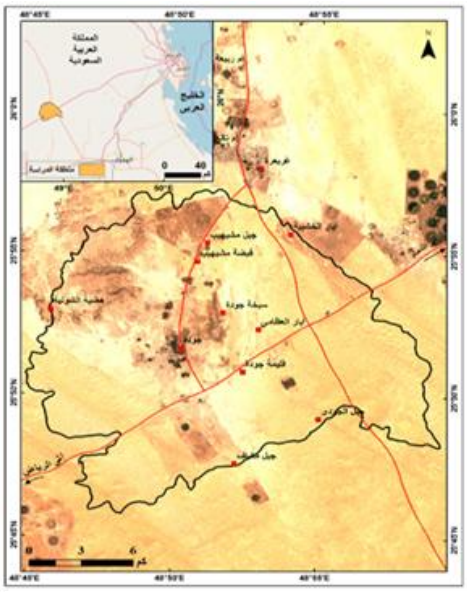
منطقة الدراسة:

تمتد منطقة سبخة جودة بين دائرتي عرض ١٠ ́ ٤٥ ̋ ٢٥° و٣٠ ́ ٥٥ ̋ ٢٥° شمالًا، وبين خطي طول ٢ ́ ٤٠ ̋ ٤٨° و٣٠ ́ ٤٥ ̋ ٤٨° شرقًا (الشكل ٢)، بمساحة تبلغ ١٨,٢ كم٢ وهي بذلك تقع في قلب شبه الجزيرة العربية في النطاق الجاف الذي تقل به الأمطار عن ٢٥٠ملم.

وتقع المنطقة إداريًا شمال غرب مدينة الهفوف بنحو ١٢٥كم عاصمة محافظة الأحساء، وفي الجزء الجنوبي الغربي من وادي المياه، وهي في الجزء الأوسط من هضبة الصمان، وأقرب بلدة للسبخة هي بلدة جودة، وأم العراد، وهي قريبة من رمال صحراء الدهناء، والطريق السريع الدمام- الرياض.

وتحتل السبخة حوضًا واضح المعالم، تنحدر على جوانبه بعض مجاري أودية ضحلة قصيرة، تعد من أكثر سبخات المنطقة تحديدًا؛ حيث يحد منخفض السبخة في الغالب جروفًا شديدة الانحدار خاصة في الغرب، كما تظهر الصخور الجيرية الرملية على قاع يتجاوز ٥٠ مترًا في كثير من المواضع، ويلاحظ أن الجانب الغربي شديد الاستقامة، خط المظهر؛ ويرجع ذلك إلى كونه حافة بنيوية، إذ يشكل هذا الجانب الجناح الشرقي لطية جبل الجودي، أما في الشمال والشرق فالحواف أقل ارتفاعًا وأخف انحدارًا، إذ يتراوح ارتفاعها بين ثلاثة أمتار،

و١٢مترًا، وبالقرب من الحواف الشمالية يوجد عدد من التلال المنعزلة التي يتراوح ارتفاعها بين ١٦٢ و٢٦٧ مترًا فوق سطح البحر، وحوالي ١٢٢مترًا فوق سطح السبخة، هذه التلال تمثل بقايا الحواف الصخرية المتراجعة التي تم نحتها.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على لوحة عريعرة مقياس ١: ٥٠٠٠٠، باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٢) موقع منطقة الدراسة.

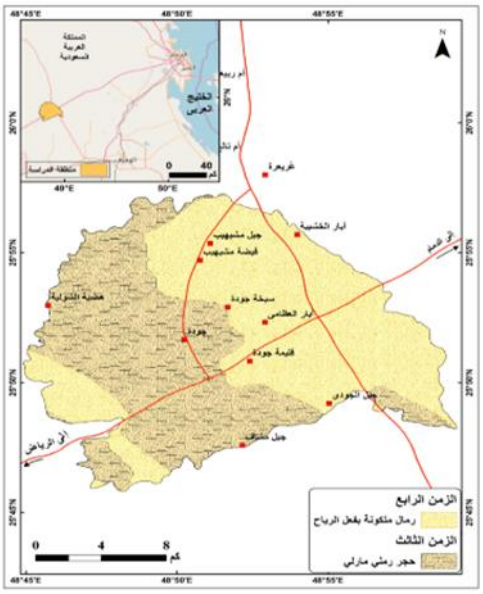
النتائج والمناقشة:

أولًا: الخصائص الطبيعية لمنطقة حوض سبخة جودة:

(أ) التكوينات الصخرية:

تتنوع الصخور التي تنتشر على سطح منطقة الدراسة، حيث تظهر صخور الحجر الجيري الكلسي الذي يرجع إلى العصر الباليوسيني، أما إلى الشمال الغربي منه وغربه وجنوبه الشرقي فهي محاطة بصخور تعرف باسم تكوين الهفوف واللدام والهيدروك، وهي صخور من المارل الرملي ذي اللون الأبيض، وهي من الصخور الكلسية شديد البياض مع نسبة قليلة من الحجر الرملي الجيري والطفل الجيري، مع وجود بعض الطبقات الحصوية في الطبقات السفلى ترجع للعصر الباليوسيني (الشكل ٣).

ويلاحظ أنه في القطاع الأوسط والجنوب الشرقي والشمال الغرب توجد صخور تكوين اللدام، وهي من المارل ذي لون قرنفلي وأبيض ورمادي، ومن طين ذي لون أحمر وأخضر، مع نسبة قليلة من الحجر الجيري الأبيض، والحجر الرملي الكلسي، وهي صخور ترجع إلى فترة الميوسين- البلايوسين، أما في قلب منطقة الدراسة فتتوزع صخور من نوع تكوينات الهفوف، والتي ترجع إلى نفس الفترة الجيولوجية أيضًا، في حين تتوزع تكوينات الهيدروك في غرب منطقة الدراسة، وترجع لأواخر الزمن الثالث الجيولوجي.



المصدر: وزارة البترول والثروة المعدنية، لوحة رقم ج م- ٢٠٨ أ، ١٩٧٩، باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٣) التكوينات الجيولوجية لمنطقة سبخة جودة.

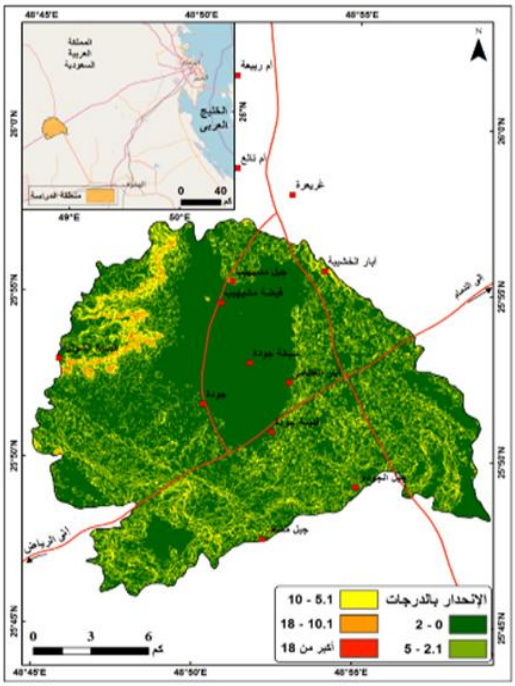
أما تكوينات الزمن الرابع فتوجد في مظهرين أساسين هما: الأول رواسب السبخات والتي تأخذ بقعًا متناثرة تتوزع فيما بين التكوينات الجيولوجية السطحية السابقة، والثاني الرواسب الرملية التي تأخذ شكل تجمعات رمال ريحية وتتوزع في الشرق والشمال الشرقي من منطقة الدراسة، وكلها ترجع إلى عصر الهولوسين بعد سيادة الجفاف في شبه الجزيرة العربية (وزارة البترول والثروة المعدنية، ١٩٧٩).

(ب) أشكال السطح وخصائصه:

يبدو سطح السبخة مستو إلى حد كبير، ينحدر من الغرب إلى الشرق بشكل عام، يرتفع معظمة فوق سطح البحر، ويبلغ منسوبها ١٤٤مترًا كما هو الحال في الجنوب الشرقي (الشكل ٤)، وتتضمن منطقة الدراسة معالمًا تضاريسية بارزة ومنها الحافات الصخرية مثل حافة جبل قليمة جودة في الجنوب الشرقي، والتلال والأودية، وبعض الأشكال الرملية.

توجد في منطقة الدراسة الأراضي السهلية الرملية، والتي تغطيها الفرشات الرملية لبضعة أمتار، وذلك في الشرق، والشمال الشرقي، والشمال الغربي، والجنوب، والجنوب الغربي، كما توجد بالمناطق نفسها كثبان رملية مركبة بمتوسط ارتفاع يقدر بنحو ١٠م في الجنوب الشرقي، وبنحو ٣٠ م في الجنوب الغربي.

أما السهول الصحراوية الناتجة عن التعرية وعمليات النحت فتظهر جنوب غرب منطقة سبخة عريعرة وتبدو في هيئة مموجة تموجًا خفيفًا، وتظهر التلال والجبال بمختلف مستوياتها وهيئاتها بالمنطقة، مثل جبل قليمة جودة (٢٣٤م)، ومشاف (٢٥٢م)، ومشيهيب (١٩٠م)، وحمراء جودة (٢٥٧م)، ومطول (٢٤١م)، وشدقم (٢٥١م)، ورخمان جودة (٢٨٦م)، بالإضافة إلى ذلك ملامح الأودية الجافة التي تقطع الجبال والحافات، ولاسيما وادي المياه (الهيئة العامة للمساحة، ٢٠٠٦).



المصدر: إعداد الباحثة إعتمادًا على بيانات وزارة البترول والثروة المعدنية، خريطة طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠، ٢٠٠٦. باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٤) درجات انحدار السطح بمنطقة الدراسة.

وقد لوحظ من الدراسة الميدانية، ومن المرئيات الفضائية أن الرواسب الريحية تغطي سطح السبخة مما يعكس تعرضها للردم بفعل الرياح، ووجود كثبان نشطة في بعض المواضع تعطي مظهرًا طبوغرافيًا مميزًا للسبخة.

(ج) الظروف المناخية:

تسهم الظروف المناخية باعتبارها أحد العوامل الطبيعية المهمة في نشأة وتطور سبخة جودة يعد، حيث تتكون رواسب السبخات في ظل ظروف المناخ الجاف مع ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة معدلات التبخر، وتتميز منطقة الدراسة بارتفاع معدل درجة الحرارة، ولاسيما في فصل الصيف (٣٩°م)، ومعدل التبخر السنوي (٢٥٥ملم)، في حين لا يتجاوز معدل المطر السنوي ٧ ملم، ويوضح (الجدول١) الخصائص الأساسية للعناصر المناخية في منطقة الدراسة كالتالي:

جدول (١) المتوسطات الشهرية والسنوية المناخية لمحطة عريعرة في الفترة ١٩٨٥- ٢٠١٨م

العنصر / الشهر	درجة الحرارة درجة مئوية	التبخر مم	كمية المطر ملم
يناير	١٨.٦	١٤٧.٩	١١.٥
فبراير	٢٠.٦	١٥٦.٧	١٤.٤
مارس	٢٥.٢	٢١٧.٥	٢٢.٧
إبريل	٣٢.٢	٢٣٩.٣	١٢.٧
مايو	٣٥.٧	٣٢٣.٨	١.٤
يونيو	٣٧.٨	٣٣٤.٨	٠.١
يوليو	٣٩.٦	٣٨٧.٢	٠.٠
أغسطس	٣٨.٨	٣٣٦.٥	٠.٠
سبتمبر	٣٥.٥	٢٩٨.٦	٠.٠
أكتوبر	٣٣.١	٢٥٦.٧	١.٤
نوفمبر	٢٦.٠	١٩٦.١	٥.٩
ديسمبر	٢١.٣	١٧٠.٣	١٤.٠
المعدل	٣٠.٤	٢٥٥.٤	٧.٠

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة، بيانات غير منشورة.

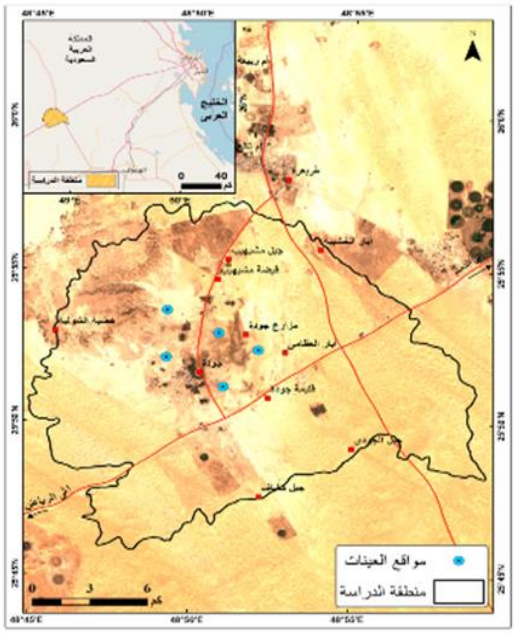
- ترتفع درجة الحرارة في المنطقة في فصل الصيف بمتوسط بلغ ٣٨,٧°م، بينما تنخفض في الشتاء بمتوسط بلغ ٢٠,٢°م، ومعدل الحرارة مرتفع بصفة عامة، حيث يبلغ المعدل السنوي ٣٠,٤°م.
- يشتد التبخر ليصل أعلاه في شهر يوليو ٣٨٧,٢ مم ويقل إلى أدناه في شهر يناير ١٤٧,٩مم، وأدى هذا إلى ظهور الملامح التفصيلية للسبخات سواء نقص كميات المياه في جسم السبخات، أو زيادة تركيز الأملاح بها.
- أما بالنسبة للأمطار تتسم بعدم الانتظام والندرة، حيث تراوحت كمية المطر من صفر إلى ٢٢,٧ ملم، بالإضافة إلى المعدل السنوي الذي بلغ ٧ملم، وهي كمية تجعل المنطقة واقعة في النظام الصحراوي، الأمر الذي يساعد على تكوين السبخات في منخفضات البيئة الصحراوية.
- وبتطبيق معامل الجفاف لدي مارتون [1] كانت القيمة للمعامل ٢,١، ولذا فإن منطقة الدراسة تمثل بيئة صحراوية من حيث المناخ وهذا ينعكس على الصورة النباتية أيضًا، حيث يرتبط بها بيئة أعشاب صحراوية تتكيف مع ظروف الجفاف.

(د) التربة والنبات الطبيعي:

دلت نتائج التحليل المعملي لعينات تربة منطقة الدراسة على أن متوسط نسبة الرمل، والسلت، والطين تبلغ ٧٢,٢٠٪ و١٧٪ و١٣,٨٠٪على الترتيب، وبناء على هذه القيم فإن قوام تربة السبخة يعد قوامًا رمليًا لوميًا، كما دلت

[1] معامل الجفاف = كمية التساقط السنوي بالمليمتر ÷ متوسط الحرارة السنوي بالمئوية + ١٠ (De Martonne,1927).

نتائج التحليل الكيميائي لهذه التربة أن قيمة PH تتراوح بين ٧٦,٧-٨,٣٥، أي إنها قلوية وليست حمضية، أما قيمة كربونات الكالسيوم فإنها تتراوح بين ١,٤٧٪ و٥,٧٤٪، بينما تتراوح قيمة المادة العضوية بين ٠,١٩٪ و٠,٨٧٪، كذلك تختلف قيمة العناصر ذات الشحنة الموجبة، والعناصر ذات الشحنة السالبة (الشكل ٥، و الجدول ٢).



إعداد الباحثة بناءً على الدراسة الميدانية، يونيو ٢٠١٩، باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

(٥) مواقع عينات التربة في منطقة حوض سبخة جودة.

جدول (٢) التحليل الميكانيكي والكيميائي لعينات التربة في بعض المناطق المختارة من حوض منطقة سبخة جودة.

موقع العينة	غرب سبخة جودة	وسط مركز جودة	شرق سبخة جودة	شمال سبخة جودة	جنوب سبخة جودة	وسط بادية الشولية
التحليل الميكانيكي						
% سلت	١٠	٢٤	١٢	١٤	١٤	١٠
% طين	١٠,٨٠	١٠,٨٠	١٠,٨٠	١٦,٨٠	١٠,٨٠	١٠,٨٠
% رمل	٧٩,٢٠	٦٥,٢٠	٧٧,٢٠	٦٩,٢٠	٧٥,٢٠	٧٩,٢٠
القوام	Sandy clay loam	Sandy clay loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy loam	Sandy clay loam
التحليل الكيميائي						
%كربونات الكالسيوم	٥,٧٤	١,٤٧	١,٦٤	٢,١٣	١,٧٢	٢.٠٥
المادة العضوية%	٠,٢٩	٠,١٩	٠,٣٣	٠,٣٧	٠,٢٧	٠,٨٧
pH (١:١)	٧,٧٦	٧,٧٧	٨,١٩	٨,٠١	٨,٣٥	٨,١٨
E.C. (١:١)	١٤,٣٢	٨٧,٣٨	٩,٢٨	٥,٦٩	٣,٣٢	٥,٥٤
ملليمكافئ لكل ١٠٠جم						
كلوريد	٢,٣٥	٣٥,٥٠	٠,٢٠	٠,٧٠	٠,٣٥	١,٠٠
بيكربونات	٠,٥٠	٠,٢٠	٠,٢٠	٠,٣٠	٠,٣٠	٠,٣٠

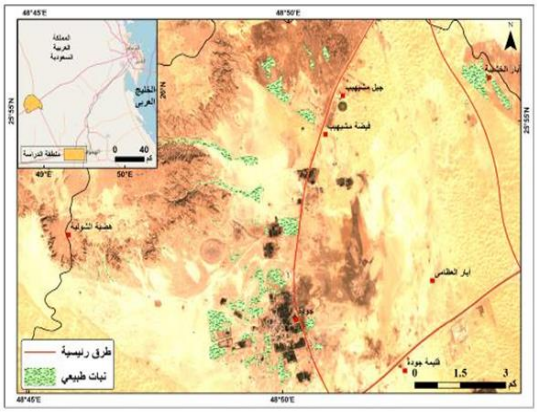
المصدر: إعداد الباحثة بناءً على التحليل في معمل الأراضي للتحليلات والاستشارات الفنية قسم الأراضي والمياه– كلية الزراعة– جامعة أسيوط، ٢٠١٩.

يغلب على تركيب السبخة القارية معادن الجبس المائية $CaSo_4 2H_2O$، والمروSiO2 ، والكالسيت $CaCO_3$، وملح الطعام NaCL، الذي يتكون في الطبقة العلوية الصلبة للسبخة (المهيدب، ٢٠٠٢).

ينتشر النبات الطبيعي في منطقة الدراسة، وتكثر أنواع الأعشاب الطبيعية التي تنتشر في البيئة الصحراوية سواء النباتات المحبة للملوحة والتي ترتبط بتربة السبخات، أو النباتات المقاومة للجفاف بطرق مختلفة، وأهمها السَّواد، الرمث، العرفج، الهَرْم، الغضا (الشكل ٦).

فنبات الرمث *Rimth* كما يشير له مانـدافيل (Mandaville, 1990) يرتبط في وجوده بالرمال والطبوغرافيا المنخفضة لمسافات واسعة، ومرتبط أيضًا بقرب منسوب الماء الأراضي من سطح التربة، وينمو جيدًا في التربات الرملية العميقة، وتبلغ كثافته ١-٤/المتر المربع بمختلف أنواعه، وتشير العرقوبي ١٤٢٨هـ أنه ينمو في السهول التحاتية، والسهول الجبسية الشمالية لوادي المياه والذي يمر ويتضمن منطقة سبخة جودة (صورة ١)، وينمو نبات العرفج *Arfaj* في نطاق السهول الشمالية من السبخة وإن كانت كثافة أنواعه منخفضة في المتر المربع وتتراوح ما بين ٠,١– ٠,٢ في المتر المربع، وهو ينمو بعد تساقط الأمطار شتاءً، وينمو في تربات ضحلة العمق إلى عميقة بمختلف أنواع نسيج التربة.

وينمو نبات الهَرْم *zygophyllum* (الصورة ٢) في التربة الرملية بدرجة أساسية خاصة في مناطق السبخات التي تغطيها الرمال، وفي الكثبان والأراضي الواقعة بينها في حالة ارتفاع الملوحة في التربة ومنها سبخة جودة (العرقوبي، ١٤٢٨هـ)، أما نبات الغضا فينمو في التربات الرملية العميقة جنوب غرب منطقة جودة، ويرتبط بالكدوات وظلال الرمال التي تكون فيما يشبه القيزان (Mandaville, 1990).



المصدر: مرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠متر، مقياس١ :٥٠٠٠٠، ٢٠١٩.

(٦) توزيع النبات الطبيعي في منطقة الدراسة

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، أكتوبر، ٢٠١٩.

صورة (١) نبات الرمث في منطقة الدراسة

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، أكتوبر، ٢٠١٩.

صورة (٢) نبات الهرم في منطقة الدراسة

(هـ) موارد المياه:

تمثل المياه الجوفية عنصرًا من عناصر بيئة المنطقة وهو عصب الحياة بمنطقة الدراسة، ويتم الحصول عليها من الخزانات الجوفية المتتابعة من أسفل إلى أعلى: الوسيع – أم رضمة – الدمام (الخبر والعلاة) والنيوجين والأخيرين (الدمام والنيوجين) نوعية مياههما بين متوسطة، ورديئة.

وتنتج المياه في منطقة حوض من تكوينات الوسيع، وفي نطاق وادي المياه (والذي تقع به منطقة الدراسة) تنتج المياه من طبقات أم الرضمة، وهما على عمق ٤٠٠، و٥٠٠ مترًا على التوالي، بينما في الخبر والنيوجين تنتج المياه من أعماق ١٢٥، و١٦٠ مترًا على التوالي، أما الآبار الضحلة فيتراوح عمق الآبار ١٠-٣٠ مترًا، وتنتشر في مناطق المزارع التقليدية (الطاهر، ١٩٩٩).

ثانيًا: العوامل المؤثرة في نشأه السبخة:

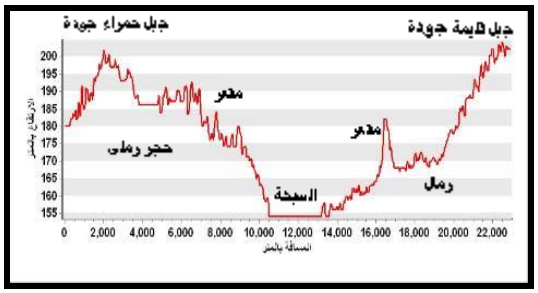
(أ) العامل الجيولوجي:

تؤدي الأحداث الجيولوجية في البيئات الجبلية والصحراوية إلى نشأة أحواض تكتونية النشأة نتيجة وجود صدوع، وهبوط التكوينات الجيولوجية فينتج عنها أحواضًا تكتونية أو مظاهر حوضية تمثل مواضعًا للصرف المركزي الداخلي وتكوين السبخات، ومن خلال الدراسة الميدانية، وشكل (٧)، وتحليل الخريطة الجيولوجية يتضح وجود منطقة هابطة في الجزء الواقع بين غرب جبل قليمة جودة وجبل مشناف في الشرق، وشرق جبل المشيهيب وحمراء جودة في الغرب، فأدي ذلك إلى تصريف الرواسب والمياه من الحافة الغربية لقليمة جودة والحافة الشرقية لجبل المشيهيب نحو هذه المنطقة المنخفضة مما أدى إلى في النهاية إلى تكوين السبخة.

(ب) العامل الطبوغرافي:

يساعد مظهر السطح في تكوين وتحديد مناطق السبخات، فحيثما وجدت منطقة حوضية وسط مناطق مرتفعة فإن المياه تنصرف إليها، فتزيد فرصة تكوين السبخات وتمتلئ المناطق المنخفضة في الصحاري بالرواسب التي تجلبها الأودية من المرتفعات المجاورة، ويشغل أكثر بقاع هذه الأحواض انخفاضًا بحيرات مالحة ضحلة، قد تكون فصلية أو مستديمة المياه تعرف بالسبخات أو الملاحات (بحيري، ١٩٧٩).

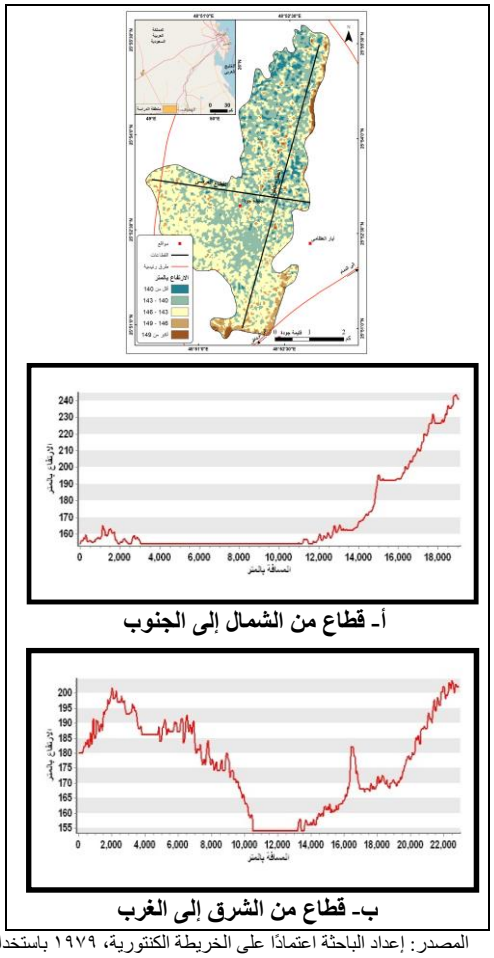
ويلاحظ من شكل (٧) أن سبخة جودة تقبع في أكثر أجزاء المنطقة الحوضية انخفاضًا، تطوقها حافات جبلي قليمة جودة ومشناف في الشرق، وجبلي المشيهيب وحمراء جودة في الغرب، وتبلغ مساحة حوض السبخة ٢٧٥,٠٥ كم٢، تشغل السبخة منها ٢٠,٩٦ كم٢، أي بنسبة ٧,٦٪ من مساحة الحوض. ويبلغ أطول محور لحوض السبخة ٩,٤ كم، واتساع الحوض ٣,٢٥ كم بمحور شمالي شرقي – جنوبي غربي، وهي أبعاد كبيرة نسبيًا لحوض التصريف إلى السبخة مما يساعد على تكونها.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على الخريطة الكنتورية، لوحة عريعرة، ١٩٧٩م باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٧) قطاع جيولوجي من الغرب إلى الشرق يبين أثر البنية في نشأة السبخة.

تختلف الارتفاعات على جوانب الحوض، فأعلاها هو حافة جبل رخمان جودة، حيث يبلغ الارتفاع ٢٨٦م، أما جبل المشيهيب فيرتفع إلى ١٩٠م عن قاع السبخة، وتظهر القطاعات الطبوغرافية لحوض التصريف إلى السبخة (الشكل ٨) كيف أن المرتفعات تؤدي دورًا كبيرًا في صرف المياه إلى المناطق المنخفضة، وبالتالي تتكون السبخة، فالقطاع الطبوغرافي من الشمال إلى الجنوب تظهر حافة جبل المشيهيب وقد قطعتها الأودية المنحدرة إلى السبخة وتصب مياهها فيها، وأغلبها ينحدر من الغرب إلى الشرق مثل وادي المياه، والأصبع، والوطل، أما القطاع التضاريسي الشرقي – الغربي فنجد تجانسًا نسبيًا في الارتفاعات المحددة لحوض السبخة، فأصبح موقعها وسطًا فيما بينهما تقريبًا، لتشغل أكثر الأجزاء انخفاضًا.



أ- قطاع من الشمال إلى الجنوب

ب- قطاع من الشرق إلى الغرب

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على الخريطة الكنتورية، ١٩٧٩ باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٨) قطاعات طبوغرافية في حوض سبخة جودة.

(ج) العامل المناخي:

تعد عناصر المناخ مسئولة بشكل مباشر عن تكوين السبخات الداخلية، فالأمطار مصدر أساسي لتكوين وتزويد السبخة بالمياه، والحرارة المرتفعة سبب لتركيز الأملاح بها حتى تكتمل بها صفة الملوحة المرتفعة لمياهها، أو تتكون القشور الملحية، وذلك بسبب ارتفاع معدلات التبخر من سطحها.

وقد أشار طه الفرا إلى أن السبخات توجد في مناطق لا يتعدى المطر بها ٣٠٠ ملم (الفرا، ١٩٧٨)، وبالقياس نجد أن معدل الأمطار في محطة عريعرة في الفترة (١٩٧٠-٢٠٠٠) بلغ ٨٣,٩ ملم، وأكبر كمية سقطت كانت ١٩١,٨ ملم عام ١٩٧٦ (الهيئة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة)، وفي كل الحالات لم تزد عن الحدود التي ذكرها الفرا.

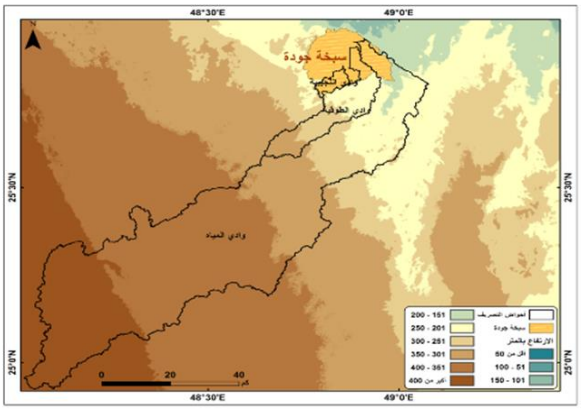
وتساعد عمليات التبخر في نشأة السبخة، حيث توجد السبخات حيثما تزيد إمكانيات التبخر على عشرة أمثال كمية الأمطار المتساقطة (الفرا، ١٩٧٨)، وقد بلغ معدل التبخر في منطقة الدراسة في الفترة (١٩٧٠- ٢٠٠٠) حوالي ٣٠٦٥,٥ ملم، أي حوالي ٣٦ مثلًا مقارنًا بمعدل التساقط، وهي معدلات مرتفعة للغاية تساعد على تركيز الأملاح بسبخة جودة.

وتساعد درجات الحرارة المرتفعة في فصل الصيف على زيادة معدل التبخر، بينما فصل سقوط الأمطار وتزويد السبخة بالمياه هو فصل الشتاء؛ ولذا فالمياه تحمل الأملاح شتاء، وشدة الحرارة تعمل على تركيزها صيفًا، فأعلى درجة حرارة في فصل الشتاء خلال ٣٠ سنة كانت ٢٩,٥°م في فبراير ١٩٧٩، وأدناها في نفس الفصل وصل إلى ٩,٧°م في يناير ١٩٨٣، وهذا يقلل من التبخر وزيادة حجم المياه واتساع السبخة، بينما وصل معدل شهر يوليو إلى ٤٠°م مع سيادة الجفاف فيزيد التبخر وتتركز الأملاح.

(د) عامل التصريف المائي:

يرتبط بالطبوغرافية الحوضية نظام صرف داخلي يحدث عن طريق مجموعة من الأودية أو شبكات التصريف تنقل الرواسب والمياه والأملاح إلى السبخة، ولهذا فإن كثرة الأودية المنصرفة إلى الحوض تساعد على تكوين السبخات، وفي منطقة الدراسة يوجد ثلاث شبكات تصريف من مختلف الرتب والتي تتراوح رتبها بين الرتبة الأولى والسادسة، تصرف مياهها إلى أكثر المناطق انخفاضًا فتتجمع المياه بالسبخة (شكل ٩)، وتتفاوت شبكات التصريف في مساحات أحواض تصريفها بين ٣١٩١,٨٣ كم^2 و٣٩,٢٠٠ كم^2.

وتختلف كثافة التصريف في هذه الأحواض بمنطقة الدراسة، حيث تتراوح بين ١,٥١ – ١,٧٤كم/كم^2، وهي كثافة منخفضة، حيث يقل المتوسط إلى ١,٥٩كم/كم^2، ويعكس هذا الانخفاض في الكثافة قلة أعداد الأودية التي تصب مياهها في المجرى الرئيس (Engstrom,1981)، مما يدل على تركيز الوديان في مجاري رئيسة في نقل المياه بدرجة سريعة إلى السبخة.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على مرئية فضائية Sentinal-2 ، باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

شكل (٩) شبكات التصريف في منطقة حوض سبخة جودة.

وتختلف الأودية في كميات المياه التي تصرفها حسب الأمطار الساقطة، ومساحة حوض التصريف (الجدول ٣)، حيث اتضح من خلال حساب الباحثة أن أودية ٢ و٣ هي أكبر تصريفًا للمياه؛ حيث تتراوح الكمية التي يصرفها كل منها بين ٥,١ - ٥٤,١ مليون م٣/ السنة حسب أمطار عام ١٩٧٦م، أما باقي الوديان وروافدها فتقل تصريفها عن ذلك بحيث تتراوح بين ٠,٦٧ - ١,٦ مليون م٣.

جدول (٣) خصائص أحواض وأودية حوض سبخة جودة

رقم حوض التصريف / الخصائص	١	٢	٣
مساحة الحوض كم٢	٣٩,٢	٣٠١,٢	٣١٩١,٨
طول المجرى كم	١١,٧	٤٠,٦	١٣٩,٤
عدد الروافد	٥٢	٣٢٤	٣٨٤٠
معامل الاستطالة	٠,١٣	٠,١٠	٠,٠٨
كثافة التصريف كم/كم٢	١,٧٤	١,٥٢	١,٥١
عرض المجرى م	٤,٠	٧,٤	٣٠,٢٠
عمق المجرى م	١٥٤	١٥٤	١٥٤
حجم المياه بالمليون/ السنة	٠,٦٧	٥,١	٥٤,١

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادًا على الماسح الراداري الطبوغرافي ومرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠متر، وباستخدام برنامج Arc GIS10.5.

ثالثًا: الخصائص المورفولوجية والمورفومترية للسبخة:

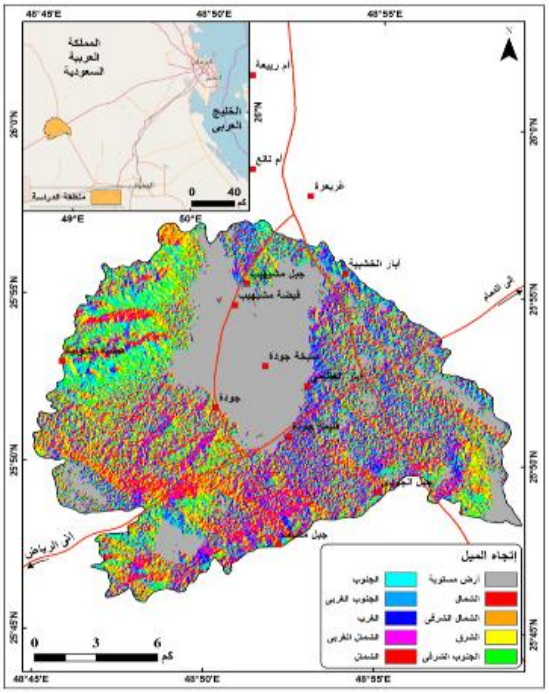
ترجع أهمية دراسة الخصائص المورفولوجية إلى أنها تعطي انعكاسًا للمظهر الطبوغرافي للسبخة، كما إنها تبرز خصائص الارتفاعات والانحدارات لتوضح مدى التضرس الموجود بها، وما يترتب على ذلك من نتائج تفيد الجهات المعنية بالتخطيط والتعمير، كما تفيد دراسة الانحدارات في تأريخ سطوح السبخات (Hus and Pelletier, 2004)، وهي تمثل خصائصًا للعناصر البيئية الصلبة بالمنطقة.

ولدراسة خصائص الارتفاعات والانحدارات بمنطقة الدراسة تم قياس فئات الارتفاع، وعمل نموذج الارتفاع الرقمي، وقياس درجات الانحدار بالمنطقة (الجدولين ٤ و٥) والشكلين (١٠ و١١).

جدول (٤) فئات الانحدار (بالدرجة) بمنطقة سبخة جودة ونسبتها المئوية

فئات الانحدار	المساحة كم	%
٠ - ٢	١٢,٧٤	٦٠,٨٠
٢ - ٥	٧,٦٥	٣٦,٥٢
٥-١٠	٠,٥٦	٢,٦٧
١٠-١٨	٠,٠٠٢	٠,٠١
المجموع	٢٠,٩٥	١٠٠

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي، الماسح الراداري الطبوغرافي ومرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠ متر، وباستخدام برنامج ArcGIS10.5



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على مرئية فضائية Sentinal-2 باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

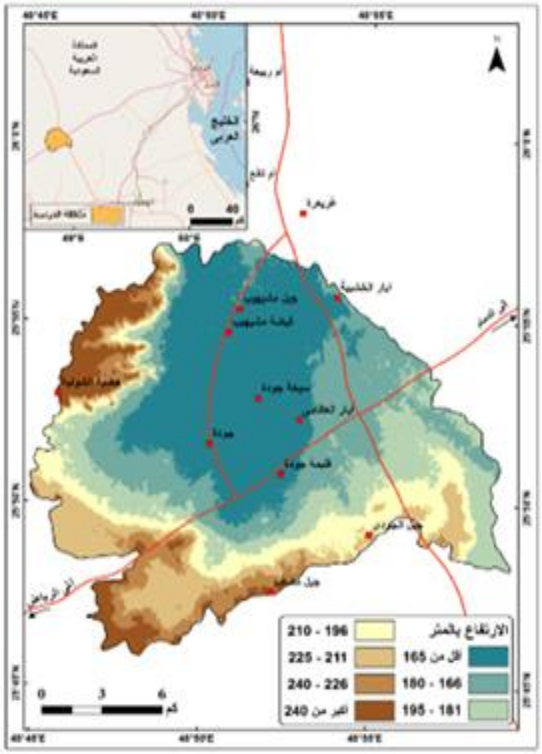
شكل (١٠) نموذج الارتفاع الرقمي في منطقة سبخة جودة.

جدول (٥) فئات الارتفاع (بالمتر) بمنطقة سبخة جودة ونسبتها المئوية

فئات الارتفاع	المساحة كم	%
أقل من ١٤٠	١,١٩	٥,٧
١٤٠-١٤٣	٨,٥٦	٤٠,٨
١٤٣ - ١٤٦	٩,٤٥	٤٥,١
١٤٦-١٤٩	١,٥٢	٧,٣
أكبر من ١٤٩	٠,٢٤	١,١
المجموع	٢٠,٩٥	١٠٠

المصدر: من حساب الباحثة اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي، الماسح الراداري الطبوغرافي ومرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠متر، وباستخدام برنامج ArcGIS10.5.

من خلال نموذج الارتفاع الرقمي ودرجات الانحدار (الشكلين ١٠ و١١)، والجدولين (٤ و٥) والذي يمكن تطبيقه على العناصر البيئية بمنطقة الدراسة يتضح أن المدى التضاريسي لمنطقة السبخة هو ٢٤م، حيث تقع سبخة جودة على منسوب يتراوح بين ١٥٧: ١٣٣ مترًا فوق سطح البحر، وتمثل التلال المنعزلة أكثر المناطق ارتفاعًا حولها، والتي تبلغ حوالي ٠,١٧٪ من مساحة النطاق، ويسود منسوب (١٤٣- ١٤٦م) الجزء الأكبر من مساحة السبخة، ويقدر بنحو ٤٥,١٠٪.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي Dem وباستخدام برنامج Arc GIS10.5.

شكل (١١) اتجاه الانحدار في منطقة سبخة جودة.

تتراوح قيمة الانحدار لسبخة جودة بين صفر: ١٨ درجة، ويسود الانحدار الطفيف (٠- ٢°) الغالبية العظمى من مساحة السبخة (٦٠,٨٪)، وهذا بطبيعة الحال عاملًا مساعدًا على وجودها، أما اتجاه الانحدار فيأخذ غالبًا الانحدار العام لمنطقة الدراسة من الغرب إلى الشرق، وبمقارنة الدراسة الحالية بسبخات النطاق الشرقي في منخفض الأحساء يتضح أن قيمة الانحدار في الفئة (صفر : ٣٠ درجة)، ويسود الانحدار الطفيف من (٢- ٥°) الغالبية العظمى من مساحة النطاق ٥٤٪ وتتمثل في سطح بحيرة الأصفر، أما الانحدار الأعلى (١٨-٣٠°) فيتمثل في جبل القارة غرب البحيرة، أما اتجاه الانحدار فيأخذ غالباً الانحدار العام لمنطقة البحث من الغرب إلى الشرق.

ويبلغ طول سبخة جودة ٩,٤ كم بمحور من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، وعرضها ٣,٢٥كم، بمساحة ٣٠,٣٨ كم٢، ومتوسط عمق ٣ م، ومعامل شكل٠,٣٥(١)، وبذلك تأخذ شكل أقرب إلى المثلث.

رابعًا: خصائص رواسب ومياه السبخة:

(أ) الخصائص الميكانيكية لرواسب السبخة:

تتكون السبخات الداخلية بصفة أساسية من الرمل مع طبقة تحت السطح تتميز بنعومتها وعدم تماسكها، وتشير خصائص المتبخرات السطحية أن هناك تعادل في سطحها من حيث الانكماش والإرساب الريحي، ويتم التحكم في هذا التوازن عن طريق مستوى الماء الجوفي المحلى والذي يمثل الحد الأدنى لانكماش سطح السبخة (Briere, 2002).

ونتيجة للتبخر المتزايد بسبب ارتفاع درجة الحرارة تتراكم المتبخرات وغيرها من المعادن فوق السطح، كما تظهر بها طبقة رمادية تشكلت من رواسب الكربونات أثناء تكونها، أو بيضاء نتيجة الكميات الكبيرة من الهاليت أو المعادن الملحية (صورة ٣)، ويساعد التقبب على نمو وتطور القشرة السطحية بها، والذي يستمر مدة أطول بعد تبخر المياه السطحية، كما أن المياه الجوفية تظهر على السطح في صورة بحيرات أو برك أو نشع مائي (Goodal, et al., 2000).

المصدر: الدراسة الميدانية، مايو ٢٠١٩.

صورة (٣) سبخة جودة وتظهر بها المياه الجوفية، وقد تفجرت وتدفقت إلى السطح.

وعادة تكون رواسب السبخة على شكل طبقات متماسكة وغير متماسكة، متباينة مع بعضها البعض، أو على هيئة كتلية، ومع اختلاف المواد المكونة للتربة السبخية فهذا يؤدى إلى اختلاف كل من الخصائص الطبيعية للتربة والتي تنعكس على الاستخدامات المختلفة فوق سطح السبخة (AL Saifi and Qari, 1996) .

ويتضح من التحليل المعملي لعينات رواسب السبخة (الجدول ٦) أن حجم رواسب سبخة جودة يتراوح بين الرمل، والسلت، والطين، ويشير ذلك التنوع إلى المدى الحجمي الكبير نتيجة لاختلاف مصادر الرواسب ونوعيتها، والعامل الذي قام بالنقل والترسيب، وطبوغرافية سطح الترسيب، وتمثل الرمال أعلى نسبة لرواسب السبخة حيث بلغت نسبتها ٧٥,٢٠٪، ويدل ذلك على نشاط التعرية الريحية بمنطقة الدراسة، حيث تلقى الرياح والمياه بمثل هذه الأحجام إلى سطح السبخة، أما نسبة السلت فبلغت ١٤٪، ونسبة الطين مثلت ١٠,٨٠٪؛ ولذا فإن قوام تربة السبخة هو رملي لومي.

(١) معامل الشكل = متوسط العرض ÷ أقصى طول (Horton,1932).

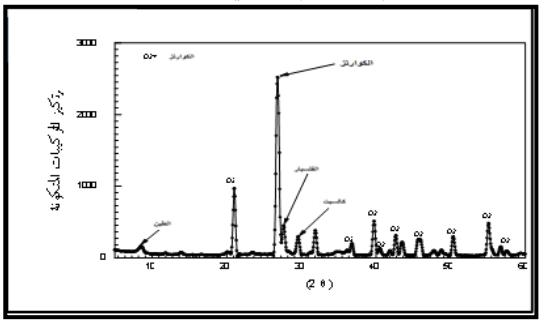
جدول (٦) التحليل الميكانيكي لعينة رواسب سبخة منخفض جودة.

التوزيع الحجمي	رمل%	سلت%	طين%	قوام التربة
سبخة جودة	٧٥.٢٠	١٤	١٠.٨٠	Sandy Loam

المصدر: تم التحليل في معمل الأراضي للتحليلات والاستشارات الفنية قسم الأراضي والمياه – كلية الزراعة – جامعة أسيوط، ٢٠١٩.

(ب) الخصائص المعدنية لرواسب السبخة:

تهدف دراسة الخصائص المعدنية لحبيبات رواسب السبخة إلى التعرف على المحتوى المعدني لهذه الرواسب، مما يسهم في تحديد مصادرها، وقد تبين من التحليل المعدني عن طريق حيود الأشعة السينية (X-Ray) لعينة من سبخة جودة (شكل ١٢) ما يلي:



المصدر: تم التحليل بمعمل الفيزياء- كلية العلوم، جامعة أسيوط، ٢٠١٩.

شكل (١٢) تحليل حيود الأشعة السينية (X-Ray) لعينة من سبخة جودة.

١- يتكون المحتوى المعدني لرواسب سبخة جودة من كوارتز، جبس، هاليت، انهيدريت، سلت، كاولينيت.

٢- ترتفع نسبة معدن الكوارتزSio2، إذ بلغت ٦٨,٦٪، وذلك لتعدد مصادر الرمال بها، إذ تقوم الرياح بحمل كميات كبيرة من الرواسب الرملية السافية من سطح المرتفعات المجاورة لها إلى المواضع الرطبة المنخفضة التي تشغلها السبخة، كما تتسبب النباتات الملحية في إعاقة حركة الرياح، وتتسبب في إرساب حمولتها من الرمال، مما يسهم في زيادة نسبة معدن الكوارتز.

٣- يعد معدن الجبس CaSo4+H2O من المعادن غير الثابتة كيميائيًا والأقل شيوعًا نسبيًا برواسب السبخة، حيث بلغت نسبته ١٦,١٪، ويتكون برواسب السبخة عن طريق ترسيب الأملاح عند التقاء سطح الراسب مع المحلول الملحي؛ نتيجة التبخر الشديد، كذلك تقوم الخاصة الشعرية بإذابة المركبات القابلة للإذابة ويترسب الجبس ومعادن أخرى، ونتيجة للتبخر الشديد بمنطقة الدراسة ولاسيما في فصل الصيف يزداد تركيز الأملاح بالمحاليل بمسامات الصخور الجيرية، وتترسب المحاليل المركزة بسبب كثافتها العالية، وتحل محلها محاليل أقل كثافة، ومع استمرار هذه العملية يصير المحلول الملحي أكثر تركيزًا، وتتهيأ الظروف إلى ترسيب معدن الجبس (مشرف، ١٩٨٧).

٤- يشكل معدن كلوريد الصوديوم NaCL (الهاليت) نسبة ٢٧,٩٪ من إجمالي المحتوى المعدني للرواسب؛ وترجع هذه الزيادة إلى أن النظام السبخي بالمنطقة يتميز بوجود عدة مصادر للمياه، أهمها التسرب خلال مكونات المرتفعات المجاورة، والنشع المستمر نتيجة لانخفاض منسوب هذا النظام السبخي، كما أن اقتراب المياه تحت السطحية المالحة كان عاملًا فعالًا في تكوين برك وبحيرات ضحلة تتكون في فصلي الشتاء والخريف، وتتبخر صيفًا تاركة قشرة سطحية وتحت سطحية قوامها معدن الهاليت، وكلما زادت كمية المياه المالحة الداخلة إلى النظام السبخي أدى ذلك إلى تكوين قشرة هاليتية أكثر صلابة وسمكًا.

٥- يعد معدن كاولينيت أحد معادن الطين غير الشائعة برواسب السبخة، وتبلغ نسبته ١٤,٤٪، وتزداد نسبته بزيادة المادة العضوية في الرواسب السبخية، والمادة العضوية الناتجة عن موت النبات الطبيعي.

٦- يشغل معدن الانهيدريت نسبة ١٤,٣٪ من إجمالي المحتوى المعدني للرواسب.

٧- يعد السلت من المعادن الأقل وجودًا؛ حيث بلغت نسبته ٥,٧٪ من إجمالي المحتوى المعدني للرواسب.

(ج) الخصائص الكيميائية لرواسب سبخة جودة:

تهدف دراسة الخصائص الكيميائية لرواسب السبخة إلى إمكانية تقييم وتحليل التغيرات في نسب المكونات الرئيسية للرواسب من خلال معرفة الخصائص الكيميائية لها وربطها بموقعها، وكذلك للتعرف على أصل ومصدر تلك الرواسب والمياه، وقد اتضح من التحليل الكيميائي لتربة سبخة جودة (الجدول ٧) ما يلي:

جدول (٧) نتائج التحليل الكيميائي لرواسب سبخة جودة.

العنصر	التركيز جزء في المليون
بوتاسيوم	٦٢٤
صوديوم	٦٩٩٨.٩
ماغنسيوم	٩٢٤
كالسيوم	١٠٨٠
كبريتات	٣٢
كلوريد	١٢١٠٥.٥
بيكربونات	١٨٣
التوصيل الكهربائي ملليموز/سم	٥٦.٩٠
PH	٨.٢١

المصدر: تم التحليل في معمل الأراضي للتحليلات والاستشارات الفنية قسم الأراضي والمياه – كلية الزراعة – جامعة أسيوط،٢٠١٩.

١- أن نسبة البوتاسيوم K تمثل نحو ٦٢٤ جزء في المليون، وزيادة عنصر البوتاسيوم في رواسب السبخات يعطي دلالة على تكوين أملاح البوتاسيوم.

٢- نسبة الصوديوم Na نحو ٦٩٩٨,٩٠ جزء في المليون، ومن الملاحظ أن قيم عنصر الصوديوم مرتفعة بصفة عامة في السبخة؛ وذلك لتكوين أملاح الصوديوم باتحاده مع عنصر الكلوريد.

٣- نسبة الماغنسيوم Mg بلغت نحو ٩٢٤ جزء في المليون؛ ويرجع انخفاض نسبة الماغنسيوم في السبخة إلى بُعدها عن البحر، بالإضافة إلى قابلية الماغنسيوم العالية للذوبان في الماء.

٤- بلغت نسبة الكالسيوم Ca حوالي ١٠٨٠ جزء في المليون، وبصفة عامة فإن الزيادة في نسبة الكالسيوم تشير إلى أن بيئة الترسيب كانت غنية بالكالسيوم الناتج عن الصخور الجيرية بالمنطقة.

٥- نسبة الكبريتات SO_4 بلغت ٣٢ جزء في المليون؛ ويعزى زيادة تركيز عنصر الكبريت إلى تبخر المياه الغنية بالكبريت وترسبه على هيئة كبريتات.

٦- نسبة الكلوريد Cl بلغت نحو ١٢١٠٥,٥٠ جزء في المليون، وتعد الكلوريدات أحد المكونات القابلة للذوبان في رواسب السبخة.

٧- نسبة البيكربونات HCO_3 بلغت نحو ١٨٣ جزء في المليون؛ وترجع الزيادة في نسبة البيكربونات إلى قلة ذوبانها في الماء، ويؤدي ذلك إلى تكوين أملاح البيكربونات بكمية كبيرة.

٨- بلغت نسبة التوصيل الكهربائي ٥٦,٩٠ ملليموس/سم، وهي نسبة تدل على مستوى مرتفع جدًا من الملوحة.

(د) الخصائص الكيميائية لمياه سبخة جودة:

تعد الخصائص الكيميائية لمياه السبخات من الجوانب المهمة في الدراسة، وتشتمل الاختبارات الكيميائية ذات الصلة والتي تخدم موضوع البحث على درجة القلوية، والأملاح الذائبة الكلية، الكلوريدات، والكبريتات (عبد العزيز، ١٩٨٢)، وقد تم تحليل عينة من المياه جهة، وعينة من الأملاح نفسها من جهة أخرى للتعرف على التركيب الكيميائي لمياه السبخة.

وقد وجد من التحليل الكيميائي للمياه أن تركيز الأملاح الكلية الذائبة في سبخة جودة تبلغ ٤٢٣٢٠ جزء/المليون، أي بنسبة ١٤٪، وبمقارنة الأملاح الكلية لسبخة منطقة الدراسة بنظيرتها في مملحة القصب في غرب جبل طويق نجد أن الأملاح الكلية تزيد في الأخيرة إلى ٥٢٤٠٠ جزء/المليون (التركماني، ١٩٩٤)؛ وذلك بسبب شدة التبخر، أما في سبختي مطيوي، والأصفر في منخفض الأحساء نجد أن الأملاح الكلية تتراوح بين ٨٦٥٩ و٢٩١٢٠ جزء/المليون على التوالي؛ ويرجع ذلك إلى تزود السبخات بمياه الصرف الزراعي المنخفض الملوحة فصليًا، وبشكل مستمر.

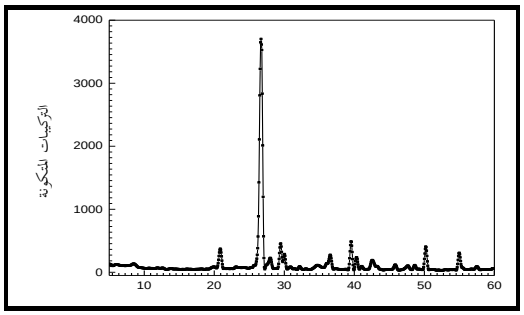
أما المحتوى الكيميائي للمياه فنجد أن الكاتيون السائد هو الصوديوم يليه المغنسيوم، فالكالسيوم، وأخيراً البوتاسيوم، وعلى الجانب الآخر نجد أن الأنيونات يسودها الكلوريد، يليه الكبريتات، ثم البيكربونات (الجدول ٨)، ويعكس التركيب السابق زيادة الكلوريد وزيادة الصوديوم؛ ولذا فإن الأملاح معظمها كلوريد الصوديوم، هذا وقد وجد أن مياه مملحة القصب قلوية حيث بلغ معامل PH نحو ٨,١.

جدول (٨) نتائج التحليل الكيميائي لمياه سبخة جودة

	العنصر	التركيز
الكاتيونات ملليمكافئ / لتر	بوتاسيوم	٢٠
	صوديوم	٤٠٠
	ماغنسيوم	١٠٠
	كالسيوم	٦٥
الأنيونات ملليمكافئ/لتر	كبريتات	٣٠٥.٨
	كلوريد	٦٢٢
	بيكربونات	٥.٦
ملليموز/سم	التوصيل الكهربائي	٥٥.٥
	PH	٨.١
ppm	الأملاح الكلية الذائبة	٤٢٣٢٠

المصدر: تم التحليل في معمل الأراضي للتحليلات والاستشارات الفنية قسم الأراضي والمياه – كلية الزراعة – جامعة أسيوط،٢٠١٩.

ومن نتائج تحليل عينة الملح بالأشعة السينية x-ary (الشكل ١٣)، وحساب نسبة كل نوع ملح تحت المنحنى، وجد أن الملح السائد هو كلوريد الصوديوم، حيث إن الهاليت يمثل ٨٥,٥١٪ من المكونات الصلبة للأملاح المتراكمة بالسبخة؛ ولذا فله السيادة بين الأملاح، يليه الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية) الذي يوجد بنسبة ٢,٤٦٪ والكالسيت (كربونات الكالسيوم) بنسبة ٠,٧٣٪ من المكونات الصلبة للأملاح.



المصدر: تم التحليل بمعمل الفيزياء- كلية العلوم، جامعة أسيوط، ٢٠١٩.

شكل (١٣) التركيب المعدني لأملاح سبخة جودة بأشعة (X-Ray).

أما عن مصدر الأملاح نفسها الموجودة في المياه فيلاحظ أن مكاشف التكوينات الصخرية في المناطق المجاورة للسبخة والتي تنبع منها الوديان، مثل الطفل، والجبس،

والأنهيدريت، تحتوي على المعادن والتي يمكن أن تذوب بسهولة في مياه الأمطار، وتنقل إلى السبخة، وتدخل في تركيب مياهها.

خامسًا: المشكلات البيئية المرتبطة بسبخة جودة:

ترتب على وجود سبخة جودة في منطقة الدراسة عديد من المشكلات على التربة والمنشآت، يمكن توضيحها كما يلي:

(أ) تملح التربة:

نتجت مشكلة تملح التربة في منطقة الدراسة لوجود سبخة جودة، ومن ثمة التأثير على نمو وإنتاج المحاصيل، فيلاحظ من (الجدول ٢) أن تربة منطقة الدراسة تتوافر بها سمات التدهور الكيميائي التي ذكرها (Biswas and Mukherjee, 1994)؛ حيث إن التوصيل الكهربائي في التربة الزراعية بمنطقة سبخة جودة أعلى من الحد اللازم لحدوث عملية التملح، فيتراوح بين ٣,٣٢ و٨٧,٣٨ ملليموس/سم في الزمام الزراعي لجنوب ووسط منطقة جودة على الترتيب، وهى الفئة التي لا ينمو فيها سوى النباتات شديدة المقاومة للملوحة؛ ولذا فقد لوحظ أن المحاصيل التي تزرع بتربة هذه المناطق تتمثل في نباتات العلف شديدة المقاومة للملوحة، والزيتون، وإن كان بعض هذه المناطق تعرضت تربتها للتصحر، وأصبح إنتاجها الزراعي محدودًا للغاية، كما أن منطقة شرق وغرب السبخة تتراوح فيهما درجة التوصيل الكهربائي بين ٩,٢٨ و١٤,٣٢ ملليموس/سم، وهي الفئة التي لا ينمو فيها سوى النباتات المقاومة للأملاح، حيث تبين للباحثة أن المحاصيل المزروعة بتلك المواضع تتمثل في محاصيل القمح والشعير، وهي تتحمل الملوحة نسبيًا.

كذلك ترتفع تركيزات الأملاح العالية الذوبان، خاصة كلوريد الكالسيوم، حيث بلغت كميته نحو ٤٠,٥ في المتوسط العام، وتتراوح قيمة pH في عينات التربة بين ٧,٦ و٨,٣ في غرب منطقة الدراسة، وجنوبها على الترتيب، وقد بلغ المتوسط العام نحو ٨ في منطقة الدراسة.

جدول (٩) الإنتاج الزراعي في منطقة سبخة جودة خلال ثمان سنوات.

م	نوع المحصول	المساحة المزروعة بالدونم	إنتاج الدونم عام ٢٠١٩	إنتاج الدونم منذ ثمان سنوات	نسبة الانخفاض
١	نخيل	٢٧١,٤٥	٣٥٣٨,٥	٥٣٥٧,٣٨	٥١,٤٠
٢	أعلاف	٢٠٢٨,١٥	٢١٧٣٦,٥	٣٢٩٠٩,٦٢	٥١,٤٠
الإجمالي		٢٢٩٩,٦٠	٢٥٢٧٥	٣٨٢٦٧	٥١,٤٠

المصدر: وزارة البيئة والمياه الزراعة، الرياض، بيانات غير منشورة، الفترة ٢٠١١-٢٠١٩.

ويتضح من (الجدول ٩) أن النسبة المئوية للإنتاج كانت محدودة للغاية في بعض المناطق بسبب ارتفاع الملوحة بها بدرجة مرتفعة جدًا، وخاصة في الزمامات الزراعية بغرب منطقة الدراسة، وفي مناطق شرق وشمال المنطقة قل الإنتاج بنسبة ٥١٪؛ ويعزى ذلك إلى تحول أراضيها الزراعية إلى سبخات ملحية، وإلى تغير مستويات الملوحة في التربة.

(ب) تغدق التربة:

تغدق التربة هو عبارة عن تشبع التربة بالمياه في منطقة المجموع الجذري root zone لفترة ما، الأمر الذي يؤثر سلبًا على الإنتاج الزراعي وكفاءة المحاصيل (Biswas and Mukherjee, 1994)، كما تتميز هذه الأراضي بالنمو الكثيف للنباتات المائية، والإرسابات العضوية (Marsh and Grossa, 1969).

تواجه بعض مناطق منخفض جودة مشكلة تغدق التربة نتيجة بعض العوامل الطبيعية، بالإضافة إلى تدخلات الإنسان، مما يؤدى إلى انخفاض الإنتاجية الزراعية، وذلك لعدم قدرة النباتات على التنفس بقدر كافٍ، وبالتالي عدم قدرتها على النمو في مثل هذه التربة، مما ينتهي الأمر في كثير من الأحيان إلى تحويلها إلى أراضي بور غير منتجة؛ نتيجة عدم قدرة الجذور على التنفس لحدوث تناقص في نسبة الأكسجين المتاح للجذور، وكذلك يؤثر على امتداد الجذور داخل الأرض، فيقل امتصاصها للمياه والعناصر الغذائية، ومن ثم نقص نمو النبات.

ويؤدى تغدق التربة إلى حدوث تساقط الأوراق، وتراجع معدل نمو السيقان، وذبول الأوراق ثم سقوطها بعد ذلك، هذا كله بجانب تناقص نسبة الكلوروفيل بالنباتات، إذ تأخذ الأوراق حينئذ لونًا شاحبًا، كما يظهر بصورة عرضية تناقص في معدل نمو الجذور، بالإضافة إلى موت الجذور الصغيرة، بجانب نقص الثمار، وانخفاض الإنتاجية (Bonahua, et al., 1983). ويتضح ذلك في جدول (٩).

غالبًا يصاحب تغدق التربة بالتملح، خاصة في الأراضي الجافة - كما هو الحال بمنطقة الدراسة - عن طريق ارتفاع مستوى الماء الأرضي بالقرب من السطح، وبالتالي تتبخر المياه تاركة خلفها الأملاح، الأمر الذي يقلل من قدرة التربة الزراعية على نمو المحاصيل، وبالتالي نقص الإنتاجية الزراعية، وتعرض تلك التربة المحصولية المنتجة للضرر بواسطة التغدق والتملح (Marsh and Grossa, 1969).

(ج) مشكلات التجوية الملحية:

نتيجة وجود سبخة جودة بمنطقة الدراسة تقوم الرياح بتذرية الأملاح من القشرة السطحية في هيئة ذرات فوق سطحها في شهور الصيف ليعاد توزيعها على المناطق المجاورة، مما يؤدي إلى نشاط عملية التجوية الملحية بالمباني والطرق، والتي تعد من أهم المشكلات البيئية للسبخات، فقد أشار (Smith, et al., 2005) إلى أن وجود الجبس والانهيدريت في رواسب السبخات يساعد على تراكم الأملاح، ومن ثم حدوث مشكلات التجوية الملحية على الطرق والمنشآت كالتالي:

- آثار التجوية الملحية على الطرق:

تتأثر بعض الطرق بمنطقة الدراسة بالتجوية الملحية، خاصة الطرق القريبة من السبخة، حيث تتعرض للتشقق والهبوط الأرضي نتيجة نشاط الأملاح الذائبة في الشقوق والفواصل بطبقة البيتومين، مما يزيد من اتساعها وتعرضها للهبوط، وقد رصدت الباحثة أثناء الدراسة الميدانية وجود تشققات بصورة واضحة ببعض الطرق الداخلية المرصوفة بمركز جودة (الصورة ٤)، كذلك اتضح اعتماد بعض المقاولين على رصف الطرق الفرعية بطبقة أولية، مما يسبب مشكلة بيئية كبيرة حيث تتمدد بمجرد ارتفاع منسوب المياه الأرضية تحت السطحية، ومع الجفاف يحدث لها انكماش، وبالتالي اختلال التوازن وتصدع الطريق رغم حداثة إنشائه، ويظهر ذلك بالقرب من مزارع جودة.

المصدر: الدراسة الميدانية، مايو ٢٠١٩.

صورة (٤) التشققات بطريق مركز جودة داخل منطقة الدراسة.

كما تعاني بعض الطرق الداخلية من التهدل وظهور الأملاح على سطحها وصعوبة السير عليها، ويظهر ذلك بوضوح في المناطق القريبة من سبخة جودة، حيث يؤدي تبخر المياه من سطح السبخة إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية، وبالتالي تكوّن الأملاح على سطح السبخة بعد عملية التبخر للمياه، ويمكن أن يتشقق هذا السطح المالح عند تعرضه لدرجات حرارة عالية خاصة في فصل الصيف، وبالتالي حدوث الأضرار للمنشآت المقامة عليها خاصة الطرق، كما يؤدي التغير الدوري لمحتوى السوائل من الأملاح المختلفة التراكيب نتيجة عمليات الترسيب والتبخر إلى حدوث تكرار انتفاخ وانكماش في طبقات التربة، مما يترتب عليه زيادة الضغط على أساسات المنشآت المقامة على التربة السبخية فتتشقق هذه الأساسات، وقد تنتقل هذه التشققات إلى المنشآت فوق سطح التربة.

- آثار التجوية الملحية على المنشآت:

تتعرض بعض المنازل في مركز جودة لنشاط عمليات التجوية الملحية وما تسببه من تدمير وتلف للمنازل بفعل الأملاح، حيث تتعرض الحوائط والأساسات لعمليات التفكك بفعل الأملاح المنقولة إليها، وتنتقل الأملاح إلى الحوائط والأساسات عن طريق حمل الرياح لذرات الأملاح، ونقلها من سبخة جودة إلي حوائط وأسقف المنازل، وتنتشر هذه الطريقة في جميع منشآت الدراسة، وحينما تصل ذرات الأملاح إلى الحوائط والأساسات فإنها تستقر في مسام مواد البناء وتعلق بها، وبارتفاع درجة الحرارة تتبخر المياه وتبقى ذرات الأملاح كبلورات ملحية تحدث تجوية ملحية لمواد البناء فتؤدى إلى تفكك الحوائط والأساسات وانهيارها بمرور الزمن (الصورة ٥)؛ حيث يؤدي التغير الدوري لمحتوى السوائل من الأملاح المختلفة التراكيب نتيجة عمليات الترسيب والتبخر إلى حدوث انتفاخ وانكماش في طبقات التربة، مما يترتب عليه زيادة الضغط على أساسات المنشآت المقامة على التربة السبخة، فتتشقق هذه الأساسات وقد تنتقل هذه التشققات إلى المنشآت فوق سطح التربة.

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، سبتمبر ٢٠١٩.

صورة (٥) تفكك أساسات المنازل جنوب السبخة

وتتأثر واجهات المباني والجدران، وحديد التسليح بمنطقة الدراسة بخطر التجوية الملحية (الصورة ٦)، ويبدأ ذلك بظهور ذرات وغبار ملحي عليها؛ حيث يتراكم عن طريق إرساب ذرات الأملاح على أسطح الجدران، أو عن طريق الخاصة الشعرية، فالتركيز المرتفع لأملاح الكلوريدات في التربة السبخة والذي يماثل أربعة إلى خمسة أضعاف أمثالها في مياه البحر، وكذلك وجود الكبريتات في مياه السبخة يؤثر على كل من الخرسانة وحديد التسليح؛ حيث تعمل على تآكل أجزاء الخرسانة، وحديد التسليح.

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، سبتمبر ٢٠١٩.

(٦) سقوط الطلاء بالمنازل غرب السبخة

كما تتأثر بعض المباني بمنطقة الدراسة بارتفاع منسوب الماء الأرضي، حيث يظهر رشح المياه على حوائط المباني، ويتباين ارتفاع الرشح بين بضعة سنتيمترات والمتر الواحد؛ يرجع ذلك لعدة عوامل منها طبيعة المنطقة، ومعدل ارتفاع المياه السطحية، ونوع مادة البناء

المبني والذى قد يزيد عن المتر، وتظهر المناطق المتأثرة برشح الماء الباطني في المواضع منخفضة المنسوب والقريبة من السبخة كأطراف وسط المركز، حيث يزيد ارتفاع رشح المياه ببعض المباني فيها عن المتر، ويلاحظ أن معظم هذه المباني من الطوب اللبن أو الحجر الجيري، فقد أوضحت التجارب المعملية أن صخور الحجر الجيري هي الأكثر تأثرًا بالتجوية الملحية (Abdallah, 2007).

(د) مشكلة ارتفاع منسوب المياه الأرضية:

يتسم النظام المائي السطحي بمنطقة جودة بكونه نظامًا مغلقًا، ونتج عن ذلك تأثر المنطقة من ارتفاع منسوب المياه الأرضية عن الاحتياجات المائية الحالية.

١- مقدار الارتفاع:

تتعرض التربة والمنشآت في منطقة جودة لارتفاع مناسيب المياه الأرضية، مما يتسبب في عمليات التلف، ويتمثل التأثير الحقيقي لهذه المياه فيما تحمله من أملاح أو مواد عضوية موجودة في مصادر هذه المياه أو التربة التي تختزنها، ويوضح (الجدول ١٠) مناسيب المياه تحت الأرضية بمنطقة الدراسة، حيث قامت الباحثة بعمل مجسات أرضية، وقياس مقدار اقتراب المياه من السطح.

ويتضح من الجدول (١٠) أن المتوسط العام لمنسوب المياه الأرضية في منطقة جودة يبلغ -٠,٨٩ م، ويزيد عن المتوسط في منطقة المزارع، حيث يصل إلى -١,٦م، ويقل في مركز جودة إلى -٠,٨٠م، ويبلغ في منطقة البادية -٠,٨٨م، أما في منطقة السبخة نفسها فيصل إلى-٠,٣٠م، وهذا يشكل خطرًا ومشكلة في عملية الحرث والزراعة، وبناء المباني، ومد الطرق.

جدول (١٠) مناسيب المياه الأرضية بمنطقة جودة.

الموقع	منسوب المياه الأرضية تحت السطح (متر)
مركز جودة	٠.٨٠
مزارع جودة	١.٦
بادية الشولية	٠.٨٨
منطقة السبخة	٠.٣٠
المتوسط العام	٠.٨٩

المصدر: إعداد الباحثة بناء على الدراسة الميدانية، أكتوبر ٢٠١٩م.

٢- آثار ارتفاع منسوب المياه الأرضية:

ينجم عن مشكلة ارتفاع المياه الأرضية في منطقة الدراسة عديد من المشكلات، أهمها التدهور الكيميائي، والفيزيائي، والحيوي للتربة الزراعية، بالإضافة إلى آثارها على الطرق والمنشآت، وفيما يلي عرض لتلك الآثار.

- التدهور الكيميائي:

إذا ما طبقت معايير (Briggs, 1997) الخاصة على عينات التربة المأخوذة من منطقة الدراسة، يستنتج أن مناطق جنوب وشمال السبخة، بالإضافة إلى بادية الشولية، تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائي بين ٣,٣٢-٥,٦٩ ملليموس/سم، وهي الفئة التي تؤثر فيها الأملاح على معظم النباتات المزروعة تأثيرًا سلبيًا، حيث تعمل على انخفاض الإنتاجية المحصولية، بنسبة تتراوح بين ٤٠-٧٠٪، فهي تربة متوسطة الملوحة، وقد تحول بعضها مع مرور الوقت إلى تربة مرتفعة الملوحة جدًا.

كما يلاحظ من (الجدول٢) أن منطقة شرق السبخة وغرب السبخة تتراوح فيهما درجة التوصيل الكهربائي بين ٩,٢٨ و١٤,٣٢ملليموس/سم، وهي الفئة التي لا ينمو فيها سوى النباتات المقاومة للأملاح، حيث تبين للباحثة أن المحاصيل المزروعة بتلك المناطق تتمثل في محاصيل والأعلاف، أما بقية المناطق فتبلغ درجة التوصيل الكهربائي بها بين ٨٧,٣٨ ملليموس/سم، وهي الفئة التي لا ينمو فيها سوى النباتات شديدة المقاومة للملوحة، مثل الشعير، وإن كان بعض هذه المناطق تعرضت تربتها للتصحر، وأصبح إنتاجها الزراعي محدودًا للغاية كما سبق الذكر.

يلاحظ ارتفاع تركيزات الأملاح العالية الذوبان، خاصة كلوريد الكالسيوم، حيث بلغت كميته نحو ٦,٧٪ في المتوسط العام، وإن كانت ترتفع في بعض المناطق عن هذا المتوسط، فبلغت في وسط مركز جودة نحو ٣٥,٥٠٪، وتتراوح قيمة pH في عينات التربة بين ٧,٨ و٨,٤ في غرب السبخة، وجنوب السبخة على الترتيب، وقد بلغ المتوسط العام نحو ٨ في منطقة الدراسة، وهو معامل يعكس الاتجاه نحو الاعتدال أو القلوية الخفيفة.

ويستنتج مما سبق أن تربة منطقة الدراسة تتوافر فيها صفات التربة الملحية كمظهر ودليل من أدلة التدهور الكيميائي لخصائص التربة.

- التدهور الفيزيائي: بناء على بيانات (الجدول ٢) وطبقًا لمعادلة (بلبع ونسيم، ١٩٩٤)؛ يكون دليل التدهور في منطقة الدراسة هو ٣,٧، أي أن تربة المنطقة تعاني من التدهور الفيزيائي، ومعرضة لتكوين قشرة غير منفذة على السطح بدرجة كبيرة.

- التدهور الحيوي: يقدر بمعدل فقد المادة العضوية الناتج عن تأثير كربونات الكالسيوم الأرضية، طبقًا لمعادلة Reny and Marin (بلبع ونسيم، ١٩٩٤)، وبتطبيق تلك المعادلة، وبناء على بيانات (الجدول٢) فإن تأثير كربونات الكالسيوم الأرضية بلغ ٢,٧٩٪، وبالتالي يتضح أن تربة منطقة الدراسة تعاني من درجة مرتفعة من درجات التدهور الحيوي؛ حيث بلغ معدل الفقد السنوي للمادة العضوية أكثر من ٢,٥٪ سنويًا.

الخاتمة:

أولًا: النتائج:

توصلت الدراسة الحالية إلى النتائج التالية:

١- العامل الطبوغرافي والمناخي من أهم العوامل المؤثرة في نشأة سبخة جودة، وأن قوام تربتها رملي لومي، وأنها تحتوي على عدة معادن أهمها كلوريد الصوديوم، الكوارتز، الجبس، الهاليت.

٢- ويبلغ طول سبخة جودة ٩,٤كم، وعرضها ٣,٢٥ كم، بمساحة ٣٠,٣٨ كم٢، ومتوسط عمق ٣ م، ومعامل شكل ٠,٣٥، وبذلك تأخذ شكل أقرب إلى المثلث.

٣- منطقة حوض السبخة تعاني من عديد من المشكلات البيئية الطبيعية، وأهمها تملح وتغدق التربة؛ حيث إن التوصيل الكهربائي لعينات التربة يتراوح ما بين ٣,٣٢ و٨٧,٣٨ ملليموس/سم، تسبب في انخفاض الإنتاج بنسبة ٥١٪ بمناطق شرق، وغرب، وشمال منطقة الدراسة.

٤- تعاني المنطقة من مشكلة التجوية الملحية، وتظهر آثارها في تشقق الطرق الرئيسية، وانهيار الطرق الفرعية، وتفكك حوائط المنشآت، والأساسات وانهيارها.

٥- تتعرض التربة والمنشآت في منطقة سبخة جودة لارتفاع مناسيب المياه الأرضية؛ حيث إن المتوسط العام لمنسوب المياه الأرضية في المنطقة يبلغ -٠,٨٩م، مما تسبب في تدهور التربة كيميائيًا، وفيزيائيًا، وحيويًا.

ثانيًا: التوصيات:

خرجت هذه الدراسة بمجموعة من التوصيات كما يلي:

١- الاهتمام بتحديث وتطهير شبكة المصارف الحالية بطريقة دورية، وذلك لرفع كفاءتها، وكذلك حفر المصارف الجديدة بما يتناسب مع خواص التربة.

٢- الاهتمام بالتربة، وتحسين خواصها، وإمدادها باحتياجاتها من المواد العضوية.

٣- حماية أساسات المنازل، والطرق من خلال عزل المواد الخرسانية عن أملاح المياه تحت السطحية بطرق مختلفة، مثل استخدام القار.

٤- لمقاومة التدهور الكيميائي للتربة يوصى بإجراء عملية غسيل التربة، وتعديل بنية التربة عن طريق حرثها وخلطها بالرمال، إلى جانب إضافة الأسمدة الكيميائية والعضوية لزيادة خصوبتها، وكذلك إضافة المادة العضوية لتعويض الفقد المستمر في الدبال للوقاية من التدهور الفيزيائي والحيوي بها.

المراجع:

أولًا: المصادر:

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، بيانات غير منشورة، خلال الفترة ١٩٨٥ – ٢٠١٨.

- الهيئة العامة للمساحة، الرياض، المملكة العربية السعودية، خريطة طبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ٢٠٠٦.

- الهيئة العامة للمساحة، الرياض، المملكة العربية السعودية، مرئية فضائية Sentinal-2، مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لعام ٢٠١٩.

- وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة الجوية، الرياض، خريطة طبوغرافية مقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠ لوحة عريعرة رقم ١١- ٣٨٢٥ لعام ١٩٧٩.

- وزارة البترول والثروة المعدنية، المديرية العامة للثروة المعدنية والبترول، الخريطة الجيولوجية رقم ج م - ٢٠٨ أ، لعام ١٩٧٩، المملكة العربية السعودية، مقياس ١ :٥٠٠٠٠٠.

- وزارة البيئة والمياه والزراعة، الأحساء، بيانات غير منشورة، ٢٠١٠-٢٠١٩م.

- وكالة فضاء الاتحاد الأوروبي، الماسح الراداري الطبوغرافي ومرئية فضائية Sentinal-2 بدقة ١٠متر، ٢٠١٩.

ثانيًا: باللغة العربية:

- التركماني، جودة فتحي (١٩٩٤): جيومورفولوجية مملحة القصب بالمملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، بدون مجلد (١٩):١-٦٧.

-

- الطاهر، عبد الله أحمد (١٩٩٩): تقويم الوضع الأيكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالمملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، بدون مجلد (٣٣) :١-٥١.

- العرقوبي، هنادي بنت خليفة بن حمدان، النباتات الطبيعية المعمرة في وادي المياه بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية: دراسة في الجغرافيا الحيوية وحماية البيئة، ماجستير، ١٤٢٨، قسم الجغرافيا، كلية الآداب للبنات، جامعة الدمام، السعودية.

- الغانم، باسمة فهد (٢٠١٣): الخصائص الطبيعية والمورفومترية للسباخ الداخلية شرقي المملكة العربية السعودية، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، ٧٣(٥) :٣٣-٧٧.

- الفرا، طه عثمان (١٩٧٨): ظاهرة السبخات في المملكة العربية السعودية، مجلة الدارة، ٣(٤): ١٢٠-١٤٣.

- المهيدب، عبد الله بن إبراهيم (٢٠٠٢): التربة السبخة في المملكة العربية السعودية: خواصها وطرق معالجتها"، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، العلوم الهندسية، ١٤(٢):٢٩-٨٢.

- بحيري، صلاح الدين (١٩٧٩): أشكال الأرض، دمشق، دار الفكر.
- بلبـع، عبـد المـنعم، ونسـيم، مـاهر جـورجي (١٩٩٤): تصحر الأراضي مشكلة عربيـة وعالميـة، الطبعـة الثانيـة، الإسكندرية، منشأة المعارف.
- عبــد العزيــز، محمــود حســان (١٩٨٢): أساســيات الهيـدرولوجيا، الريـاض، عمـادة شـئون المكتبـات- جامعـة الملك سعود.
- مشــرف، محمــد عبــد الغنــي (١٩٨٧): أســس علــم الرسـوبيات، الريـاض، عمـادة شـؤون المكتبـات، جامعـة الملك سعود.
- يوسـف، حسـن علـي حسـن (٢٠٠٥): جيومورفولوجيـة سبخات شرقي المملكة العربية السعودية، الإنسانيات، مجلة كلية الآداب جامعة الإسكندرية فرع دمنهـور، بـدون مجلـد (٢٢): ٣٦-٦٨.

ثالثًا: باللغة الإنجليزية:

- Abdallah, A.(2007): Assessment of salt weathering in Siwa Oasis, the western Desert of Egypt. Bull. De La Soci. De Geog. D Egypt, (80)1:65-83.
- Ahmed, I.(1997): Improvement of Eastern Saudi Sabkha Soils for Road Construction. Unpub. M.A Thesis. Fac. of the college of graduated studies, King Fahd University of Petroleum Minerals. Dahran.
- Al Saifi, M.M., and Qari, M.Y. (1996): Application of landsat thematic mapper data in sabkha studies at the Red Sea coast. International Journal of Remote Sensing.(17)3:527-536.
- Barier, B.,R.(2002): Sabkha, Playa, Playa Lake, Proposed Definitions for Old Terms. Ams Research Center, Texas, U.S.A. Abstract .
- Biswas, T.D. and Mukherjee, S.K.(1994): Textbook of Soil Science. Tata, Mc-Graw-Hill, New York.
- Briggs, D.,(1997): Fundamentals of the Physical Environment. Second Edition, Routledge, London.
-De Martonne, E.(1927). Regions of Intenior-Basin Darinage, Geogr. Review, (17)3: 397- 414.
-Engstrom, W.N.(1981): Quantitative Geomorphology of some Desert Mountain Drainage Basins, Zeitschrift fur Geomorphologie N.F. , (25)4 :383-390.
- Goodal, T. M., North, C.P., and Glennie, K.W.(2000): Surface and Subsurface Sedimentary Structures Produced by Salt Crusts.Sedimentology,(47)1:99-118.
- Horton, R.E.(1932) :Drainage Basin characteristics, Transactions of the American Geographical union. (13)1:350-361.
- Hus, L., Pelletier, J. D. (2004): Correlation and Dating of Quaternary alluvial –fan surfaces using scarb diffusion Geomorphology. available at www.scienccdirect.com.
- Johnson .D. (1978): Sabkhas of Eastern Saudi Arabia. In Al-Sayari. S.S and Zotl. J.G (eds) Quaternary Period in Saudi Arabia. Springer-Verlag .Wien.
- Mandaville, J.P., (1990), Flora of Eastern Saudi Arabia, Kegan Paul International, London.
- Marsh, W.M. and Grossa, J. (1969): Environmental Geography. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Smith, B.J., Warke, P., McGreevy, J. P., and Kane, H.L. (2005): Salt weathering simulation under hot desert conditions. Agents of Enlightenment or perpetuators of preconceptions. geomorphology, (67)1-2:211-227.