

طرق دراسة المنحدرات وأهميتها التطبيقية

د . صابر أمين سيد دسوقي
مدرس بقسم الجغرافيا بكلية
الآداب ببنها

مقدمة :

يطلق على السطوح المنحدرة من الأرض عن المستوى الأفقي اصطلاح المنحدرات . وتشكل المنحدرات غالبية سطح الأرض ، اذ يتفق معظم الجيومورفولوجيين على أن نشأة وشكل المنحدرات يمثل جوهر دراسة أشكال سطح الأرض (Small, 1980, P. 183) . ومن المعروف ان أشكال السطح المختلفة عبارة عن مركب معقد من المنحدرات ، وان خصائص هذه المنحدرات في منطقة ما تعطيها شخصيتها الجيومورفولوجية المميزة ، ولقد تطورت دراسة المنحدراتتطوراً كبيراً في النصف الثاني من القرن العشرين حتى أصبحت من أهم فروع الجيومورفولوجيا . وزادت هذه الدراسات زيادة كبيرة بحيث مثلت هذه الزيادة متواالية هندسية في فترة ما بعد عام ١٩١٠ (Uoung, 1972, PP. 1 - 16) .

ورغم تعدد الدراسات التي تعرضت لموضوع المنحدرات الا أن كثيرا منها قد اعتمد على استنتاجات نظرية ، ومشاهدات حقلية أكثر مما اعتمدت على القياسات الحقلية الفعلية ، مما ترتب عليه ظهور العديد من الآراء المتباعدة أحياناً والمعارضة أحياناً أخرى . ولعل استخدام الأساليب الكمية في دراسة المنحدرات يضع حداً لمثل هذه الآراء .

وفي الحقيقة هناك العديد من الدراسات التي تناولت موضوع المنحدرات ، باعتبارها لب الدراسة الجيومورفولوجية ، وان دراستها قد تكشف النقاب عما حدث في الماضي من ظروف مناخية وتغيرات جيومورفولوجية . وفيما يلى أهم هذه الدراسات السابقة :

Strahler, 1956 ; Savigear, 1952, 1956, 1960; Uoung, 1961, 1964, 1971 a, 1972; Carson & Kirkby, 1972; Kirkby, 1977; Abdel - Rahaman, et al., 1980 - 1981; Embabi, 1967, 1976 - 1977; Finlayson & Statham, 1981; Cooke & Doornkamp, 1977; Doornkamp & King, 1971; Waters, 1958; Fair, 1947; King, 1967; Sparks, 1960 .

امباني ، ١٩٧٠ امباي وعاشر ، ١٩٨٣ م .

وقد تناولت هذه الدراسات المنحدرات اما بشكل خاص ومن وجهة نظر خاصة ، كدراسة أنواع المنحدرات ، او عوامل تشكيلها ، وتطورها . واما بشكل عام ضمن الدراسات الجيومورفولوجية . وقد تطرقت بعض هذه الدراسات الى معالجة بعض جوانب طرق دراسة المنحدرات . وما سبق يتضح ان طرق دراسة المنحدرات بصورة متكاملة لم تكن هدفاً أصلاً لأى دراسة سابقة .

ويهدف هذا البحث الى التعرف على كيفية جمع البيانات المتعلقة بالمنحدرات ، وطرق تحليلها واساليب عرض هذا التحليل . ولذلك سيتناول هذا البحث الموضوعات التالية :-

- أولاً : مصادر بيانات المنحدرات .
- ثانياً : التحليل الاحصائي للمنحدرات .

ثالثاً : تحليل زوايا الانحدار .

رابعاً : التحليل المورفولوجي للمنحدرات .

خامساً : الأهمية التطبيقية للدراسة .

وفيما يلى عرض لكل موضوع من هذه الموضوعات :

أولاً : مصادر بيانات المنحدرات

يمكن الحصول على البيانات المتعلقة بالمنحدرات من ثلاثة مصادر

هي :-

١ - الخرائط الكنتورية :-

أجمع معظم الباحثين على أن الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ ، ١ ، ١٠٠٠٠ . تعد من أفضل الخرائط التي يمكن التعويل عليها ، ليس فقط في دراسة المنحدرات ، ولكن أيضاً في الدراسات الجيومورفولوجية بوجه عام . ويرجع هذا إلى أنها تجمع بين الصورة العامة والبيانات التفصيلية من ناحية ، كما أنه يمكن استخدامها بسهولة في الحقل لتوقيع بيانات إضافية إذا لزم من ناحية أخرى .

وما يعيق الخرائط الكنتورية أنها لا تضم كل ما في الطبيعة من تفاصيل ، كما أن قطاعات المنحدرات التي يتم رسمها من هذه الخرائط تكون غير دقيقة ومشوهة بسبب المبالغة الرأسية وبالتالي تكون النتائج المبنية على هذه القطاعات غير دقيقة . هذا فضلاً على أن هناك أجزاء كثيرة من المناطق الجافة وبه الجافة لا يتوافر لها خرائط كنتورية تفصيلية .

٢ - الصور الجوية :-

بالرغم من أن الصور الجوية تعد مصدراً أكثر دقة من الخرائط الكتورية للحصول على بيانات المنحدرات ، إلا أنها أيضاً لا تفي بكل البيانات المتعلقة بها ، فقد يكون من الصعب التعرف على الظاهرات الدقيقة، وهشيم المنحدرات من تحليل الصور الجوية . كما أن الرؤية المحسنة وايجاد الارتفاعات بدقة لحساب الانحدار من الصور الجوية تعد مشكلة أمام كثير من الباحثين .

ويرى Finlayson and Statham (1981, P. 47) أن دراسة وتحليل كل من الخرائط الكتورية والصور الجوية يعد من الأمور التي تساعد على التخطيط لعمل الدراسة الحقلية . وقد يكون من الأفضل عدم الاعتماد على الخرائط الكتورية والصور الجوية بشكل أساسي في الحصول على البيانات الخاصة بالمنحدرات إلا في حالة الضرورة القصوى ، مثل استحالة الوصول إلى منطقة الدراسة ، أو وجود صعوبات تعرض الباحث للخطر .

٣ - القياس الحقلى :-

ويسبب أوجه الفسورة في الخرائط الكتورية والصور الجوية ، فإن القياس الحقلى يعد من أهم مصادر الحصول على بيانات المنحدرات على الاطلاق حيث يتم القياس بصورة مباشرة في الحقل .

ولقد وضع سافيجر (Savigear, 1960, PP. 156-171) وينج Embabi, 1976 (- Young, 1961, PP. 120-131) وامبابي (امبابي ، ١٩٧٠) ، (امبابي وعاشر ، ١٩٨٣) ، (امبابي ، ١٩٧٧ ، ١٩٨٢) ،

عبد الرحمن وآخرون () ، Abdel-Rahaman, et al., 1980-1981
(صابر دسوقى ، ١٩٨٧) أنس طرق دراسة المنحدرات فى الحقل . وقد
يمكن تقسيم هذه الطرق الى :

أ - طريقة قياس قطاعات المنحدرات .

ب - طريقة عمل خريطة مورفولوجية للمنحدرات .

أ - طريقة قياس قطاعات المنحدرات : -

يتم قياس قطاعات المنحدرات فى الحقل بناء على عدة أنس يمكن
تلخيصها فيما يلى :-

(أ - ١) تحديد مواقع القطاعات والتعرف على بعض سماتها ، وذلك من
خلال فحص ودراسة الخرائط الجيولوجية والكتنورية والصور
الجوية المتوافرة لمنطقة الدراسة . ويراعى عند اختيار موقع هذه
القطاعات ان تكون مورعة على كل أجزاء منطقة الدراسة ،
وان تكون ممثلة لكل التكوينات الجيولوجية ، ولكل أنواع
السطح ، وان يكون من السهل الوصول الى موقع هذه
القطاعات والقيام بقياسها .

(أ - ٢) تحديد بداية ونهاية واتجاه خطوط قطاعات المنحدرات لما لذلك من
أثر على نتائج التحليل . وعادة ما يبدأ القياس من نقطة التغير
في الانحدار التي تفصل بين السطح المستو والمنحدر ، أو من
خط المياه ، أى من أعلى منطقة وينتهي القياس عند خطوط
تعريف القطاعات ، أى في أعمق جزء من قاع الوادي الذى

يجري اسفل المنحدر ، أو عند نقطة التغير في الانحدار التي تفصل بين خط القطاع والسهل المستوى ، أو عند قاع أحد الروافد الكبيرة للجري الرئيسي ، وفي حالة قياس قطاع عرض للوادي يتم مواصلة القياس حتى خط تقسيم المياه على الجانب الآخر . أما اتجاه القياس فيبني ان يسير في اتجاه عمودي تقريبا على خطوط الكثبور ، أى في اتجاه الانحدار الحقيقي ، ولهذا فان خط القطاع قد لا يسير في خط مستقيم في معظم القطاعات المقيدة ، و لتحقيق الاتجاه الصحيح لا بد من تحديد الاتجاه على الخرائط قبل ان يبدأ العمل ، ثم قياس الانحراف على الخرائط والتوجيه بالبوصلة بعد ذلك في الحقل خاصة مع صعوبة الرؤية لمسافات طويلة لشدة التضرس في كثير من المناطق . وقد يكون استعمال الصور الجوية في الحقل والاستعانة بجهاز الجسم البسيط Simple Stereoscope أكبرفائدة في توجيه القياس وتوفير بعض الجهد والوقت (عاشر، ١٩٧٩ ، ص ١٢١).

(أ - ٣) القيام بقياس قطاعات المنحدرات ، وذلك بتقسيم كل قطاع الى وحدات انحدارية ، وقياس مسافاتها الارضية ، و درجات انحدارها باستخدام بعض الاجهزه والادوات ^(١) ، وهى سهلة

(١) - تقاس درجات الانحدار اما بجهاز Abney Level او جهاز Clinometer او التيودوليت والفاقة المدرجة او جهاز آخر يحقق الغرض .
ب - تقاس المسافات الارضية بشرط نيل او كنان .
ج - تحده المسافات الارضية اما بالشواخص او شخص مساعد .

الاستخدام ، وتحقيق الدقة المطلوبة ، ومتحدة ، ولا تحتاج لأكثر من شخص واحد مراافق ، وهناك طريقتان لقياس قطاعات المنحدرات : **الطريقة الأولى** : وفيها يتم القياس على طول مسافات أرضية متساوية ، ويمكن اتباع هذه الطريقة عند قياس قطاعات على صخور متجلسة ، أو اذا كانت هذه القطاعات تسم بالتفوس التدريجي سواء كان هذا التفوس محدبا أو مقعرأ ، وفي هذه الحالة يكون قياس قطاعات المنحدرات على طول مسافات متباعدة غير صحيح (شكل - ١) ، **والطريقة الثانية** : وفيها يتم القياس بين نقط التغير في الانحدار ، ويمكن اتباع هذه الطريقة عند قياس قطاعات المنحدرات على طبقات صخرية متباعدة في درجة صلابتها ، وفي هذه الحالة يكون قياس قطاعات المنحدرات على طول مسافات أرضية متساوية غير صحيح (شكل - ١ ب) . وقلما يجد الباحث مجموعة من القطاعات التي تميز كلها بالانحدارات التدريجية ، أو مجموعة من القطاعات التي تميز بوجود نقط تغير واضحة في الانحدار ، فحيانا توجد نقطة تغير فجائي أو نقطتان في القطاع الذي يتميز بالانحدار التدريجي ، وقد توجد مسافة طويلة على القطاع الذي يتميز بعده نقط التغير في الانحدار بحيث لا تكون النتائج دقيقة اذا تم القياس على طول المسافة كلها مرة واحدة . ومن أجل ذلك يكون من الضروري اتباع الطريقتين في منطقة واحدة . وهذا ما تم أثناء

قياس قطاعات المنحدرات في مناطق عديدة من الارضى المصرية ، ومنها على سبيل المثال دراسة امبابي (Embabi, 1967) ، حوض وادى فيران (محمد رمضان ، ١٩٨٧) و منخفض الداخلة (طه جاد ، ١٩٧٤) ، ومنخفض البحيرة (مني الكبالي ، ١٩٧٩) ، هذا فضلا عن دراسة أخرى تمت على جزء من الارضى الليبية (عاشور ، ١٩٧٩) .

(٤ - ٤) تسجيل البيانات التي تتعلق بالسمات الجيولوجية ، وطبيعة الجريان المائي من حيث التركز والانتشار ، والانهيارات الأرضية ، وخصائص الرواسب السطحية ، والغطاء النباتي الطبيعي على طول خطوط قطاعات المنحدرات أثناء قياسها لما لهذه البيانات من أهمية في دراسة المنحدرات . وقد صمم جدول خاص لتسجيل هذه البيانات (جدول ١) ، وفيما يلى أهم البيانات التي يمكن تسجيلها :

البنية الجيولوجية وهذه تشمل : نوع البنية ، نوع الصخور ، سمك الطبقات ، ميل واتجاه الطبقات ، وذلك لما لهذه الخصائص من تأثير على انحدار وشكل المنحدرات .

الفوالق والفواصل والاندساسات الرأسية والافقية ، فمن شأن الفوالق ان تؤدى الى وجود منحدرات مستقيمة وشديدة الانحدار (لوحة - ١) ، وتأتى أهمية الفواصل من تأثيرها على الطريقة التى يتفكك بها الصخر وأثر ذلك على درجة انحدار الوحدات الانحدارية المختلفة . وتساهم الاندساسات

في إيجاد جروف دقيقة اذا ما كانت اشد صلابة من الصخر
الذى توجد فيه ، كما انها تساعد على تطوير خطوط
التصريف المائي فى حالة ما اذا كانت هذه الاندساسات أقل
صلابة من الصخر الذى توجد فيه .

الرواسب السطحية والانهيالات الارضية : وما يرتبط
بهما من أشكال دقيقة على المنحدرات : مثل الجروف الدقيقة
المربطة بالانزلالات الصخرية ، والاشكال الدقيقة للمنحدرات
اللطيفة المرتبطة بترابكم الرواسب على المنحدرات الاصلية
(شكل - ٢) .

طبيعة الجريان المائي من حيث التركيز والانتشار وأثره
فى تشكيل المنحدرات .

نوع الغطاء النباتي الطبيعي اذا وجد ، ومدى كثافته ،
وأثره على تفكك وتحلل الصخور .

وتستخدم بعض الاجهزة والادوات^(١) أثناء تسجيل هذه البيانات التي
تمثل المادة العلمية الخام لتحليل المنحدرات .

(١) أـ بوصة لتحديد الاتجاهات والانحرافات .

بـ مطرقة جيولوجية .

جـ حامض هيدروليك مخفف .

دـ أكياس لحفظ العينات .

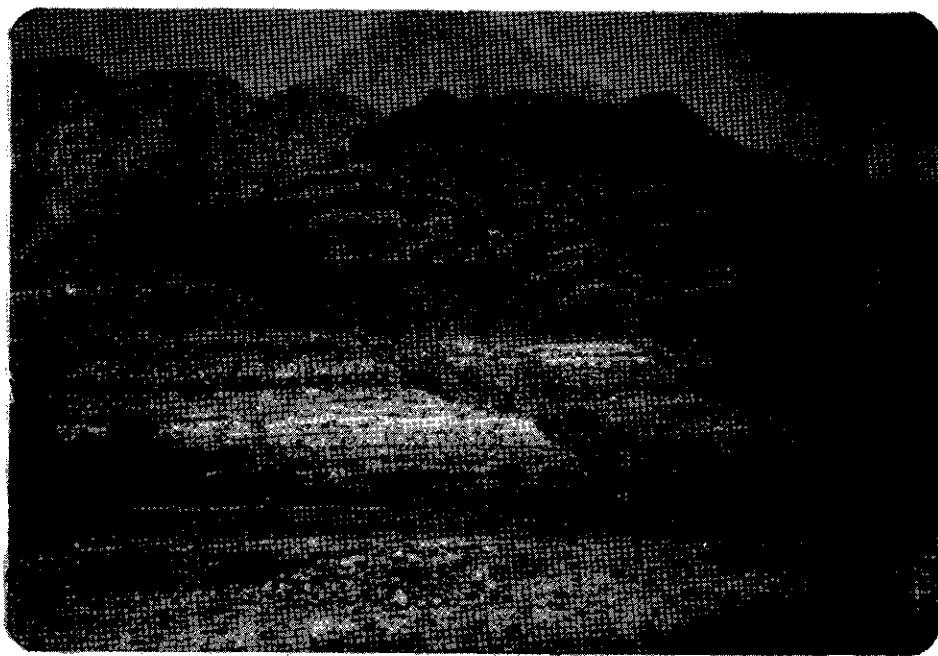
هـ كاميرا للتصوير .

جدول (١) نموذج لرصد بيانات النادرات أثناء الدراسة المقابلية

المطلوب : رقم الطياع
بداية القياس : بداية القياس
نهاية القياس : نهاية القياس
نهاية العباس : نهاية العباس
تاريخ المسح :

بِعْرَفُ عَنْ : بَعْدَهُ عَشْرَهُ ،

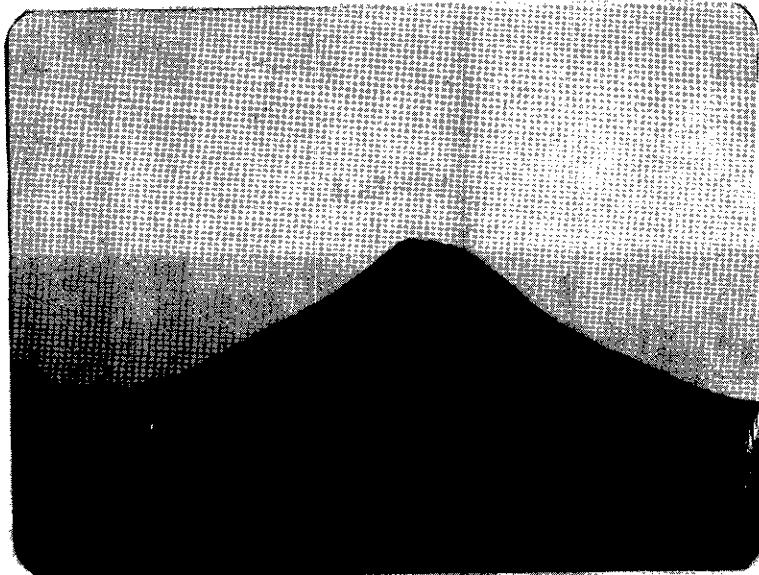
لحة - ١



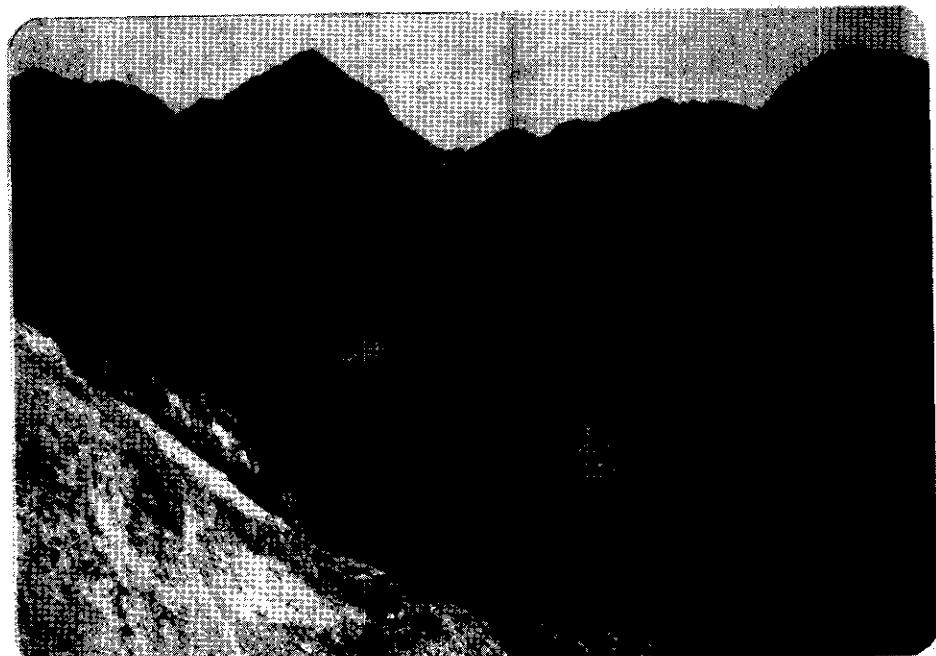
أثر الفوالق في تكوين المنحدرات المستقيمة على الكثلة الجبلية المطلة على الخليج
العربي شمالي رأس الخيمة بدولة الإمارات العربية المتحدة

لوحة - ٢

نماذج من المنحدرات البسيطة



أ- المنحدرات المقعرة على أحد التلال بمنخفض البحريّة .



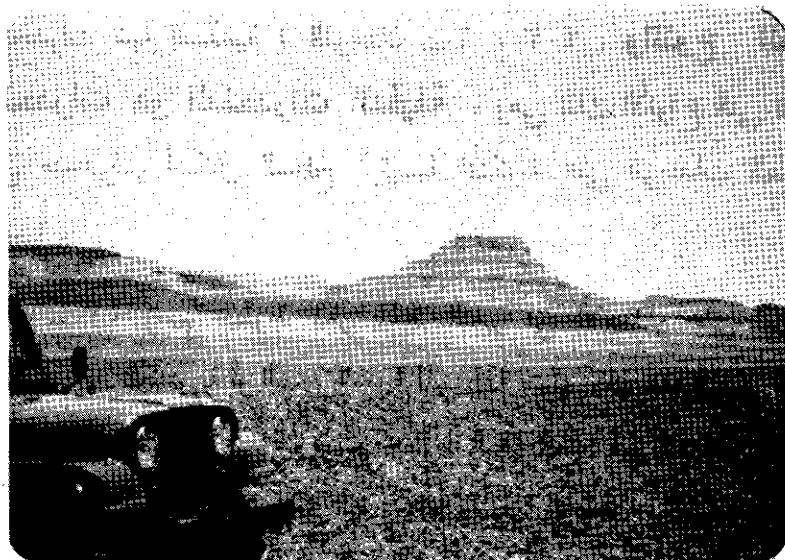
ب- المنحدرات المستقيمة في وادي شمالي الشرق من قرية طيبة بدولة الامارات

لوحة - ٣

نماذج من المنحدرات المركبة



أ- المنحدرات المحدبة - المقعرة على أحد التلال بمنخفض البحيرية



ب- المنحدرات شبه السلمية على أحد التلال في وادي الرشراش بالصحراء الشرقية

1958, P. 12); (Cooke & Doornkamp, 1977,
PP. 357-363)

(ب - ٢) وضع رموز المنحدرات في مواضعها المناسبة ، وتنقسم هذه الرموز إلى ما يلى (شكل - ٣) :

* رموز العناصر المقررة والمحدية وتنقسم إلى رموز تعبير عن التغير الحاد في الانحدار ، وأخرى تعبير عن التغير التدريجي في الانحدار .

* رموز الجروف الكبيرة سواء كانت متصلة أو متقطعة ، ورَكُوز الجروف الدقيقة سواء كانت أيضاً متصلة أو متقطعة .
* رموز المنحدرات المستقيمة .

(ب - ٣) تحديد أنواع المنحدرات ووضع الرموز الدالة عليها كما يلى :-

* المنحدرات المقررة ، ويرمز لها بالرمز (\longleftrightarrow) ويشير السهم إلى أسفل .

* المنحدرات المحدية ، ويرمز لها بالرمز ($\rightarrow\leftarrow$) ويشير السهم إلى أسفل .

* الأقسام المستقيمة ويرمز لها بالرمز (—) .

وقد اتبعت هذه الخطوات أثناء عمل الخريطة المورفولوجية لمنحدرات جبل منظور بمنطقة المغارة شمالى سيناء (شكل - ٤) .

وتعد الخريطة المورفولوجية لمنحدرات خريطة الأساس الازمة لإنشاء خرائط أنماط الانحدار Slope Categories maps حيث يتم فيها تصنیف المنحدرات إلى فئات على أساس درجات الانحدار ، ودرجة أهميتها

من التواхи الهندسية (شكل - ٥) (يحيى عيسى فرحان ، ١٩٨٠ ، ص ٤١) . كما تفيد الخريطة المورفولوجية للمنحدرات في التعرف على الوحدات الانحدارية المختلفة سواء كانت محدبة أو مقعرة أو مستقيمة ، وكذلك المساحات التي تشغلها هذه الوحدات .

ثانياً : التحليل الإحصائي للمنحدرات

يهتم التحليل الإحصائي للمنحدرات بوصف المتغيرات المختلفة وصفا رياضيا تحليليا ، ودراسة العلاقات بين هذه المتغيرات للوصول إلى نتائج موضوعية دقيقة ومحددة . ويمكن أن يمر التحليل الإحصائي للمنحدرات بالمراحل التالية :-

- ١ - مرحلة جدولة البيانات وفحصها .
- ٢ - مرحلة الإحصاء الوصفي .
- ٣ - مرحلة العلاقات الثنائية بين المتغيرات المختلفة .

١. مرحلة جدولة البيانات وفحصها :

تعنى بجدولة البيانات وضع كل المتغيرات المتوفرة في نظام مختصر . وتتوقف جدولة البيانات على طبيعتها من ناحية ، وغرض الدراسة من ناحية أخرى .

ولا توجد طريقة موحدة يمكن الاعتماد عليها في جدولة البيانات ، ولكن هناك قواعد عامة يجب مراعاتها عند تصميم جداول البيانات الإحصائية وهي :

- (١ - ١) ان يكون عنوان الجدول محددا لما يتضمنه من بيانات .

- (١ - ب) ان ترتب البيانات بالجدول حسب أهميتها ، مع توضيع وحدات القياس التي جمعت على أساسها .
- (١ - ج) ان يوضع المصدر الذى اعتمد عليه فى تكوين بيانات الجدول .
- (فتحى ابو راضى ١٩ ، ص ١١٧) .

والهدف من جدولة البيانات هو عرضها فى صورة سهلة ومنظمة دون اجراء اي نوع من انواع المعالجة الاحصائية عليها . ولا شك فى ان جدولة البيانات يجعل من السهل التعامل معها والتعرف على خصائصها العامة .

والجدول (٢) يبين زوايا الانحدار وجملة ما تشغله من أطوال على ظهور الخنازير في مناطق من مصر ^(١) .

(١) منطقة المغاراة شمالي سيناء ، الجزء الأدنى من حوض وادى فيران بجنوبى سيناء ، ألم العريطات والحمراين وغربى القصیر بالصحراء الشرقية ، منطقة أبو رواش .

جدول (٢)

الاطوال (بالمتر)	زوايا الانحدار (درجات)	الاطوال (بالمتر)	زوايا الانحدار (درجات)	الاطوال (بالمتر)	زوايا الانحدار (درجات)
--	٤٩	٦٤	٢٤	--	صفر
٠٥	٥٠	٢٣٥	٢٥	٤٠	١
٦	٥١	٢٧٠	٢٦	١٨٠	٢
--	٥٢	١١٥	٢٧	٧٥	٣
٨١	٥٣	٧١	٢٨	١١٧	٤
--	٥٩-٥٤	٨٦	٢٩	١٢٤	٥
٤٥	٦٠	١٠٣	٣٠	٥٥	٦
--	٦٦-٦١	٥٧	٣١	٢١٠	٧
٢	٦٧	٦٢	٣٢	٣٠٥	٨
١٥	٦٨	٥٠	٣٣	٣٨٤	٩
٣٠	٦٩	٤٠	٣٤	٣٠٥	١٠
٣٤	٧٠	٥٥	٣٥	٢٥٠	١١
--	٧٤-٧١	٢٥	٣٦	٤٢٢	١٢
٤٠	٧٥	٢٠	٣٧	١٤٥	١٣
--	٧٩-٧٦	٢٠	٣٨	٢٥٥	١٤
٣٥	٨٠	--	٣٩	٣٤٣	١٥
--	٨٢-٨١	٧٠	٤٠	٥٤٥	١٦
١٥	٨٢	--	٤١	٢١٣	١٧
--	٨٤	٥٠	٤٢	٤١١	١٨
٤	٨٥	--	٤٤-٤٣	٨٨	١٩
٤٠	٨٦	٦٠	٤٥	١٤٥	٢٠
--	٨٩-٨٧	٦٠	٤٦	٦٤	٢١
٢٢	٩٠	٢٠	٤٧	٢٨١	٢٢
٧٠٨٢	الجملة	٢٠	٤٨	٢٢٧	٢٣

المصدر : قياسات حقلية

ويمكن اختصار الجدول (٢) . وذلك بتقسيم زوايا الانحدار الى مجموعات حسب طبيعة الانحدار ، وتحميم الاطوال الخاصة بكل مجموعة كما في الجدول (٣) .

جدول (٣)

الاطوال (متر)	مجموعات زوايا الانحدار (درجه)
١٤٩٠	صفر - ٩
٣٧٥٨	٢٤ - ١٠
١٢١٠	٣٩ - ٢٥
٦٢٤	٤٠ فاكثر

وعادة ما ترافق جداول بهذا الشكل بالبحث نفسه أو بملحق البحث لتوضيح البيانات الأصلية التي يتناولها الباحث بالتحليل والتي يبني عليها نتائجه .

٢ - مرحلة الاحصاء الوصفي :

الاحصاء الوصفي Descriptive Statistics هو محاولة للتعبير عن قيم كل متغير بقيمة واحدة أو اكثرا حتى يمكن وصف هذه القيم بدقة وسهولة أكثر (عاشرور ، ١٩٨٦ ، ص ٤٧١) . ومن التحاليل الاحصائية التي يمكن استخدامها في دراسة المتغيرات للتعبير عن مجموعة من القيم ، حساب مدى تركز قيم للتغيرات او انتشارها وذلك بحساب المتوسط الحسابي المرجع ، والانحراف المعياري ، ومعامل الاختلاف ، وللتعرف على طريقة حساب كل منها يرجى بحث (Young, 1972, P. 150) .

وقد استخدمت هذه الاساليب الاحصائية في وصف مجموعة من القطاعات من درجات حافات الهضبات في مناطق متفرقة من الاراضي المصرية (صابر ، ١٩٨٧ ، ص ص ٨٠ ، ٨٢) وقد تم تلخيص ذلك في الجدول رقم (٤) .

جدول (٤)

رقم القطاع	المرتبة	متوسط الانحدار (بالدرجات)	الانحراف المعياري	معامل الاختلاف (%)
١	الحافة النسائية لهضبة الجلاة البحرية	٧٠,٢٩	٢١,٧٦	٣٦,٤٠
٢	الحافة الجنوبية لهضبة الجلاة البحرية	٦٥,٤٨	٢٢,٨٤	٣٦,٤٠
٣		٦٦,٩٢	٢٢,٨٢	٣٤,١٠
٤		٢١,١٨	٢٢,٨٧	٧٢,٣٤
٥	حافة الهضبة الشرقية لمنخفض الفرازة	٨,٤١	١١,٢٧	١٣٤,٠٠
٦		١٤,٦٤	١٤,٥٥	٩٩,٣٨
٧	حافة الهضبة الشرقية لمنخفض الفرازة	١٢,٧٩	١٦,٤٠	١٢٨,٢٢
٨		١٦,٢٤	١٩,٦١	١٢٠,٧٥
٩	حافة الهضبة النسائية لمنخفض الفرازة	٢٤,٢٠	٢٠,٠٤	٨٢,٨٠
١٠		١٤,٧٥	١٢,٢٠	٨٩,٤٩
١١		١٨,٢٤	١٣,٦٧	٧٤,٩٤
١٢	حافة الهضبة النسائية لمنخفض الداخلي	١٢,٠٩	١٥,٦٢	١٢٩,١٩
١٣		١٦,١٤	١٨,٤٤	١١٤,٨٩
١٤	حافة هضبة أبو طرطور	٢٢,٢٥	١٩,٧٥	٨٤,٥١
١٥		١٧,٠٠	١٧,٩١	١٠٥,٣٥

ويتبين من الجدول رقم (٤) ان درجات انحدار قطاعات حفافات الهضبات تكون مشتتة عن متوسطاتها في القطاعات من ٤ الى ١٥ حيث ترتفع قيم معاملات الاختلاف والتي تتراوح بين ٧٣٪ - ١٣٤٪ . أما درجات الانحدار في القطاعات من ١ الى ٣ تكون متقاربة من متوسطاتها حيث تتراوح قيم معاملات الاختلاف بين ١٠٪ - ٤٥٪ .

وقد استخدم سعيد عبد الرحمن هيكل (١٩٨٥، ص ١٤٧-١٤٨) الاساليب السابقة في وصف اطوال قطاعات المنحدرات المقسدة على كل رتبة بحوض وادى غوبية بالصحراء الشرقية ، ويمكن توضيح ذلك في الجدول رقم (٥) .

جدول (٥)

معامل الاختلاف (%)	الانحراف المعياري	متوسط الطول (متر)	الرتب
٤٩.٠	٢١.٧	٤٤.٣	١
٦٢.٤	١٠٤.٧	١٦٧.٩	٢
٨٢.٥	١٥٨.١	١٩١.٦	٣
٤٥.١	٢٨٥.٢	٦٣٢.٨	٤
٤٦.٨	٣٠٩.٥	٦٦١.٥	٥
١٧	١٠.٦	٦١٧.٠	٦
٥٣.٦	٢١١.٣	٣٩٣.٩	٧
٨١.١	٢٦٧.٤	٣٢٩.٨	٨
٦٢.٨	٢٥٤.٨	٤٠٥.٩	٩

وقد استخدمت هذه الاساليب الاحصائية في وصف مجموعة من
قطاعات متعدرات حافات الهضبات في مناطق متفرقة من الاراضي المصرية
(صابر ، ١٩٨٧ ، ص ص ٨٠ ، ٨٢) وقد تم تلخيص ذلك في الجدول
رقم (٤) .

جدول (٤)

رقم القطاع	الرسنخ	متوسط الانحدار (بالدرجات)	الانحراف الميلاري	معامل الاختلاف (Z)
١	الحافة النسائية لھضبة الجلالة البحرية	٧٠٢٩	٣١٧٦	٣٦٤٠
٢	الحافة الجزرية لھضبة الجلالة البحرية	٦٥٤٨	٢٣٨٤	٣٦٤٠
٣		٦٦٩٢	٢٢٨٢	٢٤١٠
٤		٣١١٨	٢٢٨٧	٧٣٣٤
٥	حافة الهضبة الغربية لمنخفض القراءة	٨٤١	١١٢٧	١٢٤٠٠
٦		١٤٦٤	١٤٥٥	٩٩٣٨
٧	حافة الهضبة الشرقية لمنخفض القراءة	١٢٧٩	١٦٤٠	١٢٨٢٢
٨		١٦٢٤	١٩٧١	١٢٠٧٥
٩	حافة الهضبة النسائية لمنخفض القراءة	٢٤٢٠	٢٠٠٤	٨٢٨٠
١٠		١٤٧٥	١٣٢٠	٨٩٤٩
١١		١٨٢٤	١٣٦٧	٧٤٩٤
١٢	حافة الهضبة النسائية لمنخفض الدائله	١٢٠٩	١٥٦٢	١٢٩١٩
١٣		١٦١٤	١٨٤٤	١١٤٨٩
١٤	حافة هضبة أبو طرطور	٢٢٢٥	١٩٦٥	٨٤٥١
١٥		١٧٠٠	١٧٩١	١٠٥٣٥

ويتضح من الجدول رقم (٤) ان درجات انحدار قطاعات حافات الهضبات تكون مشتة عن متوسطاتها في القطاعات من ٤ الى ١٥ حيث ترتفع قيم معاملات الاختلاف والتي تتراوح بين ٧٣٪ - ١٣٤٪ . أما درجات الانحدار في القطاعات من ١ الى ٣ تكون متقاربة من متوسطاتها حيث تتراوح قيم معاملات الاختلاف بين ١٠٪ - ٤٥٪ .

وقد استخدم سعيد عبد الرحمن هيكل (١٩٨٥، ص ١٤٧-١٤٨) الاساليب السابقة في وصف أطوال قطاعات المنحدرات المقيدة على كل رتبة بحوض وادى غوريه بالصحراء الشرقية ، ويمكن توضيح ذلك في الجدول رقم (٥) .

جدول (٥)

معامل الاختلاف (%)	الانحراف المعياري	متوسط الطول (متر)	الرتب
٤٩.٠	٢١.٧	٤٤.٣	١
٦٢.٤	١٠٤.٧	١٦٧.٩	٢
٨٢.٥	١٥٨.١	١٩١.٦	٣
٤٥.١	٢٨٥.٢	٦٣٢.٨	٤
٤٦.٨	٣٠٩.٥	٦٦١.٥	٥
١٧.١	١٠.٦	٦١٧.٠	٦
٥٣.٦	٢١١.٣	٣٩٣.٩	٧
٨١.١	٢٦٧.٤	٣٢٩.٨	٨
٦٢.٨	٢٥٤.٨	٤٠٥.٩	٩

ينتُصُرُ من الجدول رقم (٥) ، والشكل (٦ أ) ان متوسط أطوال قطاعات المحدرات على جوانب الأودية بحضور وادي غويه يزداد بزيادة الرتب النهرية ، من الرتبة الأولى وحتى الرتبة الخامسة . ثم يبدأ في الانخفاض التدريجي حتى الرتبة الثامنة . وبعد ذلك يبدأ في الزيادة مرة أخرى ليصل إلى الرتبة التاسعة ، وهي رتبة المجرى الرئيسي بالحوض . وربما يرجع هذا التذبذب في متوسط أطوال قطاعات المحدرات إلى زيادة معدلات النحت النهرى من الرتبة الأولى حتى الرتبة الخامسة . وبعد ذلك بالرغم من استمرار النحت النهرى ، إلا أن عامل تخفيض جوانب الأودية بواسطة التعرية الجدولية يكون أكبر ، ومن ثم يبدأ متوسط الطول في الانخفاض حتى الرتبة الثامنة . وبعد ذلك يزداد متوسط الطول بالنسبة للرتبة التاسعة بسبب تراجع جوانب الوادي بشكل واضح بالقرب من المصب .

٣ - مرحلة العلاقات الثنائية بين المتغيرات المختلفة :

يستخدم في دراسة العلاقات الثنائية بين المتغيرات المختلفة أسلوبين من الأساليب الإحصائية هما : معامل الارتباط ، وخط الانحدار . وإذا كان معامل الارتباط يهدف إلى معرفة درجة العلاقة أو مقدار الترابط بين متغيرين أو أكثر ، فإن خط الانحدار يهدف إلى معرفة قيمة متغير ما بعمومية آخر تربطه به علاقة دالية . وللتعرف على طريقة حساب كل من معامل الارتباط وخط الانحدار يراجع (ناصر عبد الله الصالح ومحمد محمود السريانى ، ١٩٧٩ ، ص ص ١٦٨ - ١٩٤) .

ويمكن استخدام هاتين المعادلتين في جوانب معينة من دراسة المحدرات مثل : دراسة العلاقة بين ميل الطبقات ، وزوايا الانحدار على

مجموعة من القطاعات سواء كانت هذه القطاعات خاصة بشكل معين من أشكال سطح الارض أو بمنطقة معينة ، وكذلك دراسة العلاقة بين العناصر المفقرة والعناصر الحدية . ويتبين من دراستا (١٩٨٧) ان العلاقة بين ميل الطبقات وزوايا الانحدار على مجموعة من قطاعات المنحدرات المقيدة على ظهور الخازير في مناطق متفرقة من مصر (شكل - ٦ ب) ان معامل الارتباط ضعيف (٣٣٠) ، وان العلاقة الخطية بينهما علاقة طردية ضعيفة . كما يتضح من دراسة العلاقة بين العناصر المفقرة والعنابر الحدية على جوانب الودية في أجزاء متفرقة من مصر (شكل - ٧) ان الارتباط بينهما يزداد قوة كلما تقدمت مرحلة التطور ، حيث يصل الارتباط الى (٨٢٠) على الاجزاء العليا من جوانب الودية ، (٩٤٠) على الاجزاء الوسطى ، (٩٩٠) على الاجزاء الدنيا . والعلاقة الخطية بينهما علاقة عكسيّة ، بمعنى انه كلما زادت اطوال العناصر المفقرة قلت اطوال العناصر الحدية .

ثانياً : تحليل زوايا الانحدار

زوايا الانحدار هي تلك الزوايا المقيدة في الطبيعة على طول خطوط قطاعات المنحدرات . ويمكن تحليل زوايا الانحدار من عدة جوانب ، وبعض هذه الجوانب اقترحها Young (1972, PP. 161-168) مثل التوزيع التكراري لزوايا الانحدار ، والزوايا الشائعة ، والزوايا الحدية ، وتصنيف زوايا الانحدار . وبعضها اقترحه Dowidar (1982, P.91) مثل احتمالية انتقال زوايا الانحدار في اتجاه أسفل المنحدرات . والبعض الآخر اقترحه (صابر أمين ، ١٩٨٧ ، ص ١٠٠) مثل علاقة زوايا الانحدار بميل الطبقات . وفيما يلى توضيح لهذه الجوانب .

١ - التوزيع التكراري لزوايا الانحدار :

بعد التوزيع التكراري لزوايا الانحدار أحد اساليب التحليل البياني التي تستخدم في عرض البيانات الرقمية التي تم تجميعها أثناء الدراسة المختلطة لقطاعات المنحدرات في منطقة ما . ويتطلب رسم المدرجات التكرارية الخطوات التالية :-

- (١_١) ترتيب زوايا الانحدار تصاعديا .
- (٢_١) جمع المسافات الأرضية التي تشتملها كل زاوية انحدار .
- (٣_١) حساب النسبة المئوية للمسافات الأرضية التي تشتملها كل زاوية انحدار من المجموع الكلي للمسافات الأرضية .
- (٤_١) رسم المدرجات التكرارية .

وقد اتبعت هذه الخطوات في دراسات عديدة سابقة ومنها على سبيل المثال الدراسة التي نتت على بعض القطاعات العرضية للاجزاء الدنيا لبعض أودية السهل الساحلي للبحر الاحمر الى الجنوب من خليج السويس (شكل - ٨١) . ويتبين من هذا الشكل أن زوايا الانحدار اللطيفة والمتوسطة والقوية تتراوح بين (صفر ، ١٥) تشكل ٤٥٪ من جملة اطوال القطاعات ، وان هذه الزوايا ترتبط بقياسان الاودية ، وأسطح المصاطب ، والاجزاء الدنيا والعليا من القطاعات (نبيل يوسف ، ١٩٩١ ، ص ص ٣٠٠ - ٣٠٣) .

ويستفاد من التوزيع التكراري لزوايا الانحدار فيما يلى :-

* مقارنة توزيع زوايا الانحدار على بعض اشكال السطح في بيئات مختلفة من حيث تكوينها الجيولوجي ، واحوالها المناخية ، وتطورها

الجيومورفولوجي ، وذلك للتعرف على أنواع التشكيل والاختلاف بما يساعد على معرفة الخصائص المورفولوجية المحلية التي تميز أشكال السطح المختلفة .

* يعكس توزيع زوايا الانحدار على أشكال السطح المختلفة التاريخ المورفولوجي الذي مررت به هذه الأشكال ، فشيوع الانحدارات الطيفية قد يشير إلى المرحلة الأخيرة من مراحل التطور ، بينما تشير الانحدارات الشديدة إلى مرحلة مبكرة من التطور وتشير الانحدارات المتوسطة إلى مرحلة وسط بين المراحلتين السابقتين .

* استخدام التوزيع التكراري لزوايا الانحدار في الدراسات الهندسية للمنحدرات بما في ذلك تطبيقات ميكانيكا التربة Soil mechanics ، مع التركيز على دراسة استقرارية المنحدرات ، وذلك بدراسة العلاقة بين زوايا الانحدار الشائعة والزاوية الحرجة لاستقرارية المنحدرات . واحتياط العلاقة الموجودة بين طبيعة المواد السفلية Regolith والصخريّة وخصائصها الهندسية من جهة ونمط التوزيع التكراري لزوايا الانحدار والزاوية النهائية (الحرجة) من جهة أخرى Limiting angle لاستقرارية المنحدرات من جهة أخرى ، إذا فسرت الزوايا الشائعة في هذا المجال على أنها الزوايا النهائية أو الحرجة اتجاه بعض العمليات الجيومورفولوجية كالانزلاقات الأرضية ، وبالتالي فسرت مورفولوجية المنحدرات ، والمنحدرات الجانبية للمجاري النهرية والأودية (في بيئات مختلفة من العالم) على أنها نتاج عمليات الانزلاقات الأرضية السريعة Rapid mass movements (يحيى عيسى فرحان ، بدون تاريخ ، ص ٤٤) .

٢ . الزوايا المميزة : . Characteristic angles

هي تلك الزوايا الأكثر شيوعاً وتكراراً من غيرها سواء كانت هذه الزوايا تحدث على اشكال معينة ، أو على وحدات مورفولوجية معينة ، أو على كل المنحدرات في منطقة ما في ظل ظروف خاصة قد تتعلق بالتكوينات الجيولوجية أو الاحوال المناخية أو التوجية .

٣ . الزوايا الحدية : . Limiting angles

هي تلك الزوايا التي تصف مدى زوايا الانحدار التي تحدث على اشكال سطح معينة ، أو حيث تسود عمليات جيومورفولوجية معينة ، أو على كل المنحدرات في ظل ظروف مناخية أو صخرية معينة ، أو في منطقة محلية، ويحتوى هذا المدى على زاوية حدية سفلی وزاوية حدية علیا .

ويوضح الجدول (٦) الزوايا المميزة والحدوية (بالدرجات) في عدة مناطق .

جدول (٦)

المنطقة	الزوايا المميزة	الزوايا الحدية	الصخور		المصدر
			العليا	السفلي	
القاهرة - السين	٣٠,٢	٩٠	صفر	٩٠	عزم عبد الله ، ١٩٨٩ ، ص ص ٢٠٩-٢١٣
وادي النطرون	٢٠,٤,١	٤٠	صفر	٤٠	نبيل يوسف ، ١٩٨٤ ، ص ص ١١٣-١٥٥
جبل نفوس وسهل الجيغارا (ليبيا)	١٢,٧,٤,٢ ٢٤,٢٠	٩٠	صفر	٩٠	محمد عاشور ، ١٩٧٩ ، ص ص ١٢٤-١٢٥
صر	٢٥,١٢,٢ ١٥,٥,٩ ٤٥,٣٠,٢٠ ٢٢,١٠,١ ٦٠,٣٢	٩٠	صفر	٩٠	صابر أمين ، ١٩٨٧ ، ص ص ١٤٠-١٤٩
		٩٠	١	٩٠	متولة

٤ . تصنیف زوايا الانحدار :-

ويقصد بهذا التصنیف تقسیم زوايا الانحدار الى مجموعات وتحديد بداية ونهاية كل مجموعة (الزواية الحدية السفلي والعليا) والزاوية المميزة لها ، ثم تحديد نسبة ما تشغله كل مجموعة من جملة الاطوال ، وكذلك الزوايا الحدية والتميزة . وتوجد عدة تقسيمات لتصنیف زوايا الانحدار ، ومنها تصنیف (Young, 1972, P. 173) (جدول ٧) . وقد اعتمد

عليه (عاشور ، ١٩٧٩) ، (نبيل يوسف ، ١٩٨٤) .

جدول (٧)

طبيعة الانحدار	نفة الانحدار (بالدرجات)
مستوى	صفر - ٢
لشيف	٥ - ٣
متوسط	١٠ - ٦
فوق المتوسط	١٨ - ١١
شديد	٣٠ - ١٩
شديد جدا	٤٥ - ٣١
رأسي	أكثر من ٤٥

واجرى (محمد رمضان ، ١٩٨٧) تعديلا على تصنیف Young السابق ، ويتضح ذلك في الجدول (٨) ، واستخدم هذا التعديل أثناء دراسته لحوض وادى فيران .

جدول (٨)

طبيعة الانحدار	نفة الانحدار (بالدرجات)
انحدارات لطيفة	صفر - ١٠
انحدارات متوسطة	٣٠ - ١١
انحدارات شديدة	٣١ فأكثر

وقد اتبع (امباي وعاشر ، ١٩٨٣) تقسيما يعتمد على تصنیف زوايا الانحدار الى مجموعات من واقع توزیعها التکراری . كما اتبع (صابر أمین ، ١٩٨٧) تصنیفا عاما لزوايا الانحدار اثناء دراسته لنحدرات بعض أشكال السطح في مصر ، ويعتمد هذا التصنیف على تقسیم زوايا الانحدار الى مجموعات ثابتة على كل شكل من أشكال السطح قيد الدراسة جدول (٩) .

جدول (٩)

طبيعة الانحدار	فئة الانحدار (بالدرجات)
انحدارات لطيفة	صفر - ٩
انحدارات متوسطة	٢٤ - ١٠
انحدارات شديدة	٣٩ - ٢٥
جروف	٤٠ فأكثر

ويوضح الجدول (١٠) والشكل (٨ - ب) مجموعات زوايا الانحدار ، ونسبة ما تشغله من أطوال ، والزوايا المميزة والمعديبة على منحدرات التلال في مناطق متفرقة من الاراضي المصرية (صابر أمین ، ١٩٨٧ ، ص ١٠٧ - ١١٠) .

جدول (١٠)

مجموعات زوايا الانحدار (بالدرجات) على منحدرات التلال في مصر

الزوايا الحدية		الزوايا المميزة	الاطوال %	مجموعات زوايا الانحدار
العليا	السفلى			
٩	صفر	٢	٤٥٢	انحدرات اللطيفة
٢٤	١٠	١٠	٢٨٢	انحدرات المتوسطة
٣٩	٢٥	٢٥	١٨٦	انحدرات الشديدة
٩٠	٤٠	٨٠	٨٠	الجروف

ويلوح أن التصنيف الذى اتبع فى دراسة سابقة عام ١٩٨٧ ، هو أكثر التصنيفات تعيرا وتحقيقا للهدف ، لأنه يعتمد على تصنیف زوايا الانحدار إلى فئات على أساس طبيعة الانحدار على أي شكل من أشكال سطح الأرض ، وبالتالي يتبع الفرصة للمقارنة بين سمات الانحدارات على أشكال السطح المختلفة في بيئات متباعدة من حيث الظروف الجيولوجية والأحوال المناخية ، والعمليات الجيولوجية .

٥ . علاقة زوايا الانحدار بميل الطبقات :-

لدراسة العلاقة بين زوايا الانحدار وميل الطبقات ينبغي دراسة معامل الارتباط بينهما وكذلك خط الانحدار ، وقد درست العلاقة بين ميل الطبقات وزوايا الانحدار على منحدرات الجبال المكونة من الصخور الروسية في مناطق متفرقة من مصر ، ووُجِدَ أن الارتباط بينهما ضعيف (٢٣-٤٠%). وهذا ما ظهر أثناء الدراسة الحقلية ، فقد يكون ميل الطبقات ١ أو ٢ أو ٣،

وزوايا الانحدار قد تكون $^{\circ}90$ أو $^{\circ}80$ أو $^{\circ}45$ (صابر أمين ، ١٩٨٧ ، ص ١٠٣) .

٦ - احتمالية انتقال زوايا الانحدار : ..

تهدف دراسة احتمالية انتقال زوايا الانحدار في اتجاه أسفل المنحدرات الى معرفة طبيعة هذا الانتقال من جزء آخر عليها ، أي هل هذا الانتقال تدريجي ؟ أم أنه انتقال غير منتظم ؟ وأثر ذلك على أنواع المنحدرات .

ويذكر (Dowidar, 1982, P. 91) ان خطوات حساب احتمالية انتقال زوايا الانحدار لمجموعة من القطاعات هي كما يلى :-
٦-أ) تصنيف زوايا الانحدار الى فئات .

٦-ب) حساب تكرار زوايا الانحدار داخل كل فئة .
٦-ج) اعتبار فئة الجروف أو أعلى فئة هي البداية ، ولذلك فإن أكبر رقم لتكرار زوايا الانحدار امام هذه الفئة سيشير الى الفئة التي يتحمل وجودها بعد الجروف ، وهكذا بالنسبة للفئات الأخرى .

وقد اتبع (عادل رمضان مصطفى ، ١٩٧٧ ، ص ص ٢١٠-٢١١) هذه الخطوات أثناء دراسته لمنحدرات تلال الحجر الجيري على سطح الهضبة شرقى وشمالي شرق وجنوبي شرق منخفض البحيرية جدول (١١) .

جدول (١١)

الجملة	٤٠	٣٥	٢٥	٢٠	٣٠	٢٥	٢٥	٢٠	٢٠	١٥	١٥	١٠	١٠	صفر	٥٥	الفئات (درجة)
١٧	-	٢	-		٧	٢	٢	٢	٢	٣	٢	٢	٢	٥	٥	صفر - ٥
٢٩	-	٢	٧		-	٢	٢	٢	٢	٣	٢	٣	١٠	١٠ - ٥		
١٩	١	٢	٣		-	٢	٢	٣	٤	٥	٤	٣	٢	١٥ - ١٠		
٢٠	-	-	٢		٢	٣	٢	٤	٨	١	٤	٣	١	٢٠ - ١٥		
١٥	-	-	١		١	١	٥	١	٤	٤	٤	٣	٣	٢٥ - ٢٠		
٢٠	-	-	٢		٥	٤	٤	٣	١	١	٥	٥	٥	٣٠ - ٢٥		
٨	-	١	٣		-	٢	١	-	-	-	-	١	١	٣٥ - ٣٠		
١	-	-	١		-	-	-	-	-	-	-	-	-	٤٠ - ٣٥		
الجملة	١٢٩	١	٨	١٩	١٤	١٩	١٧	٢٥	٢٨							

ويتضح من الجدول رقم (١١) ، والشكل (٩) الى انه من المحتمل ان يوجد بعض المنحدرات التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٤٠ - ٣٥) منحدرات اتتراوح زوايا انحدارها بين (٣٠ ، ٢٥) . ويلى هذه المنحدرات اما منحدرات اتتراوح زوايا انحدارها بين (٢٥ ، ٢٠) أو منحدرات تتراوح زوايا انحدارها بين (صفر - ٥) . ويلى المنحدرات المقصورة بين (٢٥ ، ٢٠) منحدرات تتراوح زوايا انحدارها اما بين (١٥ ، ١٠) أو بين (٥ ، ١٠) . ويلى المنحدرات المقصورة بين (١٠ ، ١٥) أو بين (٣٠ ، ٣٥) . ويلى المنحدرات المقصورة بين (١٥ ، ٢٠) منحدرات تتراوح زوايا انحدارها ما بين (٥ ، ١٠) أو بين (١٠ ، ١٥) . ويلى المنحدرات المقصورة بين (٥ ، ١٠) منحدرات تتراوح زوايا انحدارها اما بين (صفر - ٥) أو بين (٣٠ ، ٢٥) . ويلى المنحدرات

المحصورة بين (١٥ - ١٠°) منحدرات تتراوح زوايا انحدارها اما بين (٣٥، ١٥°) منحدرات تتراوح زوايا انحدارها اما بين (٢٠ ، ١٥°) أو بين (٣٠ ، ٢٥°).

رابعا : التحليل المورفولوجي للمنحدرات

يقصد بالتحليل المورفولوجي لمنحدرات منطقة ما التعرف على أشكال وسمات المنحدرات السائدة في هذه المنطقة . ويطلب التعرف على أشكال وسمات المنحدرات تخليل تقوسها . وقد عرف (Young, 1972, P. 137) تقوس المنحدر بأنه « معدل التغير في زاوية الانحدار مع المسافة الأرضية في اتجاه اسفل المنحدر على الانحدار الحقيقي ، ويعبر عنه بالدرجات لكل مائة مترا » .

وبحساب التقوس لقطاع ما يمكن تقسيمه الى عناصر مقعرة ، وعناصر محدبة ، واقسام مستقيمة بناءً على الشكل بغض النظر عن العمليات الجيومورفولوجية التي تمارس نشاطها على القطاع ، أو النطورة الجيومورفولوجى للقطاع (Young, 1964, P. 148) .

وتوجد طريقتان لتحليل التقوس : الأولى تعرف بطريقة (Young, 1971 a, 1972 Abed El-Rahman, et al., 1980 - 1981) وتعرف الثانية بطريقة () .

١ - طريقة Young :

اتبع Yuong اسلوبين في تحليل تقطاعات المنحدرات هما : الاسلوب الوصفي ، والاسلوب الكمي .

(١.١) الاسلوب الوصفي :

يعتمد الاسلوب الوصفي على اختبار الشكل البياني للقطاع ،
ويتبع في هذا الاسلوب الخطوات التالية :-

(١.١.١) تقسم القطاع الى وحدات انحدارية Slope units
وتقسم هذه الوحدات الى اقسام مستقيمة Rectilinear
. Curved elements Segments
وتوصف الاقسام المستقيمة على اساس متغيرين هما : زاوية
الانحدار ، وطول المسافة الارضية التي تغطيها (كأن يقال
درجة انحدار القسم ٢٠ ° ، والمسافة الارضية التي يغطيها
٥٠ م).

ويوصف العنصر استنادا الى ثلاثة متغيرات هي : طول
المسافة الارضية ، ومعدل تقوسه ، وزاويتا انحداره العليا
والسفلى ، (كأن يقال هناك طوله ٥٠ م ، ومعدل تقوسه
١٠ / ١٠٠ م ، وزاويتا انحداره العليا ٥ ° ، والسفلى ١٠ ° .
ويمكن الحصول على معدل التقوس من المعادلة التالية :

$$\text{معدل التقوس} = \frac{أ - ب}{م} \times 100$$

حيث أن : أ هي درجة الانحدار عند أحد طرفي العنصر .

ب هي درجة الانحدار عند الطرف الآخر .

م المسافة الارضية للعنصر .

(١-١ ب) تقسيم أقسام وعناصر قطاع المنحدر الى وحدات فرعية (شكل ٩ ب) ويوضح من هذا الشكل الوحدات التالية :-

* قسم الدرجة القصوى : - Maximum Segment :

وهو القسم الذى تكون درجة انحداره أكبر من درجة انحدار وحدتى المنحدر اللتين تقعان اعلاه واسفله مباشرة .

* قسم القمة : - Crest segment :

وهو أكثر الأقسام ارتفاعا ، ويتميز باستواه النسبي ، ويحده سفح اشد انحدارا من جانب أو من جانبين في اتجاهين متضادين .

* العنصر المقرع : - Conuex Element :

وفيه تقل درجة الانحدار في اتجاه أسفل المنحدر .

* العنصر المحدب : - Concave Element :

وفيه تزيد درجة الانحدار في اتجاه أسفل المنحدر .

ويمكن تقسيم العناصر المقرعة والمحدبة الى اجزاء Sectors اذا تغير معدل التقوس على طول العنصر الواحد ، ويكون التقسيم عند النقطة التي يحدث عندها التغيير في معدل التقوس .

(١-١ ج) تقسيم قطاع المنحدر الى مجموعة من التابعات ، وقد يحد التابع قمة ، أو قسم أو قسمان من أقسام الدرجة الدنيا ، أو مجرى مائي ، أو خط الساحل . وترقم التابعات من القمة الى قاعدة القطاع ، وحدوث أكثر من تتابع واحد على أي قطاع قد يكون نتيجة وجود أكثر من طبقتين من الصخور

الصلبة نسبيا يفصل بينهما طبقات صخرية اقل صلابة ، أو نتيجة حدوث عملية تجديد أدت الى زيادة معدل النحت عند قاعدة المنحدر .

ولا شك في ان تحليل قطاع المنحدر وتقسيمه الى الاقسام والعناصر التي يتكون منها كما سبق ، وهو تقسيم وصفي يتم باستخدام الشكل البياني للقطاع ، وي Paxt للحكم الشخصى للجيومورفولوجي لآخر ، وللتخلص من تأثير الحكم الشخصى فى تحليل القطاعات وضع (Young, 1971 a) نظاما مبرمجا يهدف لتحليل القطاعات ، وهذا ينقلنا الى الاسلوب الثاني للتحليل .

(٢-١) الاسلوب الكمى :-

اطلق Young على هذا الاسلوب اسم نظام الوحدات الأمثل The System of Best Units ويحقق هذا النظام المزايا التالية :

(٢-١ أ) انه يتبع نفس الاسلوب الوصفى فى تحليل القطاع .

(٢-١ ب) انه ليس من الضروري ان تكون اطوال المسافات الارضية متساوية .

(٢-١ ج) يشترط تحديد معدل التغير المسموح به لتغير زوايا الانحدار على طول القسم . وكذلك معدل التغير المسموح به لتغير معامل التقوس على طول العناصر المدببة والمقرفة .

(٢-١ د) انه نظام صالح للتخزين والاسترجاع والتشغيل في الحاسوب الالي (ملحق - ١) .

وقد استخدم Young معامل الاختلاف Coefficient of Variation كمقياس للتعرف على مقدار التباين في درجات الانحدار ومعدلات التقوس عند تحديد الاقسام والعناصر التي يتكون منها القطاع ، وبناء عليه فان العنصر حسب تحديد Young هو ذلك الجزء من القطاع الذي لا يزيد فيه معامل الاختلاف لروابا الانحدار (Vemax) عن مقدار محدد . وقد اقترح Young المقدار بين ٢٥ ، ١٠ ، % كحد أعلى لمعامل الاختلاف بالنسبة للتقوس وزوايا الانحدار على الترتيب . واستخدم Young في حساب معامل الاختلاف المتوسطات المرجحة Weighted averages بدلا من المتوسطات الحسابية العادلة ، حيث وزن كل زاوية انحدار بما يقابلها من مسافة أرضية مقاسة في الحقل (يعني عيسى فرحان ، بدون تاريخ ، ٢٨٢٧) .

ولحساب تقوس احد القطاعات ، يتطلب ذلك حساب التقوس في عدة نقط على طول القطاع ، وتتطلب عملية القياس عند نقطة ما معرفة زاوية الانحدار ، وطول المسافة الارضية لقراءتين متاليتين تحدان هذه النقطة . ولتوسيع ذلك رسم جزء من قطاع منحدر حقيقي لتوضيح حساب التقوس (شكل - ١٠) . والمطلوب هو حساب معدل التقوس في النقطتين س^١ ، س^٢ بالمعادلة التي أوردها (Young, 1972, P. 143) لحساب تقوس المنحدر عند نقطة ما تقع على خط القطاع وهذه المعادلة هي :-

$$\text{التقوس عند نقطة} = \frac{(-z_1) - (-z_2)}{100 \times 5 \cdot (m^1 + m^2)}$$

حيث أن : z تمثل زاوية الانحدار بالدرجات .

m تمثل المسافة الأرضية بالامتار .

ومن ثم يكون معدل التقوس عند النقطة

$$s_1 = \frac{-51 + صفر}{40} \times 100 = -5 \text{ درجة } 127$$

تشير هذه القيمة الى ان معدل التقوس وهو $-5 \text{ درجة } 127$ م ، وتدل علامة السالب على ان المنحدر مقعر . وبالمثل يكون معدل التقوس عند النقطة .

$$s_2 = \frac{-صفر + 49}{40} \times 100 = +5 \text{ درجة } 122$$

أى أن معدل التقوس وهو $+5 \text{ درجة } 122$ م وتدل علامة الموجب على أن المنحدر محدب (صابر أمين ، ١٩٨٧ ، ص ص ١٦٣-١٦٥) .

وبالرغم من أن طريقة Young تتبع اسلوباً كمياً لحساب التقوس إلا أن بها أوجه القصور الآتية :-

- ١ - ليس من السهل استيعاب قيمة التقوس التي يمكن الحصول عليها من معادلة بنجع . فعلى سبيل المثال فإن معدل التقوس الذي تم حسابه للنقطة s_2 هو $5 \text{ درجة } 122$ م ، فهو على الرغم من أنه مجرد معامل ، لكن المعنى الطبيعي الذي يعني الرقم $5 \text{ درجة } 122$ لا يمكن استيعابه مباشرة .

٢ - فلما تفاص قطاعات المنحدرات على طول مسافات أرضية متزاوية ، لهذا السبب فإن طريقة بنج لحساب التقوس تكون غير موفقة ، ذلك لأن قيم التقوس التي نحصل عليها تتغير مع تغير طول المسافة الأرضية ، وتبعاً لذلك ربما نحصل على قيمتين متشابهتين لتقوس نقطتين في زوايا انحدارها .

٣ - اذا كان المطلوب هو الحصول على مقاييس كمی واحد لتقوس منحدرات أى منطقة بناء على قياس مجموعة من القطاعات أثناء الدراسة الحقلية ، فإن طريقة بنج لن تفي بهذا الغرض الا في حالة تساوى المسافات الأرضية على كل القطاعات ، وهذا أمر يصعب تنفيذه (Abd El-Rahman, et al., 1980 - 1981, PP.

.) 17-42

٤ - طريقة عبد الرحمن وأخرين :-

وبالنسبة للطريقة التي اقترحها عبد الرحمن وأخرون (Abdel El- Rahman, et al., 1980, 1981) في دراستهم لانخفاض سوية فانه يمكن حساب ثلاثة أنواع مختلفة لتقوس المنحدرات كما يلى :-

(١-٢) التقوس عند نقطة :-

هو التغير الزاوي في قيمة الانحدار من أعلى من أعلى هذه النقطة في اتجاه اسفل المنحدر ، وهكذا يعبر عن قيم التقوس في نقطة ما بالدرجات ، ومن ثم تكون المنحدرات الخدبة ذات درجات موجبة ، والمنحدرات المقعرة ذات درجات سالبة .

وبعد ذلك ، يمكن أن تراوح درجات التقوس بين $^{\circ} 90$ و $^{\circ} 90$ ، حيث تعبّر الدرجة الأولى عن التغيير في التقوس من $^{\circ} 90$ إلى صفر (المنحدرات المحدبة) بينما تعبّر الدرجة الثانية عن الغير في التقوس من صفر إلى $^{\circ} 90$ (المنحدرات المقرّبة) . وتدلّ درجة التقوس صفر على عدم وجود تغيير في زاوية الانحدار (المنحدرات المستقيمة) .

(٢-٢) تقوس القطاع :-

لما كان قطاع المنحدر يتضمن عدة تغييرات في الانحدار ، فإنه لن يكون هناك قيمة واحدة للتقوس لكل القطاع . وعلى أيّ حال فالتمييز بين تغيرين في الانحدار لهما نفس قيم التغير الزاوي ولكن أحدهما يقع بين مسافتين طويتين والآخر يقع بين مسافتين قصيريَّتين فإنه لا بد من وسيلة كمية لقياس هذا التباين ، ومن ثم إذا كان المطلوب هو حساب درجات التقوس لكل القطاع تتبع الخطوات التالية :-

(٢-٢ أ) حساب تقوس المنحدر عند كل نقطة تغيير في الانحدار ، ويمكن تمييزها بالرموز $^{\circ} 1$ ، $^{\circ} 2$ الخ .

(٢-٢ ب) تقسيم المسافة الأرضية لكل قراءة إلى قسمين متsequين .

(٢-٢ ج) جمع نصفى طول القراءتين المحيطتين بكل نقطة تغيير في الانحدار ، وذلك للحصول على الطول اللازم لحساب التقوس عند هذه النقطة ، ويمكن تمييز هذه الأطوال بالرموز L^1 ، L^2 الخ .

(٢_٢ د) حساب طول قطاع المنحدر الذى اجريت له حسابات التقوس وهو يساوى مجموع اطوال قراءات القطاع مطروحا منه نصف طول القراءة العليا ونصف طول القراءة السفلی . ويتميز هذا القطاع بالرمز (ق ل).

(٢_٢ ه) لتحديد مقدار التباين لقيم التقوس وأهميتها بالنسبة للقطاع ، يجب حساب النسبة المئوية للمسافة الارضية لكل قيمة من قيم التقوس من الطول الكلى للقطاع ، فعلى سبيل المثال اذا كان المطلوب هو حساب النسبة المئوية للمسافة الاولى (ل_١) الخاصة بالنقطة الاولى (س_١) التي تغير فيها الانحدار، وتستخدم المعادلة التالية :-

$$\frac{L_1}{CL} \times 100$$

حيث (ل_١) تمثل المسافة الارضية الخاصة بقيمة التقوس للنقطة الاولى.

(ق ل) تمثل الطول الكلى للقطاع .

وبهذه الطريقة سيشمل أى قطاع عدة أجزاء يتغير فيها الانحدار ، وسيكون هناك العديد من قيم التقوس التى يمكن تمثيلها بيانيا على هيئة مدرجات تكرارية .

(٣-٢) تقوس عدة قطاعات أو منطقة :-

من الممكن حساب التقوس لكل مجموعة من القطاعات التي تفاص على شكل معين من أشكال سطح الأرض ، أو على كل القطاعات في منطقة معينة ، وذلك بحساب النسبة المئوية لجميع المسافات الأرضية التي تشغله مجموعه القطاعات التي تمثلها قيم تقوس متماثلة ، ويمكن تمثيل النتائج على هذة مدرجات تكرارية لتوضيح توزيع قيم التقوس . والشكل (١٠ ب) يوضح تقوس منحدرات الجمال في المنطقة بين القاهرة - السويس .

خامساً : الأهمية التطبيقية للدراسة :

بعد هذا العرض لطرق دراسة المنحدرات ، لعل أهم ما يتبدّل إلى الأذهان
ما هي جوانب الاستفادة من طرق دراسة المنحدرات ؟ ويمكن إبراز هذه
الجوانب فيما يلى :

أولاً : إجراء المقارنات بطريقة كمية بين عدة مناطق متباعدة في تكوينها
الجيولوجي وظروفها المناخية وتطورها الجيومورفولوجي ، للوقوف على
أوجه التشابه والاختلاف في سمات المنحدرات لهذه المناطق . وكذلك
اختبار التباين في دراسة منحدرات منطقة معينة أثبتت بياناتها الأولية
بأساليب مختلفة .

ثانياً : إنشاء خرائط خاصة باستقرارية المنحدرات Slope Stability Maps
وذلك من خلال :

١ - التعرف على الخصائص الجيولوجية لهذه المنحدرات مثل : نوع
الصخر وميل الطبقات ونظم الفواصل ، وكذلك حركة المواد
بأنواعها المختلفة ، وما يرتبط بهذه الحركة من أخطار على الطرق
الجبلية وخطوط السكك الحديدية وبعض مراكز الاستقرار
البشرى في المناطق الجبلية .

٢ - التعرف على سمات السطح ، وأنماط إنحداره لتقديرها لخدمة
أغراض التنمية الشاملة .

٣ - التعرف على تطور المنحدرات ، وإنجاهات هذا التطور في
المستقبل ، ومدى تواجد عمليات جيومورفولوجية معينة قد تؤثر

في المستقبل على عملية التنمية مثل : الانهيارات الأرضية والجدولة والنحت القاعدي وزحف الرمال .

ويستطيع الجيومورفولوجي من خلال دراسة المنحدرات أن يقترح الوسائل المناسبة للمحافظة على استقرارية المنحدرات ، والتقليل من خطر الانهيارات الأرضية ، ومن أهم هذه الوسائل مايلي :

- ١ - إنشاء مدرجات على جوانب السطوح الشديدة الإنحدار .
- ٢ - العمل على زيادة تلاحم وتناسك المواد المفككة وذلك بواسطة حفنة الأسمنت .
- ٣ - تشجير المنحدرات القلقة .
- ٤ - خفض منسوب المياه الجوفية عن طريق حفر آبار عميقه تسحب منها كميات كبيرة من المياه الموجودة في المسام الصخرية فتؤدي إلى تقوية المنحدرات .
- ٥ - تكسية السطوح الشديدة الإنحدار باستخدام السلك الشبك مع الأسمنت .

ثالثاً : الحصول على الكثير من البيانات التي تهم المهندسين الزراعيين والمدنيين على حد سواء مثل أنواع المنحدرات والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها وتطورها سواء في الماضي أو الحاضر ، ولاشك أن هذه البيانات تساعد المهندسين على تفهم طبيعة أشكال سطح الأرض وتحديد الموضع المستقرة والمحمية من مخاطر تلك العمليات قبل القيام بخطيط أي مشاريع هندسية مثل : الطرق والسدود

المطارات و مواقع مراكز الاستقرار البشري من جهة ، مما يحتم اتخاذ
الإجراءات الإيجابية لمعالجة تلك الأخطار كجزء من برنامج صيانة
الموارد الطبيعية وحسن إدارتها .

ومعرفة السطوح الحرجية والخطرة بعد خطوة أساسية قبل اختيار موقع
المشروع الهندسي ، وكذلك لتقدير التكلفة المبدئية للمشروع .

رابعاً : التعرف على طبيعة الانحدارات وأثرها في التنمية الزراعية . فالسطح
ذات الانحدارات الشديدة لا يمكن استخدامها في الزراعة ، حيث أنها
لاتتيح الفرصة للمياه بالتسرب خلال مسام الصخر ، كما أنها لا تساعد
على تكوين غطاء من التربة . أما السطوح ذات الانحدارات الطفيفة
فإنها تسمح للمياه بالتسرب خلالها ، كما أنها تساعد على تكوين
غطاء سميك من التربة ، ولذلك تعد السطوح ذات الانحدارات
الطفيفة من أنساب مناطق التنمية الزراعية . فعلى سبيل المثال فإن حوالي
٤/٣ سطوح القطاع الجنوبي من شبه جزيرة سيناء تتميز بالانحدارات
الشديدة ، ولذلك فإن هذا القطاع وعر ومتضرس وإمكانية الاستفادة
منه في التنمية الزراعية محدودة للغاية ، بعكس القطاع الشمالي الذي
تسود عليه الانحدارات الطفيفة ، ولذلك فإنه غير متضرس ويمكن
الاستفادة منه في التنمية الزراعية إلى حد كبير . وإمكانية الاستفادة من
المنحدرات المواجهة للأمطار في التنمية الزراعية يكون أفضل من مثيلتها
المظاهرة للأمطار . فقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية لمنطقة شرق الصف
في شتاء عام ١٩٩٠ أن السطوح ذات الانحدارات الطفيفة والمواجهة
للغرب والشمال الغربي حيث تهب الرياح الغربية العكسيّة المطرة ،

تكون نباتاتها المزروعة أكثر انتعاشًا وأخضراراً من مثيلتها على السطوح
الواقعة في ظل المطر .

خامساً : معرفة تأثير الانحدارات على سير المعارك الحربية ، فالم(pp)مناطق الجبلية الشديدة الانحدار تعد مناطق مناسبة للمباغلة ونصب الكمامات بسبب قلة امتداد الرؤية التي تحددها هذه المناطق . كما أنها تعوق سهولة الاتصال وتتف عقبة كبيرة في وجه الجيوش ولاسيما القوات البرية . وما زال التاريخ يذكر خسائر العثمانيين التي تكبّدوها حينما حاولوا فتح اليمن المعروفة بجبالها الوعرة مما يدفع إلى القول بأن « اليمن مقبرة الأناضول » .

و بالرغم من التقدم التكنولوجي الهائل في وسائل النقل العسكرية الحديثة بحيث أصبحت تستخدم الطائرات بأنواعها المختلفة ، وبذلك تخضى(pp)المناطق الجبلية الشديدة الانحدار ، إلا أن هذه المناطق ما زالت عقبة عسكرية تحد من مدى نيران المدفعية وتحجب الرؤية وتعوق موجات الرادار .

أما السطوح ذات الانحدارات اللطيفة ، فإنها تفرض على الجيوش المعاشرة تكتيكات خاصة مثل : حفر الخنادق وإقامة السياج الرملية ، حيث أن هذه المناطق اللطيفة الانحدار تساعد الجيوش على التحرك في بس وسهولة ، كما أنها تسمح بمدى بعيد للرؤية ، وبذلك تتيح الفرصة للأسلحة المختلفة بالتعاون مع بعضها البعض الآخر .

النتائج والتوصيات

تناولت الدراسة الحالية طرق دراسة المنحدرات وأهميتها التطبيقية في المشاريع الهندسية ، والناحية العسكرية ، وغيرها من المشاكل المتعلقة باستخدامات الإنسان للبيئة الطبيعية . كما بينت هذه الدراسة القواعد الأساسية التي تبني عليها دراسة المنحدرات سواء في المناطق الجافة وشبه الجافة أو المناطق المعتدلة ، وذلك من خلال الإطلاع على أحدث ما وصلت إليه البحوث في هذا المجال . ومن ثم تعد هذه الدراسة نموذجاً دراسياً يمكن أن يحتذى به عند دراسة العديد من أشكال سطح الأرض .

ويساهم استخدام طرق دراسة المنحدرات في الحصول على المعلومات التي تتعلق بأشكال سطح الأرض (العمليات الجيمورفولوجية التي قامت بتشكيلها). مما يؤكد اعتبارها أسلوباً جيداً فيما يتعلق بتجميع المعلومات الجيورفولوجية المطلوبة قبل بدء إصلاح الأراضي وتنفيذ المشاريع الهندسية لمعرفة وتحديد الأراضي الخطرة والأشكال الأرضية التي تؤثر مباشرة على المشروع الهندسي .

ولأن دراسة المنحدرات تقع ضمن تخصص الجيورفولوجية ، فإنه من الضروري على وضع خطة متكاملة لدراسة منحدرات جميع الأراضي المصرية، على أن تبدأ هذه الدراسة بالمناطق ذات الأهمية الخاصة سواء من الناحية الأكاديمية أو التطبيقية .

ملحق (١)

البرنامج الخاص بـنظام الوحدات الأهلل (١)

```
SUBROUTINE VALUSINTEST,F,X,M,INSUM,SUMD,VMEAN,CVAR)
DIMENSION NTEST(250), F(250), X(250)
INSUM=C
SUM1=0.0
SUM2=0.0
SUM3=C.0
DO 50 I=1,M
INSUM=INSUM+NTEST(I)
SUM1=SUM1+F(I)
SUM2=SUM2+F(I)*X(I)
SUM3=SUM3+F(I)*X(I)**2
50 CONTINUE
SUMC=SUM1
VMEAN=SUM2/SUM1
IF(M=1)949,53,999
999 CONTINUE
IFI(SUM3/SUM1-(SUM2/SUM1)**2)53,998,998
998 CONTINUE
IFI(ABS(SUM2/SUM1)-2151,997,997
997 CONTINUE
CVAR=ABS(100*((SQR((SUM3/SUM1-(SUM2/SUM1)**2)/(SUM2/SUM1)))**2))
GC TO 52
51 CVAR=ABS(100*((SQR((SUM3/SUM1-(SUM2/SUM1)**2)/2))**2))
GC TO 52
53 CVAR=0.0
52 RETURN
END
```

(١) نقل عن يحيى عيسى فرمان ، بدون تاريخ ، ص ١١٩ - ١٢٢ (المراجع رقم ١٢)

```

C      MASTER SLOPEUNITS
      DIMENSION IP(250),N(250),D(250),IV(250),A(250),NTEST(250),DIS1
      X(250),NSEG(250),NUMP(250),INTES(250),CURV(250),DD(250),DA(250),
      XAMEAN(250),CMEAN(250),SET(250),ACVAR(250)
C      INPUT
      REAL(8,10)CMAXA,CMAXC
      101 FORMAT(2F6.0)
      10 READ(8,102)IPX,NMAX,INVKT
      102 FORMAT(3I3)
      IF(NMAX)996,11,996
      996 CONTINUE
      REAL(8,103)(IP(I),N(I),D(I),A(I),IV(I),I=1,NMAX)
      103 FORMAT(2I3,2F6.0,I3)
C      COMPUTE CURV()
      CURV(1)=200*((A(1)-A(2))/(D(1)+D(2)))
      CURV(NMAX)=200*((A(NMAX-1)-A(NMAX))/(D(NMAX-1)+D(NMAX)))
      NK=NMAX-1
      DC 514 I=2,NK
      CURV(I)=200*((A(I-1)-A(I+1))/(D(I-1)+2*D(I)+D(I+1)))
      514 CCNTINUE
      201 NRUND=1
      GO TO 204
      202 NRUND=2
      GO TO 204
      203 NRUND=3
      204 CCNTINUE
C      SET VARIABLES TO ZERO
      INSEG=1
      DO 14 I=1, NMAX
      NTEST(I)=0
      AMEAN(I)=0.0
      CMEAN(I)=0.0
      DIST(I)=0.0
      ACVAR(I)=1000.
      14 CCNTINUE
C      OBTAIN ALL COMBINATIONS IN TURN
      21 DC 15 J=1,NMAX
      IF(NTEST(J))15,666,15
      666 CONTINUE
      NCLK=1
      NK1=NMAX-J+1
      40 DO 16 K=1,NK1
      IF(NRUND-2)205,41,995
      995 CONTINUE
      IF(NCLK=1)41,994,41
      994 CONTINUE
      205 DO 18 I=1,NMAX
      SET(I)=A(I).
      18 CCNTINUE
      GO TO 22
      41 DO 23 I=1,NMAX
      SET(I)=CURV(I)
      NCLK=2
      23 CCNTINUE
      22 CCNTINUE
      DC 17 I=1,K
      MM1=I+J-1
      INTES(I)=NTEST(MM1)
      MM2=I+J-1

```

```

DD(1)=DI(MM2)
MM3=I+j-1
DA(I)=SET(MM3)
17 CONTINUE
    CALL VALUS(INTES,DD,UA,K,INSUM,SUMD,VMEAN,CVAR)
C     TEST PARAMETERS OF COMBINATION
    IF(INSUM)24,993,24
993 CONTINUE
    IF(NCLCK-1)992,992,47
992 CONTINUE
    CVMAX=CMAXA
    GO TO 48
47 CVMAX=CMAXC
48 IF(CVAR-CVMAX)991+991*24
991 CONTINUE
    NK2=j+k-1
    DO 60 I=j,NK2
        IF(SUMD-DIST(I))16,889,60
889 CONTINUE
    IF(CVAR-ACVAR(I))888,16,16
888 CONTINUE
60 CONTINUE
C     ALLOCATE NEW VALUES
    NK3=j+k-1
    DO 42 I=j,NK3
        NSEG(I)=INSEG
        NUMP(I)=K
        DIST(I)=SUMD
        ACVAR(I)=CVAR
        IF(NRUND-2)206,28,887
887 CONTINUE
    IF(NCLCK-1)886+886,28
886 CONTINUE
206 AMEAN(I)=VMEAN
    CMEAN(I)=0.0
    GO TO 42
28 CMEAN(I)=VMEAN
    AMEAN(I)=0.0
42 CONTINUE
    INSEG=INSEG+1
16 CONTINUE
24 IF(NRUND-2)15,15,885
885 CONTINUE
    IF(NCLCK-1)15,884,15
884 CONTINUE
    NCLCK=2
    GO TO 40
43 CONTINUE
15 CONTINUE

```

```

C      TEST T0 SEE IF SEGMENTS CUT SHORT
DO 70 J=1,NMAX
IF(J-1)883,80,883
883 CONTINUE
IF(NSEG(J)-NSEG(J-1))882,70,882
882 CONTINUE
80 CONTINUE
IF(NTEST(J)=1)881,70,881
881 CONTINUE
LK1=J+NUMP(J)-1
IF(NSEG(J)-NSEG(LK1))779,81,779
779 CONTINUE
NN=1
72 LK2=J+NUMP(J)-1-NN
IF(NSEG(J)-NSEG(LK2))778,71,778
778 CONTINUE
NN=NN+1
GO TO 72
71 KK=NUMP(J)-NN
NK4=J+KK-1
DO 73 I=J,NK4
NTEST(I)=0
A_MEAN(I)=0.0
C_MEAN(I)=0.0
DIST(I)=0.0
ACVAR(I)=1000.
73 CONTINUE
GO TO 70
81 NK5=J+NUMP(J)-1
DO 82 I=J,NK5
NTEST(I)=1
82 CONTINUE
70 CONTINUE
C      TEST IF ALL POINTS ALLOCATED
NTSUM=0
DO 32 I=1,NMAX
NTSUM=NTSUM+NTEST(I)
32 CONTINUE
IF(NTSUM-NMAX)21,777,777
777 CONTINUE
C      RENUMBER UNITS
NADD=1
DO 62 J=2,NMAX
IF(NSEG(J)-NSEG(J-1))63,776,63
776 CONTINUE
NSEG(J-1)=NADD
GO TO 62
63 NSEG(J-1)=NADD
NADD=NADD+1
62 CONTINUE

```

```

NSEG(NMAX)=NADD
PRINT RESULTS
WRITE(5,104)IPX
104 FORMAT(1H1,8H PROFILE,15//)
IF(NRUND-2)207,208,209
207 WRITE(5,106)
106 FORMAT(26H BEST RECTILINEAR SEGMENTS//)
WRITE(5,105)CMAXA
105 FORMAT(34H MAXIMUM COEFFICIENT OF VARIATION=,F4.1//)

GO TO 210
208 WRITE(5,107)
107 FORMAT(21H BEST CURVED ELEMENTS//)
WRITE(5,110)CMAXC
110 FORMAT(34H MAXIMUM COEFFICIENT OF VARIATION=,F4.1//)
GC TO 210
209 WRITE(5,108)
108 FORMAT(17H BEST SLOPE UNITS//)
WRITE(5,111)CMAXA,CMAXC
111 FORMAT(44H MAXIMUM COEFFICIENT OF VARIATION,
           X SEGMENTS=,F4.1,15HELEMENTS=,F4.1//)

210 CONTINUE
WRITE(5,109)
109 FORMAT(80H      N      DI      A      C      UNIT
          XNUMP    DIST ANGLE   CURV   CVAR//)
      DD 46 I=1,NMAX
      WRITE(5,214)N(I),DI(I),A(I),CURV(I),NSEG(I),NUMP(I)
      X.DIST(I),AMEAN(I)-CMFAN(I),ACVAR(I)
214 FORMAT(16,3F8.2,2I8,4F8.2)
46 CONTINUE
IF(NRUND-2)202,203,775
775 CONTINUE
GC TO 10
11 STOP
END

```

المراجع

أولاً : المراجع العربية :

- ١ - سعيد عبد الرحمن هيكل ، ١٩٨٥ : حوض وادى غوبية الصحراء الشرقية ، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ٢٧٣ ص .
- ٢ - صابر أمين دسوقى ، ١٩٨٧ : دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح في مصر ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .
- ٣ - طه محمد جاد ، ١٩٧٤ : متخفض الداخلة - الصحراء الغربية ، دراسة جمروفلوجية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .
- ٤ - عزة أحمد عبد الله ، ١٩٨٩ : جيومورفولوجية المنطقة بين القاهرة - السويس ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، ٤٩٧ ص .
- ٥ - فتحى عبد العزيز أبو راضى ، ١٩٨٣ : الأساليب الكمية في الجغرافيا ، دار المعرفة الجامعية ، الأسكندرية ، ٥١٥ ص .

- ٦ - منى عبد الرحمن الكيالى ، ١٩٧٩ : منخفض البحريه - الصحراوة الغربية ، دراسة جيمورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة المنيا .

٧ - محمد رمضان مصطفى ، ١٩٨٧ : حوض وادى فيران - دراسة جيمورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

٨ - محمود محمد عاشور ، ١٩٧٩ : الجزء الأوسط من جبل نفوسه وسهل الجيفارا ، دراسة جيمورفولوجية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

٩ - محمود محمد عاشور ، ١٩٨٦ : طرق التحليل المورفوفرى لشبكات التصريف المائي ، حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، العدد التاسع ، ص ص ٤٥٩ - ٤٨٨ .

١٠ - نبيل إمبابى : ١٩٧٠ : طرق دراسة سفوح التلال ، حوليات كلية الآداب ، جامعة عين شمس ، المجلد ٢٣ ، ص ص ١٢٣ - ١٠١ .

١١ - نبيل إمبابى ، ١٩٧٢ : أشكال السفوح ، مجلة الجمعية الجغرافية العربية ، المجلد الخامس ، ص ص ٧٤ - ٩٥ .

- ١٢ - نبيل إمبابي ومحمود عاشور ، ١٩٨٣ : الكتبان الرملية في شبه جزيرة قطر ، الجزء الأول ، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر ، الدوحة ، ٢٤٤ ص .
- ١٣ - نبيل يوسف عبده منباري ، ١٩٨٤ : منخفض وادي النطرون - الصحراء الغربية ، دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب - جامعة عين شمس ، ٢٧٣ ص .
- ١٤ - نبيل يوسف عبده منباري ، ١٩٩١ : بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على السهل الساحلي للبحر الأحمر إلى الجنوب من خليج السويس ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب - جامعة عين شمس ، ٤٦٤ ص .
- ١٥ - ناصر عبد الله الصالح ومحمد محمود السريانى ، ١٩٧٩ : الجغرافية الكمية والإحصائية - أسس وتطبيقات ، مكة المكرمة - السعودية ، ٢٣٩ ص .
- ١٦ - يحيى عيسى فرحان ، ١٩٨٠ : التطبيق الهندسي في الخرائط الجيومورفولوجية ، نشرة البحوث الجغرافية ، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ١٣ ، ٧٣ ص .
- ١٧ - يحيى عيسى فرحان ، بدون تاريخ : مورفولوجية المنحدرات في مناطق مختارة من وسط الأردن ، دائرة علوم الأرض والبيئة ، ١٣١ ص .

ثانياً : المراجع غير العربية :

- 1 - Abdel-Rahman, M.A., et al., 1980 - 81, Some geomorphological aspects of Siwa depression, the Western desert, Egypt, Bull. Soc. Géor. d'Egypte, v. 53 & 54, PP. 17 - 41.
- 2 - Cooke, R.V. and Doornkamp, J.C., 1977, Geomorphology in environmental management : An introduction, Oxford, London, 423 P.
- 3 - Dowidar, H. M., 1982, Utilization of space images and Aerialphotographs in the lineation of some Geomorphic and Structural aspects on the South Western Desert, Egypt, A thesis Submitted in partial fulfilment of the requirements of the degree of Master of Science in Geology. Fac. Sci., Ain Shams Univ.
- 4 - Embabi, N. S., 1976 - 1977 , Slope Form of Barchans Dunes at thekharga and Dakhla Depressions, The Western Desert, Egypt, Bull. Soc. Géog. d'Egypte, V. 49 - 50 , PP. 31 - 38.
- 5 - Embabi, N. S., 1982, Barchans of the Kharga Depression, Chapter 11 : Desert Landforms of Southwest Egypt, Abasis for comparison with Mars (F. El-Baz and T. A. Maxwell , editors) N A S A , PP. 141 - 156.

- 6 - Finlayson, B. and Statham, J., 1981, Hillslope analysis, London, 230 P.
- 7 - Gregory, K. J. and Brown, E. 1966, Data processing and the study of landform, Zeit, Für. Geomorph. V. 10, PP. 237 - 263.
- 8 - Selby, M. J. 1985 : Earth's changing surface : An Introduction to Gromorphology. Oxford University, New York, 597 P.
- 9 - Small, r. J., 1980 : The study of landforms : A textbook, of Geomorphology, Second edition, Cambridge University, London, 502 P.
- 10 - Savigear, R. A. G., 1960 : Slopes and hills in west Africa, Zeit Fur. Geomorph., V. 1 , PP. 156 - 171.
- 11 - Waters, R. S., 1958 : Morphological Mapping, Geography, V. 33 , PP. 10 - 17 .
- 12 - Young, A., 1961 : Characteristic and limiting slope angles, Ziet Fut, Geomorph., V. 5, PP. 126 - 131 .
- 13 - Young, A., 1964 : Slope profile analysis, Zeit Fur Geomorph., V. 7 , PP. 17 - 27 .
- 14 - Young, A., 1971 a : Slope profile anlaysis : The system of best units., inst., Br. Geogr. Spec. Pubn, V. 3 , PP. 1 - 13 .
- 15 - Young, A., 1972 : Slopes, Oliver and Boyd, Edinburgh, 288 P.