مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

# تكامل بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد تأثير التغيرات المناخية على تصحر التربة بمحافظة طبرجل بمنطقة الجوف السعودية

د/ عبير علي فرغلي(*)

## مقدمة

يعمل الإنسان جاهداً على استغلال موارد الأرض الطبيعية من أجل بناء حضارته، إلا أن أساليب استغلاله لتلك الموارد قد زادت بصورة مذهلة خلال النصف الثاني من القرن العشرين، وقد ترتب على ذلك الإخلال بالتوازن الطبيعي للنظم البيئية وإلحاق الضرر الكبير بالبيئة، مما يعرض مصير الأجيال الحالية والمستقبلية إلى الخطر.

ويبحث الإنسان من خلال مختلف نشاطاته عن تعظيم الاستفادة دون الاهتمام بالجانب البيئي، أدي ذلك إلى تفاقم المشكلات البيئية، ولعل مشكلة التصحر واحدة من أخطرها؛ فمشكلة التصحر تشكل خطراً يهدد البيئة الطبيعية ويغير من خصائصها التي تتعارض مع مبادئ التنمية المستدامة للحفاظ على البيئة وتوفير الأمن الغذائي وتحسين مستوى المعيشة للأجيال الحالية والمستقبلية.

قد أسهمت العوامل الجغرافية الطبيعية بصورة مباشرة أو غير مباشرة في نشوء مشكلة التصحر بمنطقة الدراسة من خلال هشاشة مواردها الطبيعية كالبنية الجيولوجية والمناخ والتربة، حيث تعد الخصائص الطبيعية أحد أهم العوامل الجغرافية المتحكمة في مظاهر التصحر، فطبيعة الخصائص التضاريسية والتكوينات الجيولوجية لها دور كبير في تفسير ونشوء مظاهر التصحر في منطقة الدارسة، فسبب استواء السطح وعدم وجود عوائق طبيعية تعترض مسارات الرياح أدى إلي زيادة فاعلية التعرية الريحية في نقل حبيبات التربة الجافة والمفككة وتدهورها، فضلاً عن ذلك فقدان نسبة المياه وتراكم الأملاح على سطح التربة مما أسهم في زيادة ملوحتها وتفاقم مشكلة التصحر.

**مشكلة الدارسة:**

تُعد محافظة طبرجل من المناطق الجافة والمحدودة الموارد، والتي تعانى من سرعة الاستجابة للتغيرات التي تسبب تسارع وتيرة التصحر واستنزاف الموارد وتغير صفاتها، تضافرت العديد من العوامل الطبيعية التي سببت تدهور الإنتاجية للتربة في محافظة طبرجل وانتشار ظاهرة التصحر التي تعني التدهور المستمر للنظم الإيكولوجية للأراضي الجافة نتيجة التقلبات المناخية والأنشطة البشرية، وبالتالي سادت مظاهر التصحر كتدهور النباتات الرعوية وزحف الكثبان الرملية وهبوط منسوب سطح المياه الجوفية وزيادة ملوحتها ،وتعد العوامل الطبيعية أحد أهم تلك العوامل المسببة للتصحر في محافظة طبرجل ومن هنا تتبلور مشكلة البحث في أن منطقة الدراسة تعتبر بيئة طبيعية لدراسة مشكلة التصحر ومحاولة فهم طبيعتها لأجل اقتراح حلول مناسبة .

(*) مدرس بالمعهد العالي للدراسات الأدبية كينج مريوط

**أهمية الدراسة**

تكمن أهمية البحث في دراسة وتتبع المخاطر الطبيعية للتصحر الناتجة عن الأثر المتبادل بين سطح الأرض وعناصر المناخ وتحويل النتائج إلى قاعدة بيانات جغرافية تساهم في إمكانية تقديم الحلول من أجل مواجهة هذه المخاطر.

**هدف الدراسة**

هدفت الدراسة التعرف على شدة التعرية الريحية وتسليط الضوء على التوزيع الفصلي لكميات الرواسب التي تنقلها الرياح من سطح التربة والآثار التي تتركها التعرية ومدى علاقتها بتناقص مساحة الأراضي الزراعية.

**منهج الدراسة**

اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي التحليلي بعناصره المختلفة (الوصف، التحليل ، التفسير) القائم على تقنية نظم المعلومات الجغرافية ؛ من خلال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية من أجل تحديد المتغيرات المساهمة بالتعرية الريحية بهدف الوصول إلى نتائج تتعلق بالتصحر ، وقد اعتمدت الباحثة على بيانات القمر الصناعي ، Land Sat للمتحسسات , OLI ETM+ للسنوات (٢٠١٠، ٢٠٢٥) على التوالي حيث يبين جدول (1) مواقع وأرقام وتواريخ المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة .وقد تم تجميع لهذه المرئيات عمل موزيك ثم اقتصاص منطقة الدراسة ومعالجتها

جدول (١) مواقع وأرقام وتواريخ المرئيات الفضائية المستخدمة

| تاريخ الالتقاط | نوع القمر | المستشعر | row | Path |
|---|---|---|---|---|
| 2010 | Landsat7 | ETM+ | 172 | 40 |
| | Landsat7 | ETM+ | 172 | 39 |
| | Landsat7 | ETM+ | 171 | 40 |
| | Landsat7 | ETM+ | 171 | 39 |
| 2025 | Landsat8 | OLI | 172 | 40 |
| | Landsat8 | OLI | 172 | 39 |
| | Landsat8 | OLI | 171 | 40 |
| | Landsat8 | OLI | 171 | 39 |

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)

**أساليب الدراسة**

اعتمدت الدراسة على العديد من الوسائل والتقنيات الحديثة لتحقيق الأهداف المرجوة منها وقد استخدمت الباحثة الأسلوب الكارتوجرافي والأسلوب الكمي ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد.

**دراسات سابقة**

– نديم هاشم وميسون الزعول (٢٠٢٤) :تقييم مخاطر انجراف التربة وتصنيفها في حوض عمان– الزرقاء بالاعتماد على المعادلة العالمية Rusle والتقنيات الجيومكانية، هدفت الدراسة إلى تقييم مخاطر انجراف التربة وتصنيفها، وتقييم تدهورها في حوض عمان –الزرقاء، واقتراح حلول وتوصيات للحد منها، جرى اختيار معادلة راسل العالمية RUSLE للقيام بذلك؛ بسبب توفر البيانات التي تشمل: العامل الطبوغرافي وطول المنحدر وعامل معدلات الأمطار والغطاء النباتي وإدارة المحاصيل بالإضافة إلى عامل ممارسات الحفاظ على التربة وأخيراً عامل قابلية التربة للانجراف، وقد توصلت الدراسة إلى إنتاج خرائط رقمية للمناطق المعرضة لخطر الانجراف وتصنيف خطورة انجراف التربة بمنطقة الدراسة .

– إسماعيل فاضل خميس البياني (٢٠١٨): بعنوان التعرية وأثرها على الأراضي الزراعية في محافظة صلاح الدين، هدفت الدراسة إلى إعطاء صورة عن طبيعة أثر التعرية في تدهور وانجراف تربة الأراضي الزراعية.

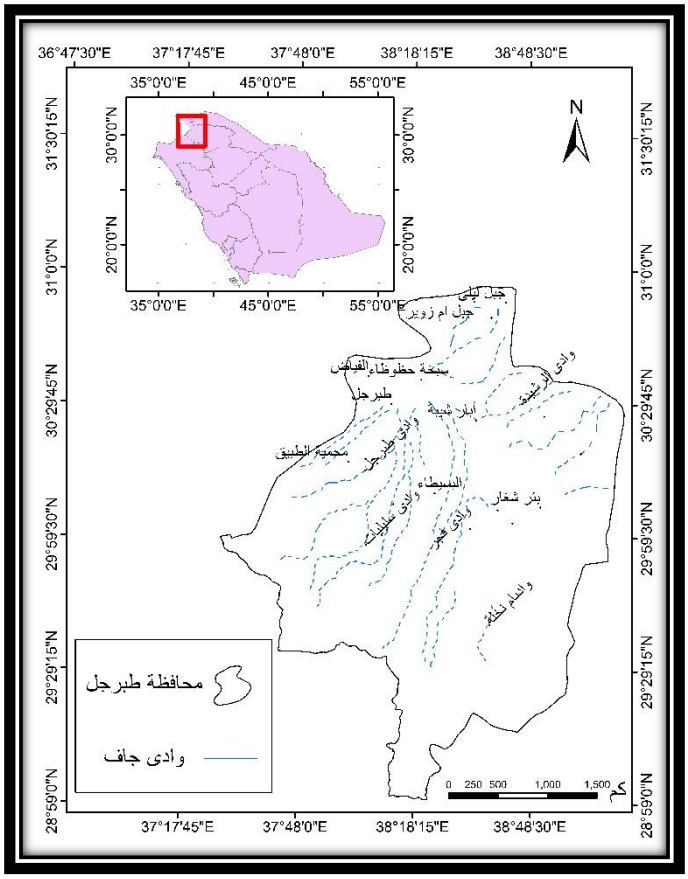
– دراسة الشربيني أحمد (٢٠١٩): بعنوان تقيم خصائص التربة في محافظة البحيرة – دراسة جغرافية، تناولت الدراسة حالة أراضي محافظة البحيرة تحديد مدى صلاحيتها للزراعة؛ بغرض رفع إنتاجية التربة والمحافظة عليها من التدهور.

– دراسة سعاد عبد الكاظم (٢٠٢٠): بعنوان التعرية الريحية في حوض وادي الحويمى في بادية النجف الأشرف، بينت الدراسة أن التعرية الريحية لها أثر كبير في تدهور الأراضي الزراعية حيث تؤدى إلى تجمع عال للرمال مما يسبب انخفاض المحتوى الرطوبى للتربة وفقدان خصوبتها.

– دراسة كاظم شنتة سعد وآخرون (٢٠٢٠): بعنوان تحليل جغرافي للتعرية الريحية في قضاء علي الغربي باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية حيث اعتمد البحث على الركيزتين الأساسيتين لظاهرة التعرية الريحية وهما القابلية المناخية للتعرية وقابلية التربة للتعرية وخلص أن منطقة الدراسة تقع ضمن نطاق التعرية العالية جداً.

**أولاً– الموقع والعلاقات المكانية**

تقع محافظة طبرجل شمال غرب المملكة العربية السعودية بين خطي طول ″٢٣ ′٢٧ °٣٧، ″٤٩.٨ ′١٢ °٣٩ شرقًا ودائرتي عرض ″٣٨ ′ ٠ °٢٩، ″ ٢٨ ′٥٦ °٣٠ شمالاً (شكل رقم ١)، تبلغ مساحة محافظة طبرجل نحو ١٩٣٧٤.١ كم² وتعد منطقة الدراسة من المناطق الحبيسة التي لا تطل على مسطحات مائية بينما يربطها طريق دولي يصل إلى الرياض ودول مجلس التعاون الخليجي بالأردن.




المصدر: خريطة الجوف وخريطة القريات الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠ ألف

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

وقد ساهم الموقع الجغرافي لمحافظة طبرجل في إعطائها مكانة فريدة وهامة كمنطقة حدودية للمملكة وأحد محافظات البوابة الشمالية لها، وتُحظى محافظة طبرجل بإمكانيات زراعية كبيرة، لذا تُعد مورداً غذائياً مهماً للمملكة، وسلة غذاء تمد سكانها باحتياجاتهم الغذائية شكل (١).

**ثانياً- التركيب الجيولوجي:**

تتكون شبه الجزيرة العربية من كتلة متبلورة قديمة تسمى الدرع العربي وهو بمثابة استمرار للدرع الأفريقي المجاور والذي يفصلها انكسار البحر الأحمر، وطبقات رسوبية تسمى الرف العربي ويشكلان معاً صفيحة (Powers,R,W. et, al. ,1966.pp (5-1 قارية

وتغطي صخور الدرع العربي الجزء الغربي من المملكة وتتكون من صخور قاعدية نارية متحولة من عصر ما قبل الكمبرى وتحتوي على معظم الرواسب المعدنية الفلزية كالذهب والفضة والنحاس والزنك والحديد، وتمتد رواسب الرف القاري إلى الشرق منها وترتكز على صخور الدرع العربي ويغطيها رواسب غير متماسكة من الحصى والطين والرمال الغرينية وتحتوي على ثروات نفطية ورواسب من الطين والحجر الجيري والفوسفات كما تضم صخوره خزانات المياه العميقة بالمملكة، وتتنوع التكوينات الجيولوجية والوحدات الصخرية التي تظهر في منطقة الدراسة،

ويغلب على هذه التكوينات الصخور الرسوبية التي تنتمي لعصور جيولوجية مختلفة يتراوح عمرها ما بين عصر الميوسين والبلايستوسين المنتمين للزمنين الجيولوجي الثالث والرابع وحتى عصر الأردفيشي الأدنى والديفوني الأدنى المنتمين للزمن الجيولوجي الأول وقد ترسبت هذه الصخور في بيئات بحرية، دلتاوية، وشاطئية قارية (Wallace, C. A .et al, 2000,p 3 )

وتتكشف صخور الأساس في الجزء الغربي من منطقة الدراسة وتتألف من صخور نارية ومتحولة وتعلو صخور الأساس طبقات من الحجر الرملي السميك (مكون ساق) والتي ترسبت خلال العصر الكامبري وقد استمر الترسيب خلال فترة الزمن الثاني وشهدت فترة الزمن الثالث ترسيبات لصخور الحجر الجيري الطباشيري في الأجزاء الشمالية، وتكونت العديد من البحيرات والأودية النشطة أثناء الفترات المطيرة وتحولت مع الجفاف إلى سبخات.

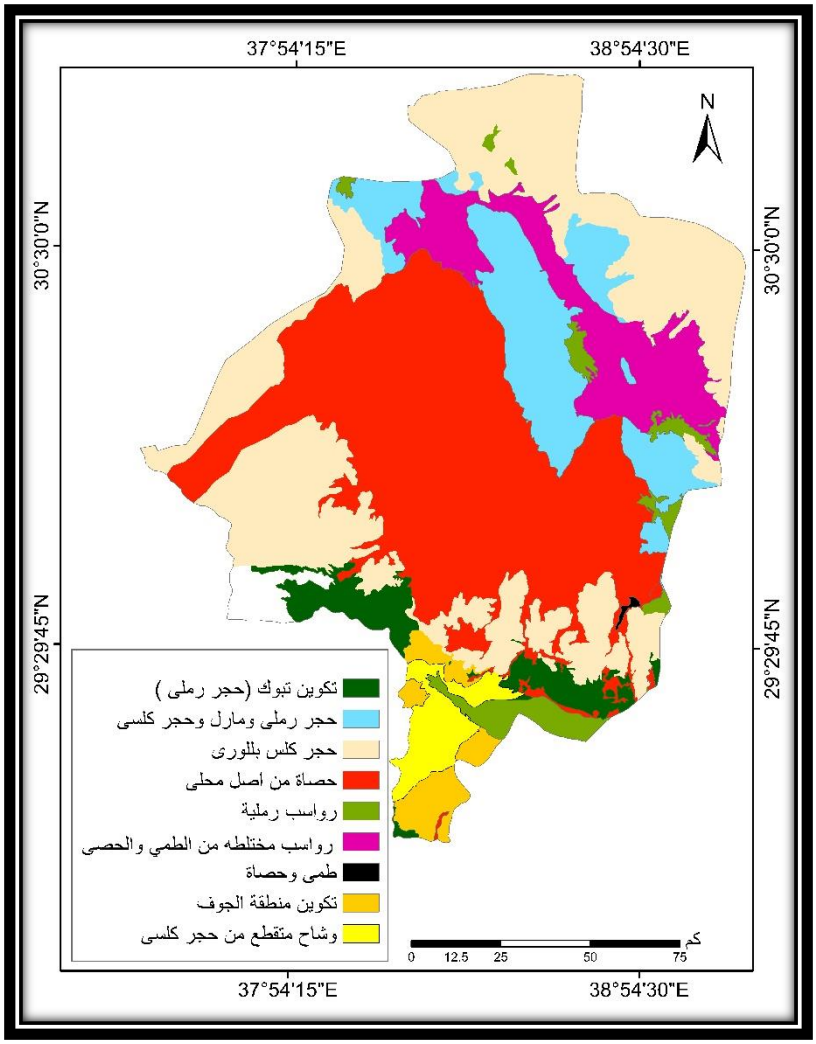
وتتعاقب التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة من الغرب إلى الشرق، عبر تكوينات جيولوجية متباينة من الأقدم إلى الأحدث شكل (٢)، وفيما يلي شرح للتكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة: **تكوين** تبوك

ينتمي تكوين تبوك إلى العصر الأردفيتشي التابع للزمن الأول ويتكون من الحجر الرملي والكوارتز لونه بني فاتح وبني مائل إلى الحمرة، يتحول إلى البني الغامق عند تعرضه لعوامل التجوية، ويختلف سمك التكوين من منطقة لأخرى، ويتألف تكوين تبوك من ثلاث طبقات من الحجر الرملي يفصل بينها طبقات من الطفل (Powers, R. W. et al. 1966 ,1-5)

الطبقة العلوية (عضو الطويل)، ويتألف من حجر رملي يتراوح حجم حبيباته من المتوسط إلى الخشن وتحتوي على كتل متحجرة من الحديد تعود إلى العصر الديفوني الأدنى، يستقر عضو الطويل على الطبقة الوسطى (تبوك الأوسط) ويفصل بينها طفل قصيباء، وتستقر طبقة تبوك الأوسط على طبقة من الطفل يطلق عليها طفل رعان، ثم توجد طبقة من الطفل تحت تبوك الأدنى تسمى طفل حنادره

وتستقر تكوينات تبوك بوضع متوافق فوق تكوين ساق التابع للعصر الكمبرى، ويتكون من الحجر الرملي بسمك يبلغ ٦٠٠ متر، ويمتاز هذا التكوين بوفرة المياه الجوفية (Abdullah Othman, et al , 2018, pp. 1-24)

وقد شكل تكوين تبوك غرب النفود الكَبِير سطحًا مستويًا عريضًا يقطع نهايته بعض الأودية والحافات الصغيرة المتجهة من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي أو من الشمال إلى الجنوب أو نحو الجنوب الغربي، ومتوسط ارتفاعها هو ٥٠ م عن سطح الأرض، وقد ترتفع بعض الجبال المنفردة إلى أكثر من ذلك. وفي بعض المناطق تتعرض صخور سطح الحجر الرملي إلى تقطع شديد بفعل عوامل التجوية والتعرية مكونة شواهد (ميسات) وهضيبات صغيرة.




المصدر الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠، لوحة الجوف وسكاكا، إنتاج ١٩٦٣. الرياض

شكل(٢) الخريطة الجيولوجية بمحافظة طبرجل

**تكوين الجوف:**

ينتمي تكوين الجوف إلى العصر الديفوني الأسفل ويرتكز بشكل متوافق فوق تكوين تبوك، وتتكون طبقاته من الطفل الطيني مع طبقات رقيقة من الحجر الجيري والدولوميت وبخاصة في الثلث الأعلى من التكوين، كما يوجد طبقات رفيعة من حجر الرمل ناعم الحبيبات على مستويات مختلفة من التكوين يصل سمكها ٢٢٩م جدول(٢) ويميل الحجر الجيري إلى اللون البني الفاتح أو الرمادي مع طبقة طحلبية تحولت إلى دولوميت، ويتداخل بين رقاته الصلصال الغريني بلون أخضر رمادي بالإضافة إلى قليل من الحجر الرملي الذي يحتوي على الميكا. (Abdullah, et al 2018,pp. 1-24) ويحتوي تكوين الجوف على خمسة أعضاء متوافقة ترسيبياً من الأقدم إلى الأحدث عضو الشعيبة يعلوه عضو الحجر الجيري وعضو القصر وعضو السباط الجيري "الحماميات" وأخيراً عضو المرير(Moujahed ,and Robley,2006 , pp53-70)

**تكوينات الزمن الثالث وإرسابات الزمن الرابع:**

تغطي تكوينات الزمن الثالث ورواسب الرابع منطقة الدراسة ، حيث يوجد عدد من مظاهر الإرساب والتعرية السطحية ،إذ تظهر في شكل غطاءات متصلة لمساحات واسعة في شكل بقع وأشرطة مبعثرة تمتد على طول مجاري الأودية على أسطح بعض التلال والجبال (Wallace, et al., 2000, pp. 7-18) وتغطي مساحات كبيرة من محافظة طبرجل مثل السهول الحصوية والقشرات الكلسية الصلبة والإرسابات الفيضية والسباخ وغطاءات اللابة (الحرات) وفيما يلي وصف كلٌّ منها:

**(أ) السهول الحصوية:**

هي تكوينات مختلطة من الحصا والحجر الجيري الكلسي وتوجد هذه الرواسب منعزلة ومبعثرة وهي تتكون من حصى كوارتزي أبيض مستدير أو أشرطة مستطيلة أو صفائح وغطاءات تملأ قيعان الأودية نقلتها مجاري الأودية خلال الفترات المطيرة، كما تظهر في بقع متفرقة على أسطح الأراضي الجبلية المرتفعة بالإضافة إلى تكوينات غير متماسكة من الرمال تكونت بفعل الرياح نتيجة للجفاف الذي تعرضت له المنطقة مما أسهم في انتشار الكثبان الرملية.

**(ب)القشرة الكلسية الصلبة:**

أحد أشكال التجوية الناتجة عن تراكم المعادن القابلة للذوبان التي تتصاعد مع مياه التربة الحاملة للمعادن إلى أعلى بالخاصية الشعرية ثم تتبخر المياه تاركة تلك المعادن تتصلب على سطح الرواسب مكونة قشرة صلبة من الحجر الجيري الرملي المقاوم لعمليات التجوية تتداخل بها الرمال، وقد تعمل هذه القشريات الصلبة على تغطية الصخور التي تقع تحتها فتختفي طبيعة تركيبها الصخري.

**(ج) الإرسابات الفيضية:**

تتكون الإرسابات الفيضية من الغرين والرمال وبعض الحصى غير المتماسك أرسبتها الأودية على شكل غطاءات في أراضي وقيعان الأودية المنحدرة من حافات الجبال المنتشرة غرب منطقة البسيطاء وحرة الحرة وتم استغلال أجزاء كبيرة منها بالزراعة.

**(د) إرسابات السبخات:**

تتكون السبخات في أحواض ضحلة تنتهي إليها مياه الشعاب المحيطة وغالباً تتشبع إرسابات الغرين والطمي والرمل الطيني بالملح لانعدام تصريف المياه المتجمعة وتعد سبخة حَظَوظَاء في وَادي السِّرْحَان من أكبر السبخات الداخلية.

جدول (٢) التتابع الطبقي للتكوينات الجيولوجية بمنطقة طبرجل.

| الزمن | العصر | الفترة | التكوين | السمك بالمتر | الوصف الصخري |
|---|---|---|---|---|---|
| الرابع | | | رواسب سطحية | | حصى ورمال وطين |
| الثالث | البلايوسين | | الخرج | ٢٨ | حجر جيري وحجر جيري لكوستيريني وجبس وحصى |
| الثالث | الميوسين | | الهفوف | ٩٥ | حجر رملي وحجر جيري ورملي وطبقات حصوية محلية في الجزء الأسفل |
| | | | دام السد | ٩١ | رمال وطفل وحجر جيري وحجر جيري طباشيري، كوكينا |
| | | | هدروخ | ٨٤ | حجر جيري، حجر رملي غريني وحجر جيري رملي |
| | الأيوسين | لوتيتيان | دمام | ٣٣ | حجر جيري ودولوميت ومارل وطفل |
| | | يوبريزين | روس | ٥٦ | مارل، حجر جيري طباشيري وجبس وكوارتز والانهيدريت |
| | باليوسين | ثانتونيان | أم الرضومة | ٢٤٣ | حجر جير، حجر جير دولوميتي ودولوميت |
| | | أكسفوردين كالوفيان | جبل طويق | ٣٧٥ | حجر جيري أمانيتي، حجر جيري كلسي وكالكارينيت ووفرة من الشعاب المرجانية |
| الأول | البرمي | الأعلى | خف | ١٧١ | حجر جيري وطفل وحجر رملي |
| | | الأوسط والأسفل | واجد | ٩٥٠ | حجر رملي وحصى |
| | ديفوني | أسفل | جوف | ٢٩٩ | حجر جيري وطفل وحجر رملي |
| | اردوفيش | | تبوك | ١٠٧٢ | حجر رملي وطفل |
| | كمباني | | أم سهم كبش القويرة ساق | ٦٠٠ | حجر رملي |

المصدر بتصريف: Powers, R. W., Ramirez, L. F., Redmond, C. D. and Elborg, E. L. (1966), Geology of the Arabian Peninsule gedimentary Geology of Saudi Arabia, pp. 1-5.

## (هـ)غطاءات اللابة (الحرَّات)

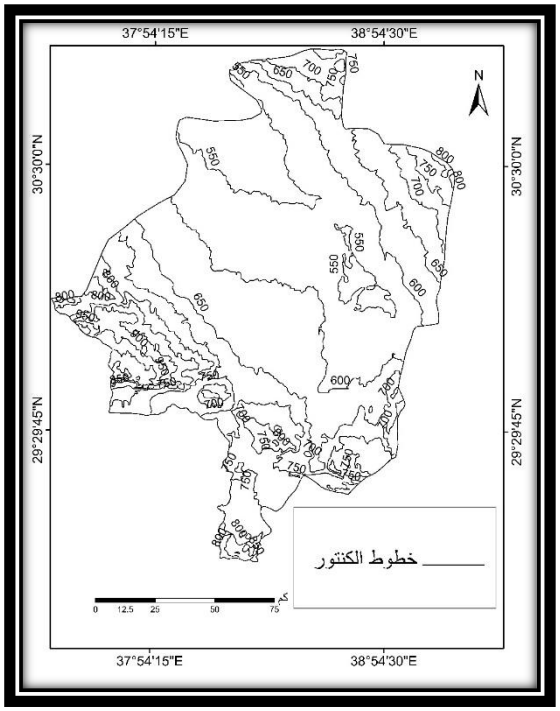
تعتبر الحرات سطوح لابية نتجت من التدفقات البركانية التي حدثت في شبه الجزيرة العربية على مدى تاريخها الطويل (مرزا، ٢٠٠٧، ص ٢٩٠-٢٨٢). وتعد حرَّة الحرَّة هي الغطاء البركاني الوحيد داخل النطاق الرسوبي في المملكة العربية السعودية، وهي تحتوي على بازلت من الزمن الرابع وبازلت من أزمنة أقدم لها أشكال متعددة، ومعظم هذه الطفوح البركانية غطتها طبقات سميكة من اللافا البركانية (المملكة السعودية، ٢٠١٢، ص٣٣)

**ثالثًا- مظاهر السطح:**

تؤدي مظاهر السطح ودرجة انحدارها دوراً مهماً في نشاط العمليات الجيومورفولوجية المختلفة، فضلاً عن تأثيرها في عناصر المناخ وتكوين التربة وكثافة ونوعية الغطاء النباتي. وكذلك تؤثر التضاريس على طبيعة جريان المياه من حيث السرعة والاستفادة من حركة المياه المؤقتة الناتجة من الأمطار للاستفادة منها في شحن الخزانات الجوفية بالمناطق هينة الانحدار ذات الصخور الرسوبية المنفذة للمياه، ويتصف سطح محافظة طبرجل بتنوع تضاريسه على الرغم من سيادة المظهر الهضبي الذي يشكل الجزء الأكبر من مساحة محافظة طبرجل، ولا تخلو المنطقة من المرتفعات والسهول والأحواض إلى جانب الكثبان الرملية وفيما عرض لأهم مناطق السطح في محافظة طبرجل:

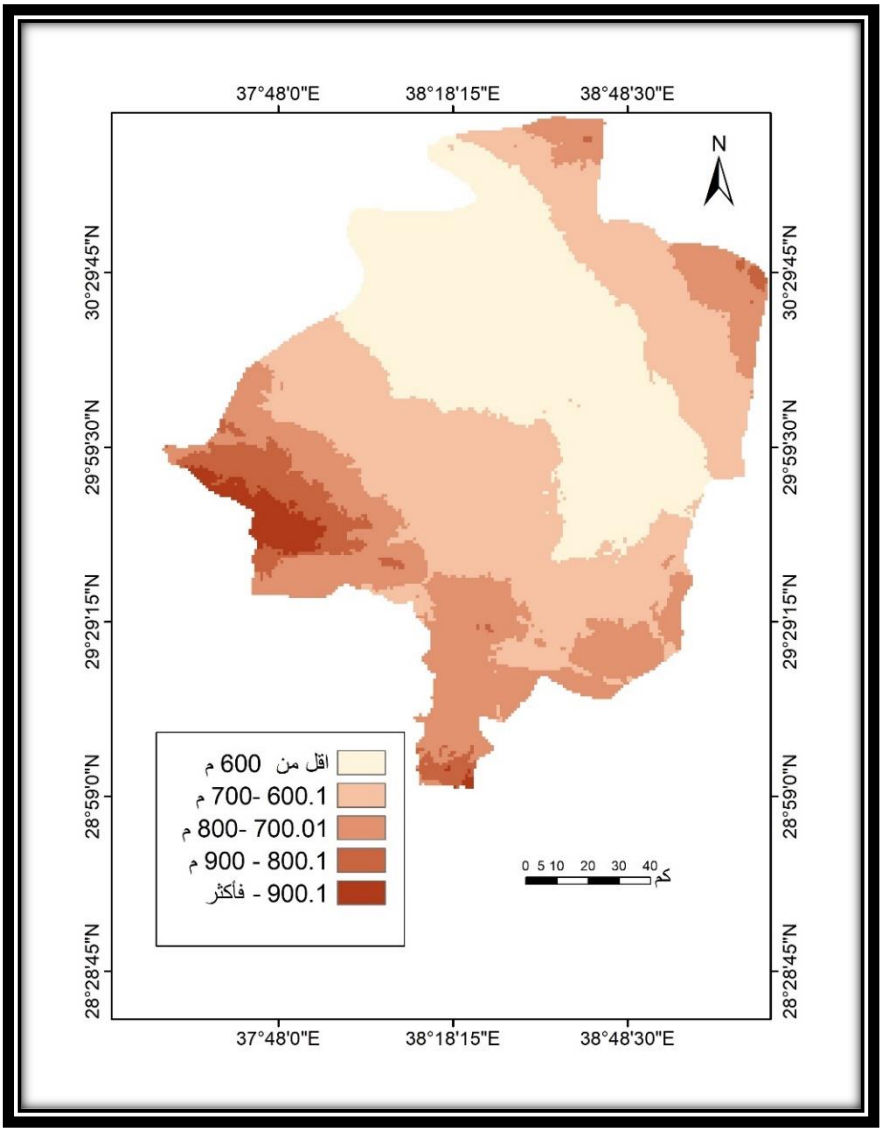
**الجبال:** تشغل منطقة الدراسة بعض القمم الجبلية والتي لا يزيد ارتفاعها عن ١١٠٠ متر منها جبل طوقه (١٠٣٩م) شمال غرب سكاكا وجبل لس (١١٢٠م) وجبل السندلة (٨٠١ م) وتشغل مساحة ٣٩٣.١٩ كم$^2$ بنسبة ٢.٠٣ %، شكل (٣، ٤):

**الهضاب:** تغطي الهضاب مساحة واسعة من مساحة منطقة الدراسة، تبلغ ١١٤٨٤.٩٩ كم$^2$ بنسبة ٥٩.٢٧ % جدول (3)، وتعد هضبة الحماد أكبر وأهم الهضاب وتنحصر بين هضبة الحجرة في الجنوب وحدود المملكة العربية السعودية مع العراق من جهة الشمال، وبين حرة الحرة من جهة الغرب وهضبة الوديان من جهة الشرق، ويتراوح ارتفاع هضبة الحماد بين (٨٥٠-٧٥٠م) وتبلغ أعلى منطقة فيها قمة جبل العمود (١٠٨٧م)، وتنحدر الهضبة باتجاه عام نحو الشمال الشرقي، ويعد سطح الهضبة المنابع العليا لأودية عرعر وحاير والأبيض والمراء وتبل.




المصدر : اعتمدت الباحثة على نموذج الارتفاع الرقمى

شكل(٣) الخريطة الكنتورية لمحافظة طبرجل




المصدر: اعتمدت الباحثة على نموذج الارتفاع الرقمي

شكل (٤) تضاريس السطح لمحافظة طبرجل

جدل (٣) فئات الارتفاعات المساحات

| الفئات | حدود الارتفاع م | المساحة كم² | % |
|---|---|---|---|
| الاولى | اقل من ٦٠٠ م | ٦٥٩٨.٩٩ | 34.06 |
| الثانية | 600.1 – 700 م | ٧٢٨٢.٢٦ | 37.58 |
| الثالثة | 700.01– 800 م | ٤٢٠٢.٧٣ | 21.69 |
| الرابعة | 800.1 – 900 م | ٨٩٦.٩٣ | 4.6٣ |
| الخامسة | 900.1 – فأكثر | ٣٩٣.١٩ | 2.0٣ |

المصدر من حساب الباحثة بالاعتماد علىGIS

**المجاري المائية:**

تنتشر بمنطقة الدراسة العديد من الأودية الجافة والتي تعد أحد مظاهر التعرية المائية التي سادت خلال الفترات المطيرة والتي تأثرت بالاتجاهات التركيبية السائدة الناتجة عن العمليات الجيولوجية على منطقة الدراسة، وتتميز الأودية بقصر أطوالها وقلة انحدارها، وتنتهي معظم أوديتها في أحواض وسهول داخلية، ومنها على سبيل المثال وادي السرحان الذي يبلغ طوله ١٨٠ كم[١] ومتوسط انحداره ٣/٥، ويصب في سبخة حظوظاء وأهم روافده وادي فجر ووادي الأعيلي. (المملكة السعودية، ٢٠١٢، ص٦٤)

**الكثبان الرملية:**

هي ظاهرة ناتجة عن أثر العوامل الطبيعية بالأراضي الجافة وشبه الجافة، وتحدث نتيجة تدهور الأراضي وتفكك التربة بسبب تعرضها لمشكلة التصحر بما يسهل نقلها عن طريق التعرية الريحية إلى أحواض الترسيب متخذة أشكال متعددة، وتنتشر التجمعات الرملية في منطقة الدراسة ويرجع سبب تكونها إلى وجود مصايد للرواسب والتنوع التضاريسي ومجاري الأودية، وتعد الإرسابات الريحية النمط الغالب في الإرسابات الرملية إذ تقوم الرياح بعمليات النحت والنقل والإرساب.

**ثالثًا- المناخ:**

تقع منطقة الدراسة تحت تأثير الضغط الجوي المرتفع شبه المدارى شتاء حيث تتعرض منطقة الدراسة لمرور الكتلة الهوائية القطبية القارية الآتية من سهول سيبيريا التي تتميز بانخفاض درجة حرارتها ورطوبتها النسبية واحتفاظها بخصائصها القارية التي اكتسبتها من منطقة نشأتها ،كما تتعرض المنطقة للكتلة الهوائية القطبية البحرية التي تنشأ فوق شمال المحيط الأطلسي وتهب على منطقة الدراسة من ناحية الشمال الشرقي بعد فقدانها الكثير من خصائصها نتيجة مرورها بأقاليم مناخية تختلف عن خصائص إقليم النشأة فتنخفض رطوبتها النسبية وبالتالي تسبب انخفاض درجة الحرارة بمنطقة الدراسة ، ويسود المنطقة صيفاً أنظمة ضغط جوى منخفض متشابهة في خصائصها منها منخفض الهند الموسمي الذى يؤدى إلى ارتفاع درجة الحرارة بينما يتميز فصلي الربيع والخريف بالتذبذب الواضح مما يتسبب في سقوط أمطار رعدية تتركز في أيام محددة من السنة وبالتالي يصعب التنبؤ بها والاستفادة منها.

**عناصر المناخ:**

**الحرارة:**

تعد الحرارة من أهم عناصر المناخ تأثيراً في زيادة شدة العواصف الترابية حيث تعمل درجة الحرارة على جفاف التربة وتهيئتها لفعل التعرية الريحية ، ويوضح الجدول رقم (٤ ،٥) والشكل (٥ ، ٦) معدلات درجات الحرارة بمنطقة الدراسة ويتضح من تحليل الجدول أن شهر يناير يعد أقل شهور السنة حرارة حيث تبلغ قيمة درجة الحرارة بمحطات الجوف والقريات(١٠.٥ ،٨.٦) درجة مئوية على التوالي، ويليه شهر فبراير حيث تبلغ درجة الحرارة (١٣.٦ ،١١.٧) درجة مئوية بمحطات الجوف والقريات على التوالي، وتعد محافظة طبرجل من أبرد مناطق المملكة

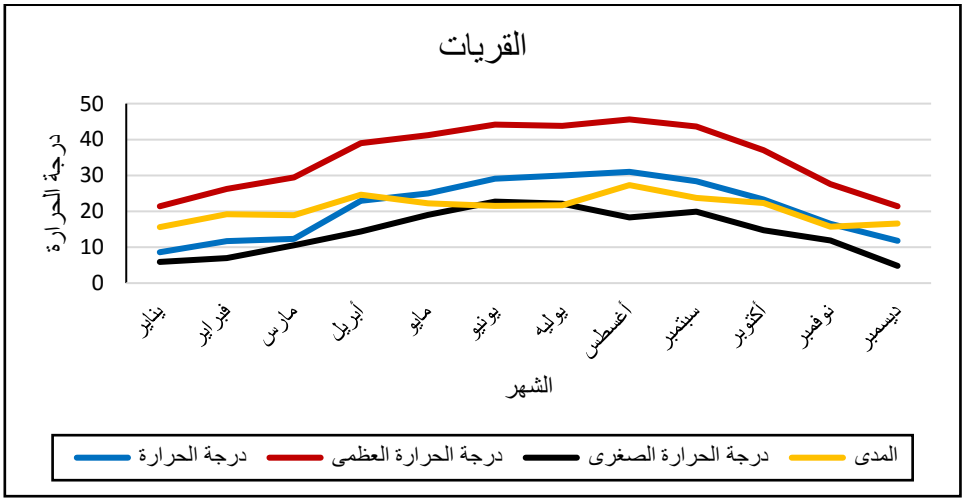
[١] هيئة المساحة الجيولوجية المملكة العربية السعودية حقائق وارقام ٢٠١٢

شتاءً وخاصة في الأجزاء الشمالية، حيث يسود مدى حراري يومي كبير بمحطة الجوف والقريات فمتوسط درجات الحرارة العظمى في محطة الجوف والقريات بلغ (٢٣.٦، ٢١.٤) درجة مئوية على التوالي في شهر يناير بينما بلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى لمحطة الجوف ومحطة القريات (-١ ، ٥.٩) درجة مئوية على التوالي بنفس الشهر، وتمتاز المنطقة بفروق واضحة بين درجات الحرارة نهاراً وليلاً،

جدول(٤) الخصائص المناخية بمحطة القريات خلال الفترة (١٩٨٥ - ٢٠٢٢ م)

| العناصر المناخية الشهور | درجات الحرارة | | | | سرعة الرياح كم/ساعة | الأمطار مم | الرطوبة النسبية % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | متوسط درجة الحرارة | متوسط درجة الحرارة العظمى | متوسط درجة الحرارة الصغرى | المدى | | | |
| يناير | ٨.٦ | ٢١.٤ | ٥.٩ | ١٥.٦ | ١١.١ | ١٦.٢ | ٦٠ |
| فبراير | ١١.٧ | ٢٦.٢ | ٧ | ١٩.٢ | ١٣ | ٠.٠٠١ | ٥٢ |
| مارس | ١٢.٣ | ٢٩.٤ | ١٠.٥ | ١٨.٩ | ١٤.٨ | ٠.٠٠١ | ٤٥ |
| أبريل | ٢٢.٩ | ٣٩ | ١٤.٤ | ٢٤.٦ | ١٨.٥ | ٠.٠٠١ | ٢٦ |
| مايو | ٢٥ | ٤١.٢ | ١٩ | ٢٢.٢ | ١٦.٧ | ٠ | ٢٦ |
| يونيو | ٢٩.١ | ٤٤.٢ | ٢٢.٧ | ٢١.٥ | ١٨.٥ | ٠.٠٠١ | ٢٩ |
| يوليو | ٣٠ | ٤٣.٨ | ٢٢.١ | ٢١.٧ | ١٨.٥ | ٠ | ٣١ |
| أغسطس | ٣١ | ٤٥.٦ | ١٨.٣ | ٢٧.٣ | ١٤.٨ | ٠ | ٣١ |
| سبتمبر | ٢٨.٤ | ٤٣.٦ | ١٩.٩ | ٢٣.٧ | ١٤.٨ | ٠ | ٣٧ |
| أكتوبر | ٢٣.٣ | ٣٧ | ١٤.٧ | ٢٢.٣ | ١١.١ | ٦.٣ | ٤٥ |
| نوفمبر | ١٦.٥ | ٢٧.٦ | ١١.٩ | ١٥.٧ | ٩.٣ | ١٦.٣ | ٥٨ |
| ديسمبر | ١١.٨ | ٢١.٤ | ٤.٨ | ١٦.٦ | ٧.٤ | ١٢.٨ | ٧٠ |
| الاجمالى | | | | | | ٥١.٦ | |

المصدر: اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وبيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة – الكتاب الإحصائي (٢٠٢٢) بالمملكة العربية السعودية.



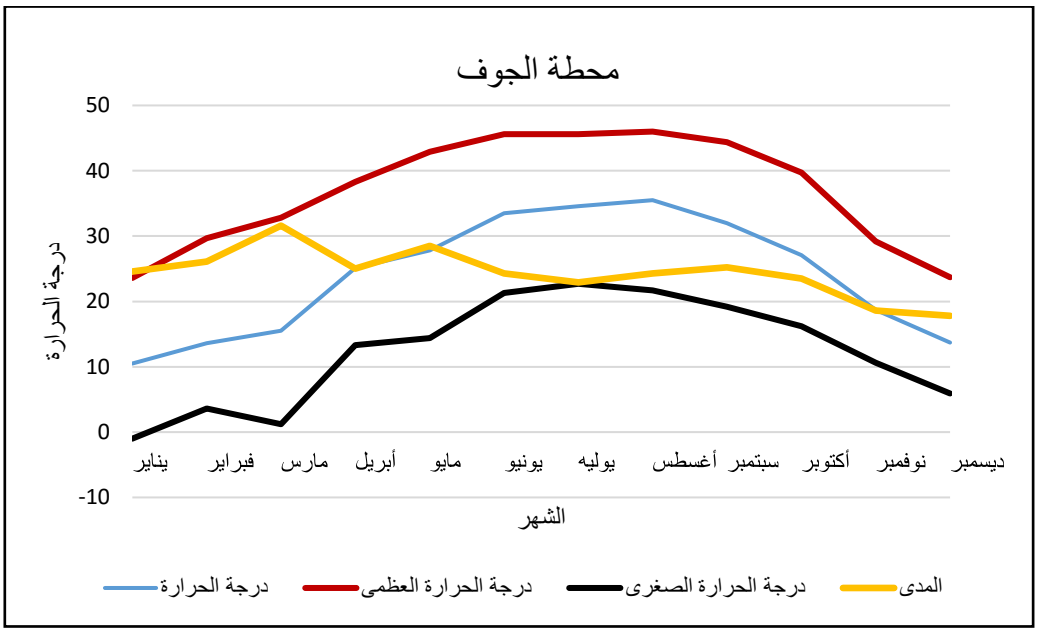

المصدر: بيانات الجدول (٤)

شكل (٥) درجة الحرارة بمحطة القريات

جدول (٥) الخصائص المناخية بمحطة الجوف خلال الفترة (١٩٨٥ – ٢٠٢٢ م)

| العناصر المناخية الشهور | درجات الحرارة | | | | سرعة الرياح كم/ساعة | الأمطار مم | الرطوبة النسبية % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | متوسط درجة الحرارة | متوسط درجة الحرارة العظمى | متوسط درجة الحرارة الصغرى | المدى | | | |
| يناير | ١٠.٥ | ٢٣.٦ | ١- | ٢٤.٦ | ١٣ | ١٢.٦ | ٥٥ |
| فبراير | ١٣.٦ | ٢٩.٧ | ٣.٦ | ٢٦.١ | ١٣ | ٠ | ٣٨ |
| مارس | ١٥.٥ | ٣٢.٨ | ١.٢ | ٣١.٦ | ١٤.٨ | ٠.٠٠١ | ٢٧ |
| أبريل | ٢٥.١ | ٣٨.٣ | ١٣.٣ | ٢٥ | ١٦.٧ | ١٣.٨ | ٢٠ |
| مايو | ٢٧.٨ | ٤٢.٩ | ١٤.٤ | ٢٨.٥ | ١٦.٧ | ١٦.٥ | ١٦ |
| يونيو | ٣٣.٥ | ٤٥.٦ | ٢١.٣ | ٢٤.٣ | ١٤.٨ | ٣ | ١٤ |
| يوليو | ٣٤.٦ | ٤٥.٦ | ٢٢.٧ | ٢٢.٩ | ١٤.٨ | ٠.٠٠ | ١٤ |
| أغسطس | ٣٥.٥ | ٤٦ | ٢١.٧ | ٢٤.٣ | ١٣ | ٦٧.٥ | ١٦ |
| سبتمبر | ٣٢ | ٤٤.٤ | ١٩.٢ | ٢٥.٢ | ١١.١ | ٢.٦ | ١٧ |
| أكتوبر | ٢٧.١ | ٣٩.٧ | ١٦.٢ | ٢٣.٥ | ١١.١ | ٣.٥ | ٢١ |
| نوفمبر | ١٨.٧ | ٢٩.٢ | ١٠.٦ | ١٨.٦ | ١١.١ | ٠.٢ | ٥٤ |
| ديسمبر | ١٣.٧ | ٢٣.٧ | ٥.٩ | ١٧.٨ | ٩.٣ | ٤٣.٦ | ٦٥ |
| الاجمالى | | | | | | ١٦٣.٣ | |

المصدر: اعتماداً على بيانات الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وبيانات وزارة البيئة والمياه والزراعة – الكتاب الإحصائي (٢٠٢٢) بالمملكة العربية السعودية.




المصدر: بيانات الجدول (٥)

شكل (٦) درجة الحرارة بمحطة الجوف

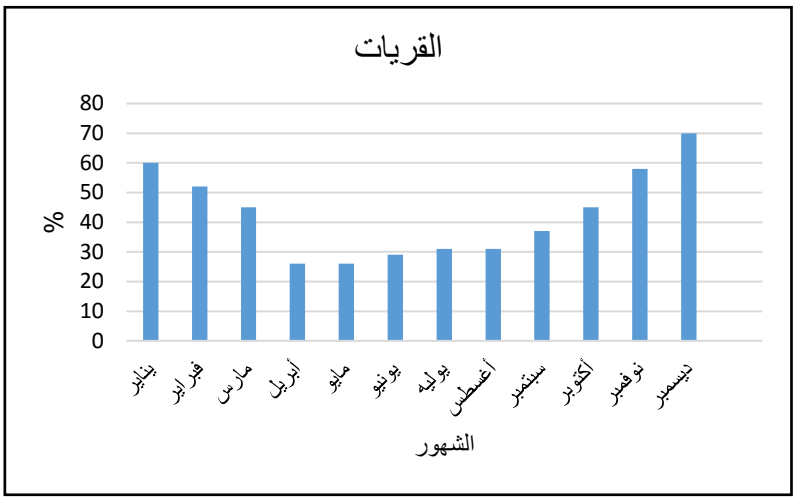
ويعد شهر أغسطس أشد شهور السنة حرارة فتبلغ درجة الحرارة في محطة الجوف والقريات (٣٥.٥، ٣١) درجة مئوية على التوالي يليه شهر يوليو (٣٤.٦، ٣٠) درجة مئوية على التوالي، وقد بلغ متوسط المدى الشهري بمحطات الجوف والقريات (٢٤.٤٥، ٢٠.٨) درجة مئوية على التوالي، وتباينت قيمته من شهر لآخر، حيث بلغ أدناه في شهر يناير وديسمبر (١٥.٦،١٧.٨) على التوالي بمحطات القريات والجوف، بينما بلغ أقصاه بمحطة الجوف في شهر مايو (٢٨.٥) درجة مئوية ومحطة القريات في شهر إبريل (٢٠.١٣) درجة مئوية.

ويتضح مما سبق انخفاض درجة الحرارة في الأشهر الأولى من السنة ثم تزداد تدريجياً حتى تصل أقصاها في شهور الصيف ثم تعاود هبوطها تدريجياً إلى أن تصل إلى أدناه في شهر يناير، وينجم عن ارتفاع درجة الحرارة زيادة معدلات التبخر/ نتح، مما يؤدى إلى انخفاض المحتوى الرطوبى للتربة ومن ثم جفاف وتفكك الطبقة السطحية للتربة وجعلها مهيأة للتعرية خاصة في المناطق التي يقل فيها الغطاء النباتي.

**الرطوبة النسبية:**

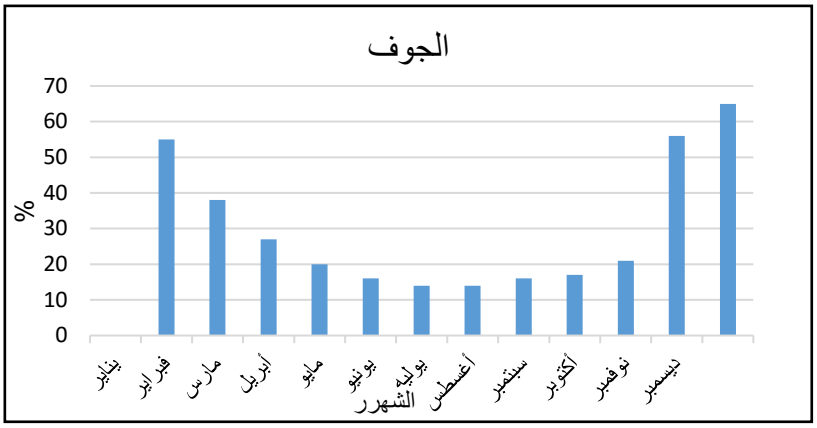
وتتباين معدلات الرطوبة النسبية من فصل لآخر، حيث يتضح من الجدول (٤، ٥) والشكلين (٧، ٨) أن معدلات الرطوبة النسبية بلغت ذروتها في شهر ديسمبر بمحطتي الجوف والقريات(٦٥، ٧٠) على التوالي ويليها شهر يناير(٥٥، ٦٠) على التوالي، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة شتاءً وزيادة كمية بخار الماء في الجو، وتبلغ قيم متوسطات الرطوبة النسبية في الفصلين الانتقاليين الربيع والخريف وسطًا بين قيم الشتاء والصيف، فالرطوبة النسبية المنخفضة في فصل الصيف بمحافظة طبرجل تزيد من معدلات التبخر والنتح مما يعد عبئًا على الموارد المائية بالمنطقة.

ويساعد انخفاض الرطوبة النسبية على ارتفاع نسبة التبخر مما يزيد من جفاف الطبقة السطحية للتربة وتفكك جزيئاتها وتهيئته لعمليات التعرية المختلفة




المصدر: بيانات الجدول (٤)

شكل (٧) الرطوبة النسبية بمحطة القريات



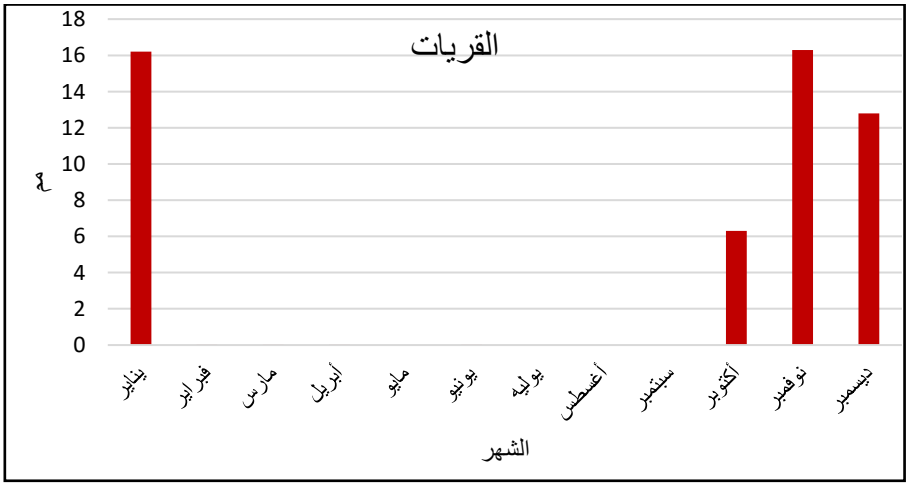

المصدر: بيانات الجدول (٥)

شكل (٨) الرطوبة النسبية بمحطة الجوف

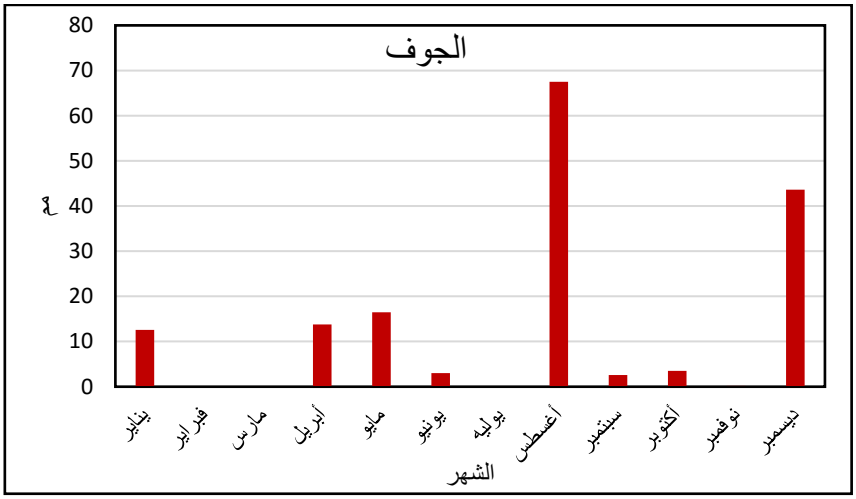
**الأمطار:**

تعد دراسة خصائص الأمطار وتوزعها الزماني والمكاني وتذبذبها خلال فصول السنة المختلفة من العناصر المهمة التي تسهم في عملية تفكك التربة وجعلها غير متماسكة وعرضة للتعرية وبيئة مثالية لنشاط الرياح، حيث تشهد منطقة الدراسة تساقط الأمطار خلال فصول السنة عدا فصل الصيف الذي تزداد فيه معدلات التبخر وانخفاض رطوبة التربة تفككها.

وتعد محافظة طبرجل أقل مناطق المملكة مطراً وتبين من خلال تحليل الجدولين رقم (٤، ٥) والشكلين (٩، ١٠) أن معدل كمية الأمطار السنوية في محطتي الجوف والقريات بلغ (١٦٣.٣، ٥١.٦) مم/سنة على التوالي وقد أدى قلة الأمطار وتذبذبها الكبير إلى فقدان دورها وفاعليتها في المحافظة على التربة من التدهور، حيث لم تساعد كمية الأمطار على نمو غطاء نباتي يقي التربة من عمليات التعرية الريحية ما عدا بعض الأعشاب القصيرة التي تنمو أثناء سقوط المطر وسرعان ما تختفي نتيجة للرعي الجائر الذي يسود المنطقة دون ضوابط.




شكل (٩) الأمطار بمحطة القريات




شكل (١٠) الأمطار بمحطة الجوف

لقياس شدة النحت الناتج عن التساقط المطري اعتمدت الباحثة على مجموعة من القوانين والنماذج، لتوضيح قوة فاعلية التعرية المائية بمنطقة الدراسة ومدى تأثير كميات الأمطار الساقطة على تعرية التربة بمنطقة الدراسة، ولتقدير حجم التعرية المائية السطحية تم تطبيق معادلة دوكلاس[1] التى تعتمد على التساقط الفعال لثورنثويت واستخدام عنصري درجة الحرارة ومعدل التساقط السنوي جدول ( ٦)

$$S = 1.63 \times \frac{(0.03937PE)^{2.3}}{1+0.0007(0.03937PE)^{3.3}}$$

S = حجم التعرية

$$PE = 115\left(\frac{P}{T-10}\right)^{\frac{10}{9}}$$

PE = التساقط الفعال لثورنثويت

P = التساقط بالبوصة

T = معدل درجة الحرارة بالفهرنهيت

جدول(٦) تقدير حجم التعرية المائية بمنطقة الدراسة حسب مؤشر دوكلاس

| المحطة | كمية الأمطار السنوية مم | كمية الأمطار السنوية بالبوصة | معدل درجة الحرارة درجة مئوية | معدل درجة الحرارة بالفهرنهيت | حجم التعرية م٣ /كم٢ السنة |
|---|---|---|---|---|---|
| القريات | ٥١.٦ | ٢.٠٣ | ٢٠.٨ | ٦٩.٤ | ٠.٠٦٦٣ |
| الجوف | ١٦٣.٣ | ٦.٤٣ | ٢٣.٩ | ٧٤.٨ | ٠.٠٩٩٤ |

المصدر من حساب الباحثة اعتمادا على الجدول (٤ ، ٥).

[1] R .U .Cook ,Geomorphology in Deserts ,London batsford,1973 ,p.393.

وتبين من تطبيق معادلة دوكلاس أن أعلى معدل سنوى لحجم التعرية المائية الناتجة عن التساقط المطري بلغ ٠.٠٩٩٤ م$^{3}$ /م$^{2}$ / سنة بمحطة الجوف، بينما بلغ معدل التعرية المائية فى محطة القريات ٠.٠٦٦٣ م$^{3}$ /م$^{2}$ / سنة ويرجع ذلك التباين المكاني للتعرية نتيجة اختلاف كمية الأمطار المتساقطة على محطات منطقة الدراسة. ولتحديد قدرة النحت المطري الناتجة عن تصادم قطرات المياه بسطح التربة تم الاعتماد على معادلة فورنير– أرنولدس التي تم تطويرها من قبل منظمة الأغذية والزراعة (فاو)

$$F.A.I=\sum_{I=1}^{12}\frac{PI^2}{P}$$ (Yuksel et al., 2008)

F.A.I = مؤشر فورنير – أرنولدس

PI = معدل التساقط الشهري ملم

P = مجموع المطر السنوي

حيث تمارس قطرات المطر الساقطة فوق سطح التربة نشاطها النحتى الناتج عن قوة اصطدام حبيبات المطر بالأرض ، وبتطبيق المعادلة على منطقة الدراسة تبين أن قدرة التعرية التصادمية بلغت ( ١٤.٣ ، ٤٣.٧) في محطتي القريات والجوف على التوالي جدول (٧ ، ٨) حيث يوجد تباين في معدلات النحت الشهري والتي صُنفت حسب مؤشر فورنير على مستوى كمية التساقط الشهري بالضعف جدول (٩)، ويرجع ذلك لطبيعة الأمطار التي تتميز بتذبذبها وقلة التساقط ،كما أنها فجائية الحدوث خلال فترات زمنية قصيرة ،على شكل رخات ثقيلة وفجائية مركزة في عدد قليل من الأيام خلال موسم التساقط وقد تسقط كمية المياه للشهر كله مرة واحدة في سويعات قليلة مسببة نحت شديد يفوق ما يعادل نحت مائي لفترة زمنية طويلة .

جدول (٧) قدرة التعرية المطرية بمحطة القريات وفقا لمؤشر فورنير

| الأشهر | كمية المطر مم/ شهر | مربع كمية المطر | مؤشر فورنير | شدة التعرية |
|---|---|---|---|---|
| يناير | 16.2 | 262.44 | ١5. | ضعيفة |
| فبراير | 0.001 | 0.000001 | ٠ | ضعيفة |
| مارس | 0.001 | 0.000001 | ٠ | ضعيفة |
| أبريل | 0.001 | 0.000001 | ٠ | ضعيفة |
| مايو | 0 | 0 | 0 | ضعيفة |
| يونيو | 0.001 | 0.000001 | ٠ | ضعيفة |
| يوليو | 0 | 0 | 0 | ضعيفة |
| أغسطس | 0 | 0 | 0 | ضعيفة |
| سبتمبر | 0 | 0 | 0 | ضعيفة |
| اكتوبر | 6.3 | 39.69 | ٨0. | ضعيفة |
| نوفمبر | 16.3 | 265.69 | ٢5. | ضعيفة |
| ديسمبر | 12.8 | 163.84 | ٢3. | ضعيفة |
| المجموع السنوى | 51.6 | | ١٤.٣ | |

من حساب الباحثة اعتمادا على جدول(٤)

جدول (٨) قدرة التعرية المطرية بمحطة الجوف وفقا لمؤشر فورنير

| الأشهر | كمية المطر الشهري مم | مربع كمية المطر | مؤشر فورنير | شدة التعرية |
|---|---|---|---|---|
| يناير | 12.6 | 158.76 | ١ | ضعيفة |
| فبراير | 0 | 0 | 0 | ضعيفة |
| مارس | 0.001 | 0.000001 | 0 | ضعيفة |
| أبريل | 13.8 | 190.44 | ٢1. | ضعيفة |
| مايو | 16.5 | 272.25 | ٧1. | ضعيفة |
| يونيو | 3 | 9 | ٦0.0 | ضعيفة |
| يوليو | 0.00 | 0 | 0 | ضعيفة |
| أغسطس | 67.5 | 4556.25 | 27.9 | ضعيفة |
| سبتمبر | 2.6 | 6.76 | ١0. | ضعيفة |
| اكتوبر | 3.5 | 12.25 | ١0. | ضعيفة |
| نوفمبر | 0.2 | 0.04 | 0 | ضعيفة |
| ديسمبر | 43.6 | 1900.96 | 11.6 | ضعيفة |
| المعدل السنوى | 163.3 | | ٧43. | ضعيفة |

من حساب الباحثة اعتمادا على جدول (٥)

جدول (٩)عامل مؤشر شدة النحت بحسب مؤشر فورنير – أرنولدس

| الدرجة | شدة النحت |
|---|---|
| أقل – ٥٠ | ضعيفة |
| ٥٠ – ٥٠٠ | معتدلة |
| ٥٠٠ – ١٠٠٠ | عالية |
| أكثر من ١٠٠٠ | عالية جدا |

**الرياح:**

تتأثر الرياح في منطقة الدراسة بأنظمة الضغط الجوي السائدة والتي تؤثرخلال فصول السنة فتتحكم في اتجاه وسرعة الرياح، لذلك يؤدي التشابه في أنظمة الضغط الجوي إلى تشابه اتجاه وسرعة الرياح، فترجع زيادة الرياح الشمالية والشمالية الشرقية إلى سيادة أنظمة الضغط المرتفع في كل أجزاء المنطقة شتاءً بينما يسود صيفًا رياح شمالية شرقية إلى جنوبية شرقية، بسبب سيطرة أنظمة الضغط الجوي المنخفض (منخفض الهند الموسمي الحراري).

ولا تعد الرياح عامل مؤثر فى عمليات النحت والتعرية إن لم تكن جافة وسريعة ومحملة بحبيبات الأتربة حيث تعتبر الرياح المسئولة عن التعرية الريحية تؤثر سرعة الرياح على زيادة معدلاتها خاصة التي تهب في فصل الجفاف والتي تتسبب في تزايد معدلات التبخر– نتح فتؤدى إلى جفاف

حبيبات التربة السطحية وتفككها وسهولة نقلها وتبدأ الرياح عملها عندما تسبب ضغطاً على سطح الأرض يتناسب طردياً مع مربع سرعة الرياح. حيث تبدأ حركة حبيبات التربة السطحية المفككة عندما تكون سرعة الرياح أكبر من السرعة الأولية اللازمة لحركة هذه الحبيبات والتي يطلق عليها السرعة الحرجة وتتباين هذه السرعة تبعا لأقطار حبيبات التربة جدول (١٠) ويبين الجدول رقم (٤ ، ٥) أن سرعة الرياح تزداد في فصل الربيع والصيف والتي تعد أعلى معدل في سرعة الرياح حيث بلغت في محطتي الجوف والقريات (١٦.٧ ، ١٨.٥) كم/ساعة على التوالي والقادرة على حمل الرمال المتوسطة ، كما تبين أن الأجزاء الشمالية تتأثر برياح أقوى من الأجزاء الجنوبية.

**التعرية الريحية الناتجة عن قوة ضغط الرياح على التربة**

تتباين شدة التعرية وفقا لاختلاف سرعة الرياح وقوة ضغطها على سطح التربة وتباين حبيبات التربة القابلة للتعرية، حيث تتحرك حبيبات التربة المفككة بفعل الرياح عندما تزيد قوة ضغط الرياح على قوة الجاذبية الأرضية لها.

حيث تبدأ حركة حبيبات التربة السطحية المفككة وفقدان ترابطها عندما تكون سرعة الرياح أكبر من السرعة الأولية الأزمة لحركة هذه الحبيبات والتي يطلق عليها السرعة الحرجة وتتباين هذه السرعة تبعا لأقطار حبيبات التربة (جدول١٠) وتتباين سرعة الرياح بمنطقة الدراسة بين ٩.٣ كم/س، ١٦.٧ كم/س بمحطة الجوف و٧.٤ كم/س، ١٨.٥ كم/س بمحطة القريات، مما يجعل الرياح قادرة على تحريك الرمال الخشنة والمتوسطة والتي يقل قطر حبيباتها عن ٠.٥ مم

جدول (١٠) علاقة أقطار حبيبات التربة مم والسرعة الحرجة لحركتها م/ث

| قطر الحبيبات | نوعها | السرعة الأولية للرياح |
|---|---|---|
| ٠.٠١ فاقل | غرين متوسط وناعم وطين | ٣.٦ |
| ٠.٠٢٥ | غربن متوسط | ٣.٧ |
| ٠.٠٥ | غرين خشن | ٣.٨ |
| ٠.١ | رمل ناعم جداً | ٤ |
| ٠.٢٥ | رمل متوسط | ٤.٥ |
| ٠.٥ | رمل خشن | ٥.٣ |
| ١ | رمل خشن جداً | ٦.٦ |

المصدر: عدنان جاسم وآخرون، تعرية التربة سبل معالجتها(٢٠٠٧)

وتم تقدير مقدار ضغط الرياح على سطح تربة منطقة الدراسة باستخدام المعادلة الأتية

مقدار ضغط الرياح (باوند / قدم²) = P سرعة الرياح (ميل AMERICAN STA) $P=0.00256*V^2$ /ساعة) = V والمعامل ٠.٠٠٢٥٦ تم حسابه على أساس القيم النموذجية لكثافة الهواء وتسارع الجاذبية

ويتضح من جدول ( ١١، ١٢) أن مقدار ضغط الرياح يزداد مع زيادة سرعة الرياح والتي تبدأ بالزيادة التدريجية من شهر مارس حتى تبلغ أقصى سرعة لها في شهر إبريل لتبلغ ١٦.٦ كم/ ساعة، ١٨.٥ كم/س بمحطتي الجوف والقريات على التوالي ،مما أدى إلى زيادة قوة ضغط الرياح على حبيبات التربة المفككة خلال شهور مارس، إبريل ، مايو، يونيو لتبلغ ( ١.١ ، ١.٧، ١.٤، ١.٧، كجم/ م$^2$)، (١.١، ١.٤، ١.٤، ١.١ كجم/ م$^2$) بمحطتي الجوف والقريات على التوالي، بينما كان أقل مقدار لضغط الرياح على حبيبات التربة خلال شهور أكتوبر ونوفمبر وديسمبر ويناير، مما يجعل قابلية التربة للتعرية أقل بسبب مقاومة التربة وزيادة المحتوى الرطوبى وتماسك حبيباتها.

جدول (١١) مقدار ضغط الرياح على سطح التربة بمحطة القريات

| الأشهر | سرعة الرياح (ميل/ساعة) | مقدار ضغط الرياح (كجم/ م٢) * |
|---|---|---|
| يناير | 6.9 | 0.٦ |
| فبراير | 8.1 | 0.8 |
| مارس | 9.٣ | 1.١ |
| إبريل | 11.٦ | 1.٧ |
| مايو | 10.4 | 1.٤ |
| يونيو | 11.٦ | 1.٧ |
| يوليو | 11.٦ | 1.٧ |
| اغسطس | 9.٣ | 1.١ |
| سبتمبر | 9.٣ | 1.١ |
| اكتوبر | 6.9 | 0.٦ |
| نوفمبر | 5.8 | 0.4 |
| ديسمبر | 4.6 | 0.٣ |

* تم تحويل الناتج من باوند /قدم مربع الى كجم /متر مربع

جدول (١٢) مقدار ضغط الرياح على سطح التربة بمحطة الجوف

| الاشهر | سرعة الرياح (ميل/ساعة ) | مقدار ضغط الرياح ( كجم /م٢ )* |
|---|---|---|
| يناير | 8.1 | 0.8 |
| فبراير | 8.1 | 0.8 |
| مارس | 9.3 | 1.١ |
| إبريل | 10.4 | 1.٤ |
| مايو | 10.4 | 1.٤ |
| يونيو | 9.3 | 1.١ |
| يوليو | 9.3 | 1.١ |

| | | |
|---|---|---|
| اغسطس | 8.1 | 0.8 |
| سبتمبر | 6.9 | 0.٦ |
| اكتوبر | 6.9 | 0.٦ |
| نوفمبر | 6.9 | 0.٦ |
| ديسمبر | 5.8 | 0.4 |

ولتقدير قيم القابلية المناخية لتعرية المناخ تم تطبيق المعادلة التي وضعتها منظمة الغذاء والزراعة العالمية

$$c = \frac{1}{100} \times v^3 \times \frac{pet - p}{pet} d$$

C = القابلية المناخية للتعرية

p = المعدل الشهري للأمطار، d =عدد أيام الشهر

pet =المعدل الشهري للتبخر/ نتح v = المعدل الشهري لسرعة الرياح

جدول (١٣) القابلية المناخية للتعرية الريحية بمحطة القريات

| الأشهر | سرعة الرياح (م/ث) | الأمطار(مم) | التبخر/نتح (مم ) * | القابلية المناخية للتعرية الريحية |
|---|---|---|---|---|
| يناير | 3.١ | ١٦.٢ | 81.3 | 25.1 |
| فبراير | 3.6 | ٠.٠٠١ | 116.4 | 32.6 |
| مارس | 4.1 | ٠.٠٠١ | 137.7 | 42.7 |
| ابريل | 5.1 | ٠.٠٠١ | 305.6 | 91.7 |
| مايو | 4.6 | ٠ | 333 | 103.2 |
| يوليو | 5.1 | ٠.٠٠١ | 374.1 | 112.2 |
| يونيو | 5.1 | ٠ | 375.7 | 116.5 |
| اغسطس | 4.1 | ٠ | 389.5 | 120.8 |
| سبتمبر | 4.1 | ٠ | 323.4 | 97.08 |
| أكتوبر | 3.١ | ٦.٣ | 231 | 71.68 |
| نوفمبر | 2.٦ | ١٦.٣ | 130.2 | 39 |
| ديسمبر | 2.١ | ١٢.٨ | 73.1 | 22.6 |

المصد من حساب الباحثة اعتمادا على جدول (٤)

جدول (١٤) القابلية المناخية للتعرية الريحية بمحطة الجوف

| الأشهر | سرعة الرياح (م/ث) | الأمطار(مم) | التبخر/نتح(مم ) * | القابلية المناخية للتعرية الريحية |
|---|---|---|---|---|
| يناير | 3.6 | ١٢.٦ | 102.2 | 31.6 |
| فبراير | 3.6 | ٠ | 166.3 | 46.6 |
| مارس | 4.1 | ٠.٠٠١ | 215.5 | 66.86 |
| ابريل | 4.6 | ١٣.٨ | 361.4 | 108.46 |
| مايو | 4.69 | ١٦.٥ | 421.5 | 130.7 |
| يوليو | 4.1 | ٣ | 529.8 | 158.9 |
| يونيو | 4.1 | ٠.٠٠ | 549.9 | 170.5 |
| اغسطس | 3.6 | ٦٧.٥ | 553.4 | 171.5 |
| سبتمبر | 3.١ | ٢.٦ | 485.46 | 145.6 |
| أكتوبر | 3.١ | ٣.٥ | 386 | 119.7 |
| نوفمبر | 3.١ | ٠.٢ | 158.1 | 47.4 |
| ديسمبر | 2.٦ | ٤٣.٦ | 94.4 | 29.1 |

المصد من حساب الباحثة اعتمادا على جدول (٥)

* تم حساب التبخر نتح باستخدام معادلة ايفانوف

$$E = 0.0018 \times (T + 25)^2 \times (100 - A)$$

A = الرطوبة النسبية  E = التبخر/ نتح

T = معدل درجة الحرارة الشهري

يتضح من الجدول (١٣، ١٤) أن المجموع السنوي للقابلية المناخية لتعرية الرياح بلغ في محطتي الجوف والقريات (١٢٢٦.٩، ٨٦٥.٢) على التوالي، حيث تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق شديدة التعرية جداً جدول (١٥) ويرجع ذلك إلى سرعة الرياح وارتفاع درجة الحرارة وانخفاض كمية الأمطار الساقطة وتذبذبها. وتتباين القابلية المناخية خلال فصول السنة إذ تنخفض في الشهور التي يزيد فيها التساقط المطري، بينما تأخذ القابلية المناخية بالزيادة حتى تبلغ أقصاها خلال شهور أبريل، ومايو، ويوليو، ويونيو، وأغسطس، ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة وقيم البخر نتح وزيادة سرعة الرياح

جدول (١٥) درجة التعرية الريحية للقابلية المناخية وفق معادلة منظمة الغذاء والزراعة

| درجة التعرية | شدة قابلية المناخ للتعرية الريحية |
|---|---|
| أقل من ٢٠ | تعرية ضعيفة |
| ٢٠ – ٥٠ | تعرية متوسطة |
| ٥٠.١ – ١٥٠ | تعرية شديدة |
| أكثر من ١٥٠ | تعرية شديدة جداً |

المصدر: عبد الله سالم المالكي (٢٠١١)، ص ٢٢٥

خامساً التربة:

تتعرض أراضي المملكة العربية السعودية للتصحر نتيجة وقوعها بالأراضي الجافة وشبه الجافة، وتعتبر الحالة العامة للأراضي والتغيرات التي تطرأ عليها من المعايير الهامة في مراقبة تدهور التربة وانجراف الطبقة السطحية الهشة الناتجة عن عمليات التجوية والتعرية وانخفاض خصوبتها ونقص محتواها من المادة العضوية ، وتعد التربة أحد المصادر الطبيعية المتجددة في محافظة طبرجل التي يعتمد عليها وجود الغطاء النباتي، وتتميز تربة محافظة طبرجل بأنها تربة حديثة التكوين وتشكلت تحت ظروف بيئية تميزت بالجفاف ولذلك فهي عديمة التطور ولا يلاحظ فيها آفاق تشخيصية واضحة (Ministry of Agriculture , 1995,P 18)، ويرجع ذلك إلى التجديد المستمر بواسطة عمليات التعرية الإرسابات نتيجة قلة الأمطار وارتفاع درجة الحرارة وخفض رطوبة التربة وتفككها، وهبوب الرياح الجافة بمنطقة الدراسة.

وتتعدد مصادر التربة في محافظة طبرجل، ففي الجزء الشمالي تشتق مادة التربة من حرة الحره ومن الصخور النارية والمتحولة، وهي صخور جرانيتية وحجر رملي مما أثر بشكل رئيسي على قوام التربة وخصائصها من النفاذية والمسامية والتهوية والتصريف والقدرة على الاحتفاظ بالماء، فهي ذات قوام خشن غنية بالسليكات والألومنيوم.

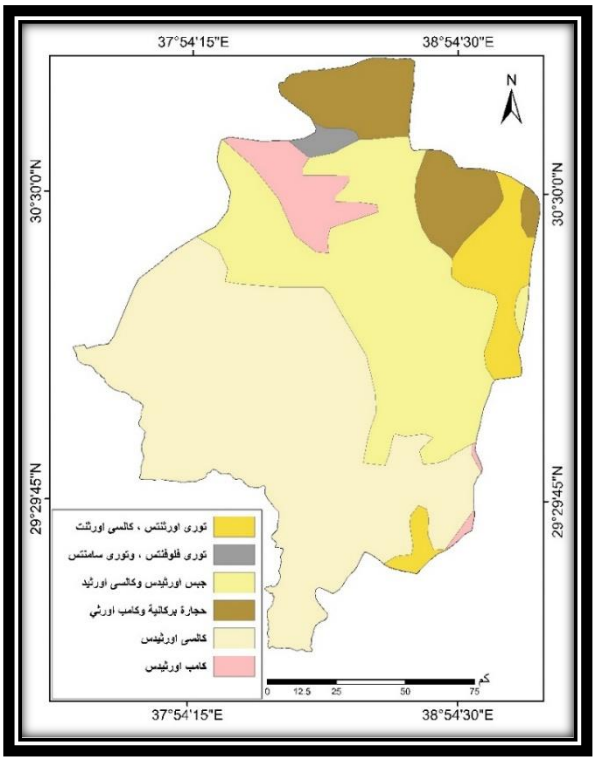
تعتبر معظم ترب المملكة جيرية وذلك لعدم وفرة الأمطار بالقدر الكافي لغسل كربونات الكالسيوم، غير أنه في بعض الترب المتطورة قديمة التكوين، ذات السطح المستقر، أدت المناخات الرطبة في العصور السابقة إلى توزيع جزئي لكربونات الكالسيوم في طبقات التربة وقد نتج عن ذلك تركيزها في أعماق معينة. توجد هذه الترب في السهول السطحية والسهول الرسوبية القديمة، وأغلب هذه الترب طمية أو رملية عميقة إلى متوسطة العمق. وهي جيدة الصرف وخفيفة إلى شديدة الملوحة، ويتراوح محتواها من كربونات الكالسيوم عامة من ٨ إلى ١٥% في الترب الرملية وترتفع إلى أعلى من هذا المستوى في الترب الطمية. (وزارة الزراعة والمياه، ٢٠٠٣، ص ١٧)

وتصنف التربة في محافظة طبرجل إلى رتبتي الإنتي سولز رتبة الأراضي الحديثة وهي تربة قوامها الطين والرمل وتنتشر في مناطق الكثبان الرملية ورواسب الأودية الفيضية الحديثة وتتسم ترب هذه الرتبة بحداثتها وعدم احتوائها على جميع الأفق التشريحية للتربة، ورتبة الإريدي سولز وتشمل (الأراضي الجافة) وهي تربة طميية ملحية حصوية متوسطة العمق لا تحتوي على كثير من الرطوبة الكافية لسد الاحتياجات المائية للنباتات ذات الاحتياج المائي المتوسط لفترة زمنية طويلة خريطة (١١).

وتنتمي إلى هذه الرتبة مجموعة من التربات

١. مجموعة التوري سامنتس Torripsamments
٢. مجموعة التوري فلوفنتس Torrifluvents
٣. مجموعة التوري أورثنتس Torriorthents

وتنتشر ترب التوري أورثنتس على الجبال والتلال وأراضي البروزات الصخرية حادة الانحدار وعلى جوانب الأودية وفي المكاشف الصخرية، وتتكون من الرمل والطين ويتسم قوام تربة هذه المجموعة بأنه قوام طميي حصوي، تتراوح نسبة الأملاح فيه ٨ ملليوز/ سم وتنخفض قدرة هذه التربة على الاحتفاظ بالماء وهي تربة غير صالحة للزراعة بسبب شدة انحدار سطحها وضحالتها. وتعد تربة التوري سامنتس إحدى المجموعات التابعة لرتبة الأراضي الحديثة الموجودة بمحافظة طبرجل ، وتنتشر في المناطق المغطاة بالكثبان الرملية والرواسب الرملية السهلية وعلى جوانب الأودية والسهول الفيضية، وهي أكثر التربات انتشاراً بمحافظة طبرجل ، وتعد تربة سامنتس تربة رملية عميقة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه منخفضة تتراوح بين ٦-٨ سم/ ١٥٠ م وتقدر كمية الأملاح بها بين صفر- ٨ ملليموز/ سم، وتتميز بنفاذيتها العالية وهي تربة صالحة للزراعة على نطاق واسع (شكل ١١) بينما تستخدم أراضى تربة التوري فلوفنتس للرعي أو الزراعة عندما تتوفر مياه الري حيث يتراوح قوامها بين الرملى واللومى السلتى (وزارة الزراعة ،١٩٩٤ ، ص ص ١ - ٨٣) .




المصدر: Kingdom of Saudi Arabia, ministry (1995), the land resources

شكل (١١) توزيع أنواع التربات

رتبة الإريدي سولز:

تعد رتبة الإريدي سولز (الأراضي الجافة) تربة طمية ملحية حصوية متوسطة العمق لا تحتوي على كثير من الرطوبة الكافية لسد الاحتياجات المائية للنباتات ذات الاحتياج المائي المتوسط لفترة زمنية طويلة. وتضم رتبة الأراضي الجافة بمحافظة طبرجل مجموعات من الترب هي:

مجموعة الكالس أورثيدز Calciorthids

مجموعة الجبس أورثيدز Gypsiorthids

مجموعة السال أورثيدز (السباخ) Salorthids

تعد ترب الكالس أورثيدس الأكثر انتشاراً، وتعد تربة محافظة طبرجل تربة جيرية نتيجة قلة الأمطار مما يجعل عملية غسيل التربة أمراً غير ممكن، بحيث يحتوي قطاع التربة على الأفق الكالس الذي يتكون نتيجة ترسب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم، وتنتشر بالأراضي المستوية خفيفة الانحدار والأراضي السهلية والرواسب المروحية ذات السطح شبه المستوى خفيف الانحدار، وتتميز تربة الكالس أورثيدس بقوامها الطيني وتتراوح ملوحتها بين صفر – ١٦ ملليموز/ سم، وهي تربة صالحة للزراعة لها قدرة متوسطة على الاحتفاظ بالمياه إذ تتراوح قدرتها على الاحتفاظ بالماء ١٥– ١٢ سم/١٥٠ سم.

تنتشر تربة الجبس أورثيدز في محافظة طبرجل وأراضي السهول شبه المستوية ومن أهم خصائصها احتوائها على طبقة جبسية صماء تؤدي دوراً بارزاً في منع حركة الماء نحو الأسفل وكذلك يمنع مرور جذور النباتات ولهذا تُعد هذه التربة غير صالحة للزراعة.

بينما تنتشر مجموعة السال أورثيدز بالأراضي السبخية وهي تربة ذات نفاذية بطيئة جداً ولها قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء، وتحتل السبخات الأراضي المنخفضة وفي فصل الصيف وتغطي الأرض قشرة ملحية لجفاف التربة كسبخة حظوظاء.

ويلاحظ مما سبق أن غالبية أنواع الترب منتشرة في محافظة طبرجل سواء ترب طمية رملية أو طينية رملية أو تربات رملية وسبخية، وتختلف خصوبة التربة ولونها ومميزاتها من مكان لآخر، ويلاحظ من الخريطة (١١) أن التربة الطمية تغطي جزء كبير من مساحة منطقة الدراسة تليها التربة الرملية ثم تربة السبخات والتي تنتشر في مساحات صغيرة في شمال غرب منطقة الدراسة، حيث تبدأ عمليات تدهور التربة بنقص محتوى المادة العضوية من الطبقة السطحية للتربة.

**سادساً- موارد المياه:**

تعد الموارد المائية من أهم عناصر البيئة والتنمية الزراعية، والمصدر الرئيسي في تحديد مستقبلها بكافة جوانبها بالمناطق الجافة وشبه الجافة، ويكتسب الماء أهمية خاصة في منطقة الدراسة نظراً لندرته ومحدوديته وعدم انتظام توزيعه مكانياً وزمانياً.

وتعتبر المياه الجوفية المورد الأساسي للتنمية الزراعية الأفقية والرأسية بمنطقة الدراسة نتيجة انخفاض معدل كميات الأمطار الساقطة سنوياً، وعدم وجود أنهار دائمة الجريان، ويمكن تقسيم المياه في بمحافظة طبرجل إلى:

**المياه السطحية:**

تعد الأودية الجافة في محافظة طبرجل شبكة تصريف طبيعية لمياه الأمطار، على الرغم من جفافها معظم أيام السنة حيث تتجمع المياه في المنخفضات والقيعان والمكامن التي يمكن الاعتماد عليها لفترات محدودة لا تتجاوز الشهرين حسب كمية الأمطار الساقطة وكمية الأمطار المتجمعة ودرجة الحرارة وتعتبر هذه الأودية وروافدها مصدراً لمياه الشرب والزراعة ، حيث يتسرب جزء من المياه السطحية إلى باطن الأرض لتساهم في شحن الخزان الجوفي، وتتجه معظم أودية منطقة الدراسة بشكل عام ناحية الشرق نتيجة الانحدار التدريجي لتضاريس منطقة الدراسة من الغرب إلى الشرق مما يؤدى الى فقدان الطبقة السطحية الخصبة من التربة ونقل كميات كبيرة منها وارسابها في مناطق أخرى مخلفة ورائها تربة ضحلة فقيرة (الخريطة الكنتورية) وللاستفادة من مياه السيول قامت الدولة بإنشاء عدد المن السدود وتستقبل منطقة الجوف كمية من الأمطار تقدر بحوالي ٢٠٧.٣ مليون متر مكعب سنوياً [١].

[١] من حساب الباحثة بالاعتماد على مساحة منطقة الدراسة ومتوسط كمية الأمطار في محطة الجوف والقريات.

**المياه الجوفية:**

ساعدت طبيعة التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة على سهوله نفاذية وتسرب المياه السطحية إلى الطبقات الحاملة للمياه والتي تعد من أكثر مصادر المياه أهمية بمحافظة طبرجل، حيث يعتمد النشاط الزراعي على الاستفادة من المياه الجوفية بمنطقة الدراسة وتنقسم إلى:

**(أ) المياه الجوفية:**

تتكون المياه الجوفية تحت السطحية عندما تتسرب مياه الأمطار عبر مسام التربة إلى باطن الأرض بحيث تحفظ في طبقات الصخور الرسوبية، وترتبط عملية تسرب المياه على نفاذية التربة وكمية الأمطار الساقطة ومدتها وكثافة الغطاء النباتي، ولا يزيد عمق المياه السطحية عن بضعة أمطار ويتم الحصول على هذه المياه عن طريق حفر آبار يدوية وتختلف نوعية المياه وكمياتها وعمق وجودها من منطقة لأخرى، ومن طبقة لأخرى.

**(ب) المياه الجوفية العميقة:**

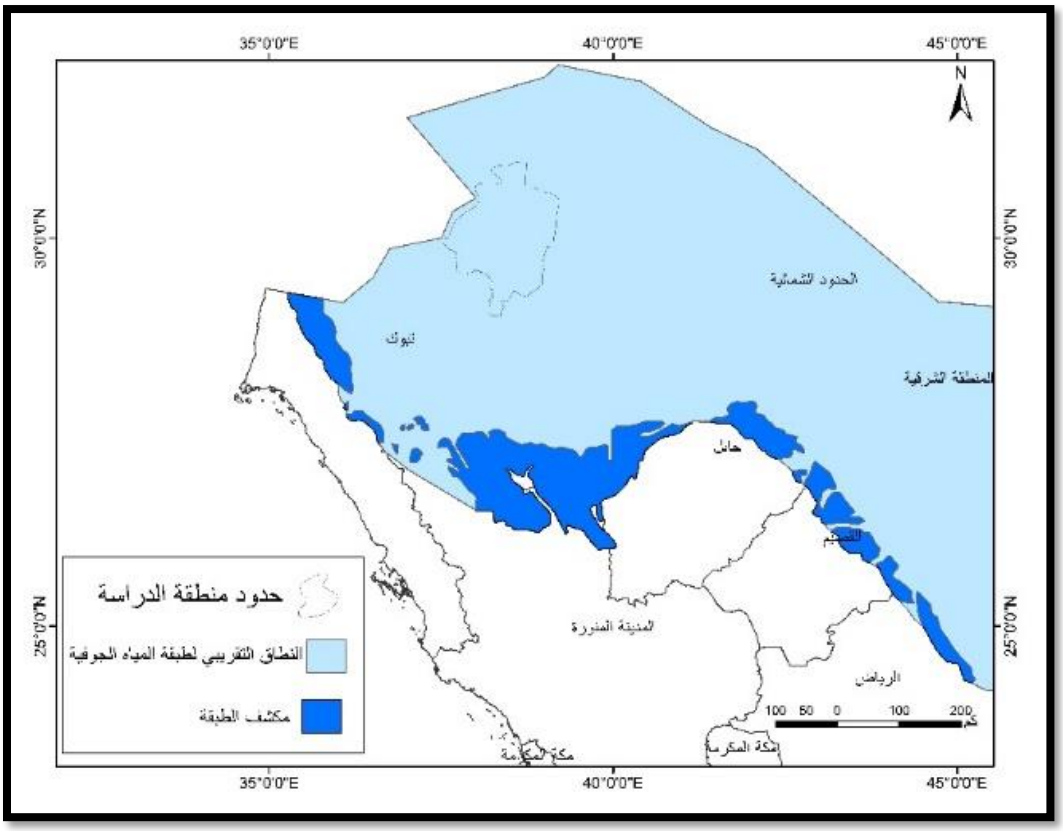
تحتوي خزانات المياه الجوفية العميقة كميات كبيرة من المياه الصالحة للاستهلاك تختلف من مكان لآخر، حيث ترتكز التكوينات الرسوبية الحاملة للمياه الجوفية على صخور الدرع العربي غير المنفذة وتنحدر تدريجياً من الغرب إلى الشرق، ولهذه الخاصية أهمية في تشكيل الآبار الارتوازية ويتم شحن خزانات التكوينات عن طريق مكاشفها السطحية. وتتوزع طبقات المياه الرئيسية وتكونتاتها في منطقة طبرجل إلى:

**تكوين ساق:**

ويعد تكوين ساق من أكبر التكوينات المائية في المملكة العربية حيث يتكون من حجر رملي يعود إلى العصر الكامبرى، يعلوها طفل تابع لمكون تبوك. (شكل 12) ويتراوح عمق المياه في تكوين الساق بين ١٠٠ م في منطقة الجوف إلى ١٨٥٠ م في القصيم، وتعد مياهه من النوعية الجيدة، حيث يتراوح معدل الأملاح الذائبة ١٠٠٠–١٢٠٠ ملجم/ لتر (Ministry of Agriculture,The Soudi,Arabia, 1995) ويتم تعويض مياه مكون الساق عن طريق مكاشفة الواقعة شمال المملكة ويمتاز هذا التكوين بوفرة إنتاجه وعذوبه مائه، وباستطاعته أن ينتج أكثر من ١٠٠ لتر في الثانية من المياه بدون ضخ لها (عبد العزيز عبد اللطيف ،٢٠٠٠، ص ٢٤٤).

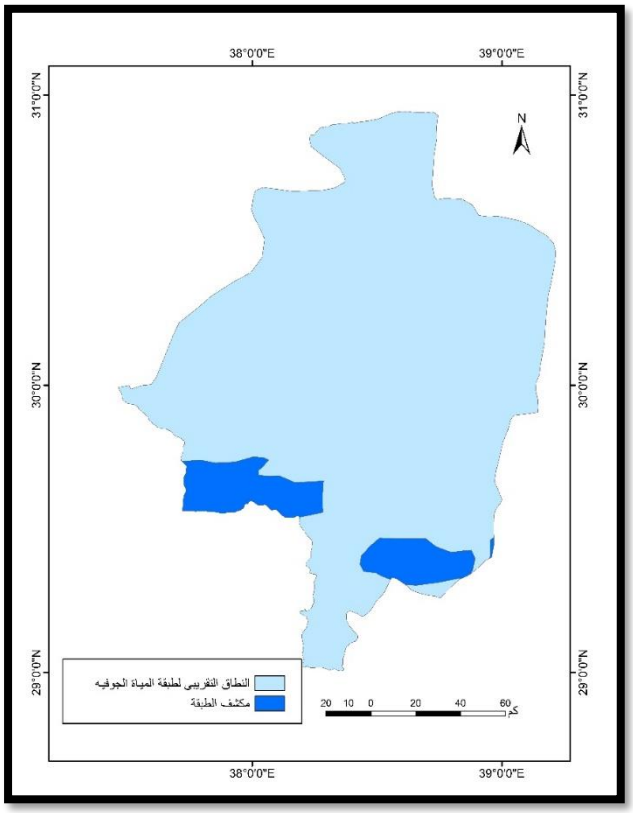
**تكوين تبوك:**

توجد غالبية هذه الطبقة جنوب منطقة الدراسة (شكل 13 ) ويتكون هذا التكوين من ثلاثة وحدات من الحجر الرملي وتعرف بتبوك السفلي والأوسط والعلوي وهو عبارة عن تتابع سميك من الطفل والغرين والحجر الرملي ومن المحتمل أن يكون هذا التكوين أساس حوض النفود، وعمره أردفيشى سفلي وديفوني سفلي ويتراوح تركيز الأملاح في منطقة تبوك بين ٥٠٠-٦٠٠ مليجرام لكل لتر وتوجد بمحافظة طبرجل بعض التكوينات الثانوية مثل تكوين الجوف وتكوين سكاكا وتغلب الصخور الرملية ذات الحبيبات الناعمة والمتوسطة على محتويات تكوين الجوف التابع للعصر الديفوني السفلي، ويتكون من صخور الطفل والحجر الرملي والحجر الجيري، ويصل تركيز الأملاح في مياه ٧٠٠ مليجرام/لتر، أما تكوين سكاكا التابع للعصر الكريتاس الأوسط فإنه يتألف من الصخور الرملية ويصل تركيز الأملاح في مياه ٦٠٠ مليجرام/لتر(الشريف،صالح ،١٩٧٨ ،ص١٧٩) .




المصدر: المملكة العربية السعودية، وزارة المياه والكهرباء.

شكل (١٢) تكوين ساق




المصدر: المملكة العربية السعودية، وزارة المياه والكهرباء.

شكل (١٣) تكوين تبوك

**- مؤشر فرق رطوبة التربة Normalized Difference Moisture Index (NDMI )**

يعد من المؤشرات المهمة للكشف عن جفاف ورطوبة التربة، وهو دليل على خصائص التربة وكمية المياه المخزونة والعالقة بسطح التربة، يختلف من تربة إلى أخرى بناء على اختلاف الغطاء النباتي وكثافته ويحسب من المعادلة التالية:

$$NDMI = \frac{Band\ Green - Band\ Swir1}{Band\ Green + Band\ Swir2}$$ (بارود،٢٠١٩،ص٤٠٦)

Band 5 = نطاق الأشعة تحت الحمراء القصيرة في مرئيات ETM+
(https://landsat.usgs.gov/landsat-missions-timeline)

Band Swir1 = نطاق الأشعة تحت الحمراء القصيرة ١

Band Swir2 = نطاق الأشعة تحت الحمراء القصيرة ٢

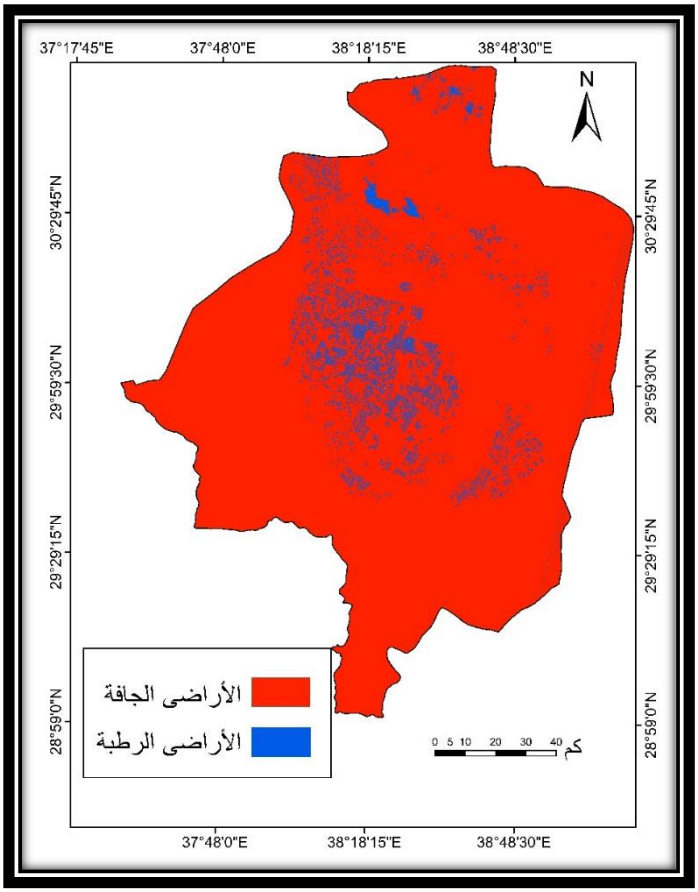
تتراوح قيم مؤشر ( NDMI) بين (١، −١) حيث تمثل القيمة الموجبة المحصورة بين القيم (٠، ١) الأراضي الرطبة بينما القيمة السالبة بين (٠، −١) فتمثل الأراضي الجافة.

ويتضح من الشكل (١٤) الجدول (١٦) زيادة مساحة الأراضي الجافة بشكل عام، حيث بلغت مساحة الأراضي الجافة عام ٢٠٢٥م ١٨٦٥٧.٦٨ كم² بنسبة ٩٦.٣ % من مساحة منطقة الدراسة بينما بلغت مساحة الأراضي الجافة عام ٢٠١٠ م ١٨٤٩٥.٨٥ كم² ٩٥.٤٧ %، بينما بلغت مساحة الأراضي الرطبة عام ٢٠٢٥ م ² ٧١٦.٣٨ كم² بانخفاض مقداره ١٥١.٧٢ كم² عن عام ٢٠١٠ م، مما يؤكد تعرض منطقة الدراسة للجفاف.

جدول رقم (١٦) مساحات ونسب التغطية لمؤشر رطوبة التربة MDWI

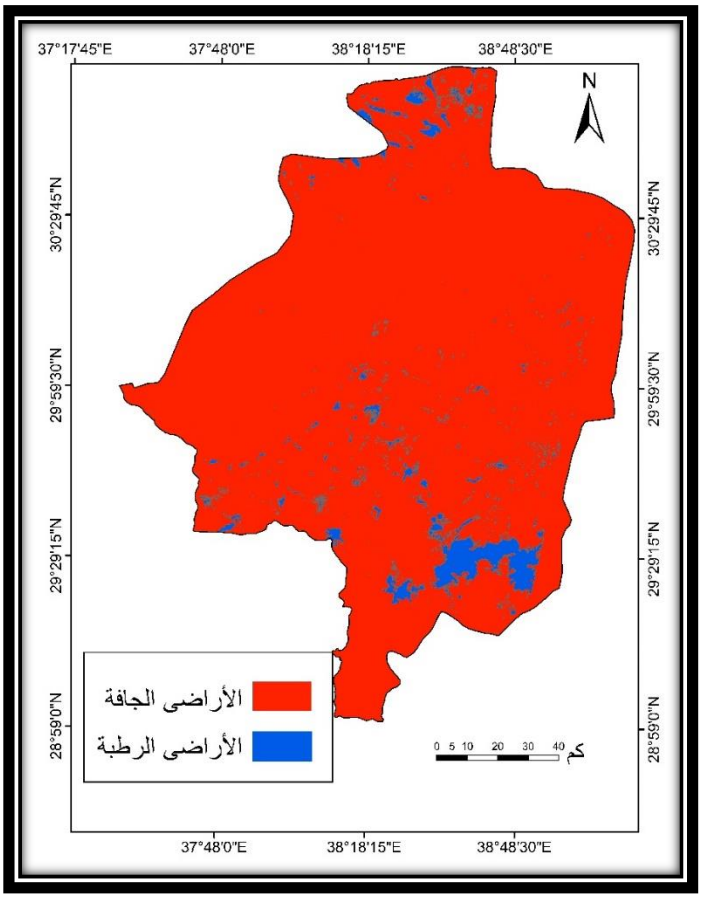
| م | النوع | المساحة 2010 كم² | % | المساحة ٢٠٢٥كم² | % |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | تربة جافة | ١٨٤٩٥.٨٥ | ٩٥.٤٧ | ١٨٦٥٧.٦٨ | ٩٦.٣ |
| ٢ | تربة رطبة | ٨٧٨.١ | ٤.٥٣ | ٧١٦.٣٨ | ٣.٧ |

المصدر الباحثة بالاعتماد على معالجة المرئيات لمؤشر رطوبة التربة




المصدر الباحثة بالاعتماد جدول (١٦) معالجة المرئيات الفضائية

شكل (١٤) مؤشر الرطوبة ٢٠١٠




المصدر الباحثة بالاعتماد جدول (١٦) معالجة المرئيات الفضائية

شكل (١٥) مؤشر الرطوبة ٢٠٢٤

**كشف التغير المساحي للغطاء النباتي باستعمال مؤشر (NDVI)**

ويُعد مؤشر الغطاء النباتي من المؤشرات الطيفية الأكثر استخداما في تحليل المرئيات الفضائية ودراسة الغطاء النباتي واستخدامه بفاعلية في أنظمة الإنذار المبكر لمراقبة الجفاف، وهو أسلوب يعتمد على معادلة تُبنى على العلاقة بين نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة ونطاق الأشعة الحمراء، حيث تعمل الأقمار الصناعية على التقاط المرئيات في نطاقات طيفية مختلفة لنفس الحيز المكاني، وتتميز الأراضي الزراعية بارتفاع قيم انعكاسية النباتات في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة وانخفاض انعكاسية النبات في نطاق الأشعة الحمراء.

وقد تم استخلاص مساحات التغطية النباتية من خلال مؤشر التغطية النباتية على المرئيات المستخدمة في الدراسة بالاعتماد على نطاقي الأشعة تحت الحمراء القريبة والأشعة الحمراء المرئية جدول (١٧)، ويستخدم مؤشر التغطية النباتية (دليل الاختلاف الخضري) للتمييز بين المناطق الخالية من النباتات والأراضي الزراعية.

جدول (١٧) تطبيق مؤشر التغطية النباتية على المرئيات المستخدمة

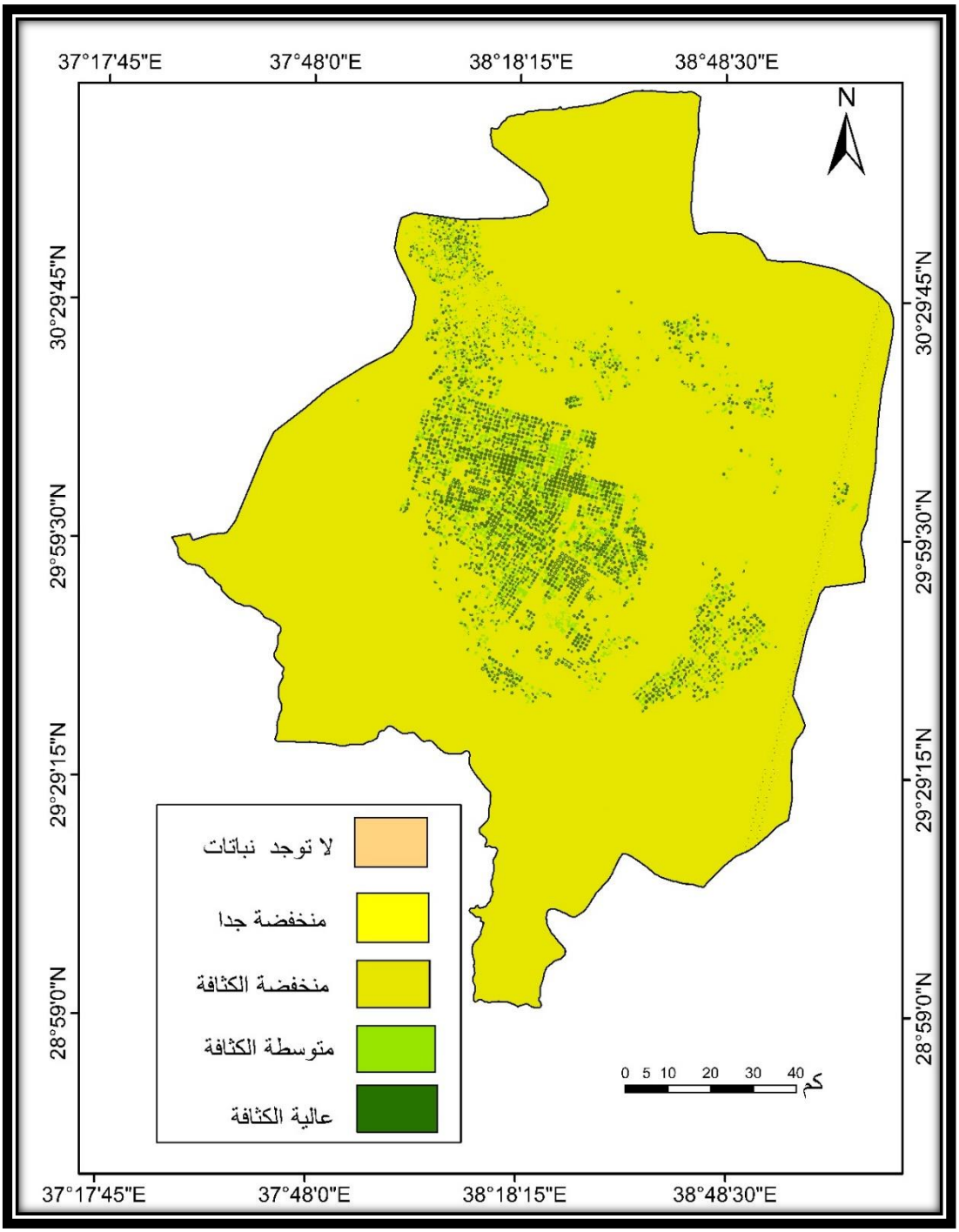
| تاريخ الالتقاط | المستشعر | NDVI معادلة |
|---|---|---|
| ٢٠١٠ | ETM+ | $\frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3}$ |
| 2025 | OLI | $\frac{Band5 - Band4}{Band5 + Band4}$ |

على الرغم من أن محافظة طبرجل غنية بالمياه الجوفية الصالحة للزراعة وهذا ما يؤكده التوسع الكبير الذي شهدته محافظة طبرجل من توسع مساحة الرقعة الزراعية وخاصة زراعة القمح والنخيل والأعلاف، ومن دراسة معامل التغير المساحي للغطاء النباتي للمرئيات لاند سات ٢٠١٠ / ٢٠٢٥ تبين انخفاض مساحة الأراضي الزراعية عالية الكثافة والمتوسطة من ١٤٧٦.٨٢ كم$^2$ عام ٢٠١٠م إلى ٧٧٠.٥٧ كم$^2$ عام ٢٠٢٥م بنسبة ٤٧.٨ % جدول (١٨) شكل (١٥ ، ١٦) ويرجع ذلك نتيجة تدهور الأراضي الزراعية بسبب التملح والاعتماد على المياه الجوفية وتراكم الأملاح على أسطح التربة ، وتعد كمية الأمطار الساقطة غير كافية لغسيل سطح التربة مما دعى المملكة إلى توقف عملية استصلاح الأراضي الزراعية وتقليل مساحتها، حيث يؤثر تملح التربة بشكل مباشر على قدرة النباتات على الإنبات. وقد تبين من الجدول (١٨) زيادة الأراضي الصحراوية التي لا يوجد بها نباتات ومنخفضة الكثافة جدا إلى ٣٥٧.٣٧ كم$^2$ و ١٤٠٣٢.٩٨ كم$^2$ على التوالي سنة ٢٠٢٥ م، بينما بلغت هذه المساحة سنة ٢٠١٠م ٤.٠١ كم$^2$ و٢.٢ كم$^2$ على التوالي ويرجع ذلك نتيجة تعرض منطقة الدراسة للجفاف وعمليات التعرية الريحية.

جدول (١٨) مساحة التغطية النباتية خلال الفترة (٢٠١٠م – ٢٠٢٥م)

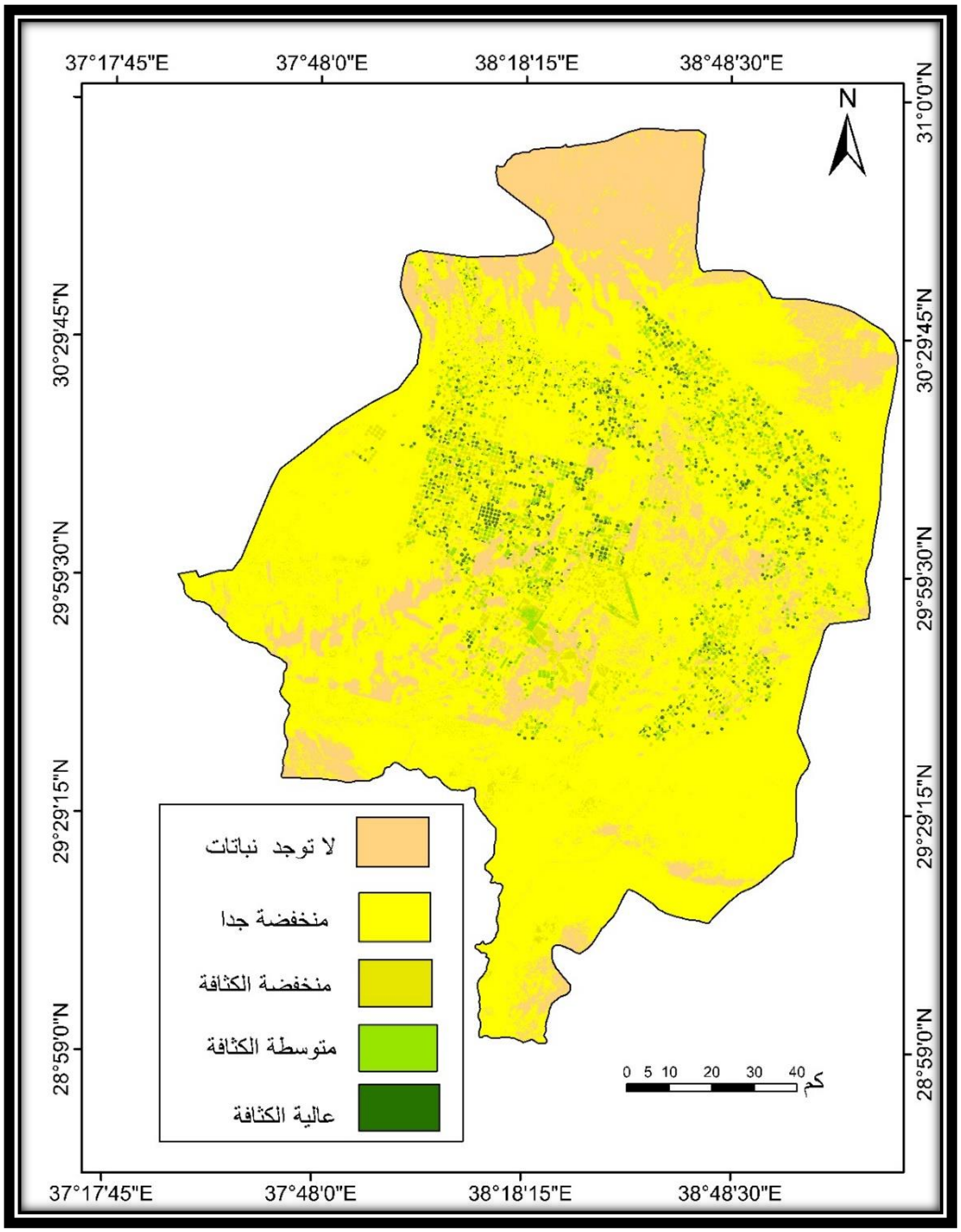
| م | الفئة | الوصف كثافة النباتات | المساحة كم$^2$ ٢٠١٠ | المساحة كم$^2$ ٢٠٢٥ |
|---|---|---|---|---|
| ١ | اقل من – ٠.٢٢٥ – | لايوجد نبات | ٤.٠١ | ٣٥٧٣.٣٧ |
| ٢ | ٠.٢٢٥– ٠ | منخفض جدا | ٢.٢ | ١٤٠٣٢.٩٨ |
| ٣ | ٠ – ٠.٢٢٥ | منخفض | ١٧٨٩١.٠٣ | ٩٩٦.٩٦ |
| ٤ | ٠.٢٢٥ – ٠.٤٢٥ | متوسط | ٦٨١.١٩ | ٥٠١.٨٢ |
| ٥ | ٠.٤٢٥ فأكبر | عالية | ٧٩٥.٦٣ | ٢٦٨.٧٥ |

المصدر: اعتمادا على معالجة المرئيات الفضائية باستخدام معادلة مؤشر التغطية النباتية




المصدر: المرئية الفضائية

خريطة (١٥) دليل الغطاء النباتي لســـــنة ٢٠١٠




المصدر: المرئية الفضائية

خريطة (١٦) دليل الغطاء النباتي لسنة ٢٠٢٥

**النتائج والتوصيات:**

تتعرض الأراضي الزراعية المجاورة للصحاري إلى الزحف الصحراوي واقتحام الكثبان الرملية للأراضي الزراعية وتعرية التربة وفقدان خصوبتها نتيجة سوء استغلال التربة واستخدام المياه الجوفية التي تزيد الملوحة فيها؛ مما يهدد بتراجع خصوبة التربة وإنتاجيتها.

حيث أدى انخفاض معدلات المطر السنوي وارتفاع درجة الحرارة خلال شهور الصيف إلى حدوث التصحر، وقد تسببت سرعة الرياح العالية بمنطقة الدراسة في التعرية الريحية، حيث يُعد التكوين الجيولوجي لرواسب الزمن الرابع التي تغطى سطح الأرض لمنطقة الدراسة رواسب ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية.

وتبين من دراسة معامل التغير المساحي للغطاء النباتي للمرئيات لاند سات ٢٠١٠ / ٢٠٢٥ انخفاض مساحة الأراضي الزراعية عالية الكثافة والمتوسطة من ١٤٧٦.٨٢ كم$^2$ عام ٢٠١٠م إلى ٧٧٠.٥٧ كم عام ٢٠٢٥م بنسبة ٤٧.٨ % من مساحة منطقة الدراسة.

بلغ المجموع السنوي للقابلية المناخية لتعرية الرياح في محطتي الجوف والقريات (١٢٢٦.٩، ٨٦٥.٢) على التوالي، حيث تقع منطقة الدراسة ضمن المناطق شديدة التعرية جداً

وتوصى الباحثة بتشريع قوانين حازمة تحد من التوسع في مساحات الأراضي الزراعية المعتمدة على المياه الجوفية وإنشاء مراكز بحثية تعنى بمكافحة الجفاف واستنباط محاصيل زراعية تقاوم الجفاف

توصي الدراسة بعمل أحزمة شجرية لحماية المنطقة من ظاهرة الزحف الصحراوي وإدخال البعد البيئي في جميع مشاريع التنمية.

**المراجع العربية:**

– المملكة العربية السعودية (٢٠١٢): حقائق وأرقام – هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، جدة.

– إبراهيم الأحيدب (٢٠٠٣). المناخ والحياة دراسة في المناخ التطبيقي، الرياض، المملكة العربية السعودية. مكتبة فهد الوطنية.

– أسماء نعمت الله عبد الشافي الشرباص (٢٠١٩). إدارة الأراضي الزراعية وعلاقتها بالجدارة الإنتاجية للتربة في مراكز محافظة الدقهلية غرب فرع دمياط "دراسة في الجغرافيا الاقتصادية باستخدام الجيومعلوماتية. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات، كلية الآداب، جامعة المنصورة.

– أفراح إبراهيم شمخي (٢٠٢١) تقدير حجم التعرية الريحية لحوض الحل والصفاوى جبوب شرق ناحية الشبكة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة بابل– العلوم الإنسانية، المجلد ٢٩، العدد ٣.

– آمال بنت يحيى عامر الشيخ (٢٠١٠)، أهمية الصور الفضائية والخرائط الرقمية في تنمية الغطاء النباتي وأثره على السياحة البيئية في منطقة جازان، اللجنة العليا لأنظمة المعلومات الجغرافية بالمنطقة الشرقية، الملتقى الوطني الخامس لنظم المعلومات الجغرافية بالمملكة العربية السعودية، جامعة الملك عبد العزيز، ص ٣.

– جميل طارش العلي وعلي حمضي ذياب وقاسم محمود السعدي (٢٠١٠)، تحديد مناطق التصحر باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في محافظة المثنى، مجلة أوروك للأبحاث العلمية، المجلد ٣، العدد ٣، تشرين الأول، ص ١٨.

– خميس فاخر بارود (٢٠١٩) تطبيقات الاستشعار عن بعد في برنامج نظم المعلومات الجغرافي Map Arc، الطبعة الأولى، الجامعة الإسلامية، كلية الآداب.

– ريم محمد الشهري (٢٠٢٣): التحليل المكاني للغطاء النباتي باستخدام مؤشر NDVI في المملكة العربية السعودية (منطقة عسير والباحة كنموذج)، المجلة الأكاديمية للأبحاث والنشر العلمي، الإصدار الرابع والخمسون.

– سعد صالح خضر عيد، سحاب خليفة السامرائي (٢٠١٣): استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد نظم المعلومات الجغرافية في تقدير ظاهرة التصحر في قضاء البعاج في محافظة نينوى، مجلة كلية التربية الأساسية، جامعة بابل، العدد ١٢، العراق.

– عبد الرحمن الشريف وحسن عبد القادر (١٩٧٨): موارد المياه الجوفية في حوض النفود الرسوبي الكبير، مجلة الدارة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

– عبد الله سالم المالكي (٢٠١١): العلاقة الفصلية والمكانية بين التعرية الريحية للتربة وظواهر الجو الغبارية في محافظتي البصرة وذي قار، مجلة آداب ذي قار، العدد (٤)، ص ٢٢٥.

– عبد الله سالم عبد الله المالكي (١٩٩٩): ظاهرة التذرية الريحية في محافظة ذي قار والبصرة، رسالة دكتوراة، جامعة البصرة، غير منشورة.

–عبد العزيز عبد اللطيف آل الشيخ وآخرون (٢٠٠٠): دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية، الجزء الأول، الدراسات الطبيعية، الرياض، مكتبة العبيكان.

– عدنان جاسم ثابت وآخرون (٢٠٠٧): تعرية التربة وسبل معالجتها، جامعة البصرة.

– كاظم شنتة سعد وآخرون (٢٠٢٠): تحليل جغرافي للتعرية الريحية في قضاء على الغربي باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة ميسان للدراسات الأكاديمية، جامعة ميسان، العراق.

كمال الشيخ حسن (٢٠١٢): جغرافية التربة، دار المنهل اللبناني، بيروت.

– كاظم شنتة سعد وآخرون (٢٠٢٠): تحليل جغرافي للتعرية الريحية في قضاء على الغربي باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة ميسان للدراسات الأكاديمية، جامعة ميسان، العراق.

– مطيرة بنت خواتيم المطيري (٢٠١٩): الأمطار وإمكانية تنمية المساحات المزروعة في منطقة الجوف بالمملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية العربية، المجلد س ٥٠، العدد ٧٣.

– معراج بن نواب مرزا (٢٠٠٧): السمات البنيوية والمورفولوجية للحرات في غرب المملكة العربية السعودية مع التركيز على حرات الكتلة المركزية (حرّت كشب دراسة حالة) مجلة جامعة أم القرى للعلوم والتربوية والإنسانية، المجلد ٢٠، العدد ١، ص ٢٩٥ –٢٨٢.

– ميسون بركات الزغول (٢٠٢٠): الكشف عن التغيرات في استعمالات الأراضي والغطاءات الأرضية في محافظة محايل عسير (المملكة العربية السعودية) خلال الفترة ١٩٩١–٢٠١٩م باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة اتحاد الجامعات العربية للآداب، جامعة الملك خالد، العدد ٢، المجلد ١٧، المملكة العربية السعودية.

– ناهد محيسن (٢٠٠٤): التدهور البيئي للمواد الزراعية (حالة الأرض ــ المياه – السكان) المجلة المصرية للتنمية والتخطيط ١٢ (٢).

– نويرة مسرى ناعم الحربي (٢٠٢٠): الخصائص الطبيعية لحوض وادي فاطمة شمال مكة المكرمة المملكة العربية السعودية، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد الثاني عشر (٢).

– نديم هاشم وميسون الزعول (٢٠٢٤): تقييم مخاطر انجراف التربة وتصنيفها في حوض عمان ــالزرقاء بالاعتماد على المعادلة العالمية Rusle والتقنيات الجيومكانية، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، المجلد ٨٤، العدد (١)، يناير.

– وزارة الزراعة والمياه (٢٠٠٣): الاستراتيجية وبرامج العمل الوطنية لمكافحة التصحر والتخفيف من آثار الجفاف في المملكة العربية السعودية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

– وزارة الزراعة (١٩٩٤): الموارد الأرضية، المملكة العربية السعودية، الرياض، ص ١– ٨٣.

## المراجع الأجنبية:

–Abdullah Othman, Mohamed Sultan, Richard Becker, Saleh Alsefry, Talal Alharbis, Esyas Gebremichael, Hassn Alharbi, Karem Abdelmohsen,(2018) Use of Geophysical and Remote sensing data for assessment of aquifer depletion and related land deformation. Surv Geophys, https://doi.org/10.1007/s10712-017-9458-7.

-Moujahed Ai-Husseni and Robley K. Matthews (2006) Devonian Jauf Formation Saudi Arabia, Orbital Second –order Depositional Sequence28,see Arabia vol.11 ,No2 , pp.(53-70).

- Ministry of Agriculture, The Soudi,Arabia, (1995) The landreources. -FAO, Unesco, irrigation Drainage Salinity An international source Book, Hutchinson and Co, 1933.

-Powers, R. W., Ramirez, L. F., Redmond, C. D. and Elborg, E. L. (1966), Geology of the Arabian Peninsula sedimentary Geology of Saudi Arabia, pp. 1-5.

- R.U.Cook,Geomorphology in Deserts, London batsford,1973 ,p.393

-Wallace, C. A., Dini, S. M., Al-Farasani, A. a. (2000), Geologic Map of the Wadi Sirhon Quadrangle, Sheet 30c, Saudi Arabia Deputy Ministry of Mineral Resources, Geologic Map GM-127-Scale: 1: 250000, p. 3.

-Yuksel, A., Gundogan, R. and Akay, A.E. 2008. Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaras, Turkey. Sensors J., 8(8): 4851-4865