مجلة كلية الآداب

مجلة دورية علمية محكمة

نصف ســنوية

العدد التاسع والأربعون
أبريل ٢٠١٨

مجلة كلية الآداب.. مج ١، ع ١ (أكتوبر ١٩٩١م) .
بنها : كلية الآداب . جامعة بنها، ١٩٩١م
مج؛ ٢٤ سم.
مرتان سنويا (١٩٩١) وأربعة مرات سنويا (أكتوبر ٢٠١١) ومرتان سنويا (٢٠١٧)

١ . العلوم الاجتماعية . دوريات . ٢. العلوم الإنسانية . دوريات.

مجلة كلية الآداب جامعة بنها
مجلة دورية محكمة
العدد التاسع والأربعون
الشهر : أبريل ٢٠١٨
عميد الكلية ورئيس التحرير : أ.د/ عبير فتح الله الرباط
نائب رئيس التحرير : أ.د/ عربى عبدالعزيز الطوخى
الإشراف العام : أ.د/ عبدالقادر البحراوى
المدير التنفيذى : د/ أيمن القرنفيلى
مديرا التحرير : د/ عادل نبيل الشحات
: د/ محسن عابد محمد السعدنى
سكرتير التحرير : أ/ إسماعيل عبد اللاه
رقم الإيداع ٦٣٦١ : ٦٣٦٣ لسنة ١٩٩١
ISSN: 1687-2525

المجلة مكشفة من خلال اتحاد المكتبات الجامعية المصرية
ومكشفة ومتاحة على قواعد بيانات دار المنظومة على الرابط:
http://www.mandumah.com
ومكشفة ومتاحة على بنك المعرفة على الرابط:
http://jfab.journals.ekb.eg

هيئة تحرير المجلة

أ.د/عبير فتح الله الرباط	عميد الكلية ورئيس مجلس الإدارة ورئيس التحرير
أ.د/عربى عبدالعزيز الطوخى	نائب رئيس التحرير
أ.د/عبدالقادر البحراوى	الإشراف العام
د/أيمن القرنفيلى	المدير التنفيذى
د/عادل نبيل	مدير تحرير المجلة
د/محسن عابد السعدنى	مدير تحرير المجلة
أ/إسماعيل عبد اللاه	سكرتير التحرير

دور النشاط التكتونى فى تشكيل الأودية
فى منطقة جبل كاترينا
بتطبيق المؤشرات الجيومورفولوجية

د/ عواد حامد محمد موسى
أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد
كلية الآداب - جامعة المنوفية

مقدمة :-

تهتم الجيومورفولوجيا البنيوية بدراسة نظام الصخور وما يرتبط بها من توزيع الانكسارات والألتواءات ودراسة خصائصها وما يعكسه من أشكال سطح فى أى منطقة،وقد لعبت هذه العمليات التكتونية دوراً اساسياً ومحورياً فى نشأة كافة الأشكال البنيوية فهى المسئول الأول عن تكوين السلاسل الجبلية وما منطقة جبل كاترينا الإ جزءً من هذه السلاسل الجبلية التكتونية النشأة،وأن نظام المجارى المائية فى المناطق النشطة تكتونياً حساس جداً لعمليات النشاط التكتونى،حيث تساهم الصدوع فى تحديد مجارى الأودية فى المنطقة،وتعمل على تهيئة المجال لتفعيل دور عوامل وعمليات التعرية فى ممارسة نشاطها على طول خطوط الضعف البنيوى.

ونظراً لظهور الأدوات الجيومورفولوجية الجديدة والمتطورة والتى ساعدت فى الحصول على معدلات نسب التعرية والنحت .(Keller and Pinter,n,2002) وتعتبر المؤشرات الجيومورفولوجية من الأدوات المفيدة فى تقييم النشاط التكتونى لأى منطقة على سطح الأرض،وقد تم استخدام هذه المؤشرات الجيومورفولوجية فى الفترة الأخيرة كأدوات استطلاعية للكشف عن العمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بالعمليات التكتونية النشطة التى تقوم بدورها كعامل اساسى فى ارتفاع وانخفاض البنيات المكونة للجبال، وترجع أهمية هذه الأداة إلى سببين:-

الأول:معرفة شكل الأرض الناتج عن العمليات التكتونية النشطة، **والثانى:** استخدام هذا الشكل على نحو واسع كأداة استشكاف لتمييز النطاقات التى تشوهت بفعل العمليات التكتونية النشطة (Chen et al,2003).

وتعتبر منطقة جبل كاترينا منطقة تقسيم مياه مهمة،حيث ينبع منها أكبر ثلاثة أودية فى جنوب سيناء وهم:. حوض وادى فيران ممثلاً فى روافده العليا خاصة وادى الشيخ، والذى يصب فى خليج السويس،وحوض وادى دهب ممثلاً فى روافده العليا

لوادى نصب والذى يصب فى خليج العقبة،وحوض وادى ميعر ممثلاً فى منابعه العليا فى وادى سق والذى يصب فى سهل القاع،وقد أثرت البنية الصدعية الطولية وشكل كتلة جبل كاترينا على شكل وامتداد معظم الأودية فى المنطقة وأن كانت واضحة بشكل ملفت للنظر فى حوض وادى أسباعية و الأربعين، فقد أدت النشأة الصدعية لهذه الأودية على تحديد المجارى وتعميقها على حساب مساحتها الحوضية.

أولاً: الهدف من البحث :-

يهدف البحث الحالى إلى التعرف على الآتى:-

١-تحديد أحواض التصريف فى منطقة الدراسة.

٢-حساب المعايير والمؤشرات الجيومورفولوجية فى هذه الأحواض لتحديد المناطق التى تتأثر بالعمليات التكتونية.

٣-تقييم النشاط التكتونى النسبى الذى تتعرض له البنيات الصخرية المختلفة.

٤-رسم خريطة توضح تصنيف الأحواض تكتونياً حسب هذه المؤشرات الجيومورفولوجية.

ولتحقيق الأهداف السابقة من الدراسة كان لازماً علينا القيام بحساب المؤشرات الجيومورفولوجية،رياضياً حيث توجد معادلة لكل مؤشر ،ولمعالجة ووصف كل المؤشرات الجيومورفولوجية،لابد من وجود بعض الخرائط والصور الفضائية لحسابها، وفى معظم الدراسات يمكن حسابها من النموذج الرقمى للخرائط (DEM) لعمل شبكة التصريف فى الأحواض،ومن هنا فقد تم الاعتماد على عدة مصادر وثائقية ممثلة فى الخرائط المتوفرة والصور الفضائية لاستخراج البيانات المطلوبة لحساب هذه المعايير والمؤشرات الجيومورفولوجية وهى :-

١- الخرائط الجيولوجية:-

- خريطة جيولوجية لجنوب سيناء مقياس ١ : ٥٠٠.٠٠٠ ونشرتها الهيئة العامة للبترول ، كونوكو كورال ، ١٩٨٧.

- خريطة جيولوجية لجنوب سيناء مقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠وقد أعدها (الحناوى،١٩٩٤). ونشرتها المساحة الجيولوجية،١٩٩٤.

٢- الخرائط الطبوغرافية :-

- خرائط طبوغرافية مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ ، المساحة العسكرية المصرية ، ١٩٨٨. وعددها أربع لوحات (جبل أم علوى، جبل شيخ العرب، جبل كترينة، جبل أم شومر).
- خرائط طبوغرافية مقياس ١ : ٢٥.٠٠٠ ، المساحة العسكرية المصرية، ١٩٩٣، وعددها ست لوحات(جبل أم علوى،جبل كترينة، جبل الباب ، جبل شيخ العرب، جبل الخلا، جبل اللعدة).

٣- المرئيات الفضائية والخرلئط المصورة :-

- ثلاث مرئيات فضائية من نوع Land sat 2002 .
- خرائط سيناء المصورة مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠،المساحة العسكرية المصرية،١٩٦٨. لوحات (٩٤،٩٥،٩٦،١٠٠،١٠١،١٠٢).

٤- **البيانات المناخية** : فى الفترة من (٨٠-٢٠٠٤) الهئية العامة للأرصاد الجوية،بيانات غير منشورة.

ثانياً : موضوعات الدراسة :-

تتمثل موضوعات الدراسة فى الآتى :-

١- موقع ومساحة المنطقة.

٢- الخصائص الجيولوجية للمنطقة.

٣- الخصائص المناخية.

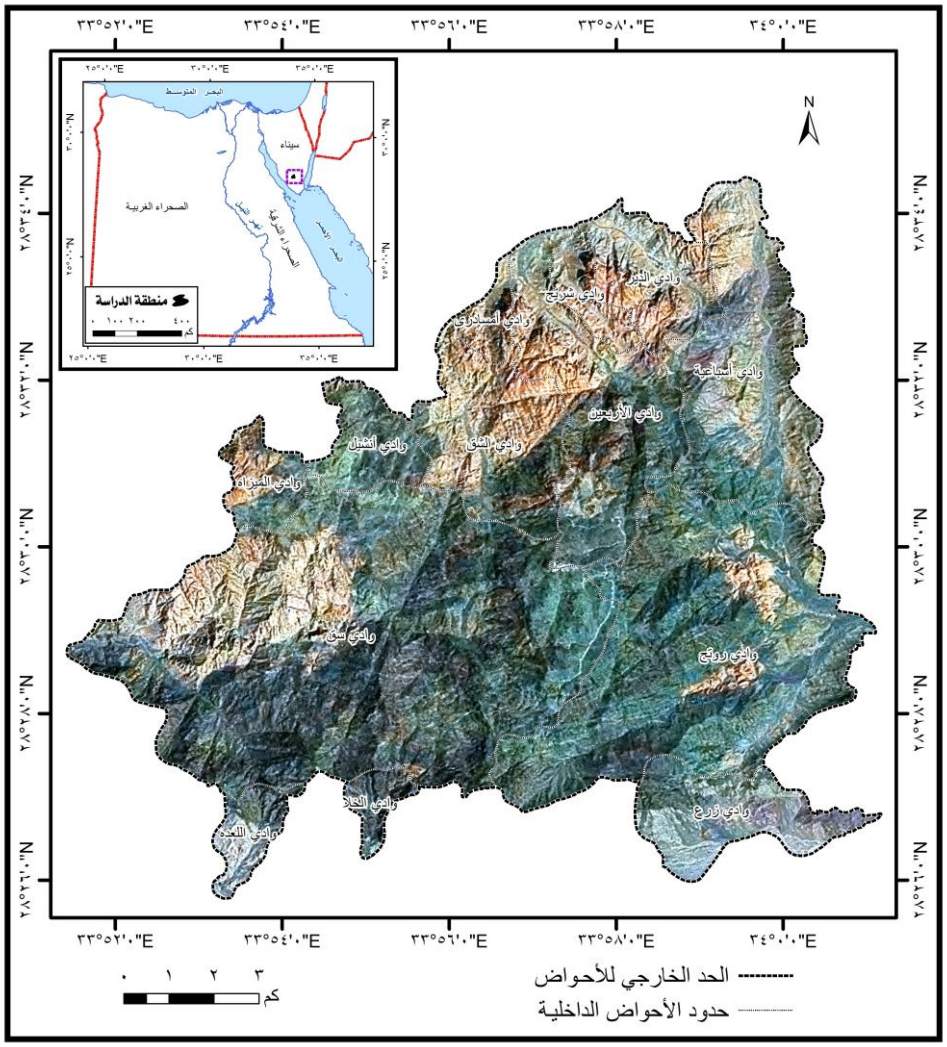
٤- أحواض التصريف بالمنطقة.

٥- التحليل المورفومترى للمؤشرات الجيومورفولوجية

ثالثاً : الموقع والمساحة والامتداد :-

تقع منطقة جبل كاترينا بجنوب شبه جزيرة سيناء خاصة الجزء الأوسط من الإقليم الجبلى المرتفع، وتمتد فلكياً بين دائرتى عرض ٤٢ً ٢٥َ ٢٨ْ و٥ً ٣٥َ ٢٨ْ شمالاً، وبين خطى طول ٩ ً ٥١ َ ٣٣ْ و ٤ ً ٢ َ ٣٤ْ شرقاً، وتبلغ مساحتها حوالى ١٨٩.٣ كيلو متراً مربعاً ، ويبلغ أقصى امتداد لها من الشمال إلى الجنوب حوالى ١٧ كيلو متراً، ومن الشرق إلى الغرب حوالى ١٩ كيلو متراً شكل(١).

وتتسم منطقة جبل كاترينا بوجود العديد من الكتل الجبلية والتى تمثل منابع أو منطقة تقسيم مياه لثلاثة أحواض تصريف رئيسية فى جنوب سيناء وهم: **الأول** حوض وادى فيران والذى يجرى من الشرق إلى الغرب ليصب فى خليج السويس وتشغل منابع هذا الحوض الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة ممثلة فى أودية: أسباعية، الدير، شريج، الأربعين، الشق، أمسادرى، أنشيل، الميزاه، وأم فيسوم، ووادى سدود، **والثانى** حوض وادى دهب والذى يصرف مياهه فى خليج العقبة، وتشغل منابع هذا الوادى الجزء الجنوبى والجنوبى الشرقى من المنطقة ممثلة فى أودية روتج، نصب، زرع، المغنيات، **والثالث:** حوض وادى ميعر والذى يصرف مياهه فى سهل القاع وتشغل منابع هذا الوادى الجزء الجنوبى والجنوبى الغربى من منطقة الدراسة ممثلة فى حوض فى حوض سق– جين، طيبة، الخريطة. كل هذه الأودية التى تمثل منابع هذه الأحواض الثلاثة الرئيسية تنبع من من الكتل الجبلية ممثلة فى جبل كاترينا (٢٦٣٧ متراً) وجبل زبير (٢٦٣٩ متراً) وجبل اللعدة (٢٤٥٥ متراً) وجبل أبوزوميل (٢٦١٤ متراً) وجبل الخلا (٢٥٥٥ متراً) وجبل الصفصافة (٢١٤٥ متراً) وجبل الدير (٢٠٨٤ متراً) وجبل نخلة (٢٠٦٤ متراً)،ومن هنا يتضح أن منطقة الدراسة تمثل أعلى منطقة فى مصر بصفة عامة،حيث يبلغ أقصى أرتفاع بها حوالى (٢٦٣٩ متراً) جبل زبير، وأدنى أرتفاع بها حوالى ٨٠٥ متراً وذلك فى قاع وادى ميعر وبالتالى تصبح التضاريس القصوى بها حوالى ١٨٣٤ متراً .



شكل (١) الموقع الجغرافى لمنطقة الدراسة

رابعاً : الخصائص الجيولوجية لمنطقة جبل كاترينا :-

تبين من دراسة الخريطة الجيولوجية لمنطقة جبل كاترينا أنها جزء من المثلث النارى فى جنوب سيناء والذى يتميز بسيادة الصخور النارية والبنية الخطية ممثلة فى الانكسارات ةهذه السمات لها دور أساسى فى تشكيل أحواض التصريف وتحديد

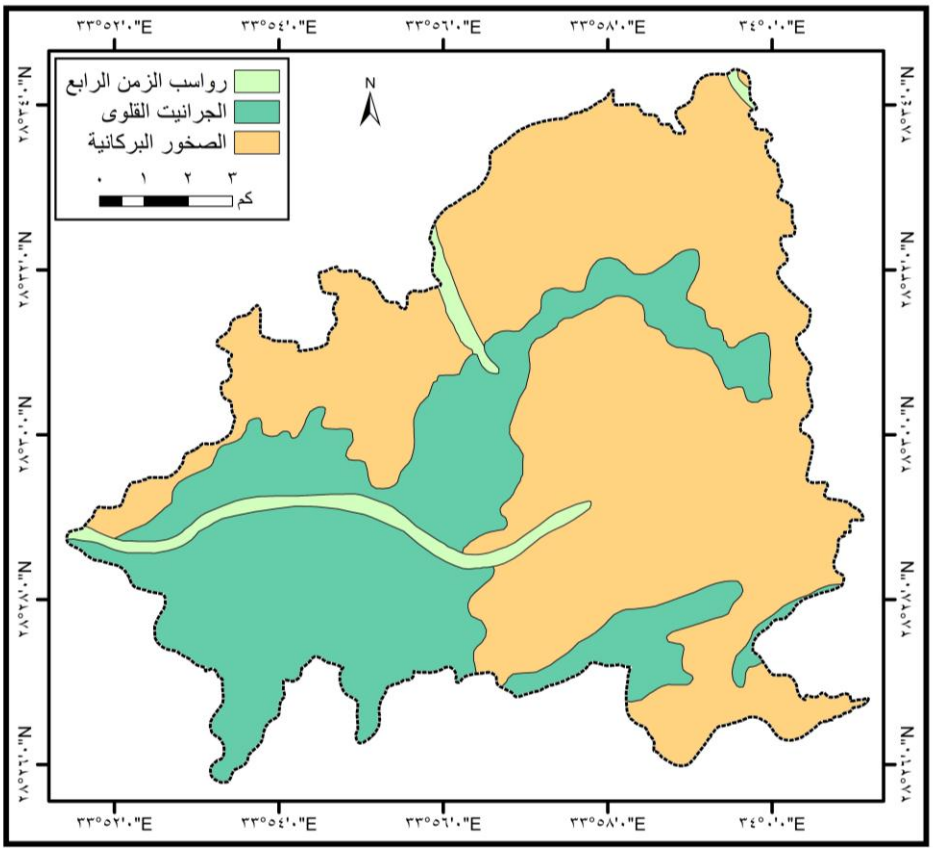
مجاريها ومن هن لابد من دراسة الخصائص الجيولوجية للمنطقة من خلال عنصرين فقط هما :-

١- التكوينات الجيولوجية.

٢- البنية الخطية (الانكسارات).

١-التكوينات الجيولوجية :-

تبين من خلال دراسة الشكل (٢) أن المنطقة تتكون من الصخور النارية والتى تنقسم بدورها إلى نوعين هما : الصخور البركانية والصخور الجوفية بالأضافة إلى مساحة صغيرة من الصخور الرسوبية ترجع إلى الزمن الرابع.



المصدر: الهيئة المصرية العامة للبترول ، ١٩٨٧ .

شكل (٢) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

أ- **صخور الزمن الأركى :-**

(أ-١) الصخور البركانية :-

تعد الصخور البركانية المتمثلة فى بركانيات روتج والبازلت القلوى والربوليت القلوى أكثر صخور ما قبل الكمبرى مساحة، فقد بلغت مساحتها ٩٤.١٥ كيلو متراً مربعاً بنسبة ٤٩.٧٩% من مساحة المنطقة، أما الصخور الجوفية والمتمثلة فى الجرانيت بأنواعه المختلفة فتشغل ٨٨.٥ كيلو متراً مربعاً بنسبة ٤٦.٨% من مساحة لمنطقة،وتشغل الرواسب السطحية مساحة صغيرة بلغت ٦.٦ كيلو متراً بنسبة ٣.٥% من مساحة المنطقة.

❖ الصخور المتحولة الحديثة:-

هى صخور متحولة ذات أصل بركانى وعرفها (Shimron.1980) بأسم بركانيات روتج نسبة إلى وادى روتج،وتشغل مساحة تقدر بحوالى ٢٦.٢ كيلو متراً مربعاً بنسبة ١٣.٨% من مساحة المنطقة،وتتكون من حطام وفتات بركانى مع وجود وحدات من اللابه الحامصية وهى عبارة عن كتلة ضخمة يصل سمكها حوالى ٢٠٠٠ متراً (Eyal and Hazkiyahu,1980) وتتسم هذه الصخور بأنها دقيقة الحبيبات ولها لون رمادى إلى رمادى مائل للحمرة،ويتركز وجودها فى شرق المنطقة وجنوبها.

❖ الجرانيت الكلس – قلوى :-

تعتبر مجموعة الجرانيت الكلس قلوى من الصخور التى تتكون بجانب التحام الصفائح التكتونية، وتضم مجموعة من الصخور ممثلة فى الكوارتز ديويت، الجرانود يوريت، الكوارتز مونزونيت تتركز صخور الكوارتز ديويت شمال منطقة الدراسة وفى المنحدرات الجنوبية لجبل نخلة على وادى نصب ورافده وادى زرع فى جنوب المنطقة، وتقدر مساحتها بحوالى ٢.٨ كيلو متراً مربعاً بنسبة ١.٥ % من مساحة المنطقة. وهذا الصخر يتكون من حبيبات خشنة إلى متوسطة الخشونة ولونها أخضر إلى رمادى، وهذا الصخر لا يتأثر بعمليات التجوية.

وتعد صخور الجرانوديوريت أكثر الصخور أنتشاراً فى منطقة الدراسة حيث تغطى مساحة تقدر بحوالى ٢٨.٨ كيلو متراً مربعاً بنسبة ١٥.٢% من المساحة.وتنتشر فى جنوب المنطقة على شكل قوس يمتد من الغرب إلى الشرق،وتتسم هذه الصخور بوجود القواطع خاصة القواطع القاعدية والحامضية مما يشير إلى قدم هذه الصخور وتأثرها الشديد بالصدوع.وتوجد صخور الكوارتزمونزونيت فى شرق المنطقة خاصة فى وادى أسباعية ووادى سدود، وتشغل مساحة تقدر بحوالى ٨.٦ كيلو متراً مربعاً بنسبة ٤.٥% من مساحة المنطقة، وتتكون من حبيبات ناعمة ذات لون رمادى مائل للخضرة، ويتخللها صخور دائرية شبة دائرية (Oweiss,1995).

❖ الصخور البركانية الصدعية :-

صنف (Oweiss,1988) الصخور البركانية الصدعية فى دراسته إلى صخور بركانية صدعية قديمة (البازلت القلوى) وصخور بركانية حديثة.وتمتد الصخور البركانية الصدعية القديمة بشكل عرضى من الغرب إلى الشرق على شكل قوس عريض فى الغرب ضيق فى الشرق عند منابع وادى الأربعين،وتغطى مساحة تقدر بحوالى ٣١.١٤ كيلو متراً مربعاً بنسبة ١٦.٥%، وتتسم هذه الصخور بأنها ذات لون رمادى داكن إلى أسود،وأنها ذات حبيبات ناعمة إلى متوسطة،وتتداخل مع الصخور الأقدم، وتغطى الصخور البركانية الصدعية الحديثة مساحة تقدر بحوالى ٣٦.٨ كيلو متراً مربعاً بنسبة ١٩.٥% من مساحة المنطقة وترتكز فى وسط منطقة جبل كاترينا، وهى عبارة عن كتلة ضخمة يبلغ سمكها حوالى ١٠٠٠متر،وتتبع مجموعة من الأودية من هذه الكتلة ومنها وادى الأربعين وأنشيل فى الشمال ووادى سق فى الغرب وتتسم هذه الصخور بلونها الأصفر الداكن وتتكون بصفة أساسية من الريوليت القلوى.

(أ-٢) الجرانيت القلوى :-

يعتبر الجرانيت القلوى أحدث أنواع الصخور بمنطقة كاترينا وتشتمل على وحدتين من الصخور القلوية ممثلة فى الجرانيت الأحمر والجرانيت الليكوقراطى.

تتركز صخور الجرانيت الأحمر فى شمال منطقة جبل كاترينا،وتغطى مساحة تقدر بحوالى ٤٨.١كيلو متراً مربعاً بنسبة ٢٥.٤% من مساحة المنطقة، وتتسم هذه الصخور بوجود الفواصل الرأسية والمتعامدة، وبها عروق كوراتز، وأيضاً تتسم بعدم وجود القواطع وهذا يدل على حداثتها فى منطقة كاترينا،ما عدا القاطع الرئيسى الذى يصل إتساعه حوالى ١٠٠متراً، والذى يقطع شبه جزيرة سيناء، ويمتد من وادى كيد حتى منطقة أبو زنيمة فى الغرب قاطعاً وادى الدير فى منطقة الدراسة (Eyal and Hezkiyahu,1980).

ويعتبر الجرانيت الليكوقراطى من أصغر الوحدات الصخرية فى منطقة الدراسة حيث يعطى ١٦٤ متراً مربعاً فقط بنسبة تقدر بحوالى ٠.٠٨% من مساحة المنطقة، ويتسم بإنخفاض شديد فى محتواها من المعادن الداكنة، ويوجد فى جنوب جبل المناجاة خاصة فى وادى إسباعية،ويتكون من حبيبات ناعمة إلى متوسطة، ويتكون أساساً من الكوراتز وفلسبارات البوتاسيوم وتعتبر أكاسيد الحديد من الملحقات الأساسية (Oweiss,1988).

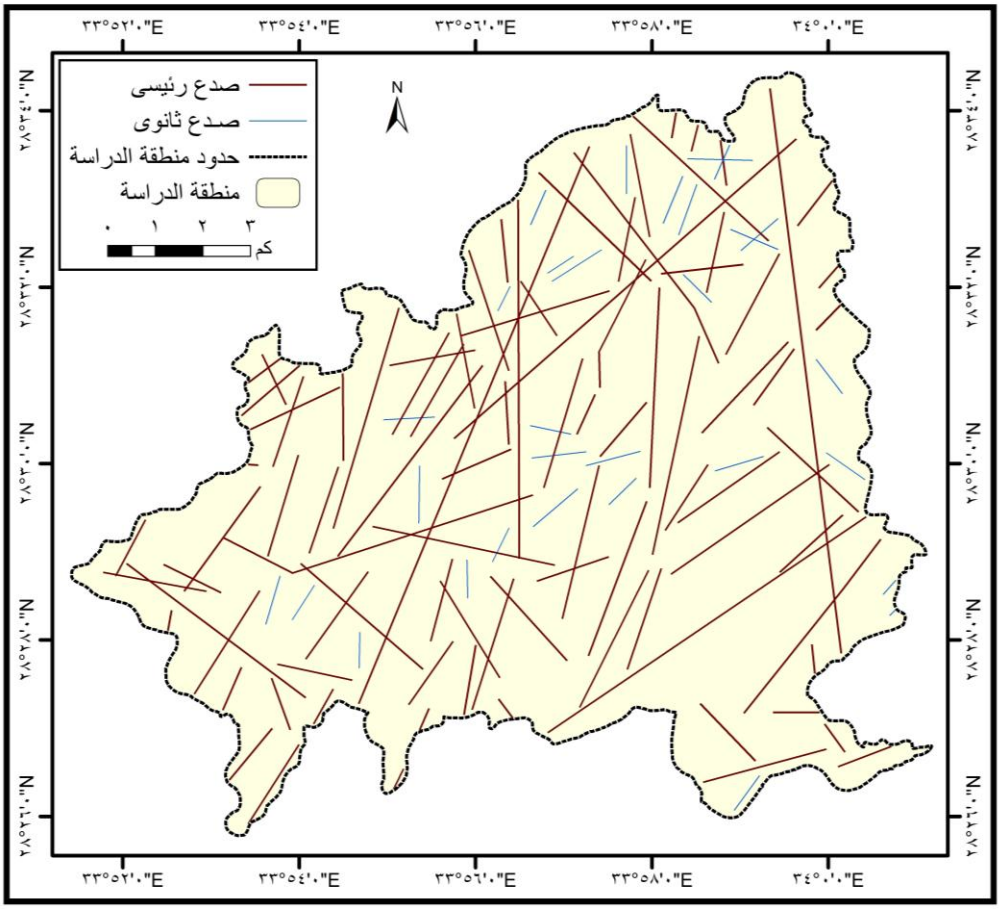
ب-رواسب الزمن الرابع:-

لقد أرجع الحناوى وأخرون (El Hinnawi,et al,1994) رواسب قيعان الأودية إلى عصر الهولوسين، وتغطى مساحة تقدر بحوالى ٦.٦ كيلو متراً مربعاً،بنسبة ٣.٤% من مساحة المنطقة، وتختلف الرواسب السطحية الحديثة فى شمال وجنوب وشرق المنطقة عن بعضها البعض، فتتسم الأودية الشمالية بالاتساع

النسبى ورواسبها الناعمة، أيضاً مع وجود رواسب خشنة، بالأضافة إلى منطقة فرش الحريزى بوادى الشق الذى تتسم رواسبه بالخشونة الشديدة لأحتوائه على كتل وجلاميد كبيرة الحجم.

٢-البنية الخطية (الانكسارات):-

تقع منطقة جبل كاترينا فى وسط القسم الجنوبى الذى يسمى بمنطقة الدرع أو الظهر النارى حسب تقسيم شطا لشبه جزيرة سيناء من حيث التركيب الجيولوجى (Shata,1956) ، وتنتشر الصدوع والفواصل والشقوق فى كافة أنحاء المنطقة تقريباً. وهذه التراكيب الجيولوجية تقدم مسرحاً خصباً لعوامل التعرية لتمارس عليها نشاطها،حيث تمثل تلك التراكيب أفضل أماكن الضعف االجيولوجى على سطح الأرض وبالتالى يصبح لها دور فى نشأة كافة الأشكال البنيوية وتوجيه معظم المجارى فى الأحواض. وقد أمكن رصد ١٧٦ صدعاً فى مساحة صغيرة تقدر بحوالى ١٨٩.٣ كيلو متراً مربعاً تباينت فى أنواعها وأطوالها وامتدادها واتجاهاتها ، والصدوع فى معظمها من النوع العادى وقد بلغت جملة أطوالها ٣٣٨.٩٩ كيلو متراً وبالتالى بلغت كثافتها التركيبية ١.٧٩كم/كم٢. شكل (٣) .



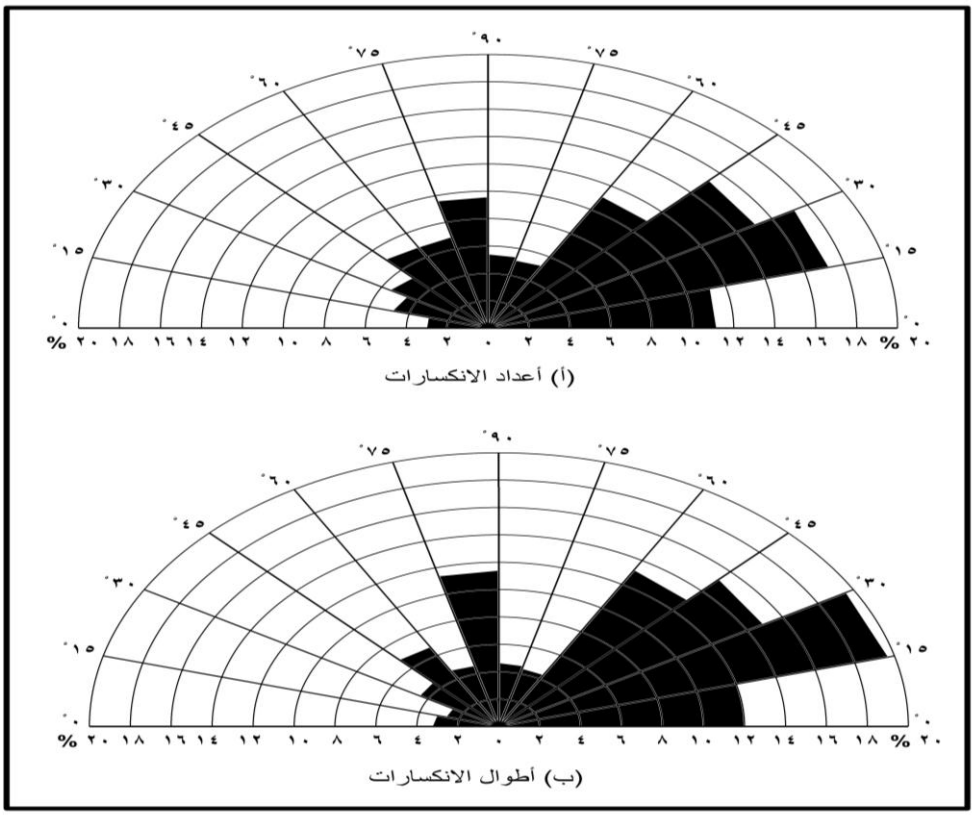
المصدر : أمجد فتحى ، ٢٠١٠ .

شكل (٣) التوزيع الجغرافى للانكسارات بمنطقة الدراسة

جدول (١) أعداد وأطوال الانكسارات ونسبتها المئوية فى منطقة جبل كاترينا

الاتجاه / المتغير	صفر – ١٥°	١٥° – ٣٠°	٣٠° – ٤٥°	٤٥° – ٦٠°	٦٠° – ٧٥°	٧٥° – ٩٠°	٩٠° – ٧٥°	٧٥° – ٦٠°	٦٠° – ٤٥°	٤٥° – ٣٠°	٣٠° – ١٥°	١٥° – صفر	الجملة
عدد الانكسارات	١٧	٢٧	٢٤	١٧	٨	٩	١٥	١٠	١٠	٨	٧	٥	١٥٧
%	١٠.٨	١٧.٢	١٥.٣	١٠.٨	٥.١	٥.٧	٩.٥	٦.٤	٦.٤	٥.١	٤.٥	٣.٢	١٠٠
أطوال الانكسارات	٤٠.٥	٦٥.٥	٤٩.٥	٤٣.٤	١٣.٨	١٥.٦	٣٩.١	١٥.٤	٢٢.٥	١٤.٧	٨.٨	١٠.١	٣٣٩
%	١٢	١٩.٣	١٤.٦	١٢.٩	٤.١	٤.٦	١١.٥	٤.٥	٦.٦	٤.٣	٢.٦	٣	١٠٠

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على خريطة الانكسارات (شكل ٣) .



شكل (٤) النسبة المئوية لأعداد وأطوال واتجاهات الانكسارات فى منطقة الدراسة

ومن دراسة الجدول (١) والشكل (٤) واللذان يوضحان أعداد وأطوال واتجاهات الانكسارات ونسبتها المئوية فى منطقة الدراسة تبين الأتى:.

- بلغ عدد الانكسارات فى منطقة الدراسة ١٧٦ انكسار ،يمثل الاتجاه الشمالى الشرقى–الجنوبى الغربى أكثرها،حيث يمثل حوالى ٥٤.١% من أعداد الإنكسارات،ويمثل الاتجاه الشمالى الغربى–الجنوبى الشرقى النسبة الثانية حيث بلغت نسبته ٣١.٩% من أعداد الانكسارات فى حين يمثل الاتجاه الشرقى–الغربى حوالى ١٤% من أعداد الإنكسارات،معنى ذلك أن الاتجاهين الرئيسين يمثلا حوالى ٨٦% من أعداد الإنكسارات فى المنطقة وهذا يدل على أن المنطقة تأثرت بأخدود البحر الأحمر.
- بلغت أطوال الإنكسارات فى المنطقة حوالى ٣٣٨.٩ كيلو متراً،يمثل الاتجاه الشمالى الشرقى–الجنوبى الغربى النسبة الأكبر حيث بلغت نسبته ٥٢.٥ % من أطوال الإنكسارات فى حين يمثل الاتجاه الرئيسى الثانى النسبة الثانية (الاتجاه الشمالى الغربى–الجنوبى الشرقى) حوالى ٣٢.٥% من جملة أطوال الإنكسارات،أما الاتجاه الشرقى الغربى فتمثل نسبته حوالى ١٥% من أطوال الإنكسارات،معنى ذلك أن الاتجاهين الرئيسين يمثلا حوالى ٨٥% من أطوال الإنكسارات،معنى ذلك أن هناك توافق بين أعداد الإنكسارات وأطوالها فى منطقة الدراسة.

خامساً : خصائص المناخ فى منطقة جبل كاترينا

تعتبر الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة من أهم العوامل التى تؤثر على العمليات الجيومورفولوجية فى المنطقة والتى سيتم دراستها من خلال تحليل عناصر المناخ المختلفة أعتماداً على البيانات المناخية لمحطة أرصاد سانت كاترين وذلك على النحو التالى:-

١- الحرارة :-

تتسم منطقة جبل سانت كاترين بعدم وجود غطاء نباتى،وكذلك أنعدام تُكون التربة وبالتالى يصبح السطح منكشف ومعرض بشكل مباشر للإشعاع الشمسى،وسيتم دراسة الحرارة من خلال الجدول (٢) والشكل (٥) ، اللذان يوضحان المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى فى محطة سانت كاترين خلال الفترة من (١٩٨٠ وحتى ٢٠٠٤) وتبين منهما الآتى:-

- بلغ المتوسط السنوى لدرجة الحرارة فى محطة سانت كاترين ١٧.٥ درجة مئوية وهذا المتوسط يقل عن المتوسط السنوى فى شبه جزيرة سيناء والذى يبلغ ٢١.٥ْ م،وبهذا نجد أن المتوسط السنوى للحرارة فى منطقة الدراسة أقل متوسط ويرجع ذلك إلى ارتفاع منطقة الدراسة عن مستوى سطح البحر بحوالى ٢٦٠٠متراً.

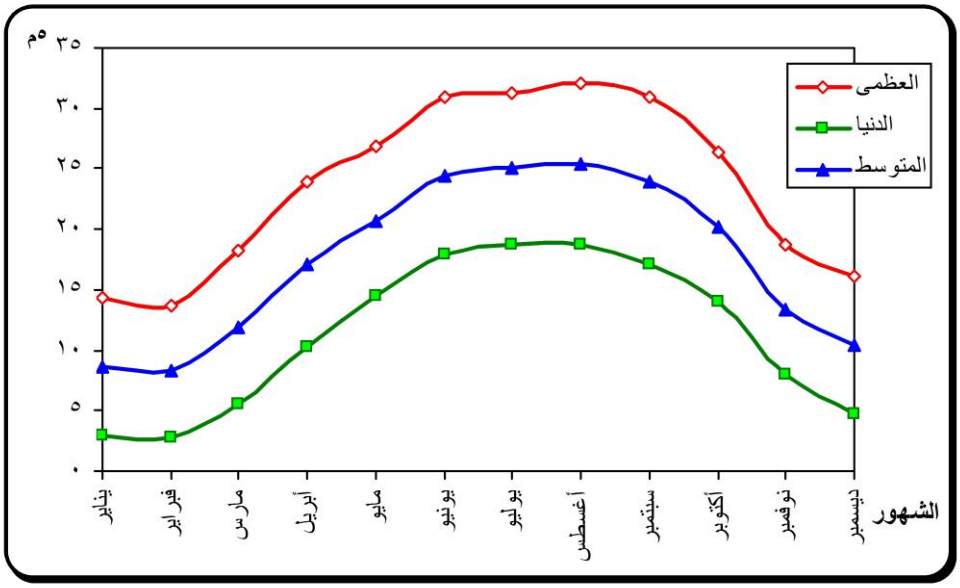
جدول (٢) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطة سانت كاترين خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٤)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوى
العظمى	١٤.٣	١٣.٧	١٨.٢	٢٣.٩	٢٦.٩	٣١	٣١.٢	٣٢	٣٠.٩	٢٦.٤	١٨.٨	١٦.١	٢٣.٦
الدنيا	٢.٩	٢.٨	٥.٥	١٠.٣	١٤.٥	١٧.٩	١٨.٨	١٨.٨	١٧.١	١٤	٧.٩	٤.٨	١١.٣
المتوسط	٨.٦	٨.٢٥	١١.٩	١٧.١	٢٠.٧	٢٤.٥	٢٥	٢٥.٤	٢٤	٢٠.٢	١٣.٤	١٠.٥	١٧.٥

المصدر :الهيئة العامة لأرصاد الجوية بيانات غير منشورة فى الفترة(١٩٨٠-٢٠٠٤)

- ينخفض متوسط درجات الحرارة فى فصل الشتاء بشكل كبير،فقد بلغ متوسط درجة الحرارة حوالى ٨.٦ْ م (يناير) و ١٠.٥ْ م (ديسمبر) وبهذا تعتبر المنطقة أكثر المناطق تعرضاً لموجات البرد. ويرتفع متوسط درجات الحرارة فى فصل

الصيف،حيث بلغ متوسط درجة الحرارة حوالى ٢٥.٤ْ م (أغسطس) و ١٤.٥ْ م (يونيو)،وتنعدم فيها موجات الحر، حيث تعتبر محطة سانت كاترين هى المحطة الوحيدة التى لم تسجل مثل هذه الموجات الحارة بين سائر محطات سيناء (طارق زكريا إبراهيم ، ١٩٩٣).



شكل (٥) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمحطة سانت كاترين خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٤)

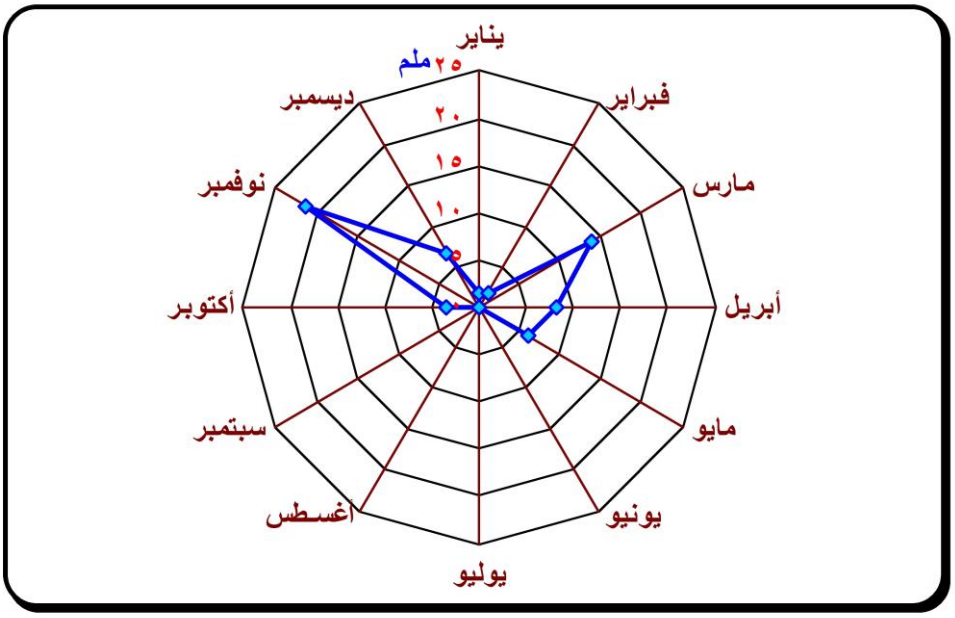
٢- الأمطار :-

تعتبر الأمطار المصدر الأساسى للجريان السيلى فى منطقة جبل كاترينا ، والذى يرتبط بحدوث ما يسمى بأمطار العواصف ، والتى يرتبط وجودها بحالات عدم الاستقرار، وهذا النوع من الأمطار لا يرتبط بمكان ثابت ، ويتسم بالتباين فى كميته من وقت لأخر ، وعدم انتظامها، وتحدث غالباً فى فصلى الربيع والخريف. ومن دراسة الجدول (٣) والشكل (٦) تبين الآتى:-

جدول (٣) متوسط كمية الأمطار الشهرية والمعدل السنوى فى محطة سانت كاترين (١٩٨٠-٢٠٠٤)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوى
المتوسط	١.٥	١.٧	١٣.٥	٨.١	٦	صفر	صفر	صفر	صفر	٣.٤	٢١.٢	٦.٦	٦٢

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية بيانات غير منشورة



شكل (٦) متوسط كمية الأمطار الشهرية والمعدل السنوى فى محطة سانت كاترين خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٠٤)

- أن كمية الأمطار السنوية التى تسقط على منطقة الدراسة بلغت حوالى (٦٢ ملم) وهذه الكمية تزيد بكثير على معدل التساقط السنوى فى جنوب سيناء، والذى يصل إلى (٢٥ ملم/السنة) ويقل عن المعدل السنوى للتساقط فى شمال سيناء والذى يتجاوز ٣٠٠ملم/السنة (Hammad,1980).

- تتسم شهور السنة فى محطة سانت كاترين فى أنها تتراوح بين الممطرة والانتقالية والجافة،وتتمثل الشهور الممطرة فى شهور :نوفمبر (٣٤.٢%)،مارس (٢١.٨%)،إبريل (١٣%)،وديسمبر (١٠.٦%)،وتتمثل الشهور الانتقالية فى شهرى مايو (٩.٧%) و أكتوبر (٥.٥%) وأما بقية الشهور فهى جافة،حيث يسمى الشهر ممطراً إذا كان معدله أكثر من ١٠% من المعدل السنوى،ويعتبر الشهر انتقالياً أذا تراوح المعدل ٥% و١.٥ % من المعدل السنوى،ويعتبر الشهر جافاً أذا كان المعدل أقل من ٥% من المعدل السنوى (EL-Tom,1975).
- يعتبر شهر نوفمبر أعلى شهور السنة تسجيلاً لكميات المطر حيث بلغ متوسط كمية المطر حوالى (٢١.٢ملم) وأقل شهور السنة مطراً هو شهر يناير والذى بلغ متوسط كمية المطر فيه حوالى (١.٥ملم).

ومن خلال دراسة كمية الأمطار الفصلية والتى يوضحها الجدول (٤) تبين أن الأمطار فى فصلى الربيع والخريف تمثلاً حوالى ٥٢.٣ملم بواقع حوالى ٨٤.٣% من كمية الأمطار الساقطة على محطة سانت كاترين،بينما تمثل الأمطار فى فصل الشتاء بقية الأمطار الساقطة حيث بلغ متوسط كمية الأمطار فيه حوالى ٩.٨% بنسبة ١٥.٧% من جملة التساقط السنوى فى المنطقة.

جدول (٤) متوسط كمية الأمطار الفصلية ونسبتها خلا ل الفترة من (١٩٨٠-٢٠٠٤)

كمية الأمطار السنوية (مم)	متوسط الربيع	%	متوسط الصيف	%	متوسط الخريف	%	متوسط أمطار الشتاء	%
٦٢	٢٧.٦	٤٤.٥	صفر	صفر	٢٤.٧	٣٩.٨	٩.٨	١٥.٧

وبهذا يعتبر أمطار فصل الشتاء أقل فصول السنة مطراً، ويرجع ذلك إلى بعد المنطقة عن تأثير البحر المتوسط.

وعند دراسة أكبر كمية أمطار تعرضت لها منطقة جبل كاترينا تبين أن المنطقة قد تعرضت لعواصف ممطرة من أهمها ما سقطت على محطة كاترينا فى شهر نوفمبر ١٩٣٧م فقد سقطت حوالى ٧٦.٢ملم وهذه الكمية أكبر من المتوسط السنوى للأمطار فى المحطة. وقد تعرضت المنطقة لعدة عواصف ممطرة فى فصل الخريف فى سنوات متعددة ممثلة فى ١٦ أكتوبر ٨٧، ٢/١٠/١٩٩٠،١٣/١٠/١٩٩١،١٩/١٠/١٩٩٦،١٧/١٠/١٩٩٧،١٨/١٠/٢٠٠٠ بقيم ممثلة فى ٢.٨ملم،٤١ ملم،١٥.٣ملم،٢،٤ملم،٢٠.٢ملم،١٨.٩ملم على التوالى.

ومن خلال العرض السريع لبعض عناصر المناخ فى محطة سانت كاترين،تبين أن المنطقة تتسم بقحولتها وشدة جفافها،حيث تتسم بارتفاع درجة الحرارة فى فصل الصيف مع انعدام سقوط الأمطار وهذا يزيد من متوسط التبخر فى المنطقة،وتتسم فى فصل الشتاء بإنخفاض درجة الحرارة وارتفاع متوسط المطر وبالتالى انخفاض متوسط التبخر ،وتتسم المنطقة الجبلية بالارتفاع وهذا يؤثر فى تغير شكل التساقط من مطر إلى ثلج أو مطر ثلجى ، بل أن أشكال التكاثف بالقرب من سطح الأرض مثل الصقيع والندى شائعة الحدوث على مدار شهور الشتاء على جوانب الأودية وأيضاً يؤدى الارتفاع إلى إنخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى فى الصباح الباكر، ثم ترتفع خلال ساعات النهار، مما يتيح الفرصة لتكرار عمليات التجمد والذوبان، كما أن حدوث التكاثف على هيئة صقيع فى الصباح الباكر يطيل من فترة التصاق الرطوبة بالسطح وبالتالى يقلل من فرص الفقد والتبخر ،مما يزيد من أثر المياه وتوافر عنصر الرطوبة اللازم لعمليات التحلل الكيميائى فى الصخور الجرانيتية والتفكك الميكانيكى الناتج عن تكرار عمليات التجمد والذوبان فى الشقوق والفواصل التى تنتشر بها.

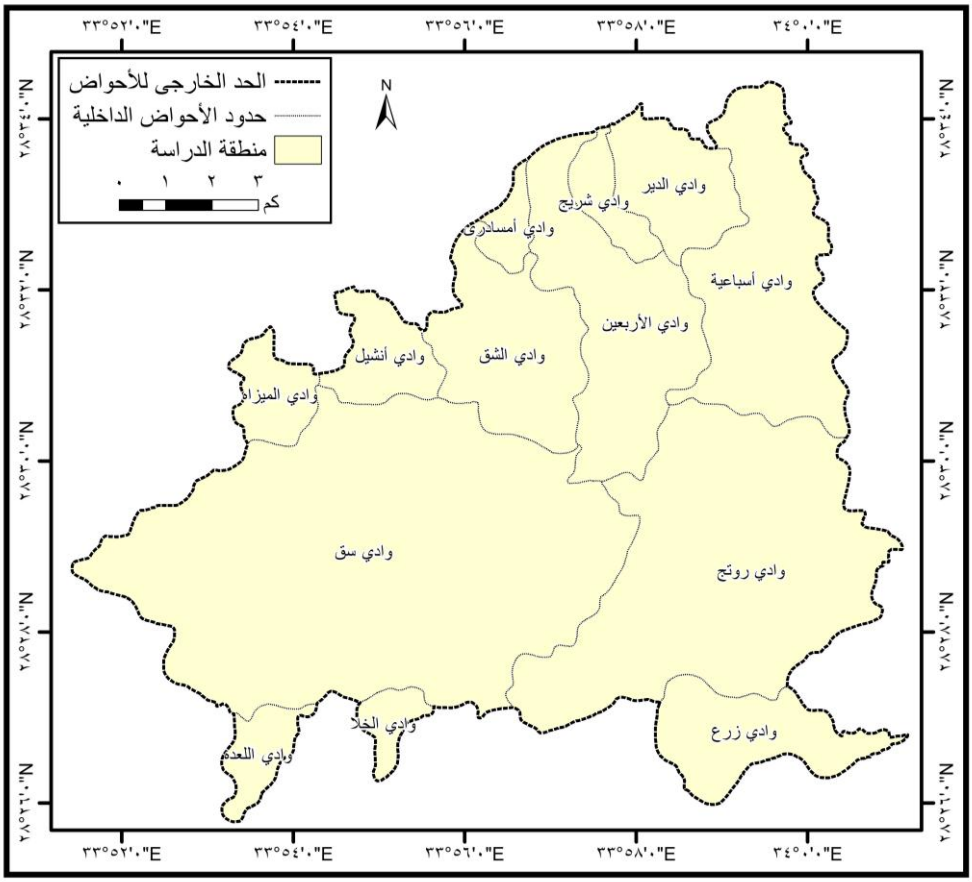
وتتسم منطقة كاترينا بارتفاع المدى الحرارى الشهرى حيث يتراوح ما بين ١٠.٩ْم و ١٣.٦ْم بمتوسط سنوى قدره ١٢.٣ْم ، وهذا المدى يساعد على نشاط التجوية الميكانيكية التى تؤدى إلى تكسر الصخر وتقشره خاصة فى صخور الجرانيت الأحمر وبركاينات كاترينا(الريوليت القلوى) وتفككه إلى شرائح وصفائح صخرية.

ويعتبر التساقط بأشكاله من أهم عناصر المناخ ذات التأثير على عمليات التجوية ولا سيما التجوية الكيميائية ، ونظراً لأن المنطقة جزءً من المناطق الصحراوية والتى من أهم سماتها تعرضها لجريان سطحى فجائى وأختلاف كميات المطر الساقط عن الكميات الفصلية بحيث قد تفوق الكمية الساقطة فى يوم واحد أضعاف الكمية الساقطة على مدار العام،وهذا ما حدث حيث تعرضت المنطقة لعاصفة ممطرة فى نوفمبر ١٩٣٧ بلغت حوالى ٧٦.٢ملم فى اليوم،وفى هذه الحال تفوق الأمطار الساقطة قدرة التربة على التسرب مما يعمل على زيادة فرص الجريان السطحى وبالتالى حدوث ظاهرة السيول التى تجرف أمامها كميات ضخمة من الرواسب المتراكمة على قيعان وجوانب الأودية.

سادساً : أحواض التصريف فى المنطقة:-

تشتمل منطقة جبل كاترينا على عدد كبير من أحواض التصريف،والتى تعد من الأحواض الفرعية لأحواض رئيسية،ولقد تم رسم خريطة أحواض التصريف وشبكاتها بالأعتماد على الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥.٠٠٠ بالإضافة إلى استخدام الخرائط المصورة (الموزيك) مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ مصدر أساس فى رسم الشبكة، شكل (٧) ومنها تبين أن الأحواض الثانوية التى تعطى المنطقة ما هى إلا منابع عليا لثلاثة أحواض رئيسية تمتد فى اتجاه خليج السويس ممثلة فى حوض وادى فيران وتغطى مساحة قدرها ٥٦.٤ كيلو متراً مربعاً من مساحة المنطقة،وفى اتجاه خليج العقبة ممثلة فى حوض وادى دهب وتغطى مساحة قدرها ٥١.٩٧ كيلو متراً

مربعاً من مساحة المنطقة، وفى اتجاه سهل القاع ممثلة فى حوض وادى ميعر وتغطى مساحة قدرها ٧١.٦ كيلو متراً مربعا.



شكل (٧) أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا

وتعطى هذه الأحواض صورة جيدة عن طبيعة وجيولوجية المنطقة،حيث تباينت مساحتها وأطوالها واتجاه جريانها، فقد بلغ عدد الأحواض الثانوية فى المنطقة حوالى ١٣ حوضاً، تتراوح مساحتها بين ٤٩.٧ كيلو متراً مربعاً(حوض وادى سق)، و١.٤٣ كيلو مترا مربعاً (حوض وادى الخلا) بمتوسط عام قدره ١٠.٩٥ كيلو متراً.

أما من حيث الامتداد والجريان فهناك ثمانية أحواض تمتد أوديتها من الجنوب إلى الشمال وهى: حوض وادى أسباعية، حوض وادى الدير، حوض وادى شريج، حوض وادى الأربعين، حوض وادى أمسادرى، حوض وادى الشق، حوض وادى أنشيل، حوض وادى الميزاه، ويمتد حوض وادى زرع ورتج فى اتجاه الشرق، فى حين يمتد حوض وادى سق فى اتجاه الغرب بينما يمتد حوض الخلا واللعدة نحو الجنوب، وتعتبر مساحة هذه الأحواض جيدة ومناسبة عند دراسة وحساب المؤشرات الجيومورفولوجية والتى لها مدلول على مدى تأثير النشاط التكتونى فى تكوين وتشكيل هذه الأودية.

سابعاً : التحليل المورفومترى للمؤشرات الجيومورفولوجية:-

تلعب الأنشطة التكتونية دوراً مهماً فى تطور أحواض التصريف ونظم الصرف بها،حيث أنها تتحكم فى سلوك الأنهار (Voldiya and Naroyana,2007)، ويمكن وصف ذلك الدور كمياً وكيفياً بإستخدام المؤشرات الجيومورفولوجية فى الجيومورفولوجيا البنيوية (Keller and Pinter,2002) كأداة لوصف مدى تأثير النشاط التكتونى على شكل الحوض ومن أهم المؤشرات الجيومورفولوجية والتى استخدمت من قِبل الباحثين التى توضح مدى تأثير النشاط التكتونى على أحواض التصريف ما يلى:-

١- مؤشر التماسك Ke
٢-مؤشر الانحدار العام IG
٣- مؤشر الارتفاع النوعى Ds
٤- مؤشر عامل عدم التماثل AF
٥- مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى T
٦- مؤشر طول المجرى S L
٧- مؤشر تعرج مقدمة الجبل SMF
٨- مؤشر التكامل النوعى Hi
٩- مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين VF
١٠-التصنيف النهائى للمؤشرات التكتونية TAT

وسيتم دراسة كل مؤشر من المؤشرات الجيومورفولوجية السابقة على حده لمعرفة دوره وأثر النشاط التكتونى من خلاله فى تشكيل وتكوين أحواض التصريف فى المنطقة وذلك على النحو التالى :.

١-مؤشر التماسك Ke :-

هذا المؤشر يشير إلى شكل الحوض،إذا كان قريب من الدائرى أو يأخذ الشكل المستطيل حيث كلما كانت قيمته تقترب من رقم (١) كان الاقتراب من الشكل الدائرى، ويحسب مؤشر التماسك من المعادلة التالية :-

مؤشر التماسك = ٠.٢٨ × المحيط × $\sqrt{\text{المساحة}}$ (رضا عناب،٢٠٠٦)

ومن دراسة الجدول (٥) تبين أن مؤشر لأحواض التصريف فى منطقة كاترينا يتراوح بين (١.٧) حوض وادى الأربعين و (١.٢) حوض وادى الميزاه بمتوسط عام قدره (١.٣٧) معنى ذلك أن هناك سبعة أحواض أعلى من المتوسط. وهى حوض وادى روتج وأسباعية والأربعين الشق واللعدة وشريج وأمسادرى، وهناك أربعة أحواض قريبة من المتوسط وهى: حوض وادى سق، وحوض زرع وأنشيل والخلا،،وحوضان أقل من المتوسط وهى حوض وادى الدير وحوض الميزاه.

جدول (٥) أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر التماسك Ke

الحوض	المساحة (كم٢)	المحيط (كم)	مؤشر التماسك (Ke)
سق	٤٩.٧	٣٢.٦	١.٣
روتج	٢٩.٥	٢٧.٢	١.٤
أسباعية	١٤.٩	٢٢.٦	١.٦
الأربعين	١٢.٨	٢١.٤	١.٧
الشق	٩.٦	١٥.٧	١.٤
زرع	٦.٦	١٣.٦	١.٣٧
الدير	٥.٥	١٠.٣	١.٢

الحوض	المساحة (كم٢)	المحيط (كم)	مؤشر التماسك (Ke)
أنشيل	٣.٦	٨.٩	١.٣
الميزاه	٢.٦	٧.٥	١.٢
اللعده	٢.٣	٧.٨	١.٤
شريج	٢.٢	٧.٧	١.٤٥
أمسادرى	١.٥	٦.٣	١.٤٤
الخلا	١.٤	٥.٧	١.٣٤
المتوسط	**١٠.٩**	**١٤.٤**	**١.٣٨**

المصدر : المساحة والمحيط عن أمجد فتحى ، ٢٠١٠ .

جدول(٦) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر التماسك Ke

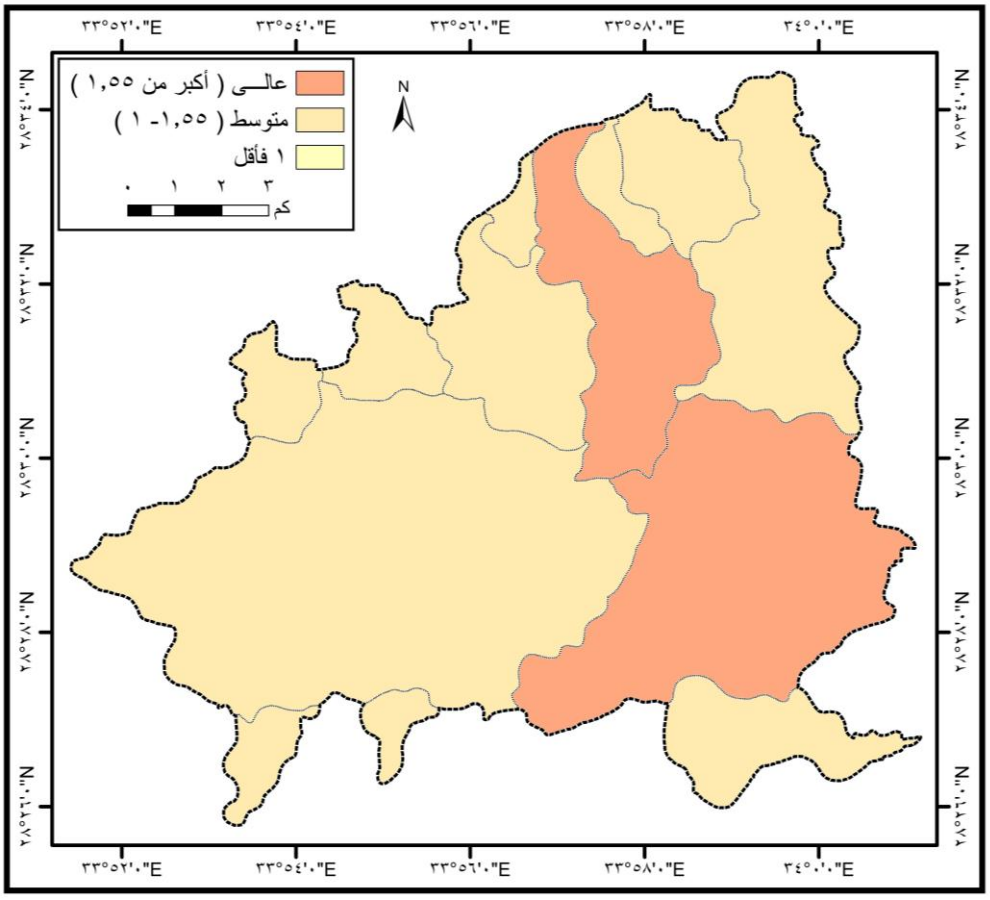
الفئة	التصنيف	الدرجة	عدد الأحواض	%
أكبر من ١.٥٥	١	عالى	٢	١٥.٤
١.٥٥- ١	٢	متوسط	١١	٨٤.٦
١ فأقل	٣	منخفض	صفر	صفر

ومن دراسة الجدول (٦) والشكل (٨) اللذان يوضحان تصنيف الأحواض حسب مؤشر التماسك تبين الآتى :-

-أن هناك حوضين فقط من أحواض التصريف تأثير النشاط التكتونى فى تكوينها عالى وهما :- حوض وادى الأربعين (١.٧)،وحوض وادى روتج (١.٦). بنسبة ١٥.٤% من عدد الأحواض فى المنطقة وهذا يدل على أن الأحواض تأخذ شكل أكثر استطالة ويوجد ضعف فى التماسك .

-يوجد أحدى عشر حوضاً يتراوح فيها مؤشر التماسك ما بين (١.٢ إلى ١.٤٥) وهذا يؤكد على أن تأثير النشاط التكتونى على هذه الأحواض متوسط وهذا يدل

على أنها قريبة من الواحد وهذا يدل على أقتراب هذه الأحواض من الشكل المستدير وأن هناك تماسك قوى وجيد.



شكل (٨) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر التماسك Ke

٢-مؤشر الانحدار العام IG :-

هذا المؤشر يوضح تضاريس الحوض هل هى تضاريس شديدة جداً أم ضعيفة ويحسب من خلال المعادلة التالية:-

مؤشر الانحدار العام IG =الأرتفاع المتوسط / طول المستطيل المعادل (رضا عناب،٢٠٠٦) علماً بأن الأرتفاع المتوسط = الأرتفاع عند ٥ % من طول المجرى – الأرتفاع عند ٩٥% من طول المجرى طول المستطيل المعادل (L) = والذى قام بحسابه (M.Roche) من خلال المعادلة التالية :-

طول المستطيل المعادل (L) = (مؤشر التماسك × √المساحة) / ١.٢٨ { ١+ (١.٢٨/ مؤشر التماسك)٢} (رضا عناب،٢٠٠٦)

والمستطيل المعادل :عبارة عن مستطيل ذو طول (L) وعرض (I) وله نفس المساحة (A) ونفس المحيط (P) ونفس مؤشر التماسك (Ke) ونفس الخصائص الهبسومترية ويستعمل من أجل المقارنة بين الأحواض من خلال تأثيرها على نوعية ومياه الجريان.

وبتطبيق معادلة مؤشر الانحدار العام ومعادلة الطول المستطيل المعادل والذى يوضح بياناتها جدول (٧) تبين الآتى :-

جدول (٧) مؤشر الانحدار العام فى أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا (I G)

م	الحوض	المساحة (كم٢)	مؤشر التماسك	الطول المستطيل المعادل	ارتفاع المجرى عند ٥% من مجراه	ارتفاع المجرى عند ٩٥% من مجراه	الارتفاع المتوسط	مؤشر الانحدار العام
١	سق	٤٩.٧	١.٣	٧.٢	٢٥٦٩	١٠٠٠	١٥٦٩	٢١٧.٩
٢	روتج	٢٩.٥	١.٤	٥.٩	٢٣٩٨	١٦٤٥	٧٥٣	١٢٧.٦
٣	أسباعية	١٤.٩	١.٦	٥.٠٢	٢١٠٠	١٥٢٥	٥٧٥	١١٤.٥٤
٤	الأربعين	١٢.٨	١.٧	٥.٠٤	٢٥١٠	١٦٤٠	٨٧٠	١٧٢.٦
٥	الشق	٩.٦	١.٤	٣.٤	٢٥٢٢	١٨٩٠	٦٣٢	١٨٥.٩
٦	زرع	٦.٦	١.٣٧	٢.٨	٢٠٠٠	١٦٠٠	٤٠٠	١٤٢.٩
٧	الدير	٥.٥	١.٢	٢.٢	٢٠٠٠	١٦٧٠	٣٣٠	١٥٠
٨	أنشيل	٣.٦	١.٣	٢.١	٢١٠٢	١٩٢٠	١٨٢	٨٦.٧

م	الحوض	المساحة (كم٢)	مؤشر التماسك	الطول المستطيل المعادل	ارتفاع المجرى عند ٥% من مجراه	ارتفاع المجرى عند ٩٥% من مجراه	الارتفاع المتوسط	مؤشر الانحدار العام
٩	الميزاه	٢.٦	١.٢	١.٦	٢١٥٠	٢٠٥٠	١٠٠	٦٢.٥
١٠	اللعده	٢.٣	١.٤	١.٨	١٧٩٠	١٢٠٠	٦٩٠	٣٨٣.٣
١١	شريج	٢.٢	١.٤٥	١.٧	٢٠٠٠	١٧٠٠	٣٠٠	١٧٦.٥
١٢	أمسادرى	١.٥	١.٤٤	١.٤	٢١٠٢	١٦٢٠	٤٨٢	٣٤٤.٣
١٣	الخلا	١.٤	١.٣٤	١.٢٤	٢٣٤٣	١٥٦٠	٧٨٣	٦١٣.٥
المتوسط		**١٠.٩**	**١.٣٧**	**٣.١٨**			**٥٦٨.٩**	**٢١٥.٠٩**

- أن مؤشر الانحدار العام فى الأحواض يتراوح ما بين (٦٣١.٥) حوض وادى الخلا و (٦٢.٥) حوض وادى الميزاه بمتوسط عام قدره (٢١٥.٠٩)،معنى ذلك أن هناك أربعة أحواض مؤشر الأنحدار العام بها أكبر من المتوسط بنسبة ٣٠.٨% من مجموع الأحواض،وأن هناك تسعة أحواض أقل من المتوسط بنسبة ٦٩.٢% من عدد الأحواض.
- ومن خلال تصنيف مؤشر الانحدار العام(IG) والذى يتكون من أربع فئات ممثلة فى الفئة الأولى (أكبر من ٣٥) رتبة أولى وتدل على وجود تضاريس شديدة جدا، الفئة الثانية (٣٥ – ٢٠) رتبة ثانية تدل على وجود تضاريس شديدة ، الفئة الثالثة (٢٠ – ١٠) رتبة ثالثة تدل على تضاريس متوسطة، الفئة الرابعة (١٠ فأقل) رتبة رابعة تدل على تضاريس ضعيفة، وعند تطبيق هذا التصنيف على أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا تبين أن أحواض التصريف فى المنطقة تتسم بتضاريس شديدة جداً لأن جميع الأحواض تقع فى الفئة الأولى والتصنيف رقم (١) ودرجة عالية جداً، وهذا معناه أن النشاط التكتونى له تأثير كبير على انحدار الأودية فى اتجاه المصب.

٣-مؤشر الارتفاع النوعى Ds:-

يستخدم هذا المؤشر لمعرفة تطور تضاريس حوض التصريف ما بين التضاريس الشديدة جداً والضعيفة فإذا كانت قيمة المؤشر مرتفعة دل ذلك على عدم تأكل المناطق المرتفعة،أما إذا كان قيمة المؤشر منخفضة دل ذلك على أن المنطقة قد أثرت عليها عوامل التعرية. ويتم حساب مؤشر الارتفاع النوعى من خلال المعادلة التالية :-

مؤشر الارتفاع النوعى DS = معدل الانحدار العام × √المساحة (رضا عناب،٢٠٠٦)

جدول (٨) مؤشر الارتفاع النوعى فى أحواض التصريف بالمنطقة (DS)

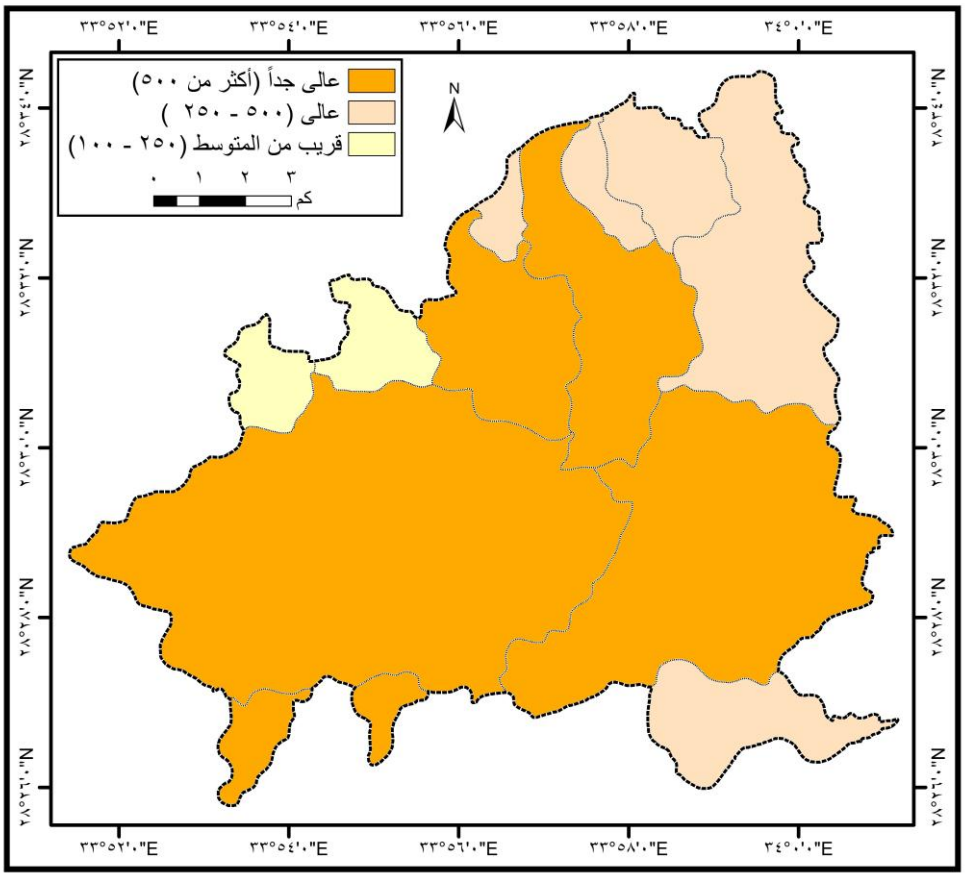
م	الحوض	المساحة كم٢	مؤشر الانحدار العام IG	مؤشر الارتفاع النوعى
١	سق	٤٩.٧	٢١٧.٩	١٥٣٦.٢
٢	روتج	٢٩.٥	١٢٧.٦	٦٩٣.٠٤
٣	أسباعية	١٤.٩	١١٤.٥٤	٤٤٢.١٣
٤	الأربعين	١٢.٨	١٧٢.٦	٦١٧.٥
٥	الشق	٩.٦	١٨٥.٩	٥٧٥.٩٩
٦	زرع	٦.٦	١٤٢.٩	١٦٧.١
٧	الدير	٥.٥	١٥٠	٣٥١.٨
٨	أنشيل	٣.٦	٨٦.٧	١٦٤.٥
٩	الميزاه	٢.٦	٦٢.٥	١٠٠.٧٧
١٠	اللعده	٢.٣	٣٨٣.٣	٥٦٦.١٣
١١	شريج	٢.٢	١٧٦.٥	٢٦١.٨
١٢	أمسادرى	١.٥	٣٤٤.٣	٤٢١.٧
١٣	الخلا	١.٤	٦١٣.٥	٧٤٧.٢
المتوسط		**١٠.٩**	**٢١٥.٠٩**	**٥١٩.٧**

ومن دراسة الجدول (٨) والذى يوضح حساب مؤشر الارتفاع النوعى فى أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا تبين أن قيمة مؤشر الارتفاع النوعى تتراوح فى الأحواض بين ١٥٣٦.٢ (حوض وادى شق) و ١٠٠.٧٧ (حوض وادى الميزاه) بمتوسط عام قدره ٥١٩.٧،معنى ذلك أن هناك ستة أحواض أكبر من المتوسط أى هذه الأحواض تتسم بسيادة تضاريس شديدة جداً ومتأثرة بالنشاط التكتونى،فى حين أن هناك سبعة أحواض أقل من المتوسط.

ومن دراسة الجدول (٩) والشكل (٩) اللذان يوضحان تصنيف الأحواض حسب مؤشر الارتفاع النوعى تبين الآتى :-

جدول (٩) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر الارتفاع النوعى DS

الفئة	الرتبة	الوصف	عدد الأحواض	%
أكثر من ٥٠٠	١	عالى جداً	٦	٤٦.٣
٥٠٠ – ٢٥٠	٢	عالى	٥	٣٨.٤
٢٥٠ – ١٠٠	٣	قريب من المتوسط	٢	١٥.٤
١٠٠ –٥٠	٤	متوسط	صفر	صفر
٥٠–٢٥	٥	قريب من المنخفض	صفر	صفر
٢٥–١٠	٦	منخفض	صفر	صفر
١٠– فأقل	٧	منخفض جداً	صفر	صفر



شكل(٩) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر الارتفاع النوعى DS

- أن تأثير النشاط التكتونى فى ٦ أحواض بنسبة ٤٦.٢ % عالى جداً بناءً على هذا المؤشر لان قيمته بها أكثر من ٥٠٠ وهذا يدل على أن التضاريس الشديدة جداً هى السائدة فى هذه الأحواض ومنها حوض وادى سق، وروتج، والأربعين، الشق، اللعده، الخلا.
- وفى نفس الوقت هناك خمسة أحواض بنسبة ٣٨.٤ % من عدد الأعداد يكون تأثير النشاط التكتونى بها عالى حسب هذا المؤشر حيث يتراوح قيمته بين

٥٠٠–٢٥٠ وهذه الأحواض هى أسباعية، زرع، الدير، شريج، أمسادرى. وأن كانت الأحواض تتسم بصغر مساحتها.

- بينما هناك حوضين فقط يكون تأثير النشاط التكتونى فيها قريب من المتوسط لأن قيمة هذا المؤشر تتراوح فيها ما بين ١٠٠–٢٥٠، وهى: حوض وادى الميزاه وحوض وادى أنشيل.
- معنى ذلك أن هناك ٨٤.٦% من عدد الأحواض تكون فيها التضاريس شديدة وشديدة جداً فى حين أن ١٥.٤% من عدد الأحواض تكون التضاريس قريبة من المتوسطة.

٤–مؤشر عامل عدم التماثل (AF) Asymmetry Factor:–

يستخدم هذا المؤشر لقياس انحدار جانبى الحوض بالنسبة للمجرى الرئيسى فى الحوض والناتجة عن تأثير النشاط التكتونى ويتم حسابه من خلال المعادلة التى أوردها

(Hare and Garder,1985)،(Keller and Pinter,2002) :–

$$AF = 100\ (AR/AT)$$

حيث أن :– AF هى مؤشر عدم التماثل، و AR هى مساحة الحوض فى الجانب الأيمن من المجرى من المنبع إلى المصب، AT وهى مساحة الحوض الكلية بالكيلو متر مربع، و ١٠٠ ثابت.

وبتطبيق المعادلة وحساب نتائجها على أحواض التصريف بالمنطقة والتى يوضحها جدول (١٠) تبين أن قيم مؤشر عدم التماثل تتراوح بين ٥٠ (حوض وادى السق) ٨٤.١ (حوض وادى روتج) بمتوسط عام قدره ٦٧.١٣، وهذا معناه أن هناك ٧ أحواض يكون فيها مؤشر عدم التماثل أعلى من المتوسط فى حين أن هناك ستة أحواض يكون فيها هذا المؤشر أقل.

جدول (١٠) مؤشر عدم التماثل AF فى أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا

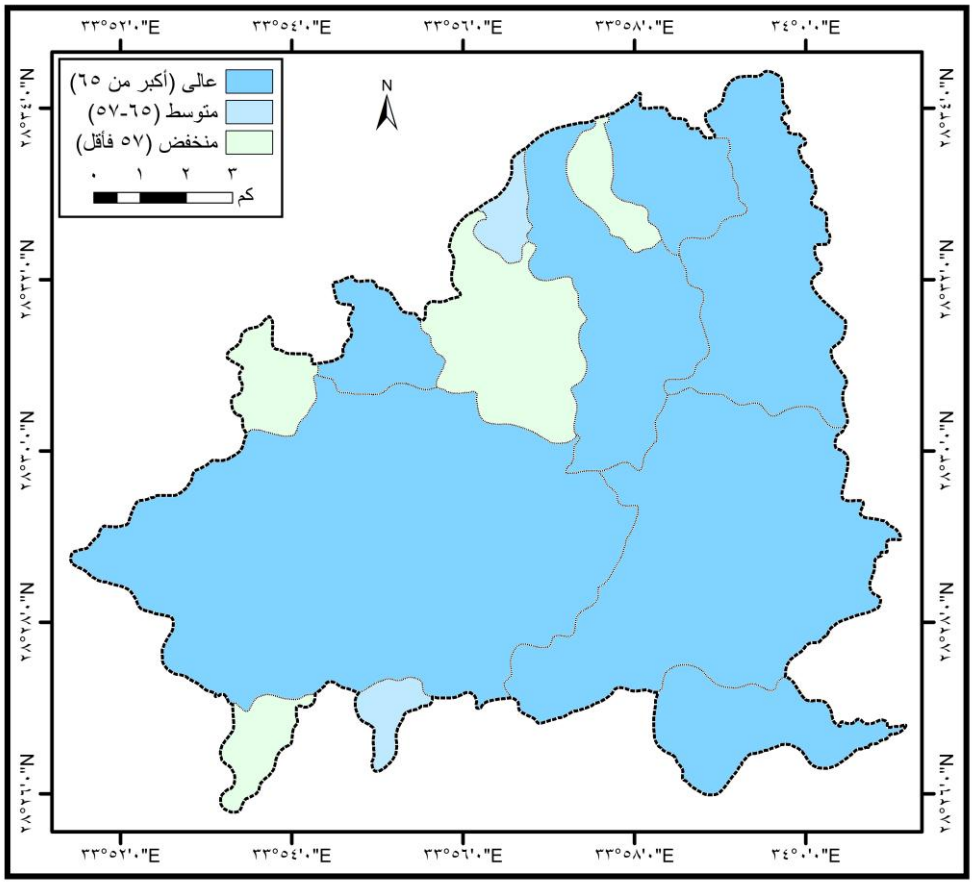
م	الحوض	المساحة (كم٢)	مساحة الجانب الأيمن من الحوض (كم٢)	مؤشر عامل عدم التماثل AF
١	سق	٤٩.٧	٣٤	٦٨.٤
٢	روتج	٢٩.٥	٢٤.٨	٨٤.١
٣	أسباعية	١٤.٩	١٢	٨٠.٥
٤	الأربعين	١٢.٨	١٠	٧٨.١
٥	الشق	٩.٦	٤.٨	٥٠
٦	زرع	٦.٦	٥.٢	٧٨.٨
٧	الدير	٥.٥	٤	٧٢.٧
٨	أنشيل	٣.٦	٢.٨	٧٧.٨
٩	الميزاه	٢.٦	١.٦	٥٥.٢
١٠	اللعده	٢.٣	١.٢	٥٢.٢
١١	شريج	٢.٢	١.٢	٥٤.٥
١٢	أمسادرى	١.٥	٠.٩٥	٦٣.٣
١٣	الخلا	١.٤	٠.٨٥	٥٧.١٤
المتوسط		**١٠.٩**		**٦٧.١٣**

ومن دراسة جدول (١١) وشكل (١٠) اللذان يوضحان تصنيف أحواض التصريف حسب مؤشر عدم التماثل AF تبين الآتى :-

جدول(١١) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر عدم التماثلAF

الفئة	التصنيف	الدرجة	عدد الأحواض	%
أكبر من ٦٥	١	عالى	٧	٥٣.٨
٥٧-٦٥	٢	متوسط	٢	١٥.٤
٥٧ فأقل	٣	منخفض	٤	٣٠.٨

- هناك سبعة أحوض بنسبة ٥٣.٨% يكون تأثير النشاط التكتونى فيها عالى حسب هذا المؤشر (AF) أى أن هناك شدة انحدار وهذا يؤدى إلى أن روافد الحوض تتعرض إلى تقوس (تحدب) أى تسبب انحناء كبير للروافد فى الجانب الأيسر من الحوض وبالتالى تكون روافده أقصر فى هذا الجانب عن الجانب الأيمن وهذه الأحواض هى :- سق–روتج–أسباعية–الأربعين–الدير–زرع–أنشيل.
- يوجد حوضين فقط بنسبة ١٥.٤% من عدد الأحواض يكون تأثير النشاط التكتونى حسب هذا المؤشر متوسط على انحدار الحوض وهذان الحوضان هما:- أمسادرى – والخلا.
- فى حين أن هناك أربعة أحواض بنسبة ٣٠.٨% من عدد الأحواض يكون تأثير النشاط التكتونى فيها منخفض وهى :–الشق–الميزاه–اللعدة–شريج.
- وبصفة عامة حسب نتيجة هذا المؤشر (AF) فإن كل الأحواض فى هذه المنطقة تتراوح قميتها ما بين ٥٠ و ٨٥ وهذه القيمة عالية وتدل على مدى تأثير الأحواض بالنشاط التكتونى.



شكل (١٠) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر عدم التماثل AF

٥-مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى T:-

يستخدم هذا المؤشر لقياس مدى انحراف المجرى الرئيسى للحوض عن المحور الرئيسى وتتراوح قيمته ما بين (صفر-١) وكلما كانت قريبة من الصفر دل ذلك على التماثل الطبوغرافى، وكلما اقتربت من الواحد دل ذلك على عدم التماثل الطبوغرافى ويحسب من خلال المعادلة التالية:-

T = Da / Dd (Burbank. D. W. and Anderson, R.S,2001)

حيث أن T هى مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى، Da هى المسافة بين خط محور الحوض والمجرى الرئيسى المتعرج فى الحوض، Dd هى المسافة بين خط محور الحوض ومحيط الحوض أو خط تقسيم المياه.

جدول (١٢) مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى T فى أحوض التصريف فى منطقة جبل كاترينا

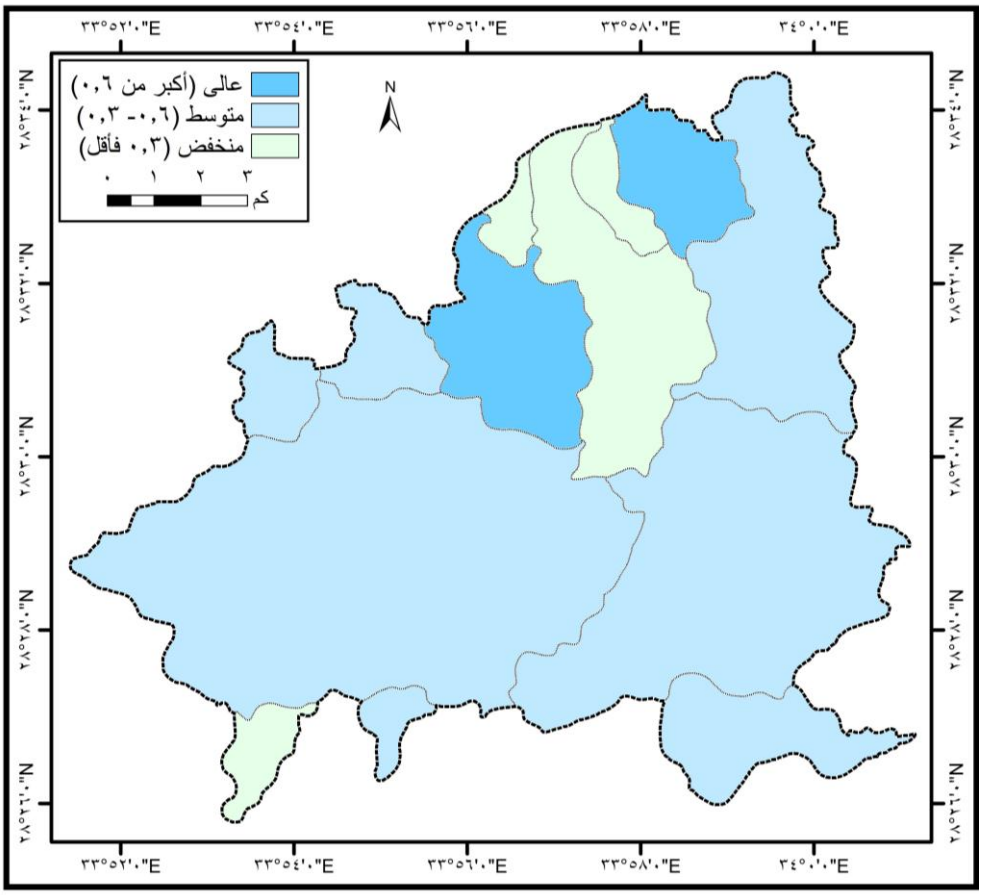
م	الحوض	المسافة من خط المحور وحتى المجرى Da (كم)	المسافة من خط المحور وحتى تقسيم المياه Dd (كم)	مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى (T)
١	سق	١.٣٦	٢.٨٨	٠.٤٧
٢	روتج	٠.٧٢	١.٢	٠.٦
٣	أسباعية	٠.٧٢	١.٦	٠.٤٥
٤	الأربعين	٠.٥٦	١.٨٤	,٣
٥	الشق	١.١٥	١.٥٢	٠.٧٦
٦	زرع	٠.٦٤	١.٩٢	٠.٣٣
٧	الدير	٠.٨٨	١.٤٤	٠.٦١
٨	أنشيل	٠.٦٤	١.١٥	٠.٥٦
٩	الميزاه	٠.٥٦	١.٢٨	٠.٤٤
١٠	اللعده	٠.٢٤	٠.٩٦	٠.٢٥
١١	شريج	٠.١٦	٠.٥٦	٠.٢٩
١٢	أمسادرى	,١٢	٠.٧٢	٠.١٧
١٣	الخلا	٠.٣٢	٠.٨	٠.٤
المتوسط				**٠.٤٣**

وبتطبيق المعادلة السابقة على أحواض التصريف والتى يوضحها نتائجها جدول (١٢) أتضح ما يلى:- تتراوح قيم مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى (T) بين ٠.١٧ (حوض وادى أمسادرى) و ٠.٧٦ (حوض وادى الشق) بمتوسط عام قدره ٠.٤٣. معنى ذلك أن هناك سبعة أحواض تزيد بها قيم مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى عن المتوسط ومنها حوض وادى روتج وحوض وادى الشق وهناك ستة أحواض يقل فيها قيمة هذا المؤشر عن المتوسط وبصفة عامة فإن معظم الأحواض تميل إلى التماثل الطبوغرافى ما عدا أربعة أحواض فقط وهى حوض روتج وحوض وادى الشق، وحوض الدير وحوض وادى أنشيل.

ومن دراسة الجدول (١٣) والشكل (١١) واللذان يوضحان تصنيف الأحواض حسب مؤشر عامل عدم التماثل الطبوغرافى تبين الآتى:-.

جدول (١٣) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى (T)

الفئة	التصنيف	الدرجة	عدد الأحواض	%
أكبر من ٠.٦	١	عالى	٢	١٥.٤
٠.٦- ٠.٣	٢	متوسط	٧	٥٣.٨
٠.٣ فأقل	٣	منخفض	٤	٣٠.٨



شكل (١١) تصنيف أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر عامل التماثل الطبوغرافى (T)

- يتسم حوضين فقط من أحواض التصريف بالمنطقة بنسبة ١٥.٤% بعدم تماثل طبوغرافى أى أن تأثير النشاط التكتونى على المجرى الرئيسى بالحوض عالى وهما حوضى الشق والدير.
- يوجد سبعة أحواض بنسبة ٥٣.٨% من عدد الأحواض يكون تأثير النشاط التكتونى حسب هذا المؤشر على المجرى الرئيسى للحوض متوسط وهى: حوض وادى سق، حوض وادى روتج، حوض وادى إسباعية، حوض وادى زرع، حوض

وادى أنشيل، حوض وادى الميزاه، حوض وادى الخلا.

- يوجد أربعة أحواض بنسبة ٣٠.٨% من عدد الأحواض بها تماثل طبوغرافى لأن تأثير النشاط التكتونى بها منخفض وهى:- حوض وادى الأربعين، وحوض وادى اللعدة، وحوض وادى شريج، وحوض وادى أمسادرى.

ومن العرض السابق يتضح أن حوض وادى أمسادرى هو أكثر الأحواض به تماثل طبوغرافى حيث بلغت قيمة المؤشر ٠.١٧، وحوض وادى الشق هو أكثر الأحواض به لا تماثل طبوغرافى حيث بلغت قيمة هذا المؤشر حوالى ٠.٧٦، أى أن مجرى هذا الحوض تأثر بتعرج الطبقة السفلية أو تصدعها، وهذا يؤدى إلى انحراف المجرى الرئيسى فى اتجاه الانكسارات.

٦-مؤشر طول المجرى S L The Stream Gradient index

استخدم (Hack,1972) مؤشر تدرج طول المجرى المائى لتوضيح التغيرات الجيومورفولوجية على القطاع الطولى للمجرى المائى وبالتالى التوصل إلى قياس مرحلة التوازن للمجارى المائية وتم حساب (SL) رياضياً بالمعادلة التالية والتى أوردها:-

$$SL= (AH/HL)L \qquad (Cooley,2015)$$

حيث أن (SL) هى مؤشر تدرج طول المجرى،و (AH) هى الفرق فى الارتفاع بين نقطة تقاطع المجرى مع خط الكنتور الأول عند المصب وخط الكنتور الذى يليه،و (HL) هى المسافة الأفقية الفاصلة بين نقطة تقاطع المجرى مع خط الكنتور الأول إلى نقطة تقاطعه مع الخط الذى يليه فى منطقة المصب، (L) هى طول المجرى الرئيسى.

وبتطبيق المعادلة السابقة على أحواض التصريف فى منطقة كاترينا،والذى يوضح نتائجها جدول (١٤) هى: تتراوح قيم مؤشر طول المجرى (SL) فى الأحواض بالمنطقة بين ٣٦٣ متر (حوض وادى شريج) و ١٩٠١ (حوض وادى الأربعين)

بمتوسط عام ١٠٥١.٠٣، معنى ذلك أن هناك ستة أحواض يكون فيها تأثير النشاط التكتونى على تدرج طول المجرى عالى وهذا مرتبط بوجود صخور صلبة فى قاع المجرى المائى وتتمثل فى أحواض:

جدول (١٤) مؤشر طول المجرى (SL) فى أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا

م	الحوض	طول المجرى الرئيسى (كم)	فرق الارتفاع فى منطقة المصب AH م	طول المسافة المستقيمة من المجرى فى منطقة المصب AL	مؤشر طول المجرى SL
١	سق	١٣.٦	٣٧	٠.٦	٨٣٨
٢	روتج	١٠	١٤٧	٠.٨	١٨٣٧.٥
٣	أسباعية	٩.٦	٥٤	٠.٤٥	١١٥٢
٤	الأربعين	١٠.٤	١٢٨	٠.٧	١٩٠١
٥	الشق	٧.٦	١٠١	٠.٤٥	١٧٠٥
٦	زرع	٥.٦	٧٤	٠.٣٥	١١٨٤
٧	الدير	٤.٨	٧٥	٠.٢٤	١٥٠٠
٨	أنشيل	٤.٤	٢٨	٠.٢٨	٤٤٠
٩	الميزاه	٣.٣٦	٤٤	٠.٣٦	٤١٠
١٠	اللعده	٣.٤	١٠٠	٠.٤٤	٧٤١
١١	شريج	٤	٥٩	,٦٥	٣٦٣
١٢	أمسادرى	٣.٢	٦٤	٠.٢٤	٨٥٣
١٣	الخلا	٢.٨٨	١٥٤	٠.٦	٧٣٩
المتوسط					**١٠٥١.٠٣**

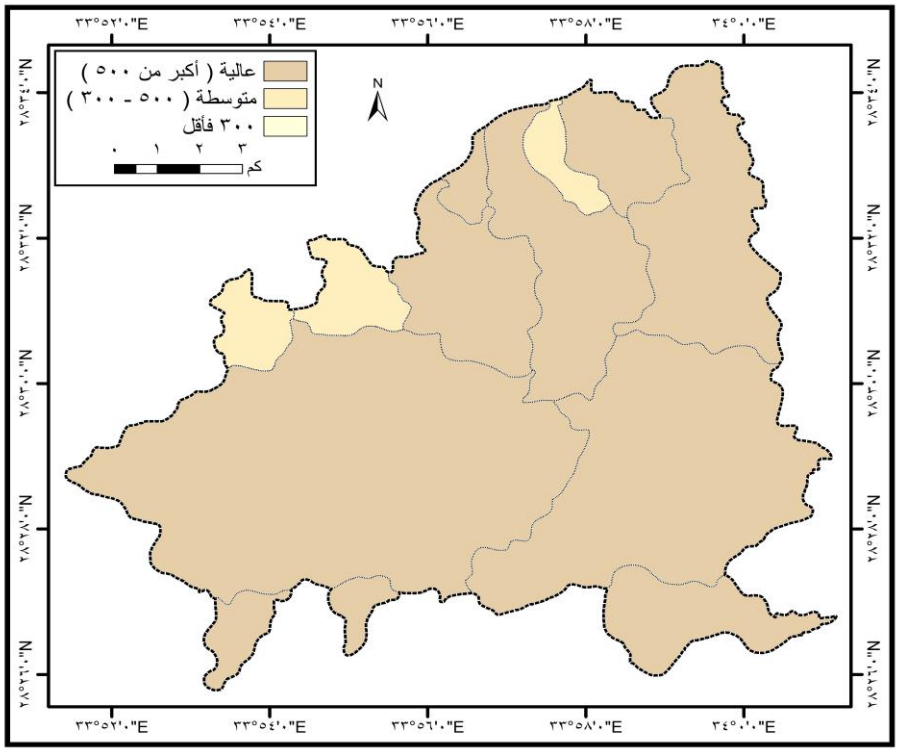
روتج، وحوض أسباعية، حوض الأربعين وحوض الشق وحوض وادى زرع وحوض وادى الدير. وهناك سبعة أحواض يكون فيها قيمة مؤشر طول المجرى أقل من المتوسط وهى حوض وادى سق، وحوض وادى أنشيل،وحوض وادى الميزاة وحوض وادى اللعدة وحوض وادى شريج وحوض وادى أمسادرى وحوض وادى الخلا، وبصفة عامة فإن أحواض التصريف فى المنطقة حسب تصنيف هذا المؤشر يكون تأثير

النشاط التكتونى حسب هذا المؤشر عالى،لأن قيمته أكبر من ٥٠٠ فى حوالى عشرة أحواض من أحواض التصريف المدروسة.

ومن دراسة الجدول (١٥) والشكل (١٢) واللذان يوضحان تصنيف أحواض التصريف حسب مؤشر طول المجرى (SL) تبين الآتى:-

جدول (١٥) تصنيف أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا حسب مؤشر طول المجرى

الفئة	التصنيف	الدرجة	عدد الأحواض	%
أكبر من ٥٠٠	١	عالية	١٠	٧٦.٩
٣٠٠ – ٥٠٠	٢	متوسطة	٣	٢٣.١
٣٠٠ فأقل	٣	منخفضة	صفر	صفر



شكل (١٢) تصنيف أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا حسب مؤشر طول المجرى

- يوجد عشرة أحواض يكون مؤشر طول المجرى (SL) أكبر من ٥٠٠ وهذا معناه أن تأثير النشاط التكتونى حسب هذا المؤشر عالى وذات فعالية ويدل على وجود صخور صلبة فى قاع المجرى المائى،وارتفاع درجة الانحدار وتعرج قناة المجرى.
- يوجد ثلاثة أحواض بنسبة ٢٣.١ % من عدد الأحواض يكون تأثير النشاط التكتونى بها حسب مؤشر طول المجرى متوسط.
- هذا المؤشر يعتبر متغير هيدرولوجى لأنه مرتبط بقوة السيل،إذ أن قوة السيل توضح مدى قصر أو طول المجرى المائى،وبالتالى قياس قدرة السيل على تعرية ونحت قاع الوادى ونقل رواسبه.

٧-مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) Mountain Front Sinuosity index

يستخدم هذا المؤشر لقياس العلاقة بين انحدار المرتفعات والواجهات شديدة الاستقامة وبين التعرية الناتجة من خلال المجارى التى تعمل على تشكيل الحافات بشكل متعرج،معنى ذلك فإن المؤشر يعكس العلاقة بين التعرية والقوى التكتونية المكونة لواجهة الجبل،وتم التعبير عن هذه العلاقة رياضياً من خلال المعادلة التى أوردها (Bell,2007).

$$SMF = Lmf / LS$$

حيث أن (SMF) هى مؤشر تعرج مقدمة الجبل،و (Lmf) هى عبارة طول حافة الجبل المتعرجة المشرفة على الوادى عند المصب، (LS) هى طول حافة الجبل المشرفة على الوادى عند المصب ولكن بشكل مستقيم.

وبتطبيق هذه المعادلة على أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا والتى يوضح نتائجها جدول (١٦) تم التوصل إلى ما يلى:-

جدول (١٦) أحواض التصريف فى منطقة جبل كاترينا حسب مؤشر تعرج مقدمة الجبل

م	الحوض	طول مقدمة الجبل بشكل متعرج Lmf K	طول مقدمة الجبل بشكل مستقيم LS كم	مؤشر تعرج مقدمة الجبل Smf
١	سق	٥	٤.٨	١.٠٤
٢	روتج	٤.٨	٤.٤	١.٠٩
٣	أسباعية	٢	١.٧٦	١.١٣
٤	الأربعين	١.٠٥	,٩٦	١.٠٩
٥	الشق	٠.٥٤	٠.٤٨	١.١٤
٦	زرع	٠.٦٤	٠.٥٦	١.٣٣
٧	الدير	٢.١	١.٦٨	١.٢٥
٨	أنشيل	١.٠٢	٠.٩٦	١.٠٦
٩	الميزاه	١.٥	١.٣٦	١.١
١٠	اللعده	٠.٥٣	٠.٤٨	١.١
١١	شريج	٠.٦٢	,٥٦	١.١٢
١٢	أمسادرى	٠.٥١	٠.٤٠	١.٢٨
١٣	الخلا	٠.٥٦٧	٠.٤٢	١.٣٥
المتوسط				**١.١٦**

تتراوح قيم مؤشر تعرج مقدمة الجبل فى أحواض التصريف بالمنطقة بين (١.٠٤) حوض وادى سق و (١.٣٥) حوض وادى زرع بمتوسط عام قدره (١.١٦) وحسب تصنيف (Bull and Mcfadden,1977) فإن كل أحواض التصريف فى المنطقة تقع تحت تأثير النشاط التكتونى العالى لأنها لا تقل فى أى حوض من أحواض المنطقة عن ١.٠٤. وأن دور التعرية فى هذه الأحواض مازال محدود جداً. حيث قام (Bell,2007) بتصنيف مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) إلى ثلاث فئات (١-١.٦) الرتبة الأولى (عالية) التأثير بالنشاط التكتونى، و ١.٦-٣ من الرتبة

الثانية(متوسطة)،٣–٥ الرتبة الثالثة منخفضة . ونتائج المعادلة فى الأحواض كلها تشير إلى انخفاضها عن ١.٦ وهذا معناه أن هناك عمليات تكتونية نشطة (عمليات تعرية ووعورة وتعرج مقدمة الجبل).

٨–مؤشر التكامل الارتفاعى Hi Hypsometric integral

يستخدم هذا المؤشر لقياس تباين الارتفاع لمساحة معينة من أى منطقة وخاصة حوض الصرف (Strahper,1952) وهذا المؤشر متشابهة مع مؤشر طول المجرى من حيث أن مقاومة الصخور تؤثر فى قيمته (Mayer,1990) (Keller and Pinter,2002).

$$Hi = (Hmean - Hmin)/ (H\ max - H\ min)$$

حيث أن (Hi) هى مؤشر التكامل الارتفاعى، Hmean هى الارتفاع المتوسط، Hmin أدنى ارتفاع فى الحوض، (Hmax) هى أقصى ارتفاع فى الحوض.

وبتطبيق هذه المعادلة والتى يوضح نتائجها جدول (١٧) تبين الآتى :–

جدول (١٧) مؤشر التكامل الارتفاعى Hi فى أحواض التصريف بمنطقة جبل كاترينا

م	الحوض	أقصى ارتفاع (م)	أدنى ارتفاع (م)	الارتفاع المتوسط (م)	مؤشر التكامل الارتفاعى
١	سق	٢٦٠٤	٨٥٠	٢٢٢٦	٠.٧٨
٢	روتج	٢٤٥٠	١٦٠١	٢٠٢٥	,٤٩
٣	أسباعية	٢٢٠٠	١٤٨٩	١٨٤٩	٠.٥
٤	الأربعين	٢٦٠٠	١٦٠٠	٢١٠٠	,٥
٥	الشق	٢٦٣٩	١٨٥٠	٢٢٤٤.٥	,٥
٦	زرع	٢١٠٠	١٥٢٩	١٨١٤.٥	,٥
٧	الدير	٢٠٩٩	١٥٥٠	١٨٢٤.٥	,٥

م	الحوض	أقصى ارتفاع (م)	أدنى ارتفاع (م)	الارتفاع المتوسط (م)	مؤشر التكامل الارتفاعى
٨	أنشيل	٢٢٠٨	١٩٠٠	٢٠٦٤	,٥
٩	الميزاه	٢٢٧٠	٢٠٤٤	٢١٥٧	٠.٥٣
١٠	اللعده	١٨٩٩	١١٠٠	١٤٩٩	,٥
١١	شريج	٢١٤٥	١٦٥٠	١٨٩٧.٥	٠.٤٩
١٢	أمسادرى	٢٢١٤	١٦٠٠	١٩٠٧	,٥
١٣	الخلا	٢٤٥٠	١٥٠٠	١٩٧٥	,٥
المتوسط					**,٥٢**

تتراوح قيم مؤشر التكامل الارتفاعى (Hi) بين (٠.٤٩) حوض وادى اللعدة (٠.٧٨) حوض وادى سق بمتوسط عام قدره ٠.٥٢ . معنى ذلك أن هناك حوضين فقط يكون فيهما قيمة مؤشر التكامل الارتفاعى أعلى من المتوسط،أما بقية الأحواض فى المنطقة فإن قيم هذا المؤشر فيها أقل من المتوسط . وحسب التصنيف الذى أورده (Keller and Pinter,2002) لهذا المؤشر حيث قسم هذا التصنيف إلى ثلاثة تصنيفات الفئة الأولى (٠.٧٢-٠.٤٦) الرتبة الأولى عالية التأثير بالنشاط التكتونى، والفئة الثانية (٠.٤٥-٠.٣٦) الرتبة الثانية (متوسطة)،الفئة الثالثة (٠.٣٦ فأقل) رتبة ثالثة (منخفضة)، ومن خلال فحص بيانات الجدول تبين أن جميع أحواض التصريف حسب تصنيف مؤشر التكامل الارتفاعى تقع فى الفئة الأولى أى أنها متأثرة تأثيراً عالياً بالحركات التكتونية وأن هذه الأحواض ذات ارتفاع محدب وأن الأحواض لا يوجد بها مرتفعات متأكلة وأن المنطقة حديثة وربما ناتجة عن الحركات التكتونية.

٩-مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين VF

Ratio of valley Floor width to valley

يستخدم هذا المؤشر للمقارنة بين الأودية فى منطقة المنبع والتى تكون على شكل حرف (V) وبين الأودية فى منطقة المصب والتى تكون على شكل حرف (U)

،ففى الحالة الأولى تكون الأودية فى حالة استجابة لمعدل النشاط التكتونى،وفى الحالة الثانية تكون الاستجابة لعمليات التعرية الجانبية . وتم حساب هذا المؤشر رياضياً باستخدام المعادلة التى أوردها Cooly,2015 وهى كالتالى :-

$$VF = 2vfw/(ELd-ESC)+(Erd-ESC)$$

حيث أن (VF) هى مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين، (VFW) هو عرض قاع الوادى،و (ELd) هى ارتفاع الجانب الأيسر من الوادى،(Erd) هى ارتفاع الجانب الأيمن من الوادى و (Esc) هى ارتفاع قاع الوادى.

وقد تم عمل قطاعات تضاريسية عرضية على ثلاثة عشر حوضاً فى الجزء الأوسط من الوادى وتم منها قياس كل المتغيرات المستخدمة فى المعادلة والتى يوضح نتائجها الجدول (١٨) ومنه تبين الآتى:-

تتراوح قيم مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين بين (٠.٩) حوض وادى أمسادرى و (٢.٧) حوض وادى الشق بمتوسط عام قدره ١.٥،وحسب التصنيف هذا الذى أورده (Bull and Mcfadden,1977) لهذا المؤشر حيث قاما بتقسيمه إلى ثلاث فئات (أقل من ٠.٥) الرتبة الأولى (نشاط تكتونى عالى)،والثانية (١-,٥) الرتبة الثانية(نشاط تكتونى متوسط)،الثالثة (١-فأكثر) الرتبة الثالثة (نشاط تكتونى منخفض) وهذا معناه أن كل أحواض التصريف حسب مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين يكون تأثير النشاط التكتونى فيه منخفض وأن التعرية الجانبية هى السائدة ما عدا حوض وادى أمسادرى يكون تأثير النشاط التكتونى فيه متوسط وهذا راجع فى المقام الأول إلى موضع القطاع والذى تم منه القياس.

جدول (١٨) مؤشر عرض قاع الوادى إلى ارتفاع الجانبين VF فى أحواض التصريف بالمنطقة

م	الحوض	عرض الوادى (م)	ارتفاع الجانب الأيمن ELD	ارتفاع الجانب الأيسر Erd	ارتفاع القاع ESC	VF
١	سق	٦٦٥	٢٢٠٠	١٨٥٠	١٦٠٠	١.٥٦
٢	روتج	٨٣٠	٢٣٨٠	٢٢٠٠	١٩٠٠	٢.١
٣	أسباعية	٦٥٠	١٨٩٠	٢١٥٠	١٦٠٠	١.٥٤
٤	الأربعين	٦٥٠	١٩٩٠	٢١٢٠	١٧١٠	١.٩
٥	الشق	٨٢٠	٢١٠٠	٢٢٠٠	١٨٥٠	٢.٧
٦	زرع	٥٠٠	٢٠٥٠	١٩٠٠	١٦٠٠	١.٣
٧	الدير	٨٢٠	٢٠٠٠	٢٠٥٠	١٥٠٠	١.٥٦
٨	أنشيل	٣١٠	٢٢١٠	٢٢٢٠	١٩٩٠	١.٤
٩	الميزاه	٢٩٠	٢٣٠٠	٢١١٠	٢٠١٠	١.٤٨
١٠	اللعده	٢٨٥	١٨٥٥	١٩٥٥	١٦٢٥	١.٠٢
١١	شريج	٣٩٠	٢٢٥٠	١٩٥٠	١٧٥٠	١.١
١٢	أمسادرى	٢٧٠	٢٢٠٠	١٩١٠	١٧٥٠	,٩
١٣	الخلا	٤٨٠	٢٠٠٠	٢١٦٠	١٦٥٠	١.١٢
المتوسط						١.٥

١٠- التصنيف النهائى للمؤشرات التكتونية TAT

عند القيام بعمل التصنيف النهائى للمؤشرات الجيومورفولوجية لابد من تجميع قيم جميع المؤشرات الجيومورفولوجية التى تم استنتاجها من المعادلات السابقة والخرائط التى تم الاعتماد عليها والتى يوضحها جدول (١٩) حيث يعطى هذا الجدول فكرة عامة عن تأثر المؤشرات الجيومورفولجية بالأنشطة التكتونية .

جدول (١٩) قيم معادلات المؤشرات الجيومورفولوجية والمتأثرة بالنشاط التكتونى

م	الحوض	Ke	IG	DS	AF	T	SL	SMF	Hi	VF
١	سق	١.٣	٢١٧.٩	١٥٣٦.٢	٦٨.٤	٠.٤٧	٨٣٨	١.٠٤	٠.٧٨	١.٥٦
٢	روتج	١.٤	١٢٧.٦	٦٩٣.٠٤	٨٤.١	٠.٦	١٨٣٧.٥	١.٠٩	٠.٤٩٩	٢.١
٣	أسباعية	١.٦	١١٤.٥٤	٤٤٢.١٣	٨٠.٥	٠.٤٥	١١٥٢	١.١٣	٠.٥	١.٥٤
٤	الأربعين	١.٧	١٧٢.٦	٦١٧.٥	٧٨.١	٠.٣	١٩٠١	١.٠٩	٠.٥	١.٩
٥	الشق	١.٤	١٨٥.٩	٥٧٥.٩٩	٥٠	٠.٧٦	١٧٠٥	١.١٤	٠.٥	٢.٧
٦	زرع	١.٣٧	١٤٢.٩	٣٦٧.١	٧٨.٨	٠.٣٣	١١٨٤	١.٣٣	٠.٥	١.٣
٧	الدير	١.٢	١٥٠	٣٥١.٨	٧٢.٧	٠.٦١	١٥٠٠	١.٢٥	٠.٥	١.٥٦
٨	أنشيل	١.٣	٨٦.٧	١٦٤.٥	٧٧.٨	٠.٥٦	٤٤٠	١.٠٦	٠.٥٣	١.٤
٩	الميزاه	١.٢	٦٢.٥	١٠٠.٧٧	٥٥.٢	٠.٤٤	٤١٠	١.١	٠.٥	١.٤٨
١٠	اللعده	١.٤	٣٨٣.٣	٥٦٦.١٣	٥٢.٢	٠.٢٥	٧٤١	١.١	٠.٤٩	١.٠٢
١١	شريج	١.٤٥	١٧٦.٥	٢٦١.٨	٥٤.٥	٠.٢٩	٣٦٣	١.١٢	٠.٥	١.١
١٢	أمسادرى	١.٤٤	٣٤٤.٣	٤٢١.٧	٦٣.٣٠	٠.١٧	٨٥٣	١.٢٨	٠.٥	٠.٩
١٣	الخلا	١.٣٤	٦٣١.٥	٧٤٧.٢	٥٧.١٤	٠.٤	٧٣٩	١.٣٥	٠.٥	١.١٢
المتوسط		١.٣٨	٢١٥.٠٩	٥١٩.٧	٦٧.١٣	٠.٤٣	١٠٥١.٣	١.١٦	٠.٥٢	١.٥

وأعتمد الباحث فى هذه الدراسة على تصنيف (EL,Hamdouni,2008). والذى قسم التصنيف النهائى للمؤشرات التكتونية إلى أربع درجات والتى يوضحها الجدول (٢١) وتم وضع ٩ مؤشرات جيومورفولوجية لثلاثة عشر حوضاً، فى جدول ثم بعد ذلك تم عمل تصنيف مجمع لمعادلات المؤشرات الجيومورفولوجية التى لها مدلول على النشاط التكتونى وتبين من الجدول (٢٠) الآتى:-

تتراوح قيم التصنيف النهائى للمؤشرات التكتونية فى الأحواض ما بين (١.٤) أحواض، سق، روتج، أسباعية، الأربعين، و(٢) حوض وادى شريج بمتوسط عام قدره

١.٦٣، معنى ذلك تبعاً لتصنيف المؤشرات الجيومورفولوجية المتأثرة بالحركات التكتونية تعتبر ذات فاعلية عالية.

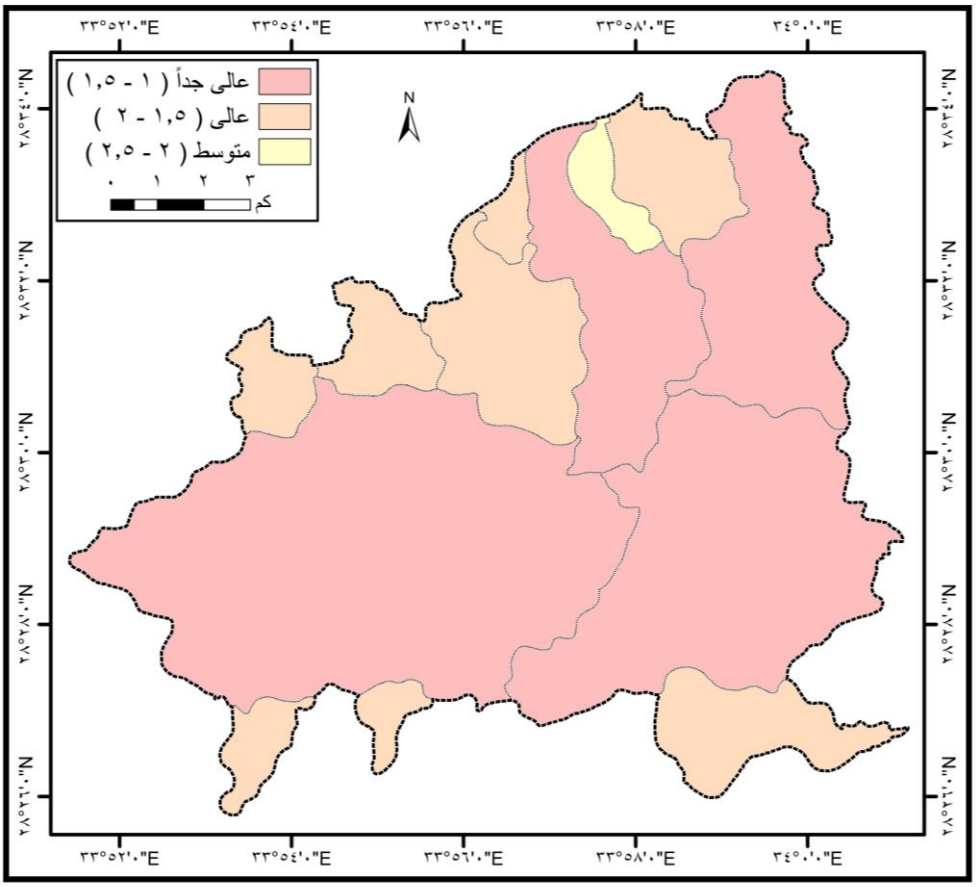
جدول (٢٠) نتائج التصنيف المجمع لمعادلات المؤشرات الجيومورفولوجية TAT

م	الحوض	Ke	IG	DS	AF	T	SL	SMF	Hi	VF	TAT	S/N	CLASS TAT	الدرجة
١	سق	٢	١	١	١	٢	١	١	١	٣	١٣	١.٤	١	عالى جداً
٢	روتج	٢	١	١	١	٢	١	١	١	٣	١٣	١.٤	١	عالى جداً
٣	أسباعية	١	١	٢	١	٢	١	١	١	٣	١٣	١.٤	١	عالى جداً
٤	الأربعين	١	١	١	١	٣	١	١	١	٣	١٣	١.٤	١	عالى جداً
٥	الشق	٢	١	١	٣	١	١	١	١	٣	١٣	١.٦	٢	عالى
٦	زرع	٢	١	٢	١	٢	١	١	١	٣	١٤	١.٦	٢	عالى
٧	الدير	٢	١	٢	١	١	٢	١	١	٣	١٤	١.٦	٢	عالى
٨	أنشيل	٢	١	٣	١	٢	٢	١	١	٣	١٦	١.٨	٢	عالى
٩	الميزاه	٢	١	٣	٣	٢	١	١	١	٣	١٧	١.٩	٢	عالى
١٠	اللعده	٢	١	١	٣	٣	١	١	١	٣	١٦	١.٨	٢	عالى
١١	شريج	٢	١	٢	٣	٣	٢	١	١	٣	١٨	٢	٣	متوسط
١٢	أمسادرى	٢	١	٢	٢	٣	١	١	١	٢	١٥	١.٧	٢	عالى
١٣	الخلا	٢	١	١	٢	٢	١	١	١	٣	١٤	١.٦	٢	عالى
	المتوسط											١.٦٣		

أظهرت نتائج المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتونى ثلاثة درجات للفاعلية التكتونية حسب الاعتماد على أهم التصنيفات التكتونية المعتمدة فى الدراسات الحديثة ومنها تصنيف(Bull and Mcfadden,1977) (EL,Hamdouni,2008) و (Keller and Pinter,n,2002) ومن خلالها أتضح بإن المنطقة متأثرة بنشاط تكتونى ذو فعالية تكتونية عالية جداً وعالية ومتوسط النشاط. وذلك على النحو التالى:-

جدول (٢١) التصنيف النهائى للمؤشرات الجيومورفولوجية TAT

الفئة	التصنيف	الدرجة	عدد الأحواض	%
١ – ١.٥	١	عالى جداً	٤	٣٠.٨
١.٥ – ٢	٢	عالى	٨	٦١.٥
٢ – ٢.٥	٣	متوسط	١	٧.٧
٢.٥ فأكبر	٤	منخفض	صفر	–



شكل (١٣) التصنيف النهائى للمؤشرات الجيومورفولوجية TAT

ومن دراسة الجدول (٢١) والشكل (١٣) واللذان يوضحان التصنيف النهائى للمؤشرات التكتونية تبين الآتى:-

-يوجد أربعة أحواض متأثرة بنشاط تكتونى ذو فاعلية عالية جداً بنسبة ٣٠.٨% من أحواض التصريف تتمثل هذه الأحواض فى حوض وادى سق،حوض وادى روتج،حوض وادى أسباعية،حوض وادى الأربعين.

- يوجد ثمانية أحوض متأثرة بنشاط تكتونى ذو فاعلية عالية بنسبة ٦١.٥% من عدد الأحواض وتتمثل هذه الأحواض فى: حوض وادى زرع،وحوض وادى الدير ،وحوض وادى الميزاه،وحوض وادى اللعدة،وحوض وادى أمسادرى،وحوض وادى الخلا،وحوض وادى أنشيل.

- وأخيراً يوجد حوض واحد فقط متأثر بنشاط تكتونى ذو فاعلية متوسطة وهو حوض وادى شريج بنسبة ٦.٧% من عدد الأحواض.

المصادر والمراجع

المراجع العربية:-

١- أمجد فتحى رجب عبد الفتاح ، (٢٠١٠) ، منطقة جبل كاترينا (جنوب شبه جزيرة سيناء) دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب–جامعة كفر الشيخ– كفر الشيخ.

٢- خالد كامل رشوان،(١٩٩٤)، حوض وادى دهب شبه جزيرة سيناء، دراسة جيومورفولوجية ، دكتوراه (غير منشورة) كلية الآداب، جامعة المنيا، المنيا.

٣- رضا عناب،(٢٠٠٦)، تقدير خطر التعرية فى حوض نيمفاد وأثرها على سد كدية مداور مقاربة متعددة المعايير، ماجستير، قسم العلوم الاراضى، كلية العلوم، جامعة العقيد الحاج لخضر. الجزائر.

٤- ريم شاتى ، نهاد بهوى، عبد الحميد الكفرى،(٢٠١٧) ، تقييم النشاط التكتونى للجزء الشمالى للمنطقة الساحلية من سورية باستخدام المؤشرات الجيومورفولوجية وتحليل المسيلات المائية المشتقة من النموذج الرقمى للارتفاعات (Dem)، مجلة البعث، المجلد ٣٩، العدد ١.

٥- طارق زكريا إبراهيم (١٩٩٣) ، مناخ شبه جزيرة الساحل الشرقى لمصر، دراسة فى الجغرافيا المناخية، ماجستير(غير منشورة) كلية الآداب، جامعة الزقايق، الزقايق.

٦- فؤاد عبد الوهاب محمد العمرى، نجم عبد الله كامل، (٢٠١٣) دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتونى فى قبة علاس، طية حمرين الشمالى، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، كلية التربية، جامعة تكريت، العدد ١٨، العراق.

٧- عبده شطا،(١٩٦٠) جيولوجية شبه جزيرة سيناء، موسوعة سيناء.

٨- محمد رمضان مصطفى، (١٩٨٧)، حوض وادى فيران، دراسة جيومورفولوجية، ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

المراجع الاجنبية :-

1- Arian. M, Aram, (2014) Relative tectonic activity classification in Kemenshah area, west Earn, solid Earth Discuss,6.
2- Bahrami, s, (2013) Analyzing the drainage amomaly if zogros basins, Implications for active tectonics. Tectonophy sics 608.
3- Bull ,w .B., (2007) Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California, In : Doehring, D.C. (Ed) Geomorphology in Arid Regions, Proceeding gth Annual Geomorphology Symposium, state University of the New York, Binghamton, NY.
4- Cooley, S.W., (2015) Gis 4 Geomorphology: http://www.gis 4 geomorphology.com, Accessed December 25.
5- Dehbozorgi, M. et al (2010) Quantitative analsis of relative tectonic activity in the Serves tan area, central Zagros, Iran, GEOMORPHOLOGY, 21(3-4).
6- EL. Hamdauni, R., et al, (2007) Assessment of relative active tectonics, South west border of sierra Nevada (south splain), Geomorphology,96.
7- EL-tom M. A, (1975) The Rains of the Sudan, Mechanism and distribution, Kh, university, Khartoum.
8- Eyal, M. and Hezkiyahu, T. (1980) Katherine pluton the outtines of petrologic Framework, Israel journal of Earth Sciences, vol.29.

9- Ezatollah, G,. etal (2016) Quantitative assessment if relative tectonic activity in the ALamarvdasht river basin, south Iran, Natural Environment change, vol.2 99-110.
10- Keller, E.A, Pinter.N,(2002) Active tectonics :Earthquakes, Uplift, and land scope (2 nd. Ed) Prentice Hall, New Jersey.
11- Keller, E.A, Pinter.N,(2002) Active tectonics :Earthquakes, Uplift, and land scope (2 nd. Ed) Prentice Hall, New Jersey.
12- Mojgan. E., Nasrin, R and Narjes. S., (2015) Evaluating Tectonics A ctivities of Sirch Basin by Morphometric indices, Journal of Geography. Environment and Earth, Science International, 2 (3)
13- Oweiss, K.A, (1989) Geology of Gabel saint Catherine Area, Sinai, Egypt, ph. D, Thesis, Faculty of scince. Cairo university.
14- Oweiss, K.A, (1995) A short note on the banded iron formation (Bif) at Gabel Nakhilo Area, southern Sinai, Egypt, Annals of the Geological survey of Egypt, v XX.
15- Shimorn, A.E, (1980) Proterozoic Island Arc Volcanism and sedimentation in Sinai, Precambrian Research, 12.
16- Strahler, A, N. (1952) Hypsometric (Area-Altitude) Analysis Erosional Topography Geological Society of America Bulletin, vol 63.No 11.