مورفولوجية رواسب الكثبان الرملية وميكانيكية الترسيب

أولاً: تعريف الكثبان الرملية:

عرف العالم (لونكويل وجماعته) الكثبان الرملية على انها عصف الرياح بالحطام الصخري الذي يكون رملاً ليجمع بعد ذلك ويكون هضاب صغيرة دائرية أو ذات اشكال غير منتظمة، وعرفها جون ويلي على إنها تل او تراكم في الرمل المتكون بفعل ألرياح التي تكون اما نشطة (متحركة) وعندما تكون الكثبان مكشوفة او خالية من النباتات، وقد تكون غير نشطة (الثابتة) عند وجود النباتات التي تمنع جذورها من انتقال الكثبان الرملية، بينما عرفها العالم هولم على إنها تتكون من حبيبات الرمل القادمة وهي ظاهرة طوبوغرافية ذات منشأ هوائي من مصدر طبيعي في أي بيئة تتوفر فيها الرمال هي حرة التنقل. أما العالم (كلين) فقد اعطى وصفاً أخر للكثبان الرملية إذ قال إنها تجمعات على شكل تجمعات ترابية او سلسلة من الترسبات التي تذروها الرياح و لها منحدر قليل مواجه للرياح اكثر انحدار في الجهة المحجوبة عن الرياح اطلق عليها وجه الانزلاق.

ثانياً: حركة الحبيبات الرسوبية:

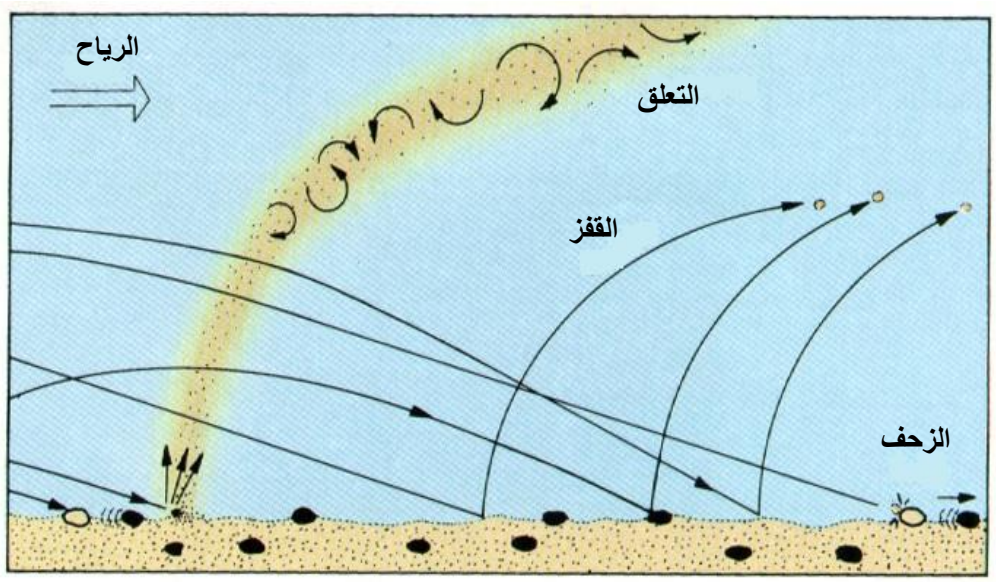
تتحرك الدقائق أو الحبيبات الرسوبية بثلاثة طرق من الحركة مبينة في الشكل (1) وهي كالآتي:

أ- التعلق بالهواء (Suspensio):

وتتحرك في هذه الطريقة الحبيبات الناعمة جداً والتي يقل حجمها عن (0,05 ملم)، إذ تتعلق هذه الحبيبات في طبقات الجو وتنتقل إلى مسافات كبيرة جداً قد تصل إلى (3000-4000 م) وتبقى معلقة في الجو لمدة طويلة ثم تسقط لترسب وذلك عندما تقل سرعة الرياح وتضعف قوتها على حمل تلك الحبيبات كما يكون لسقوط الأمطار اثر كبير في ترسب هذه الحبيبات المعلقة في الهواء.

شكل (1)

طرائق انتقال الدقائق من سطح التربة بفعل الرياح



ب- القفز (Saltation):

تتحرك الحبيبات الرملية بطريقة القفز لأرتفاع قريب من سطح الأرض، وذلك بفعل تأثير الضغط المباشر للرياح على الحبيبات، إذ ترتفع الحبيبات بهذه الطريقة إلى الأعلى ثم تسقط على الأرض لترتفع مرة اخرى بعمود هواء جديد ناتج عن هبوب رياح جديدة تهب ثانية، كما ان هذه الحبيبات عند اصطدامها بالأرض اما ان ترد مرة أخرى الى الهواء او ترتفع حبيبات اخرى من الرمال الى تيار الرياح، وتنتقل في هذه الطريقة الحبيبات التي يتراوح حجمها مابين (0,05-1 ملم).

ج- الزحف:

تنتقل بطريقة الزحف الحبيبات الخشنة والتي لايتيح لها حجمها للأنتقال بطريقتي التعلق والقفز بسبب كبر حجمها وثقل وزنها وضعف قدرة الرياح على حمل هذه الحبيبات، فتزحف هذه الحبيبات متحركة على سطح الارض لمسافة قصيرة، وقد تصطدم عند زحفها بحبيبات اخرى مما يؤدي الى تحركها ايضاً، ومما شجع حركة هذه الحبيبات الخشنة هو فعل الحبيبات الاصغر حجماً والمنقولة بطريقة القفز وذلك بسبب ضربها المتكرر للحبيبات الخشنة مما يؤدي الى زحفها، ويتراوح حجم الحبيبات التي تنتقل بهذه الطريقة مابين (1,0-2,0 ملم).

ثالثاً: تصنيف الكثبان الرملية:

طبقاً لتقسيم واطسون (Watson,1990) تصنف الكثبان الرملية إلى الأصناف الآتية:

1) الكثبان الحاجزية والتضاريسية (Obstacle Dunes):

وتعتبر من ابسط أنواع الكثبان الرملية التي نتجت عن تجمع الرمال حول حواجز طبيعية مختلفة منها الكثيب الحجمي أو الفيضي (Coppice Dune) الذي يعتبر صورة من صور الكثبان الحاجزية ويتميز بشكله حول المناطق الزراعية حيث تقوم الاشجار والغابات بتخفيف سرعة الرياح المحملة بالرمال ومن ثم حجز الرمال حولها. والكثيب المتشكل في ظل الرياح (Dune Wind Shadow) التي تسمى بالكثبان الساقطة والتي تتجمع عادة على جوانب الهضاب المحمية من الرياح، وهذه الأشكال من الكثبان الرملية تكون ثابتة نظراً لتكونها في وجود حواجز، وتظل ثابتة طالما بقيت هذه الحواجز.

2) الكثبان التفريغية (Deflation Dunes):

عندما تتوافر الظروف لنقل كمية هائلة من الرمال في المنطقة المدروسة فأن هذه الرمال سوف تتجمع لتكون بالكثبان التفريغية الهلالية المعكوسة. وتشكل الكثبان الهلالية عندما تزداد سرعة الرياح في منطقة كانت مغطاة بالنبات ثم ازيل هذاالغطاء وعندما تزداد كميات الرمال المنقولة فأن هذا الكثيب الهلالي سوف يبدأ بالتحرك ويبدأ بتكوين شكل حرف (U) وهو الكثيب القطعي المكافئ وهذه الكثبان تكون عادة ثابتة نوعا ما حيث ان الرمال المشكلة لها نتيجة عن تفريغ منطقة ما ويتجمع غالباً في اتجاه الرياح.

ومن الكثبان التفريغية تتكون ايضاً من الكثبان المستعرضة وهي تختلف عن الانواع المذكورة سابقاً لكونها غير ثابتة وتتميز هذه الكثبان بالقمم المتصلة التي تتعامد مع اتجاه الرياح السائدة بينما تكون حركتها باتجاه الرياح السائدة كما في منطقة علي الغربي وتتكون الكثبان المقفولة المتجمعة (القبابية) وهي ايضاً الانواع المتحركة من الكثبان الرملية، ومنها تشكيل الكثيب البرخاني حيث يبدأ الكثيب الاول بالتشكيل من الرمال المتجمعة ويؤدي ضغط الرياح على الكثبان المستعرضة الى تقوسها عندما تزيد الرياح من سعتها، وهذا من شأنه ان يزيد من قدرة الرياح على حمل الرمال الى اعلى الكثيب، وتراكم الرمال اكثر واكثر حتى يأخذ الكثيب شكله البرخاني، ويتقدم الكثيب البرخاني باتجاه الرياح حيث تزداد عمليات التعرية الريحية ويتم تجمع حبيبات الرمل واستقرارها في جهة الظل والمنطقة المحمية من الكثيب (الجهة المعاكسة لاتجاه الرياح) ان اهم العومل التي تتحكم في شكل الكثيب هي اتجاهات الرياح وسعتها وكمية الرمال المتوفرة وكذلك شكل تضاريس السطح .

وهناك عوامل عدة تتحكم بسرعة استدارة الحبيبة الرسوبية منها المسافة التي تقطعها الحبيبة عند انتقالها وحجم الحبيبة فالحبيبة الخشنة تميل الى الاستدارة بسرعة اكثر مقارنة مع الحبيبة الناعمة، إذ تحتاج الاولى لمسافة اقصر لأستدارتها مقارنة مع الحبيبة الثانية (الناعمة)، فضلاً عن درجة صلابة او ليونة المعادن الموجودة في الحبيبة الرسوبية.

فالمعادن الاكثر صلابة تكون اقل استدارة من المعادن ذات الصلابة القليلة (لينة)، ومن امثلة ذلك ان معدن الفلدسبار الموجودة في الحبيبة الرملية يتأثر بسرعة بعوامل الاحتكاك لأنه قليل المقاومة لعوامل التعرية، لذا يميل الى الاستدارة بسرعة لأنه اكثر ليونه من معدن الكوارتز الذي يعد اكثر صلابة من معدن الفلدسبار ومقاوم لظروف الاحتكاك ولا يتأثر بسرعة، وتكون القيمة محصورة بين (صفر – 1)، وقد صنف بتجون (Pettigohin) استدارة الحبيبات كما في جدول (1).

جدول (1)

تصنيف بتجون (Petitioning) للحبيبات

شكل الحبيبة	مقدار الاستدارة
زاوية	صفر – 0,15
شبه زاوية	0,15 -0,25
شبه مستديرة	0,25 -0,40
مستديرة	0,40 – 0,60
جيدة الاستدارة	0,60 – 1,00

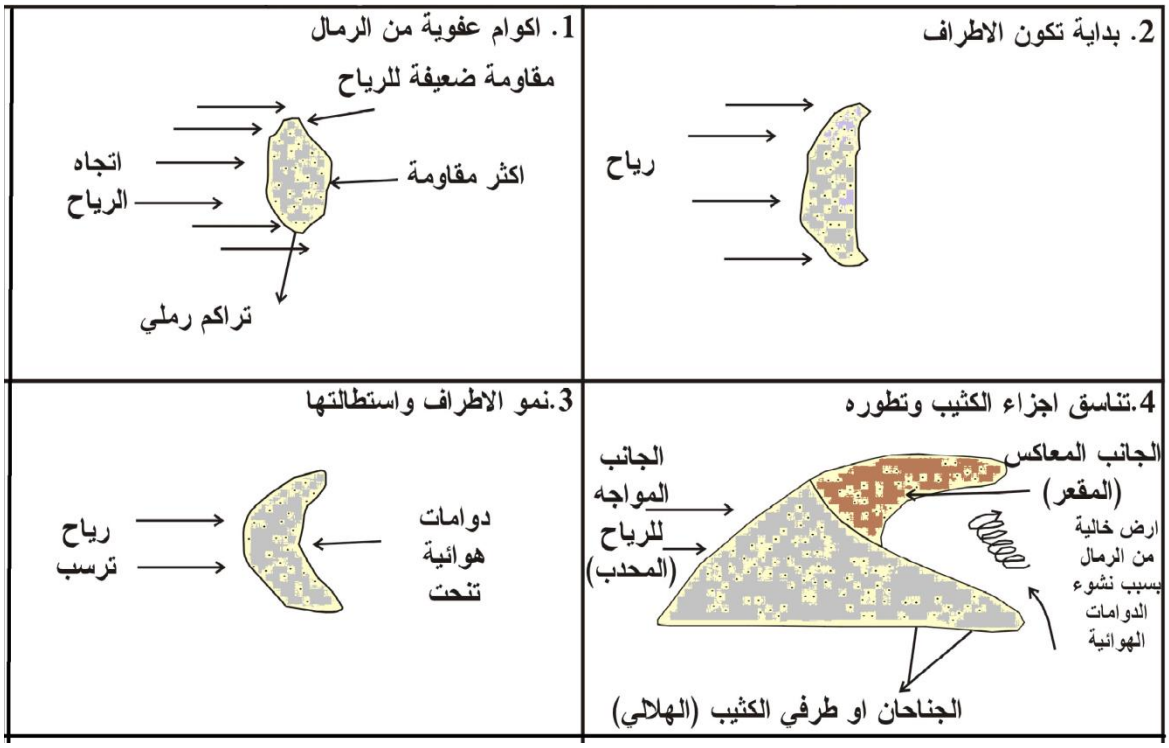
ثالثاً: أشكال الكثبان الرملية:

1- الكثبان الهلالية او البرخان (Crescentie dunes or Barchans):

عند هبوب الرياح في اتجاه واحد توفر كمية من الرمال تنشأ الكثبان الهلالية كما تعرف بالتركمانية البرخان وهذا النوع من الكثبان يشبه في شكله العام شكل الهلال وان النهايتين المقوستين لأطراف الهلال إلى جهة انحراف الرياح كما تشيران الى اتجاه حركة الكثيب واتجاه الرياح السائدة، وتتكون الكثبان الهلالية عندما تبلغ الرمال نسبة للنضج وتبدأ بالتحرك باتجاه الرياح السائدة وفي هذهِ الحركة تكون طرف الكثيب النحيلة اقل مقاومة للرياح من وسط الكثيب وبذلك تمتد طرفي الكثيب مع اتجاه الرياح في هيئة جناحين يصل طولهما وتقوسهما الى الدرجة التي تتحقق فيها ومقاومة للرياح وتساوي درجة مقاومة الجزء الوسط من الكثيب وعندما يتكون الكثيب الهلالي الذي يبقى على شكله هذا طالما بقيت الرياح تهب في الاتجاه نفسه، كما في الشكل (2) .

شكل (2)

مراحل تكون وتطور الكثيب الهلالي (البرخان)



ويتألف حجم الكثيب الهلالي من جانبين الاول الجانب المواجة للرياح ويكون ذو انحدار قليل ويأخذ الشكل المحدب، اما الجانب الثاني المعاكس للرياح يكون مقعر وشديد الانحدار تبلغ درجة انحداره (34) Slip Face) ويسمى ايضاً وجه الانزلاق وهي الزاوية الحرجة لاستقرار وثبات الرمال السائبة .

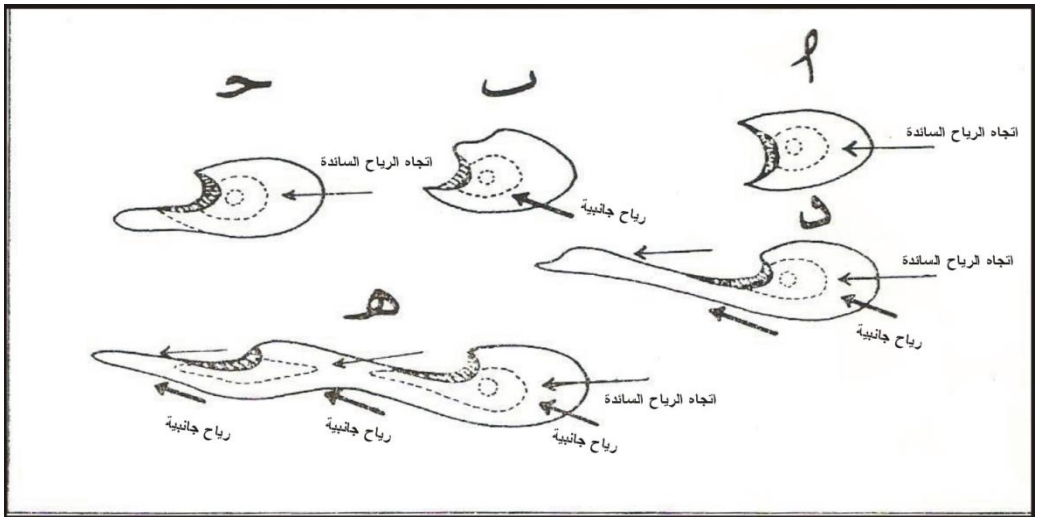
2- الكثبان الطولية (longitudinale Dunes):

تتخذ هذهِ الكثبان شكلاً طويلاً قد يمتد الى عدة كيلومترات وتتفق اغلب الدراسات ان أصل الكثبان الطويلة ناتجة عن الكثبان الهلالية بعد ان تعرضت الاخيرة الى رياح تتقاطع مع الاتجاه للرياح السائدة

في المنطقة تعمل على تعديل الشكل البرخاني بواسطة رياح قوية بزاوية قائمة مع اتجاه الرياح السائدة مما يمكنها من قص اجنحة البرخان ، كما تعمل دوامات الرياح على حمل بقايا هذه الكثبان مما تسبب في طول الحافات لتشكل الكثبان الطولية من الشكل البرخاني السابق ويرى (باجنولد) ان هذهِ الكثبان قد تكون ناتجة عن تيارات هوائية تقترن بالرياح القوية التي تهب بصورة دائمة في اتجاه واحد وتمتد محاورها في موازاة هذه الرياح،الا انه قد اكد على ان الكثبان الطولية تبدأ دورة حياتها هلالية بسب تعرضها الى رياح جانبية تتقاطع مع الاتجاه العام الدائم لها مما يؤدي الى استطالة احد الجوانب، ينظر شكل (3).

شكل (2)

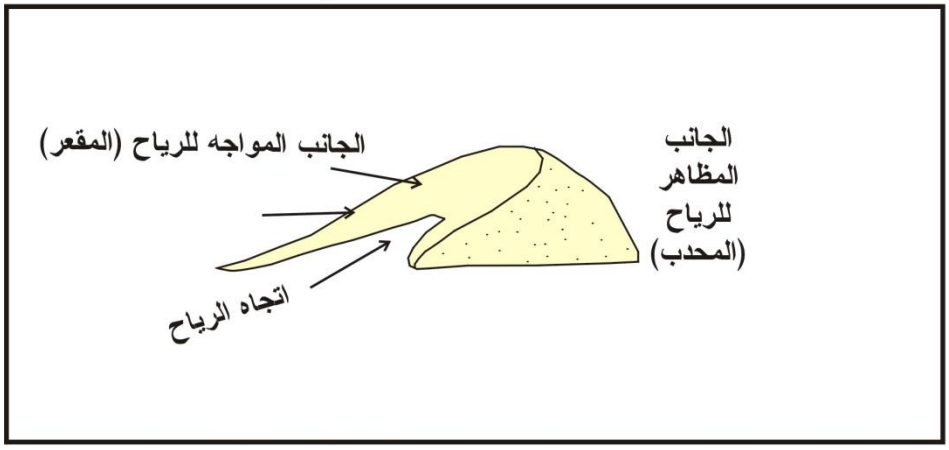
تحول الكثبان الهلالية إلى كثبان طولية (غرود)



3- الكثبان العرضية: (Transverse dunes)

سميت الكثبان العرضية بهذا الاسم لأنها تعترض حركة الرياح السائدة إذ تكون في اتجاه متعامد معها، وينشأ هذا النوع من الكثبان عند وجود وفرة من الرمال وخلو المنطقة من الغطاء النباتي وتتكون الكثبان العرضية من جانبين (كما في الكثيب الهلالي) يتمددان في اتجاهين متضادين الاول انحدار ضعيف ويتخذ شكلاً مقعراً بزاوية تتراوح بين (5–14) درجة، اما جانبة المظاهر للرياح فانه ينحدر بزاوية تتراوح بين (25–32) درجة، ينظر الشكل (4).

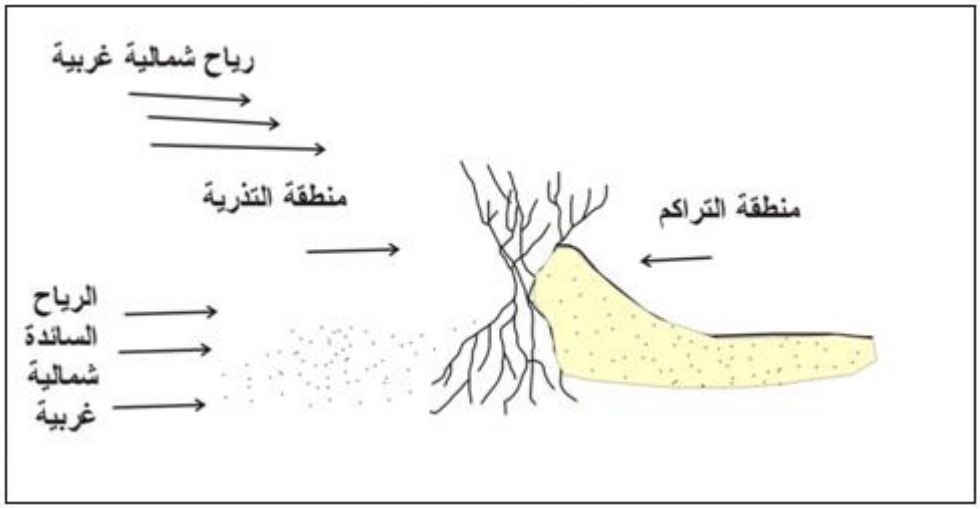
شكل (4) الكثيب العرضي



4- الكثبان النباك (Shrub – Coppice Dunes):

وهي تجمع من الرمال المتراكمة حول النباتات او الشجيرات الصحراوية تعمل هذه النباتات بوصفها لحاجز يتعرض حركة الرمال الحاملة للمفتتات الرسوبية مما تؤدي الى ترسبها حول هذه الشجيرات مكونة شكلا يتجه إلى أتجاه الرياح، كما مبين في الشكل (5).

شكل (5) كيفية تكون كثبان النباك



5- الكثبان القببية:

تمتاز هذه الانواع من الكثبان بقلة الارتفاعات وتتكون على شكل دائري يشبه القبة ورأسها المدور من الجهة شديدة الانحدار ولا يتجاوز الارتفاع عن (3م).

6- التلال او الروابي الرملية:

وهي تجمع من الرمال غير منتظمة الشكل والمتكونة من اعتراض الرياح أو عارض قد يكون صخرة او تل تتراكم حوله الرمال مكونة كثبان رملية غير منتظمة الشكل .

رابعاً: حركة الكثبان الرملية والنظم المتبعة لمقاومة زحف الكثبان الرملية:

تختلف معدلات حركة الكثبان الرملية من منطقة الى أخرى وذلك حسب الظروف المناخية والخصائص الطبيعية ويمكن تقسيم الحركة الى ثلاث مستويات:

1. كثبان بطيئة عندما يقل معدل الحركة عن (50م).
2. كثبان متوسطة السرعة عندما يتراوح معدل الحركة بين (5-15م/سنة).
3. كثبان سريعة عندما يزيد معجل الحركة من (15م/سنة).

ومن اجل وضع تصور واضح لأسلوب المقاومة بالإضافة إلى معرفة سرعة الرياح وقوتها يجب توافر معلومات كافية ودقيقة عن المنطقة وتشمل نطاقات هي:

1. مصدر الرمال:

قد تكون جبال – هضاب – سهول – شواطئ تتعرض بصفة مستمرة الى عوامل التعرية وعمليات اخرى وغيرها من العوامل الطبيعية مستعمل هذه العناصر على قذف او حمل ذرات الرمال الى منطقة

الارتحال (منطقة الانتقال) ويعتبر معرفة مصدر الرمال هو الخطوة الأولى لوضع برنامج للمقاومة وهو تختلف من موقع إلى أخر.

2. منطقة الانتقال:

وهي منطقة التي تلي منطقة المصدر والتي تنقل اليها الرمال ولذا يجب تحديدها ووضع الاسلوب الملائم لوقف حركة الرمال أو تحويلها عن مسارها حيث تستخدم العوائق الميكانيكية أو النباتية في موقع من تلك المنطقة لاحداث تغير الاتجاه الرياح أو التقليل من سرعتها.

خامساً: ميكانيكية الكثبان الرملية:

الكثبان الرملية هي ظاهرة ارسابية تكونت من تراكم وترسيب حمولة الرياح وتنقسم الكثبان الرملية من حيث الاصل لتكوينها الى قسمين هما:

النوع الأول: الكثبان الشاطئية أو النهرية:

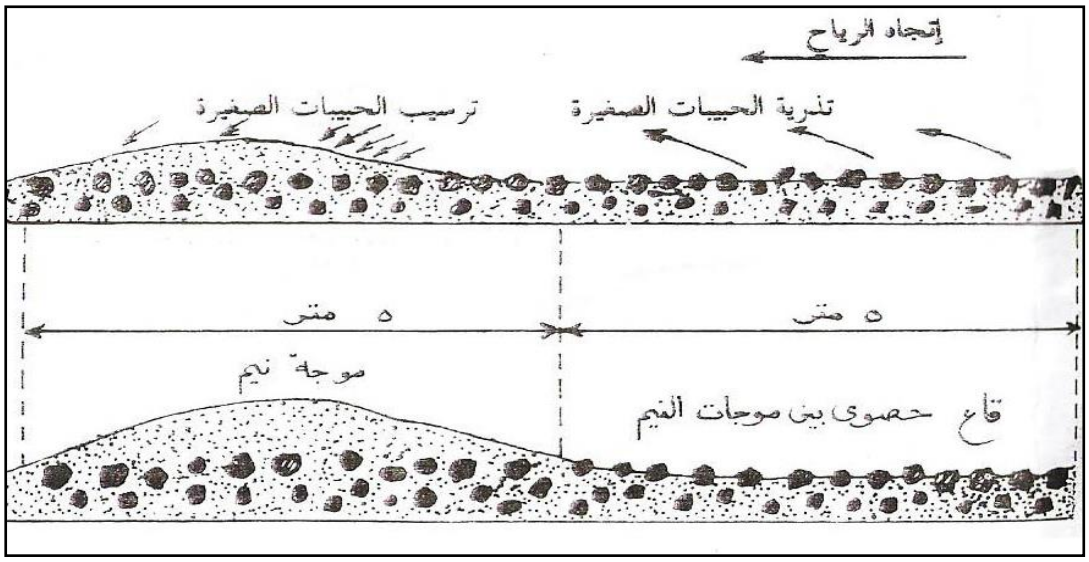
تتمثل هذه الكثبان في السهول المنبسطة للشواطئ الرملية أو بالقرب من الانهار ويكون أصل الرواسب الرملية لهذه الكثبان منقولة بتيارات المياه لتترسب على الشاطئ ثم تجف وتنقلها الرياح لاماكن ليست بعيدة عن الشاطئ مكونة كثباناً.

وفي حالة الرسوبيات المتكونة تحت ظروف بحرية تكون الرمال المكونة من تفتتها جيدة الفرز ونسبة بذلك الكثبان الرملية الشاطئية في رواسبها. اما في حالة الرمال المتكونة تحت ظروف برية أي نتيجة لفعل التعرية المختلفة وتحت الرياح فان هذه الرمال تكون الفرز أي تكون حبيباتها متفاوتة في الاحجام.

النوع الأول: الكثبان الصحراوية:

تتكون الكثبان الرملية الصحراوية عند وجود تفاوت أحجام حبيباتها الرملية، إذ أن حركة الرمال وتكوين الكثبان الرملية يزداد نشاطاً مع زيادة درجة التفاوت بين أحجام الحبيبات المتكونة منها هذه الرمال فعندما تهب رياح خفيفة على سطح مغطى بالرمال ذات حبيبات متفاوتة الأحجام فان هذه الرياح تعمل على تطاير الحبيبات الدقيقة من السطح تاركة الحبيبات الرملية الخشنة في مكانها وبذلك تكون حصوية، أما الحبيبات الخفيفة (الناعمة) فترسب في مكان آخر أو في بقع اخرى لتكون ما يسمى بالبقع الرملية وعند هبوب الرياح القوية فانها تزيد من تذرية البقع الحصوبة إذ ان الرمال تصدم بالحصى فيزداد قوة تطايرها وأما البقع الرملية فانها تستقبل مزيداً من الرمال الناعمة ويزيد فيها التراكم او الترسيب بفعل قوة الجذب بتأثير هذه الكتلة الرملية المتراكمة والتي تعمل كحاجز يصد الحبيبات التي تحملها الرياح وبذلك تعلو الكتلة أو البقع الرملية مقارنة مع الأخرى وينجم عن ذلك تموج سطح الرمل في هيئة ما يسمى بعلامات (النيم) المتموجة، أنظر الشكل (6) .

شكل (6) تكون علامات النيم



خامساً: مورفولوجية الحبيبات الرملية المكونة للكثبان الرملية:

أن دراسة الخصائص الطبيعية لرواسب الكثبان الرملية عن طريق دراسة تحلل مكوناتها الحجمية ومعرفة درجة استدارته وتكورها وتفلطحها يعد العامل الأساس في التوصيل الى الكثير من الخصائص التي تشير الى مصدر تكوين الكثبان الرملية وظروف ارسابها والبيئات التي احتوتها، وتتمثل هذه الخصائص في ما يأتي:

1- الاستـدارة:

الاستدارة وصف درجة الحد من الحافات الحبيبة وقياس انحناءات سطح الحبيبة (الرمل) وتدل قيم الاستدارة على الوقت الذي استغرقته الحبيبة الرسوبية في الحركة والمسافة ونقل هذه الحبيبة قبل ترسبها فالرواسب في البداية عند تكسرها وتفاصيلها من الصخور الام تكون ذات زوايا مدببة ومتعددة ولكنها في مرور الزمن وبفعل انتقالها وتحركها لمسافات بعيدة عن مصدرها تتعرض الى الاحتكاك والصقل الى ان تتلاشا هذه الحافات والزوايا من على سطح الحبيبة لتصبح اكثر استدارة بمرور الزمن.

2- التكـور:

هو درجة اقتراب شكل الحبيبة الرسوبية من شكل الكروي أو تكور الحبيبة على انه النسبة بين المسافة السطحية للحبيبة ومسافة الكرة التي لها الحجم نفسه ويدل التكور على شكل الحبيبة الرسوبية .

3- التفرطـح:

هو يقصد اختلاف التناسق بين الجزء المكزي لمنحتي التوزيع الحجمي مع نهاية اطراف المنحني ويحسب بايجاد النسبة بين انتشار اصنافها في الجزء الوسط من المنحني للتوزيع ويبين انتشارها في الاطراف فاذا كان الجزء المركزي من المنحني احسن تناسقاً من الجزء المركزي فيطلق على المنحني بالتفرطح أو المسطح .