مجلة العلوم العربية والإنسانية
جامعة القصيم، المجلد (٦)، العدد (١)، ص ص ٣٤٩-٣٧٩، (محرم ١٤٣٤هـ/ نوفمبر ٢٠١٢)

الأنماط المورفولوجية والتوزيعات اللونية للكثبان في صحراء الدهناء شمال منطقة القصيم

د. أحمد بن عبدالله الدغيري
قسم الجغرافيا -كلية اللغة العربية والدراسات الاجتماعية - جامعة القصيم

ملخص البحث. تتباين التوزيعات اللونية والمورفولوجية المكانية لرمال الدهناء المجاورة للأجزاء الشرقية من إقليم القصيم في أواسط المملكة العربية السعودية، هذا التباين يرجع لتأثير عدد من العوامل البيئية القديمة بالإضافة إلى عوامل حديثة لاحقة، منها :

- اختلاف مصادر الكثبان الرملية .
- تأثيرات التفاعلات الكيميائية المكانية القديمة أو الحديثة.
- الشكل رقم المورفولوجي للرمال.
- طبوغرافية المكان والبيئة المحيطة بالرمال.
- إضافة إلى تغاير اتجاه وفترة الرياح القديمة السائدة خلال الرباعي المتأخر.

إن العمل الميداني المكثف واستخلاص عينات سطحية خلال مواقع مختلفة لهذه الكثبان وتحليلها معمليا، إضافة إلى استخدام تقنيات وأساليب الاستشعار عن بعد لتهيئة وتحليل واستخلاص البيانات من الصورة الجوية التي تغطي رمال الدهناء- مجال الدراسة-كل هذا مكّن من رسم التغيرات المكانية اللونية والكيميائية والأشكال المورفولوجية السائدة فيها.

وقد دلت النتائج الميدانية والمعملية التحليلية أن رمال الدهناء تزداد حمرة بالابتعاد عن مجرى وادى الرمة وامتداداته الأجردي والباطن، وأن حمرة الكثبان مرتبطة بتركز أو انخفاض الهيمتايت، فالملاحظ أن زيادة تركيزات هذا الأكسيد يرتبط بالكثبان القبابية والنجمية وأعراف الكثبان الطولية عالية الارتفاع الواقعة جنوب وادي الأجردي بالإضافة إلى الكثبان الطولية الواقعة في الأجزاء الشمالية الغربية من المجرى المذكور ، و تقل حمرة الكثبان الطولية ذات المناسيب المنخفضة بالقرب من وادي الأجردي وفي الأجزاء الشمالية الشرقية من المجرى و إلى الشرق من نفود الهامل ونفود أم نقي.

المقدمة

تشغل الكثبان الرملية مساحات شاسعة من الجزيرة العربية، الكثبان الطولية، الهلالية والكثبان الضخمة تشكل سمة بارزة في منطقة وهيبة العمانية، في الربع الخالي في جنوبي شرقي السعودية يسود نمط الكثبان الطولية، القبابية والهلالية مظهرة تبايناً واضحاً في توزيعاتها اللونية المتمازجة بين الأحمر الضارب للحمرة إلى البرتقالية والبيضاء، وفي شمال المملكة في النفود الكبير يظهر نمط الكثبان الطولية، النجمية والهلالية، والتي توحي خصائصها اللونية بسيادة اللون المحمر المتدرج بين الأحمر والبرتقالي إلى الأبيض. بينما في وسط المملكة حيث الدهناء تشغل الجزء الأوسط، يظهر نمط الكثبان الطولية والنجمية. وفي شرق المملكة حيث الرمال على ساحل الخليج العربي توحي الكثبان الطولية البيضاء في نفود الجافورة بتركز واضح لكربونات الكالسيوم، إضافة لهذه البحار الرملية يوجد عدد من الأحزمة الرملية المنبثقة منها والتي من أهمها كثبان الثويرات،و المظهور ونفود السر والتي تُظهر كذلك تمايزاً لونياً و مورفولوجيا واضحاً.

نشأة وتطور هذه التراكمات الرملية يعطي معلومات عن العوامل المورفوجنية والمورفوديناميكية التي أسهمت في تشكيلها، مثل تفاعلات وأنظمة الرياح القديمة السائدة، ومصادر الرمال، والتغيرات المكانية والمحلية التي أثرت على الرمال أثناء نموها مثل: الخصائص الجيولوجية، الجيوموفولوجية والتغيرات الكيمائية. كذلك توحي بأنماط التغيرات البيئية والمناخية السائدة قديما خلال فترات مختلفة من حقبة الزمن الرابع وكذلك الفترات الرطبة، كما في رمال وهيبة في عمان (Stoke&Bray, 2005) و في رمال نفود بريدة وسط المملكة (Aldughairi, 2011) أو بعض أجزاء من كثبان أفريقيا حيث الصحاري الرملية الواسعة (Batmanin, 2003). فمثلا أسهم نظام الرياح الشمالية الشرقية في نقل الرواسب خلال تكشف قاع الخليج وترسيبها في أجزاء واسعة من أرجاء الربع الخالي (Glennie&Singhvi, 2001) كذلك أسهم النظام القديم للرياح الشمالية السائد خلال الرباعي المتأخر من

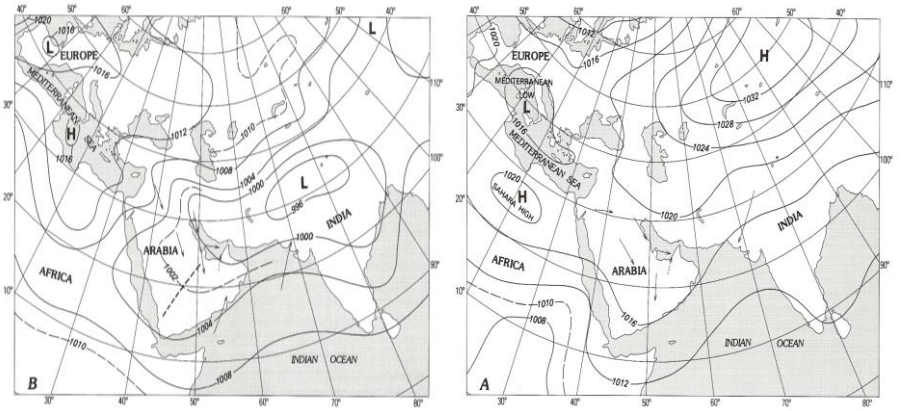
البلايستوسين ٥٤kaو الهولوسين ١٠ ka -5ka في تراكم وتشكل الكثبان الرملية الطولية في نفود بريدة، والقبابية في نفود الثويرات، و الطولية في المظهور والنباك في السر (Aldughairi, 2011)). بينما تزامن تراكم الكثبان الطولية الحمراء في رمال النفود مع فترات جافة خلال البلايستوسين حوالي (ka129-147 (10- 22 ka ,31-70ka, 99-113 ka، تحت تأثير الرياح الجنوبية الغربية (Lamy *et al*., 2000; Lancaster *et al*., 2003). كما تزامن نمو وتراكم الرمال الحمراء المصفرة في نفود الدهناء إلى الفترة الجافة السائدة قبل حوالي ٤٠ الف سنة مضت تحت تأثر الرياح الشمالية الشرقية (Anton, 1984).

أهمية الدراسة وأهدافها

هناك ندرة في المعلومات عن الكثبان الرملية في وسط المملكة العربية السعودية فيما يتعلق بالتغيرات البيئية القديمة palaeoenvironmental (Al dughairi, 2011 ; 2009 ,.MacLean *et al*)). و سدُّ هذه الفجوة يمكن أن يعطي مؤشرات رئيسة للتغيرات في حركة الرياح الموسمية Indian Ocean monsoon (IOM) على مدار السنين (Fleitmann *et al*., 2004) ورياح الشمال القديمة وبالتالي يساعد على تحسين فهمنا لتغير المناخ في المنطقة (الشكل رقم ١). حيث كانت رياح الشمال الأكثر نفوذاً في تشكيل بحار الرمال في وسط المملكة العربية السعودية (Edgell, 2006) خاصة تلك التي تظهر في نفود الثويرات، ونفود المظهور ونفود بريدة (Aldughairi, 2011) والتي يتم التحكم فيها حاليا من قبل أنظمة الضغط الموسمية (الشكل رقم ١) الذي يقبع في شمال أفريقيا وشبه القارة الهندية (Breed *et al*., 1979).

دراسة كلٍ من بيئة الحاضر والماضي للكثبان الرملية في نفود الدهناء حول إقليم القصيم سوف يقود إلى فهم هذه النظم (الشكل رقم ٢). باعتبارها محاولة أولية لتحسين هذا الفهم، فإن الهدف من هذا البحث يركز على تحديد شكل الكثبان الرملية وتباين توزيعاتها اللونية، الأمر الذي سيسهل فهماً أفضل في دراسة تراكماتها الحالية والقديمة في وسط المملكة العربية السعودية. ويهدف هذا البحث

بالتالي لمعرفة أشكال الكثبان الرملية السائدة و الاختلافات المكانية واللونية للرمال و أسباب تباينها.



الشكل رقم (١). أنظمة الضغوط السائدة والمؤثرة في الحركة الموسمية للرياح (A) يناير(B) جون في المملكة العربية السعودية.

منطقة الدراسة

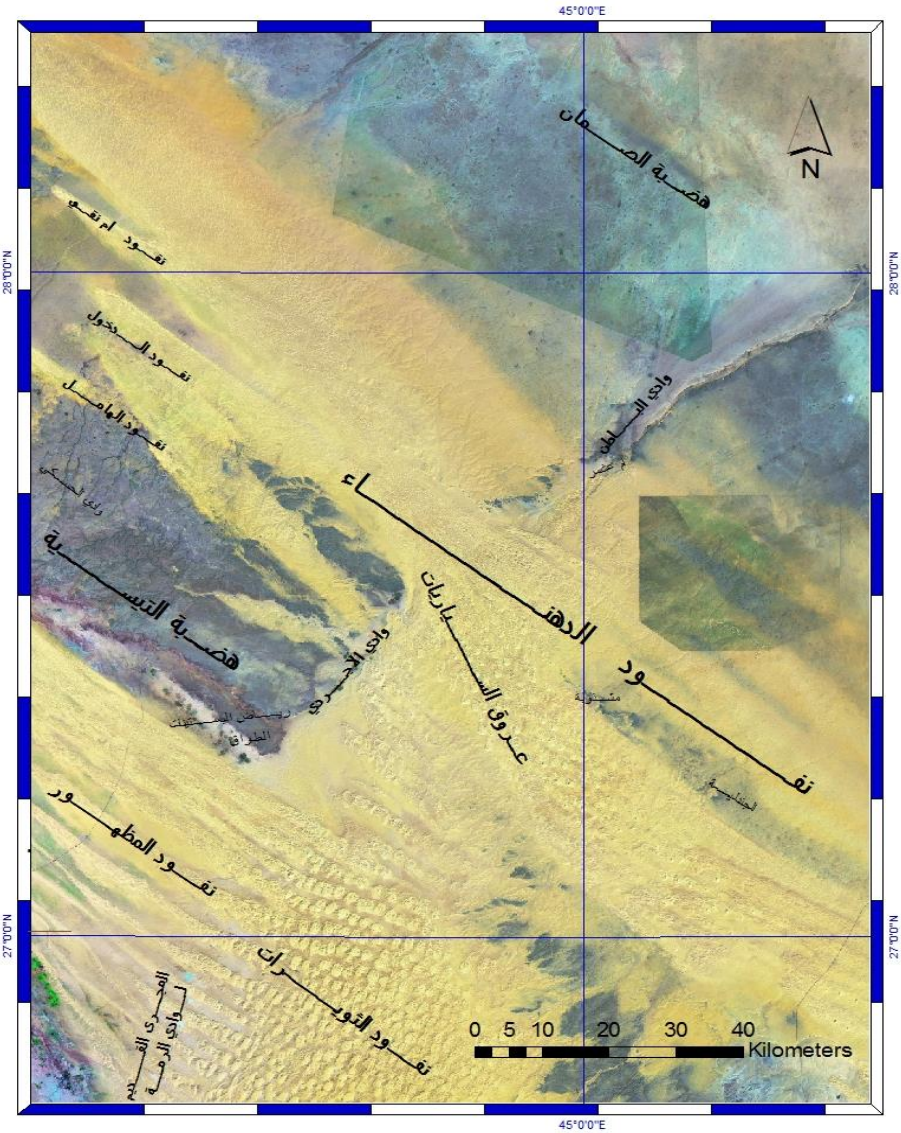
يقع الجزء الغربي من الدهناء بالقرب من الأجزاء الشرقية للقصيم، (الشكل رقم ٢)،وهي إجمالا حزام رملي يطوق حافات نجد في وسط المملكة العربية السعودية لمسافة تقدر بحوالي١٣٠٠ كم (Edgell, 2006)، تتباين الامتدادات المجالية للدهناء فالعرض ٤٠كم بالقرب من وادي الباطن و ٧٢ كم بالقرب من الزبيرة في الشمال، كما تشغل هذه التراكمات الرملية مساحة تقدر ب٤٠٧٨٩ كم^{٢} (الوليعي ،١٤١٦).

وتشير صور الأقمار الصناعية والعمل الميداني إلى أن كثبان الدهناء شمال/غرب وادي الأجردي حيث الطراق والبريكة تأخذ الشكل رقم المورفولوجي الطوليLinear dunes ذات الامتداد (ش ش/غ الي ج ج/ق) بأبعاد ٥٠٠ م عرضا و ٦٠ كم طولا بينما تأخذ هذه الكثبان في شمال/شرق وادي الأجردي أبعادا أقل ارتفاعاً وأكثر تقاربا وتتحول بالاتجاه شرقا إلى أوشحة رمليةSand sheets ونباك. هذه التراكمات تنبئ عن تغاير حركات الرياح الشمالية القديمة في وسط المملكة خلال الرباعي المتأخر،(Glennie&Singhvi, 2001، Edgell,2006،و Al dughairi *et al* 2011)، أيضا تغيراتها الحالية (.العازمي ٢٠٠٩، آل سعود ١٩٨٦)

إضافة إلى ذلك ففى الجنوب من وادى الأجردي تأخذ الكثبان الرملية الشكل رقم القبابى بقاعدة تصل إلى ١ كم وبارتفاعات تتراوح بين ٤٠ و٦٠ مترا، وتبدو الكثبان النجمية بأذرع تصل إلى ٣٠٠ مترا وارتفاعات تصل إلى ٦٠ مترا. ويقطع وادى الرمة رمال الدهناء عند تقاطع دائرة العرض مع خط الطول ((٢٧°٥٢′٠٥″ N 44°05′43″E حيث يأخذ في هذا المكان مسمى محليا يطلق عليه وادى الأجردى لمسافة تقدر بحوالى ٦٧ كم (انظر ملحق رقم ١، ٢) كما توجد بعض القشر الكلسية المتصلبة في المناطق البينية من الكثبان الطولية الواقعة إلى الشمال من هذا الوادي، ويتخللها بعض الأودية الأصلية والتالية وبعض الأخوار والأغوار، إضافة لذلك تتشكل بعض من الخبارى والروضات في الهوامش الغربية للدهناء كذلك في بعض

المناطق البينية من الكثبان الرملية كروضات البريكة، والبسيتنات، والطراق. وينمو فوق الكثبان الرملية نبات الأرطى Calligonum comosum، والغضاء Haloxylon prsicm، خصوصا فوق الكثبان الطولية، بالإضافة إلى نباتات الرمث Hammad elegans والسدر Ziziphus والطلحAcacia والعشر Calotropis Procera في المناطق البينية من الكثبان، كما تنتشر النباتات الموسمية مثل الربلةPlantago spp ، والسبطStipagrostis draii ، والنصى Stipagrostis، وفى ذلك دلالة كبيرة على غنى هذه الكثبان بالغطاء النباتي، الأمر الذي يوحي بالاستقرار الحالي لتلك لهذه الكثبان.

ويندرج المناخ الحالي في منطقة الدراسة ضمن أقاليم المناطق الصحراوية الجافة، حيث تنعدم التهطالات في أشهر الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس)وتبدأ مواسمة الفعلية في فصل الشتاء (ديسمبر ويناير) و تستمر إلى فصل الربيع (مارس وأبريل) لكن معدلاتها ضعيفة وفي بعض السنوات معدومة. ترتبط حركة الرياح في منطقة الدراسة إلى حد كبير بالضغط الجوي المرتفع الذي تتعرض له منطقة غرب آسيا والذي بدوره يتحكم في توجيه حركة وسرعة الرياح السائدة (ش ش ق).



الشكل رقم (٢). صورة فضائية لامتداد الدهناء في الأجزاء الشمالية الشرقية من إقليم القصيم، نفود الثويرات والمظهور (في الوسط يسار)، وادي الاجردي (في الوسط) والمصاطب النهرية القديمة للمجرى الأجردي تتظاهر في الأجزاء الوسطى من المرئية .وادي الباطن في (الوسط أعلى).

الدراسات السابقة

تشغل الكثبان الرملية مساحات شاسعة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، ففي الجزيرة العربية مثلا بحار الرمال الرئيسة تتمثل في: نفود الربع الخالي جنوبا ،والنفود الكبير شمالا، والجافورة شرقا والدهناء و الثويرات في الوسط، يختلف الامتداد المجالي والأنماط المورفولوجية واللونية للكثبان الرملية في هذه البحار الرملية.

إن ما كتب عن هذه الرمال كم لا بأس به، إلا أن دراسة الخصائص اللونية والمورفولوجية والتوزيعية للرمال المذكورة مازال في طورة البكر و يحتاج مزيداً من البحث والتقصي لرسم البيئة القديمة لها وتطوراتها اللاحقة، فعلي سبيل المثال: قام انتون ١٩٨٣Anton، باستخدام الكلورميترColorimeter لدراسة احمرار الكثبان الرملية في المملكة العربية السعودية وأفاد بأن احمرار الكثبان الرملية يزداد في رمال الربع الخالي والدهناء ويقل في الجافورة، ومرجع هذا يعود في الأساس لمادة الأصل وأصل الكثبان الرملية ، ففى رمال الجافورة تبدو الحبيبات الرملية أشبه ماتكون بيضاء، نظرا لارتفاع نسب الكالسيت والدولوميت المستمد من تكشف قاع الخليج خلال الفترات الجافة من الزمن الرابع وقد أرجع (White&Goudie ٢٠٠١) وجود الاختلافات المكانية اللونية في الكثبان الرملية بالربع الخالى نتيجة لاختلاف الخصائص المعدنية وذلك يرجع إلى عاملين أساسيين هما: طغيان الخليج العربي قبل (.6- ka10 (إضافة إلى تأثير العوامل الجيوموفولوجية اللاحقة. وقد أوضح الباحثان في دراستهما أن الدمج بين تقنيات الاستشعار كنماذج الانعكاس والنماذج الخطية والخصائص الكيميائية التحليلية ،مؤشرات جيدة للدلالة على اختلاف ألوان الرمال عوضا عن التقديرات الميدانية الوصفية، و كان نتاج هذه الدراسة تقسم الكثبان الرمليةعلى أساس: كثبان ترتفع فيها نسب كربونات الكالسيوم نظرا لقربها من السواحل والخلجان والمناطق البينية بين الكثبان وهي في الأساس ذات مصدر بحري ، وكثبان محمرة على امتداد أقدام جبال عمان ومنطقة الحجر بالإضافة إلى أغلب أعراف وسيوف الكثبان الرملية الطولية، ومرجع هذا ارتفاع نسب أكاسيد الحديد.

وقد أوضح (Anton & Ince ،١٩٨٦) أن احمرار الكثبان الرملية أسفل أقدام جبال عمان راجع إلى أن حبيبات الكورتز تغطي بصبغة حمراء في الغالب أكسيد الحديد جرى اكتسابها من تبدد الترب القديمة من المراوح الفيضية.

كما أشارا (Jimenez-Espinose& Jimenez-Millan، ٢٠٠٢) إلى أن أحد العوامل الأساسية في وجود حبيبات الرمال مصطبغة باللون الأحمر يرجع إلى وجود الهيماتيت الذي يتوفر في ظل ظروف مناخية رطبة مع سيادة مناخ دافئ.

وقد استخدم Al Dughairi, 2011)) تقنية الحساسية المغناطيسية Magnetic Susceptibility والتقنية الراديومترية Milton Multiband Radiometer ومؤشر الاحمرار Redness index لدراسة الاختلافات التوزيعية للرمال المتظاهرة في اقليم القصيم المتمثلة في الثويرات، نفود المظهور، نفود السر والطرفية، كان من نتاج هذه الدراسة خارطة توزيعية للرمال المذكورة تشمل: أشكالها المورفولوجية وخصائصها اللونية، فعلى سبيل المثال أوضحت الدراسة زيادةً ملحوظة في احمرار الكثبان القبابية في نفود الثويرات والسر بالاتجاه شرقا، وقلتها في الأجزاء الغربية ،وكثبان طولية برتقالية إلى صفراء شاحبة بأعراف حمراء في نفود المظهور، إضافة إلى كثبان بيضاء شاحبة مصفرة في نفود الطرفية. وقد طرحت الدراسة المذكورة عدداً من العوامل التي أسهمت في إكساب هذه الرمال هذا التوزيع من أهمها إجمالا:

- الخصائص المعدنية للقاعدة الجيولوجية المتكشفة حول وفي بيئة الرمال.
- الطبوغرافيا المكانية المحيطة كالمنخفضات والسباخ و مجرى وادي الرمة والبحيرات القديمة المحيطة بالكثبان الرملية.
- أنظمة الرياح القديمة.
- الشكل رقم المورفولوجي للرمال.
- مصدر الرمال المتمثل بالنفود الكبير والهضاب الغربية في الدرع العربي.

في قطر استخدم Curtis, 1985 تقنية X-ray diffraction (XRD) لمحاولة تتبع التركيب اللوني للرمال التي تشير إلى أن أغلب الكثبان الرملية البيضاء تحوي حبيبات تكتسي بطبقة رقيقة من الجبس والهاليت نتاج البخر وعمليات السفي القديم من الخليج العربي.

و في استراليا أوضح كلٌ من بولارد & وايت، Bullard & White 2002 أن قياس التوزيع اللوني للكثبان الرملية السائدة في الصحراء الاسترالية باستخدام تقنية الراديوميتر MMR ومؤشر قياس الاحمرار Redness من المرئية الفضائية المصححة أعطت نتائج ذات دقة عالية مقارنةً باستخدام الأطلس اللوني للتربة Munsell soil chart وقادت الدراسة لخارطة توزيعية لألوان الرمال (كثبان بنية شاحبة إلى برتقالية، كثبان بنية محمرة إلى برتقالية وكثبان بنية شاحبة إلى حمراء).

منهج البحث وتقنياته

بغية تحقيق أهداف البحث، كان للعمل الميداني أساس لا غنى عنه في هذه الدراسة، خلال الفترة ١٦-٣٠ من شهر، May 2008 وقد تم اختيار ٢٠ موقعاً أرضياً سطحياً في كلٍ من أعلى الكثبان الرملية وبعض القطاعات بين الكثبان الرملية interdunes (انظر الشكل رقم ٤)، في هذه المرحلة أسهم تواجد الدكتورة (سو مكليران Sue McLaren) والدكتور (اندريو برادلي Bradley Andrew) من بريطانيا في إمكانية الاستشارة العلمية والنقاش الجيومورفولوجي الهادف الذي كان له الدور الأكبر في توجيه دفة هذه الدراسة،و في هذه المرحلة تم الحصول على تحديد أولي للون الرمال باستخدام Munsell soil chart (Chart, 1998 edition) باستخدام تقنية Redness rating هذا الأسلوب لا يعطي نتائج دقيقة كما أوضح كلٌ من (Bullard & White ٢٠٠٢) إنما كان من الضروري الاعتماد عليه مبدئيا كخطوة أولى للتحديد اللوني الأولي للرمال وفقا للمعادلة رقم (١)

$$R = HC/V \quad (١)$$

حيث إن:

R=هي معدل الاحمرار

H= قيمة hue والمستمدة من Munsell soil chart ، حيث إن (٧,٥ مقابل ٢,٥ YR (5) مقابل ٥ YR؛ ٧,٥ (٢,٥) مقابل٧,٥ YR و(٠) مقابل ١٠ YR(Torrent *et al*., 1980, 1986)

C= Munsell chroma

V= Munsell value

كان الهدف من استخدام Redness rating محاولة لاستقراء اختلاف قيم الاحمرار التي مرجعها أساسا من اختلاف التركيب المعدني والذي بدوره كان عاملاً أساسياً في اختلاف و تغاير ألوان الرمال.

صورة (لاند سات) المحسنة Landsat Enhanced Thematic Mapping Imagery (ETM)2003 التي تغطي الجزء الأوسط من رمال الدهناء كان لها دور كبير في تحديد الامتداد المجالي للكثبان الرملية ودعم العمل الميداني والخرائطي، إضافة إلى المساهمة الفعالة في تحديد الشكل رقم المورفولوجي للكثبان الرملية. ولقد احتاج التعامل مع هذه المرئية القيام ببعض الإجراءات التقنية المساعدة : تحسين الصورة وتصحيح بعض الانحرافات و المؤثرات الجوية. فتم إنشاء نقاط ضبط أرضي، استمدت من تقاطعات الطرق وبعض ومراكز الرشاشات المحورية و تم ربطها بالمرئية ، وكانت الصورة النهائية للمرئية مصححة وفقا UTM-WGS1984zone 38. اعتمد تصحيح المرئية من المؤثرات الجوية بعضا من الطرق التصحيحية اللازمة (DOS) Cost model Dark pixel subtraction (Chavez, 1996& Moran *et al* 1992 1992,) تم بناء معادلات التصحيح باستخدام ERDAS Modeler 2010 واستمدت البيانات الرقمية للمرئية من Metadata file.

تلا تهيئة المرئية ETM، حصرها فقط بالكثبان الرملية باستخدام طريقة

(Area of Interest AOI) وذلك باستثناء المناطق غير الرملية (صخور القاعدة، غطاء نباتي والمناطق خارج امتداد الكثبان) والهدف منها جعل المرئية مناسبة لإجراء مزيد من التحاليل الرقمية. ومن ثم جرى تطبيق طريقة التصنيف المراقب Supervised classification وذلك بالاعتماد على الخبرة الميدانية للباحث وتطبيق طريقة training sites والتي تقود للتقسيم المطلوب(Joyce, 1978). ورغبة في تحديد لون الرمال من المرئية تم اعتماد ما يعرف بـ معدل الاحمرار (RR Redness rating، 2002Bullard & White) يتلخص

هذا المؤشر بقياس درجة الاختلاف اللوني في موجات الطيف المرئي، تم بناء المعادلة وتم معاملتها إحصائيا باستخدام ERDAS Modeler وفقا للصيغة الرياضية رقم(٢):

$$R = BRF_r / (BRF_r + BRF_g + BRF_b \quad (١)$$

حيث إن:

R = معدل الاحمرار

BRF_r = الانعكاس في الطيف المرئي الأزرق (٤٠٠-٥٠٠nm)

BRF_g = الانعكاس في الطيف المرئي الأخضر (٦٠٠ – ٥٠٠)

BRF_b = الانعكاس في الطيف المرئي الأحمر(٦٠٠-٧٠٠ nm)

ولمعرفة خصائص الحبيبات الرملية وتركيبها، تم دعم التقنيات السابقة ببعض التحاليل المعملية اللازمة مثل(Magnetic susceptibility (MS والتي تتمثل في قياس الخصائص المغناطيسية للصخور(Thompson *et al.*, 1996) ويعتبر هذا التحليل واحداً من أهم التقنيات في قياس الخصائص المغناطسية للرواسب ، وهنا تم تحليل ٢٠ عينة باستخدام BartingtonMS2 system بمعدل قياسين لكل عينة للتأكد من دقة القياس لمزيد من المعلومات عن آلية القياس(انظر Dearing ١٩٩٩،).

أما الخصائص الحجمية Particle size analysis للعينات الرملية السابقة فقد جرى تحليليها باستخدام تقنية Coulter LS TM-Windows™، تحليل القيم الرقمية الناتجة أُعتمدت المعادلات الإحصائية المقدمة من قبل (Maurice, 1988)

وأما دراسة الخصائص المعدنية والشكل رقمية للحبيبات الرمال تم باستخدام Thin section ، وفقا لتجربة وخطوات (John Miller,1988) ، وقد جرى استقراء الخصائص المذكورة باستخدام Petrographic Microscope 400x.

النتائج

تشكل الكثبان الرملية الطولية الضيقة (عروق) نمطاً بارزاً لرمال الدهناء في الأجزاء الشمالية من وادي الأجردي (الشكل رقم ٤)، يغلب على محاورها الاتجاه ش غ ناحية ج ق ١٧٥ درجة وقد لوحظ أن أغلبها يأخذ امتداداً طولياً لا يتجاوز ١٠ كم، وفي هذا دلالة واضحة على أن

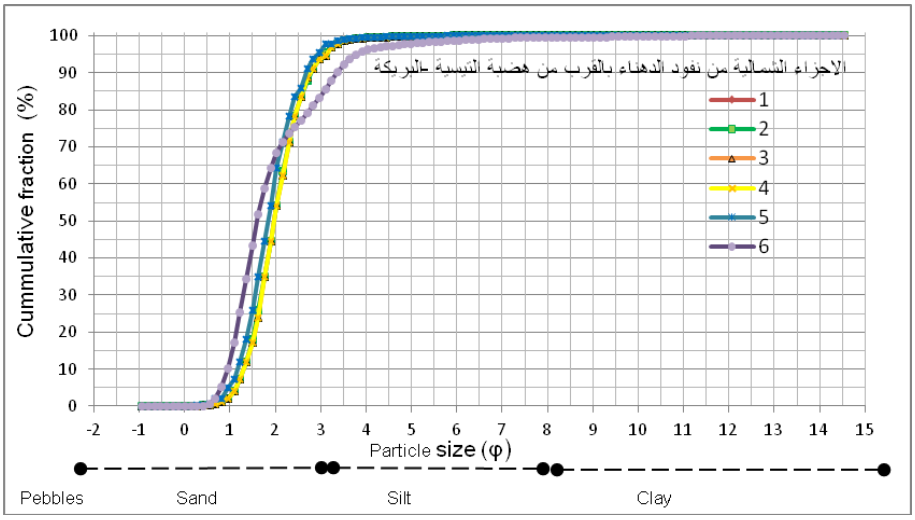
الاتجاه العام للرياح المسؤولة عن تشكل وتطور هذه الكثبان الرملية كانت رياحا شمالية سادت قديما في وسط المملكة خلال فترات مختلفة من الزمن الرباعى المتأخر. كما أوضح كلٌ من؛ Aldughairi, 20111986, Anton & Ince.

تظهر نتائج الخصائص الحجمية للحبيبات أحجاما ناعمة إلى متوسطة معتدلة الحفظ (الشكل رقمA٣). في حين تظهرالنتائج التقديرية المستمدة من Munsell redness rating تبايناً نسبياً في معدلات الاحمرار، فهي إجمالا بين (٣-٥)(الجدول رقم ١)، هذه النتائج توحي بأن النمط اللوني العام للكثبان الرملية الطولية في الأجزاء الشمالية من وادي الأجردي تتراوح بين الأحمر إلى الأحمر المصفر (٧,٥YR 7/8 - (5YR 5/8) مع انخفاض تدريجي في الحمرة جهة الكثبان الطولية في الأجزاء الشرقية (٧,٥YR 5/6) (الجدول رقم ١ ، الشكل رقم ٤، ملحق رقم ٣). كذلك تطابقت هذه التقديرات اللونية مع نتائج Redness rating والمستمدة ETM Imagery الممثلة في (الجدول رقم ١) حيث إن معدل احمرار الكثبان الرملية إجمالا يتراوح بين (٦١- ٦٣) مع ارتفاع نسبي في معدل حمرة الكثبان الطولية في الأجزاء الشمالية الغربية من الدهناء حيث عرق الهامل وعرق أم نقي، وانخفاض نسبي في حمرة الكثبان الطولية الممتدة (في سط وشرق الدهناء) إلى الشمال من وادي الأجردي

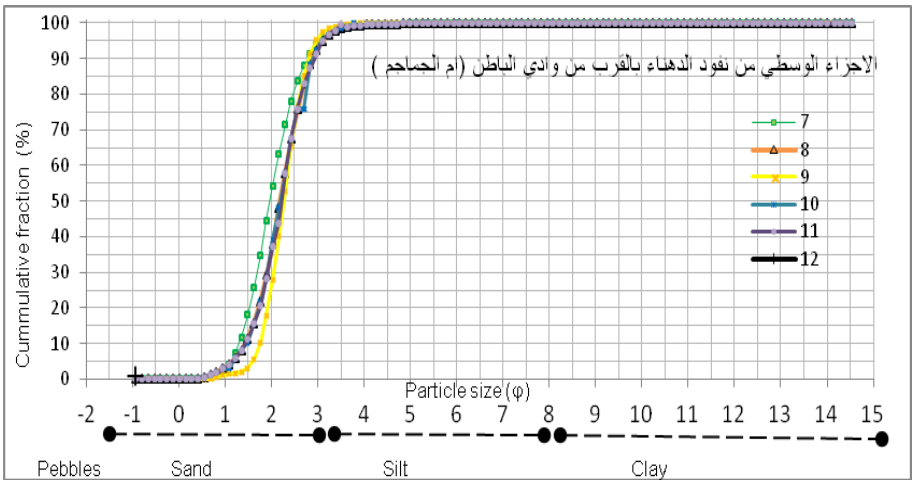
دعمت هذه التقديرات نتائج التحليل الميكروسكوبي Thin section حيث لوحظ أن أغلب حبيبات الرمال في الأجزاء الشمالية الغربية تحوي كوارتز مكسي بغشاء رقيق أحمر إلى أحمر مصفر والذي في الغالب يرجع إلى تركز أكاسيد الهيماتيت التى تغطى الأجزاء الخارجية لحبيبات الكوارتز (الشكل رقم A٥)، كما تقل نسبة الكوارتز المكسو بطبقة رقيقة من الهماتيت بالاتجاه ناحية الشرق من الأجزاء الشمالية من الدهناء (الشكل رقمB٥ /الشكل رقم ٤)، دعم هذا التحليل نتائج تحليل الحساسية المغناطيسية حيث تشير لارتفاع النسب في نفود أم نقي والهامل وتميل إلى الانخفاض التدريجي جهة الشرق (الجدول رقم ١)

في الأجزاء الجنوبية من وادي الأجردي تحديداً إلى الجنوب الشرقي من البريكة والطراق(الشكل رقم ٤) يظهر هناك تغير تدريجي

في اتجاه امتداد وشكل الكثبان الرملية، الاتجاه العام شمال غرب إلى جنوب شرق (١٦٠ درجة) والشكل رقم المورفولوجي العام يضم مزيجا من الكثبان الطولية القصيرة التي لا تلبث وأن تأخذ النمط المورفولوجي القبابي الضخم (انظر ملحق رقم ٤) ثم تتحول إلى كثبان نجمية. هذان النمطان الأخيران يزدادان كثافة وارتفاعاً بالابتعاد عن مجرى وادي الأجردي مع تغاير في محور الامتداد العام ناحية (١٤٠ درجة)(الشكل رقم٤). نتائج الخصائص الحجمية للحبيبات تظهر الحجوم ناعمة إلى متوسط معتدل الحفظ (الشكل رقم٣B). واللون السائد والغالب على الكثبان الرملية هو اللون الأحمر المتمايز في نفس الدرجة بين (YR7.5. 8\4 الي YR 7.5 4\6) (الجدول رقم ١)، كما تتراوح معدلات الاحمرار المستمدة من Munsell redness rating بين (٣-٥) والذي يوحي بزيادة نسبية في حمرة كثبان الدهناء عنها في أجزائها الشمالية.وقد دلت نتائج Redness rating المستمد من المرئية الفضائية ETM Imagery (الشكل رقم ٤) أن معدل حمرة الكثبان الرملية يتراوح بين (٦٣. الي ٦٨.) وفي هذا تمايز عن الكثبان الرملية في الأجزاء الشمالية من وادي الأجردي، هذا التغاير اللوني يظهر بوضوح في الكثبان الرملية ذات المناسيب المرتفعة ويقل نسبياً في الكثبان الطولية والأوشحة الرملية بين الكثبان الرملية.أما نتائج التحليل الميكروسكوبي المستمدة من Thin section فتظهر أغلب حبيبات الرمال عبارة عن كوارتز مكسي بغشاء رقيق أحمر اللون في الغالب غطاء من الهماتيت (الشكل رقم ٥C) ، كذلك ينعدم هذا الغشاء في الحبيبات الموجودة في المناطق البينية بين الكثبان الرملية .وقد أيد هذه النتائج قيم الحساسية المغنطيسية والتي تبدو فيها القيم أكثر من تلك القيم الموجودة في العينات المستقطبة من الدهناء في أجزائها الشمالية من وادي الأجردي (الجدول رقم ١).

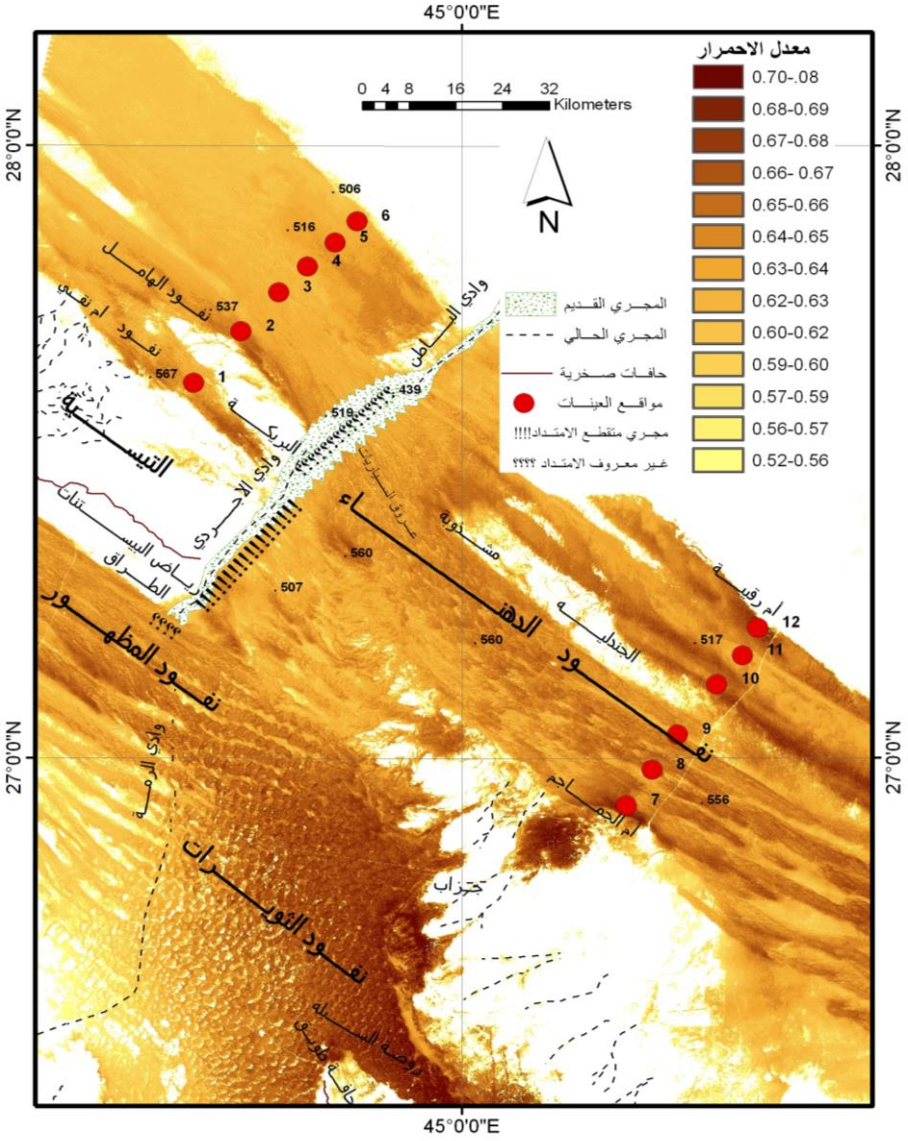


A

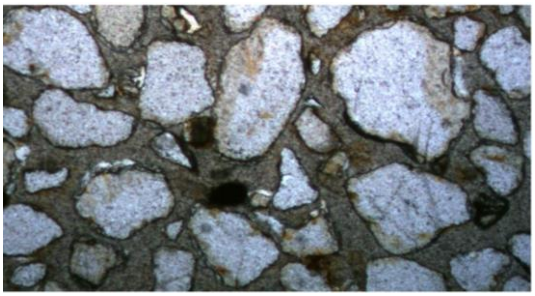


B

الشكل رقم (٣). الخصائص الحجمية لحبيبات الرمال في نفود الدهناء.



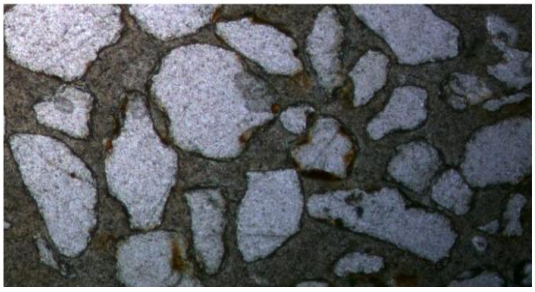
الشكل رقم (٤). تقدير احمرار الكثبان الرملية المستمد من المرئية الفضائية +ETM في نفود الدهناء، النقاط الحمراء تمثل مواقع استخلاص العينات السطحية، في الأجزاء الوسطي من الدهناء (وسط المرئية) يلاحظ المجرى القديم لوادي الرمه وامتداده واديي الأجري والباطن.



A

B

C



D

الشكل رقم (٥). الخصائص المعدنية للحبيبات الرملية السائدة في نفود الدهناء.

الجدول رقم (١). ملخص لتقدير معدل الاحمرار باستخدام Munsell redness rating ومعدل الاحمرار المستمد من المرئية الفضائية ETM redness، ونتائج التحليل المعملي للخصائص المغناطيسية للعينات الرملية في نفود الدهناء (L منخفض المغناطيسية ، M متوسط المغناطيسية ، H عالي المغناطيسية).

الموقع	رقم العينة	الأحداثي الطولي	الأحداثي الوسطي	قيم أطلس لون التربة	لون أطلس التربة	Munsell Redness	ETM Redness	الحساسية المغناطيسية	
الدهناء شمال (الأجردي)	QA-11-01	27°. 35'.34" N	44°. 33'.43" E	7.5 YR 5/8	أحمر	4	٠,٦٣	٣٢	M
	QA-11-02	27°.39'.32" N	44°. 38'.27"E	7.5 YR 5/8	أحمر	4	٠,٦٣	٣٢	M
	QA-11-03	27°.44'.26" N	44°. 44'.05"E	5 YR 7/8	أحمر مصفر	5	٠,٦١	١٨	L
	QA-11-04	27°.45'.56" N	44°. 47'.24"E	5 YR 7/8	أحمر مصفر	5	٠,٦١	١٨	L
	QA-11-05	27°.48'.03" N	44°. 50'.02"E	7.5 YR 5/8	أحمر	4	٠,٦٢	١٨	L
	QA-11-06	27°.49'.54" N	44°. 52'.35"E	7.5 YR 5/6	أحمر	3	٠,٦١	١٨	L
الدهناء جنوب (الأجردي)	QA-11-07	26°.45'.03" N	45°. 17'.19"E	7.5 YR 4/8	أحمر	3	٠,٦٨	٥٢	H
	QA-11-08	26°. 57'.37 N	45°. 20'.25"E	7.5 YR 4/6	أحمر	3	٠,٦٦	٤٦	H
	QA-11-09	27°.03'.12" N	45°. 22'.44"E	7.5 YR 4/6	أحمر	3	٠,٦٥	٤٦	H
	QA-11-10	27°. 07'.22" N	45°. 26'.43"E	7.5 YR 4/ 6	أحمر	3	٠,٦٦	٤٦	H
	QA-11-11	27°. 10'.55" N	45°. 29'.45"E	7.5 YR 6/8	أحمر فاتح	3	٠,٦٣	١٨	L
	QA-11-12	27°. 12'.55" N	45°. 31'.36"E	7.5 YR 4/6	أحمر	3	٠,٦٧	٥٠	H

التحليل والمناقشة

تظهر النتائج السابقة أن هناك تركزاً واضحاً في حمرة الكثبان الطولية جهة الشمال الغربي من الدهناء، وهذا في الغالب يرجع عوامل عدة منها:

- الزيادة النسبية في أكاسيد الهيماتيتHematite Fe2O3 المستمدة من غسيل الحافات المجاورة و السطوح الحصوية في هضبة التيسية بفعل الجريان السطحي للشبكة الهيدرولوجية لوادي الحسكي والتي تحور عند الحواف والهوامش الغربية لنفود الدهناء تحديداً في الأجزاء الشرقية من نفود الهامل وأم نقي وسط الدهناء مُشكّلة مراوح وسطوحاً طينة كالقيعان والرياض كروضة العزبة والبلادية. وقد أشار (Edgell, 2006) أن لون الكثبان الحمراء المصفرة في الدهناء كان نتاج الرواسب المحمولة بفعل الجريان السطحي من الأحواض المجاورة.
- العامل الثاني الكثبان الطولية في الأجزاء الغربية من الدهناء أشبه ما تكون بكثبان طولية ضخمة تصل ارتفاعاتها ٦٠ متراً بطول يصل أحيانا ٤٠ كم، وفي هذا دلالة على أن الترسيب أعلى نسبياً من النقل والذي يعتبر بيئة مناسبة لنمو وتركز أكسيد الهيماتيت، إضافة لذلك قرب هذه الأجزاء من مصد الكثبان الرئيس والذي هو في الغالب النفود الكبير والهضاب غرب الدهناء.

إن انخفاض حمرة الكثبان الرملية الطولية وازدياد كثافتها وقلة ارتفاعاتها في الأجزاء الشمالية الشرقية من الدهناء يرجع لعدة عوامل منها: تتخلخل هذه الكثبان المجري القديم لوادي الباطن (انظر ملحق رقم ٥) بالإضافة إلى عدد من خنادق وشعاب وشحاح في مناطق تكشف غطاءات القشر الكلسية المتصلبة وهضبة الصمان الأمر الذي جعل الرمال في هذه الأجزاء تأخذ النمط الطولي قليل الارتفاع إضافة إلى التقارب المتوازي الكثيف(الشكل رقم ٦A) ، هذه المظاهر المورفولوجية بالإضافة إلى دور رياح الشمال القديمة التي ساهمت في تقليل حمرة الرمال حيث النقل والحركة مقارنة بالأجزاء الغربية من الدهناء، وهذا في الغالب يرجع إلى شبه زيادة

نسبية في تركيزات الكربونات في المناطق البينية والمستمدة غالبا من القشر الكلسية المحلية وهضبة الصمان الكلسية المجاورة أو المتكشفة في هذه الأجزاء من الدهناء، كذلك الكثبان الرملية في هذه الأجزاء غير مستقرة وقليلة الارتفاع وتضم أعرافاً متحركة ما يعني أن تركز ونمو الأكاسيد يكون أقل،نتيجة لأن النقل أكثر من الإرساب والتراكم،هذا ويشير Jimenez-Espinosa& Jimenez-Millan,2002 إلى أن تركز أكاسيد الهيماتيت يحتاج استقراراً نسبياً مع رطوبة نسبية ليبدأ النشاط الكيمائي في التشكل والنمو. كذلك قيم احمرار الكثبان الرملية لا تبدو مرتفعة في الكثبان الرملية حيث يطمر وادي الأجردي، الأمر الذي يمكن إرجاعه إلى قلة تركيزات أكاسيد الهيمتايت وارتفاع نسبي في قيم الكربونات المستمدة من المجري القديم لوادي الاجردي (انظر ملحق رقم ٣) بالإضافة إلى تأثيرات السباخ القريبة من المجرى، إلا أنه يجب أن نشير أن هناك دراسة نقوم بها حاليا لدراسة أعمار هذه الكثبان وتغايراتها القديمة خلال فترة الرباعي.

الأنماط المورفولوجية واللونية الأخرى التي تشكل سمة بارزة في الدهناء تظهر في الكثبان الطولية Linear dunes التي تبدأ التمازج بالابتعاد عن المجرى المدفون لوادي الأجردي ليظهر نمط الكثبان الرملية القبابيةDome dunes والنجمية الحمراء Star dunes(الشكل رقم ٦B) والتي تزداد حمرة في ألوانها مقارنة بكثبان الدهناء في الأجزاء الشمالية من مجرى وادي الرمة وامتداده (المسمى بالأجردي)، هذه الشبكة الهيدرولوجية أسهمت في جعل منطقة التقاء الوادي بحوض الدهناء منطقةً رطبةً و مناسبةً لنمو وتراكم الرمال خلال فترات الجريان القديم في الهولوسين Holocene والبلايستوسين Pleistocene السائدة في أواسط المملكة العربية السعودية(Aldughairi *et al*., 2011 Edgell, 2006).

كذلك ساهمت الرياح القديمة السائدة أواسط المملكة قديما على إمداد هذا الجزء من الدهناء بالرمال من مصادر مختلفة:

- المصدر الأول رياح رئيسة Primary winds من جهة الشمال حيث منطقة النفود الكبير والتي كانت بمثابة المصدر الأهم في إمداد الدهناء بالرمال

- المصدر الثاني رياح ثانوية Secondary winds من الغرب حيث نفود الثويرات الذي تصل تركيزات احمرار الرمال فيه معدلات عالية نحو (٧٣) إضافة إلى الهضاب الغربية كهضبة المستوى ذات الحجر الرملي المتكاثف ذي اللون الأحمر والأشقر بالإضافة إلى حجر الحديد الأحمر كذلك الهضاب الغربية في منطقة الدرع العربي

- المصدر الثالث رياح تأتي في المرتبة الثالثة Tertiery winds من جهة الشرق هناء عملت الرياح على إمداد الدهناء بالرواسب الريحية وتحوير الشكل رقم المورفولوجي للرمال إلى القبابي أو النجمي والذي ساعد على النمو والتراكم الرأسي.

وقد ارتبط ازدياد حمرة الكثبان الرملية في هذه الأجزاء بعوامل عدة منها :

– الشكل رقم المورفولوجى للكثبان الرملية : فالكثبان القبابية والنجمية تبدو بيئة تراكم وبناء، وقد ساعد ذلك على استقرار الكثبان، كما ساعد توافر كل من الرطوبة والدفء النسبى خلال فترات البلايوستوسين والهولوسين على زيادة النشاط الكيميائى الذي أدى بدوره إلى تركز أكاسيد الهيماتيت (Jimenez-Espinosa& Jimenez-Millan ,2002; Aldughairi, 2011).

- العامل الآخر الذي ساعد على إكساب الرمال اللون الأحمر تذرية معادن الطين من الأودية الرياض، الفياض والأحواض الغربية للدهناء خلال البلايستوسين خاصة تلك التي في الأجزاء القريبة من أم الجماجم والجندلية إضافة إلى تذرية رياح الشمال للكثبان المتحولة في الأجزاء الغربية من نفود السبلة ونفود الثويرات. ويشير (Edgell, 2006) أن مصدر احمرار كثبان الدهناء (Munsell 7.5YR 6 8) يعود إلى إزالة الأكاسيد من التربة في المروح الفيضية الصغيرة الممتدة في الدهناء، بينما يشير الدغيري ٢٠١١ أن أحد أهم العوامل تأثيراً في زيادة حمرة الكثبان الرملية في نفود السبلة والثويرات الخصائص

المعدنية للقاعدة الجيولوجية إضافة الشكل رقم المورفولوجي القبابي للكثبان الرملية.

الخاتمة

تسود الكثبان الرملية الطولية شمال وادى الأجردى وقد ويرجع ذلك إلى العوامل التالية :

- نظم الرياح الشمالية القديمة التى سادت فترات الدفء في البلايوستوسين وكذلك في الهولوسين.
- انتشار الحافات المتوازية بالمنطقة والتى تحصر منخفضات فيما بينها.
- النشاط النهرى لوادى الرمة وامتداده وادى الأجردى ثم وادى الباطن وذلك خلال الفترات الرطبة في أواخر البلايوستوسين.

هناك تغير تدريجي في اتجاه محاور الكثبان ناحية الشمال الشرقي، وكذلك تغير مورفولوجي للكثبان الطولية بالقرب من مجرى وادى الأجردى، حيث يبدو النمط الطولى المتمازج مع كثبان متحولة ذات محاور شمالية شرقية، وهذا يرجع في الغالب إلى الانخفاض النسبى في طبوغرافية المنطقة عن المناطق المجاورة بالإضافة إلى نمو الكثبان مع الرياح الشمالية الشرقية، كذلك تعرض الكثبان بشكل مستمر إلى الغسيل والترسيب إبان الفترات المطيرة من البلايوستوسين.

ترجع سيادة الكثبان القبابية والنجمية جنوب وادى الأجردى، في الغالب، إلى تأثيرات التغيرات الموسمية القديمة للرياح السائدة آنذاك، بالإضافة إلى أن جريان المياه بوادى الرمة وتوفير بيئة رطبة كل ذلك ساعد على تراكم الرواسب الرملية الأمر الذي جعل هذا المكان من الدهناء بيئة بناء وتراكم أكثر منها بيئة تعرية ونقل، كل ذلك قد ساعد على بناء هذين النوعين من الكثبان.

تزداد حمرة الكثبان الرملية خاصة إلى الجنوب من وادى الأجردى، وهذا في الغالب يرجع إلى تأثير مورفولوجية الكثبان

القبابية والنجمية حيث ساعد ذلك الشكل رقم على زيادة عمليات الإرساب والتراكم الرملي، وقد صاحب ذلك التراكم زيادة تركيز أكاسيد الهيماتيت خصوصا مع توفر الرطوبة آنذاك.

ارتبط انخفاض معدل الحمرة في الكثبان الرملية الطولية والاوشحة الرملية بها إلى الشمال من وادى الأجردى والمناطق البينية لتلك الكثبان، وقد يرجع ذلك إلى أن الكثبان الرملية بيئة نقل وتعرية الأمر الذي لم يعط الفرصة لتركز أكاسيد الهيماتيت، بالإضافة إلى وجود هذه الكثبان في منطقة ترتفع بتا نسبة الكربونات مثلما هو الحال في مجرى وادى الأجردى، يضاف إلى ذلك توفر القشرة الكلسية الصلبة إلى الشمال من الوادى.

الملاحق

ملحق رقم (١). مصوران يوضحان المنطقة التي يُطمر فيها وادي الرمة وامتداده وادي الأجردي برمال نفود الدهناء.

ملحق رقم (٢). مصور يوضح تكشف المصاطب النهرية القديمة لوادي الأجري امتداد وادي الرمة.

ملحق رقم (٣). مصور يوضح الكثبان الرملية الحمراء المصفرة اللون شمال وادي الأجردي.

ملحق رقم (٤). انموذج للكثبان الرملية القبابية جنوب وادي الأجردي.

ملحق رقم (٥). امتداد وادي الباطن بعد الهوامش الشرقية للنفود الدهناء بالقرب من خور ام عشر.

المصادر والمراجع

[١] الوليعي، عبدالله ناصر، ١٤١٦: جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية، دار الممتاز للنشر، الرياض.

[٢] الوليعي، عبدالله ناصر، ١٤١٧: بحار الرمال في المملكة العربية السعودية، دار العبيكان للنشر، الرياض.

[٣] العازمي، ناصر بطيان، ٢٠٠٩: قياس زحف الكثبان الهلالية بصحراء الدهناء باستخدام مرئيات الاستشعار عن بعد، رسالة دكتورة (غير منشورة)كلية الآداب، جامعة الإمام محمد بن سعود، الرياض.

[٤] ال سعود، مشاعل، ١٩٨٦:الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض- الدمام، الجمعية الجغرافية الكويتية.

[٥] Al dughairi, A., 2011: Late Quaternary Palaeoenvironmental Reconstruction in the Burydah area, Central Saudi Arabia,PhD. thesis submitted to University of Leicester.UK.

[٦] Anton, D., 1984: Aspects of geomorphological evolution, In: Jado, A. and Zotl, J. (eds) Quaternary Period in Saudi Arabia, Springer-Verlag, Vienna, Vol.2,p 275-296.

[٧] Anton, D., 1990: Environmental changes and aeolian dynamics during the Quaternary in the Arabian Peninsula. Proceedings of the International Workshop on Sand Transport and Desertification in Arid Lands, Khartoum, Sudan, p.209-234.

[٨] Bateman, M.D., Thomas, D.S.G., Singhvi, A.K., 2003a. Extending the aridity record of the Southwest Kalahari: current problems and future perspectives. Quaternary International 111, 37–49

[٩] Breed C.S., Fryberger S.G., Andrews S., McCauley C., Lennartz F., Gebel D., and Horstman K. (1979). Regional Studies of sand seas using Landsat (ERTS) Imagery, Chapter K. In (Ed. McKee E.D.) A Study of Global Sand Seas, Geological Survey Professional Paper 1052, Washington D.C., USA.

[١٠] Brown, G., Schmidt, D. and Huffman, A., 1989: Geology of the Arabian Peninsula: Shield area of western Saudi Arabia. U. S. Geological Survey Professional Paper 560-A.

[١١] Bullard, J. and White, K., 2002: Quantifying iron oxide coatings on dune sands using spectrometric measurements: An example from the Simpson-Strzelecki Desert, Australia. Journal of Geophysical Research, vol.107, Vol B6, p.2125.

[١٢] Chavez, P., 1996: Image Based Atmospheric correction revisited and improved. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing,Vol. 62, pp. 1025-1036.

[١٣] Dearing, J., 1999: Environmental Magnetic Susceptibility using the Bartington MS2 system. ISBN British Library.

[١٤] Edgell, H., 2006: Arabian desert nature, origin and evolution. Springer, Netherlands.

[١٥] Fleitmann, D., Matter, A., Pint, J., Al Ahanti, M. 2004: The Speleothem record of climate change in Saudi Arabia.Suadi Geological survey. Riyadh.

[١٦] Glennie, K. and Singhvi, A., 2002: Event stratigraph, paleoenvironment and chronology of SE Arabian deserts. Quaternary Science Reviews, Vol. 21, p853-869.

[١٧] Glennie, K., 1995. The desert southeast Arabia: A product of Quaternary climatic change. Geology of Quaternary Desert Margins, Balkem. Rotterdm; 279-291.

[١٨] Jimenez-Espinosa, R., Jimenez-Millam. J. 2002: Calcrete development in Mediterranean colluvial carbonate systems from SE Spain. Journal of Arid Environments. Vol 53.p479-489.

[١٩] Joyce, A., 1978. Procedure for gathering ground truth information for a supervised approach to computer implemented land cover classification of Landsat-TM multispectral scanner date. NASA reference publication 1015. Houston

[٢٠] Kassler, P., 1973: The structural and geomorphic evolution of the Persian Gulf. In: Purser (Editor), The Persian Gulf. Springer, New York, N.Y., p. 11-32.

[٢١] Lancaster, N., 2003: Aeolian Chronology and Paleowind vectors in Northern Rub AL Khali, United Arab Emirates. XVI INQUA Congress (Abstracts) p.141.

[٢٢] Moran, M.S., Jackson, R.D., Slater, P.N., Teillet, P.M., 1992. Evaluation of simplified procedures for retrieval of land surface reflectance factors from satellite sensor output, Remote sensing of environment, 41, pp. 169-184

[٢٣] Manivit, J., Denis, V., Alain, B., Paul, L. and Jackie, 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.

[٢٤] Maurice. E., 1988: Techniques in Sedimentary, Blackwell Publishing, London.

[٢٥] Maurice. E., 2001: Sedimentary petrology. Blackwell Publishing, Oxford, London. (Third edition).

[٢٦] McLaren, S., Al Juaidi, F., Millington, A. and Bateman, M., 2009: Evidence for episodic humidity in the arid interior of central Saudi Arabia over the last 60 ka, journal of Quaternary

[٢٧] Schwertmann, U., 1993: Relations between iron Oxides,soil color and soil Formation.Soil science society of America.USA.V31pp51-69.

[٢٨] Stokes, S., Bray, H., 2005: Late Pleistocene aelian history of the Liwa region, Arabian Peninsula Geological Society of America. Vol 117, p 1466-1480.

[٢٩] Thompson, R., Oldfield, F., 1996: Environmental magnetism. London, Allen Unwin.

[٣٠] Torrent, J., Schwertmann, U., Schulze, G., 1980. Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequences in Spain. Geoderma, 23: 191-208

[٣١] Walden, J., Smith, J.P., Dackcombe, R.V. 1992. Mineral magnetic analyses as a means of lithostratigraphic correlation and provenance indication of glacial diamicts: intra- and inter- unit variation. Journal of Quaternary Science .270-257.,

[٣٢] White, K., Goudie, A., Parker, A. and Al Farraj, A., 2001: Mapping the geochemistry of the northern Rub al Khali using multispectral remote sensing techniques. Earth surface and landforms, Vol.26, 735-748.

[٣٣] White, K., Walden, J., Drake, N. A., Eckardt, F. and Settle, J., 1997: Mapping the iron oxide content of dune sands, Namibia sand sea, Namibia, using Landsat Thematic Mapper data. Remote Sensing of Environment Vol 62, 30-39.

Patterns of dune form and colouration in the Al Dahna sand seas in the north of Al Qassim Area

Dr. Ahmed Abdullah Dughairi
Assistant Prof. of Physical Geography and Remote Sensing
Department of Geography-Arabic Language and Social Studies-Qassim University

Abstract. The Al Dahna sand seas around Qassim province in central Saudi Arabia show spatial variation in the dunes morphology and color. This variation is related to different factors, including: sediment sources, spatial variations caused by chemical weathering, dune type, topographic and paleo winds.

A field investigation was undertaken, involving collecting samples from different parts of the sand dunes; this was later combined with laboratory analysis and remote sensing methods, so as to provide direct indicators of sand distribution and calcification.

The results showed that the high concentration of red colouring and redness rating, as well the magnetic estimate, was generally greater towards the south of the Wadi Al Ajradi channel, in the north western areas of Al Dahna and in most dome and star dunes as well as in the high linear dune systems, due to the high concentration of hematite. There was a low concentration of red colouring and redness rating, as well magnetic estimates, towards the channel of the Wadi Al Ajradi, in the north eastern areas of Al Dahna and in most interdune areas; as well as near to the low linear dune systems located to the east of Nafud Al Hamail and Aum Anqi. This was due to the low concentration of hematite and an increase in the amount of calcite, gypsum and evaporate sediments.