المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

دلائل التغيرات البيئية في وادي الأجردي بمحمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية خلال فترة الهولوسين

The Indications of The Environmental in Wadi Al Ajradi in the Imam Turki bin Abdullah Reserve during Holocene Period.

إعداد: الباحثة/ مها بنت عواد العنزي

دكتوراه في الفلسفة في الجغرافيا الطبيعية، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية

Email: maha.alonezi@gmail.com

الملخص:

يمتد وادي الأجردي في الأجزاء الجنوبية الشرقية من محمية الإمام تركي بن عبدالله الملكية شمالي منطقة القصيم، ويعد هذا الوادي إحدى الشبكات الهيدرولوجية القديمة، التي تشكلت معالمها إبان العصور المطيرة خلال العصر الرباعي المتأخر، حيث يمثل مع امتداده وادي الرمة، ووادي الباطن في الأجزاء الشرقية جزء من نهر عظيم كان يسود في هذه البقاع من المملكة العربية السعودية.

تأتي أهمية دراسة التغيرات البيئية في حوض وادي الأجردي في كونها واحدة من الدراسات التي تهدف إلى إعادة بناء البيئة القديمة في هذا الجزء من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، وتهدف الدراسة إلى كشف التغيرات البيئية التي حدثت في هذا الجزء من المحمية، وفهم العلاقة بين مجراه القديم ومجرى وادي الرمة خصوصًا في عصر الهولوسين، وثبت أبرز ملامح التغيرات والتبدلات البيئة والمناخية التي تتزامن مع تطور هذا الوادي. اعتمدت الدراسة على استخدام عدد من التقنيات والتحاليل المعملية متمثلة في تقنية الكربون المشع Radiocarbon Dating(14C) وتقنية حيود الأشعة السينية (XRD) X-Ray Diffraction، والتحليل الحجمي للرواسب Grain size analysis ، بجانب العمل الميداني المكثف.

قادت نتائج الدراسة إلى بناء تصور ماضي المحمية في هذا الجزء من المملكة العربية السعودية حيث وادي الأجردي الذي شهد نشاطًا في أوائل الهولوسين Cal 9695 – 9544 قبل الحاضر، بالإضافة إلى إعادة بناء الشبكة النهرية القديمة التي سادت إبان العصور المطيرة، وتوصي الدراسة بضرورة مراعاة حرم مجرى رافد وادي الأجردي (شعيب قبة) والتخطيط السليم وفق طبيعة خصائصه الهندسية، وتطبيق القرار الوزاري الصادر عام 1402ه القاضي بمنع التعدي على حرمات الأودية، وضبط التوجهات المستقبلية لمخطط بلدة قبة، وتفعيل مجموعة من الأنشطة السياحية والاقتصادية في المحمية بما يعود على التنمية في المنطقة، وفق أسس وضوابط تضمن حمايتها واستدامتها.

الكلمات المفتاحية: الهولوسين، حيود الأشعة السينية (XRD)، محمية الإمام تركي بن عبد الله الطبيعية الملكية، التأريخ بالكربون المشع (C14).

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

The Indications of The Environmental in Wadi Al Ajradi in the Imam Turki bin Abdullah Reserve during Holocene Period.

Maha Awwad Al-anazi

Doctor of Philosophy in Physical Geography, Qassim University, Kingdom of Saudi Arabia

Abstract:

Wadi Al Ajardi is located along the southeast of Imam Turki Bin Abdullah Royal Natural Reserve (Al-Taisiya), north of Al-Qassim Province. It is one of the ancient hydrological networks, which formed during the rainy periods of the Late Quaternary. Together with Wadi Al-Rummah and Wadi Al-Batin in the east, it represents a part of a great river that dominated these areas of Saudi Arabia. The researchers pay attention to studying the environmental changes of Wadi Al Ajardi basin for the sake of rebuilding the ancient environment of Imam Turki Bin Abdullah Royal Natural Reserve. This research aims to clarify the environmental changes experienced by this area of Imam Turki Bin Abdullah Royal Natural Reserve and recognize the relationship between the ancient stream of Wadi Al Ajardi and the stream of Wadi Al-Rummah, particularly in the Holocene Epoch. Moreover, it demonstrates the most prominent features of the environmental and climatic changes that coincide with the development of Wadi Al Ajardi.

The research used laboratory techniques and analyses, including Radiocarbon Dating (14C), X-Ray Diffraction (XRD), and Grain size analysis, in addition to extensive fieldwork. The research findings contributed to depicting the past of Imam Turki Bin Abdullah Royal Natural Reserve in this region of Saudi Arabia, where Wadi Al Ajardi witnessed great activity in the early Holocene (approximately 9544 - 9695 BPCal) and reconstructing the ancient river network that dominated during the rainy ages. The study recommends the necessity of taking into consideration the sanctuary of the tributary of Wadi Al-Ajrdi (Shuaib Quba) and proper planning according to the nature of its engineering characteristics, implementing the ministerial decision issued in 1402 AH prohibiting encroachment on the sanctities of the valleys, controlling the future directions of the Quba town plan, and activating a group of tourism and economic activities in the reserve in a way that returns development in the region, according to principles and controls that guarantee its protection and sustainability.

Keywords: Holocene, X-Ray Diffraction (XRD), Imam Turki Bin Abdullah Royal Natural Reserve (Al-Taisiya), Radiocarbon Dating (14C).

1. المقدمة.

تتنوع التغيرات البيئية وتتباين أسبابها وأثارها، ولعل من أهمها الجفاف الناتج عن قلة التساقط كما حدث في منطقة الساحل الأفريقي خلال فترات السبعينات والثمانينيات من هذا القرن وما ترتب عليه من خسائر كبيرة (Goudie, 1977) كذلك هدد الجفاف بعض من مناطق في أوربا. وعلى نقيض الجفاف تأتي السيول والفيضانات المدمرة والتي تكرر حدوثها وتزايد أثرها في كثير من بلدان العالم سواء في شرق اسيا او أوربا أو حتى المناطق الجافة كالمملكة العربية السعودية ومصر.

الجزيرة العربية مرت بالعديد من التغيرات البيئية خلال الرباعي المتأخر، فالرياح الموسمية التي سادت في أوائل الهولوسين وأواخر البلايستوسين امتدت تأثيراتها على مساحات كبيرة منها، وهذا ما أدى إلى سقوط أمطار غزيرة أسهمت في جريان معظم الأودية في شبه الجزيرة العربية، كوادي الرمة ووادي الدواسر، وامتلاء كثير من بحيرات القصيم وسط المملكة والربع الخالي (Goudie,2000)؛ فهناك العديد من المؤشرات التي تدعم سيادة الرطوبة خلال تلك الأوقات قبل ما يقارب 10 ألاف سنة ماضية (Mcclure,1984)، يدعم ذلك ما عُثر عليه من غطاء نباتي وإحيائي كثيف في كثير من مناطق شبه الجزيرة العربية، وكان من أهم الأسباب التي أدت إلى التغيرات البيئية في الجزيرة العربية منخفضات البحر المتوسط التي كان لها دور مهم في إمداد الجزيرة العربية بالمؤثرات الرطبة، ففي وسط المملكة العربية السعودية وجدت آثار تدعم وتؤكد أنها كانت تحت تأثيرها، وأنها أسهمت بجزء من الإمداد المائي على أجزاء منطقة القصيم وسط المملكة العربية السعودية Aldughairi, (2011)، بالإضافة إلى تأثيرات الدفع القوي شمالًا لحزام الأعاصير المدارية، إثر تمركز (ITCZ) Inter Tropical Convergence Zone، فقد كان يسيطر هذا الحزام على الأجزاء الشمالية من خط الاستواء، ووصلت مؤثراته بعض أجزاء من الجزيرة العربية، (Fletmann, 2007)، أسهم هذا في دفع الرياح الموسمية الجنوبية الغربية ناحية وسط وشمال المملكة العربية السعودية، فأدى ذلك إلى هطول كميات كبيرة من الأمطار أدت إلى جريان معظم أودية الجزيرة العربية وامتلاء بحيراتها. وبحلول أواسط الهولوسين تراجع تأثير الرياح الموسمية وأعاصير البحر المتوسط، وهذا ما تسبب في توغل رياح الشمال الجافة (الرياح التجارية)، فأسهم ذلك في التغير التدريجي والتحول من الخصب للقحولة، شملت أجزاء واسعة من شبه الجزيرة العربية، تجلى ذلك في تشكُّل بحار رملية شاسعة، وكان في حدود 5000 سنة ماضية (Aldughairi, 2011)؛ إذ بدأ المناخ بالتحوّل للمناخ الصحراوي الجاف، وأسهم نشاط وتوغل الرياح الشمالية والشمالية الشرقية في معظم أجزاء شبه الجزيرة العربية في عمليات الإرساب الريحي، كتشكل نفود الربع الخالي(Edgel، 2006)، وكثبان نفود الثويرات القبابية ورمال الطرفية والمظهور الطولية في القصيم، وأسهم هذا في تغيير مجرى الرمة وعزله عن وادي الأجردي في الأجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية (Aldughairi, 2011).

1.1. مشكلة الدراسة.

إن الظروف البيئية التي أسهمت في تشكل الشبكة النهرية لوادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية تختلف تمامًا عن البيئة السائدة في الوقت الحاضر، كما في أغلب أودية شبه الجزيرة العربية عمومًا والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص، فخصائص هذه الشبكات النهرية تعكس على أنها كانت تجري وتفيض بكامل طاقتها، فقد استدلت كثير من الدراسات على أنها كانت تقبع تحت ظروف مدارية رطبة تحت تأثير المؤثرات الموسمية إبان العصور المطيرة كدراسة (Aldughairi،2011)، ومع التغيرات المناخية والبيئية التي أسهمت في تراجع تأثيراتها خلال العصر الرباعي المتأخر.

وتشير الدراسات المنجزة في بعض أجزاء القصيم أن بداية التحول التدرجي من الرطوبة للجفاف بدأ عندما زادت سيطرة الرياح الشمالية القديمة؛ إذ أسهمت في نشاط التذرية والإرساب الريحي، وكان لها دور بارز في التحول التدريجي للجفاف الذي عمل على تغيرات بيئية واسعة خاصة تلك التي حدثت في أواسط الهولوسين، والتي عملت على تشكل مساحات من الكثبان الرملية الواسعة آنذاك، فقد تشكلت بفعلها نفود الثويرات والمظهور والتي أسهمت _بأمر الله_ في تغيير مجرى الرمة وانعزال مجراه عن وادي الأجردي، منذ ما يقارب 4800 سنة (Aldughairi،2011) .

إن البحث في الأدلة المحفوظة في مجرى الأجردي بمحمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية والتي تحمل صورة ماضية قديمة، ومقارنة تلك الأدلة بما وجد في مجرى وادي الرمة ما هي إلا مؤشرات علمية يمكن أن تقدم صورة واضحة عن حالة المناخ القديم في هذه الأجزاء من المملكة العربية السعودية. كما أن الخصائص الهيدرولوجية والشكلية للمصاطب الفيضية لوادي الأجردي وخصائص الكثبان الرملية في محيطه لم تحظَ بدراسات سابقة تبين كيف تكونت وتشكلت هذه البيئة القديمة.

2.1. تساؤلات الدراسة.

1. هل تقنيات الاستشعار عن بعد قادرة بجدارة على استخلاص وكشف مجرى وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية وقنواته الرافدة؟
2. هل يمكن كشف العلاقة المكانية والزمانية بين الأجردي ووادي الرمة؟ وما أهم الأدلة التي يمكن الاعتماد عليها في كشف تلك العلاقة؟
3. هل دراسة الإرسابات الفيضية لوادي الأجردي قادرة على إعادة بناء البيئة القديمة في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية؟

3.1. أهداف البحث.

1. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في استخلاص وكشف مجرى وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية وقنواته الرافدة.
2. فهم العلاقة المكانية والزمانية بين وادي الأجردي ووادي الرمة، وتوضيح أبرز الأدلة التي يمكن الاعتماد عليها في كشف تلك العلاقة.
3. الكشف عن خصائص البيئة القديمة من خلال الإرسابات الفيضية المحفوظة في وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية.

4.1. منطقة الدراسة.

وادي الأجردي إحدى الشبكات النهرية الممتدة في الجزء الجنوبي من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية الواقعة في شمال شرق منطقة القصيم ويحدها شمالاً النفود الكبير وغرباً نفود المظهور وشرقاً نفود الدهناء وهي تقع بين دائرتي عرض ("27°30'.00) و("27°40'0.36) شمالًا، وخطي طول ("44°20'0.49)و("45°25'.30) شرقًا، ووادي الأجردي يمثل امتداد طبيعي لوادي الرمة العظيم الممتد من المرتفعات الشرقية للمدينة المنورة من جبل حجم وجبل الهميلية والحميرية وجبل مزينة والسباع (الدغيري، 2013)، وتشير عدد من الدراسات إلى أن الأجردي جزء من منظومة نهرية قديمة تتصل بوادي الرمة عن طريق بحيرات القصيم المدفونة والتي عثر عليها (الدغيري، 2011) وأكد أنها جزء من النظام الهيدرولوجي لوادي

الرمة الممتد من غرب المملكة حتى شرقها مما يلي الكويت والعراق. ويظهر وادي الأجردي مما يلي نفود المظهور شرقًا، ويمتد بموازاة هضبة التيسية (محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية) جنوباً؛ إذ تمثل حدًّا طبيعيًّا للوادي شمالًا، وفي الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية يحف الوادي عدد من الأوشحة الرملية والنباك، إضافة إلى عروق رملية وهي عروق السياريات، ثم يمتد الوادي حتى يطمر بفعل رمال الدهناء شرقًا (الشكل1).

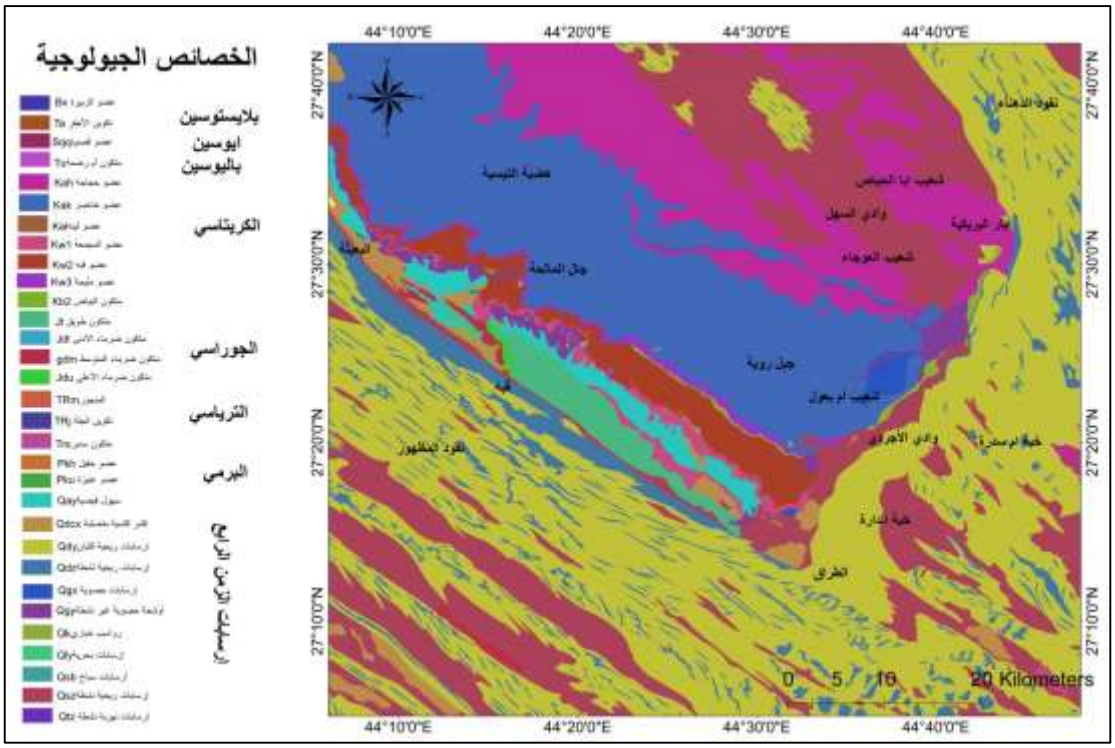
الشكل (1): الحدود المجالية لوادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، بالنسبة لمنطقة القصيم والمملكة العربية السعودية.

المصدر: من إنجاز الباحثة.

تندرج منطقة الدراسة جيولوجيًّا ضمن نطاق الرف العربي، والاعتماد على تحليل الخريطة الجيولوجية بمقياس رسم 250000:1 لوحة رقم 26 ودليلها الذي أنجزته وزارة البترول والثروة المعدنية 1406ه، ويتضح أنه في غرب المنطقة المدروسة تتكشف إرسابات العصر الكريتاسي الأوسط Middle Cretaceous والتي تعود أعمارها في المدة ما بين 65 - 140 مليون سنة، متمثلة في متكون الوسيع Wasi(ابن لعبون،2019)، والذي يتميز بتتابع ستراتيجرافي (الدغيري، 2013)، يتكون من الحجر الرملي الناعم الحبيبات ووحدات من الطفل والدولومايت يصل سمك هذا المتكون إلى 125مترًا في المكشف المثالي(الوليعي، 1997). فيما تتكشف بالأجزاء الشمالية من الشبكة النهرية لوادي الأجردي إرسابات حقب الحياة المتوسطة Mesozoic والتي تعود أعمارها للمدة ما بين 5.5-25 مليون سنة، متمثلة بمتكون العرمة Urumah الذي يعود إلى العصر الكريتاسي الأعلى Upper Cretaceous متمثلة في عضو خناصر Khinsar وعضو حقاقة Hiqaqah والذي يصل سمكه ما بين 150-163 مترًا (ابن لعبون،2019)، وتتكون إرساباته من الحجر الجيري والدولومايت،

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

ويوجد فيه طفل غير نقي (الوليعي، 1997) (الشكل2)، وفي أجزاء واسعة من منطقة الدراسة تظهر إرسابات الزمن الرابع، وهي تتمثل بإرسابات مختلفة، من أهمها القشر الكلسية المتصلبة التي تتكون من أحجار جيرية ورملية حمراء وبنية ورمادية وهي تتكشف في الأجزاء الشمالية من وادي الأجردي حيث الاجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، وتظهر أيضًا من إرسابات الزمن الرابع الكثبان الرملية في الأجزاء الشرقية منها متمثلة في نفود الدهناء، وفي الأجزاء الغربية تظهر نفود المظهور، والأجزاء الجنوبية الغربية تظهر نفود الثويرات القبابية، وإلى الجنوب من وادي الأجردي تمتد عروق السياريات، والأوشحة الرملية والنباك.



الشكل (2): مكاشف الخصائص الصخرية السائدة في محيط وادي الأجردي بمحمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية.

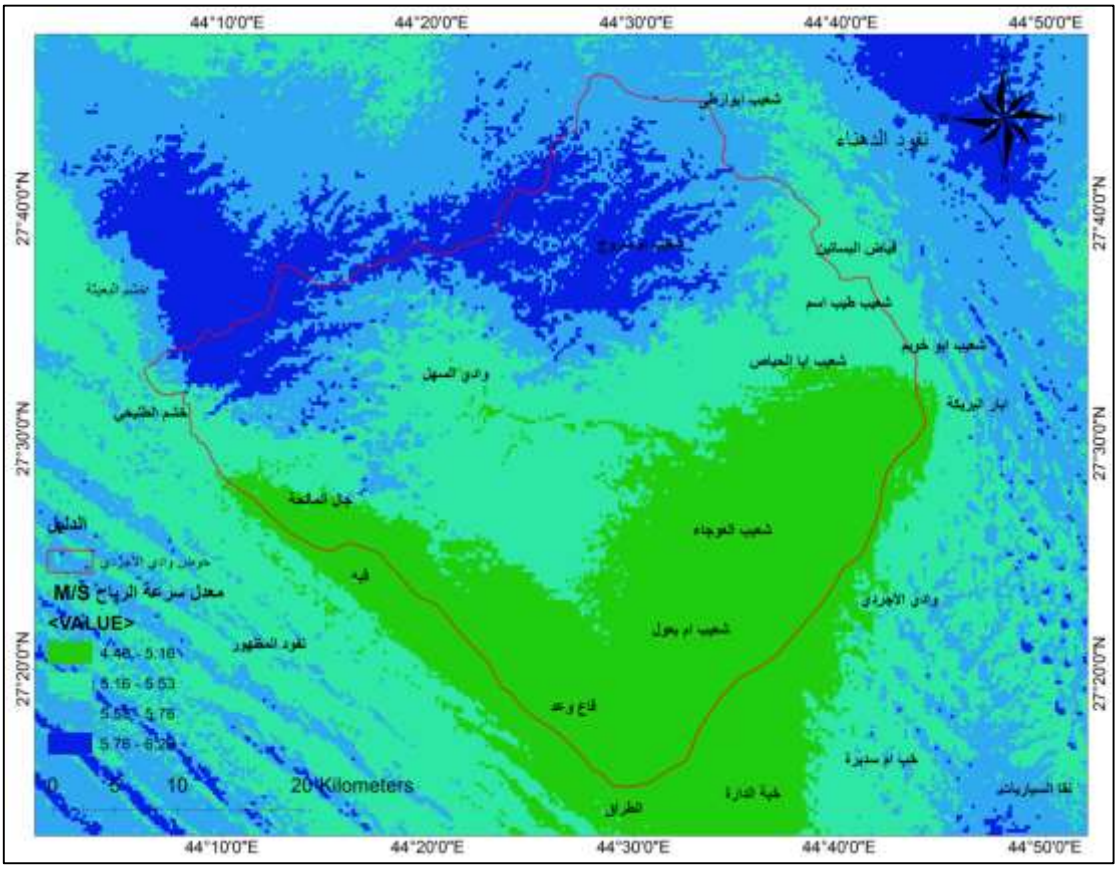
المصدر: من إنجاز الباحثة بالاعتماد على خريطة التكوينات الجيولوجية لمنطقة القصيم، 1406ه، لوحة رقم 26، مقياس رسم 250000:1، وزارة البترول والثروة المعدنية.

المناخ

المناخ في محيط وادي الأجردي حيث الأجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية يندرج ضمن مناخ وسط المملكة العربية السعودية، وهو يصنف ضمن المناخات الجافة فيتأثر بالرياح الشمالية والشمالية الشرقية، إضافة إلى المؤثرات الموسمية الرطبة الجنوبية الغربية وأعاصير البحر المتوسط. وباستعراض أهم العناصر المناخية المستمدة من محطة أرصاد مطار القيصومة خلال المدة ما بين 1990حتى 2008 نجد أن درجات الحرارة تنخفض في أشهر السنة ديسمبر ويناير وفبراير؛ إذ تصل الدرجة العظمى (19.9- 17.6 –20.8) على التوالي لكل منهما، فيما يصل متوسط درجة الحرارة الصغرى إلى 5.4 درجات مئوية في شهر يناير، وترتفع درجة الحرارة خلال فصول الصيف ليصل متوسطها إلى 44.3 درجة في شهر أغسطس، و34 درجة في شهر يوليو (الجدول1).

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

أما عن الرياح فمن خلال بيانات محطة الرصد في مطار القيصومة في حفر الباطن يتضح أن سرعة الرياح تنشط في شهر يوليو بمتوسط 8 كيلومترات في الساعة، وتتدنى في كلٍّ من أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر ويناير إلى 6 كيلومترات في الساعة، فيما تكون في بقية أشهر السنة 7كيلومترات في الساعة. وبقياس سرعة الرياح السائدة في محيط وادي الأجردي في الأجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية بالاعتماد على مخرجات أطلس الرياح العالمي Global Wind Atlas في المدة ما بين 2009 حتى 2016، على ارتفاع 100 متر (الشكل3) فقد بينت أن الرياح تنشط في الأجزاء الشمالية من حوض وادي الأجردي لتصل 6.25 في الثانية، في حين تنخفض لتصل إلى 5،35 في الساعة في الأجزاء التي تمثل مناطق سهول فيضية لوادي الأجردي، وتقل سرعة الرياح تدريجيًّا كلما اتجهنا إلى الأجزاء الجنوبية حيث المجرى الرئيس من وادي الأجردي لتكون 4.48 أمتار في الثانية، فيما تزداد سرعة الرياح في مناطق التراكمات الريحية في الأجزاء الشرقية حيث نفود الدهناء والأجزاء الغربية من وادي الأجردي حيث نفود المظهور.



الشكل (3): سرعة الرياح السائدة في منطقة الدراسة على ارتفاع 100 متر من عام 2009 حتى 2016

المصدر: بالاعتماد على موقع أطلس الرياح العالمي Global Wind Atlas

أما عن كمية الأمطار فهي تهطل بكميات قليلة بمتوسط 17.5ملم في شهر أكتوبر، ونوفمبر، وديسمبر، ويناير، وفبراير، ومارس، وأبريل، ومايو، فيما تكون كمية الأمطار صفرًا في بقية فصول السنة (الجدول 1)

الجدول (1): المتوسطات الشهرية للعناصر المناخية خلال فصول السنة في القيصومة للمدة بين عامي 1990م حتى2008.

الشهر	سرعة الرياح	متوسط درجة الحرارة		متوسط كمية المطر	متوسط الرطوبة النسبية
		العظمى	الصغرى		
يناير	6	17.6	5.4	34	62
فبراير	7	20.8	7	18	51
مارس	7	26.3	11	13	40
أبريل	7	33	17.1	17	43
مايو	7	39	23	2	21
يونيو	8	43	26	0	14
يوليو	6	43.9	27	0	12
أغسطس	6	44.3	26.8	0	13
سبتمبر	6	41	23	0	18
أكتوبر	6	35.8	19	7	27
نوفمبر	6	26.5	12.7	26	44
ديسمبر	6	19.9	7	23	57
المتوسط	**7**	**33**	**17**	**12**	**34**

المصدر: من إنجاز الباحثة بالاعتماد على سجلات محطة أرصاد مطار القيصومة، حفر الباطن.

2. الدراسات السابقة.

وجد في المملكة العربية السعودية كمٌّ لا بأس به من الدراسات التي تناولت التغيرات البيئية والمناخية خلال عصر الهولوسين الرطبة، واستدلت على أن الأودية والأحواض النهرية نشأت في ظل بيئة رطبة، منها:

- دراسة (الدغيري،2013) بعنوان: أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين وسط المملكة العربية السعودية، والتي قادت إلى تمييز جريان عظيم لوادي الرمة ساد خلال عصور رطبة تزامنت مع الهولوسين المبكر، فقد كان الوادي في قمة نشاطه إثر الإمداد المائي العظيم الذي شهده وسط المملكة جراء توغل الرياح الموسمية القديمة الجنوبية الغربية، وفي وسط الهولوسين كانت البداية الفعلية لانغلاق مجرى وادي الرمة بفعل نفود المظهور والثويرات بفعل أنظمة الرياح الشمالية التي كانت أكثر نفوذًا في تأثيرها على وسط المملكة العربية السعودية خلال تلك المدة، وأسهم ذلك في عزل وادي الرمة عن مجرى وادي الأجردي.

- دراسة (الدغيري، 2013) التي عثر فيها على أدلة تبين أن الوادي يخلف مصاطب نهرية تواكب توغل الرياح الموسمية القديمة التي كانت تجتاح الجزيرة العربية قبل ما يقارب من 105 آلاف سنة مضت، وتؤكد الأدلة التي حصل عليها

(الدغيري، العوضي، 1435) أن هذه البيئات الجافة شهدت أمطارًا غزيرة، فقد عثر على غابات متحجرة في القصيم، بالإضافة إلى العثور على غطاء نباتي كثيف، وهذه المؤشرات ما هي إلا دلالة على أن تلك البيئات كانت تتلقى إمدادًا مائيًّا كبيرًا يختلف عما هو عليه الآن.

- يدعم ذلك أيضًا دراسة أنتون (Anton,1984) التي قادت إلى تمييز مناطق الإرسابات الحصوية التي خلفتها الأودية النهرية القديمة تحت رمال الدهناء استدل من خلالها على أزمنة الرطوبة، وعُثِر على نتائج مشابهة في دراسة هوتزل (Hotzl,1978) التي أشارت إلى وجود أزمنة رطبة خلال الرباعي المتأخر، ودعم ذلك بالتربة البازلتية التي عثر عليها في وادي رنية والتي يرجع تاريخها إلى 1900 و2400 سنة.
- وفي دراسة الدغيري(2016): دلائل التحول المناخي خلال عصري البلايستوسين والهولوسين في هضبة المستوي في منطقة القصيم، والتي ركز الباحث من خلالها على أبرز الدلائل التي تثبت أن البيئة والظروف المناخية القديمة كانت مغايرة تمامًا لظروف في الزمن المعيش، عكسَ ذلك الكائنات الإحيائية المتصخرة في هضبة المستوي، وقادت نتائج الدراسة على تمييز بيئة رطبة ودفيئة سادت خلال عصر البلايستوسين، أي ما يقارب 220 ألف سنة، كما رُصِدت دلائل تدعم ظروف بيئية رطبة دفيئة وذلك قبل ما يقارب 11إلى 12 ألف سنة ساد خلالها نظام هبوب ريحي عمل على تشكل تربات تغشى كثيرًا من السهول الفيضية لصفراء المستوي، إضافة إلى دلائل سيادة حياة إحيائية ونباتية كثيفة.
- وهدف بحث (الدغيري،2016) بعنوان: تطور بحيرات وأنظمة التصريف المائي في صحراء الربع الخالي خلال 32 سنة ماضية، إلى رسم وإعادة بناء أنظمة التصريف المائي والأشكال الأرضية السائدة فيه خلال43,500 ألف سنة من خلال تقنيات إعادة الأعمار بواسطة الكربون المشع، ودلت نتائج الدراسة على أن الربع الخالي كان يشغل مساحة أرضية بحرية متصلة بالخليج العربي، ومن المحتمل أنها تواكب الزمنين الثالث والرابع، أيضًا أن بحيرات الربع الخالي شهدت تغيرات في مناسيبها تبعًا لزيادة القحولة وانحسارها والتي كان يتحكم بها بشكل رئيس أنظمة الرياح الموسمية الرطبة ورياح الشمال الجافة قبل 43,500 سنة والتي ساعدت في تشكل أنماط مختلفة من الكثبان الرملية في أرجاء الربع الخالي.

وإيمانًا من الباحثة بأهمية دراسة الماضي القديم للظواهر وفهم تطوراتها التي أسهمت في تشكلها بشكلها الذي هي عليه اليوم، ومنطلقًا من تلك الدراسات التي أثبتت أهمية دور التقنيات الحديثة في فهم البيئة القديمة والمناخ القديم؛ طُبِّقت واحدة من أهم تقنيات إعادة الأعمار التي من خلالها قادت الدراسة إلى تمييز الجريانات التي سادت في هذا الجزء من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية وهي تقنية الكربون 14 المشع.

- هدفت دراسة (عبد الباقي، 2003) إلى فهم المناخ من خلال المؤشرات الجيومورفولوجية في اليمن، ودلت على أن مناخ اليمن خلال المرحلة الجليدية الممتدة بين 25-40 ألف سنة تميز بالتغير بين الرطوبة والجفاف بسبب تغيّر في هيمنة أنظمة الضغط الجوي المرتفع دون المداري، بالإضافة إلى تأثير الرياح الموسمية الجنوبية الغربية، كما تميز الجريان السطحي خلال أزمنة الرطوبة بالحمولة الكبيرة للرواسب شبه الفيضية التي كونت الدرجات المرتفعة في بطون الأودية خاصة في حضرموت.
- دراسة (البارودي،2007) التي أبرزت الدلائل الجيومورفولوجية على أوقات المطر والجفاف خلال البلايستوسين والهولوسين على طول المناطق الغربية للمملكة، والتي لاحظ من خلالها أن الأدلة الجيومورفولوجية المتوفرة في شمال

وجنوب المملكة تشير إلى تباين أوقات الجفاف والرطوبة بين عصر البلايستوسين وحتى البلايستوسين الأعلى، وأن تلك الأدلة تشير إلى أن عصر البلايستوسين الأعلى كان شبه رطب ومرتبط بأزمنة جليدية شملت مناطق غرب المملكة وشمالها وجنوبها. إلى أن حلت أزمنة الجفاف التي تزامنت مع تراجع الرياح الموسمية القديمة.

- و دراسة باركر (Parker, 2006) التي تشير إلى انخفاض بحيرة الوافي وتراكم الرواسب الريحية خلال 4000-5900سنة مضت.
- ويؤكد ذلك دراسة (الدغيري، 2013) التي دعمت النتائج المستمدة من تقنية Optically Stimulated Luminescence انخفاض وادي الطرفية، وكشفت أن أزمنة الجفاف سادت قبل حوالي 5000 سنة، بالإضافة إلى تراكم كميات من الرواسب الريحية التي نشطت في وادي الرمة والمملكة العربية السعودية آنذاك (الدغيري،2011)، كما أن أنظمة الرياح القديمة الشمالية السائدة خلال الرباعي المتأخر كان لها إسهام في تشكل وتراكم الكثبان الرملية الطولية في نفود بريدة والمظهور والقبابية في الثويرات، وتشكل النباك في نفود السر(الدغيري،2011).

وادي الأجردي في الأجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية أحد الشبكات النهرية الجافة التي توحي خصائصها الهيدروجيومورفولوجية بأنها نتاج ظروف مناخية غير الظروف المناخية الحالية التي يمكن تفصيلها من خلال المجرى، بدلالة اتساع مجراه وامتداد سهوله الفيضية، وركزت الدراسة ضمن أحد أهدافها على محاولة فهم نشأة وتطور وادي الأجردي وفق مجموعة من التقنيات المتطورة لتحديد أعمار إرساباته، ودراسة خصائص مصاطبه وسهوله الفيضية للكشف عن الظروف البيئية القديمة التي أسهمت في تشكله بشكله الحالي، فضلًا عن أن الباحثة هدفت إلى فهم العلاقة بين مجرى وادي الرمة ومجرى وادي الأجردي.

3. منهج الدراسة وأسلوبها:

1.3. جمع بيانات الدراسة:

اتبعت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي ومرت الدراسة بالعديد من المراحل بغية تحقيق أهداف البحث، فقد اطلعت الباحثة على أدبيات البحث الجيومورفولوجي، وراجعت التقارير والدراسات التي تناولت الدراسات الجيولوجية والمناخية ودراسات الشبكات النهرية الجافة وغيرها، ثم بدأت بالعمل الميداني الذي أعدَّت له في وقت مبكر، وعلى مراحل مختلفة طوال مدة كتابة الرسالة؛ إذ تطلب العمل دراسة ميدانية مكثفة من أجل أخذ القياسات وضبط الظواهر ميدانيًّا، واستخلاص العينات وشحنها بغية تحليلها وتحديد أعمارها في معامل بيتا في فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية، كما أسهمت مجموعة الخرائط والمرئيات ونماذج الارتفاعات الرقمية التي جُمِعت من مصادر رسمية مختلفة في تكوين قاعدة بيانات أسهمت في تحليل هذه الدراسة

2.3. العمل الميداني Field Work:

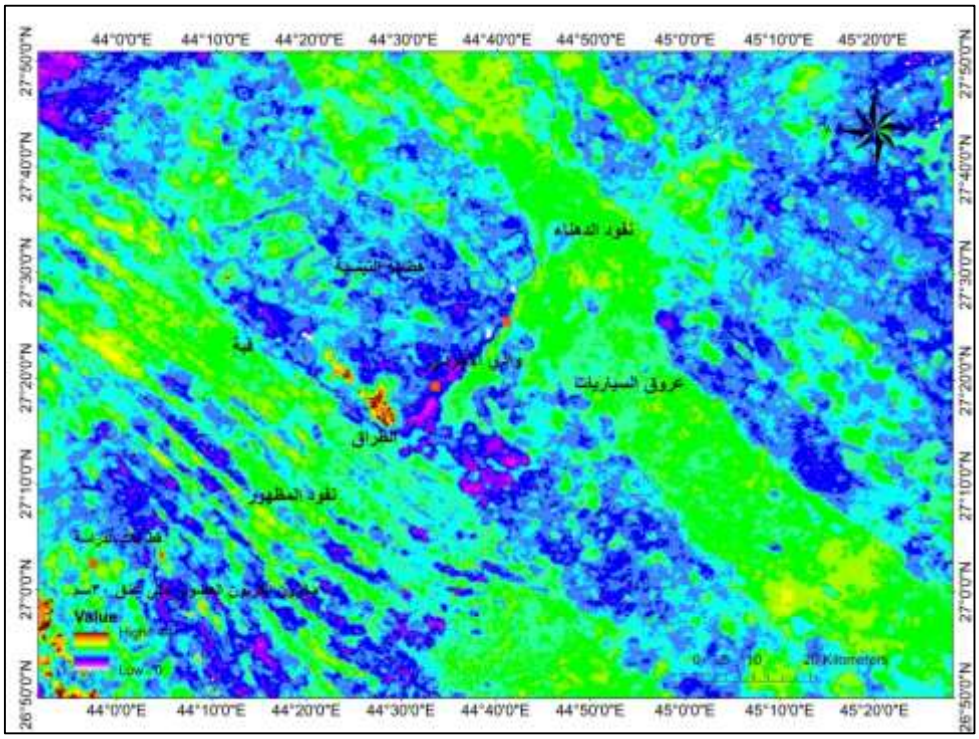
قُسم العمل الميداني على مراحل، هي:

المرحلة الأولى:

تضمنت المرحلة الأولى من العمل الميداني رحلة استطلاعية بهدف تحديد نقاط الضبط الأرضي؛ لمطابقة المرئية الفضائية مع الطبيعة، والتأكد من صحتها، وضبط مواقع مجموعة من الظواهر المحيطة بالمجرى النهري في الأجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية؛ وذلك من أجل التعرف على خصائصها،

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

وتحديد مناسيبها وإحداثياتها وذلك بتاريخ 21شعبان 1441، كما تضمنت هذه الرحلة لقاءات مع أعيان منطقة قبة الواقعة في الأجزاء الشمالية الغربية من وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، وضُبِط الوادي ميدانيًّا مع أحد الأشخاص الذين يعرفون المنطقة جيدًا. وبالاعتماد على المرئية الفضائية وأجهزة GPS وقفت الباحثة على مجرى الأجردي وبعض روافده مثل شعيب السهل، وشعيب أم بعول، وشعيب القليب، وشعيب ضاحي، وشعيب البسيتينات والطراق في جنوب هضبة التيسية (محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية). كما حددت قطاعين بالاعتماد على العمل الميداني والخريطة الخاصة بمخزون الكربون العضوي عند عمق 30سم (الشكل 4) بهدف استخلاص عينات ودراسة إرساباتهما، والكشف عن تاريخهما القديم من خلال تحليلها عبر المعامل كما سيأتي لاحقًا.



الشكل (4): مخزون الكربون العضوي بالتربة ويظهر باللون الأحمر قطاعات الدراسة التي استُقطعت منها العينات.

المصدر: عمل الباحثة، بالاعتماد على الموقع العالمي للتربة https://soilgrids.org/

المرحلة الثانية:

بعد تحديد قطاعين في المجرى النهري لوادي الأجردي حيث الاجزاء الجنوبية من محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية بتاريخ 21 شعبان 1441ه، اتجهت الباحثة إلى العمل باستقطاع العينات، والوقوف على أحد القطاعات يمثل السهل الفيضي لوادي الأجردي وتنظيفه عند الأحداثيات N"620'42.27 و E"503'67.44 وعلى ارتفاع 460M (الشكل5)؛ بهدف استقراء الظروف المناخية، والكشف عن حال البيئة القديمة والغطاء النباتي، فبعد تنظيف القطاع من خلال آلة الحفر التي يبلغ سمكها 35سم، قسّم القطاع أربع وحدات تختلف في خصائصها الترسيبية، وسُجِّلت بياناتها على ورقة الرسم البياني، واستُقطعت العينة رقم AA.21.01.01 عند سمك 15سم، التي تحتوي على جحور وجذور؛ وذلك لرفعها للمعامل بيتا في فلوريدا بهدف تحديد أعمارها.

حيث أن:

AA: تمثل أسم المنطقة.

21: سنة استقطاع العينات.

01: رقم الوحدة في القطاع.

01: رقم العينة.

الشكل(5): الخصائص الترسيبية في القطاع رقم AA.21.01

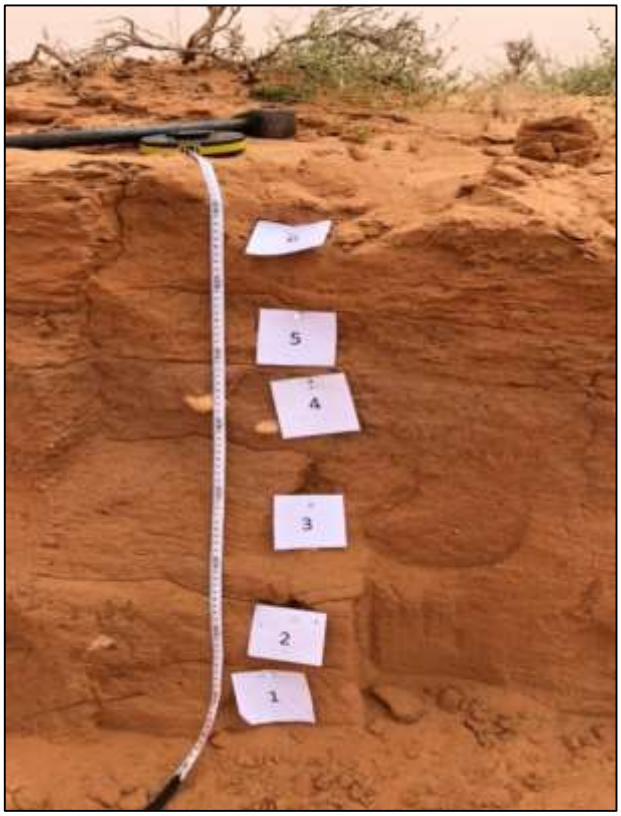
المصدر: تصوير الباحثة بتاريخ 3-4-2021

كما وقفت الباحثة أيضًا على قطاع آخر عند الإحداثيات 27.32'409"N و 44.55'925"E على ارتفاع 475M (الشكل6) وذلك بغية استقطاع عينات وتحليلها وفق تقنية الكربون المشع والتحليل الحجمي والمعدني؛ بهدف فهم الظروف المناخية والبيئية السائدة أثناء الترسيب، والكشف عن أعمار هذه الإرسابات؛ إذ قُسّمت المصطبة النهرية على ست وحدات، وبلغ سمك القطاع 95سم، واستُقطعت عينتان بهدف القيام بتحليل الكربون المشع، وهما العينة رقم TA.21.02.01 والعينة TA.21.02.05، واستقطاع ست عينات بهدف تحليل حجوم إرساباتها في معامل قسم التربة التابع لكلية الأغذية والزراعة التابع لجامعة الملك سعود وتحليلها معدنيًّا باستخدام تقنية XRD في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، وكانت أسماء العينات على النحو التالي:

TA.21.02.04 ، TA.21.02.03 ، TA.21.02.02،TA.21.02.01

،TA.21.02.06،TA.21.02.05

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م



الشكل (6): الخصائص الترسيبية في القطاع رقم TA.21.02

المصدر: تصوير الباحثة بتاريخ 3-4-2021

3.3. التحاليل المعملية Laboratory Analysis:

أ- تقنية كربون 14 المشع Radiocarbon Dating (^{14}C)

تقنية الكربون المشع هي إحدى تقنيات إعادة الأعمار ذات الفاعلية في قياس أعمار الإرسابات النهرية، وهي تستخدم لتقدير عمر الرواسب من خلال المواد العضوية الموجودة بها، والتي أظهرت وجود مستوى من النجاح من أجل الحصول على عمر الإرسابات النهرية من خلال الكربونيت أو المواد العضوية والنباتات والمستحثات ورواسب البحيرات التي تحتوي على بقايا كائنات حيوانية (الدغيري، العوضي، 2014).

تقوم فلسفة التقنية على أن الغلاف الجوي يحتوي على نظائر مختلفة من الكربون، ويشمل النظير المستقر 12 والنظير غير المستقر14، وتعتمد هذه التقنية على قياس كربون 12 إلى كربون 14؛ إذ بعد وفاة الكائن الحي يضمحل الكربون 14 ويبقى كربون 12 الذي من خلاله يمكن تقدير عمر الرواسب، وهذا يقود إلى فهم الخصائص البيئية والمناخية القديمة، واعتمدت الدراسة على تحديد عينتين من القطاع TA.21.02، هما العينة رقم TA.21.02.01 والعينة رقم TA.21.02.05؛ بهدف تحليلها من خلال معامل بيتا في فلوريدا في الولايات المتحدة الأمريكية، وتحديد أعمار إرساباتهما، إضافة إلى مقارنة نتائج هذه العينات مع مثيلاتها من الدراسات التي استخدمت تقنية (^{14}C) في وسط المملكة العربية السعودية كدراسات (الدغيري، 2012،،2011) و (العنزي، 2016).

يمكن تقدير العمر وفق تقنية الكربون 14 المشع من المعادلة رقم (1) (Reimer،1869، 1887، 2013).

$$Age= (Ln (Nf/No) / (-0.693)\times T1/2 \quad (1)$$

إذ إن:

Ln = دالة اللوغاريتم الطبيعي

Nf /No = النسبة بين كربون - 14 في العينة إلى جسم الكائن الحي.

T1/ 2 = عمر النصف للكربون -14 والذي يساوي 5730 سنة.

جاءت معايرة النتائج وفق أحدث نظام معايرة INTCAL Calibration 09، وهو نظام يمكن من خلاله ربط سنوات كربون 14 إلى ما يوافقها من أعمار حقيقية حسب سجلات الأشجار.

ب- التحليل الميكانيكي(الحجمي) Grain Size Analysis:

اعتمدت الباحثة على دراسة خصائص الإرسابات في المصاطب الفيضية لوادي الأجردي في القطاع رقم TA.21.02، واستخلاص ست عينات من وحدات مختلفة الخصائص الترسيبية، وهي:

(TA.21.02.01،TA.21.02.02،TA.21.02.03،TA.21.02.04،
TA.21.02.05,TA.21.02.06) بهدف توزيع أحجام حبيبات الرواسب إلى مجموعات حجمية؛ وذلك لإمكانية استشفاف الظروف البيئية التي أسهمت في تشكل وترسيب تلك الإرسابات عن طريق استخدام أسلوب النخل الجاف Dry sieving، وهو إحدى الطرائق المستخدمة في تحليل الحجوم باستخدام مجموعة من المناخل المعدنية المختلفة في حجوم فتحاتها، فتُغسل العينة ثم توضع في فرن التجفيف، وتترك مدة كافية حتى تجف تمامًا، ثم يُؤخذ وزن 100 جرام من الرواسب وتوضع على المناخل، ويُشغَّل جهاز المنخل لمدة نصف ساعة؛ ليتسنى للحبيبات أن تتوزع في المناخل حسب أحجامها. ثم تُحسب النسبة المئوية لكل منخل بالنسبة إلى إجمالي وزن العينة. وتعدُّ هذه الطريقة أكثر الطرائق شيوعًا في الدراسات التي تتناول التحليل الحجمي للإرسابات، والتي يمكن من خلالها فهم ظروف وبيئة الترسيب. وكانت عملية التحليل في معامل قسم التربة التابع لكلية الأغذية والزراعة التابع لجامعة الملك سعود.

ت- حيود الأشعة السينية X-Ray Diffraction (XRD):

هي تقنية تعتمد على التعرف على التراكيب المعدنية للإرسابات من خلال حيود متبعثرة تنفذ من خلال الرواسب غير المتماسكة، وأشعة XRD هي أشعة كهرومغناطيسية ذات طول موجي ما بين 10 و01.0 نانومتر(الدغيري،2016)، واستُخلصت ست عينات بهدف تحليلها في معامل جامعة الملك فهد للبترول والمعادن للتعرف على تراكيبها المعدنية، وهي كما يلي:

TA.21.02.01،TA.21.02.02،TA.21.02.03،TA.21.02.04،TA.21.02.05 والعينة TA.21.02.06 وحُلِّلت باستخدام جهاز **X-Ray Diffraction 7000 (Shimadzu)** باستخدام الخطوات التالية: أولًا أخذ 2 ملم من العينات وطحنها جيدًا ثم وضعها في حامل العينات Sample holder ووضعها في المكان الخاص بها داخل الجهاز، ثم تشغيل

البرنامج Software، ثم إدخال بيانات العينة وتشمل اسم العينة، وزمن التحليل ومكان الحفظ، ثم يُبدأ بالتحليل Start، ويُحوَّل الملف النتائج إلى ملف Text، ثم يُحوّل إلى Excel، ثم تُرسم العلاقة بين 2 Theta (2θ) والشدة Intensity لاستخراج قيم القمم Peak Values ثم من خلال برنامج خاص تُحوَّل القيمة التي في أعلى القمة إلى قيمة (بالأنجستروم Angstrom) A° في جميع القيم في القمم.

4.3. تقنيات الاستشعار عن بعد (RS):

اعتمدت الدراسة على المرئية الفضائية Landsat8 المحسنة بوضوح مكاني 30 مترًا والملتقطة بتاريخ 22-09-2019، واستُخدمت مجموعة من أساليب التحسين والمعالجة، فهُيّئت أولًا المرئية الفضائية وصُحّحت وفقًا لبعض النماذج والطرق الخاصة، كإزالة التشوه المرتبط بالقيم الرقمية لعناصر الصورة من خلال التصحيح الراديومتري Radiometric Correction للحصول على صورة أكثر دقة، واستُخدم التصحيح الهندسي Geometric Correction بهدف إزالة التشوهات المكانية التي ترتبط بأجهزة التصوير، فقد أُرجعت الظواهر إلى مكانها الصحيح، بالإضافة إلى استخدام أساليب التحسين التي من خلالها يمكن إنتاج صورة ملونة تُمكن من تمييز الظواهر في المنطقة.

اعتمدت الدراسة على الأنموذج الراداري للتضاريس Shuttle Radar Topography Mission (الشكل5) بهدف استخلاص المجاري السيلية وقنوات الجريان وادي الأجردي، وقبيل تحليل النموذج عولجت القيم الشاذة عن طريق Fill Sinks من خلال أدوات التحليل المكاني الهيدرولوجي التي تتيحها برمجية Arc GIS، واختيرت مجموعة الأوامر: Arc Toolbox - Spatial Analysis Tools- Hydrology – Fill، وحُسِب اتجاه الجريان وحُدِّدت الرتب النهرية وفقًا لطريقة Strahler من خلال الأوامر التالية: Stream Order-Hydrology - Spatial Analysis Tools-Arc Toolbox . وعند تدقيق النتائج من خلال الخرائط الكنتورية والتضاريسية والخرائط الطبوغرافية، يتضح أن المجاري النهرية المستخلصة من النموذج SRTM غير موقعة في مساراتها الصحيحة، وهذا ما جعل الباحثة تلجأ إلى استخدام أسلوب (Digitizing) بمساعدة الأداة Streaming(F8) وبالاعتماد على Base map في برمجية Arc Gis ورسم مسارات الشبكة النهرية لوادي الأجردي.

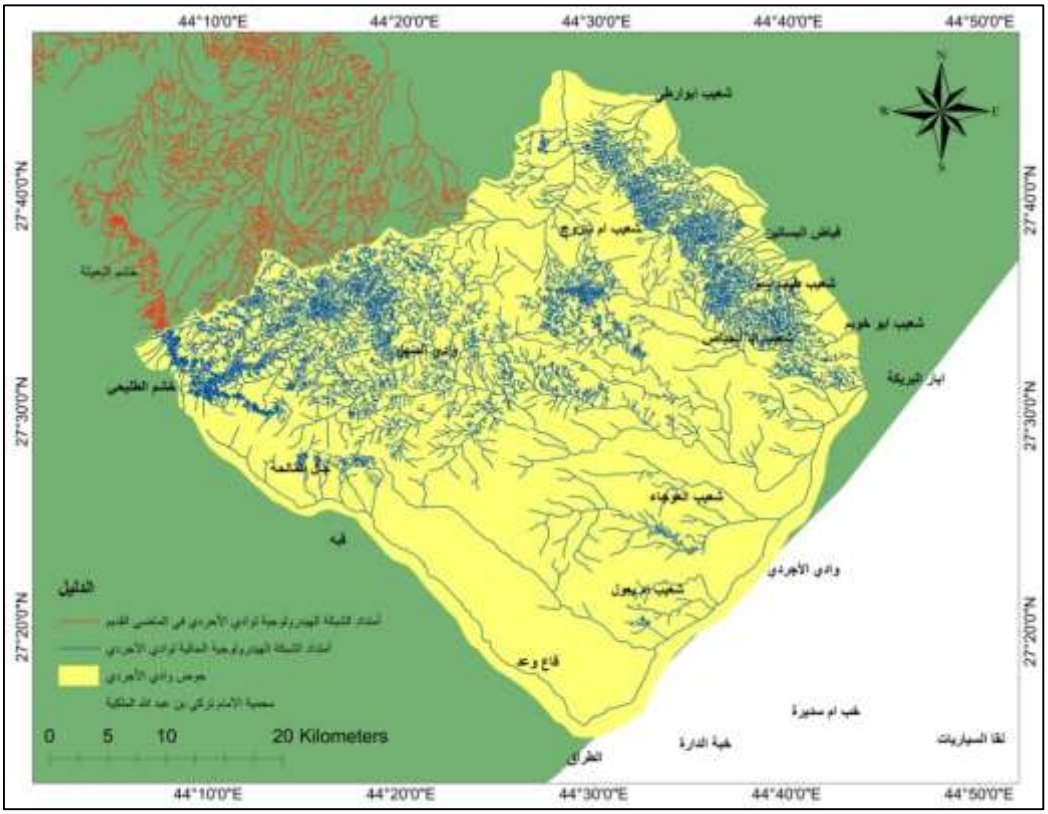
4. التحليل والمناقشة:

أولاً: استخلاص الشبكة النهرية لوادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية

يمتد وادي الأجردي في الأجزاء الجنوبية من هضبة التيسية (محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية) الواقعة في الشمال الشرقي من منطقة القصيم، وفي الجنوب من منطقة حائل، يبدأ مما يلي بلدة الطراق حتى يحير عند آبار البريكة في الأجزاء الغربية من نفود الدهناء، يشغل وادي الأجردي العديد من الظواهر الطبيعية، منها: الأوشحة الرملية والنباك والكثبان الرملية، حيث يحاط مورفولوجيًّا بين كثبان نفود الدهناء الطولية من الشرق وكثبان نفود المظهور من الغرب، وتظهر العديد من الفياض في الأجزاء الشمالية الشرقية لوادي الأجردي مما يلي آبار البريكة، ومنها: فياض البساتين، وفيضة النغائم، وفيضة أم الحمير، وفيضة مغمية، وفيضة أم بعول في الأجزاء الغربية من شعيب أم بعول أحد روافد وادي الأجردي الشمالية. كما تظهر في محيط وادي الأجردي العديد من القيعان، ومنها قاع وعد في الغرب من مجرى الوادي، وقاع الحفر في الأجزاء الشمالية الغربية للأجردي لشرق من قبة، وفي جنوب الوادي تظهر الخبوب، ومنها: خب أم سديرة، وخبة الدارة، وخب النقيات، وخب ابن ربضان (الشكل 7).

تشير الخصائص المورفولوجية والشكلية لوادي الأجردي (الجدول 2) والتي قيست من خلال برمجية Arc map إلى أنه حوض تبلغ مساحته 1889.227 كيلو متر مربع، وتعد مساحة الحوض من الخصائص المؤثرة في حجم التصريف النهري، فمن الطبيعي كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار، وبذلك تزيد حمولة الوادي.

حوض وادي الأجردي يشغله مجموعة من الأحواض الفرعية، من أهمها: وادي السهل، وادي العوجاء، وادي أم بعول، شعيب القليب، شعيب أم سروج، شعيب طيب اسم، وشعيب أبا الحياص، وغيرها (الشكل 7).



الشكل (7): الشبكة الهيدرولوجية لحوض وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، بالاعتماد على Base map arc GIs

المصدر: من إنجاز الباحثة، بالاعتماد على Base map arc gis

من الأبعاد الأساسية في الدراسات المورفومترية طول الحوض Basin Length ؛ إذ يعكس مدى كفاية الشبكة النهرية من حيث زيادة كمية المياه فيها، وبذلك يزيد معدل التدفق المائي وقدرة المجاري المائية في عمليات الحت والنقل والإرسابات؛ إذ إن طول حوض وادي الأجردي بلغ 70.11كم.

أما عرض الحوض Basin Width : فبلغ عرض حوض وادي الأجردي 26.9 م، ويؤثر عرض الحوض على كمية المياه المتساقطة من الأمطار، وعلى حجم التدفق وكذلك التسرب والتبخر والنتح، فكلما زاد عرض الحوض زاد ما يتلقاه من تهطالات، وبذلك يزيد في الجريان النهري (آل سعود، 1435).

أما محيط حوض Water Divide line وادي الأجردي فبلغ 196.39كم (الجدول 2)، ويتناسب محيط الحوض النهري بشكل طردي مع مساحته، فكلما زاد محيط الحوض زادت معه المساحة (آل سعود،1435).

الجدول (2): الخصائص المورفومترية الأساسية في دراسة حوض وادي الأجردي.

الأبعاد المورفومترية الأساسية في دراسة حوض وادي الأجردي	
مساحة الحوض (كم 2)	1889.23
محيط الحوض (كم)	196.399
طول الحوض (كم)	70.1177
أقصى ارتفاع (بداية التصريف المجرى الرئيس)	640
أدنى ارتفاع (نهاية تصريف المجرى الرئيس)	520
مجموع أطوال المجاري النهرية (كم)	4068945
عرض الحوض (كم)	26.9436

المصدر: بالاعتماد على برمجية Arc map، ونموذج الارتفاعات الرقمية SRTM.

أما أبعاد المتغيرات التضاريسية في دراسات الأحواض النهرية فقد قيست مجموعة منها على حوض وادي الأجردي، وهي في التالي:

معامل الشكل Form Factor: يمثل معامل الشكل النسبة ما بين مساحة الحوض إلى ضعف المسافة ما بين أبعد نقطتين في الحوض (Hortom.1932)، ويبرز معامل الشكل العلاقة بين كل من الطول والعرض داخل الحوض (العسال،2021)، وبلغت معامل الشكل لوادي الأجردي 0.38.

نسبة الاستدارة Circularity Ratio: بلغت نسبة استدارة حوض وادي الأجردي 0.61 وفقًا لعلاقة النسبية التي وضعها (miller1953)؛ إذ إن الحوض كلما اقترب من 1 الصحيح فإن ذلك يشير إلى زيادة استدارته، وعليه فإن وصول المياه أثناء الجريان يكون سريعًا، وهذا ما يجعل زمن الاستجابة قصيرًا، وبذلك تزداد خطورته أثناء الفيضانات والسيول (الدعدي،2021).

معامل الاستطالة Elongation Ratio: وفقًا لـ(Schumm,1956) تمثل النسبة ما بين قطر الدائرة التي تحتوي على مساحة الحوض نفسها، والمسافة ما بين أبعد نقطتين في الحوض (آل سعود,1435)، وبلغت قيمة معامل الاستطالة لحوض وادي الأجردي 0.69.

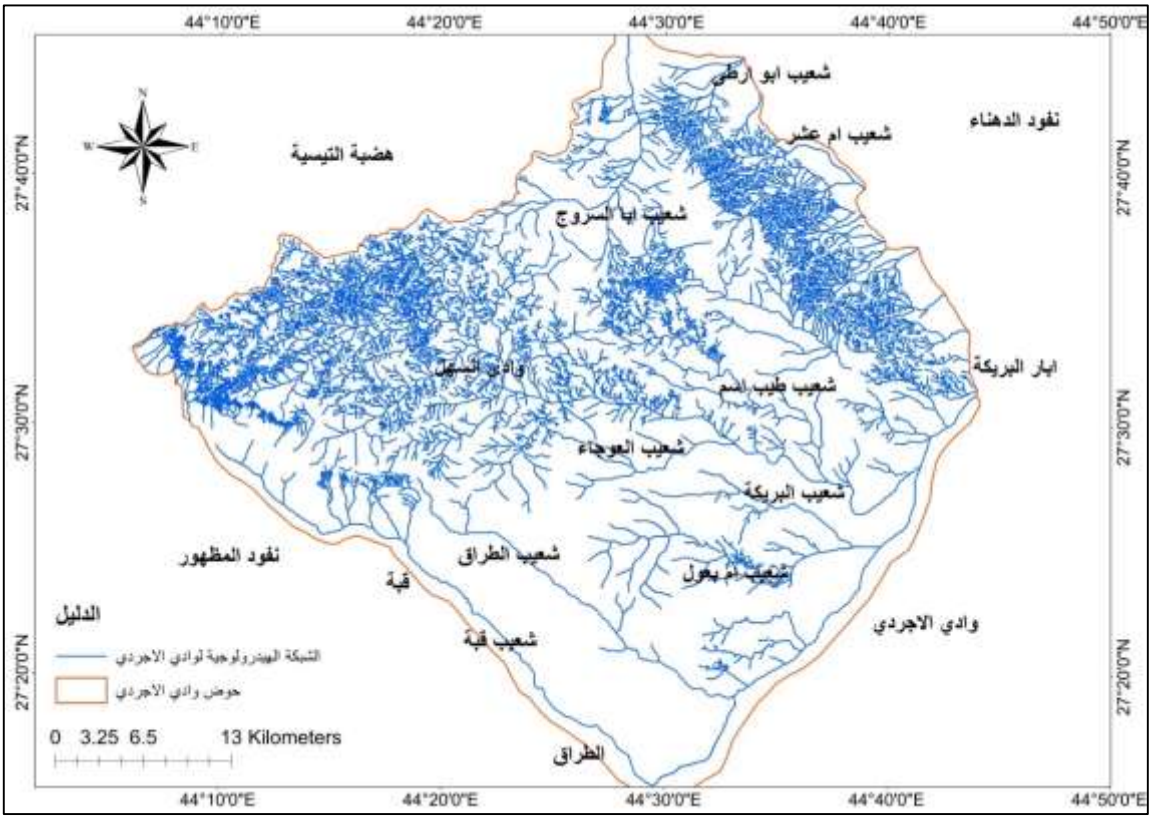
التعرج النسبي Meandering Ratio: إن نسبة تعرج مجاري الأودية تؤثر في تشكلها مجموعة من العوامل الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية، فطبيعة الصخور وكمية الجريان النهري تؤثر في تعرج الأودية وتحديد مساراتها، وأُجدت نسبة التعرج في وادي الأجردي من خلال إيجاد حاصل قسمة محيط الحوض على مساحة الحوض وكانت نسبة التعرج (20.4).

نسبة الانحدار Gradient Ratio: نسبة الانحدار توجد من خلال إيجاد نسبة الفرق بين أدنى ارتفاع وأقصى ارتفاع، وبلغت نسبة الانحدار في وادي الأجردي (0.17).

يمتد في المساحة الداخلية لحوض وادي الأجردي مجموعة من الأحواض الفرعية التي تؤدي تأثيرًا في إمداد وادي الأجردي فيما يستقبله من أمطار وسيول، ومن أهم تلك الأحواض وأكثرها تأثيرًا ما يلي:

- حوض وادي السهل: يمتد وادي السهل في الأجزاء الشمالية من حوض وادي الأجردي، وهو يمثل أكبر روافد وادي الأجردي، وتبدأ منابعه من الأجزاء الشمالية الغربية لهضبة التيسية، ويمثل وادي السهل شبكة نهرية تحتوي على عدد من الأودية والشعاب، مثل شعيب القليب، وشعيب أبو نخلة، وشعيب أبو خويمة، وشعيب الماردة، وغيرها، ويجري وادي السهل فوق محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية على امتداد فاصل لثيولوجي من الشمال الغربي حتى الجنوب الشرقي بطول (62) كيلومترًا (الدغيري. الشويش،2020)، وفي مراحل متقدمة من الهولوسين عزل وادي السهل عن وادي الأجردي (الدغيري، العوضي،2013).
- حوض شعيب العوجاء: يمتد شعيب العوجاء في الأجزاء الغربية من حوض وادي الأجردي، ويقطع حوض وادي العوجاء شبكة نهرية واسعة من الأودية التي تسيل على صفراء جال المالحة وجبل راوية ويصب هذا الوادي في قيعان ينصرف منها ناحية الأجردي.
- شعيب قبة وشعيب الطراق: ينبع شعيبا الطراق وقبة من جال المالحة في الأجزاء الشمالية الغربية من حوض الشبكة الهيدرولوجية لوادي الأجردي، ويمتدان جنوبًا حتى يصبا في منخفضات وقيعان ناحية وادي الأجردي.
- حوض شعيب أبا الحياص: يقع شعيب أبا الحياص في الأجزاء الشرقية من حوض وادي الأجردي، ويصرف هذا الوادي مياهه ناحية وادي الأجردي، لكن لا يرتبط معه مباشرة في زمننا المعيش؛ إذ يقصر الوادي سيوله على فياض النعائم التي ساعد الذرو الريحي على حجز مياهه هناك (الدغيري، الشويش,2020).
- حوض شعيب طيب اسم: يمتد شعيب طيب اسم في الأجزاء الجنوبية الشرقية من حوض وادي الأجردي، وهو ينبع من الأجزاء الجنوبية من شِعاف الرَّملية، حتى يصب في فياض أم الحمير.
- حوض شعيب أم سروج: يمتد حوض شعيب أم سروج في الأجزاء الشمالية الشرقية من حوض وادي الأجردي، ويصب هذا الوادي في فياض أم سروج عند أقدام شعاف الرملية بالدهناء.
- شعيب أم بعول: ينحدر شعيب أم بعول في الأجزاء الغربية من شعيب العوجاء، حيث الأجزاء الجنوبية من هضبة التيسية.
- شعيب أبو خويم: يمتد شعيب أبو خويم في أقصى الجنوب الشرقي من هضبة التيسية، حيث الحدود المجالية مع آبار البريكية.
- شعيب أبو أرطى: يمتد شعيب أبو أرطى في الشرق من هضبة التيسية (محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية)، ويحير في قيعان ومنخفضات في الأجزاء الغربية من نفود الدهناء، (الشكل 8).

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م



الشكل (8): حوض وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية.

المصدر: من إنجاز الباحثة، بالاعتماد Base map arc gis

ثانياً: السهول الفيضية القديمة للشبكة النهرية لوادي الأجردي.

إن السهول الفيضية Flood Plain واحدة من أهم الظواهر الجيومورفولوجية التي تحيط بالمجرى النهري والتي تنبئ عن التطورات القديمة التي حدثت للشبكة النهرية، وقد تشكل نتيجة لترسيب الوادي وروافده؛ إذ تتكون إرسابات السهل الفيضي في مجملها من طبقات من الغرين والطين والطمي مع وجود طبقات تحتوي على أشجار ونباتات متحجرة وأحياء مائية تعكس خصائصها فيضانات عارمة، فيما تعكس وحدات أخرى تكون السافات من الرمل والطين المتراكب الذي تشير خصائصه إلى أزمنة جفاف وإن شهدت رطوبة فهي موسمية، وفي مجرى وادي الأجردي تمتد المصاطب الفيضية لمساحات واسعة على طول امتداده؛ إذ حُدِّدت اثنتين من المصاطب النهرية عند الإحداثيات 27.42'620"N و 44.67'503"E، فقد بلغ سمك القطاع (35) سم، وعلى ارتفاع (460) مترًا، وقسّم بشكل رأسي إلى (4) وحدة ترسيبية بهدف التعرف على خصائصها، واستُخلصت عينة من القطاع وهي AA.21.01.01 وشُحنت إلى معامل Beta Analytic في فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية بهدف تحديد أعمارها وفق تقنية الكربون المشع Radiocarbon Dating (الشكل 9).

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

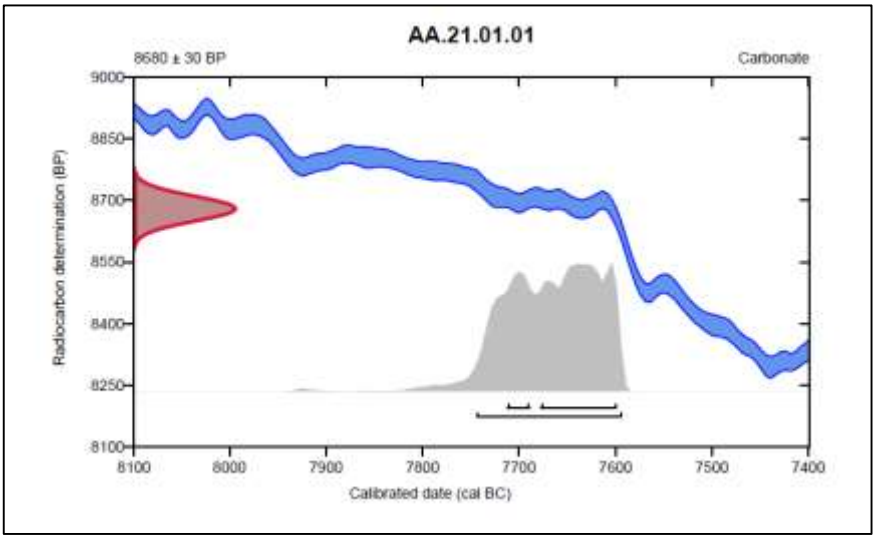
الشكل (9): عينات تحوي مستحاثات نباتية شحنت لمعامل Beta Analytic بفلوريدا لإجراء تحليل الكربون 14 المشع بهدف تحديد أعمارها. المصدر: تصوير الباحثة بتاريخ/ 23 يوليو 2021

بينت الخصائص الترسيبية في الوحدة الأولى AA.21.01.01: والتي بلغ سمكها (20) سم أنها وحدة تتضمن رواسب السلت والطين، وأنها تحتوي على الجذور والجحور، وتبين نتائج المعايرة لتحليل العينة (الشكل10) وفق تقنية Radiocarbon Dating أن الوادي شهد أزمنة جريان إبان عصر الهولوسين قدرت أعمارها بـ (9695-9544 Cal BP) ، ويتضح من (الشكل11) منحنى يوضح عمر العينة الحقيقي والعمر المعاير وفق أحدث نظام معايرة INTCAL20 .

الشكل (10): جانب من المعاملة المعملية للعينة رقم AA.21.01.01

المصدر: معمل Beta Analytic ، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.

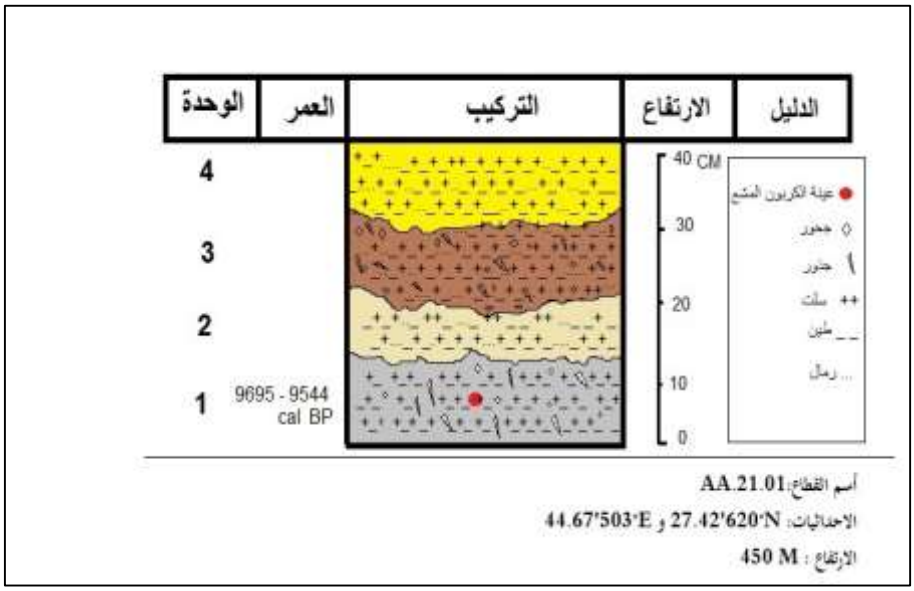
المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م



الشكل (11): مخطط يوضح نتائج العمر المعاير للعينة AA.21.01.01 المستقطعة من مصطبة لوادي الأجردي على ارتفاع 450مترًا، ويشير الجزء الرأسي إلى عمر العينة الحقيقي، أما الجزء الأفقي فيشير إلى عمر العينة المعاير الناتج من نظام INTCAL20، والمنحنى في الوسط يشير إلى معدل الكربون14 عبر الزمن.

المصدر: نتائج الكربون المشع، معمل Beta Analytic ، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.

تليها الوحدة الثانية AA.21.01.02 التي تبدو خصائصها مغايرة عن الوحدة الأولى، وهي وحدة يغلب عليها أنها كتلية، والإرسابات فيها غير مصفوفة صفًّا جيدًا، وربما يوحي ذلك بسيادة أزمنة رطبة وهي تحتوي على إرسابات السلت والطين. أما الوحدة رقم AA.21.01.03 فهي تحتوي على سافات بلغ سمكها (8) سنتيمترًا، وتحتوي أيضًا على الجذور والحجور ورمل ناعم الحبيبات، إضافة إلى إرسابات السلت والطين، أما الوحدة رقم AA.21.01.04 فالغالب على إرساباتها الرمل خشن الحبيبات والسلت والطين (الشكل 12).



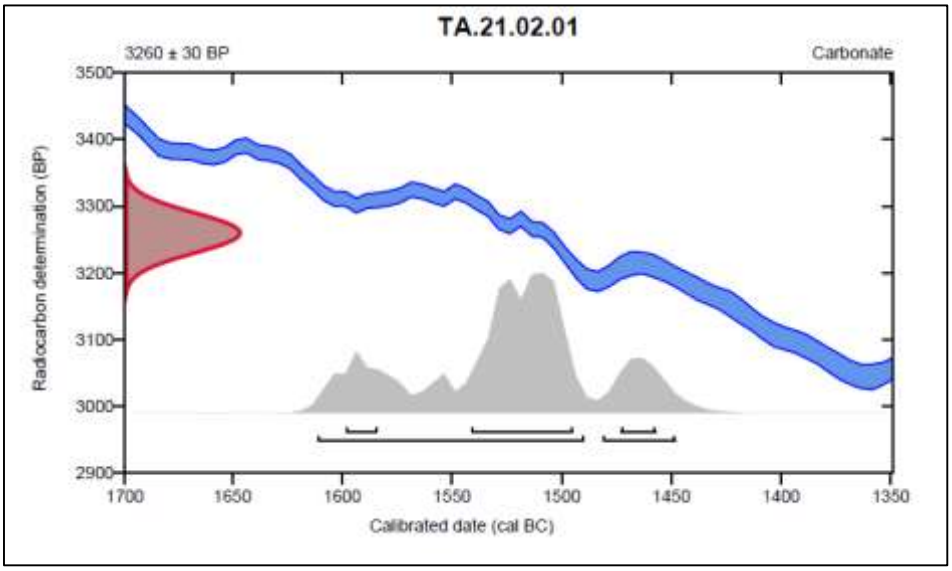
(الشكل 12): الخصائص العامة للمصطبة النهرية في مجرى وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية، قطاع رقم AA.21.01، **المصدر:** بالاعتماد على العمل الميداني، ونتائج تحليل العينات.

أما القطاع رقم TA.21.02 فقسّم إلى ست وحدات مختلفة في خصائص إرساباتها، وهي في ما يلي:

الوحدة الأولى رقم TA.21.02.01: إرسابات من الرمل الناعم والجذور والجحور، وتبين نتائج التحليل الحجمي أن نسبة الرمل sand (89.49%) ونسبة الطمي silt (7.17%)، فيما كانت نسبة الطين Clay (2.89%)، وتبين نتائج المعايرة لتحليل العينة (الشكل13) وفق تقنية Radiocarbon Dating أن أعمارها قدرت بـ (3563-3441 Cal BP) (الشكل14)، فيما بينت نتائج تحليل حيود الأشعة السينية XRD أن العينة يغلب عليها معدن الكوارتز Qurtz بنسبة (98%)، وتحتوي على كميات قليلة من معدن الكالسيت Calcite بنسبة (1.6%) (الشكل 15).

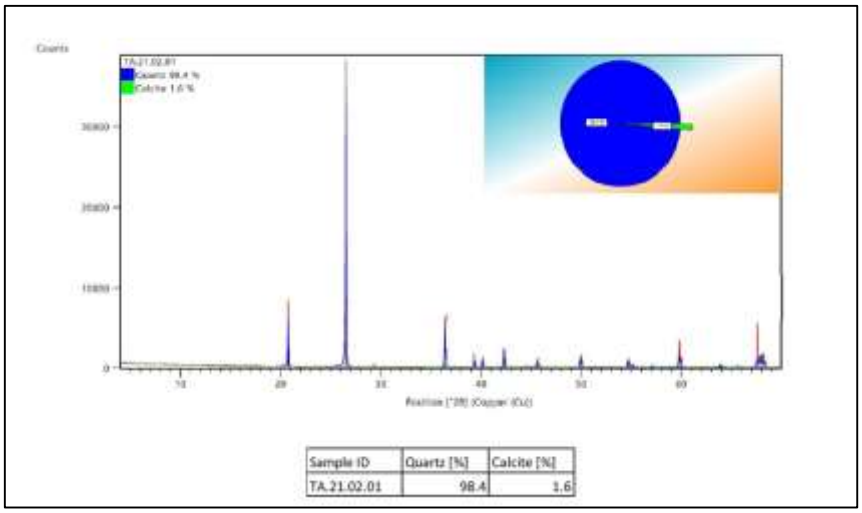
الشكل (13): جانب من المعاملة المعملية للعينة رقم TA.21.02.01

المصدر: نتائج الكربون المشع، معمل Beta Analytic ، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.



الشكل (14): مخطط يوضح نتائج العمر المعاير للعينة TA.21.01.01 المستقطعة من مصطبة لوادي الأجردي على ارتفاع 450مترًا؛ إذ يشير الجزء الرأسي إلى عمر العينة الحقيقي، ويشير الجزء الأفقي إلى عمر العينة المعاير الناتج من نظام INTCAL20 ، والمنحنى في الوسط يشير إلى معدل الكربون 14 عبر الزمن.

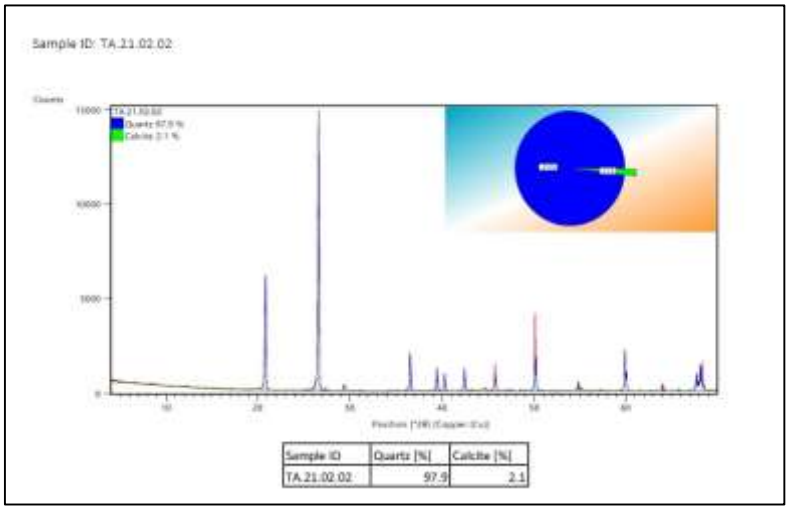
المصدر: نتائج الكربون المشع، معمل Beta Analytic ، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.



الشكل (15): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.01 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصور جدول يوضحها أيضًا.

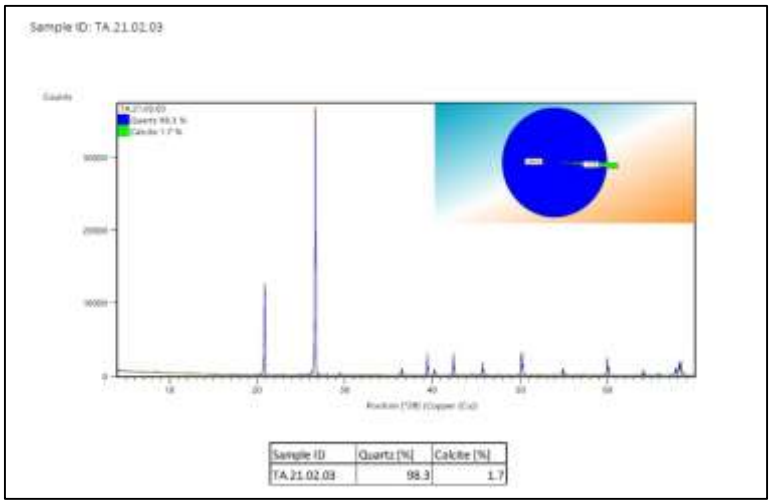
المصدر: نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

أما الوحدة رقم TA.21.02.02 فهي وحدة تحتوي على إرسابات من الرمل بنسبة 88.81%، والسلت بنسبة (7.54%)، والطين بنسبة (3.65%)، بالإضافة إلى إرسابات حصوية ذات أشكال غير منظمة ومزواة تصل أطوالها إلى (4) سم، وبينت نتائج تحليل حيود الأشعة السينية أن العينة يغلب عليها معدن الكوارتز بنسبة (97.9%)، ونسبة ضئيلة من الكالسيت مقدارها (2.1%) (الشكل 16).



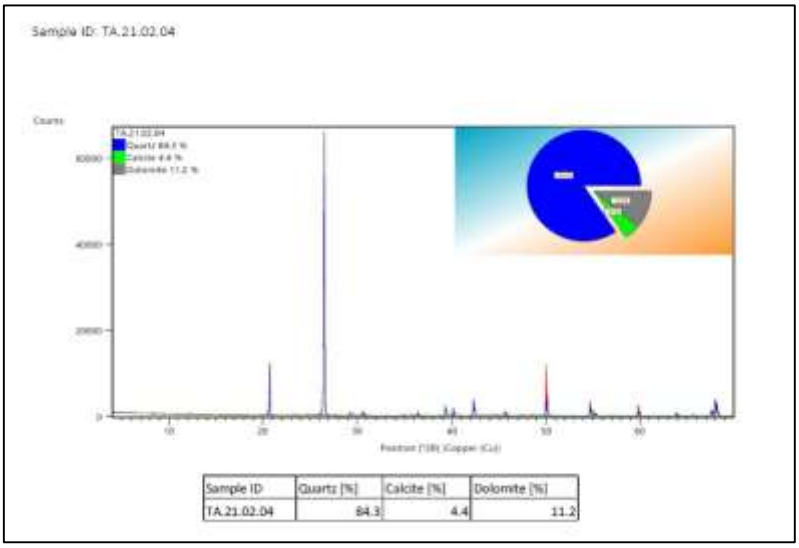
الشكل (16): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.02 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصورة جدول يوضحها أيضًا. **المصدر:** نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

وفي الوحدة رقم TA.21.02.03 إرسابات رملية كتلية تحتوي على الجذور والجحور، وتحتوي أيضًا وفقًا لتحليل الحجوم على الرمل بنسبة (88.21%)، والسلت بنسبة (7.76%)، والطين بنسبة (3.29%)، ويغلب على إرسابات هذه الوحدة الكوارتز بنسبة (3,89)، والكالسيت بنسبة (1.7%) (الشكل 17).



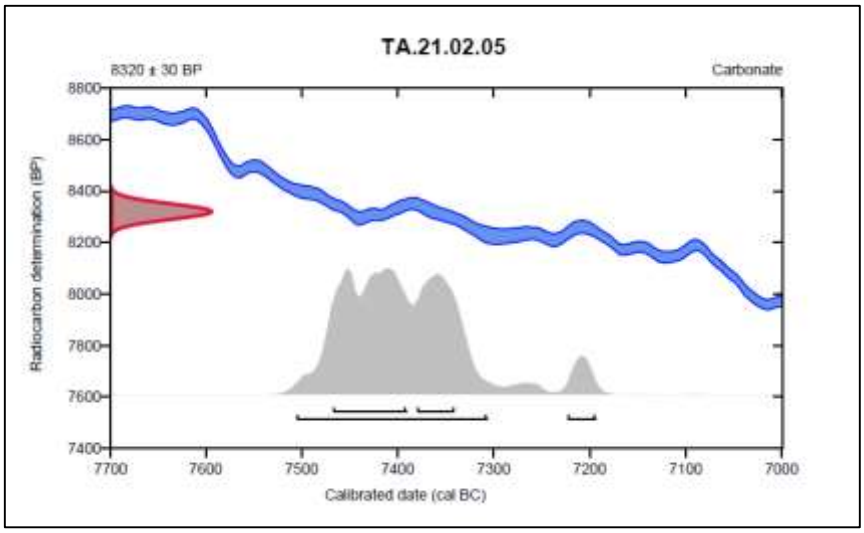
الشكل (17): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.03 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصورة جدول يوضحها أيضًا. **المصدر:** نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

والوحدة رقم TA.21.02.04 هي وحدة قليلة السمك تحتوي على كميات من السلت تقدر بنحو (15.12%)، والطين بنسبة (20.28%)، وتحتوي على الكائنات الأحيائية الدقيقة، وعلى جذور النباتات إضافة إلى إرسابات حصوية، وعلى الرمل بنسبة (46.60%)، والجزء الأعلى من الوحدة قليل التعرج، وهذا يشير إلى حالة هدوء في الترسيب، وتبين نتائج تحليل XRD (الشكل 18) أن الغالب على إرسابات هذه الوحدة كوارتز بنسبة (84.3%)، وعلى كالسيت بنسبة (4.4%)، وعلى الدولومايت بنسبة (11.2%).



الشكل (18): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.04 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصورة جدول يوضحها أيضًا. **المصدر:** نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

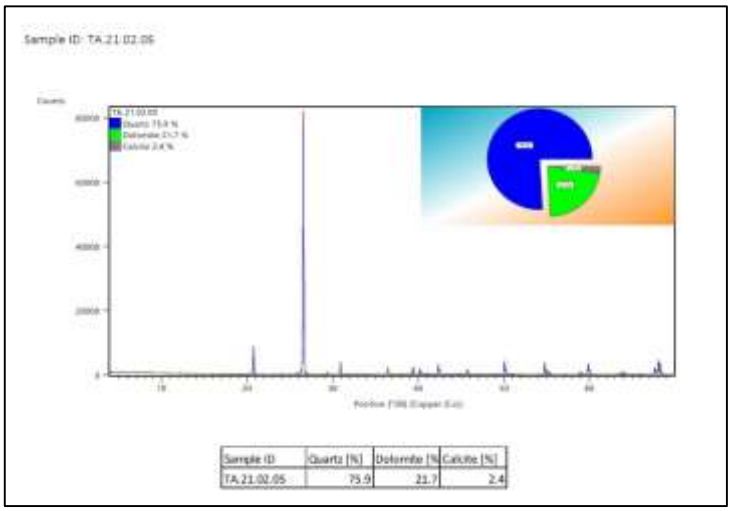
أما الوحدة رقم TA.21.02.05 فيبلغ سمكها (10) سم وهي وحدة يغلب عليها إرسابات رملية؛ إذ بلغت نسبتها (92.24%)، والسلت بنسبة (5.81%)، والطين بنسبة (1.94%)، وتحتوي على جحور، وتبين نتائج المعايرة لتحليل العينة (الشكل19) وفق تقنية Radiocarbon Dating أن العينة قدرت أعمارها بـ(9456-9258 Cal BP) ، ويرجع السبب في أن أعمار الإرسابات بالعينة رقم TA.21.02.05 أكبر منها في العينة رقم TA.21.02.01 كون المياه جفت بالتدريج في الوحدات الأعلى حتى الأسفل.



الشكل (19): مخطط يوضح نتائج العمر المعاير للعينة TA.21.01.05 المستقطعة من مصطبة لوادي الأجردي على ارتفاع 600متر، ويشير الجزء الرأسي إلى عمر العينة الحقيقي، أما الجزء الأفقي فيشير إلى عمر العينة المعاير الناتج من نظام INTCAL20، والمنحنى في الوسط يشير إلى معدل الكربون 14 عبر الزمن.

المصدر: نتائج الكربون المشع، معمل Beta Analytic ، فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية.

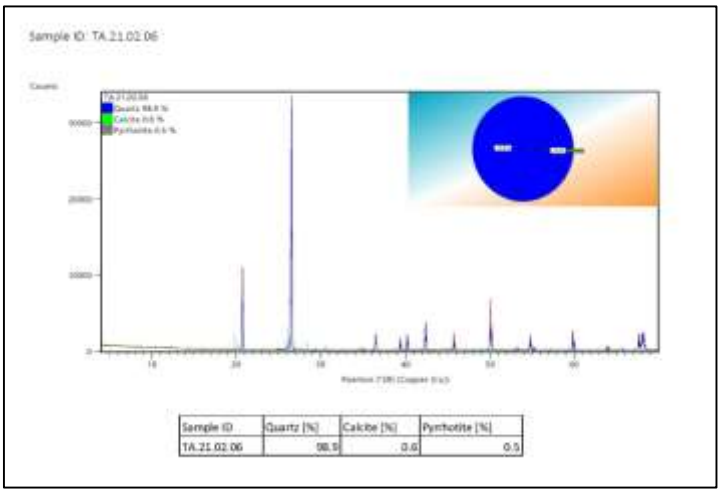
وتبين نتائج تحليل عينات حيود الأشعة السينية وفقًا للشكل(20) أن الوحدة TA.21.02.05 يغلب عليها الكوارتز بنسبة (75%)، ودلولومايت بنسبة (21.7%)، وكالسيت بنسبة (2.4%).



الشكل (20): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.05 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصورة جدول يوضحها أيضًا.

المصدر: نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

أما الوحدة رقم TA.21.02.06 فهي وحدة تحتوي على إرسابات رملية بنسبة (96.73%)، وعلى السلت بنسبة (3.27%) (الجدول3)، وتبين نتائج تحليل الحيود السينية أن إرسابات هذه الوحدة يغلب عليها الكوارتز بنسبة (98.9)، وكالسيت بنسبة (0.6%)، وPyrrhotite بنسبة (0.5) (الشكل 21).



الشكل(21): منحنيات حيود الأشعة السينية للعينة رقمTA.21.02.06 ، في أعلى اليمين رسم بياني يوضح نسبة المعادن، وأسفل الصورة جدول يوضحها. **المصدر:** نتائج تحليل XRD، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.

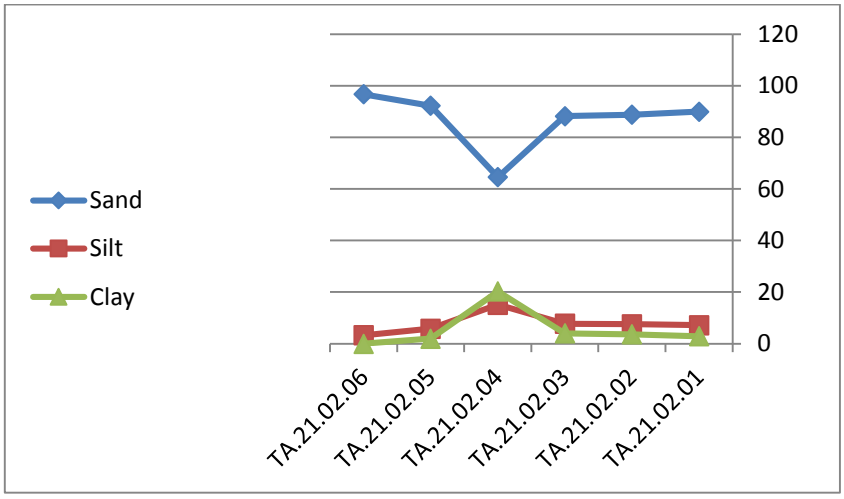
يتضح من خلال الجدول (3) والرسم البياني (الشكل 22) التالي نتائج التحليل الحجمي للإرسابات في القطاع رقم TA.21.02، فيما يوضح الشكل (23) الخصائص العامة للمصطبة النهرية في وادي الأجردي للقطاع نفسه.

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد 5 - الإصدار 55
تأريخ النشر: 20 مايو 2024 م

الجدول (3): نسبة حجوم الإرسابات في العينات قطاع رقم TA.21.02

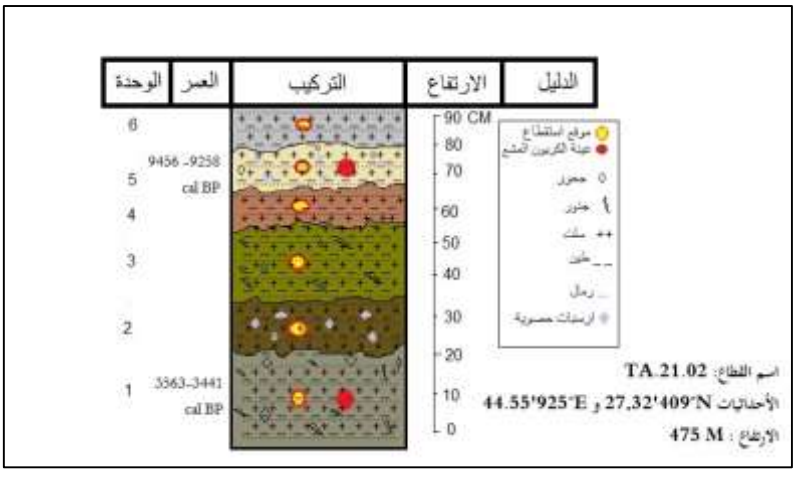
Sample Name	Sand	Silt	Clay	Texture
TA.21.02.01	89.94	7.17	2.89	Sand
TA.21.02.02	88.81	7.54	3.65	Sand
TA.21.02.03	88.21	7.76	4.03	Sand
TA.21.02.04	64.60	15.12	20.28	Sandy Clay Loam
TA.21.02.05	92.24	5.81	1.94	Sand
TA.21.02.06	96.73	3.27	0	Sand

المصدر: معامل كلية الأغذية وعلوم التربة، جامعة الملك سعود، الرياض.



الشكل (22) منحنى يوضح حجوم الإرسابات في وحدات القطاع رقم TA.21.02

المصدر: بالاعتماد على مخرجات التحليل الحجمي، معامل كلية الأغذية وعلوم التربة، جامعة الملك سعود، الرياض.



الشكل (23): الخصائص العامة للمصطبة النهرية في وادي الأجردي، القطاع رقم TA.21.02

المصدر: بالاعتماد على العمل الميداني، ونتائج تحليل العينات.

5. النتائج والتوصيات والخاتمة:

شهد وادي الأجردي في محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية وسط المملكة العربية السعودية تغيرات مناخية قديمة خلال العصر الرباعي المتأخر (البلايستوسين والهولوسين)، تتناوب معها أزمنة مطيرة وأخرى جافة، فالأزمنة المطيرة كان فيها وسط المملكة العربية السعودية والجزيرة العربية عمومًا تخضع لتأثيرات الرياح الموسمية، بالإضافة إلى تأثير حزام الأعاصير المدارية، أما في الأزمنة الجافة فهذه الأجزاء كانت تقبع تحت تأثير رياح الشمال الجافة التي أسهمت في تغيرات كبيرة، منها عزل وادي الرمة عن امتداده وادي الأجردي، إضافة إلى الشبكة النهرية القديمة لوادي الأجردي التي تنصرف إلى رمال الدهناء ومنها إلى الأجردي ما هي إلا دلالة على تلك التغايرات المناخية القديمة.

خلصت نتائج الدراسة إلى ما يلي:

1. ساهمت التغيرات المناخية في وسط المملكة العربية خلال فترة الهولوسين في تغيير مسار وادي الرمة وأثبتت التحاليل المعملية متمثلة في تقنية الكربون المشع في أن وادي الأجردي تزامنت جرياناته مع جريان وادي الرمة خلال أوائل الهولوسين قبل ما يقارب 9695 سنة.
2. الشبكة الهيدرولوجية لوادي الأجردي في أجزاءه الشمالية تنصرف باتجاه كثبان نفود الدهناء في الزمن المعيش بينما كانت ممتدة مع الأجردي جنوب محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية خلال فترات الهولوسين الرطبة.

توصي الدراسة بما يلي:

1. تكثيف الدراسات التي تُعنى بالتغيرات البيئية في هذا الجزء من المملكة، والأخذ بتوصيات المنُجز منها بما يخدم المنطقة.
2. ضرورة مراعاة حرم مجرى رافد وادي الأجردي (شعيب قبة) والتخطيط السليم وفق طبيعة خصائصه الهندسية، وتطبيق القرار الوزاري الصادر عام 1402ه القاضي بمنع التعدي على حرمات الأودية، وضبط التوجهات المستقبلية لمخطط بلدة قبة.
3. تنمية الموارد الطبيعية في هضبة التيسية (محمية الإمام تركي بن عبد الله الملكية) والمحافظة عليها، وتفعيل مجموعة من الأنشطة السياحية والاقتصادية في المحمية بما يعود على التنمية في المنطقة، وفق أسس وضوابط تضمن حمايتها واستدامتها.

6. المراجع:

1.6. المراجع باللغة العربية:

- آل سعود، مشاعل محمد: **وادي السيلي دراسة هيدرولوجية، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض**،1435.
- البارودي، محمد سعيد، (2007). **الأدلة الجيومورفولوجية على فترات المطر والجفاف خلال عصر البلايستوسين والهولوسين على طول المناطق الغربية للمملكة العربية السعودية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد:328.
- ابن لعبون، عبد العزيز بن عبد الله، (2019). **التتابع الطبقي الزمني والدورات البنائية والترسيبية.**
- جودي. اندرو س، (1977). ترجمة عاشور، محمد: مراجعة إمبابي نبيل، 1996: **التغيرات البيئية**، المجلس الأعلى لثقافة، المشروع القومي للترجمة.

- الدغيري، أحمد عبد الله. (2011). **إعادة بناء البيئات القديمة في بريدة بوسط المملكة العربية السعودية، جامعة ليستر، بريطانيا.**
- الدغيري، أحمد عبد الله. (2012). **الأنماط المورفولوجية والتوزيعات اللونية للكثبان في صحراء الدهناء بشمالي منطقة القصيم**، مجلة اللغة العربية والدراسات الاجتماعية.
- الدغيري، أحمد عبد الله. (2013). **أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين أواسط المملكة العربية السعودية، مؤتمر الجغرافيا والتغيرات العالمية المعاصرة**، جامعة طيبة، المدينة المنورة، العدد:1.
- الدغيري، أحمد عبد الله. (2013). **أدلة فيضان وادي الطرفية رافد وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الرباعي المتأخر أواسط المملكة العربية السعودية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد: 377.
- الدغيري. أحمد عبد الله، العوضي. حمدينة، (2013). **التطور الجيومورفولوجي والتحليل المورفومتري لحوض وادي السهل- في منطقة القصيم "دراسة تطبيقيَّة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافيَّة**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- الدغيري، أحمد عبد الله. العوضي، حمدينة عبد القادر. (1435). **المستحثات والغابات المتحجرة، أبرز دلائل التحول المناخي في شبه الجزيرة العربية.** تقرير صادر من قسم الجغرافيا، جامعة القصيم.
- الدغيري، أحمد عبد الله. (2016). **تطور بحيرات وأنظمة التصريف المائي في صحراء الربع الخالي خلال 43 ألف سنة الماضية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت. العدد:413.
- الدغيري، أحمد عبد الله. الشويش، إبراهيم عبيد. (2020). **استخدام تقنيات التحليل المكاني في دراسة تهيئة وإدارة المحميات الملكية في المملكة العربية السعودية، محمية التيسية أنموذجاً**، مجلة بحوث كلية الآداب.
- الدعدي، ماجدة عبد الله. (2021). التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية والتضاريسية ومدلولاتها الجيومورفولوجية في حوض وادي رهجان بمدينة مكة المكرمة، المجلة العربية لدراسات الجغرافية، المجلد الرابع، العدد 10، يوليو 2021.
- صبري، محمد حمدان. أبو عمرة، صالح محمد. (2010). **بعض الخصائص المورفومترية للجزء الأعلى من حوض الرميمين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية**، مجلة جامعة الأزهر بغزة، سلسلة العلوم الإنسانية، العدد2.
- عبد الباقي، قادري. (2003). **بعض الدلائل الجيومورفولوجية على التغيرات المناخية في اليمن خلال البلايستوسين المتأخر والهولوسين**، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة عدن.
- الغامدي، سعد أبو راس، (2004). **استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية: دراسة على منطقة جبال نعمان**، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، المجلد السادس عشر، العدد:2.
- العنزي، مها عواد، (2016). **الخصائص الهيدرومورفولوجية في القطاع الأدنى لوادي الرمة في منطقة القصيم. دراسة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القصيم.**
- الوليعي، عبدالله ناصر، (1997). **جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية**. فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية. الرياض.

2.6. المراجع الأجنبية:

- Anton, D.، (1983). **Modern aeolian deposits of the Eastern Province of Saudi Arabia.** 365-378. In: Brookfield, M E., Ahlbrand, T, S.(eds.) Advances in sedimentlogy، Amsterdam، Elsevier
- Bullard, Joanna. White, kevin (2002). Abrasion control on dune colour: muleshoe dunes,sw usa.
- Al dughairi, A., (2011). **Late Quaternary Palaeoenvironmental Reconstruction in the Burydah area, Central Saudi Arabia** PhD. thesis submitted to University of Leicester.UK.
- Bateman, M.D., Thomas, D.S.G. and Singhvi, A.K. (2003). **Extending the aridity record of the Southwest Kalahari: current problems and future perspectives. Quaternary International 111, 37-49**
- Holm, A., (1960). **Desert geomorphological in the Arabian Peninsula**. Science, pp.123, 1369-1370.
- Hotzl H. and Zotl J.G. (1978). **Climate changes during the Quaternry period**.- in: AL-Sayaris.S.S.and Zotl J.G: Quaternary period in Saudi Arabia, Spriner – verlag, wien /NewYork, 301 – 311
- Hötzl, H., Maurin, V., (1978). **Wadi Birk, In Al Sayari, S.; Zötl, J., (eds): Quaternary period in Saudi Arabia,** Springer-Verlag, Vienna, pp. 209-216.
- Hötzl, H., Job, C., Moser, H., Rauert, W., Stichler, W., (1984). **Hydrogeological and hydrochemical investigation in the upper part of Wadi Al Rimah. Quaternary period in Saudi Arabia**, Springer-Verlag, Vienna, pp. 182-193.
- Horton, R. (1932) Drainage Basin Characteristics. Transactions, American Geophysical Union, 13, 350-361.
- McClure, H., (1984). **Late Quaternary palaeoenvironments of the Rub al Khali**. PhD thesis, University College London, U.K.

Doi: doi.org/10.52133/ijrsp.v5.55.3