طرق دراسة الكثبان الرملية الهابطة

ا.د/صابر أمين دسوقى

أستاذ الجيومورفولوجيا - كلية الآداب - جامعة بنها

د/ محمود أحمد حجاب

أستاذ الجيومورفولوجيا المساعد - كلية الآداب- جامعة سوهاج.

طرق دراسة الكثبان الرملية الهابطة

ا.د/صابر أمين دسوقى
أستاذ الجيومورفولوجيا
كلية الآداب – جامعة بنها
د/ محمود أحمد حجاب
أستاذ الجيومورفولوجيا المساعد
كلية الآداب- جامعة سوهاج.

مقدمة

الكثبان الهابطة هى إحدى أشكال كثبان العقبات التضاريسية التى تتراكم ععلى منحدرات جروف الحافات والهضاب عندما تتعرض الرياح المحملة بالرمال للسقوط المفاجئ على هذه المنحدرات ، حيث تسقط حبيبات الرمال عبر سطح ظل الرياح الى نطاق محمى نسبياً من فعل الرياح تستقر عليه (Bagnold,R.,1941,p.192)، وتشكل الأودية الجافة ممرات تسلكها الرياح الدافعة لحبيبات الرمال ، وعندما تصل الرمال عبر هذه الممرات الى منحدرات الحافات تهوى الى الأرض المستوية أسفلها مكونة أشرطة من الرواسب على هيئة اسافين تكتنز قممها فى بعض المواضع كتلال عقدية صغيرة ، تظل تنمو كلما استطالت أشرطة الرمال فى اتجاه منصرف الرياح (صلاح بحيرى،١٩٧٩،ص ٩٦) .

وتعرف الكثبان الهابطة بمسميات عديدة ، فقد أطلق عليها (Bagnold,R.,1941) اسم كثبان الظل Sand Shadow ، و عرَفها (الحسينى،١٩٩٨) بالرمال المنجرفة ، فى حين سماها (Howard, A., 1985) الكثبان الثابتة Fixed Dunes ، بينما أطلق عليها (Cooke,R., et al.,1993) مصطلح الكثبان الرملية الثابتة طبوغرافياً Topographically Anchored Sand Dunes ، وأسماها (Lancaster,N.and Tchakerian,V.,1993) كثبان العقبات التضاريسية Topographical Controlled Sand Dune، التى تظهر على جوانب التلال غير متماثلة الانحدار ، حيث يرتبط وجودها بالجانب الأشد انحداراً من التلال الذى يقع فى منصرف الرياح ، أما (Tsoar,H.,2001) فقد أطلق عليها مصطلح Falling Dunes أى الكثبان الهابطة وهو المصطلح الذى استخدمته الدراسة الحالية .

ويمكن القول أن الكثبان الهابطة تمثل أشكالاً انتقالية بين الأشكال الرملية على أسطح التلال أو الهضاب ونفس الأشكال أو أشكال أخرى مغايرة على سطح السهول التى تهبط إليها ،ونادراً ما تحتفظ الأشكال الرملية بأشكالها وخصائصها أثناء الهبوط كأن تكون طولية أو هلالية ،إلا إذا كانت تتحرك من أعالى المرتفعات إلى حضيضها عبر الأودية الجافة التى تمتد محاور قيعانها مع الاتجاه السائد للرياح (صورة -١).

صورة (١) الكثبان الهابطة الهلالية والطولية عبر الأودية الجافة غرب طهطا- سوهاج - مصر

- علامات الكثبان الهابطة فى الميدان

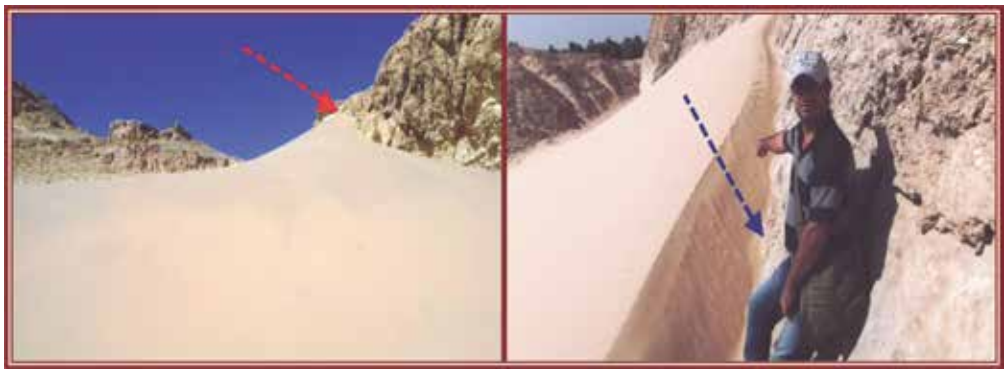
يستطيع الباحث أن يتعرف على الكثبان الهابطة ويميزها عن الكثبان الصاعدة فى الميدان من خلال عدة علامات وسمات أهمها ما يلى :-

١- أن الكثبان الهابطة تتكون على منحدرات الحافات والتلال والعقبات التضاريسية التى تقع فى اتجاه منصرف الرياح، بينما تتكون الصاعدة على المنحدرات المواجهة لاتجاه الرياح السائدة فى المكان .

٢- تتميز الكثبان الصاعدة بانتظام منحدراتها ووجود نطاق يخلو من الرمال يعرف بالنطاق الحر يفصل بينها وبين الحافة أو السطح الصاعدة عليه، وهو النطاق الذى ترجع نشأته إلى وجود تيار هوائى مرتد يتكون عند اصطدام الرياح بالعائق التضاريسى فيعمل على تذرية رمال هذا النطاق، بينما لايوجد هذا النطاق فى حالة الكثبان الهابطة التى تتميز ايضا بانها تاخذ انحدارا يتوافق مع انحدار سطح المنحدرات التى تتراكم عليها (صورة- ٢) .

٣- غالباً ما تغطى الكثبان الصاعدة التى تتراكم بسمك كبير على المنحدرات المقعرة كل ظاهرات المنحدر كالكتل الصخرية ورواسب الهشيم ، وكل سمات وخصائص السطح الذى تتراكم عليه، بينما فى حالة الكثبان الهابطة تظهر بعض رواسب الهشيم والكتل الصخرية ورواسب غسل المنحدرات، خاصة عند قواعد الكثبان بالقرب من حضيض المنحدرات حيث تنتشر الرمال على مساحات أوسع ومن ثم يقل سمكها فتظهر من اسفله رواسب الأساس.

٤- تأخذ الكثبان الهابطة فى معظم الأحيان الشكل المروحى الذى تكتنز فيه القمة وتتسع القاعدة ، بينما تأخذ الكثبان الصاعدة فى معظمها شكل الغطاء الرملى على جوانب المنحدرات التى تغطيها ٠صورة-٣).



صورة (٢) توضح الكثبان الصاعدة والنطاق الحر الذى يفصلها عن الحافة على اليمين وكثيب هابط على اليسار لا يوجد به نطاق حر

صورة (٣) توضح الاختلاف فى الشكل بين الكثبان الصاعدة على اليمين والكثبان الهابطة على اليسار

- العمل الميدانى على الكثبان الهابطة

تعد دراسة الكثبان الهابطة فى غاية الضرورة خاصة من جانب سكان الصحارى، نظراً لمعايشتهم للبيئة من جهة ، وحاجتهم لهذه الدراسات لمواجهة أخطارها وأخطار الأشكال الرملية المتولدة منها من جهة أخرى، وتهدف عملية القياس بوجه عام إلى تحديد أبعاد الكثبان الرملية الهابطة وقياس زوايا انحدارها وتحديد العلاقة بينها وبين اتجاهات الرياح السائدة أو المظهر التضاريسى والتعرف على مصادر رمالها وأخطارها على مظاهر النشاط البشرى فى المناطق المتاخمة لها ، وعند دراسة هذه الكثبان يتم التركيز على عدة جوانب أهمها ما يلى :

١- قياس أبعاد الكثبان الهابطة

يلجأ بعض الباحثين إلى قياس أبعاد الكثبان الهابطة وغيرها من الخرائط والصور الجوية ولوحات الاستشعار من بعد (المرئيات الفضائية) باستخدام بعض البرامج الحديثة المستخدمة فى مجال الجغرافيا مثل برامج Arc GIS أو ERDAS أو حتى Auto Cad باصداراتها المختلفة، خاصة إذا كانت الخرائط والمرئيات ذات دقة عالية ومقياس مناسب، إلا أن ذلك لا يمنع حاجة الباحث والدراسة إلى قياس هذه الأبعاد فى الميدان، من خلال أخذ عينة من الكثبان فى منطقة الدراسة وإجراء القياسات عليها كنوع من التأكيد على صحة القياسات التى تمت على الخرائط والمرئيات وغيرها، ويراعى عند اختيار هذه العينة أن تكون ممثلة لكل أجزاء المنطقة ويتم تحديد مواقعها على الخرائط بدقة مع ترقيم الكثبان التى سيتم عليها القياس، وأن تكون العينة مناسبة من حيث العدد والحجم لكل مجتمع الكثبان قيد الدراسة، مع مراعاة تناسبها مع درجة كثافة الكثبان فى أجزاء المنطقة المختلفة، وتشمل عمليات القياس الميدانى على الكثبان الهابطة ما يلى :

ا- قياس الطول

طول الكثيب الهابط هو عبارة عن محوره الذى يتفق مع اتجاه الرياح أو مع محور الوادى الذى ينحدر على طوله فى حاله هبوطه على طول قاع أحد الأودية الجافة من بداية ارتفاع الرمال عند قمة المنحدر أو قاع الوادى وحتى نهايتها عند القاعدة أو نهاية طرفها الآخر عند المصب (صورة-٤).

ويتم تحديد المحور الطولى للكثيب من خلال وضع شاخصين عند قمته وقاعدتة ثم وضع مجموعة من الشواخص أو الشوك بينهما شريطة أن تكون هى وشاخصا الأساس على استقامة واحدة وموازية لها تماما، ثم تتم عملية قياس المسافة بينها بشريط قياس وتدون القياسات فى جدول ، ويمثل إجمالى طول القياس بين الشواخص أو الشوك طول محور الكثيب المطلوب قياسه.

ب- قياس العرض

يقصد بعرض الكثيب المسافة العمودية على طوله من بداية تراكم الرمال على أحد جوانبه وصولاً إلى نهاية الكثيب على الجانب الآخر (صورة- ٤)، ويمكن قياس عرض الكثيب من خلال إحدى طريقتين الأولى تتمثل فى قياس أقصى عرض بنفس طريقة قياس الطول وذلك بوضع عدد من الشواخص بطريقة عمودية على محور الكثيب الطولى فى المنطقة التى يبلغ فيها الكثيب أقصى مدى للاتساع وغالبا ما تكون عند القاعدة، ثم تقاس المسافة بالشريط بين كل شاخص وآخر ، فيكون الناتج هو أقصى عرض للكثيب،أما الثانية فتتمثل فى قياس متوسط العرض من خلال قياس عدة خطوط عمودية على محور الكثيب الطولى فى كل قطاعات الكثيب العليا والوسطى والدنيا بنفس الطريقة السابقة، ثم جمع القياسات وقسمتها على عددها للحصول على المتوسط، وإن كانت بعض الدراسات تفضل الطريقة الأولى لتتناسب مع أقصى طول للكثيب.

ج- قياس الارتفاع

يقصد بارتفاع الكثيب أقصى بعد رأسى من قمة الرمال المتراكمة حتى السطح التى ترتكز عليه، ويمكن قياسه باستخدام إحدى طريقيتن الأولى تتمثل فى قياس طول أحد جانبى الكثيب من قمة الرمال حتى نهاية ارتفاع الرمال بالشريط ويفضل أن يكون القياس فى الأجزاء التى تتميز بأكبر ارتفاع للرمال المتراكمة والتى يسهل تمييزها والتعرف عليها فى الميدان ، ثم قياس زاوية انحدار هذا الجزء باستخدام أجهزة قياس الانحدار المختلفة كالأبنى ليفل أو بوصلة برونتون .. وغيرها (صورة - ٥) وحساب الارتفاع من خلال المعادلة الآتية (أحمد صالح،١٩٩٩،ص١٣٦):

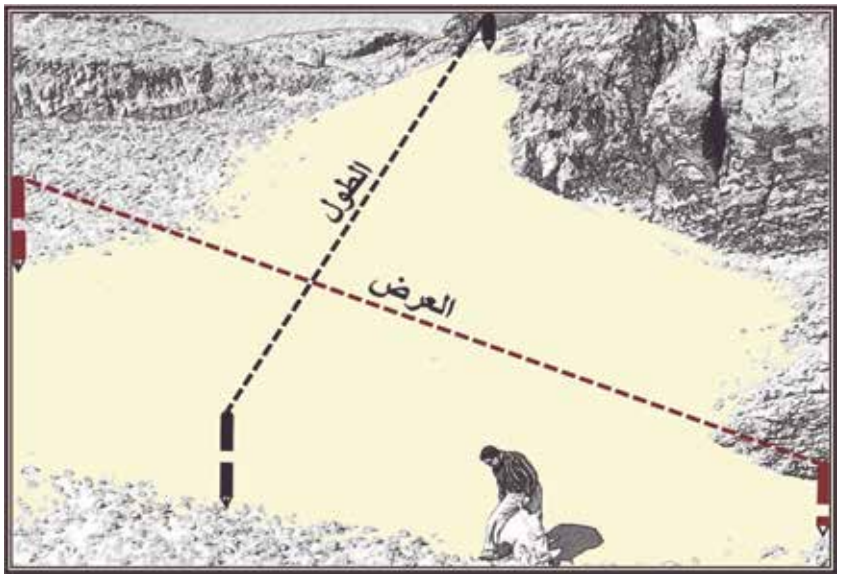
الارتفاع = المسافة X جيب زاوية الانحدار sine

أما الطريقة الثانية فتعرف بالطريقة التخطيطية وتتمثل فى عمل قطاع عرضى على الكثيب يبدأ من بداية ارتفاع الكثيب عن سطح المنحدر على أحد الجوانب مرورا بقمة الكثيب حتى نهاية ارتفاع الرمل على الجانب الاخر، ثم رسم

القطاع على ورق رسم بيانى بالطريقة اليدوية او باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية واستخراج اقصى بعد بين قمة الكثيب وقاعدة الشكل المرسوم وتحويله تبعا لمقياس الرسم فيكون الناتج هو ارتفاع الكثيب (شكل-١).

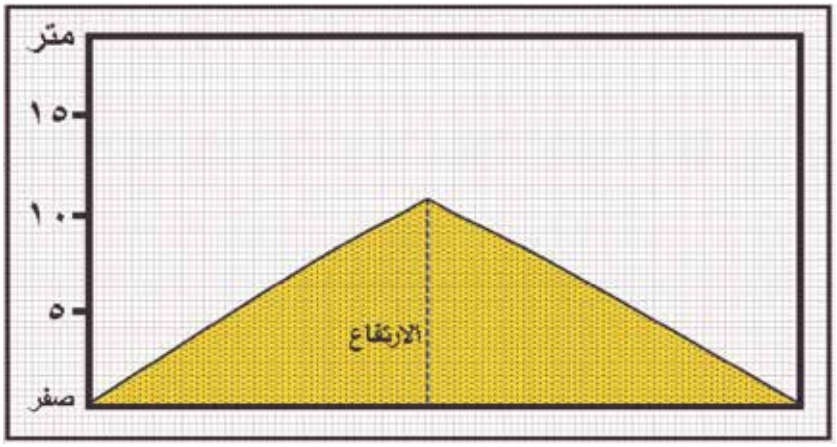
د- قياس الانحدار

يقصد بالانحدار المطلوب قياسه على الكثبان الهابطة هو قياس مقدار زوايا الانحدار على طول المحور الطولى للكثيب على أن يتم ذلك تبعاً لتغير الانحدار، وذلك باستخدام الشريط وأجهزة قياس الانحدار المختلفة ، أى قياس القطاع الطولى للكثيب ، ويراعى أن تسجل الزاوية بالموجب أو السالب حسب اتجاه القياس من أسفل لأعلى أو العكس، وتسجل بيانات القياس فى جداول خاصة بذلك، وتقاس زوايا الانحدار عادة مقربة إلى أقرب نصف درجة، مع الالتزام بضوابط القياس على طول المحور الطولى من حيث عدم انحراف خط القياس، واستخدام نوع واحد من أجهزة قياس الانحدار فى عملية القياس، وكتابة رقم الكثيب وموقعه ورقم القطاع على ورقة الجدول الخاصة به.



صورة (٤) قياس أبعاد الكثبان الهابطة فى الميدان

صورة (٥) قياس زاوية انحدار وطول أحد جوانب كثيب هابط عند القمة لتحديد ارتفاعه عن سطح المنحدر



شكل (١) قياس الارتفاع بالطريقة التخطيطية

ه- تسجيل الملاحظات

تتضمن عمليات القياس تسجيل الملاحظات التفصيلية عن شكل الكثبان ولون رمالها والرواسب المحلية المختلطة معها، وظاهرات سطح الكثيب ، والنبات الطبيعى وارتفاع الحافة الجبلية التى يتراكم عليها واتجاهها ،وخصائص الأودية الجافة التى قد تتراكم علي قيعانها بعض الكثبان، وخصائص انحدار واجهات الحافات ومجارى الأودية والاستغلال البشرى ودوره فى التأثير على الرمال الهابطة، أو تأثير الرمال الهابطة على الأنشطة البشرية المجاورة، إلى جانب التقاط الصور الفوتوغرافية .

و- جمع العينات

تتضمن دراسة الكثبان والقياس عليها فى الميدان مرحلة جمع العينات من أسطح الكثبان التى وقع عليها الاختيار من قبل ، ويراعى عند جمع العينات ما يلى :

- أن يراعى فى اختيار العينات التوزيع الجغرافى والنوعى قدر الامكان، ويتم توقيع مواضع العينات على خريطة للمنطقة، وتحديد مواقعها تحديدا دقيقا .
- أن تكون العينات ممثلة لكل أجزاء سطح الكثيب العليا والوسطى والدنيا.
- يتم جمع العينة بكشط كمية من الرمال فى مساحة ٢٠سم X ٢٠سم وبسمك لا يقل عن ٢ سم من السطح ، ثم تخلط جيدا ويكتفى منها بكمية تقدر بنحو ١٠٠ جم ، يتم وضعها فى أكياس بلاستيك وتكتب عليه بيانات العينة (الرقم- الموضع- الموقع) بقلم غير قابل للمسح، مع كتابة نفس البيانات على ورقة ووضعها مع العينة

داخل الكيس تحسبا لمسح البيانات الخارجية المكتوبة عليه اثناء النقل أو العمل الميدانى،مع غلق الكيس جيدا .

- يراعى الا تختلط برواسب العينة أثناء عملية الجمع رواسب المنحدرات التى ترتكز فوقها رمال الكثبان الهابطة
- تحليل وتمثيل البيانات

تخضع البيانات التى تم الحصول عليها من عمليات القياس الميدانى لعمليات التحليل المختلفة، والتى تتم من خلال ما يلى :

أولا- التحليل الموفومترى للكثبان الهابطة

يشمل التحليل المورفومترى للكثبان الهابطة ما يلى :

١- التحليل المورفومترى لأبعاد الكثبان

يعتمد التحليل المورفومترى لأبعاد للكثبان الهابطة على القياسات المباشرة لأبعادها فى الميدان ، وهى الطول والعرض والارتفاع وارتفاع الحافة الجبلية المظاهرة للكثيب ، من خلال تحليل تلك البيانات احصائياً وأدراج نتائج التحليل فى جداول (جدول-١) تضم المتوسط العام لأى بعد من هذه الأبعاد والانحراف المعيارى بين أى منها بما يسمح بالتعرف على هذه الخصائص من جهة ومقارنة نتائج التحليل فى المنطقة بنظائرها فى المناطق الأخرى من جهة أخرى.

جدول (١) نتائج التحليل الاحصائى لأبعاد الكثبان الهابطة على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط وسوهاج

المعامل	الطول بالمتر	العرض بالمتر	الارتفاع بالمتر	ارتفاع الحافة بالمتر
المتوسط	١٣٤،٧٥	٣٦	٨،٧	٢٢٦
اعلى قيمة	٤٠٠	٩٥	٢٠	٢٨٠
ادنى قيمة	٢٠	٥	٢	١٨٠
الانحراف معيارى	١٠٦,٩	٢٦,٩	٤,٨	٢٤,٤
التفلطح	٠,٥	٠,٣	-٠,٠٢	٠,١
الالتواء	١,١	١	٠,٥	٠,٣
الاختلاف	٠,٨	٠,٧	٠,٦	٠,١
الوسيط	١١٠	٣٠	٩,٥	٢٢٠

وكذلك دراسة العلاقات الارتباطية بين هذه الأبعاد المختلفة (جدول -٢) ودلالاتها المورفولوجية ، والتعرف على أكثر المتغيرات تأثيرا فى الأبعاد الأخرى .

جدول (٢) العلاقات الارتباطية بين أبعاد الكثبان الهابطة على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط

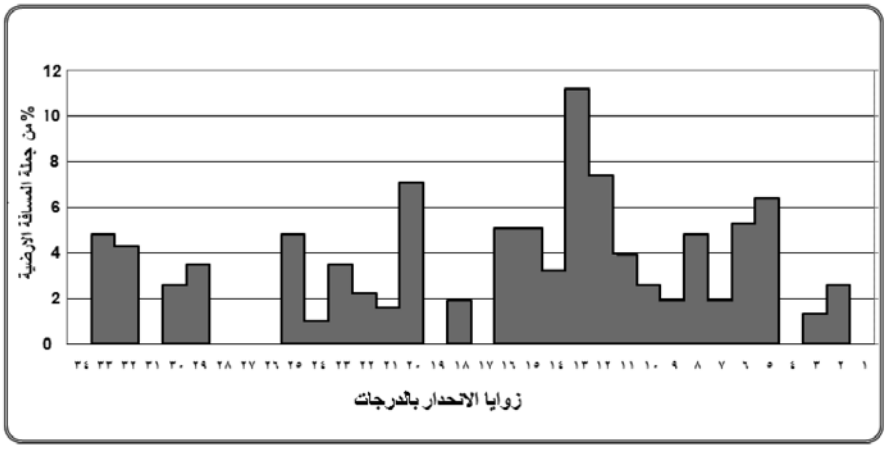
الابعاد	الطول	العرض	الارتفاع	ارتفاع الحافة	منسوب الكثيب
الطول	١				
العرض	٠,٨٠٩	١			
الارتفاع	٠,٧١٢	٠,٧٩٦	١		
ارتفاع الحافة	-٠,١٩٨	-٠,٠٦٩	٠,٠٤٣	١	
منسوب الكثيب	٠,٢٨٣	٠,٥٠٢	٠,٢٢٤	٠,٤٧٣	١

٢- التحليل المورفومترى لمنحدرات الكثبان الهابطة .

خضعت منحدرات الكثبان الرملية الهابطة التى تم قياسها ميدانياً لعملية التحليل الكمى بهدف معرفة التوزيع التكرارى لزوايا انحدارها ، ومعدلات تقوسها للوقوف على **العوامل التى ساهمت فى نشأتها وتطورها، ويشمل ذلك دراسة الموضوعين الآتيين:**

أ- التوزيع التكرارى لزوايا الانحدار

يتم فى هذه العملية تجميع المسافات الأرضية التى تشغلها زوايا الانحدار فى القطاعات الأرضية التى قيست على المحاور الطولية للكثبان، ثم حساب النسبة المئوية للمسافة الأرضية لكل زاوية من إجمالى طول المسافات الأرضية للقطاعات المقاسة ميدانياً، وتمثل بيانياً فى شكل هيستوجرامات [١] (شكل-٢)،



شكل (٢) التوزيع التكرارى لزوايا انحدار منحدرات الكثبان الهابطة على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط وسوهاج

[١] لمعرفة المزيد عن تحليل زوايا الانحدار يراجع (صابر أمين،١٩٩٣-١٩٩٤، ص ص ١١٧-١٢٧).

ثم تقسم زوايا انحدار منحدرات الكثبان الهابطة إلى فئات حسب إحدى طرق التقسيم المختلفة والتى من أشهرها طريقة ينج (Young,1972)، التى يوضحها الجدول (٣)

جدول (٣) التوزيع التكرارى لمجموعات زوايا الانحدار على منحدرات الكثبان الهابطة على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط وسوهاج

الفئة	الطول (٪)	الزاوية الشائعة	الطول (٪)	الزوايا الحدية				وصف الانحدار
				السفلى	الطول(٪)	العليا	الطول(٪)	
صفر-٢	٢،٦	٢	٢،٦	صفر	–	٢	٢،٦	مستوى
٣ – ٥	٧،٧	٥	٦،٤	٣	١،٣	٥	٦،٤	هين
٦ – ١٠	١٦،٦	٦	٥،٣	٦	٥،٣	١٠	٢،٦	متوسط
١١ –١٨	٣٧،٨	١٣	١١،٢	١١	٣،٩	١٨	١،٩	فوق المتوسط
١٩–٣٠	٢٦،٣	٢٠	٧،١	١٩	–	٣٠	٢،٦	شديد
٣١-فأكثر	٩،١	٣٣	٤،٨	٣١	–	٤٥	–	شديد جدا

المصدر: اعداد الباحثان

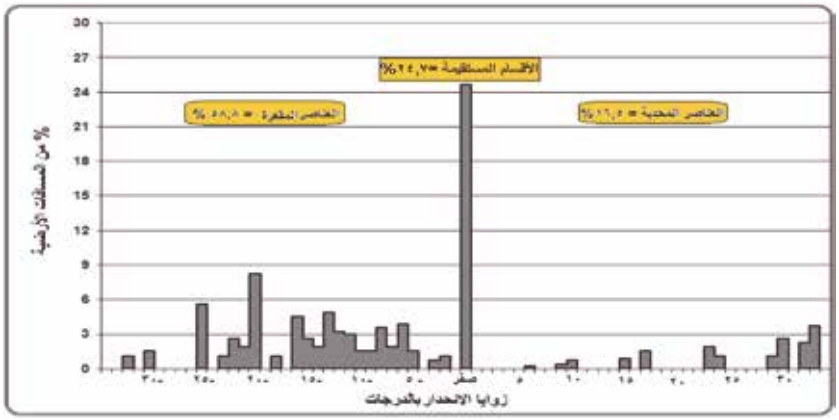
ودراسة كل مجموعة من تلك المجموعات للتعرف على الزوايا الشائعة بها وأى من هذه الفئات يستحوذ على النسبة الكبرى من المسافات الأرضية ودلالة ذلك المورفولوجية ، والعوامل المؤثرة على درجات الانحدار .

ب- تحليل التقوس على منحدرات الكثبان الهابطة

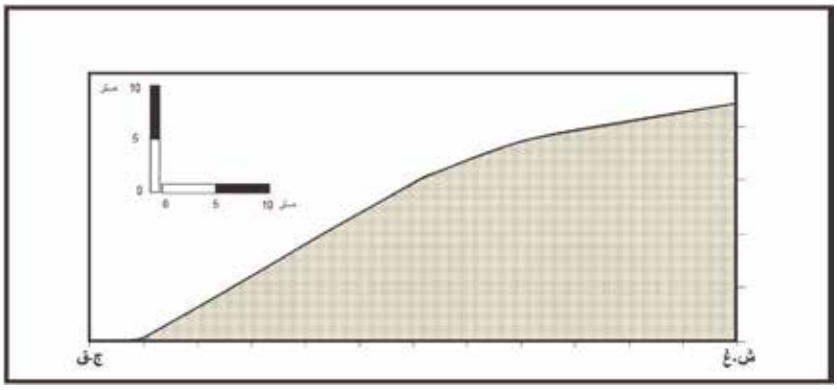
هناك العديد من الطرق التى تستخدمها الدراسات الجيومورفولوجية عند تحليل المنحدرات والتى وردت فى كتابات يحيى فرحان (١٩٨٣)، وصابر أمين (١٩٨٨و٢٠٠٠) واحمد صالح(١٩٩٩) وغيرها من الدراسات التى تناولت تحليل شكل تقوس المنحدرات ومن أشهر هذه الطرق طريقتى يانج (Young,1972)، وطريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel-Rahman,et al,1982)، ويمكن الرجوع إلى تلك الدراسات لمعرفة كيفية تطبيق هذه الطرق بالتفصيل ، وتهدف دراسة التقوس إلى تحديد أو التعرف على شكل منحدرات الكثبان الهابطة من حيث التحدب والتقعر والاستقامة، وأى هذه الأشكال الأكثر شيوعاً ودلالاتها الجيومورفولوجية، وسمات منحدرات الكثبان من حيث قيم التقوس هل هى ثلاثية الشكل تتمثل بها العناصر المحدبة والمقعرة والأقسام المستقيمة (شكل -٣) ،أم ثنائية الشكل تتمثل بها العناصر المحدبة والمقعرة فقط، وعلاقة أشكال التقوس بتطور الكثبان، وما هى أشكال التقوس السائدة على فئات زوايا الانحدار المختلفة .

ثانياً التحليل البيانى

يقصد بالتحليل البيانى رسم القطاعات التى تم قياسها فى الميدان من خلال مقياس رسم مناسب إما باستخدام الطريقة اليدوية التى تعتمد على بعض الأدوات الكتابية البسيطة كالمسطرة والمنقلة والقلم الرصاص نصف ملم وورق الرسم البيانى، أو بالطريقة الآلية من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية أو الأوتوكاد (شكل- ٤)، بالإضافة إلى التمثيل البيانى للبيانات الاحصائية المختلفة وعلاقات الارتباط بين المتغيرات والبيانات المختلفة كرسم الهيستوجرامات البيانية وتحليل الارتباط ومعادلات الانحدار الخطى، والمدرجات التكرارية لأحجام الرواسب ... وغيرها .



شكل (٣) أشكال التقوس على منحدرات الكثبان الهابطة على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط وسوهاج



شكل (٤) قطاع على الكثبان الهابطة مرسوم ببرنامج Arc GIS

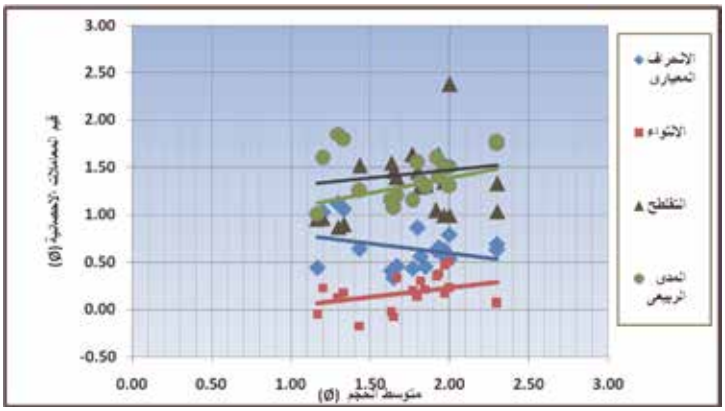
ثالثاً- الخصائص الطبيعية لرواسب الكثبان الهابطة .

تشمل دراسة الخصائص الطبيعية للرواسب ما يلى :

١- أحجام الرواسب . ٢- أشكال الرواسب.
٣- البنية الداخلية للرواسب. ٤- الخصائص الدقيقة للحبيبات . ٥- التركيب الكيميائى والمعدنى للرواسب.

١- أحجام الرواسب:

تهدف دراسة أحجام الرواسب إلى التعرف على توزيع أحجام الرواسب فى الكثبان الهابطة ، ودلالة هذا التوزيع على ظروف النقل والارساب وتحديد أهم العوامل المؤثرة فيها ، من خلال عمليات التحليل الميكانيكى للرواسب ، وتصنيف أحجامها تبعاً لتصنيف وينتورث Wentworth لأحجام الرواسب الذى أوردته العديد من الدراسات (Boggs,S.,2009) ؛واستخدام وحدات الفاى (Ø) فى استخراج بعض القيم والمعاملات الإحصائية ، كالمتوسط والانحراف المعيارى والالتواء والتفلطح ونصف المدى الربيعى والتى وردت معادلاتها فى العديد من الدراسات، وكذلك استخراج العلاقات الارتباطية والخطية بين هذه القيم ودلالاته المختلفة (شكل-٥).



شكل (٥) العلاقة بين متوسط حجم الرواسب والمعاملات الاحصائية للعينات على منحدرات الحافة الغربية لوادى النيل بين أسيوط وسوهاج

٢- أشكال الرواسب:

تتم دراسة الاستدارة والكروية لرواسب رمال الكثبان الهابطة من خلال عملية المقارنة البصرية للحبيبات بالأشكال الواردة فى لوحة باور (شكل-٦) (Pye,K.,1994,p.8) ، وذلك لعدد ٥٠ حبيبة من العينات المختارة بعد تصويرها باستخدام الاستريوميكروسكوب (صورة-٦)، ثم تحديد النسب المئوية لفئات الاستدارة والكروية ، وأدراج النتائج فى جداول ،ثم تمثيلها بيانياً وتحليل الدلالات الجيومورفولوجية لأشكال الاستدارة والكروية فى الرواسب.

٣- الخصائص الدقيقة لسطح الحبيبات:

تعد الدراسات المجهرية لسطح حبيبات رمال الكثبان من الأساليب الحديثة التى يمكن من خلالها التعرف على ظاهرات دقيقة على سطح الحبيبات لا ترى بالعين المجردة، وتفيد هذه الظاهرات فى التعرف على البيئات القديمة وظروف الارساب المختلفة ، ومعرفة أصل وتاريخ هذه الحبيبات وما تعرضت له من عمليات تجوية وتعرية خلال رحلتها(١).

المراجع

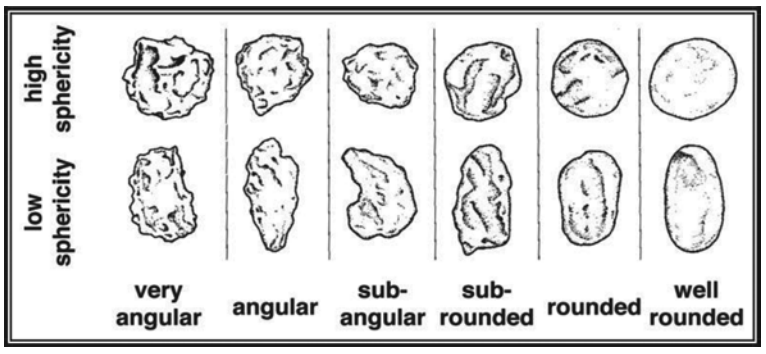
أولاً : المراجع العربية

١- أحمد سالم صالح (١٩٩٩):العمل الميدانى فى قياس أشكال السطح، عين للدراسات والبحوث الانسانية والاجتماعية، القاهرة .

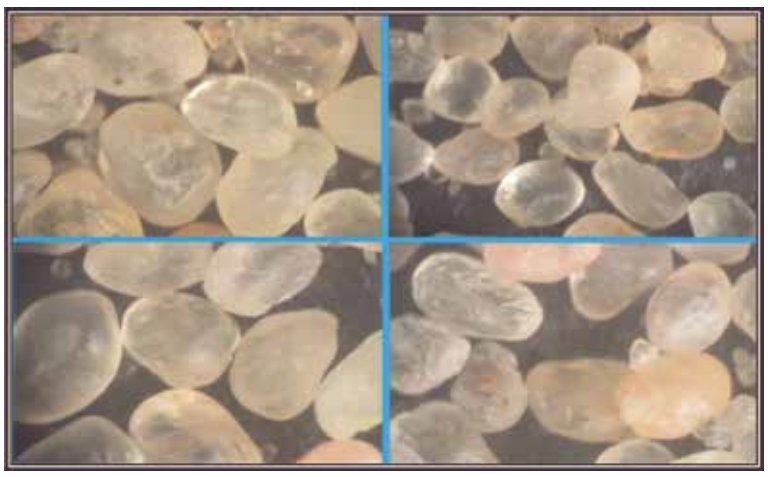
٢- أحمد عبد السلام على ومحمود عاشور (٢٠٠٠):التحليل المجهرى لرواسب الرمال فى شمال سيناء، المجلة الجغرافية العربية ، العدد السادس والثلاثون، الجزء الثانى .

٣- أشرف أبو الفتوح مصطفى (٢٠٠٢):الكثبان الرملية المتاخمة للسهل الفيضى للنيل فيما بين جنوب وادى الريان وديروط الصحراء الغربية - مصر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة عين شمس.

٤- حسن رمضان سلامة (١٩٨٢): الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوچية، نشرة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية،العدد٤٣.



شكل (٦) لوحة باور لتحديد كروية واستدارة الرواسب



صورة (٦) تصوير الحبيبات بالاستريوميكروسكوب لتسهيل مقارنتها بلوحة باور

٥- صابر أمين الدسوقى (١٩٨٨):التحليل المورفومترى للكثبان الرملية الهلالية فى الجزء الأدنى من حوض وادى المساجد- شمالى سيناء، المجلة الجغرافية العربية، العدد العشرون، السنة العشرون ، القاهرة .

٦- صابر أمين الدسوقى (٢٠٠٠):الكثبان الطولية شرقى قناة السويس - تحليل جيومورفولوجى ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الخامس والثلاثون ، الجزء الأول ، السنة الثانية والثلاثون ، القاهرة .

٧- عبد الحفيظ محمد سقا (٢٠٠٢) : خصائص استدارة وتكور حبيبات الرمل فى المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية ، رسائل جغرافية ، نشرة تصدرها الجمعية الجغرافية الكويتية وقسم الجغرافيا بجامعة الكويت ، رقم ٢٦٠ .

٨- عبد الحميد أحمد كليو و محمد إسماعيل الشيخ (١٩٨٦): نباك الساحل الشمالى فى دولة الكويت- دراسة جيومورفولوچية ،إصدارات وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية .

٩- عواد حامد موسى (٢٠٠٦): التحليل المجهري لرواسب رمال الكثبان الطولية في منخفض وادي الريان ، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية- جامعة المنوفية ، العدد العشرون .

١٠- محمد عبد الغنى مشرف (١٩٩٧): أسس علم الرسوبيات ، إصدارات جامعة الملك سعود ، الرياض .

١١- نبيل إمبابى ومحمود عاشور (١٩٨٥):الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر ، الجزء الثانى ، مركز الوثائق والبحوث الانسانية ، الدوحة .

ثانياً : المراجع غير العربية

1- Alekseeva,V.,(2005): Micromorphology of Quartz Grain Surface as Indicator of Glacial Sedimentation Conditions : Evidence from the Protva River Basin, Lithology and Mineral Resources, Vol. 40, No. 5.

2-Boggs,S.(2009): Petrology of Sedimentary Rocks, Cambridge University Press, New York.

3- Cook,R, Warren,A., and Goudie, A.,(1993): Desert Geomorphology. UCL Press,London .

4- El-Baz,F.,(1979):Eolian Features inn Western Desert of Egypt and Some Applicaion to Mars ,Journal of Geophysical Research,Vol.84, No.B14.

5- Goudie,A., (1992): Weathering Processes, in Arid Zone Geomorphology,Edited by Thomas,D., Belhaven Press, London.

6- Haward,A.,(1985):Interaction of Sand Transport with Topography and Local Winds in The Northern Peruvian Coastal Desert, In O.E. Barndorff-Nielson, J.T. Moller, K.R. Rasmussen and B.B. Willettes (ed), Proceeding of International Workshop on the Physic of Blown Sand,Aarhus, University of Aarhus, 511-544.

7- Lancaster, N. and Tchakerian, V.,(1996): Geomorphology and Sedimentology of Sand Ramps in Mojave Desert. Geomorphology, 17, 151-165.

8- Pye,K.,(1994): Sediment Transport and Depositional Processes, Blackwell Scientific Publications,Oxford .

9- Shine,F.,(2006): Shape Analysis of Detrital Quartz Grains and its Environment of Deposition in Holocene Sediments along the Karotoya River, Bogra, Bangladesh , The Journal of Geo-Environment , Vol. 6.

10- Tsoar,H.,(2001): Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation, Springer-Verlag, Berlin .

11-Young, A. (1972):Slopes , Oliver & Boyd , Edinburgh.