مجلة العلوم العربية والإنسانية
جامعة القصيم، المجلد (١٠)، العدد (٤)، ص ص ٢١٤٥-٢٢٠٠، (شوال ١٤٣٨هـ/ يونيو ٢٠١٧)

إعادة بناء البيئة القديمة بنفود الشقيقة بالقصيم، وسط المملكة العربية السعودية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد والكربون المشع

د أحمد بن عبدالله الدغيري[١]، و أ. خالد بن علي المقرن[٢]
١ أستاذ مشارك ـ قسم الجغرافيا ـ جامعة القصيم
٢ معلم بمدرسة الوزير ابن سليمان

ملخص البحث. نفود الشقيقة إحدى التكوينات الرمليَّة الواقعة جنوب شرقي القصيم، الناتجة عن توالي عمليَّات إرسابيَّة ريحيَّة رباعيَّة (هولوسينيَّة). والَّتي تأخذ عدة أنماط رمليَّة متباينة في أشكالها المورفولوجيَّة وكذلك توزيعاتها المكانيَّة واللَّونيَّة وذلك إثر تباين عوامل جيومورفولوجيَّة وأمد طويل من تغيرات مناخية قديمة.
استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد كشف أنَّ الكثبان في نفود الشقيقة يغلب عليها نمط الكثبان الطوليَّة، بالإضافة للكثبان القبابيَّة والنجميَّة الَّتي تتوضَّع فوق الأجزاء الشرقيَّة من الشقيقة، في حين نجد أن الكثبان المستعرضة محدودة على الأجزاء الشماليَّة، بينما تسود الأوشحة الرمليَّة في الأجزاء الغربيَّة، كذا هو الحال في النباك التي تبدو واسعة في انتشارها في منطقة الدراسة.

على جانب آخر قادت نتائج تحليل كربون ١٤ أن نفود الشقيقة تزامن تراكمه مع فترات رطبة خلال (٨٤٧٠-٨٢٧٠) قبل الحاضر، كما أن البحيرات وينابيع التوفا التي تظهر بين الكثبان الرملية قد تشكَّلت قبل ما يقارب (٦٠٩٥-٦٠٨٥) قبل الحاضر. وبالانتقال من أواسط الهولوسين وحتى الزمن المعاش وجدت الدراسة أدلَّة تدعم جفاف الأنظمة البحيريَّة وتنامي واضح في نموّ الأوشحة الرمليَّة وتراكمات ريحية سليكاتية واضحة ينعدم فيها الغطاء النباتي بدأ من قطاعات أواسط الكثبان وحتى أعاليها.

مصطلحات الدراسة: كربون ١٤، الهولوسين،إرسابات ريحية، البيئة القديمة، نفود الشقيقة، القصيم، وسط المملكة العربية السعودية.

مقدمة

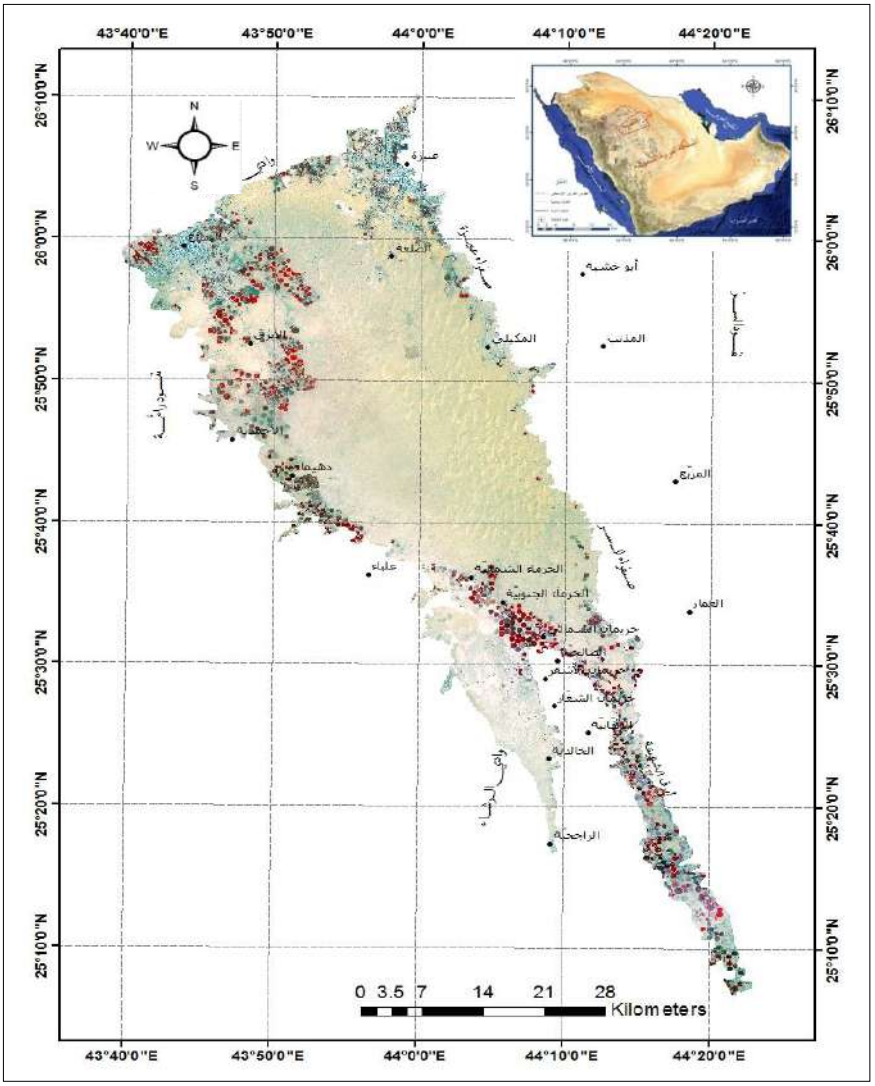
تعدُّ التكوينات الرمليَّة من أبرز الملامح التضاريسيَّة السائدة في شبه الجزيرة العربيَّة، ومن أحدث سماتها الجيومورفولوجيَّة وأوسعها انتشارًا، فالمتأمِّل في خارطة شبه الجزيرة العربيَّة الطبوغرافيَّة يجد أنَّ التراكمات الرمليَّة تشغل مساحات واسعة تقدَّر بنحو ثلث مساحتها، خاصَّة في الجزء الرسوبي المتمثَّل بإقليم الرف العربي؛ حيث يركَّز قرابة (٩٠ %) من مجمل إرسابات الرمال في أربعة بحار رمليَّة رئيسة: يتمثَّل أولها في رمال الربع الخالي الواقع في الجزء الجنوبي الشرقي من شبه الجزيرة العربية، و يعد أكبر امتداد رملي على الإطلاق، يليه بحر الرمال في النفود الكبير ويقع في الأجزاء الشماليَّة من شبه الجزيرة العربيَّة، وثالثها: ذلك القوس الرملي الذي ينصف الجزيرة العربية والمعروفة باسم رمال الدهناء حيث يربط بين رمال النفود الكبير في الشمال مع رمال الربع الخالي جنوباً، ويصل امتدادها قرابة "(١٢٠٠ كم)، ويتمثَّل آخِر تلك البحار الرملية في نفود الجافورة شرقي شبه الجزيرة العربيَّة، هذا وتختلف تلك البحار فيما بينها في التكوين، والتمايز المورفولوجي واللَّوني. وإلى جانب تلك البحار الرملية المذكورة أنفا، توجد تجمَّعات رمليَّة صغيرة نسبياً متناثرة فوق الغطاء الرسوبي، وكذلك فوق بعض أجزاء من الدرع العربي، وهي بخصائصها مواقعها أصبحت بيئات مناسبة لتنامي وتراكم مختلف الإرسابات الريحية.

إن نشأة وتطوُّر هذه التراكمات الرمليَّة المشاهدة ما هي إلا نتاج عوامل مورفوجينيَّة ومورفوديناميكيَّة قديمة ساهمت في تشكيلها، على سبيل المثال أنظمة الرياح القديمة السائدة في المملكة العربيَّة السعوديَّة، ومصادر الرمال، و التغيُّرات المكانيَّة المحلِّيَّة التي أثَّرت على الرمال أثناء نموّها، كالخصائص الجيولوجيَّة والجيومورفولوجيَّة بالإضافة للتغيُّرات الكيميائيَّة. "فمثلًا أسهم نظام رياح الشمال القديمة خلال بعض فترات البلايستوسين (*ka BP 54*) وعصر الهولوسين (*ka BP 5-10*) في تراكم وتشكُّل الكثبان في نفود بريدة، وكذلك تراكم الكثبان القبابيَّة في نفود الثويرات، والكثبان الطوليَّة في المظهور والنباك في السر

(*Aldughairi, 2011*)، بينما تزامن تراكم الكثبان الطوليَّة الحمراء في رمال النفود الكبير مع فترات جافَّة خلال البلايستوسين قبل حوالي (*10-22 ka*) وذلك جراء تأثيرات الرياح الجنوبيَّة الغربيَّة القديمة، كما تزامن نموّ وتراكم الرمال الحمراء المصفرَّة في نفود الدهناء مع فترات جافَّة سادة قبل مايقرب (*40 ka BP*) قبل الحاضر وذلك تحت تأثيرات الرياح الشماليَّة الشرقيَّة" (الدغيري، ٢٠١٢). وما نفود الشقيقة إلا بصمة من بصمات تأثيرات تلك الأنظمة القديمة خلال فترة الرباعي المتأخِّر، الأمر الَّذي يجعلها بحاجة ماسة إلى مزيدٍ من الدراسة والتحليل؛ وإعادة بناء وتصور بيئتها القديمة.

منطقة الدراسة

نفود الشقيقة إحدى التكوينات الرمليَّة الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة القصيم في أواسط المملكة العربيَّة السعوديَّة (الشكل رقم ١)، تمتدُّ إلى الجنوب من مجرى وادي الرمَّة حتى أبرق الشقيقة جنوبًا بامتداد طولي يصل متوسِّطه نحو (١١٩,٣٣٠ كم)، ومن صفراء (السر) شرقًا إلى تكشُّفات الطبقة الرسوبيَّة الأردوفيشيَّة (*Ordovician Period*) لمتكوّن ساق غربًا، بامتداد عرضي يصل متوسِّطه نحو (٣٤ كم)، آخذة بذلك الامتداد شكلًا متطاولًا (أقرب إلى الشكل المستطيل) ذا محور (ش /غ) باتِّجاه (ج/ ق) ضائقًا ناحية (ج/ق) ليأخذ بعد ذلك الامتداد درجة اتِّجاه (٣٤٢°). وعلى ذلك (التحديد) تنحصر نفود الشقيقة فلكيًّا ما بين خطَّي طول (٣٩´.٤٣°)، (٢٢´.٤٤°) شرقًا، ودرجتي عرض (٧´.٢٥°)، (١٠´.٢٦°) شمالًا .



الشكل رقم (١). مرئيَّة فضائيَّة (Landsat-7 ETM+, 2004) توضِّح الامتداد الجغرافي لنفود الشقيقة وامتداداته المكانيَّـة ج/ش منطقة القصيم، وفي هذه المرئيَّة تمّ الاعتماد على الامتدادات الرمليَّة، وقد جرى استقطاعها باستخدام الحقيبة البرمجيَّة لـ (ARC. GIS 10.1)، واعتمادًا على بيانات القمر الصناعي Landsat-7 ETM)).

الشكل رقم (١) مرئية فضائية من نوع ETM+2010 توضح طبيعية وامتداد نفود الشقيقة بمنطقة القصيم.

متربِّعة بذلك على رقعة أرضيَّة تقدَّر مساحتها بنحو (٢٢١٩ كم٢) صاعدةً بذلك على ارتفاع يصل إلى (٨٦٧ م) فوق مستوى سطح البحر وذلك عند أبرق الشقيقة، لتأخذ بعد ذلك بالانخفاض التدريجي (بشكلٍ عام) نحو الشمال لتصل نحو(٨٦٥ م) فوق مستوى سطح البحر وذلك عند الحواف الشماليَّة لضفة وادي الرمَّة. وعلى هذا يتَّصف سطح نفود الشقيقة بالانبساط النسبي (المتماوج) فيغلب عليه الأوشحة الرمليَّة المتوضِّعة على إرسابات متكوِّن ساق في الأجزاء الغربيَّة، إلى تضرُّس شديد الوعورة في الأجزاء الشرقيَّة والمتمثِّل بكثبان رمليَّة طوليَّة متباينة الارتفاعات يتخلَّلها مناطق بينيَّة *Interdune* هي بمثابة تكشفات صخور القاعدة أو مناطق بحيرية قديمة.

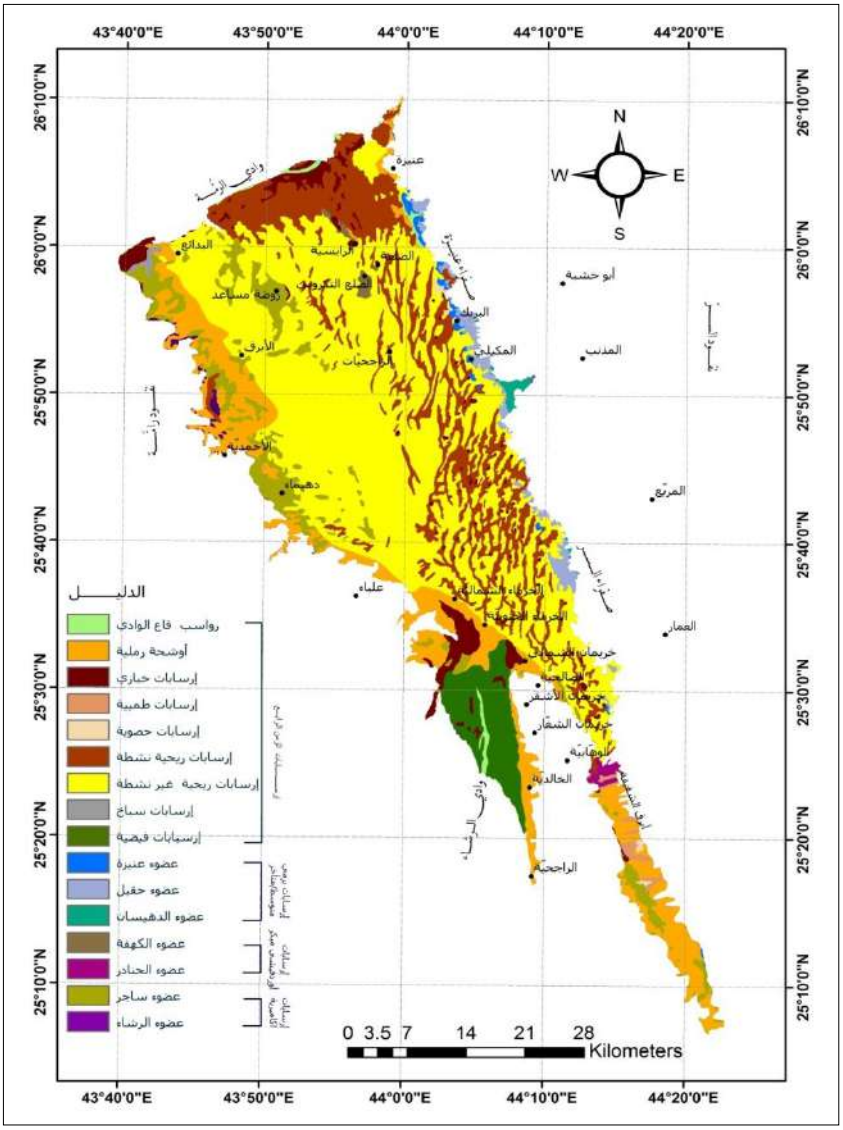
جيولوجيا تنتمي صخور القاعدة الجيولوجيَّة أسفل نفود الشقيقة إلى إرسابات عصر الكامبري وحتى الزمن الرابع، فتظهر إرسابات متكوِّن ساق ((*Saq* التابع لمجموعة تيما الَّتي تعود أعمارها للفترة المحصورة ما بين العصر الكامبري ـــــ الأردوفيشي المبكِّر (*Cambrian-Ordovician*) (بن لعبون٢٠١١) ، وينقسم المتكون إلى عضوين رئيسيَّين، يشكِّلان مع بعضهما القاعدة الجيولوجيَّة للأجزاء الغربيَّة والوسطى من نفود الشقيقة، **الأول عضو الرشاء** (*Risha Member*)ذو الحجر الرملي الطميي والحجر الرملي الناعم المتصلب، حيث تظهر خصائصه تلك عند الهوامش الغربيَّة، تحديدًا إلى الغرب من البدائع، الأبرق، وحتَّى الأحمديَّة (الشكل رقم ٢)، إضافةً لبعض التكشَّفات الصغيرة عند الهوامش الجنوبيَّة الغربيَّة من النفود تحديدًا بين الأحمديَّة وعلباء، وكذلك غرب خريمان الشغَّار وخريمان الأشقر. التكشف الأخر الذي يليه هو **عضو ساجر** (*Sajir Member*)، وتبرز إرساباته على هيئة بقع متناثرة في الأجزاء الغربيَّة من النفود بدءاً من البدائع فروضة مساعد والأبرق، وحتَّى دهيماء، وكذلك يتكشف إلى الشرق من الأحمديَّة، هذا بالإضافة إلى أجزاء متفرِّقة

قرب الخرماء الشماليَّة، خريمان الجنوبي، جنوب الصالحيَّة وأبرق الشقيقة.

تظهر إرسابات متكون القصيم في الأجزاء الشماليَّة من نفود الشقيقة (الشكل رقم ٢) وهو يندرج ضمن إرسابات مجموعة تيما العائدة إلى أواسط عصر الأردوفيشي فترة (*Lianvirnian*)(بن لعبون٢٠١١) ، ويتألَّف هذا المتكوِّن من أربعة أعضاء، **أولها عضو الحنادر** (*Hanadir Member*، ويتكشف فقط في جزء يسير جنوب نفود الشقيقة في موضع يعرف بـ (أبرق الشقيقة) شرق الوهابيَّة، ويتكوَّن الجزء المتكشِّف من العضو من حجر طيني وحجر رملي متوسِّط إلى خشن الحبيبات وائتلاف مفتتات عضويَّة (*Bioclastic*). **أما عضو الكهفة** (*Khafah Member*) فتظهر تكشُّفاته بشكلٍ واضحٍ في مكانٍ يطلق عليه محليًّا اسم الضلع التكروني إلى الغرب من قرية الضلعة، ويتكون من حجر رملي ذي لون بيج ناعم إلى متوسِّطة التحبب ويحوى أسرة كونجلوميرات صغيرة وأسرَّة مفتتات عضويَّة.

و يظهر **متكوِّن خفّ** (*Khuff Formation*) في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة، وتتبع إرساباته لمجموعة بريدة العائدة للعصر البرمي (العلوي) ـــ وقاعدة الترياسي (*Triassic(Manivit, et al., 1986 –Permian*) ويبرز منكشفه بأجلِّ صوره على شكل حزام ضيِّق شبه مستقيم ممتدًّا من (ش/غ) تجاه (ج/ق) بمقدار (١٥٨°) محاذيًا الحدود الشرقيَّة لنفود الشقيقة، مشكِّلًا بذلك شريطًا حدوديًّا يفصل بين نفود الشقيقة في الغرب ونفود السرّ في الشرق، آخذاً بذلك الامتداد مصطلحاً جيومورفولوجيًّا محليًّا يطلق عليه "صفراء عنيزة" و"صفراء السر". وينقسم متكوِّن خف إلى خمسة أعضاء تشكِّل ثلاثة أعضاء منها القاعدة الجيولوجيَّة للأجزاء الشرقيَّة أسفل نفود الشقيقة وهي عضو عنيزة الذي يظهر بوضوح على شكل شريط (شبه متصل) متاخم الحدود الشرقيَّة لنفود الشقيقة خاصةً فيما بين جنوب عنيزة وجنوب

المكيلي مرورًا بغرب البربك بطول (٢٦,٥ كم)، (الشكل رقم ٢)، ليختفي بعد ذلك تمامًا بالاتجاه صوب الجنوب، إذ لايرى إلَّا في نطاق يسير وذلك إلى الجنوب الغربي من المربَّع على مسافة بعد (١٣ كم)، ويتكوَّن من تطبقات كربونات ودولوميت مترقَّقة ذات لَّون بيج ، ويحوي حجر طيني رمادي وكونجلوميرات وحجر رملي متوسِّط الحبيبات. ويتاخمه شرقا عضو حقيل *Huqayle Member*، حيث يبرز بشكل واضح جنوب عنيزة على مسافة (٢,٥ كم)، كما يظهر بشكل متقطِّع جنوب غرب العمار بمسافة تقدَّر (٨ كم)، ويتكوَّن من دلومايت وأنهدريت وجبس ومخلفات طحلبيَّة، ومفتتات صخرية، ودولارنيت (*Dolarenite*)، حجر طيني. ويعدّ عضو دهيسان *Duhaysan Member* ثالث أعضاء متكوّن خفّ، ويتكشف إلى الشرق من عضو حقيل (المذكور سابقًا)، وتظهر تكشُّفاته على هيئة بقع متناثرة ممتدَّة على شكل شريط شمالي جنوبي من شرقي نفود الشقيقة إلا أن أبرز تكشف له يظهر غرب محافظة المذنب، وعند المربَّع والمكيلي. ويغلب على إرساباته حجر دولومايتي وكلس إضافة إلى مفتَّتات صخريَّة، وحيويَّة.



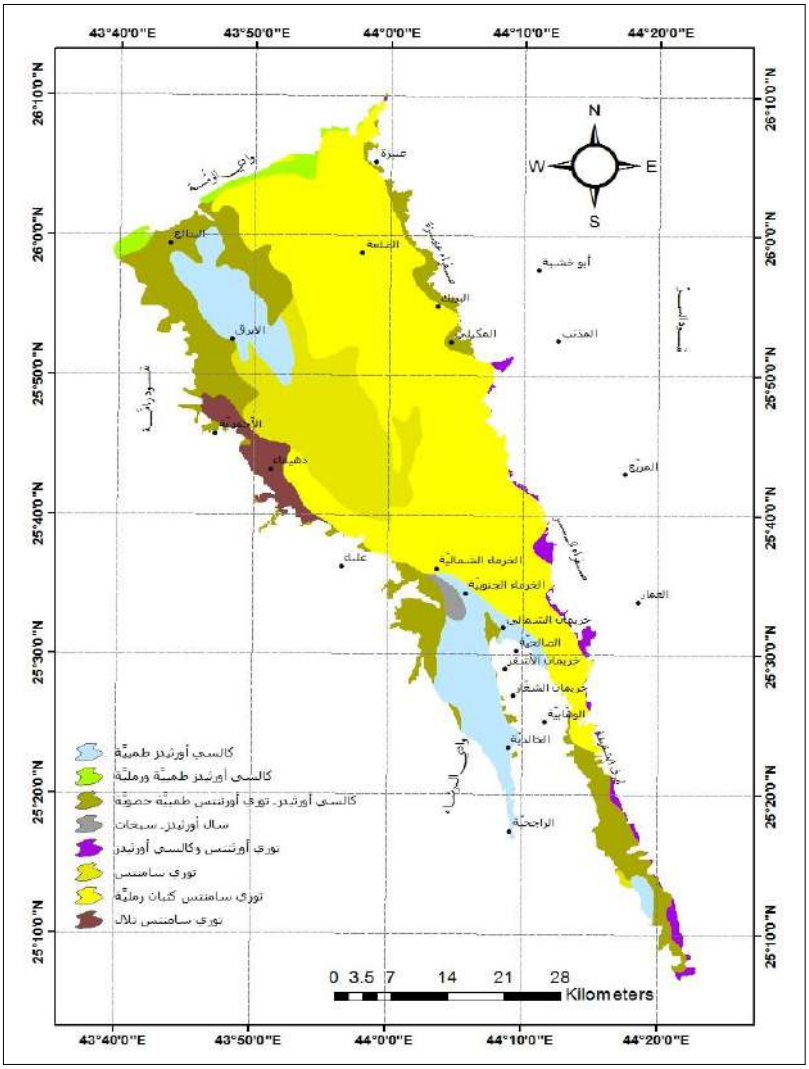
الشكل رقم (٢). يتضح منه أهمّ التكوينات الصخريَّة الرسوبيَّة المتكشِّفة في نفود الشقيقة، وقد جرى استقطاعها باستخدام الحقيبة البرمجيَّة لـ (ARC GIS 10.1)، اعتمادًا على بيانات الخارطة الجيولوجيَّة للمملكة العربيَّة السعوديَّة لوحة رقم 25.

ويترسب في منطقة الدراسة إرسابات تنتمي للزمن الرابع (*Quaternary Period Deposits*) أغلبها إرسابات رمليَّة ريحيَّة، وإرسابات مائيَّة سبخية وبحيرية، فالإرسابات الرمليَّة الريحيَّة الحديثة تظهر على هيئة إرسابات رمليَّة متباينة في خصائصها المورفولوجيَّة وتصنَّف وفقًا لأشكالها المورفولوجيَّة إلى كثبان رمليَّة طوليَّة (*Lineardunes*)، قبابيَّة (*Domal Dunes*)، نجميَّة (*Star Dunes*)، مستعرضة (*Transverse Dunes*)، وتحسر بينها مناطق بينيَّة (*Interdune*) وأوشحة رمليَّة:(*Sand Sheets*)، ونباك الرمليَّة. أما الإرسابات الَّتي تعود في أصل نشأتها وتشكُّلها إلى عمليات مائيَّة، فتتمثَّل بإرسابات البحيرات القديمة (*Lacustrine Deposites*)، إرسابات السباخ (*Sabkhas Deposites*)، إرسابات الخباري (*Khabra Deposites*)، إرسابات فيضيَّة (*Alluvial Deposites*)، رواسب قاع الوادي (*Valley Fill Deposits*)، إرسابات طمييَّة (*Alluvial Deposites*)، الإرسابات الحصويَّة (*Gravel Deposites*). وكلها تزركش منطقة الدراسة في غير موضع (انظر الخارطة الجيولوجية شكل ٢).

تخضع الحدود المجالية لنفود الشقيقة مناخيًّا إلى تأثيرات المناخ الصحراوي الجاف، الذي يتصف بدرجة حرارة مرتفعة وتهطالات شحيحة ورياح عاتية، فتشهد درجات الحرارة ارتفاعًا ملموساً مع بداية شهر (مايو) ـــ نهايَّة فصل الربيع ـــ حتى تصل معدَّلات عالية خلال أشهر فصل الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس)، وسجِّل معدَّل درجة الحرارة العظمى والصغرى خلال الفترة الممتدَّة بين (١٩٨٥-٢٠١٠ م) لشهر (يونيو) (٣٩,١٤ ، ٢١ مْ) على التوالي، لتأخذ بعد ذلك في الاعتدال النسبيَّ في أشهر فصل الخريف (أكتوبر، نوفمبر) حيث تصل معدَّلاتها العظمى والصغرى الشهرية في هذا الفصل إلى (٢٦,٤ ، ١٣,٨ مْ) على التوالي. ومع حلول أشهر فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) تبدأ درجات الحرارة بالانخفاض التدريجي حيث يشهد شهر (يناير) أدنى حدٍّ لمعدَّل درجة الحرارة العظمى والصغرى حيث تبلغ (١٢,٥ ، ١,٨ مْ) على التوالي. توصف التهطالات في منطقة نفود الشقيقة بأنَّها شحيحة ومتذبذبة في كمِّيَّاتها وتوزيعاتها المكانيَّة والزمانيَّة،

وتوصف أحيانا بأنَّها ذات نمط إعصاري، وذلك نتيجة وقوعها ضمن حزام الأقاليم الصحراويَّة الجافَّة، حيث أنَّ كميَّة التهطالات الَّتي تتلقَّاها منطقة القصيم سنويًّا يقدَّر بـ (١٢٠ مم). خاصَّةً إذا علمنا أنَّ نظام التهطالات في منطقة القصيم يعدُّ شتويًّا. نمط الرياح في الحدود المجالية لشقيقة هي الرياح الشماليَّة والشماليَّة الشرقيَّة على مدار العام، حيث تهبّ الرياح الشماليَّة في معظم أشهر فصل الصيف (يونيو، يوليو، أغسطس) بسرعات متفاوتة، أمَّا في أشهر فصل الخريف فتهبّ رياح شماليَّة شرقيَّة وتعمل على إثارة الزوابع الرمليَّة، ويصل معدَّل سرعة الرياح المتوسِّطة والقصوى (٤,٩، ٢٢,٤ كم/ساعة) على التوالي. وفي فصل الشتاء تهبّ رياح شماليَّة ويصل معدَّل سرعها المتوسِّطة والقصوى (٥,٢، ٢٤ كم/ساعة) على التوالي. وخلال فصل الربيع تهبّ رياح شماليَّة شرقيَّة و تصل معدَّلات سرعتها المتوسِّطة والقصوى (٦,٥، ٣٢,٩ كم/ساعة) على التوالي، كما تهبّ أيضًا الرياح الجنوبيَّة الغربيَّة بفرعيها في شهرى(مارس، أبريل) وتسهم في جلب التهطالات الإعصاريَّة. وكل تلك الخصائص تدعم التطرف المناخي والقحولة الواضحة في الحدود المجالية لنفود الشقيقة.

تقسم الترب في الحدود المجالية لنفود الشقيقة إلى عدد من الاقسام وذلك بناءً على نتائج المسح الشامل الَّذي قامت به وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٦ م) والمبني على أساس التصنيف الأمريكي الشامل للأراضي(أطلس الترب ٢٠١١)، ومن أهم التربات: تربة توري سامنتس (*Torripsaments*)، وهي تظهر في الأمكنة المغطَّاة بالكثبان، وكذلك في المناطق البينيَّة الواقعة في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة، ومناطق الأوشحة الرمليَّة الواقعة عند الهوامش والأجزاء الغربيَّة، وهي ترب عميقة وذات قوام رملي ناعم وخشن، وتتصف بقدرتها المنخفضة على الاحتفاظ بالماء؛ نتيجة نفاذيَّتها العالية (٦-١٥٠/٨ سم). كما تظهر تربة"سال أورثيدز" (*Salorthids*) في بقاع متفرِّقة في نفود الشقيقة خاصة الشمالية، وهي ترب جافِّة ملحيَّة. (لمزيد عن التربات أنظر الشكل ٣)ز



الشكل رقم (٣). توزيع الترب في الحدود المجالية لنفود الشقيقة، اعتمادًا الخريطة العامَّة للتربة في المملكة العربيَّة السعوديَّة.

الغطاء النباتي في نفود الشقيقة أساسًا فقير ويتكون من بعض مجتمعات الأشجار والشجيرات الجفافيَّة (*Eromophyet*) ذات طبيعة النموّ المعمَّرة (*Perennial Xerophytes*)، التي تعتلى الكثبان الرمليَّة وتتخل المناطق البينيَّة و الأوشحة الرملية، إضافةً إلى ما دونها من أعشاب فصليَّة (تحت

شجريَّة) ذات الدورة الحياتيَّة القصيرة المرتبطة بسقوط التهطالات، ومن أهم المجتمعات النباتيَّة الموجودة في نفود الشقيقة: مجتمع أشجار الغضاء:(*Haloxylon Persicum*)، مجتمع شجيرات الرمث:(*Haloxylon Saliconicum*)، مجتمع شجيرات الأرطى:(*Calligonum Comosum*)، مجتمع شجيرات العشر:(*Calotropis Procera*).وإلى جانب تلك الشجيرات المعمَّرة في النفود توجد طائفة الأعشاب الفصليَّة القصيرة العمر *Annuals Ephemerals*)) الَّتي تظهر عقب سقوط التهطالات وتغيب بعد انقطاعها، ومن أهم هذه النباتات الفصليَّة السائدة في النفود: الربلة ((*Plantago Boisseri*، الأقحوان *Anthemis Deserti Bois*))، البسباس *Anisosciadium Lanatum*))، الخبّيز *Malva Parviflora*))، العنصلErythrseum ((*Dipcadi*))، الرقروقHelianthemu Salicfolium))، الحمّيض (*Rumex Vesicrius*)، والسمح *Forsskalii*))، والحمبيز *Emex spinosa*)).

مُشكلة الدراسة

تنبع مشكلة الدراسة من الرغبة في كشف ستر الغموض الَّذي يكتنف عمليَّة تشكُّل ونشأة الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة، خاصةً وأنه لم تطلها أقلام البحث الجيومورفولوجي، رغم أنَّها تشكِّل سمة جيومورفولوجيَّة في غاية الأهميَّة؛ لما تضمُّه من أشكال مورفولوجيَّة متباينة، الأمر الَّذي يتطلَّب إجراء دراسة جيومورفولوجيَّة معمَّقة، تمكِّن من فهم أسباب وعوامل نشأة وتطوُّر الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة، بالإضافة إلى التعرُّف على أشكالها وخصائصها المورفولوجيَّة وتوزيعاتها المكانيَّة، إضافةً إلى كشف النقاب عمّا تحتضنه من ينابيع وبحيرات قديمة مطمورة، لم يسبق وأن حظيت بدراسة جيومورفولوجيَّة معمقة ولم تدرج ـــ أيضًا ـــ مدرج البحث والدراسة خارج هذا المجال، بل لم يكتب عنها قط باستثناء دراسة (الدغيري ٢٠١١) لينابيع غربي مدينة بريدة في الشمال المجاور. وبناءً على ذلك ستحاول هذه الدراسة الإجابة عن التساؤلات الآتية:

١ - ما مصدر الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة؟ وإلى أيِّ فترة زمنيَّة تعود بدايات تشكُّلها ومن ثم تطوُّراتها اللَّاحقة؟
٢ - ما الأشكال المورفولوجيَّة السائدة الَّتي تَّتخذها الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة؟ وما مصادرها؟
٣ - ما الخصائص الجيومورفولوجيَّة للبحيرات القديمة في نفود الشقيقة؟ وماهي مراحل تطوُّرها؟ وما الظروف البيئيَّة والمناخيَّة المصاحبة لتلك التطوُّرات؟

أهداف الدراسة

ترمي الدراسة الجيومورفولوجيَّة لنفود الشقيقة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف، يمكن حصرها بما يلي:
١ - محاولة التعرُّف على أصل ونشأة الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة؛ لاستقراء نشأتها وتطوُّراتها اللَّاحقة.
٢ - دراسة الخصائص المورفولوجيَّة للكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة، والتعرُّف على ملامحها العامة.
٣ - محاولة التعرُّف على الخصائص الجيومورفولوجيَّة للبحيرات البائدة في نفود الشقيقة؛ لاستقراء مراحل تطوُّرها والظروف البيئية والمناخيَّة المصاحبة لتطورها.

دراسات سابقة

هناك نماذج لأهم الدِّراسات المنجزة الَّتي عرضت لبيئة الكثبان الرمليَّة على المستويات الإقليميَّة والعالميَّة، ومن تلك دراسة (الدغيري، ٢٠١٢) بعنوان: "الأنماط المورفولوجيَّة والتوزيعات اللونيَّة للكثبان في صحراء الدهناء شمالي منطقة القصيم". هدفت هذه الدراسة إلى تحديد شكل الكثبان الرمليَّة وتباين توزيعاتها اللونيَّة. وقد استخدم الباحث فيها تقنية مؤشر الاحمرار (*Munsell Redness Rating*)، وأطلس التربة (*Munsell Soil Chart*)، والتحليل الميكروسكوبي، بالإضافة إلى صورة لاندسات المحسَّنة، وتقنية الحساسيَّة المغناطيسيَّة. وقادت الدراسة إلى جملة من

النتائج، من أبرزها: أنَّ سيادة الكثبان الرمليَّة الطوليَّة شمال وادي الأجردي تضافرت مع رياح الشمال، الَّتي كان لها الأثر الكبير في تطوُّرها، وذلك خلال الرباعي المتأخِّر ((*Late Quaternary Period*. كما أظهرت الدراسة تمايزًا في حمرة الكثبان، حيث تزداد بالابتعاد عن مجرى وادي الرمَّة وامتداداته الأجردي والباطن، وأوضحت الدراسة نفسها أن زيادة الحمرة ترتبط بالكثبان القبابيَّة والنجميَّة، بالإضافة إلى بعض أعرف الكثبان الطوليَّة ذات المناسيب العالية؛ نتيجة تركيزات أكسيد الهيماتيت، في حين تقل الحمرة في الكثبان الطوليَّة ذات المناسيب المنخفضة القريبة من وادي الأجردي.

أيضًا هدفت (أبو الخير، ١٤١٩) بعنوان: "التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرمليَّة الهلالية بنفود الثويرات". إلى تحديد الخصائص الحجميَّة لحبيبات الكثبان الهلاليَّة وتحليلها. وقد استخدمت الدراسة المنخل الكهربائي، والميكروسكوب، ومعامل كلٍ من الالتواء والفرز. وخلصت الدراسة إلى أنَّ رمال نفود الثويرات تَّتصف بمصفوفتها الحجميَّة الناعمة والدقيقة للغاية، وتمثِّل الفئة الحجميّة الغالبة خاصَّة قمم الكثبان وانحداراتها، في حين تقل نسبة الحجوم المتوسِّطة والخشنة وتقتصر على الممثِّلة للمناطق البينيّة، وبيَّنت الدراسة أنَّ تلك الرمال تَّتصف بفرزها الجيِّد إلى الجيِّد جدًّا. كما أوضحت الدراسة أنَّ الحبيبات الرمليَّة تأخذ الشكل المستدير تتخلَّلها نسبة من الحبيبات المزوَّاة. كما أوضحت أنَّ حبيبات الرمال تميل إلى اللون الذهبي الضارب للحمرة؛ نتيجة ارتفاع نسبة أكاسيد الحديد.

أيضا سعت دراسة (أبو سليم، ٢٠٠٩) بعنوان: "أشكال التكوينات الرمليَّة في حوض الديسي". إلى تحليل مورفولوجيَّة الرمال، وتحليل إرساباتها شكلًا وحجمًا تبعًا لاختلاف ظروف نشأتها وتطوُّرها". وقد استخدمت الدراسة المنخل الكهربائي والبرامج التحليليَّة الإحصائيَّة، إضافة إلى الميكروسكوب. وقادت الدراسة إلى أنَّ الرمال في حوض الديسي يغلب عليه ثلاثة أشكال رئيسة، هي: النباك، الفرشات الرملية، الكثبان الطوليَّة. وأرجعت الدراسة إلى أنَّ العامل المؤثِّر في ديناميكيَّة

تطوُّر الكثبان يعود إلى التغاير في اتِّجاه الرياح من النظام الأحادي إلى النظام الثنائي. وأشارت الدراسة إلى أنَّ فئة الرمال الناعمة الحجم هي الأكثر تمثيلًا لإرسابات النباك والكثبان الطوليَّة، في حين تنخفض نسبتها في الفرشات الرمليَّة.

إلى جانب ذلك هناك دراسات غير عربيَّة، الَّتي تناولت دراسة بيئات كثبان رمليَّة مشابهة لمنطقة الدراسة من أبرزها دراسة (*Glennie & Singhv, 2002*) بعنوان: *Event stratigraph Paleoenvironment and Chronology of SE Arabian deserts"*، حيث هدفت هذه الدراسة إلى استعراض السجل الجيومورفولوجي ج/ق لصحراء الجزيرة العربية؛ وذلك بإعادة بناء تأريخ فترة أواخر العصر الرباعي، والَّتي كان تشكُّلها مرتبطًا بتأثيرات رياح الشمال والرياح الجنوبيَّة الغربيَّة الموسميَّة. واستندت الدراسة إلى استخدام تقنيتي (*IRSL*) وتقنية (*OSL*)، بالإضافة إلى تقنية الكربون المشع (^{14}c). وقادت نتائج الدراسة إلى أنَّ انخفاض مستوى سطح الخليج العربي ساعد رياح الشمال في تذرية الإرسابات، الأمر الَّذي أدَّى إلى نشاط واضح لتراكم الكثبان الطوليَّة خلال الفترات الجموديَّة، في حين كانت الفترات الفاصلة بين الجموديات فترات دفء وزيادة في التهطال؛ نظرًا لتقادم وزيادة إمداد الرياح الموسميَّة، وتراجع امتدادات رياح الشمال.

أيضًا هدفت دراسة (*Goudie et al., 2000*) بعنوان: *Latest Pleistocene and Holocene Dune Construction at the North-eastern Edge of The Rub Al Khali, United Arab Emirates*" ، إلى وضع تأريخ زمني لكثيبين يتجاوز ارتفاعهما (١٠ م)، محفورة ضمن مجموعة من الكثبان الضخمة قرب رأس الخيمة، شمال دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث اعتمدت الدراسة على تقنية إعادة الأعمار(*OSL*). وقادت نتائج الدراسة إلى زيادة في معدَّلات تراكم الكثبان في منطقة عوافي الواقعة شرقي الربع الخالي، حيث أرسبت ما يوازي (١٧ م) خلال (*10.000 ka Bp*)، وأنَّ التراكمات الَّتي حدثت خلال السنوات الـ (١,٠٠٠) الماضية في المنطقة المذكورة ارتبطت بزعزعَة الغطاء النباتي؛ بسبب التوسعات البشريَّة القاطنة في إقليم الخليج العربي.

أيضًا سعت دراسة (*Yang et al., 2011*) بعنوان: "*Formation of the Highest Sand Dunes on Earth*"، إلى توثيق التباين في مورفولوجيَّة الكثبان العالية في صحراء باداين حاران غرب الصين. وقد اعتمدت الدراسة على بيانات الاستشعار عن بعد (*RS*)، إضافةً إلى التقنية الراداريَّة. وخلصت الدراسة إلى أنَّ وفرة إمدادات الإرسابات الرمليَّة، وأنظمة الرياح المعقَّدة، والتعاقب بين الظروف المناخيَّة الجافَّة والرطبة، لعبت دورًا في تشكيل الكثبان الطوليَّة. وأشارت الدراسة إلى أنَّ الفهم الشامل لمورفولوجيَّة الكثبان وارتفاعاتها على سطح الأرض لا يتحقَّق إلَّا بالدراسة المتأنيَّة للظواهر الطبوغرافيَّة الكامنة الَّتي تحيط بالكثبان الرمليَّة.

الخطوات المنهجية والتقنية للبحث

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي لوصف حالة الأشكال الرمليَّة في نفود الشقيقة من حيث خصائصها المورفولوجيَّة وامتداداتها واتِّجاهاتها وأبعادها، وتطوُّراتها وتصنيفها، وكذلك وصف الظاهرات الأخرى ضمن الكثبان الرملية، وذلك من خلال العمل الميداني بالمقام الأول، وبالتفسير المبني على معالجة المرئيَّات الفضائيَّة.كما انتهج البحث المنهج التحليلِّي في دراسة وتحليل بيانات أشكال الكثبان الرمليَّة في منطقة الدراسة والظاهرات الأخرى المتمثَّلة بها الَّتي تم جمعها من خلال النماذج الرقمية (*SRTM*)، والمرئيَّات الفضائيَّة *Landsat-7* ETM+, *Spot 2014 Google 2014*))، والخرائط الجيولوجيَّة، علاوةً على المسوحات الميدانيَّة، والتحاليل المعمليَّة التَّي لها دورٌ مهمٌ في فهم وسبر كثير من خصائص الظاهرات في منطقة الدراسة.

١- العمل الميداني

مرَّت الدراسة الميدانية بمراحل عدَّة، أولها مرحلة العمل الميداني الأول: واستمر قرابة الأسبوع من عام ١٤٣٥(، تمّ خلاله إنشاء نقاط ضبط أرضي لربط وضبط الظواهر الجيومورفولوجيَّة الممثَّلة على المرئيَّة الفضائيَّة بما يناظرها ميدانيًا، وقد جرى ذلك من خلال رصد

تقاطعات الطرق، وبعض مواقع بعض أبراج نقل الطاقة الكهربائية أو أبراج الهاتف الجوَّال. كما تمّ تحديد نطاقات وقطاعات الدراسة عن طريق اختيار موقع نموذجي ممثِّل لقطاع كثيب رملي (SQ.15.01) وقطاع رواسب البحيرات القديمة (SQ.14.01) . المرحلة الثانية من العمل الميداني استمرت شهرين من عام١٤٣٦ه وفيها تم تحديد خصائص القطاعات المختارة من خلال عمل مقطع حفر رأسي والذي يمثِّل عمليات الترسيب المتتالية قديما، وتم خلالها استقطاع ١٧ عينة بمقدار ٣٠٠جرام، وذلك لإجراء تحليلات مخبرية لاحقة كتحديد أعمار الإرسابات والتعرُّف على أدلة الظروف البيئة القديمة السابقة وما صاحبها من تغيُّرات مناخية.

تحديد الأشكال المورفولوجيَّة السائدة للكثبان الرمليَّة جرى عن طريق تنظيم زيارات ميدانيَّة؛ بغية تحديد مورفولوجيَّة الكثبان الرمليَّة السائدة في نفود الشقيقة، إضافة إلى المراجعات الميدانيَّة لمناطق مختارة عددها ١٥ موضع؛ بغية التحقُّق من بعض الأشكال المورفولوجيَّة للتراكمات الرمليَّة والظاهرات الأخرى المتمثِّلة بها، الَّتي قد يفشل التفسير البصري للخرائط والصور الجويَّة في استجلائها وإيضاحها.

٢- التحاليل المخبرية

تمَّ استخدام أجهزة تحليليَّة حديثة عالية الدقَّة تتمثَّل بتقنية الأشعة السينيَّة (*X-Ray Diffraction*) والَّتي من خلالها تمّ التعرُّف على حيود المعادن وذلك لعدد تسع عينات (ملحق رقم ١). خصائص الإرسابات الحجميَّة للرواسب البحيريَّة القديمة في نفود الشقيقة و الإرسابات الرملية جرى استقراء خصائصها التركيبة والحجمية بتقنية الهيدروميتر وميكرسوب من نوع Optical Microscope 40X-1000X LED Light Monocular وذلك لعدد (١٥) عينة سطحية و١٧ عينة من قطاعين رأسيين(SQ.14.01-SQ.15.01)

لتحديد عمر الرواسب في البحيرات القديمة جرى تطبيق تقنية تأريخ الكربون المشع (*Radio Carbon Dating* ـــ C^{14}) وتم استقطاع عينتين (**SQ.14.04-SQ.14.11**) والَّتي من خلالها تم تحديد فترات تدفُّقها والظروف

المناخيَّـة (الرطبـة والجافَّـة) المصـاحبة لهـا. وعلـى جانـب آخـر جـرى استقطاع عينتـين (**SQ.15.01-SQ.15.04**) مـن الإرسـابات الريحيـة بغيـة التعرُّف علـى نشـأة الكثبـان الرمليَّـة وتطوُّرهـا فـي نفـود الشـقيقة. وجـرى استخراج العمر للعينات السابقة بواسطة المعادلة رقم (١):

معادلة رقم ١

$$Age = \frac{Ln\left(Nf/No\right)}{(-0.693)T1/2}$$

حيـــث إن:

Ln = دالة اللوغاريتم الطبيعي.

Nf/No = نسبة (^{14}C) في العينة إلى كميته في الأنسجة الحيَّة.

T1/2 = عمر النصف لـــ (^{14}C) والذي يساوي (٥٧٣٠) سنة.

أمَّـا فيمـا يتعلَّـق بالأعمـار الناتجـة فقـد تـمَّ معايرتهـا وفـق منحنيـات المعايرة التابعة لنظام ((*CalibrationBetaAnalytical Curves 13*.

٣- تقنيات الاستشعار عن بعد

تم استقطاع ١٥ عينة سطحية من رواسب الكثبان الرملية أخضعت لتقييم لوني بواسطة أطلس ألوان التربة (*Munsell Soil Color Chart*). أيضًا تمّ استخدام بعض من التقنيات الحاسوبيَّة الجغرافيَّة الحديثة التابعة لنظم المعلومات الجغرافيَّة وأجهزة الاستشعار عن بعد والمتمثلة بحقيبة برمجيَّة برنامج إيرداس (*Erdas Imagin 10.1*) والَّتي تمّ من خلالها إجراء بعض من التحليلات: كالتصنيف غير المراقب **والتصنيف المراقب الَّذي** من خلالهما تمّ تصنيف جميع الظواهر الَّتي تحتويها منطقة الدراسة وتغطيها المرئيَّات الفضائيَّة *Landsat-7* ETM+, *Spot 2014,* حيث تم تصنيفها ووضعها في فئات وفق انعكاساتها الطيفيَّة. كذلك جرى تطبيق طريقة (*AOI*) وذلك من أجل استثناء الظاهرات الأخرى المتمثِّلة داخل الكثبان الرمليَّة في المرئيَّة الفضائيَّة وغير المرغوب تحليلها (الغطاء النباتي، والأراضي الزراعيَّة، الطرق، تكشُّفات صخور القاعدة) وذلك لجعل المرئيَّة مناسبة لإظهار التصنيفات الرملية بكل دقة.

نتائج الدراسة

خصائص الكثبان الرمليَّة والبحيرات القديمة في نفود الشقيقة

أوَّلًا: الأشكال الرمليَّة وخصائصها المورفولوجيَّة

بتكامل بيانات المرئيَّات الفضائيَّة والدراسات الميدانيَّة، أمكن التعرُّف على عدَّة أشكال تَّتخذها الإرسابات الرمليَّة الرباعيَّة في بيئة نفود الشقيقة الجيومورفولوجيَّة بالإضافة إلى التعرف على خصائصها المورفولوجيَّة هناك، وفيما يلي استعراض مختصر لتلك الأشكال:

١ – الكثبان الطوليَّة

تشكِّل الكثبان الرمليَّة الطوليَّة الضيِّقة نمطًا مورفولوجيًّا بارزًا يتراءى بوضوح في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة، حيث تمتدّ هذه الكثبان على هيئة تجمُّعات (عروق) رمليَّة طوليَّة متوازية ومتقاربة (الشكل رقم ٣) تتباين أطوالها من (١ كم) إلى (٣ كم) وأحيانًا تكون تلك العروق الرمليَّة متقطِّعة تربط بينها أذرع متشعِّبة مِّما يجعلها تصل إلى مسافات طويلة تصل إلى (٦ كم) وربَّما تجاوزت ذلك لتصل إلى (١٠ كم) وتتبع محاور هذه العروق الرمليَّة اتِّجاه عام من (ش/ق) صوب (ج/غ) بدرجة اتِّجاه (١٩٠°) موافقةً بذلك لاتِّجاه منصرف رياح الشمال (السائدة) بتفريعاتها المتقاربة الاتِّجاه، وتأخذ قمم هذه الكثبان (أعرف) متباينة الارتفاعات (هبوطًا وارتفاعًا) بعلو يتراوح بين (٣٠ م) إلى (٤٠م) وقد تصل (٨٠ م) (في بعض الأحيان) عن مستوى سطح الأراضي المحيطة وبمسافات (موجات) مختلفة تتراوح عادة بين (٨٠ م) و (١٢٦ م) على طول خطّ القمَّة، لتأخذ بعد ذلك تلك القمم بالتناقص تدريجيًّا مع ارتفاع الكثيب، كما تظهر أحيانًا قمم تلك الكثبان مسطَّحة وذلك نتيجة نحت الرياح العالية السرعة لقممها. وبشكل عام تأخذ مناسيب تلك الكثبان بالارتفاع تدريجيًّا بالتقدم نحو الشرق ليصل أقصى ارتفاع له هناك قرابة (٩٠ م)، ويتخلل الكثبان الطوليَّة المذكورة مناطق بينيَّة

(*Interdunes*) طويلة مسايرة لها بصورة ضيّقة فيما بينها وبمسافات متباينة، حيث تتراوح المسافة الَّتي تفصل بين العرق والَّذي يليه ما بين (١٥٠ م) إلى (٥٠٠ م) يتحكَّم فيها ظروف سطح القاعدة الجيولوجيَّة المتمثِّلة بتكوين خفّ، كما تَّتخذ القطاعات الطوليَّة لهذا النوع من الكثبان شكل القوس المستطيل مع انحدار معتدل في الجوانب الغربيَّة وشديد في الجوانب الشرقيَّة، في حين تَّتصف القطاعات العرضيَّة لهذا النمط من الكثبان بأنَّها ذات قمم ضيّقة حادةً (مستدقَّة) أحيانًا وتظهر بجانبين متماثلين أو بجانبين غير متماثلين، يحدث فيها تبادل (تعاقب) لواجهات الانزلاق لجانبي الكثيب (من جانب إلى آخر) والَّتي يصل علو بعضها إلى ثلث ارتفاع الكثيب (مع الاحتفاظ بالشكل الطولي للكثيب على طول امتداد المحاور الطوليَّة) وذلك تبعًا لتغاير في اتِّجاه هبوب الرياح الجانبيَّة (الثانويَّة) الشرقية والغربيَّة (الَّتي تسود في بعض فترات العام) المسؤولة عن تعقيد الشكل المورفولوجي لتلك الكثبان وذلك من خلال هبوبها بنسب مختلفة، وبشكل متقاطع مع اتِّجاه رياح الشمال السائدة الحاليَّة بتفريعاتها المتقاربة الاتِّجاه خلال فصول السنة الجافَّة ـــ فصل الصيف وأوائل الخريف عديمة التهطالات ـــ والَّتي أسهمت بشكل فعَّال إلى جانب النباتات الصحراويَّة في تطوُّر هذا النوع من الكثبان وفي تحديد شكلها الهندسي المشاهد اليوم. وتشغل مساحة الكثبان الطوليَّة مساحة تقدَّر بـــ (٤٣٨٥٨٣٦٧٤م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة في نفود الشقيقة.

٢- الكثبان القبابيَّة

تشكِّل الكثبان القبابيَّة نمطًا مورفولوجيًّا واسع الانتشار في شمال وشرق نفود الشقيقة حيث ترتكز في أعالي الكثبان الطوليَّة لتدخل ضمن تركيب جسم العرق الرملي مشكِّلة فيه بروزًا واضحًا جليًّا يظهر بشكل متعاقب على طول امتداد محور الكثبان الطوليَّة. وأحيانا تظهر وبصورة نادرة كمرتفع رملي مستقل يشرف عمَّا حوله، ويعد تشكُّل هذا النمط انعكاسًا لهبوب الرياح المحمَّلة بالرمال من اتِّجاهات متعدِّدة (الشماليَّة، والشرقيَّة، والغربيَّة) خلال فصول السنة وذلك نتيجة وقوعها في أماكن مرتفعة مفتوحة خالية من العوائق تسمح بوصول تلك الرياح

لتعمل على تراكم ونموّ الإرسابات الرمليَّة من جميع الجوانب والعمل على تطويرها لاحقًا، مشكِّلة في النهاية عدَّة أوجه خالية من الانحدارات الشديد تلتقي وتنتهي في قمَّة بشكل دائري يشبه القبَّة تتباين في ارتفاعها من كثيب لآخر بين (٢٠ م) و (٤٠ م) إلى (٥٠ م) عن مستوى الأراضي المحيطة. وينتشر هذا النمط المورفولوجي في الأجزاء الجنوبية الشرقيَّة من نفود الشقيقة بصورة عشوائيَّة غير متكافئة التوزيع، وتشغل مساحة الكثبان القبابيَّة مساحة تقدَّر بـــ (٢٤٠٩١٥٧٧٨م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة في نفود الشقيقة.

٣- الكثبان النجميَّة

تشكِّل الكثبان الرمليَّة النجميَّة نمطًا مورفولوجيًّا محصورًا في أعالي الكثبان الطوليَّة (الشكل رقم ٣)، حيث تظهر تلك التلال الرمليَّة بشكلٍ معقَّد متشعِّب يحتوي في الغالب على (٣) أذرع وقد تصل أحيانًا إلى (٤) أذرع (وفقًا لاتِّجاهات الرياح ولإمداد الرملي) تتفق خاصةً مع اتِّجاه الرياح الشماليَّة السائدة بتفريعاتها المتقاربة وكذلك مع اتِّجاه الرياح الشرقيَّة إضافة إلى الجهات الأخرى الأقل أهميَّة حيث تنعكس هذه الأهميَّة بطول وضخامة أذرع محور الرياح الشمالية بتفريعاتها، وقصر وصغر أذرع الرياح الأخرى. حيث تتروح أطوال أذرع تلك الكثبان الضخمة بين (٩٠ م) و(١٢١ م) في حين يتروح عرضها بين (١١ م) و(١٥ م) في حين يتروح عرضها بين (٨ م) و(١٢ م) متشعِّبة من نقطة مركزيَّة يصل ارتفاعها إلى (٣٢ م) وقد أدى تراكب هذا النمط وتداخله واختلاطه مع بعضه البعض إلى تعقده لدرجة كبيرة بحيث لم يعد من السهل التعرُّف على مورفولوجيَّة هذا النمط من الكثبان. وتشغل مساحة الكثبان النجميَّة مساحة تقدَّر بـــ (*٥٨١٦43192* م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة في نفود الشقيقة.

٤ – الكثبان المستعرضة

تشكِّل الكثبان الرمليَّة المستعرضة نمطًا مورفولوجيًّا سائدًا ومحصورًا في الأجزاء الشماليَّة من نفود الشقيقة (الشكل رقم ٣) ـــ والَّتي تعرف محليًّا باسم (الخبيبة) ـــ حيث تظهر حقول تلك الكثبان على هيئة موجات رمليَّة ذات قمم مسطَّحة متباينة الارتفاعات تتراوح بين (٧ م) و (٢٠ م) من مستوى الأراضي المحيطة ويعلوها أحيانًا أعراف مستدقَّة ممتدَّة بصورة متوازية ومتتالية (مصطفَّة) بعضها أمام البعض الآخر، بشكل مستعرض على اتِّجاه رياح الشمال السائدة في تلك النفود (متَّخذةً اسمها من ذلك الشكل)، وذلك على صورة أشرطة متعرِّجة تتبع محورًا (غ ـــ ش/غ) باتِّجاه (ق ـــ ج/ق) بدرجة اتِّجاه (٢٨٢°). ويتراوح أطوال الكثبان المستعرضة بين (٢٥٦م) و (١٨٤٤ م) بمتوسط قدرة (٨٠٠ م) وذلك نتيجة في حين يتراوح عرضها بين (٩٠م) و (١٤٣ م) أمَّا علوُّها فيتراوح بين (١٨ م) إلى (٢٨م) فوق مستوى سطح الأراضي المحيطة بها حيث تأخذ مناسيب تلك الكثبان بالارتفاع تدريجيًّا بالاتِّجاه جنوبًا وذلك تمشيًّا مع درجة اتِّجاه الميل العام (المتدرِّج) لنفود الشقيقة من الجنوب ناحية الشمال، ويفصل بين تلك الكثبان ممرَّات طويلة ضيِّقة وأحواض مغلقة متباينة الأشكال تساير محاور تلك الكثبان، حيث يتراوح اتساعها (عرضًا) في الأجزاء الشماليَّة بين (٦٠ م) و (١٥٠ م) نتيجة زيادة كثافة الكثبان، لتقل بعد ذلك اتِّساعًا بالاتِّجاه نحو الأجزاء الجنوبيَّة لتصل إلى (٤٠٠ م) وذلك نتيجة بعدها النسبي عن مناطق الإيراد الرملي الأمر الَّذي بدوره يعكس قلَّة كثافة الكثبان المستعرضة هناك. وتتَّصف القطاعات العرضيَّة لهذا النمط من الكثبان بأنَّها ذات جانبين (حافَّتين) منحدرين في اتجاهين متضادَّين يلتقيان في قمَّة مسطَّحة واسعة تصل (٣ م) في بعض الأحيان وقد تزيد عن ذلك نتيجة نموّ بعض شجيرات الغضا الصحراويَّة على قمم تلك الكثبان وذلك لدورها في اصطياد وتراكم حبيبات الرمال حولها فضلًا عن قدرة جذورها على تماسك تلك الحبيبات. حيث يظهر ذلك ميدانيًّا على الجانب الأول

(الكساح) المواجه لرياح الشمال المتَّصف بالانحدار الهيّن ذو شكل المحدَّب على العكس من الجانب الآخر الانهيالي (الصبَّاب) المظاهر لرياح الشمال المتَّصف بالانحدار الشديد ذو شكل مستقيم وذو مسافة قصيرة (أحيانًا) الَّتي تتراوح بين (١ م) و (٣ م) والمنتهية بانحدارٍ هيّنٍ يمتدّ لمسافة تصل (١٠٠ م) وذلك نتيجة وجود أحواض (بطون) رمليَّة مغلقة ذات غطاء رملي سميك عائد إلى زيادة كميَّة تراكم الإرسابات الرمليَّة المحمولة بواسطة الرياح على الجانب المظاهرة للرياح هذا علاوة إلى دور النباك الرمليَّة في المساهمة في تلك العمليَّة الإرسابيَّة واستقرار الرمال والمساهمة أيضًا في رسم معالمها المورفولوجيَّة وتشغل الكثبان المستعرضة مساحة تقدَّر بـــ (٩٧٨٩١٨٣٧م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة الأخرى في نفود الشقيقة.

٥ – منخفضات مابين الرمال

عبارة عن ممرَّات طوليَّة منخفضة منسوبًا فيما بين الكثبان الرملية وضيّقة فيما بينها ومغطَّاة بطبقة من الإرسابات الرمليَّة بسمك (متفاوت من مكان لآخر) يحجب رؤية الأساس الصخري (*Bed Rock*) تمامًا، حيث تتخلَّل تلك الممرَّات الكثبان الرمليَّة الطوليَّة (بصورة واضحة وجليَّة) والكثبان والمستعرضة وذلك بشكل مسايرًا ومحاذيًا لمحاور تلك الكثبان كما تظهر أحيانًا على شكل أحواض مغلقة تعرف عادةً باسم البطون الرمليَّة. حيث يتوقف انخفاض سطحها على مقدار ارتفاع الكثبان المحاصرة لها والَّتي تتراوح في المتوسط من (٢٠ م) إلى (٥٠ م)، في حين تتراوح المسافة الَّتي تفصل بين العرق والَّذي يليه ما بين (١٥٠ م) إلى (٥٠٠م)، ويتحكَّم في أبعادها الطبيعيَّة سطح القاعدة الجيولوجيَّة المشكِّلة للكثبان الرمليَّة ويشغل قيعانها أحيانًا رواسب سباخ أو بحيرات قديمة، أو أوشحة رملية كما أنَّه يغلب على رواسبها الرمليَّة الحبيبات الخشنة الحجم الَّتي عجزت الرياح عن حملها بعد أن عصفت بالحبيبات الناعمة الحجم. وتشغل الكثبان المستعرضة مساحة تقدَّر

بـــ (٩٨٧٥٦٥٥٩١م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة الأخرى في نفود الشقيقة.

٦ – الأوشحة الرمليَّة

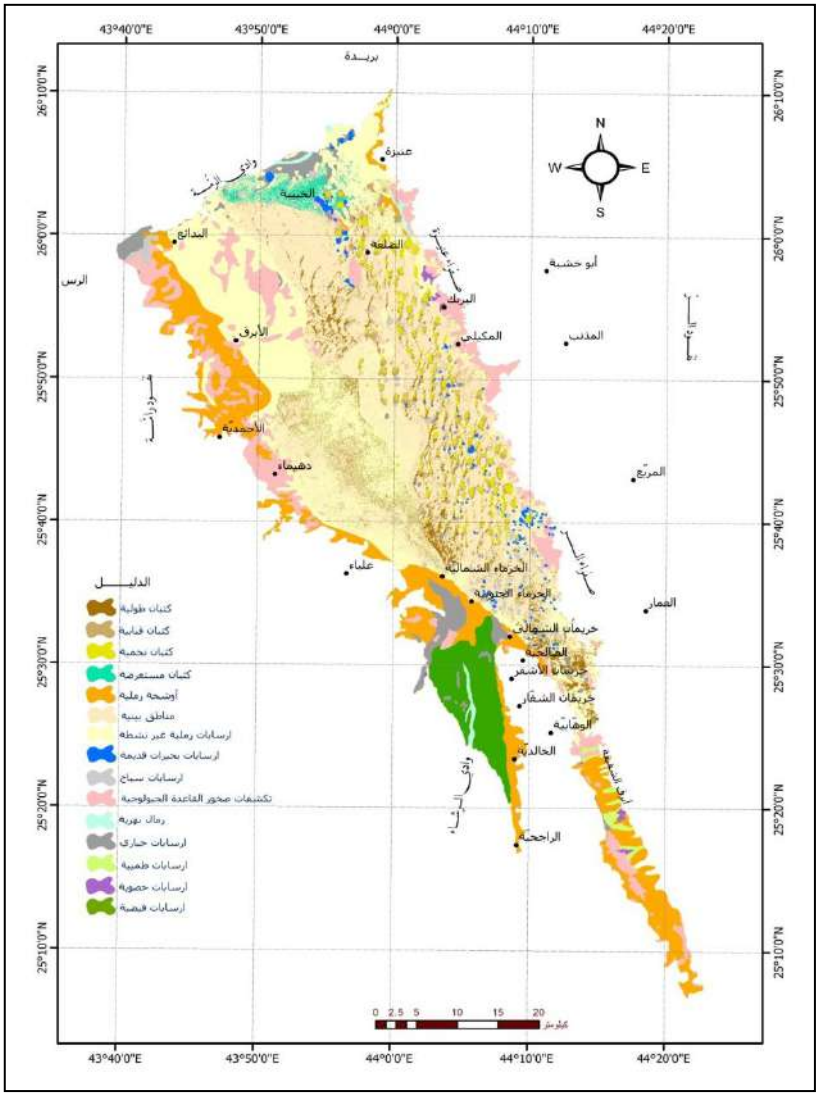
تعدّ الأوشحة الرمليَّة الفسيحة إحدى الأشكال المورفولوجيَّة الرمليَّة السائدة والممتدَّة على طول الهوامش الغربيَّة والجنوبيَّة الغربيَّة من نفود الشقيقة (الشكل رقم ٣) والَّتي تتراءى في شكل نطاقات طوليَّة مسطَّحة ممتدَّة بين البدائع والأبرق وحتَّى الأحميديَّة جنوبًا بمسافة تقدَّر بـــ (٣٠ كم) وبعرض يصل إلى (٥ كم) وذلك في الجزء الشمالي تحديدًا قرب البدائع آخذةً بالاتساع ناحية الجنوب ليصل أقصى اتساع له بحدود (١١ كم) وذلك عند قرية الأحميديَّة في حين يتراوح سُمك تلك الأوشحة بين بضعة السنتيمترات إلى (٥ م) حيث يتماشى استواء أسطح تلك الأوشحة الرمليَّة وتوزيعها الجغرافي مع انبساط أسطح القاعدة الجيولوجيَّة لتكوين ساق الَّذي تستقرُّ عليه، حيث لا يظهر على أسطح تلك الأوشحة المستوي سوى بعض التموُّجات الرمليَّة الخفيفة المؤقَّتة (*Ripple Marks*) المرتبطة بسرعة الرياح الَّتي لا تلبث إلَّا أن تنتهي بهبوب رياح أخرى مخالفة لها في الاتِّجاه. كما تظهر تلك الأوشحة ـــ أيضًا ـــ عند الهوامش الجنوبيَّة الغربيَّة (من جنوب دهيماء مرورًا بعلباء والخرماء الشماليَّة والخرماء الجنوبيَّة وحتَّى الصالحيَّة) بمسافة طوليَّة تقدَّر بـــ (٤١,٧٥ كم) وبعرض يسير جدًّا يصل متوسِّطه بحدود (١,٥ كم) ، لتواصل امتداداتها بعد ذلك من خريمان الأشقر وحتَّى الراجحيَّة بمسافة طوليَّة تقدَّر بـــ (٢٤,٣٦ كم) لينتهي ظهور تلك الأوشحة الرمليَّة في الأجزاء الجنوبيَّة من نفود الشقيق والَّتي تعرف محليًّا باسم (أبرق الشقيقة) آخذةً بذلك شكل نطاق طولي يقدَّر بمسافة (٣٢,٨٥ كم) وبعرض يصل متوسِّطه بحدود (٢ كم) لتخلو بعد ذلك باقي أجزاء نفود الشقيقة من الأوشحة نتيجة تضرُّس السطح الجيولوجي. وتسود على أسطح الأوشحة في الغالب الحبيبات الرمليَّة ذات حجوم الخشنة ويعود

ذلك لعدم مقدور الرياح على حمل هذه الحبيبات واكتساحها كما هو الحال مع الحبيبات الدقيقة الَّتي كانت قبل ذلك تفترش تلك الأجزاء. وتأخذ طبوغرافيَّة الأوشحة الرمليَّة (بشكلٍ عام) بالصعود التدريجي بدءاً من غرب البدائع عند منسوب (٦٣٩ م) فوق مستوى سطح البحر (الشكل رقم ٣ ، ٥) انتهاءً بمنسوب (٧٢٩ م) في الجنوب الشرقي عند أبرق الشقيقة، ويأتي ذلك تماشيًّا مع الميل العام لنفود الشقيقة (من الجنوب الغربي نحو الشمال) شاغلةً بذلك مساحة تقدَّر بـ (٩٧٨٩١٨٣٧م٢) من مجمل مساحة الأشكال الرمليَّة في نفود الشقيقة.

٧ – النباك الرمليَّة

تعدُّ النباك إحدى الأشكال الرمليَّة المورفولوجيَّة الواسعة الانتشار في نفود الشقيقة، والناتجة عن الإرساب الرملي الريحي المرهون بوجود النباتات الصحراويَّة والمتحكِّمة في توزيعها والمتمثِّلة هنا بشجيرات الرمث والأرطى والغضاء إلى جانب النباتات الحوليَّة والَّتي تسود في مناطق الأوشحة الرمليَّة (*Sheets Sand*) والمناطق البينيَّة (*Interdune*) وأجزاء من أسطح الكثبان الرمليَّة الوفيرة بالإرسابات الرمليَّة وغير الكافية لتشكيل الكثبان الرمليَّة. حيث تظهر تلك النباك على شكل تراكمات رمليَّة حول النبات والشجيرات بأبعاد وأحجام متباينة بتباين أبعاد ذلك النبات، والَّتي تظهر في كثير من الأحيان بصورة منفردة، وأحيانًا على هيئة حقول يبلغ عدد النباك فيها بضع عشرات بمسافات متباينة تتراوح بين (٣ م) و(١٠م) حيث يشكِّل وجود تلك الشجيرات الَّتي يبلغ علوُّها بين بضع سنتيمترات و (٢,٥م) ـــ عقبات (حواجز) طبيعيَّة تعترض مسار هبوب الرياح المحمَّلة بكميات كبيرة من الإرسابات الرمليَّة حيث تعمل أغصان تلك الشجيرات في تثبيط قدرتها على النقل ومجبرةً لها على الترسيب الأوَّلي للرمال ـــ واستنزاف ما بها من حمولة لتتوالى بعد ذلك تراكم تلك الإرسابات ـــ عند الجهة

المظاهرة لاتجاه الرياح مع زيادة كمية الإرسابات الرمليَّة لتبدأ من بضع سنتيمترات إلى (١,٤ م) في حال شجيرات الأرطى والرمث وصولًا إلى (٢,٥ م) عند أشجار الغضاء (ملحق رقم ٢١) ليصبح شكلها بعد ذلك متوقِّفًا على حجم وارتفاع تلك النباتات ليعتمد تطوُّر هذه التراكمات الرمليَّة بعد ذلك على شدَّة نشاط التذرية الريحيَّة. ونظرًا لكون النباك من الظاهرات الجيومورفولوجيَّة الدقيقة فإنِّها لا تظهر على بيانات الخرائط الطبوغرافيَّة والجيولوجيَّة ولا حتَّى المرئيَّات الفضائيَّة المتاحة والمستخدمة في هذه الدراسة، لذا فقد تمَّ الاكتفاء بوصفها هنا دون الإشارة إليها ضمن الخارطة الجيومورفولوجيَّة.



الشكل رقم (٤). خارطة جيومورفولوجيَّة توضِّح توزيع الأشكال الرمليَّة والظاهرات الأخرى (المرتبطة) في نفود الشقيقة، باستخدام التصنيف غير المراقب ضمن الحقيبة البرمجيَّة لـ (ARC GIS 10.1) اعتمادًا على بيانات القمر الصناعي Spot 2014)) فضلًا عن بيانات الخارطة الجيولوجيَّة للمملكة العربيَّة السعوديَّة لوحة رقم 25 G)).

الشكل رقم (٤). الخارطة الجيومورفولوجية لنفود الشقيقة.

ثانيًا: الخصائص التركيبيَّة واللَّونيَّة والعمريَّة للكثبان الرمليَّة

بغية إعطاء صورة واضحة وكاملة عن نشأة وتطوُّر الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة والأحوال المناخيَّة الَّتي تزامنت معها فقد تمَّ ميدانيًّا ترشيح قطاع نموذجي داخل جسم أحد الكثبان الرمليَّة القبابيَّة شمال نفود الشقيقة (٤٣.٩٦′ °E — ٢٦.٠١′ °N)، عند منسوب ارتفاع (٦٧٩ م) من مستوى سطح البحر حيث أمكن من خلال ذلك القطاع الَّذي بلغ سمكه (٣٥ م) تمييز (٥) وحدات رمليَّة ترسيبيَّة متباينة في خصائصها الطبيعيَّة في السُمك والتركيب واللَّون (الشكل رقم ٤) بتباين ظروف الترسيب السائدة في تلك الفترات الهولوسينيَّة المنصرمة المرتبطة بالتغيُّرات المناخيَّة آنذاك حيث يتراوح سُمكها بين (٢ م) و (١٣ م) تصل مع بعضها إلى (٣٥ م) وبغرض وضع سجل زمني لتطوراتها القديمة تمَّت دراسة كل واحدة منها على حدة، حيث جرى استقطاع عينة من كل وحدة بوزن (٣٠٠ غرام) بغية التحقُّق من خصائصها الحجميَّة والتركيبيَّة إضافةً إلى استخراج العمر للوحدة الأولى عند قاعدة الكثيب، وسيتم هنا عرض تلك الوحدات مرتَّبةً بدءاً من القاع نحو القمَّة وفق السياق الآتي:

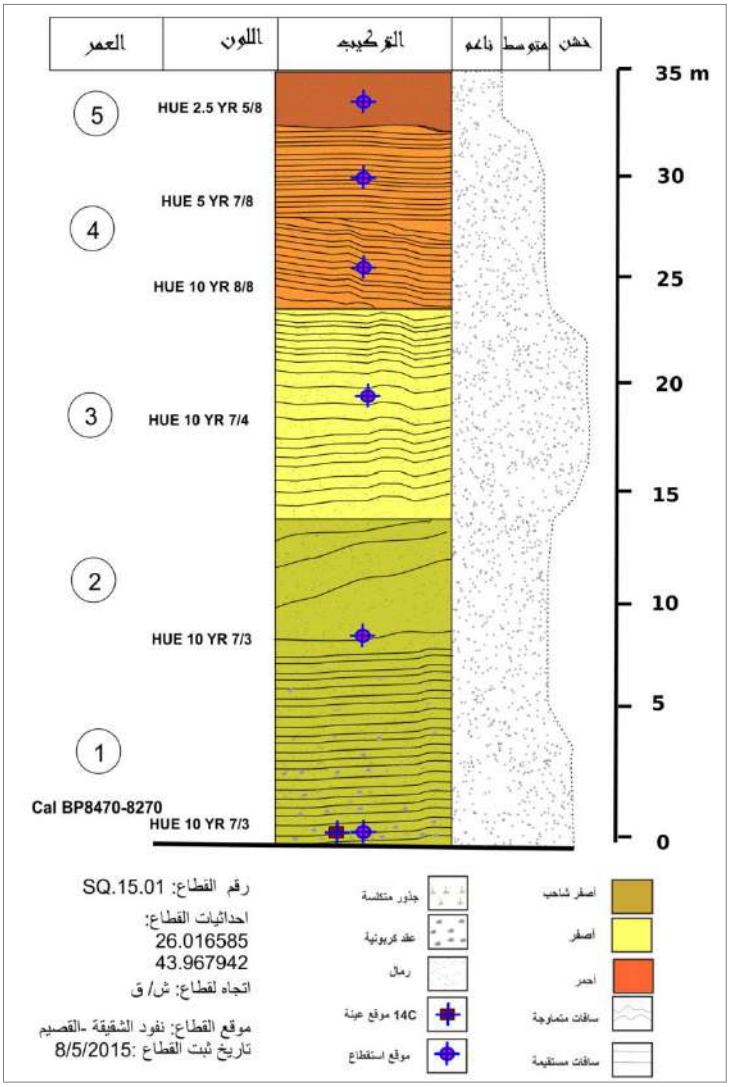
الوحدة الأولى: يصل سُمك هذه الوحدة (١٣ م) وتظهر السافَّات (أسطح التطبُّق) على شكل أسرَّة مستقيمة الترسُّب، وتعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم إلى خشنة، وتحوي بقايا جذور متكلِّسة الدالَّة على نشاط إحيائي ونباتي تزامن مع فترات رطبة (مطيرة) سادت في تلك الفترة بالإضافة عقد كربونيَّة متماسكة، ويأخذ اللَّون العام لكامل الوحدة الأصفر الشاحب (*10YR 7/3*)، وفي هذه الوحدة تمّ استقطاع عينة لتحديد العمر المطلق لهذه الوحدة للتعرَّف على بداية تشكُّل الكثبان الرمليَّة وذلك عن طريق تقنية (*Radiocarbon) (^{14}C*) والَّتي أظهرت نتائجها بأنَّ ترسب هذه الوحدة تزامن مع (*٨٢٧٠–٨٤٧٠ Cal BP*) (ملحق رقم *C*-٢) والَّذي يتوافق مع أوائل عصر الهولوسين.

الوحدة الثانيَّة: يصل سُمك هذه الوحدة (١٠ م) وتظهر سافَّات رملية مائلة باتِّجاه منصرف رياح الشمال، وتتضمن هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم، ويأخذ اللَّون العام لكامل الوحدة اللَّون الأصفر (*10YR 7/4*).

الوحدة الثالثة: يصل سُمكها نحو (١٣ م) وتظهر سافَّاتها على شكل أسرَّة متماوجة الترسُّب، كما تتضمن حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم إلى خشنة، ويأخذ لَّونها العام اللَّون الأصفر (*10YR 7/4*).

الوحدة الرابعة: يصل سُمكها إلى (١٠ م) وتظهر إرساباتها على شكل أسرَّة متماوجة ومائلة باتِّجاه مصرف رياح الشمال لكنها في أجزائها الوسطى تتحول لأسرَّة متقاطعة (*Cross Bedding*) ، ويغلب عليها حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم، ويأخذ اللَّون العام لكامل الوحدة اللَّون الأحمر (*5YR 7/8*).

الوحدة الخامسة: يصل سُمكها إلى (٢ م) وتَّتصف بنسيج كتلي ، وتعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة، يغلب عليها اللَّون الأحمر (*2.5YR 5/8*).



الشكل رقم (٥). قطاع رأسي لأحد الكثبان القبابيَّة شمال نفود الشقيقة، يظهر فيه خصائص الوحدات التركيبيَّة واللَّونيَّة وكذلك العمريَّة.

ثالثًا: خصائص البحيرات القديمة:

تظهر بشكل واسع في أجزاء متفرّقة من نفود الشقيقة خاصَّة أجزائها الشرقيَّة، وذلك على هيئة بقع متناثرة تشغل بعضًا من المناطق البينيَّة (داخل تجاويف الكثبان الرمليَّة) على الرغم من بقاء جزء منها مقبورًا أسفل الكثبان الرمليَّة حتى هذا اليوم، وتأخذ تلك الإرسابات البحيريَّة القديمة مساحات متباينة تتراوح بين (٢٨,١ م٢) و(٧٩,٠٦٦ م٢) (الشكل رقم ٦)، لتعطي بالأخير مع بعضها مساحة ظاهرة تقدَّر بـــ (٥٠٧٧٠٦٣م٢) من مجمل مساحة نفود الشقيقة. وبغية إعطاء صورة واضحة وكاملة عن تطوُّر تلك البحيرات القديمة والأحوال المناخيَّة الَّتي تزامنت معها فقد تمَّ ميدانيًّا تحديد قطاع نموذجي ممثِّل لإرساباتها القديمة في إحدى المناطق البينيَّة شمال نفود الشقيقة (٢٦.´٠١ ـــ ٤٣.´٥٥ ° E ـــ ٢٦.´٠١ ° N) تحديدًا في موضع يطلق عليه محليًّا اسم "الرايسيَّة" وذلك عند منسوب ارتفاع (٦٣٩ م) من مستوى سطح البحر، حيث تمّ عمل حفرة استكشافيَّة بعمق (١,٤ م) (ملحق رقم ٣) أمكن من خلاله تمييز (١٢) وحدة ترسيبيَّة متباينة في خصائصها الطبيعيَّة في السُمك والتركيب واللَّون (الشكل رقم ٥) ، وبغرض وضع سجل زمني لتطوراتها القديمة تمَّ دراسة كل واحدة منها على حدة وهي مرتَّبة بدءاً بالقاع وخلوصًا بالقمَّة وفق السياق الآتي:

الوحدة الأولى: يصل سُمكها (١٠ سم) وتَّتصف بنسيج كتلي وتظهر على شكل أسرَّة متماوجة الترسب تحوي سلت (١٤,٢١ %).وحبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم (٨٥,٧٩ %) ، كما تحوي بقايا من جذور وجحور قديمة كدلالة على نشاط أحيائي ونباتي قديم، ويتخلل الوحدة كذلك عقد كربونيَّة متماسكة، ويأخذ اللَّون العام لها لون الأصفر الشاحب (7.5YR 7/3) نتيجة ارتفاع نسبة الرمل فيها، ووفقًا لتحليل (XRD) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الكورتز الَّذي تصل نسبته (٥٨,٦ %) من مجموع المعادن الأخرى إضافةً إلى

معدن الكالسيت الَّذي شكّل مادة لاحمة وتصل نسبته (٤١,٣ %) (ملحق رقم ١).

الوحدة الثانية: يصل سمكها هذه (8سم) تعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة الحجم إلى خشنة وتتصف بنسيج كتلي على شكل أسرَّة متماوجة الترسُّب تماوجًا خفيفًا مع احتوائها على بقايا جذور وآثار جحور قديمة كما هو الظاهر من تحليل الشريحة الميكروسكوبيَّة إضافةً إلى عقد كربونيَّة، ويأخذ اللَّون العام لها لوناً بنّياً شاحباً جدًّا (*10YR 7/3*). ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الجبس (*Gypsum $CaSO_4.2H_2O$*) وتصل نسبته نحو (٧٨,٢ %) من مجموع المعادن الأخرى والَّذي يعطي مؤشراً حيال توقف الدفق الينبوعي لفترة زمنية قصيرة، كما تضم الوحدة كميَّات من الكورتز (٢١,٧ %). **الوحدة الثالثة**: يصل سُمكها إلى (7سم) وتعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمه تصل نسبتها (٨٨,٩٦ %) وكميات من السلت بنسبة (١١,٠٤ %)، وتَّتصف بنسيج كتلي على شكل ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا مع احتوائها على بقايا جذور وآثار جحور قديمة بقيت محفوظة حفظا جيدا تدعم نشاطاً أحيائياً قديماً واكب دفق الينبوع آنذاك، كما تتضمن الوحدة عقداً كربونيَّة. ويأخذ لَّونها العام لوناً رمادياً فاتحاً (*10YR 7/2*).

الوحدة الرابعة: تعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة، ويبلغ سُمكها (٦ سم)، وتَّتصف بنسيج متماوج يظهرها على شكل أسرَّة متماوجة الترسُّب يتخلَّلها عقد كربونيَّة، اللَّون الغالب لهذه الوحدة بنّي شاحب جدًّا (*10YR 7/3*). أظهرت نتائج كربون ١٤ بأنَّ ترسب هذه الطبقة تزامن مع (٦٠٨٥-٦٠٩٥ *Cal BP*) (ملحق رقم *2-B*) من أواسط عصر الهولوسين.

الوحدة الخامسة: يبلغ سُمكها (٨ سم) وتحوي حبيبات رمليَّة ناعمة جدًّا ومتوسِّطة في حين تَّتصف بنسيج كتلي على شكل أسرَّة ذات ترسُّب

شبه مستقيم، كما تحتوي على بقايا جذور قديمة وكذلك آثار جحورٍ بشكل كثيف بالإضافة إلى عدسات رمليَّة وكربونيت بشكل كبير جداً، اللَّون العام لها رمادي فاتح (*10YR 7/2*). ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الجبس الَّذي تصل نسبته (٨١,٦ %) من مجموع المعادن الأخرى وتصل نسبة الكورتز نحو (١٨,٣ %) (ملحق رقم ١) وهي بشكلٍ عام قريبة الشبه من خصائص وحدة رقم (٣). **الوحدة السادسة**: تعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة وخشنة ويصل سُمكها إلى (١٠ سم) ، وتظهر على شكل أسرَّة متماوجة تماوجًا شديدًا، ويلاحظ عليها تضمنها أسطحاً تبخُّريَّة، كما يلاحظ في هذه الطبقة أيضًا انعدام كربونات الكالسيوم بشكل واضِّح وكذلك انعدام الجذور والجحور القديمة والَّتي من المحتمل أنَّ فيها دلالة على عدم توفُّر أي نشاط إحيائي واكب نشاط الدفق الينبوعي القديم ، واللَّون الغالب هذه الطبقة رمادي فاتح (*10YR 7/2*) ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإن تركيبها يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الجبس بنسبه تصل (٨٠,٤ %) إضافةً إلى كميَّات قليلة من الكورتز بنسبة (١٩,٤ %) (ملحق رقم ١) . **الوحدة السابعة**: يبلغ سُمكها (٩ سم) وتعرض حبيبات رمليَّة خشنة جدًّا ومتوسِّطة، في حين تظهر أسرَّة ذات ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا، كما يلاحظ في هذه الطبقة انعدام كربونات الكالسيوم وكذلك انعدام الجذور والجحور القديمة، ويغلب على هذه الوحدة اللَّون الرمادي الفاتح (*10YR 7/2*).

الوحدة الثامنة: تقسم هذه الوحدة إلى ثلاث طبقات متقاربة بشكلٍ عام في خصائصها التركيبية والشكليَّة وسيتم عرضها مرتَّبةً من الأسفل إلى الأعلى على النحو التالي:

(*C*) يصل سمكها (*8* سم) وتعرض حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة، كما أنَّها تظهر على شكل أسرَّة ذات ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا، وتحتوي على بقايا جذور وآثار جحور قديمة إضافةً إلى الكربونيت، كما تتسم هذه الطبقة بالمساميَّة، ويغلب هذه الطبقة اللَّون الأبيض (*10YR 8/1*). ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإنَّ التركيب المعدني لها يغلب عليه الجبس بنسبة

تصل (٦٦,٦ %)، إلى جانب كمية من الكورتز تصل إلى نسبتها (٣٣,٣ %) (ملحق رقم ١). الوحدة (*B*) تصل سماكتها (*6* سم) وتظهر حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطة، وتظهر على شكل أسرَّة ذات ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا، وتحتوي على بقايا جذور حديثة وآثار جحور وكربونيت، كما تتسم هذه الطبقة بالمساميَّة كسابقتها، ويغلب على هذه الطبقة اللَّون البنِّي الشاحب (*A*) .(*10YR 8/3*) يصل سمكها (*6* سم) وتعرض حبيبات رمليَّة ناعمة ومتوسِّطه، وتتصف بسيادة أسرَّة ذات ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا، كما تحتوي على بقايا جذور حديثة وكربونيت، ويلاحظ على هذه الطبقة بأنَّها ذات مساميَّة أقل مقارنةً بالوحدات السابقة (*B*) و(*C*) ويغلب عليها اللَّون الرمادي الفاتح (*10YR 7/2*). ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من الجبس بنسبة (٧١,٤ %)، يليه معدن الكورتز في المرتبة الثانية بنسبة (١٥,٢ %) وبنسبة أقل (١٣,٣ %) يظهر معدن الكالسيت ويشكِّل مادة لاحمة) (ملحق رقم ١).

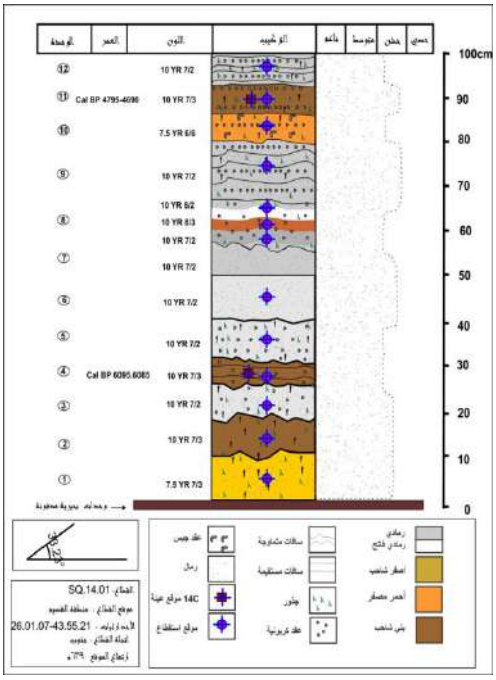
الوحدة التاسعة: تعرض هذه الوحدة سلت (١٠,٤٨ %)، وحبيبات رمليَّة خشنة جدًّا ومتوسِّطة (٨٩,٥٢ %) ويصل سُمكها (١٠ سم) في حين تظهر على شكل أسرَّة ذات ترسُّب متماوج تماوجًا خفيفًا، كما تحوي كروبونيت وجذور وجحور تدلُّ على نشاط إحيائي قديم واكب نشاط الدفق الينبوعي آنذاك. وتتصف هذه الطبقة بالمساميَّة ويغلب عليها اللَّون الرمادي الفاتح (*10YR 7/2*). وتتكوَّن بشكل أساسي من جبس بنسبة (٧٣,٧ %)، وقليل من الكورتز في المرتبة الثانية بنسبة (١٨,٤ %) ومن ثمَّ معدن الكالسيت بنسبة (٧,٧ %). (ملحق رقم ١).

الوحدة العاشرة: يبلغ سمكها (*5* سم) وتعرض حبيبات رمليَّة متوسِّطة (٩٤,٠٣ %) وتحوي قليلا من السلت (٥,٩٧ %)، وتتَّصف بأسرَّة شبه مستقيمة وتحوي جذوراً وجحوراً بشكلٍ كثيف تدعم نشاطاً إحيائياً قديماً واكب الدفق الينبوعي ، كما تحوي على نسبة من الجبس المتماسك بشكل

كبير وعقد كربونيت ($Caco_3$) إضافةً إلى ترسبات الصوديوم. ويلاحظ على هذه الطبقة بأنَّها ذات أسطح تبخريَّة ويغلب عليها الإرسابات الريحيَّة (*Aeolian Deposits*). اللَّون العام لها الأصفر المحمَّر (*7.5YR 7/2*). ووفقًا لتحليل (*XRD*) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الجبس والَّذي يمثِّل نسبة (٧٣,٨ %)، يليه معدن الكورتز في المرتبة الثانية بنسبة (٢٥,٢ %) ومن ثمَّ معدن الكالسيت في المرتبة الثالثة بنسبة (٠,٩ %).

الوحدة الحادية عشرة: تعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة خشنة جدًّا ومتوسِّطة ويصل سُمكها (٨ سم) كما تَّتصف بنسيج متماوج تماوجًا خفيفًا، وتحوي جذوراً وجحوراً كثيفة جدًا تدل على نشاط إحيائي قديم واكب نشاط الدفق الينبوعي. ويغلب على الوحدة اللَّون البنّي الشاحب جدًّا (*7.5YR 7/3*). وفي هذه الطبقة تم استقطاع عيّنة لتحديد العمر المطلق بواسطة تقنية (^{14}C) (*Radiocarbon*) والَّتي أظهرت نتائجه بأن ترسب هذه الطبقة تزامن مع (٤٧٩٥-٤٦٩٠ *Cal BP*) (ملحق رقم *2-A*) من عصر أواسط الهولوسين.

الوحدة الثانية عشرة: يبلغ سمك هذه الوحدة (١٤ سم) وتعرض هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة جدًّا ومتوسِّطة وتَّتصف بأسرَّة شبه مستقيمة متماوجة تماوجًا خفيفًا وتحتوي على كربونيت وجذور وجحور ولكنها بشكل أقل تركيزًا من الوحدة السابقة. كما تَّتصف هذه الطبقة بالمساميَّة. ويغلب على الوحدة اللَّون الرمادي الفاتح (10 YR 7/2) ووفقًا لتحليل (XRD) فإنَّ التركيب المعدني لهذه الطبقة يتكوَّن بشكل أساسي من معدن الجبس والَّذي يمثِّل نسبة (٦٩,٨ %) من مجموع المعادن الأخرى إلى جانب معدن الكورتز بنسبة (٢١,٣ %) وبنسبة أقل من معدن الكالسيت بنسبة (٨,٨%).



الشكل رقم (٦). قطاع رأسي الإرسابات إحدى البحيرات البائدة شمال نفود الشقيقة، تظهر فيه خصائص الوحدات التركيبيَّة واللَّونيَّة وكذلك العمريَّة.

تحليل نتائج الدراسة ومناقشها

أوَّلًا: نشأة وتطور نفود الشقيقة

في ضوء النتائج التحليليَّة السابقة نستنتج أَّن هناك جملة من العوامل البيئيَّة (الظروف المناخيَّة، السمات الجيومورفولوجيَّة للبنية الجيولوجيَّة، الغطاء النباتي) ساهمت في تشكُّل الكثبان الرمليَّة ورسم معالمها المورفولوجيَّة وتوزيعاتها المكانيَّة في نفود الشقيقة. والَّتي على ضوئها يمكن القول بأنَّ نفود الشقيقة تعدّ بيئة جيومورفولوجيَّة ملائمة ومثاليَّة لتكوين عددٍ من أنواع الكثبان الرمليَّة المتباينة في مورفولوجيَّتها وتوزيعها المكانيَّة بتباين العوامل البيئيَّة المذكورة خاصَّةً وأنَّها تأخذ منسوبًا أكثر انخفاضًا عمَّا يجاورها الأمر الَّذي سمح لنفود الشقيقة بأن يكون إحد مصائد الكثبان الرمليَّة في إقليم الرف العربي.

ففي الأجزاء الشرقيَّة من النفود المذكورة نجد أنَّ هناك تركزاً واضحًا للكثبان الطوليَّة (بشكلٍ ملفتٍ للانتباه) بشكل متوازٍ كثيف، والَّذي يعزى إلى تأثيرات رياح الشمال القديمة بتفريعاتها المتقاربة الاتِّجاه وبسرعتها المتساوية تقريبًا خلال فجر الهولوسين، والَّتي لعبت الدور الرئيس المساعد في نشأة الكثبان الرمليَّة والدور الهام في توزيعها وتشكيلها، معتمدة بذلك على مناطق التغذية الرمليَّة والَّتي هي في الأحرى مناطق غرب الدهناء (إلى الشمال الشرقي من نفود الشقيقة) ويظهر ذلك جليًّا من خلال اتِّجاه محاور تلك الكثبان الرمليَّة (ش/ق) باتِّجاه (ج/غ) بدرجة اتِّجاه (١٩٠°)، ويؤكِّد ذلك ظروف الترسيب للسافَّات الرمليَّة ذات التطبُّق المتوازي ((*Flat-Bedding* الدفينة الممثِّلة للبنى الداخليَّة للكثبان الرمليَّة القبابيَّة شمال نفود الشقيقة المائلة نحو الجانب (الجنوبي الغربي) المظاهر لهبوب رياح الشمال (*Lee Ward Slope*)، لتعطي تلك الشواهد والدلائل الجيومورفولوجية مع بعضها خير دليل على أنَّ الاتِّجاه العام للرياح المسؤولة عن تشكُّل هذا النوع من الكثبان "كانت رياح شماليَّة سادت قديمًا وسط المملكة.

كما أنَّ طبوغرافيَّة السطح في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة شكلت عاملاً هاماً في تراكم وتطور الرمال هنالك فحافَّات متكوّن خفّ

((*Khuff Formation Cuesta* المصطفَّة بشكلٍ متوازٍ والممتدّ من الشمال نحو الجنوب وما تحويه من منخفضات سَمح بطمرها (*Buried*) بالرواسب الريحية المنقولة مما جعلها تقوم بدور كبير كمصدَّات ومصائد طبيعيَّة تحويليَّة تعويقيَّة تعمل على تحويل وتوجيه رياح الشمال بالاتِّجاه الجنوبي الغربي وتراكم وتكديس ما تحمله من إرسابات رمليَّة لتستقرّ فيما بينها لتأخذ في النهاية صورة تضاريس وارتفاعات تلك الحافَّات واتِّجاهاتها ويستدلُّ على ذلك بقيم المسافات الكبيرة لأشرطة الكثبان الرمليَّة الممتدَّة الَّتي تصل إلى (١٠ كم).

كما أنَّ هنالك ارتباطاً بين الكثبان القبابيَّة (*Domal dunes*) في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة و الكثبان الطوليَّة حيث اعتلت الأولى الثانية مِّما سمح بوصول الرياح القادمة من مختلف الاتِّجاهات وهيَّأ فرصاً لعمليات ترسيب رملي أعلاها ، وهذا الأمر ينطبق على حال الكثبان النجميَّة حيث أنَّ توافر هذا النمط المورفولوجي من الرمال يتطلَّب ظروفاً بيئيَّة لا تقل أهميَّة عن النمط المذكور فتموقع هذا النمط من الكثبان في أماكن مرتفعة (أعالي الكثبان الطوليَّة) مفتوحة جعلها تخضع لتأثير الرياح الشماليَّة السائدة بتفريعاتها المتقاربة (إضافة إلى الجهات الأخرى الأقل أهميَّة) إذ تساعد تلك الرياح المحمَّلة بالإرسابات الرمليَّة والمتناوبة من اتِّجاهات مختلفة (خاصَّة مع انعدام الغطاء النباتي وسيادة الجفاف) على نموّ (تراكم) ذلك النمط الكثباني النجمي إلى الأعلى بدلًا من النموّ إلى خارج جسم الكثيب. كما أنَّ أعداد وأطوال أذرع النجوم الرمليَّة تتناسب مع نوع وأهميَّة اتِّجاه الرياح السائدة المشكِّلة لها، لذا فهي تتوافق إلى حدٍّ كبير مع وردات الرياح في نفود الشقيقة.

في حين يعلَّل سرّ وجود الكثبان المستعرضة (*Transverse Dunes*) وارتباطها في الأجزاء الشماليَّة من نفود الشقيقة لوقوعها في مقتبل الرياح الشماليَّة والشماليَّة الشرقيَّة الَّتي لعبت دورها الأساسي في عمليَّات الإرساب الرملي والمعتمدة على مصدر إمداد رملي مغذٍّ وفير وقريب والَّذي هو في الغالب رمال نفود الغميس في الشمال المجاور، والَّتي لاقت تعزيزًا وموالاةً لكل من الاستواء النسبي لسطح القاعدة الجيولوجيَّة في

هذه الأجزاء المكشوفة والَّتي بدورها سهلت عمليات نقل الإرسابات الرمليَّة هذا من جانب، بالإضافة إلى توافر بيئة رطبة (في هذه الأجزاء) ساعدت على تماسك ونموّ الإرسابات الرمليَّة واستقرارها ويأتي ذلك نتيجة لمتاخمتها الحواف الجنوبيَّة لحوض وادي الرمَّة (الأدنى) الغني بالرطوبة بوصفه مصرفًا طبيعيًّا لمياه التهطالات "أثناء فترات جريانه القديم خلال أوائل عصر الهولوسين وعصر البلايستوسين السائدة في أواسط المملكة العربيَّة السعوديَّة (*Aldughiri et al., 2011 Edgell, 2006*) والَّتي بدورها وفَّرت بيئة رطبة تعمل على تحويل الرياح من عامل تذروي إلى عامل إرسابي بمساندة الغطاء النباتي المجبر على ذلك الترسيب. تضافر تلك العوامل مع بعضها البعض أدَّت إلى توافر ظروف بيئيَّة مواتية ساعدت في الأخير على تكوين هذا النمط المورفولوجي من الرمال في تلك الأجزاء.

ويعود سبب ارتباط الأوشحة الرمليَّة في الأجزاء الغربيَّة من نفود الشقيقة بطبيعة الحال إلى اتِّساع مجال هبوب الرياح الشماليَّة المحمَّلة بالإرسابات الرمليَّة نتيجة اتساع الأراضي الصخريَّة الفسيحة المنبسطة نسبيًّا (والَّتي تعدّ من أهم شروط تشكل هذا النمط المورفولوجي) والمتمثِّلة بمتكوِّن ساق الخالي من التضرُّس والوعورة كذلك العوائق المعترضة لمسار الرياح (خاصَّةً الشماليَّة السائدة) والمقلِّلة لسرعتها، الأمر الَّذي أدَّى بالتالي إلى ضعف طاقة الرياح (خاصَّةً عند دخولها تلك الأراضي المنخفضة المنسوب) وتحولها إلى عامل إرساب لتُلقي بعد ذلك حمولتها من الإرسابات على شكل غطاءات رمليَّة فسيحة توشِّح ذلك المهد الصخري لتأخذ في النهاية شكل طبوغرافيَّة ذلك السطح شبه المستوي الأمر الَّذي أعطى فرصة جيومورفولوجيَّة كبيرة جدًّا لتشكُّل هذا النمط المورفولوجي من الرمال من جهة، هذا فضلًا عن بعد هذه الأجزاء عن مناطق التغذيَّة والإمداد الرملي ـــ الواقعة إلى الشمال الشرقي من نفود الشقيقة ـــ خاصَّة مع شُح الإيراد الرملي المحلِّي الأمر الَّذي لا يسمح بتكوين وتجهيز الكثبان الرمليَّة في تلك الأجزاء المذكورة. مما ساعد بالتالي على تكوين هذا النمط المورفولوجي الرملي في تلك الأجزاء من نفود الشقيقة. ويجب أن نشير هنا إلى أنَّ "ظاهرة الأوشحة

الرمليَّة أحد أنماط تذرية وترسيب رياح الشمال القديمة الَّتي سادت خلال أواسط الهولوسين (*5 Ka Pb*) في أجزاء واسعة من القصيم" (الدغيري، ٢٠١٢).

أمَّا عن ظاهرة النباك فقد اتَّضح من خلال الدراسة الميدانيَّة بأنَّ سبب انتشار تلك الظاهرة الجيومورفولوجيَّة يعزى إلى توافر الإيرادات الرمليَّة النشطة غير الكافية لبناء الكثبان الرمليَّة مع سيادة ظروف الجفاف الحاليَّة (خاصَّة الفصليَّة القاحلة المستمَّرة لفترات زمنية ليست بالقصيرة) نتيجة انخفاض نسبة الرطوبة وارتفاع معدَّل البخر ـــ في أغلب شهور السنة ـــ المتزامنة مع موسم انقطاع التهطالات الفصليَّة والمصاحبة لفترات هبوب الرياح في هذه الفترة مِّما أفسح المجال أمام عمليَّة التذرية الريحيَّة ومن ثمَّ تهيئة ظروف جيومورفولوجيَّة مساعدة لنشأة ونموُّ النباك حول تلك الأعشاب والأشجار والشجيرات الصحراويَّة في النفود المذكورة.

ثانيًا: خصائص الإرسابات الرملية في بُنى الكثبان الرمليَّة بمنطقة نفود الشقيقة.

في ضوء النتائج التحليليَّة للخصائص التركيبيَّة القديمة يتَّضح أنَّ الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة نمت في ظلّ فترات جفاف تخلَّلت الظروف المناخيَّة الرطبة السائدة خلال (*Cal BP 8270-8470*) المتَّفقة مع أوائل عصر الهولوسين (*Ka BP 10*)، بسبب توغُّل الرياح الموسميَّة القديمة على أجزاء واسعة من أواسط شبه الجزيرة العربيَّة (*Fleitmann et al., 2004*)، حيث تخلَّل تلك الفترة سفي ريحي نتج عنه عدَّة ترسبات ريحيَّة سعت في تطوُّر ونموّ تلك الكثبان ظهر ذلك جليَّاً من خلال استقراء خصائص الوحدات الإرسابيَّة (بدءاً بالقاع وانتهاءً بالقمَّة) لقطاع الكثيب الرملي القبابي المدروس، والَّتي تعدّ انعكاسًا لتلك الظروف المناخيَّة الهولوسينيَّة الفانيَّة.

ففي القطاع الأدنى من نفود الشقيقة دلت خصائصه أنَّه وليد عمليَّات إرسابيَّة ريحيَّة سادت خلال ظروف بيئية رطبة واستمرت لفترات زمنيَّة طويلة كما هو واضح سماكات القطاع وزامن تلك الظروف سيادة حياة نباتيَّة وأحيائيَّة كثيفة استُدلَّ عليها بكثافة الجذور المتكلِّسة والمحفوظة

بتمامها داخل تلك الوحدة المؤرَّخة عند (*Cal BP 8270-8470*)، وتعزى نشأة تلك الإرسابات الرمليَّة بنفود الشقيقة إلى سفي رياح الشمال القديمة الَّتي عملت على نقل تلك الإرسبات وتراكمها على هيئة أشكال رمليَّة متباينة، ويدعم ذلك الأدلَّة الَّتي حصلت عليها دراسة (*Aldughiri, 2011*) والَّتي ذكرت بأنَّ "النظام القديم لرياح الشمال السائدة في بدايات الهولوسين (Ka BP *10*) كان العامل الرئيس في نشأة الإرسبات الريحية الطولية بنفود بريدة وكذلك في نفود عيون الجواء، وأسهم في تراكم وتشكُّل الكثبان الرمليَّة القبابيَّة في نفود الثويرات والطوليَّة في نفود المظهور والنباك في السرّ وذلك قبل (*Ka BP 10*)" ويظهر ذلك ميدانيًّا من خلال تناوب السافَّات الرمليَّة الترسيبيَّة المتقاربة ذات التطبُّق الأفقي شبه المستقيم (الممثِّلة للبُنى الداخليَّة للوحدات الدنيا من النفود) والَّتي تدلُّ على أنَّ هذه الأجزاء القريبة من قواعد الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة تزامنت مع رياح شماليَّة منتظمة وهادئة جدًّا خلال تلك الفترات العالية الرطوبة الَّتي يستدلُّ بها من تحوُّل اللَّون العام لكامل الوحدة إلى اللَّون الأصفر الشاحب (*10YR 7/3*) الذي يعدّ انعكاسًا لارتفاع نسبة أكاسيد الحديد المائي (*3H2O2.Hematite F_e2O3*) الَّذي يغلِّف أسطح تلك الحبيبات الرمليَّة والمتزامن مع تلك الفترات ذات التهطالات الغزيرة.

وفي الأجزاء الوسطي من القطاع المدروس أكدت الأدلة أنَّها نتاج لعمليات إرساب ريحيَّة تزامنت مع فترة سادت فيها الظروف القاريَّة القاحلة (*Hyper Arid Phases*) ويؤكِّد ذلك اللَّون العام لكامل الوحدة الَّذي يأخذ اللَّون الأصفر الشاحب (*10YR 7/4*). ويظهر ذلك ميدانيًّا من خلال تناوب السافَّات الرمليَّة الترسيبيَّة المتباعدة ذات التطبُّق الأفقي المتماوج (الممثِّلة للبُنى الداخليَّة للوحدة رقم ٣) الَّذي يُستدلُّ به على كثرة علامات نيم الرياح (*Ripple Marks*) في تلك الفترة والَّتي تعدُّ أثرًا باقيًا محفوظًا داخل هذه الوحدة يعكس حال تلك الرياح العاصفيَّة العاتية السائدة لفترات طويلة في الفترة الجافَّة المذكورة. أما الأجزاء العليا من الكثيب فيستقرأ من خصائصها البنائيَّة أنَّها محصِّلة لعمليات إرسابيَّة ريحيَّة حديثة التكوين بحكم احتلالها الموضع العلوي من القطاع وقلة سماكتها (مقارنة

بالوحدات الرمليَّة الترسيبيَّة السابقة) كما تظهر هذه الوحدة حبيبات رمليَّة ناعمة متجانسة الحجم تظهر من خلال ذلك التطبُّق الكتلي ذو المظهر (المصمت أو الممتلئ) الخالي من السافَّات الرمليَّة الترسيبيَّة التطبُّقيَّة (عديمة البناء) وهي وحدة غير ثابتة وغير مستقرَّة ويعود ذلك إلى التحرُّك المستمرّ تحت تأثير حركة الرياح ووطأة البشر، كما يستقرأُ أيضًا من خلال خصائص الإرسابات الرمليَّة ذات الحجوم الناعمة إلى أنَّ تلك الحبيبات الرمليَّة جلبت (ريحيًّا) من مناطق بعيدة عن نفود الشقيقة والَّتي هي بالأحرى مصادر تقع إلى الشمال الشرقي من نفود الشقيقة).كما أنَّ اصطباغ مجمل هذه الوحدة باللَّون الأحمر (*2.5YR 5/8*) يستدلُّ به على ارتفاع نسبة تركُّز أكاسيد الحديد (الهيماتيت) الخالي من الماء (*Hematite* Fe_2O_3) المغلِّف لأسطح تلك الحبيبات الرمليَّة في الوحدة المذكورة والَّذي يعود إلى تزامنها مع فترات الجفاف السائدة حاليًّا.

وفي الأخير نجد أنَّ نفود الشقيقة شهدت معدَّل تراكم رملي يوازي (٣٥ م) خلال (٨,٤٧٠) سنة أي بمعدَّل ترسيب (٤,٣ م/ ألف سنة) وهذا معدَّل قريب نوعًا ما مع ماتوصلت إليه دراسة (*Aldughairi, 2011*) والَّتي أشارت بأنَّ معدَّلات الترسيب في نفود بريدة ـــ شمال منطقة القصيم ـــ بلغت ما يوازي (٥٠ م) خلال (١٠,٠٠٠) سنة أي بمعدَّل ترسيب (٥ م/ ألف سنة).

ثالثًا: خصائص البحيرات القديمة بنفود الشقيقة.

في ضوء النتائج التحليليَّة السابقة لرواسب البحيرات القديمة يتَّضح أنَّها نشأت ونمت في ظلّ ظروف مناخيَّة رطبة سادت خلال عصر الهولوسين وذلك استجابةً لتوغُّل الرياح الموسميَّة على أجزاء واسعة من أواسط شبه الجزيرة العربيَّة، ثم بادت خلال أواسط ذلك العصر بحدود (*٥Ka BP*)، حيث تخلَّل تلك الفترة عدة فترات قصيرة شبه جافَّة انعكس تأثيرها على مدى نشاط تلك البحيرات القديمة، والَّذي يظهر جليًّا من خلال استقراء خصائص الوحدات الإرسابيَّة (الدلائل الترسيبيَّة) للقطاع البحيري الَّذي خلَّفته ينابيع الطُّوفا (*Tufa*) البائدة والَّتي تعدّ لارتفاع منسوب الماء الجوفي خلال تلك الفترات المنصرمة، **ففي الأجزاء الدنيا من**

القطاع المدروس: اتَّضح أنَّ البحيرة كانت في قمَّة وذروة نشاطها القديم وذلك انعكاسًا لغزارة الدفق الينبوعي القديم المرتبط بتلك الفترات الرطبة (المطيرة) قبل *6000 Cal BP* حيث أكدت الدلائل أن البحيرة كانت تشهد سيادة حياة نباتيَّة وأحيائيَّة والَّتي تعدّ انعكاسًا لبيئة رطبة (مطيرة) آنذاك.

أمَّا في الأجزاء الوسطى من القطاع البحيري: فيتَّضح تعرض البحيرة لانخفاض في مستواها وضعف نشاط الدفق الينبوعي أو ربَّما توقَّفه لفترة قصيرة من الزمن ـــ إن جاز لنا التعبير ـــ والَّتي تعدّ انعكاساً لفترات شبة جافَّة وجيزة تخلَّلت تلك الفترة الرطبة، ويظهر من خلال الترسيب شبه المستقيم مقارنة بالوحدات السابقة وسيادة سطح تبخُّري نتيجة ارتفاع معدلات البخر المتزامنة مع تلك الفترة الجافَّة القصيرة، تبع ذلك عمليَّات ترسب ريحيّ بدأت بوادره في الوحدات العليا من القطاع الأوسط. **وفي الأجزاء العليا من القطاع الرسوبي**: فقد اتَّضح أنَّ البحيرة بدأت الدخول في مرحلة تراجع في منسوبها نتيجة ضعف دفق الينابيع المغذية جراء الجفاف التدريجيَّ الذي حلَّ بحلول(٥٠٠٠ *Cal BP*) من أواسط عصر الهولوسين ـــ ويستدُّل على ذلك سيادة سطوح البخُّر و زيادة مفتَّتات الجبس، هذا بالإضافة إلى قلة الجذور بشكل ملحوظ وملفت للنظر مقارنةً بالأجزاء السابقة من القطاع نفسه، كما صاحب تلك الفترة عمليات إرساب ريحيَّة تأخذ بالازدياد بشكل تدريجي ناحية الأجزاء العليا من القطاع المدروس والذي يشير إلى نشاط ريحي عالٍ تزامن مع مرحلة النضوب .**إن هذه** الإرسابات البحيريَّة البائدة الراقدة تحت نفود الشقيقة توحي بأدلَّة تزامنت مع فترات رطبة خلال الفترة المبكِّرة من عصر الهولوسين وقتما كانت المؤثرات الموسميَّة الرطبة الأكثر نفوذًا في التأثير على أواسط المملكة العربيَّة السعوديَّة (*Fleitmann et al., 2004*) وهذه النتائج تتواءم مع نتائج أعمال سابقة على رأسها الأدلَّة التي عثر عليها (*Aldughiri, 2011*) في نفود بريدة، والَّتي دعمت نموّا بحيريا واسعا ساد خلال (*6,800 BP*) وحتَّى (*9,790 BP*)، هذا بالإضافة إلى توافقها مع الأدلَّة الَّتي عثر عليها (*Garrard et al., 1981*)، في جبَّة شمال القصيم والَّتي تدعم

سيادة ونشاط واضح لبحيرات جبَّة خلال الفترة المحصورة بين (*7,600 Ka Cal BP* ـــــ *7,400 Ka BP*)، إثر توغُّل الرياح الموسميَّة القديمة الَّتي كانت تغزو هذه الأجزاء. كما أنَّ النتائج الحاليَّة تتواءم مع النتائج الَّتي حصل عليها (*Neff et al., 2001*) والَّتي تدعم نموّ واضح للمتدلِّيات (*Speleothems*) كهف عمان وذلك خلال (*6,100 Ka BP*). وفي رأس الخيمة بدولة الإمارات العربيَّة المتَّحدة دلت نتائج دراسة (*Parker. , 2004*) على نشاط واضح للبحيرات في تلك الأجزاء وذلك خلال (*8,500 BP*) إثر غزو الرياح الموسميَّة القديمة الممتدَّة شمالًا داخل شبه الجزيرة العربيَّة. كذلك نموّ في بحيرات ليوة في عُمان خلال (*7,200 Ka BP*) جرَّاء توغُّل الرياح الموسميَّة المذكورة. وبالنظر أيضًا في شمال أفريقيَّة نجد أنَّ نشاط بحيرة نفود الشقيقة تزامنت مع تلك البحيرات في شمال افريقيَّة والَّتي تدعم نموا واضحا خلال (*7,800 BP ـــــ 7,100 Ka BP*) والَّتي أكَّدتها دراسات (*Adam, faure., 1997*) و (*Johnson et al., 2000*) (*Alin and Cohen., 2003*) و (*Khatleen., 2001*). وذلك جرَّاء ارتفاع الماء الجوفي ربما نتاج توغُّل الرياح الموسميَّة القديمة الَّتي كانت تغزو تلك المواقع من أفريقيَّة.

وفيما يتعلَّق في مرحلة النضوب الأخير ودخول البحيرات البائدة في نفود الشقيقة في مرحلة الجفاف المؤرَّخة عند (*4,690 Cal BP ـــــ 4,795*) فقد تزامن هذا مع فترة الجفاف الَّذي حلّ وحطّ بالقصيم خلال أواسط عصر الهولوسين وظلّ مستمرًّا حتَّى هذا اليوم، وذلك استنادًا إلى دراسة (*Aldughiri, 2011*) والَّتي أشارت بأنَّ توقُّف نشاط أغلب أودية القصيم كان قد تزامن مع الفترة المحصورة بين (*3,200 Cal BP ـــــ 5,000*)، والَّتي أشارت أيضًا بأنَّه عند تأريخ (*5,000 BP*) ـــــ المتَّفق مع أواسط عصر الهولوسين ـــــ غطِّي وادي البطين بالإرسابات الريحيَّة جرَّاء توغُّل رياح الشمال الجافَّة الَّتي كانت تغزو القصيم قبل هذا التاريخ المذكور. والَّتي تزامنت مع تراجع تأثير الرياح الموسميَّة القديمة في منتصف عصر الهولوسين أي قبل ما يقرب من (*4,000 Cal BP ـــــ 5,000*) (*Edgell, 2006*) والَّتي شهدت تغايرًا وضعفًا في هذه الفترة (*Neff et al., 2001; Parker et al., 2004*) والَّتي تعدّ أحد أهم أسباب حلول الجفاف في شبه الجزيرة العربيَّة عامَّة وذلك قبل ما يقرب من (*5,000 BP ـــــ 6,000*) (*Fleitmann et al.,2007*)

(Neff et al.,2001;). كما حدث خلال هذه الفترة نشاط في تراكم الإرسابات الريحيَّة في نفود السرّ ـــ على مسافة بعد (٢٧ كم) إلى الشرق من منطقة الدراسة ـــ قبل ما يقرب من (4,700 BP) (Aldughiri, 2011). كذلك ضعف في نشاط جريان وادي الرمَّة ـــ المتاخم لنفود الشقيقة شمالًا ـــ والَّذي تزامن مع تراكم الرواسب الريحيَّة في المصطبة خلال (5 ka BP) إضافةً إلى الجفاف التام لوادي الطرفيَّة (في الفترة نفسها) وبداية تراكم الأوشحة الرمليَّة والنباك وربما انغلق أغلب مجراه بالكثبان الرمليَّة وانعزل تمامًا عن مجرى وادي الرمَّة. كما أشارت الدراسة نفسها إلى الضعف الَّذي حلّ بوادي الوطاة ـــ الرافد الشمالي لوادي الرمَّة والموازي لوادي الطرفيَّة ـــ المؤرَّخ عند (5.1 ka BP) بالإضافة إلى رصد جريان ضعيف جدًّا تزامن مع زيادة ملحوظة في التراكمات الرمليَّة في وادي رغوة شرق نفود السرّ قبل (5.3 ka BP) (Aldughiri, 2011). هذا فضلًا عن توافقها مع الأدلة الَّتي عثر عليها والَّتي تدعم انخفاضا حادا وملموسا في منسوب بحيرة الوافي برأس الخيمة ونشاط الكثبان الرمليَّة قبل ما يقارب (4,100 BP) (Parker, et al., 2004) والَّتي أيَّدته نتائج تقنية (Optically Stimulated Luminesce).كما شوهدت أدلَّة تدعم تركز وتراكم للإرسابات الرمليَّة في سبخة مَطِّي في الربع الخالي قبل (5,900 BP) (Hannb., 1995) وهذا أيضًا يتواءم مع الأدلَّة الَّتي عثر عليها (Stokes, et al., 1998) حول توقُّف نشاط بحيرة (Selima) في الأجزاء الشرقيَّة من الصحراء الشرقيَّة وذلك قبل (3 ـــ 4 Ka BP).

الخاتمة

يضم نفود الشقيقة كثباناً رمليَّة هولوسينيَّة النشأة متباينة في مورفولوجيتها (طوليَّة، مستعرضة، قبابيَّة، نجميَّة، مناطق البينيَّة، أوشحة رمليَّة، والنباك) وفي توزيعاتها المكانيَّة بتباين العوامل الجيومورفولوجيَّة المساعدة والظروف البيئيَّة الموالية في نشأتها وتطوُّرها اللَّاحقة إلى أن أخذت شكلها المورفولوجي المشاهد اليوم، والَّتي من أبرزها:

• نظم رياح الشمال القديمة إلى جانب الرياح الأخرى (الأقل أهميَّة) السائدة في فترات متباينة خلال عصر الهولوسين.
• انتشار حافَّات متكوّن خفّ شبة المتوازية في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة والَّتي تحصر منخفضات بينيَّة إلى جانب دور تلال المنفردة والمتلاحمة المنتميَّة لعضو الكهفة التابع لمتكوّن القصيم وذلك في الأجزاء الوسطى من النفود المذكورة.
• متاخمة الأجزاء الشماليَّة من نفود الشقيقة لمجرى وادي الرمَّة حيث نشاط الجريان خلال تلك الفترات الرطبة (المطيرة) أوائل هذا العصر الهولوسيني.
• تأثيرات قاع الخرما ـــــ المتاخم جنوبًا ـــــ على الأجزاء الجنوبيَّة الغربيَّة من الشقيقة.
• انبساط المهد الصخري لمتكوّن ساق في الأجزاء الغربيَّة من نفود الشقيقة وأثره في رسم مورفولوجيَّة الشكل الرملي في تلك الأجزاء.

في الأجزاء الشرقيَّة من نفود الشقيقة يبرز نمط الكثبان الطوليَّة بشكل ملفت للنظر نتيجة انتشار حافَّات خفّ ذات الطبوغرافيَّة المنخفضة المستقطبة للرمال والمساهمة في تشكُّل هذا النمط المورفولوجي من الكثبان ذات الارتفاعات العالية والَّتي بدورها ساعدت على بناء نمطين مورفولوجيَّين متمثِّلين بالكثبان القبابيَّة والنجميَّة وذلك نتيجة وقوعها تحت تأثير الرياح القادمة من جميع الاتِّجاهات. في حين يبزر نمط الكثبان المستعرضة في الأجزاء الشماليَّة من الشقيقة وذلك نتيجة توافر الظروف البيئيَّة الملائمة من طبوغرافيَّة سطحيَّة شبه مستوية ورطوبة عالية ناتجة عن نشاط الجريان النهري لوادي الرمَّة في أوائل هذا العصر الهولوسيني. كما ساعد انبساط المهد الصخري لمتكوّن ساق في الأجزاء الغربيَّة من الشقيقة وخلوَّه من العوائق والحواجز على سيادة نمط الأوشحة الرمليَّة في هذه الأجزاء. وإلى جانب تلك الأشكال المذكورة تنتشر النباك الرمليَّة في أرجاء واسعة من الشقيقة المتباينة في علوها وأحجامها بتباين ارتفاعات النباتات والأشجار هناك.

مرَّت الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة بتطوُّرات عدَّة منذ بداية نشأتها خلال الهولوسين المبكر إلى أن أخذت شكلها الحالي المشاهد

بحلول ٥٠٠٠ سنة، وعملت على نسجها عوامل بيئيَّة وجيومورفولوجيَّة أهمها رياح الشمال العاتية .

تحتضن الكثبان الرمليَّة في نفود الشقيقة إرسابات بحيريَّة هولوسينيَّة بائدة تظهر في أجزاء متفرِّقة وبمساحات متفاوتة من الشقيقة خاصَّة في الأجزاء الشرقيَّة والَّتي هي وليدة لينابيع الطوفا الجافَّة القديمة وقتما كانت تستعمر تلك الأجزاء من النفود المذكورة بغزارة دفقها الينبوعي استجابةً للفترات الرطبة (المطيرة) أوائل هذا العصر، إلى أن أخذت بالضعف وربَّما التوقف لفترات قصيرة نتيجة انخفاض مستوى الماء الباطني والَّتي لم يلبث أن توقَّف دفقها الينبوعي وانتهت تمامًا إلى أن ردمت فوهتها وذلك تزامنًا مع حلول فترة الجفاف الطويلة الممتدَّة إلى هذا اليوم.

قائمة المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية

[١] أبو الخير، يحي محمد، ١٩٩٨م: *التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية بنفود الثويرات*، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد (٣٤)، السعوديَّة.

[٢] أبو سليم، علي، يحي محمد، ٢٠٠٩م: أشكال التكوينات الرمليَّة في حوض الديسي، كلية العلوم التربوية، جامعة الحسين بن طلال، معان، الأردن.

[٣] ابن لعبون، عبدالعزيز ، ٢٠١١: *التتابع الطبقي العام لصخور الحياة الظاهرة*. جامعة الملك سعود. دار ووالة بن لعبون. الرياض

[٤] الدغيري، أحمد عبد الله، ٢٠١٢م: *أدَّلة فيضان وادي الطرفيَّة رافد وادي الرمَّة بإقليم القصيم خلال الرباعي متأخَّر*، الجمعية الجغرافيَّة الكويتيَّة، العدد (٣٧٧)، الكويت.

[٥] الدغيري، أحمد عبد الله، ٢٠١٢م: *الأنماط المورفولوجية والتوزيعات اللَّونية للكثبان في صحراء الدهناء شمال منطقة القصيم*، مجلة العلوم العربية والإنسانية جامعة القصيم، م٦(١)، القصيم، السعوديَّة.

[٦] الدغيري، أحمد عبدالله، ٢٠١٢م: *أدَّلة فيضان وادي الرمَّة بإقليم القصيم خلال الهولوسين أواسط المملكة العربيَّة السعوديَّة*، مؤتمر الجغرافيا والتغيرات العالميَّة المعاصرة، جامعة طيبة، المدينة المنورة، العدد(١)، السعوديَّة.

[٧] الخصائص الجغرافيَّة. موسوعة المملكة العربيَّة السعوديَّة ٢٠١١م. الرياض: مكتبة الملك عبدالعزيز العامَّة. متاح على www.http://saudiency.net/Loader.aspx?pageid=8 تاريخ الدخول ٣/١١/١٤٣٥هـ

ثانياً: المراجع الأجنبية

[8] *Adams j. M., Faure H., (1997) (Ed.s), Qen Members. Review and Atlas of Palaeovegetation. Preliminary Land Ecosystem Maps of the World since the Last Glacial Maximum. Oak Ridge National Laboratory, Tn, Usa. http://www.esd.ornl.gov/progects/qen/adams.html*

[9] *Al Dughiri, A., 2011: Late Quaternary Palaeoenvironmental Reconstruction in The Burydah Aeas, Center Saudi Arabia, PhD. Thesis Submitted to University of Leicester. UK.*

[10] *Alin,s., cohen, a., 2003. Lake-Level History of lake Tanganyika, East Africa, For The Past 2500 Years Based On Ostracode-Inferred Water-Depth Reconstruction.Paleogeography, Paleoclimatology, 199, pp. 13-49.*

[11] *Andrew, S. Goudie, Alison Colls, Stephen Stokes, Adrian Parker, Kevin Whith and Asma Al Farraj, 2000: Latest Pleistocene and Holocene Dune Construction at the North-Eastern Edge of The Rub al khali, United Arab Emirates. Sedimentology, Vol. 47, P1011-1021.*

[12] *Edgell, h., 2006: Arabian Desert Nature, Origin and Evolution. Springer, Netherlands.*

[13] *Fleitmann, D., Burns, S., Mangini, A., mudelsee, M., Karmersm, J., Villa, L., Neff, H., Al Subbary, A., Buettner, A., Hippler, D. and Matter, A., (2007) Holocene ITCZ and Indian Monsoon Dynamics Recorded in Stalagmites From Oman and Yemem (Socatra). Quaternary Science Reviews, Vo1, 26mpp:170-188.*

[14] *Fleitmann, D., Mtter, A., Pint, j., Al Ahanti, M., 2004. The Speleothem record of climate Change in Saudi Arabia. Saudi Geological Survey. Riyadh.*

[15] *Garrard, A., Harvey, C., and Switer, v. (1981). Environment and Settlement during the Upper Pleistocene and Holocene at Jubba in Great NeFud, Northern Arabia, Riyadh, Atal, 5, 137-148.*

[16] *Glennie, k. and Singhvi, a. 2002: Event Stratigraphy, Paleoenvironment and Chronology of se Arabian Deserts. Quaternary Science Reviews, Vol. 21, P853-869.*

[17] *Hannb, c., 1995. Predominant Feature of the Quaternary Relief Development Seaward of the Oman Mountains as Reflected In Wadi and Coastal Terraces. Conference on Quaternary Desert and Climatic Change, al –Ain, United Arab Emirates.*

[18] *Johnson. T., k., Odada, E., 2000. The Holocene History of Lake Victoria. Amnbio, Royalsewedish Academy of Sciences. 113-135.*

[19] *Khatleen 2001.Geoarchaeology of Umm Akhtar Playa Early Holocene Palaeoenvironments of S. Egypt Kathleen Geology No 125. (Abstract).*

[20] *Manivit J., Denis, V., Alain, B., Paul, L. and Jackit, F., 1986: Explanatory Notes to The Geologic Map of The Burydah Quadrangle,Sheet 26G. Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Petroleum and Mineral Resources Saudi Arabia.*

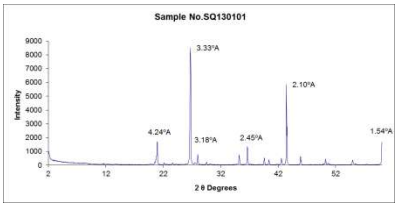
[21] *Neff, U., Burns, S. J., Mangini, A., Mudelsee, M., Fleitmann, D., Matter, A., 2001. Strong Coerence between Solar Variability and The Monsoon in Oman Between 9 and 6 Kyr ago. Nature, Vol, 411 PP.290-293.*

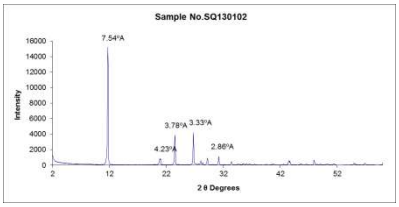
[22] *Parker, a., Eckersleyl, l., Smith,m., Goudie, A., Stokes, S., White, K., Hodson,j., 2004 Holocene Vegetation Dynamics in The North-Estren Rub Al-Khali Desert, Arabian Peninsula, A Phyolith, Pollen And Carbon Isotope Study, John Wily, PP. 19,655-676.*

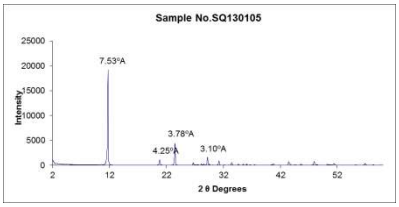
[23] *Stokes, S., Bray, H., 2005. Late Pleistocene Aeolian History of the Liwa Region, Arabian Peninsula Geological Society of America, Vol117, PP. 1466-1480.*

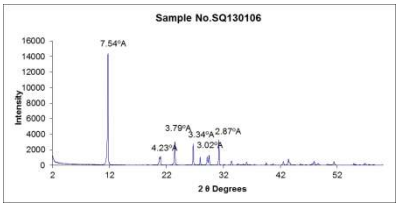
[24] *Xiaoping yang, Louis Scuderi, tao liu, Philippe Paillou, Hongwei Li, Jufeng Dong, Bingqi Zh, Weiwei Jiang, Andrew Jochems, Gary Weissmann, 2011: Formation of The Highest Sand Dunes on Earth. Geomorphology, vol. 135, p108-116.*

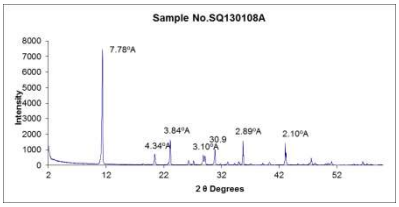
الملاحق

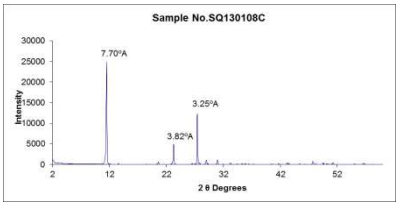


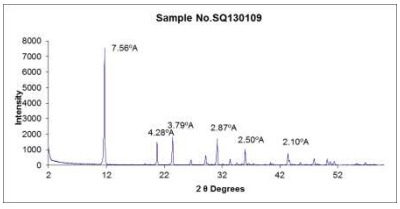


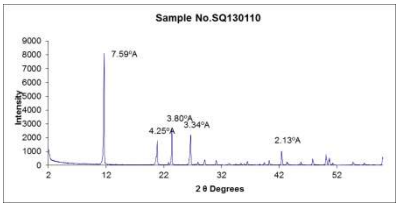


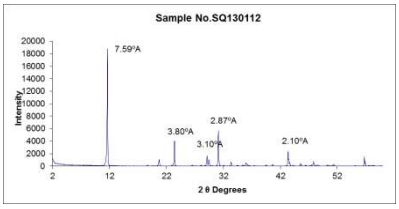




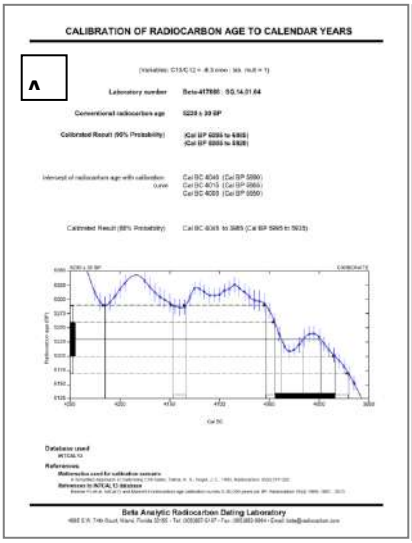


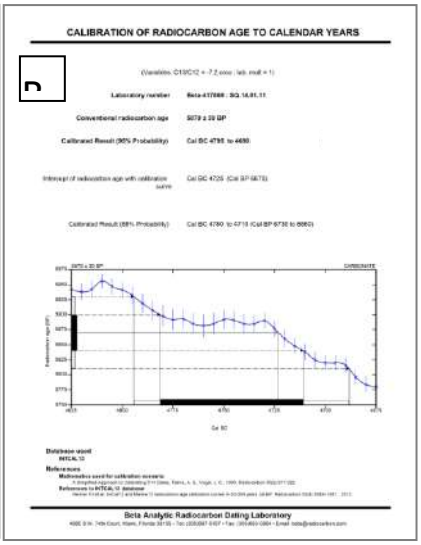


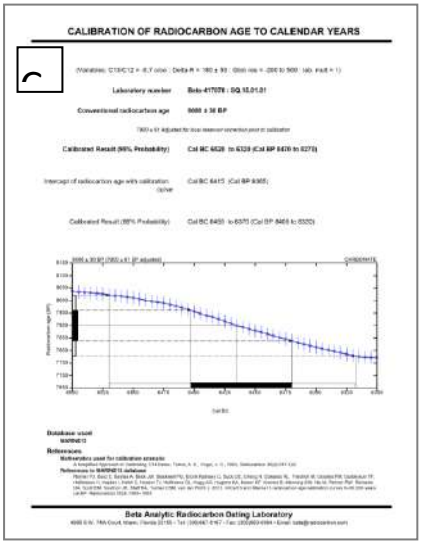




ملحق (١): حيود الأشعة السينية للمعادن في وحدات القطاع (٠١) رواسب ينابيع الطوفا (Tufa) شمال نفود الشقيقة.

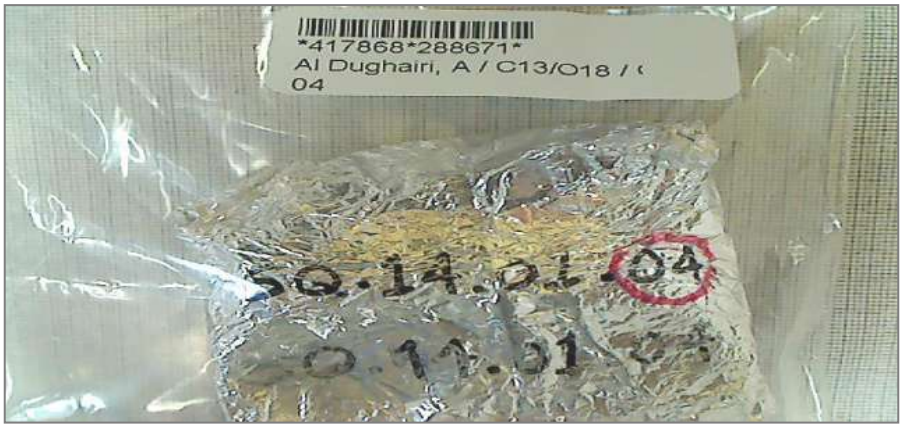






ملحق رقم (٢). (A-B) نتيجة التأريخ العمري لعينة إحدى البحيرات البائدة شمال نفود الشقيقة، وكذلك (c) لإحدى الكثبان القبابيَّة.

ملحق رقم (٣). عمليَّة استقطاع عينات (XRD) ميدانيًّا، من قطاع ترسيبي لإحدى البحيرات البائدة شمال نفود الشقيقة، لإخضاعها للتحاليل المخبريَّة.



ملحق رقم (٤). وصول عبوات الألومنيوم (المتضمنة المخلَّفات الأحيائيَّة) معمل (Beat Radiocarbon Laboratory Dating) فلوريدا الولايات.

Reconstruction of the Palaeoenvironmental of the Nafud Ash-Shuqaiq, In The Qassim area, Central Saudi Arabia Using Remote Sensing Techniques And Radiocarbon

Ahmed Al Dughairi[1], and Khalid Al Moqren[2]
1 Associate Professor, Department of Geography, Qassim University, Saudi Arabia
2 Teacher in the Minister Suleiman School

Abstract. The Nafud Ash-Shuqayyiqah is one of the sands accumulation in southeastern part of Al Qassim area, which are resulting from the continuous of Quaternary aeolian deposits (Holocene), that takes various of dune forms, spatial distributions and coloration due to the contrast of geomorphological factors and long-term effects of palaeoclimate change

Using Remote Sensing techniques shows that the predominant dune forms are Linear dune systems, Dome and Start dunes above it in the eastern parts of Ash-Shuqayyiqah. whilst the Barchanoid Dune forms are limited in the northern parts, also sand sheets are dominated in the western side. in Addition, the Nabkh sands are wide spreading in the different parts of the study Area.

On the other side, using of Radiocarbon dating shown that the Nafud Ash- Shuqayyiqah was accumulated during wet phases during Cal BP8270-8470 and The Palaeolakes and Tufas formed in Cal BP6085-6095 , moving out through the mid-Holocene and towards present time there is evidence for drying out of the lakes systems and growth of sands sheets and clear of evidence of aeolain deposits in the middle and upper parts of Nafud Ash- Shuqayyiqah.

Keywords: Radiocarbon dating; Holocene; Eolian; Palaeoenvironmental; Nafud Ash-Shuqayyiqah; Central Saudi Arabia.