

طرق دراسة الكتيبان المساعدة

أ.د/صابر الدسوقي

أ.د/محمود حجاب

طرق دراسة الكثبان الصاعدة

أ.د/ صابر الدسوقي^١

أ.د/ محمود حجاب^٢

مقدمة:

الكثبان الصاعدة هي إحدى صور كثبان العقبان التضاريسية التي تتراكم على منحدرات التلال والهضاب عندما تواجه الرياح المحملة بالرمال على سطح الأرض، حيث تصعد حبيبات الرمال عبر سطح المنحدر المواجه للرياح الى قمته لتهبط على الجانب الآخر من العقبة اذا كانت تلا او تستمر في حركتها على أسطح الهضاب متخذة اشكالا رملية أخرى ، أو عندما تصعد الدوامات الحلزونية الريحية الحافات المشكلة لجوانب الأودية الجافة (Tsoar,H.,2001,p.411)، مع الأخذ في الاعتبار أن الرياح لا تستطيع أن تدفع سوى الحبيبات الدقيقة صعودا عبر الجروف والمنحدرات إلى أعلى الهضاب ، لذا تتخلف الرمال الخشنة عند قواعد الجروف و ينذر أن ترفعها الى القمة (صلاح بحيرى، ١٩٧٩، ص ١١٠) . وهى من الكثبان الرملية غير الثابتة او المستقرة ككثبان الصدى ، لذلك فهي تمثل اشكالا رملية انتقالية غالبا ما تتغير خصائصها اذا ما صعدت الى أعلى الهضاب والتلال .

وتعرف الكثبان الصاعدة بمسميات عديدة ، فقد أطلق عليها (صلاح بحيرى، ١٩٧٩) اسم كثبان الظل Sand Drifts ، وأطلق عليها البعض مصطلح -Climbing-Falling Dunes، فى حين تعرف لدى البعض الآخر باسم Headland –by-Bass Dunes، بينما عرفت بمصطلح Climbing Dunes فى معظم الكتابات التى تناولت دراسة اشكال الكثبان الرملية (Blight,J.,2013) وهو المصطلح الذى استخدمته الدراسة الحالية.

أولاً : شروط تكون الكثبان الصاعدة

تتكون الكثبان الصاعدة إذا توافرت مجموعة من الظروف التى لا تختلف فى مجملها عن الظروف التى أثرت فى نشأة

الكثبان الهابطة والأشكال الرملية فى الصحارى الجافة ، ومن هذه الظروف ما يلى :

١- خصائص الانحدار

تعد الجروف وواجهات الحافات الجبلية ومنحدرات جوانب التلال والمرتفعات التى تقع فى مواجهة الرياح الناقلة للرمال بيئة مثالية لتكون الكثبان الصاعدة ، شريطة ألا تزيد درجات انحدارها بأى حال من الأحوال عن ٦٠ ° ، وألا تقل عن ١٠ ° ، حيث أشارت الدراسات إلى أن هذه الزوايا هى زوايا الانحدار الملائمة لتكون الكثبان الصاعدة (Bye,K.,and Tsoar,H.,2009,p.195) بينما تتكون كثبان الصدى عندما تزيد درجة انحدار المنحدر عن ٦٠ ° (Chojnacki,M., et al. ,2014,p.2)؛ مع الأخذ فى الاعتبار أنه فى حالة المنحدرات التى يتجاوز انحدارها زاوية استقرار الرمل (٣٢°) فان الرمال تتراكم على هيئة أغطية تتحدر إلى أسفل مرة أخرى لتعطى غطاءً من الرمال على واجهة المنحدر المواجه للرياح بزوايا انحدار استقرار الرمل (٣٢°-٣٤°) ، إلى جانب تأثير الانحدار على عملية نقل الرمال إلى أعلى المنحدر حيث تتحرك الرمال بمختلف أشكالها على المنحدرات التى تتراوح زوايا انحدارها بين صفر و ٣٢ ° (Tsoar,H.,and White,B.,1998,p.159)

٢- خصائص الهناخ

أ-الرياح

تؤثر الرياح فى تشكيل الكثبان الصاعدة من خلال ما يلى :-

• اتجاه الرياح:

تتكون الكثبان الصاعدة عندما تتوفر رياح تهب من اتجاه واحد سائد معظم فترات السنة، وقد تتعامد عليها رياح تهب من اتجاهات ثانوية تعمل على تجميع الرمال فى بعض الكثبان الصاعدة على جوانب الأودية الجافة .

• سرعة الرياح:

من المعلوم أن السرعة الحرجة للرياح التى تتسبب فى حركة المواد على سطح الأرض يزداد مقدارها بزيادة حجم الحبيبات فتصل إلى ٤ متر / الثانية فى حالة الحبيبات التى تتراوح أحجامها بين ٠،١ - ٠،٢٥ مم ، بينما تصل إلى ٧،١ متر/ الثانية للحبيبات التى تصل أحجامها إلى ١ مم (محمد وصيف ، بدون ، ص٦) ، كما أن الرمال الناعمة تتطلب

(١) استاذ الجيومورفولوجيا بجامعة بنها

(٢) استاذ الجغرافيا الطبيعية بجامعة سوهاج

وصخور الحجر الجيري الرملى، أو الصخور الجرانيتية .. وغيرها .

ثانياً: علامات الكثبان الصاعدة فى الميدان

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

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

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 التضاريسية فيعمل على تذرية رمال هذا النطاق وتكون حافة رملية فى الأجزاء العليا من الكثيب ، بينما لا يوجد هذا النطاق فى حالة الكثبان الهابطة التى تتميز ايضا بانها تاخذ انحدارا يتمشى مع انحدار سطح المنحدرات التى تتراكم عليها ، مع عدم تكون أية حافات وملية .

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 الصاعدة فى معظمها شكل الغطاء الرملى على جوانب المنحدرات التى تغطيها ، بينما تأخذ الكثبان الهابطة فى معظم الأحيان الشكل المروحي الذى تكتنز فيه القمة وتتسع القاعدة (صورة-١).

لنقلها وتحريكها سرعات لا تقل عن ٢٠ كم / الساعة ، بينما تتطلب الرمال المتوسطة الحجم سرعات تقدر بنحو ٢٥ كم / الساعة (عبد الحميد كليو وإسماعيل الشيخ، ١٩٨٦، ص ٤١) ، ويمكن القول أن السرعات التى تتراوح بين ٢٠-٢٥ كم/ الساعة سرعات ملائمة لتكون الكثبان الصاعدة خاصة وأن الحبيبات الدقيقة هى التى تدفعها الرياح صعوداً إلى أعلى.

ب-المطر

تتميز المناطق الجافة بندرة المطر وعدم انتظامه وتذبذب كمياته ، ويمكن القول انه فى تلك المناطق لا يتوفر قدرأ من المياه يساعد على زيادة المحتوى المائى داخل رمال الكثبان ، ويؤدى إلى زيادة وزن حبيبات الرمال ، أو تحويل رواسب الغرين والطين والصلصال والرواسب الكلسية عندما تشبع بالرطوبة إلى مادة لاحمة تعمل على تماسك حبيبات الرمال نسبياً ، وتسهم فى تحديد حركتها ، لذلك فإن الحبيبات غالباً ما تكون مفككة وأكثر عرضة للسفى بواسطة الرياح ، ولا يظهر تقريباً أثر لفعال المطر الا فى حالات سقوط كميات كبيرة من المطر والتى تسقط بشكل فجائى خلال فترة زمنية قصيرة ، مما قد يؤدى الى اكتساح رمال الكثبان الصاعدة على جوانب الأودية وروافدها وجوانبها ، أو جوانب المرتفعات التى يسقط عليها المطر .

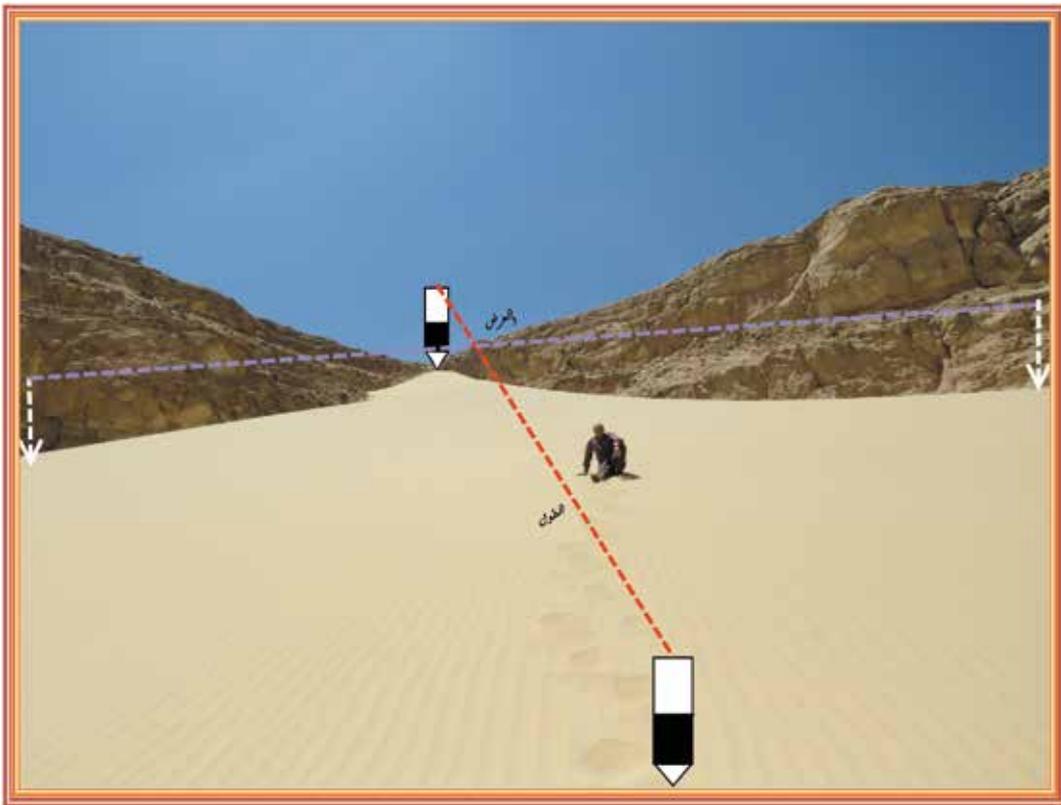
ج-الحرارة

يؤثر ارتفاع درجات الحرارة وعظم المدى الحرارى فى المناطق الصحراوية على التفكك الميكانيكى للصخور والرواسب وزيادة معدلات التبخر وخفض المحتوى المائى للتربة ، مما يجعل حبيبات الرمال والرواسب فى صورة مفككة وأخف وزناً منها فى حالة تشبعها بالرطوبة ، وهو ما يوفر مصدراً لرواسب الكثبان ، كما يؤدى ارتفاع درجة الحرارة إلى أكثر من ٤٠ م فى بعض الأحيان إلى تكسر الإنزيمات، وتوقف العمليات الحيوية فى النباتات الصحراوية التى قد تنمو فى موسم انخفاض الحرارة وسقوط المطر على جوانب وقيعان الأودية ، وبالتالي هلاكها تماماً (إمبابى وعاشور، ١٩٨٣ ص ٣١) ، ومن ثم يقل تأثيرها على تثبيت الرمال والتربة ، مما يساعد على سفيها بواسطة الرياح.

بالإضافة إلى ما سبق فإن من العوامل المهمة فى نشأة الكثبان الصاعدة وفرة مصادر دائمة لرمال الكثبان والتى قد تتمثل فى كثبان وفرشات أسطح الصحارى، أو تفكك حبيبات الكوارتز من صخور غنية بها كصخور الحجر الرملى



صورة (١) توضح الاختلاف في الشكل بين الكثبان الصاعدة على اليمين والكثبان الهابطة على اليسار ويشير السهم (١) الى الحافة الرملية عند قمة الكتيب الصاعد ويشير السهم (٢) الى السطح الخالي من الحواف الرملية في الكتيب الهابط في وادي أبو رتاج - غرب سوهاج



صورة (٢) قياس أبعاد الكثبان الصاعدة في الميدان بوادي أبو رتاج - غرب سوهاج .

وحتى نهايتها عند القمة (صورة-٢).

ويتم تحديد المحور الطولى للكتيب من خلال وضع شاخصين عند قمته وقاعدته ثم وضع مجموعة من الشواخص أو الشوك بينهما شريطة أن تكون هي وشاخصا الأساس على استقامة واحدة وموازية لها تماما، ثم تتم عملية قياس المسافة بينها بشرط قياس وتدوين القياسات في جدول ، ويمثل إجمالي طول القياس بين الشواخص أو الشوك طول محور الكتيب المطلوب قياسه. وقد بلغ أقصى طول لأحد

ثالثاً: العمل الميدانى على الكثبان الصاعدة

تتناول دراسة الكثبان الصاعدة الجوانب الآتية :

١- قياس الأبعاد المورفومترية للكثبان

تشمل عمليات القياس الميدانى على الكثبان الصاعدة ما

يلى :

أ- قياس الطول

طول الكتيب الصاعد هو عبارة عن محوره الذى يتفق مع اتجاه الرياح من بداية ارتفاع الرمال عند قاعدة المنحدر

د- قياس الانحدار

يقصد بالانحدار المطلوب قياسه على الكثبان الصاعدة 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، ويفضل استخدام لوح خشبي طوله لا يقل عن ١ متر ترتكز عليه بوصلة برونوتون أو الأبنى ليفل اثناء عملية القياس نظراً لانتظام الانحدار على قطاعات الكثيب المختلفة، 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.

هـ - 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 على جوانبها بعض الكثبان، وخصائص انحدار واجهات الحافات ومجارى الأودية والاستغلال البشرى.

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 :

- التوزيع الجغرافى والنوعى للعينات قدر الامكان، ويتم توقيع مواضع العينات على خريطة للمنطقة، وتحديد مواقعها تحديداً دقيقاً باستخدام اجهزة تحديد المواقع الالية.
- أن تكون العينات ممثلة لكل أجزاء سطح الكثيب العليا والوسطى والدنيا، وذلك لاجراء المقارنات بين أحجام الرواسب على أجزاء الكثيب المختلفة .
- يتم جمع العينة بكشط كمية من الرمال فى مساحة ٢٠سم X ٢٠سم وبسبك لا يقل عن ٢ سم من السطح، ثم تخلط جيداً ويكتفى منها بكمية تقدر بنحو ١٠٠ جم،

الكثبان الصاعدة التى خضعت للدراسة الميدانية بوادي أبو رتاج غرب سوهاج ٢٥٠ متراً .

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- ٢) ، 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 وغالباً 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. وقد بلغ أقصى عرض للكثيب الصاعد سابق الذكر ١٥٠ متراً

ج- قياس الارتفاع

يقصد بارتفاع الكثيب الفرق بين منسوب قاعدة الكثيب من بداية ارتفاع الرمال ومنسوب قمة الكثيب الصاعد على جانب المنحدر، ويمكن قياسه باستخدام إحدى طريقتين الأولى تتمثل فى قياس طول الكثيب من قمة الرمال حتى نهاية ارتفاع الرمال بالشريط، ثم قياس زاوية انحدار هذا الجزء باستخدام أجهزة قياس الانحدار المختلفة كالأبنى ليفل أو بوصلة برونوتون.. وغيرها وحساب الارتفاع من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{الارتفاع} = \text{المسافة } X \text{ جيب زاوية الانحدار } \sin$$

(أحمد صالح، ١٩٩٩، ص١٣٦)

أما الطريقة الثانية فتعرف بالطريقة التخطيطية وتتمثل فى عمل قطاع تضاريسى على الكثيب يبدأ من بداية ارتفاع الكثيب عن سطح المنحدر عند القاعدة حتى نهاية ارتفاع الرمل عند قمة المنحدر، ثم رسم القطاع على ورق رسم بيانى بالطريقة اليدوية او باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية واستخراج الفرق فى المنسوب بين قمة الكثيب وقاعدته، والذي يشكل ارتفاع الكثيب على جانب المنحدر.

المختلفة ودلالاتها المورفولوجية، والتعرف على أكثر المتغيرات تأثيراً في الأبعاد الأخرى .

ب- التحليل المورفومتري لمنحدرات الكتبان الصاعدة تخضع منحدرات الكتبان الرملية الصاعدة التي تم قياسها ميدانياً لعملية التحليل الكمي بهدف معرفة التوزيع التكراري لزوايا انحدارها ، ومعدلات تقوسها للوقوف على العوامل التي ساهمت في نشأتها وتطورها، ويشمل ذلك دراسة ما يلي :

• التوزيع التكراري لزوايا الانحدار

يتم في هذه العملية حساب النسب المئوية لأطوال المسافات الأرضية التي تشغلها زوايا الانحدار في القطاعات الأرضية التي قيست على المحاور الطولية للكتبان، وتمثل بيانياً في شكل هيستوجرامات (شكل-١)، يمكن من خلالها التعرف على التوزيع التكراري لزوايا الانحدار، هل هو توزيع أحادي المنوال، أم ثنائي المنوال، وإذا ظهر به أكثر من عمودين يكون التوزيع متعدد المنوال (أحمد صالح، ١٩٩٩، ص١٤٢)، كما يستطيع الباحث التعرف على الزوايا الشائعة على التوزيع التكراري وهي الزوايا التي تشغل نسبة كبيرة من المسافات الأرضية للقطاعات أو الزوايا الأكثر تكراراً، والتي يدل موقعها من الشكل على نوع الانحدار السائد على الكتبان، فقد تكون الزوايا الشائعة مرتفعة القيم وهذا دليل على شدة الانحدار، وقد تكون منخفضة القيم ،

يتم وضعها في أكياس بلاستيك وتكتب عليه بيانات العينة (الرقم-الموقع-الموضع) بقلم غير قابل للمسح، مع كتابة نفس البيانات على ورقة ووضعها مع العينة داخل الكيس تحسباً لمسح البيانات الخارجية المكتوبة عليه اثناء النقل أو العمل الميداني، مع غلق الكيس جيداً .

- يراعى الا تختلط برواسب العينة أثناء عملية الجمع برواسب المنحدرات التي تتركز فوقها رمال الكتبان الصاعدة.

رابعاً : تحليل وتمثيل البيانات

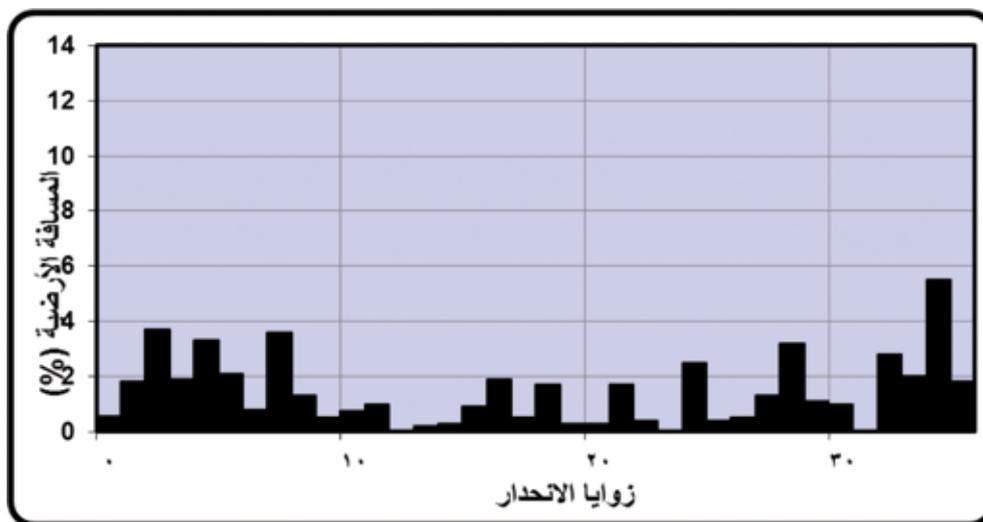
تخضع البيانات التي تم الحصول عليها من عمليات القياس الميداني لعمليات التحليل المختلفة، والتي تتم من خلال ما يلي :

١- التحليل المورفومتري للكتبان الصاعدة^٣

يشمل التحليل المورفومتري للكتبان الصاعدة ما يلي :

أ- التحليل المورفومتري لأبعاد الكتبان

يعتمد التحليل المورفومتري لأبعاد للكتبان الصاعدة على القياسات المباشرة لأبعادها في الميدان ، وهي الطول والعرض والارتفاع وارتفاع الحافة الجبلية المظاهرة للكتيب ، من خلال تحليل تلك البيانات احصائياً وأدراج نتائج التحليل في جداول تضم المتوسط العام لأي بعد من هذه الأبعاد والانحراف المعياري بين أي منها بما يسمح بالتعرف على هذه الخصائص من جهة ومقارنة نتائج التحليل في المنطقة بنظائرها في المناطق الأخرى من جهة أخرى. وكذلك دراسة العلاقات الارتباطية بين هذه الأبعاد



(شكل-١) نموذج لهيستوجرام تمثيل التوزيع التكراري لزوايا الانحدار علي الكتبان الصاعدة

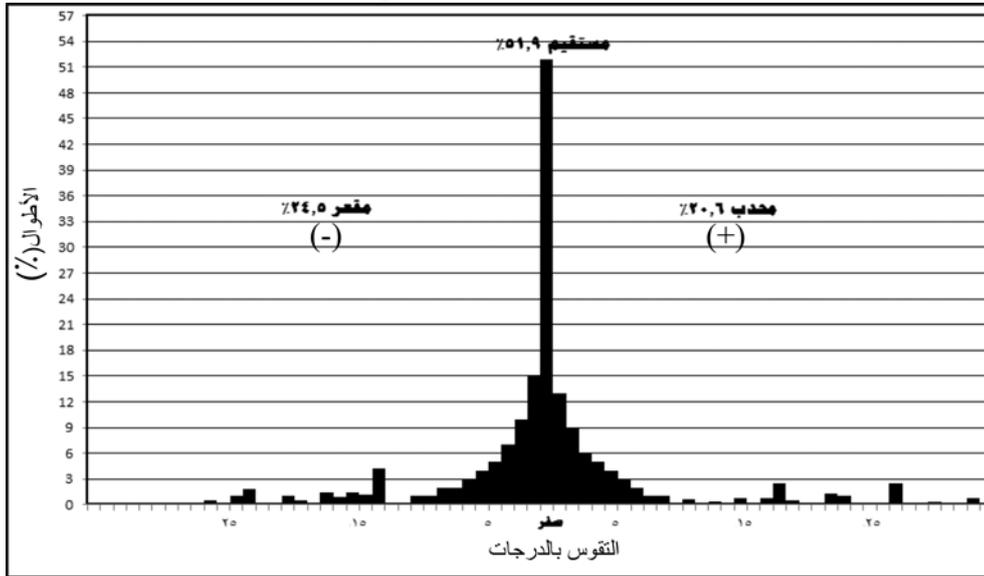
(٣) - للاستزادة يمكن الرجوع لدراسة سابقة للباحثين عن طرق دراسة الكتبان الهابطة - مرجع رقم (٥)

تحليل شكل تقوس المنحدرات ومن أشهر هذه الطرق طريقتى يانج (Young, A., 1972)، وطريقة عبد الرحمن وآخرون (Abdel-Rahman, R., 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 الصاعدة من حيث التحدب والتعقر والاستقامة، وأى هذه الأشكال الأكثر شيوعاً ودلالة ذلك الجيومورفولوجية، وسمات منحدرات الكثبان من حيث قيم التقوس هل هي ثلاثية الشكل تتمثل بها العناصر المحدبة والمقعرة والأقسام المستقيمة، أم ثنائية الشكل تتمثل بها العناصر المحدبة والمقعرة فقط (شكل ٢-٢)، وعلاقة أشكال التقوس بتطور الكثبان، وما هي أشكال التقوس السائدة على سطوح الكثبان.

مما يدل على انخفاض الانحدار.

ثم تقسم زوايا انحدار منحدرات الكثبان الصاعدة إلى فئات حسب إحدى طرق التقسيم المختلفة والتي من أشهرها طريقة ينج (Young, A., 1972)، ودراسة كل مجموعة من تلك المجموعات للتعرف على الزوايا الشائعة بها وأي من هذه الفئات يستحوذ على النسبة الكبرى من المسافات الأرضية ودلالة ذلك المورفولوجية، والعوامل المؤثرة على درجات الانحدار.

• تحليل التقوس على منحدرات الكثبان الصاعدة
هناك العديد من الطرق التي تستخدمها الدراسات الجيومورفولوجية عند تحليل المنحدرات والتي وردت في كتابات يحيى فرحان (١٩٨٢)، وصابر أمين (١٩٨٨ و٢٠٠٠) واحمد صالح (١٩٩٩) وغيرها من الدراسات التي تناولت

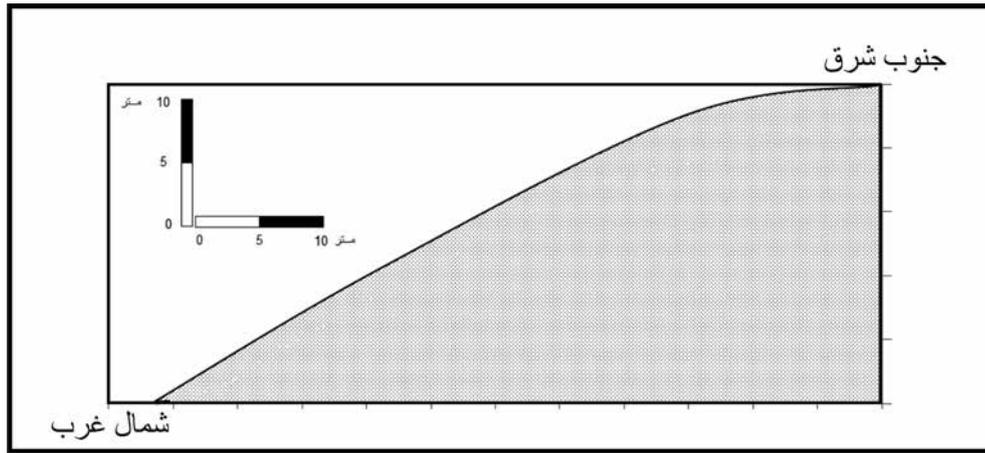


شكل (٢) نموذج للتمثيل البياني لأشكال التقوس على منحدرات الكثبان الصاعدة

٢- التحليل البياني

يقصد بالتحليل البياني رسم القطاعات التي تم قياسها في الميدان من خلال مقياس رسم مناسب إما باستخدام الطريقة اليدوية التي تعتمد على بعض الأدوات الكتابية البسيطة كالمسطرة والمنقلة والقلم الرصاص نصف ملم وورق الرسم البياني، أو بالطريقة الآلية من خلال برامج نظم المعلومات الجغرافية أو الأوتوكاد (شكل ٢-٣).

بالإضافة إلى التمثيل البياني للبيانات الاحصائية المختلفة وعلاقات الارتباط بين المتغيرات والبيانات المختلفة كرسم الهيستوجرامات البيانية وتحليل الارتباط ومعادلات الانحدار الخطى، والمدرجات التكرارية لأحجام الرواسب... وغيرها.



شكل (٣) قطاع فى كثيب صاعد مرسوم باستخدام برنامج Arc GIS

قناة السويس - تحليل جيومورفولوجى ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الخامس والثلاثون ، الجزء الأول ، السنة الثانية والثلاثون ، القاهرة .

٥- صابر أمين الدسوقي ، محمود حجاب (٢٠١٥): طرق دراسة الكثبان الرملية الهابطة ، المجلة المصرية للتغير البيئي ، المجلد - د (٧) ، العدد (٢) .

٦- صلاح الدين بحيرى (١٩٧٩): جغرافية الصحارى العربية، منشورات المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، معهد البحوث والدراسات العربية .

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

٨- محمد محمد عبده وصيف (د.ت): انجراف التربة بالرياح وعلاقته بظاهرة التصحر، قسم صيانة الأراضي ، مركز بحوث الصحراء .

٩- نبيل إمبابى ومحمود عاشور (١٩٨٣): الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر ، الجزء الأول ، مركز الوثائق والبحوث الانسانية ، الدوحة .

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

١١- يحيى عيسى فرحان (١٩٨٣): مورفولوجية المنحدرات فى مناطق مختارة من وسط الأردن، منشورات جامعة اليرموك، الأردن.

خامساً - الخصائص الطبيعية لرواسب الكثبان الصاعدة .

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.
 ويمكن الرجوع للدراسات المتخصصة للتعرف على خطوات اجراء مثل هذه الدراسات خاصة ما يتعلق منها بوسائل التحليل الجيومورفولوجى وتحليل الرواسب للدراسات الجيومورفولوجية أو تلك التى تناولت دراسة الأشكال الرملية فى الصحارى المصرية والعربية، والتى ورد بعضها فى قائمة 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 (١٩٩٩): جيومورفولوجية الكثبان الطولية شمال شرق منخفض البحرية ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الرابع والثلاثون ، الجزء الثانى ، السنة الواحد والثلاثون ، القاهرة .

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

٤- صابر أمين الدسوقي (٢٠٠٠): الكثبان الطولية شرقى

ثانياً : المراجع غير العربية

- 1- AbdEl-Rahman, M., Embabi, N., El-Etr, H., and Moustafa, A., (1980-1981): Some Geomorphological Aspects of Siwa Depression, Bull.Soc. Geog.d`Egypte, vol. 53-54.
- 2- Blight, J., (2013): South Africa Mountain-climbing Sand Dunes, Environmental Engineering.
- 3- Pye, K. and Tsoar, H. (2009): Aeolian Sand and Sand Dunes. Second printing with corrections, Springer, Berlin.
- 4- Chojnacki, M., Hargitai, H., and Kereszturi, A., (2014): Climbing Dunes, Encyclopedia of Planetary Landforms, Springer Science Business+Media, New York.
- 5- Lancaster, N. and Tchakerian, V., (1996): Geomorphology and Sedimentology of Sand Ramps in Mojave Desert, Geomorphology, 17, 151-165.
- 6- Tsoar, H., (2001): Types of Aeolian Sand Dunes and Their Formation, Springer-Verlag, Berlin .
- 7- Tsoar, H., and White, B., (1998): Slope effect on saltation over a climbing sand dune, Geomorphology 22.
- 8- Young, A. (1972): Slopes , Oliver & Boyd , Edinburgh.