طرق دراسة المنحدرات في الأراضي الجافة وشبه الجافة

أ.د/ صابر أمين دسوقي
أستاذ الجيومورفولوجيا- كلية الآداب بجامعة بنها

طرق دراسة المنحدرات في الأراضي الجافة وشبه الجافة

أستاذ الجيومورفولوجيا
كلية الآداب بجامعة بنها

المنحدرات هي تلك السطوح المنحدرة عن المستوى الأفقي ، وتشكل غالبية أشكال سطح الأرض ، ولذلك فإنها تمثل جوهر ولب الدراسة الجيومورفولوجية ، ولذلك فان دراسة المنحدرات في منطقة ما تعطيها شخصيتها الجيومورفولوجية المميزة وتشير الى الظروف المناخية والتغيرات الجيومورفولوجية التي طرأت عليها في الماضي والحاضر . ويتفق هذا مع ما ذكره (Small , 1980 , p.183) في أن نشأة وشكل والمنحدرات يمثل جوهر دراسة أشكال سطح الأرض . ورغم تعدد الدراسات التي تناولت دراسة المنحدرات الا أن الكثير منها قد إعتمد على إستنتاجات نظرية ومشاهدات حقلية أكثر مما أعتمدت على القياسات الحقلية الفعلية مما ترتب عليه ظهور العديد الآراء المتباينة أحياناً و المتعارضة أحياناً أخرى . ولعل إستخدام الوسائل الكمية في دراسة المنحدرات يضع حداً لمثل هذه الآراء (صابر أمين،١٩٩٣-١٩٩٤، ص٩٣).

ويهدف هذا البحث الى التعرف على مصادر البيانات المتعلقة بالمنحدرات ، وطرق دراستها وتحليلها ، ولذلك سيتناول هذا البحث الموضوعات التالية :

أولاً : مصادر بيانات المنحدرات

ويمكن الحصول على بيانات المنحدرات من المصادر التالية :

١-الخرائط الكنتورية :

تعد الخرائط الكنتورية مقياس ١ : ١٠٠٠٠ و ١ : ٢٥٠٠٠ من أفضل الخرائط التي يمكن الإعتماد عليها في الحصول على بيانات المنحدرات حيث أنها تجمع بين الصورة العامة والبيانات التفصيلية ويعيب هذه الخرائط أن قطاعات المنحدرات التي يتم رسمها منها تكون مشوهه بسبب المبالغة الرأسية ، وبالتالي تكون النتائج المبنية عليها غير دقيقة ، كما أن هناك أجزاء كثيرة من المناطق الجافة وشبه الجافة لا يتوافر لها خرائط كنتورية بالمقياس المذكور .

٢- الصور الجوية:

تعد الصور الجوية أكثر دقة من الخرائط الكنتورية ، إلا أنه قد يكون من الصعب التعرف على الظاهرات الدقيقة وهشيم المنحدرات من تحليل الصور الجوية ، كما أن الرؤية المجسمة وإيجاد الإرتفاعات بدقة لحساب الإنحدرات من الصور الجوية يكون مشكلة أمام العديد من الباحثين .

ويجب عدم الإعتماد على كل من الخرائط الكنتورية والصور الجوية بشكل أساسي في الحصول على بيانات المنحدرات إلا في حالة إستحالة الوصول إالى منطقة الدراسة أو وجود صعوبات تعرض الباحث للخطر . وبالرغم من ذلك يجب الإعتماد عليها في التخطيط للدراسة الميدانية، ويتفق هذا مع ما ذكره (Finlaysom &stalham ,1981 ,p.47) .

٣- الدراسة الميدانية :

تعد الدراسة الميدانية من اهم مصادر الحصول على بيانات المنحدرات حيث يتم القياس بصورة مباشرة في الميدان حيث يقوم الباحث بقياس قطاعات المنحدرات ، وعمل خريطة مورفولوجية لمنحدرات منطقة الدراسة أو جزء منها .

٤- نماذج الاتفاعات الرقمية :

يمكن الاعتماد علي نماذج الاتفاعات الرقمية (DEM) كمصدر لرسم القطاعات باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية وذلك في المناطق شديدة الوعورة أو المناطق التي يصعب الوصول إليها ، كما انه يمكن الحصول عليها مجاناً عن طريق تحميلها من شبكة الانترنت .

ومن أشهر أنواع نماذج الارتفاعات الرقمية المتاحة مجاناً:

١- نموذج SRTM3 ويتميز بدقة مكانية Spatial Resolution ١ ثانية (٣٠ م) ويمكن تحميله مجاناً من الموقع http://srtm.usgs.gov .

٢- نموذج ASTER ويتميز بدقة مكانية Spatial Resolution ٣ ثانية (٩٠ م) ويمكن تحميله مجاناً من الموقع http://edcimswww.cr.usgs.gov/ .

ويعد برنامج Global Mapper من أشهر وأسهل البرامج للتعامل مع نماذج الارتفاعات الرقمية بصفة عامة ورسم القطاعات بصفة خاصة ، حيث يمكن الاعتماد عليه

في رسم القطاعات من خلال الخطوات التالية :

١- ادخال لوحات نموذج الارتفاعات الرقمي التي تضم منطقة الدراسة للبرنامج

و اقتطاع حدود منطقة الدراسة سواء كان عن طريق التحديد الفلكي للمنطقة أو عن طريق رسم حدودها الخارجية ، وذلك لسهولة التعامل مع النموذج والبرنامج أثناء رسم القطاعات .

٢- رسم القطاعات وذلك من خلال اختيار أداة 3D Path Profile ورسم خط يمر بالمنطقة المراد عمل قطاع عليها .

٣- عند الانتهاء من رسم القطاع تظهر نافذة تحتوي القطاع المرسوم واحداثيات بداية ونهاية القطاع .

٤- يتم حفظ ملف القطاع من خلال اختيار حفظ ملف نصي يشمل الاحداثيات والمسافة والميل " Save CSV File (W XYZ Distance and Slope Values " ، أو اختيار Save XYZ ، وذلك من قائمة File .

٥-يمكن بعد ذلك إعادة رسم القطاع من خلال الملف الذي تم حفظه مسبقاً باستخدام برنامج Auto Cad Map واضافة التكوينات الجيولوجية علي القطاع والتي يمكن معرفتها من خلال تحديد موقع القطاع علي الخريطة الجيولوجية .

ثانياً : أسس قياس قطاعات المنحدرات في الميدان

يمكن تلخيص أسس قياسات قطاعات المنحدرات في الميدان فيما يلي :

١-تحديد مواقع قطاعات المنحدرات بحيث تكون موزعة على كل منطقة الدراسة ، و أن تكون ممثلة لكل التكوينات الجيولوجية ، ولكل أشكال السطح ، وأن يكون من السهل الوصول الى مواقع القطاعات والقيام بقياسها .

٢- تحديد بداية ونهاية وإتجاه كل قطاع ، فبداية القطاع تبدأ من خط تقسيم المياه أو من نقطة التغير في الانحدارات التي تفصل بين السطح الأفقي والمنحدر ، وينتهي عند خط تصريف المياه ، او عند إلتقاء المنحدربسطح مستوي ، وفي حالة قياس قطاع عرضي للوادي ينتهي القياس عند خط تقسيم المياه على الجانب الآخر أما إتجاه القطاع فيكون في إتجاه الإنحدار الحقيقي أي أنه يسير مه أشد أجزاء السطح إنحداراً ، ولذلك فان خط القطاع لا يسير في خط مستقيم .

٣- قياس قطاعات المنحدرات ، وذلك بتقسيم كل قطاع الى وحدات إنحدارية ، وقياس مسافاتها الأرضية وزوايا إنحدارها باستخدام بعض الأجهزة والأدوات [1]. ولما كانت المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة تتميز بوجود نقط تغير واضحة تفصل بين الطبقات الصخرية المتباينة في الأجزاء العليا من المنحدرات ، ووجود إنحدارات تدريجية على الأجزاء الدنيا من المنحدرات حيث تتراكم المفتتات الصخرية ، ولذلك يتم القياس بين نقطة التغير في الإنحدار على الأجزاء العليا من المنحدرات ، وعلى طول مسافات أرضية متساوية على الأجزاء الدينا من القطاعات . وقد إستخدمت هذه الطريقة في قياس المنحدرات في مناطق متفرقة من الأراضي المصرية ، ومنها على سبيل المثال دراسة إمبابي (Embabi ,1967) في منخفض الخارجة، (طه جاد ، ١٩٧٤) في منخفض الداخلة ،(محمد رمضان، ١٩٨٧) في حوض وادي فيران ، (صابر أمين ، ١٩٨٧) في مناطق متفرقة من مصر.

٤-تسجيل البيانات التي تتعلق بالخصائص الجيولوجية، وخصائص الرواسب السطحية والإنهيالات الأرضية ، وطبيعة الجريان المائي ، والنبات الطبيعي على طول محل القطاع . وقد صمم جدول خاص لتسجيل هذه البيانات (جدول ١) .

---

[1] تقاس المسافات الأرضية بشريط تيل أو كتان وتقاس زوايا الانحدار بجهاز أبني ليفل Abney Level أو جهاز Clinometer أو جهاز المحطة المتكاملة Total Station ، وتحدد المسافات الأرضية بالشواخص أو شخص مساعد

جدول (١) نموذج لرصد المنحدرات أثناء الدراسة الميدانية

المنطقـــة: ..... اتجاه القياس: ..... نهاية القياس: .....

رقم القطاع: ..... بداية القياس: ..... تاريـخ المسـح: .....

الوحدة الإنحدارية	الطول (متر)	زاوية الإنحدار (درجة)	الصخور				الرواسب السطحية				مظاهر السطح	النبات الطبيعي	استخدامات السطح	العمليات السائدة	ملاحظات
			النوع اللون الصلابة	الميل	الفوالق والفواصل	الشروخ	النوع اللون	السمك	الحجم	الشكل					

ثالثا: طريقة عمل خريطة مورفولوجية للمنحدرات في الميدان .

الخريطة المورفولوجية للمنحدرات هي صورة طبق الأصل لأنواع المنحدرات في منطقة ما بمقياس رسم مناسب . ويمكن اعداد الخريطة بالاستعانة بالخرائط الكنتورية التفصيلية أو الصور الجوية وذلك باتباع الخطوات التالية :

١- رسم خطوط تمر بنقط التغير في الانحدار علي الخريطة الكنتورية أو الصور الجوية لمنطقة ما سواء كان هذا التغير حاداً أو هيناً علي أن ترسم الخطوط متصلة في حالة التغير الحاد في الانحدار ، ومتقطعة في حالة التغير الهين في الانحدار (Waters , 1958 , P. 12) ، (Cooke &Doornkamp , 1977, pp. 357– 363) ، (Fimlayson & Statham , 1981, P.135.

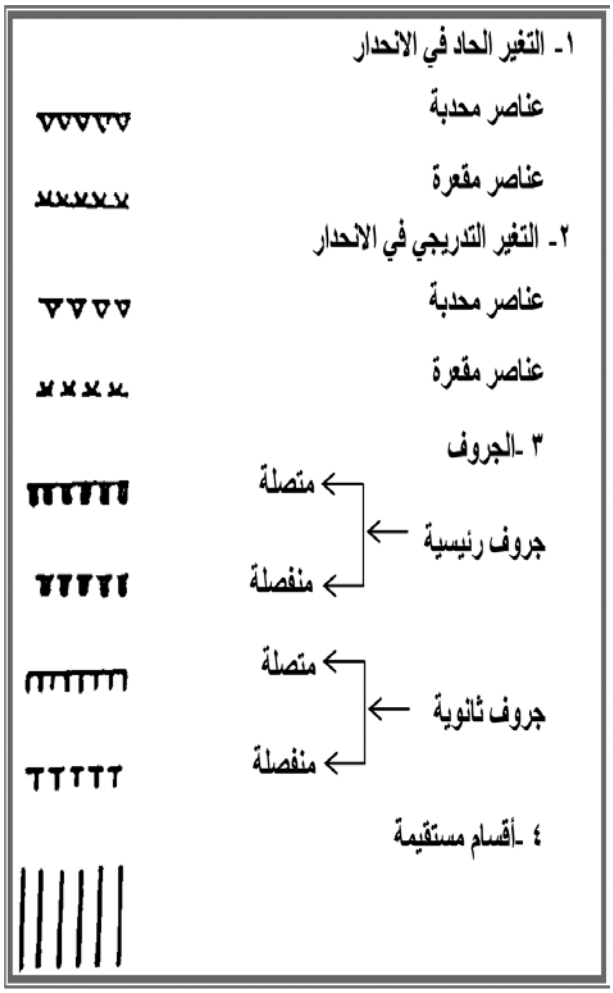
٢- وضع رموز المنحدرات في مواضعها المناسبة (شكل ١)

٣- تحديد أنواع المنحدرات ووضع الرمز الدال عليها كما يلي :

١- المنحدرات المقعرة ، ويرمز لها بالرمز (←+) .

٢- المنحدرات المحدبة ، ويرمز لها بالرمز (←*) .

٣- المنحدرات المسقيمة ، ويرمز لها بالرمز (———) .



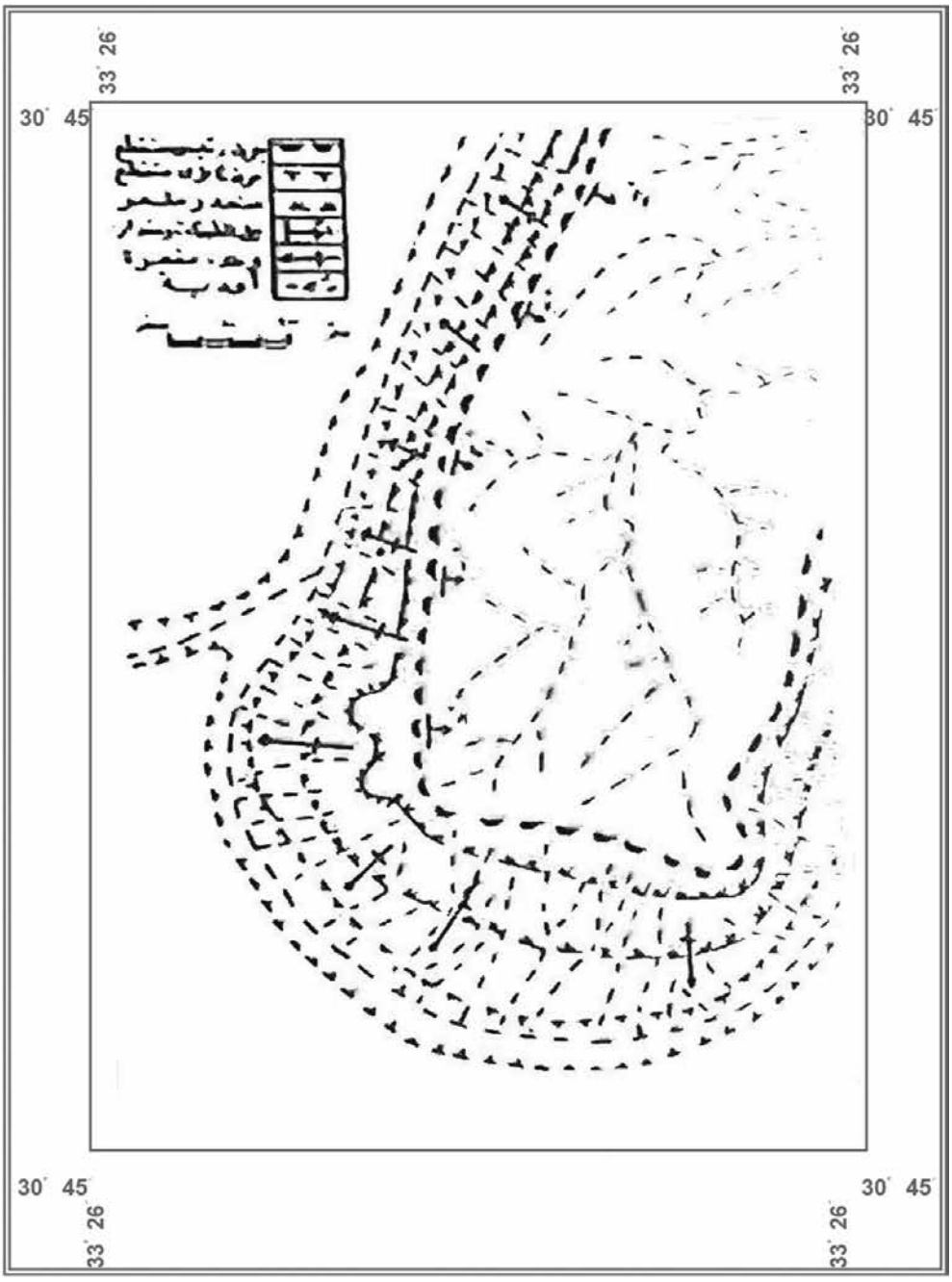
وقد اتبعت هذه الطريقة أثناء عمل الخريطة المورفولوجية لمنحدرات جبل منظور بمنطقة المغارة شمالي سيناء(شكل ٢) (صابر أمين ، ١٩٨٧) . وتفيد الخريطة المورفولوجية للمنحدرات في إنشاء خرائط أنماط الانحدار (Slope Categories Maps) ، وكذلك في التعرف علي الوحدات الانحدارية سواء كانت محدبة أو مقعرة أو مستقيمة ، وكذلك المساحات التي تشغلها هذه الوحدات .

رابعاً : التحليل الإحصائي للمنحدرات :

يهتم التحليل الإحصائي للمنحدرات بوصف المتغيرات المختلفة وصفاً رياضياً تحليلياً ، ودراسة العلاقات بين هذه المتغيرات للوصول إلي نتائج دقيقة ، ويمر التحليل الإحصائي للمنحدرات بالمراحل التالية :

١- مرحلة جدولة البيانات :

وتهدف هذه المرحلة إلي عرض البيانات في صورة سهلة ومنظمة دون إجراء أي نوع من أنواع المعالجة الإحصائية عليها .



٢- مرحلة الإحصاء الوصفي :

يمكن التعبير في هذه المرحلة عن قيم كل متغير بقيمة واحدة أو أكثر حتي يمكن وصف هذه القيم بدقة وسهولة (محمود عاشور ، ١٩٨٦ ، ص ٤٧١) . ومن الأساليب الإحصائية التي استخدمت في دراسة المنحدرات المتوسط الحسابي ، والانحراف المعياري ، ومعامل الاختلاف .

٣- مرحلة العلاقات الثنائية بين المتغيرات المختلفة :

يستخدم في هذه المرحلة اسلوبين من الأساليب الإحصائية هما : معامل الارتباط ، وخط الانحدار مثل دراسة العلاقة بين ميل الطبقات وزوايا الانحدار علي منحدرات الكويستا وظهور الخنازير ، وكذلك دراسة العلاقة بين العناصر المحدبة والعناصر المقعرة علي أيشكل من أشكال سطح الأرض .

خامساً : تحليل زوايا الانحدار [١] :

زوايا الإنحدار هي تلك الزوايا المقسية من الطبيعة لي طول خطوط قطاعات المنحدرات ، ويمكن تحليلها من عدة جوانب هي :

١- التوزيع التكراري لزوايا انحدار أطوال القطاعات .

٢- الزوايا المميزة .

٣- الزوايا الحدية .

٤- العلاقات بين زوايا الانحدار وميل الطبقات علي أشكال السطح المكونة من الصخور الرسوبية .

٥- احتمالية إنتقال زوايا الانحدار في اتجاه أسفل المنحدرات .

سادساً : تحليل معدلات تقوس المنحدرات :

يهدف تحليل معدلات تقوس المنحدرات إلي التعرف علي أشكالها سواء كانت عناصر محدبة أم عناصر مقعرة أم أقسام مستقيمة . ولما كان الموضوع يتعلق بمنحدرات المناطق الجافة وشبه الجافة فإن الطريقة التي اقترحها عبد الرحمن وأخرون (Abdel El-Rahman, et al. ,1981, 1980) في دراستهم لمخفض سيوة تكون أفضل من الطريقة التي استخدمها (Young ,1978) والتي طبقها علي المناطق المعتدلة التي تختلف كثيراً في خصائصها الجيولوجية والمناخية [٢] .

يمكن باستخدام طريقة عبد الرحمن وأخرون حساب ثلاثة أنواع لتقوس المنحدرات هي [٣] :

١- التقوس عند نقطة .

٢- تقوس القطاع .

٣- تقوس عدة قطاعات (المنطقة) .

سابعاً : استقرارية المنحدرات

تتأثر المنحدرات بقوتين هما : القوة المحفزة علي الحركة Driving Force التي تحرك المواد في اتجاه اسفل المنحدر، والقوة المقاومة Resisting Force التي تعارض القوة المحفزة لحدوث حركة المواد علي المنحدرات . ولما كانت سطوح المنحدرات عادة ما تكون متأثرة بالفواصل والشقوق، فإنها تتأثر تتأثر بالقوة المحفزة علي الحركة (الجاذبية الأرضية) من ناحية ، والقوة المقاومة لها (قوة التماسك) من ناحية أخري . وبمرور الوقت يزداد اتساع الفواصل والشقوق وبالتالي تتغلب القوة المحفزة علي الحركة علي القوة المقاومة لها ، وتنفصل الكتل الصخرية علي سطوح المنحدرات وتبدأ في الحركة تحت تأثير القوة المحفزة علي الحركة والتي تقاومها قوي الاحتكاك وهي قوي مماسية تعاكس اتجاه حركة تلك الكتل ، وعندما تتغلب القوة المحفزة للحركة علي قوة الاحتكاك المقاومة لها تستمر حركة الكتل الصخرية علي المنحدرات . ويوضح الجدول (٢) درجة الاحتكاك لبعض أنواع الصخور .

---

[١] لمعرفة المزيد عن عن تحليل زوايا الانحدار يراجع (صابر أمين ، ١٩٩٣-١٩٩٤ ، ص ص١١٧ - ١٢٧).

[٢] لمعرفة أوجه القصور في طريقة ينج لحساب تقوس المنحدرات يراجع (صابر أمين ، ١٩٩٣-١٩٩٤ ، ص ص ١٣٢ - ١٣٣) .

[٣] لمعرفة كيفية حساب تقوس المنحدرات باستخدام طريقة عبد الرحمن واخرون يراجع (صابر أمين ، ١٩٩٣-١٩٩٤ ، ص ص ١٣٣ - ١٣٦) .

جدول (٢) درجة الإحتكاك لبعض أنواع الصخور

الصخور	حجر رملي	مارل + حجر جيري	طين صفائحي	ديورايت	طين صفائحي + مارل + حجر جيري	رواسب فيضية	حصى	حصى + سليت	حصى + طين	رمل جيد الاستدارة	رمل رديئ الاستدارة	رمل + سليت	رمل + طين	خليط من الرمل والطين والسليت
درجة الإحتكاك	٢٠	٢٤	١٩	٣٣	٢١	٢٥	٣٨	٣٤	٣١	٣٨	٣٧	٣٤	٣١	٣٣

المصدر: بتصرف عن: (Shimelise, A., 2009, p24)

ويمكن حساب حساب معامل الاستقرار أو الأمان Safety Factor **من خلال المعادلة التالية :**

$$\text{معامل الاستقرار أو الأمان} = \frac{\text{ظل زاوية درجة الاحتكاك}}{\text{ظل زاوية متوسط انحدار المنحدر}}$$

Yingbin, Z., et al. , 2012 , P. 21

وإذا كان ناتج المعادلة أقل من (١) يكون المنحدر غير مستقر ، وإذا تراوح الناتج بين
(١ و ١,٢٥) يكون المنحدر شبه مستقر ، وإذا تراوح الناتج بين (١,٢٥ و ١,٥) يكون المنحدر اقرب إلي الاستقرار ، اما إذا زاد الناتج عن (١,٥) يكون المنحدر مستقر .

المراجع :

١- صابر أمين دسوقي ، ١٩٨٧ ، دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح في مصر ، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

٢- _____ ، ١٩٩٣ - ١٩٩٤، طرق دراسة المنحدرات وأهميتها التطبيقية ، مجلة كلية الآداب ، جامعة الزقازيق - فرع بنها ، العدد الثالث .

٣- طه محمد جاد ، ١٩٧٤ ، منخفض الداخلة - الصحراء الشرقية ، دراس جمرفلوجية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

٤- محمد رمضان مصطفي ، ١٩٨٧ ، حوض وادي فيران- دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

٥- محمود محمد عاشور ، ١٩٨٦ ، طرق التحليل المورفومتري بشبكات التصريف المائي ، حولية كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية ، جامعة قطر ، العدد التاسع.

6- Abdel-Rahman , M. A. , et al. ,1980-1981 , Some Geomorphological Aspects of Siwa Depresion , the Western Desert , Egypt , Bull. Soc. Geor. d Egypt . V. 53 & 54 .

7- Cooke, R.U. and Doornkamp, J.C., 1977 Geomorphology in Environmental Management : An Introduction , Oxford , London .

8- Finlayson , B. and Statham , J. , 1981 , Hillslpe Analysis , London .

9- Small , R.J. , 1980 , The Study of Landforms : A Textbook of Geomorphology, Second Edition, Cambridge, University, London .

10- Shimelies , A. , 2009 , Slopes Stability Analysis Using GIS and Numerical Modeling Techniques Master Study of Physical Land Resources, Vrije University , Brussel .

11- Waters , R. S. , 1958 , Morphological Mapping Geography, V. 33.

12- Young , A. , 1972 , Slopes , Oliver & Boyd , Edinlurgh .

13- Yingbin , Z. , et al. , 2012 , Numerical Simulation of Seismic Slope Stapility Analysis Based on Tension – Shear Failure Mechanism Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGS-SEA , V. 43.