تحليل منحدرات الحافة الشرقية لوادى النيل من وادى شارونة جنوباً إلى وادى غياضة شمالاً آلياً، بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

إعــداد

أمين سعيد أمين سيد دسوقى

الملخص:

تمثل منحدرات الحافة الشرقية فى منطقة الدراسة مظهراً جيومورفولوجياً مميزاً، تتميز بتنوع التركيب الصخرى، وتأثرها بحركات التصدع المختلفة، وقد انعكس الوضع التركيبى والصخرى على ارتفاع قيم زوايا الانحدار ودرجات التقوس على المنحدرات ، وأشكال المنحدرات السائدة على الحافة، وشيوع عمليات التفكك والتحلل والسقوط الصخرى.

Abstract:

The slopes of the eastern Escarpment in the study area represent a distinctive geomorphological feature,It is characterized by the diversity of the rock composition, and its impact on the various cracking movements, The structural and rock situation was reflected in the high values of slope angles and degrees of curvature on the slopes, the prevalent slope shapes on the Escarpment , the prevalence of disintegration, decomposition and rockfall.

تمهيد:

برزت أهمية دور نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة متقدمة للتعامل مع البيانات فى مختلف المجالات العلمية ولاسيما فى الدراسات الجغرافية ، وذلك لأنها توفير أساليب دقيقة فى تحليل الظاهرات الجغرافية وخاصة فى دراسة المنحدرات، فمن خلالها نستطيع أنشاء قاعدة بيانات جغرافية معتمدة على مصادر بيانات متقدمة متمثلة فى نماذج الارتفاعات الرقمية DEM، تمكننا من أجراء التحليلات المختلفة التى من خلالها نستطيع أن نستخرج نتائج دقيقة وسريعة عن طبيعة واتجاهات الانحدار وتقوس المنحدرات بحافة منطقة الدراسة ، والتى تعد جوهر الدراسة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة ، والتي تعكس بصورة واضحة أثر التكوين الصخري والأحوال المناخية والتطور الجيومورفولوجي والعمليات الجيومورفولوجية ، مقارنة بالطرق التقليدية، ولذلك

تقدم نظم المعلومات الجغرافية أساليب دقيقة فى التفسير والتحليل والقياس. وتتناول الدراسة فى هذا البحث دراسة العناصر التالية:-

أولاً : الخصائص العامة لمنحدرات منطقة الدراسة آلياً.

تتضمن دراسة الخصائص العامة لمنحدرات منطقة الدراسة دراسة مايلى:-

١- تحليل قيم درجات الانحدار بمنطقة الدراسة.

تفيد دراسة خريطة درجات الانحدار، شكل رقم (١) في إعطاء صورة أكثر دقة لتوزيع الانحدارات في منطقة الدراسة، والوقوف علي شكل الانحدار وتصنيفه من كونه هين أو متوسط أو شديد الانحدار وبالتالي توزيع درجاتة المختلفة علي مختلف المناطق في منطقة الدراسة لمعرفة المناطق تدخل ضمن النطاق الشديد الإنحدار وتلك التى تصنف بانها متوسطة الانحدار، فبنظرة واحدة لخريطة درجة الانحدار نستطيع تمييز أماكن الانحدارات المختلفة والمساحة التى تشغلها ، وإبراز أهم ملامح التباين فى تضاريسها ، ومن ثم تسهم فى تحليل أشكال السطح ، والتعرف على أصل نشأتها ومراحل تطورها، حيث يلعب إ نحدار السطح دوراً مهما فى نشاط بعض العلمليات الجيومورفولوجية ، وقد رسمت خريطة درجات الانحدار تبعاً لتصنيف ينج (Young, 1972, p.173) لدرجات الانحدار، وقد استخدم الطالب برنامج (ARC GIS 10.3) ، فى بناء نموذج MODEL من أجل حساب درجات درجات واتجاهات الانحدار،شكل رقم (٢)، ومن دراسة وتحليل خريطة درجات الانحدار،الجدول رقم (١) والشكل رقم (١) أمكن تقسيم المنطقة إلى خمسة فئات انحدارية لكل منها سماتها وظروفها الخاصة، التي تنعكس بدورها على أشكال السطح، وهذه الفئات هي:

أ- الفئة الأولى المناطق المستوية عامة:

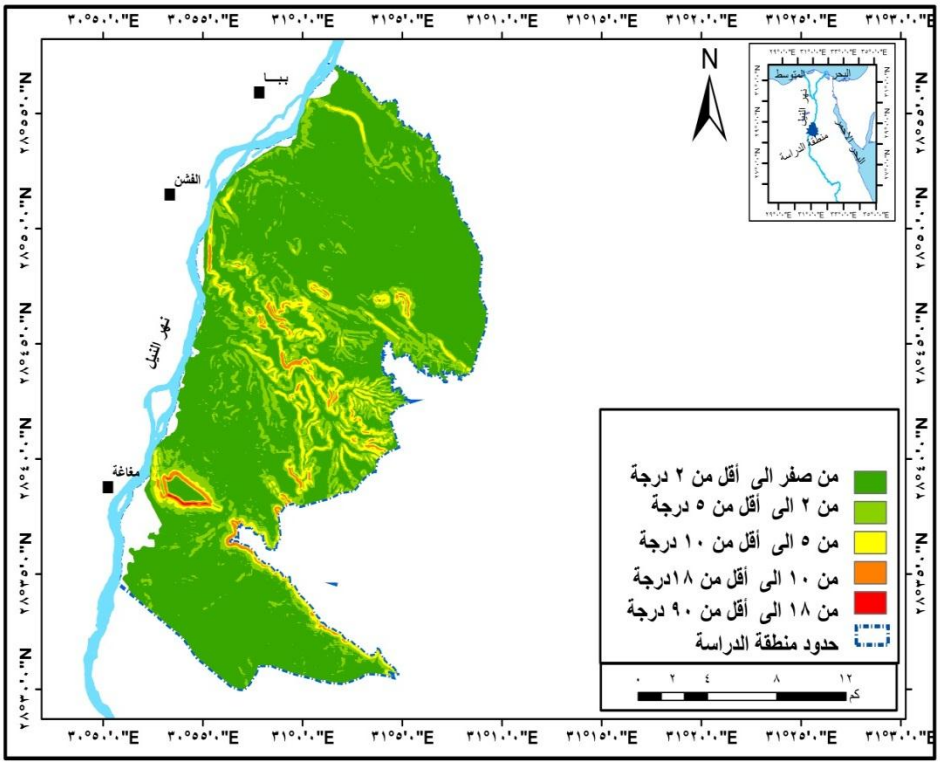
تضم هذه الفئة المناطق التي لا تتعدى درجة إنحدارها ٢°، وهي تغطي مساحة ٥٨٢.٨كم٢ أي بنسبة ٧٥.٧% جملة مساحة منطقة الدراسة ، وتتوزع فى معظم أراضي المنطقة، حيث تشغل الجزء الأدنى من أراضي أودية غياضة والفقيرة والشيخ وشارونة ، والأجزاء الدنيا من منحدرات التلال المنعزلة، وأراضى نطاق أقدام الحافة، وتتركز هذه المناطق بشكل واضح في معظم أراضى المراوح الفيضية للأودية ، والتى تنتهى عند التقاءها بالسهل الفيضى الموازى للنيل غرباً .

كما تشغل نطاقاً شبه متصلاً من البهادا وهو ما أدى إلى خلق العديد من الأنشطة البشرية كالعمران والزراعة ، حيث يتميز نطاق البهادا بأنه من أفضل مناطق التنمية فى منطقة الدراسة بشكل عام ، والتنمية الزراعية بشكل خاص ، حيث تتألف البهادا من الرواسب الناعمة التى

جلبتها الأودية من الحافة، هذا بالإضافة إلى ان سطحها ينحدر إنحداراً تدريجياً فى إتجاه السهل الفيضى للنيل ، وبالتالى تكون عبارة عن أراضى جيدة الصرف ،كما أن المياه التى تنقلها الأودية من الحافة تتسرب فى الرواسب المكونة للبهادا ، وبالتالى فإنه بمجرد حفر آبار غير عميقة يمكن الحصول على المياه الجوفية واستخدامها فى رى أراضى البهادا .كما تتمثل هذه الفئة في بعض المناطق الهينة في بطون الأودية ، وفوق أجزاء صغيرة المساحة على الحافة الشرقية التي نجحت عوامل التعرية في تسويتها،صورة رقم (١).

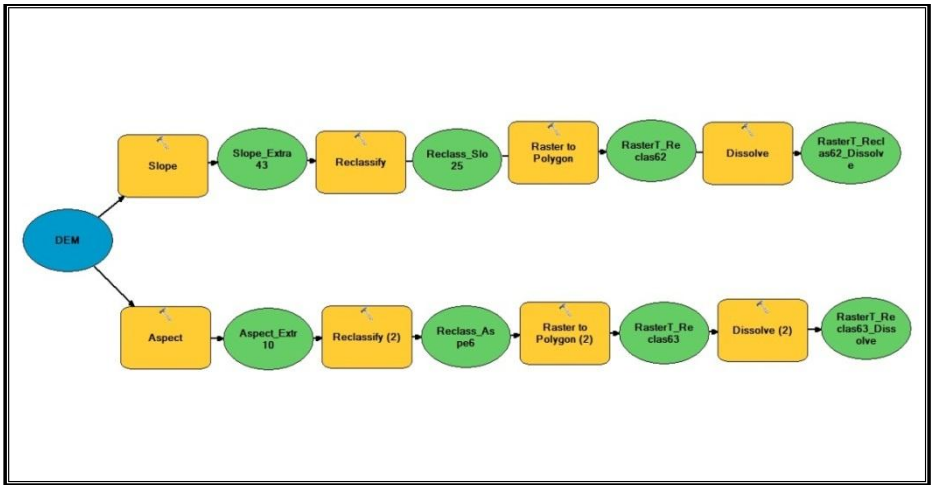
ب- الفئة الثانية المناطق بسيطة الانحدار :

تضم هذه الفئة المناطق التى تتراوح درجات الانحدار بين (٢° : ٥°) ، وتبلغ مساحة هذه المناطق ١٢٧.٦كم٢ أي بنسبة ١٦.٥ % من جملة مساحة منطقة الدراسة ، وترتبط هذه المناطق فى الغالب بالتلال المنعزلة المنتشرة على سطح المنطقة إلى الشرق من النطاق السابق،كما تظهر هذه الانحدارات على الأجزاء العليا أو قمم بعض المراوح المنتشرة فى المنطقة عند مخارج الأودية أو عند مخارج روافدها كما هو الحال فى وادى الشيخ ، وغياضة، الفقيرة ، الزاوية، شارونة ، ومن أهم ما يلاحظ على هذا النطاق انه يعد بمثابة منطقة انتقال بين المناطق المرتفعة في الشرق والمناطق المنخفضة في الغرب.



المصدر : إعداد الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل(١) درجات الانحدار بمنطقة الدراسة .



المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل (٢) نموذج يوضح كيفية حساب درجات واتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة.

جدول (١) خصائص فئات درجات الانحدار فى منطقة الدراسة.

فئات الانحدار	طبيعة الإنحدار	المساحة /كم٢	النسبة %
صفر ° : ٢ °	مستوى	٥٨٢.٧	٧٥.٧
٢ ° : ٥ °	بسيط الانحدار	١٢٧.٦	١٦.٥
٥ ° : ١٠ °	متوسط الانحدار	٤٨.٣	٦.٣
١٠ ° : ١٨ °	فوق متوسط الانحدار	١٠.٢	١.٤
١٨ ° : أقل من ٩٠ °	شديد الانحدار والشديد جداً والجروف الرأسية	٠.٧	٠.١
الإجمالى		٧٦٩.٦	١٠٠.٠

المصدر: إعداد الطالب اعتمادا على شكل (١) ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

صورة (١) الأراضى المستوية الانحدار بالقرب حافة جبل قرارة والتى تم تسويتها واستخدامها فى الزراعة، ناظراً صوب الجنوب الغرب.

جـ- الفئة الثالثة المناطق متوسطة الانحدار:

تضم هذه الفئة المناطق التى تتراوح الانحدار بين (٥° : ١٠°) ، وتغطي هذه الفئة مساحته ٤٨.٣ كم٢ أي بنسبة ٦.٣% من إجمالى مساحة المنطقة ، وتتمثل فى النطاق الواقع بين نطاق أقدام الهضبة والنطاق الهضبي، كما نجدها أحياناً بالتلال والجبال التى تتوزع من الجنوب إلى الشمال فى الظهير الصحراوى الشرقى بمحاذاة السهل الفيضى ، وتظهر بوضوح في الجزء الأعلى والأوسط من جوانب هذه التلال وجوانب الأودية .

د- الفئة الرابعة الانحدار فوق المتوسط :

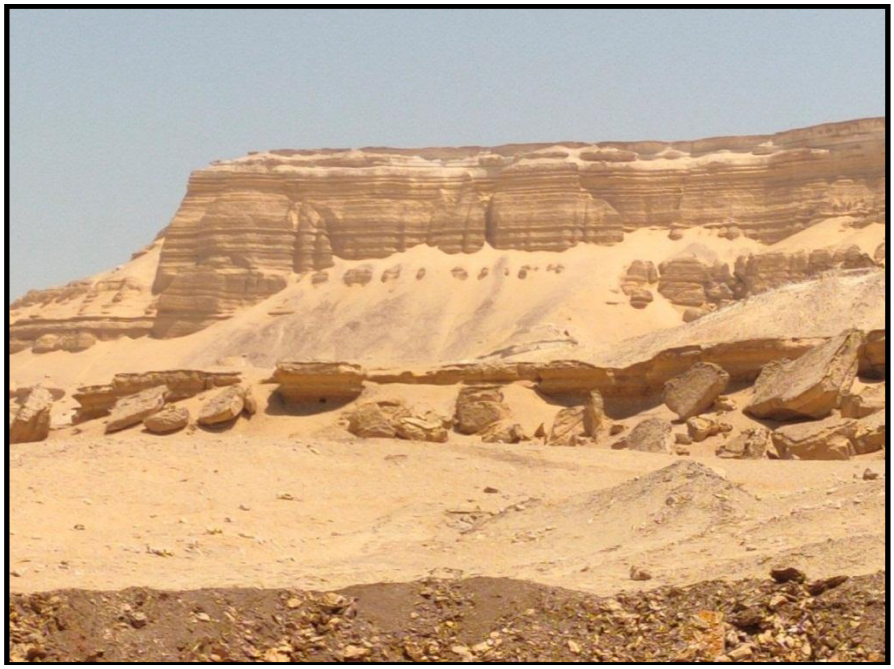
تضم المناطق التى تتراوح درجة الانحدار بين (١٠°: ١٨°) ، وتغطي مساحة ١٠.٢ كم^{٢} أى بنسبة ١.٤% من جملة مساحة المنطقة ، وتوجد هذه الفئة في منحدرات الحافة الشرقية ، وبعض جوانب مجارى الأودية الجافة مثل وادي الشيخ والفقيرة والزاوية ، كما تتمثل هذه الفئة حول الجبال المنتشرة على الحافة مثل جبل قرارة وبعض التلال الأقل ارتفاعاً ، كما نجدها بوضوح

بجوانب الأودية فوق النطاق الهضبي الشرقي حيث روافد وادى غياضة والشيخ والزاوية،صورة (٢) ، شكل(١).

صورة (٢) الانحدارات فوق المتوسطة على احد التلال المنعزلة بالقرب من وادى شارونة ، ناظراً صوب الجنوب.

هـ- الفئة الخامسة الانحدارات الشديدة والشديدة جداً والحافات الرأسية:

تضم هذه الفئة المناطق التى تتراوح درجة الانحدار بين (١٨°: أقل من ٩٠°) ، تغطي مساحة ٠.٧ كم٢ فقط أى بنسبة ٠.١ % من جملة مساحة المنطقة ، وتتوزع هذه المساحة في شكل شريطى متقطع حول جبل قرارة ، وعلى جوانب الأودية الرئيسية في قطاعها الأوسط بصفة خاصة مثل وادي غياضة والشيخ ، وتتوزع أحياناً في بعض مواضع من القطاع الأعلى ولكن أقل انتشاراً من الموجودة في القطاعات الوسطى للأودية ، وقد يرجع ذلك إلى نجاح عوامل التعرية في تعميق القطاعات الوسطى للأودية ، فينتج من ذلك إنحدارات شديدة مقارنة بالأجزاء العليا التى تتبع تكوينات جيولوجية صلبة نسبياً ، ولم تنجح فى تعميق مجاريها كما في القطاع الأوسط من الأودية،صورة(٣).



صورة (٣) الانحدارات الشديدة والشديدة جداً على الحافة الشرقية لجبل قرارة ، ناظراً صوب الغرب.

يتضح من تحليل درجات انحدار منطقة الدراسة مايلى :-

- أن المناطق الأشد إنحداراً هي نفس المناطق الأكثر ا رتفاعاً ، فالانحدارات الهينة والمتوسطة توجد في غرب منطقة الدراسة وبطون الأودية بينما يزيد الانحدار بالإتجاه شرقاً حيث الحافة.

- شكلت الأراضى المستوية الانحدار بمنطقة الدراسة ٧٥.٧ % من اجمالى مساحتها ، بينما تشغل الأراضى بسيطة الانحدار١٦.٥%، حيث تتوزع فى الأجزاء العليا أو قمم بعض المراوح المنتشرة فى المنطقة عند مخارج الأودية أو عند مخارج روافدها كما هو الحال فى وادى الشيخ وجوانب بعض التلال المنعزلة .

- تمثل الأراضى متوسطة الانحدار نسبة ٦.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة، والأراضى فوق متوسطة الانحدار ١.٤ %، وتتوزع على جوانب الأودية فوق النطاق الهضبي الشرقي حيث روافد وادى غياضة والشيخ والزاوية.
- بلغت نسبة مناطق الانحدارات الشديدة والشديدة جدا والحافات الرأسية ٠.١% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ، وتتوزع هذه المساحة في شكل شريطى متقطع حول جبل قرارة ، وعلى جوانب الأودية الرئيسية في قطاعها الأوسط .
- تبين مما سبق أن فئة المنحدرات التى يتراوح درجة إنحدارها بين أقل من ١٠ درجة تمثل ٩٨.٥ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ويدل ذلك على تعرض منطقة الدراسة إلى عمليات نحت شديده .
- لعبت التكوينات الصخرية والحركات البنيوية وعوامل التعرية والتجوية دوراً كبيراً فى اختلاف أشكال المنحدرات والتباين فى درجات الانحدار (سلامة ،١٩٨٥،ص ٢٥٧)، كذلك فإن التدخلات البشرية أثرت فى شكل المنحدرات من خلال شق الطرق والتحجير والزراعة والبناء على الحافة ،الصورتين(٤ و٥).

صورة (٤) التدخلات البشرية لتعديل الانحدارات بعزبة العقر لأغراض البناء على الحافة الشرقية لمنطقة الدراسة ، ناظراً صوب الشمال الغرب.

صورة (٥) دور الانسان فى شق الطرق و تعديل الانحدارات على حافة منطقة الدراسة ، ناظراً صوب الغرب.

٢- تحليل اتجاهات الانحدار.

اتجاه المنحدرات Slope Aspect هو اتجاه وجه المنحدر . وتتباين إتجاهات انحدار سطح منطقة الدراسة ، وقد يرجع ذلك لاختلاف العوامل المشكلة للسطح مابين عوامل جيولوجية ساعدت على إرتفاع مواضع وانخفاض أخرى أو تصدع السطح وهبوطه فى إتجاه دون الآخر، وقد يرجع إلي عوامل مورفولوجية خاصة بعوامل التعرية وعمليات التجوية التي أثرت في تشكيل هذا السطح ليأخذ اتجاهات مختلفة من حيث الانحدار، وقد استخدم الطالب أدوات التحليل المكانى Spatial Analyst Tools لتحليل اتجاهات انحدارات حافة منطقة الدراسة باستخدام نماذج الإرتفاعات الرقمة DEM ، واستخراج اتجاهات الانحدارات حيث قسم الطالب اتجاهات الانحدارات إلى ثمانية اتجاهات جغرافية، ويوضح الجدول رقم (٢) والشكل رقم (٣) توزيع فئات اتجاهات الانحدار لسطح منطقة الدراسة.

أ- الأراضى المستوية :

أراضى مستوية تماماً حيث يسجل انحدارها صفر ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ٠.٨ كم٢، بنسبة ٠.١% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

ب- الاتجاه الشمالى للانحدار

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (صفر ° – ٢٢.٥°) و (٣٣٧.٥° – ٣٦٠°)، وتغطى هذه الاراضى مساحة ١٣٣ كم٢ ، بنسبة ١٧.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

جدول (٢) اتجاهات الانحدار ومساحة فئاتها بمنطقة الدراسة.

اتجاهات الانحدار	المساحة كم٢	النسبة %
الأراضى المستوية	٠.٨	٠.١
شمال	١٣٣	١٧.٣
شمال شرق	١٠٦.٣	١٣.٨
شرق	٤٠.٧	٥.٣
جنوب شرق	٢١.٣	٢.٨
جنوب	٥٢.١	٦.٧
جنوب غرب	١٢٩.٤	١٦.٨
غرب	١٥٣.٨	٢٠
شمال غرب	١٣٢.٢	١٧.٢
الإجمالى	٧٦٩.٦	١٠٠

المصدر: إعداد الطالب اعتماداً على خريطة اتجاهات الانحدار ، شكل(٣).

جـ- الاتجاه الشمالى الشرقى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (٢٢.٥° – ٦٧.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ١٠٦.٣ كم٢ ، بنسبة ١٣.٨ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

د- الاتجاه الشرقى للانحدار :

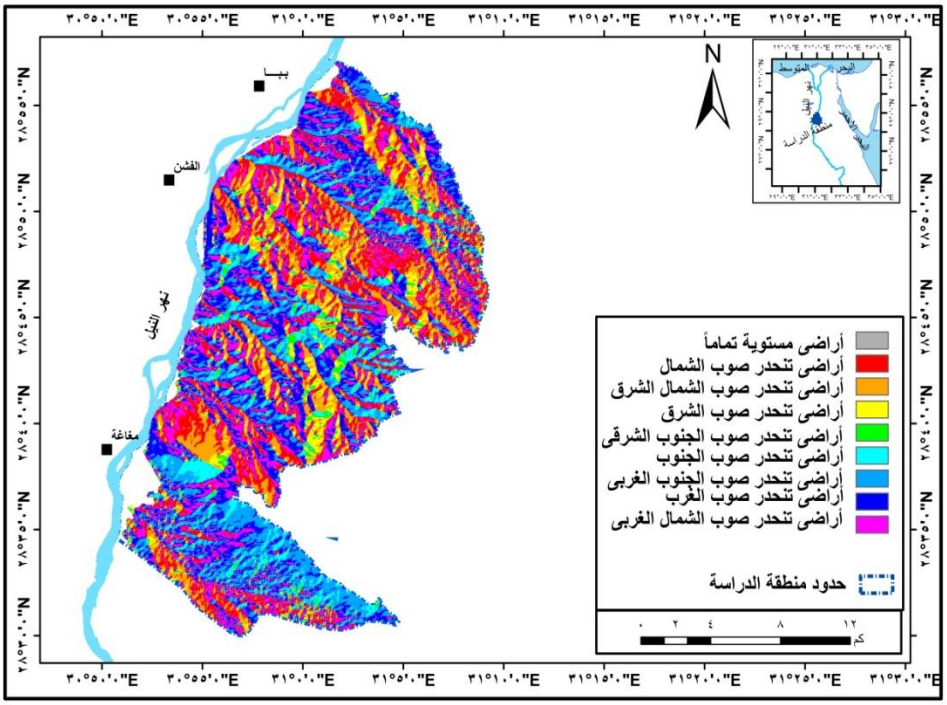
أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (٦٧.٥° – ١١٢.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ٤٠.٧ كم٢ ، بنسبة ٥.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

هـ – الاتجاه الجنوبى الشرقى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (١١٢.٥° – ١٥٧.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ٢١.٣ كم٢ ، بنسبة ٢.٨% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

و- الاتجاه الجنوبى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (١٥٧.٥°– ٢٠٢.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ٥٢.١ كم٢ ، بنسبة ٦.٧% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .



المصدر : من عمل الطالب اعتماداً على ملفات نموذج الارتفاع الرقمى والخريطة الكنتورية ، باستخدام برنامج ARC GIS10.3.

شكل (٣) إتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة.

ز- الاتجاه الجنوبى الغربى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (٢٠٢.٥° – ٢٤٧.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ١٢٩.٤ كم٢ ، بنسبة ١٦.٨ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

حـ- الاتجاه الغربى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار(٢٤٧.٥°– ٢٩٢.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ١٥٣.٨كم٢ ، بنسبة ٢٠ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

ط- الاتجاه الشمالى الغربى للانحدار :

أراضى ذات زاوية اتجاه انحدار (٢٩٢.٥° – ٣٣٧.٥°) ، وتغطى هذه الاراضى مساحة ١٣٢.٢ كم٢ ، بنسبة ١٧.٢ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

يتضح من دراسة خريطة اتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة أن اتجاهات الانحدارات الشمالية والشمالية الغربية والغربية تشكل غالبية الانحدار العام لمنطقة الدراسة، حيث تبلغ نسبتها ٥٤.٥% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ، بينما يشغل الاتجاه الجنوبى الغربى ١٦.٨%، والشمالى الشرقى ١٣.٨%، الجنوبية ٦.٧%، والجنوبية الشرقية ٢.٨% بينما تقل نسبة الأراضى المستوية حيث تبلغ ٠.١% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ، ويرجع ذلك إلى أمرين :

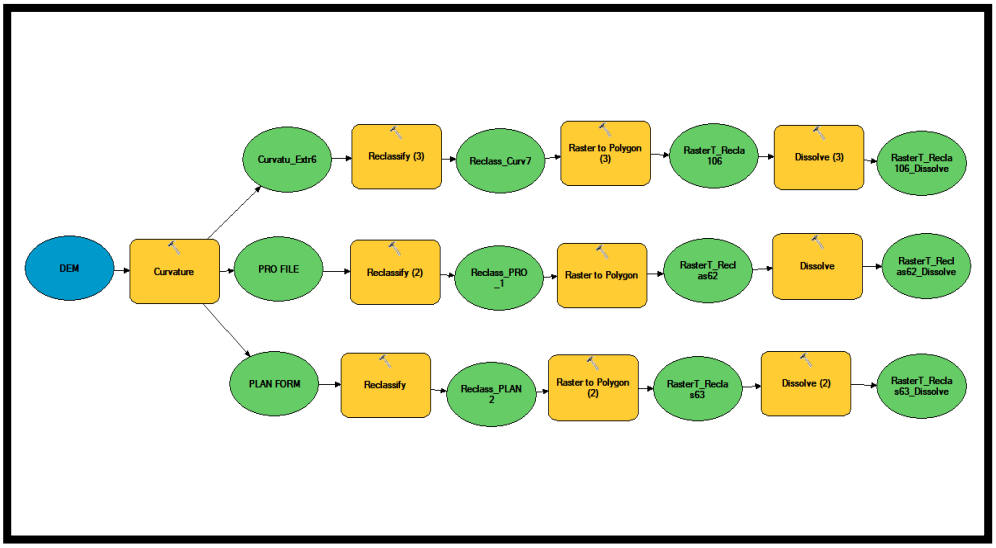
الأول: أن الانحدار العام لمنطقة الدراسة هو من الشرق عند منسوب ٢٥٠ م فوق مستوى سطح البحر إلى الغرب عند منسوب ٢٠م في السهل الفيضي. وتنحدر الأودية وفقاً لذلك من الشرق إلي الغرب ، الثانى: من المعروف أن انحدار جوانب الأودية باتجاه مجراها الرئيسي، وحيث أن أودية منطقة الدراسة تتدرج فى الانحدار من الشرق إلى الغرب فإن جوانبها تنحدر باتجاه مجراها الرئيسي فى إتجاهات (الشمالية ، الشمالية الغربية، الغربية) التى ترتفع نسبة مساحاتها ،الشكل رقم (٣)، والجدول رقم (٢).

٣ – تحليل معدلات التقوس.

تهدف دراسة معدلات التقوس إلى التعرف على أشكال المنحدرات السائدة فى منطقة الدراسة وخصائصها عن طريق تحليل تقوسها، حيث أن التقوس هو معدل التغير فى زاوية الانحدار مع المسافه الارضية فى اتجاه الانحدار الحقيقى ، ويعبر عنه بالدرجات / ١٠٠ م (Young , 1972 , p. 137)، كما عرف (Lembo,2006) التقوس بأنه انحدار السطح فى اتجاه المنحدر، وتم تقسيم فئات التقوس إلى ثلاث مجموعات موجبة (محدبة) وسالبة (مقعرة) ومستقيمة (دسوقى ، ١٩٩١ ، ص ١٦٣)، وذلك بهدف التعرف على أشكال المنحدرات السائدة بطريقة كمية.

ينقسم التقوس بشكل عام إلى نوعين تقوس القطاع Profile Curvature وهو تقوس قطاع التضاريس كما ترى من قطاع متعامد على خط الكنتور . ولهذا فإن هذا النوع من التقوس قد يسمى بالتقوس العمودى Vertical Curvature وبتعبير آخر فإن هذا النوع من التقوس هو تغير فى الانحدار عبر مسافة فى الاتجاه الأفقى فى اتجاه المنحدر. وهو ذو دلالة جيومورفولوجية من حيث أن القيم الموجبة لهذا التقوس هو مؤشر عن التحدب Convex ، والقيم السالبة دلالة على التقعر Concave ،اما القيمة صفر فهى تدل على الاستقامة أو الاستواء Straight. أما النوع الثانى من التقوس فهو التقوس الخطى أو الأفقى أو السطحى Curvature Plan Form وهو مقطع عرضى ملامس لخط الكنتور ، وهو ذو دلالة جيومورفولوجية مهمة حيث تدل القيم الموجبة على تفرق الجريان والقيم السالبة على تجمع الجريان وتركزة، (الحربى،٢٠١٦،ص ١٢٠).

قد قام الطالب بإستخراج نتائج معدلات التقوس من نماذج الارتفاعات الرقميه DEM لمنطقة الدراسة عن طريق إستخدام برنامج ARC GIS 10.3 فى إنشاء نموذج MODEL لإستخراج درجات التقوس ، الشكل رقم (٤) ، حيث يتم حساب مقدار التقوس فى المنطقة لكل خلية من خلايا الشكل الخلوى الشكل رقم (٥) ، حيث يوضح مصفوفة ذات ثلاثة ابعاد وتوضح خاصية التقوس اما المدلولات الرقمية التى تستخرج من هذه الخريطه هى كالتالى :-



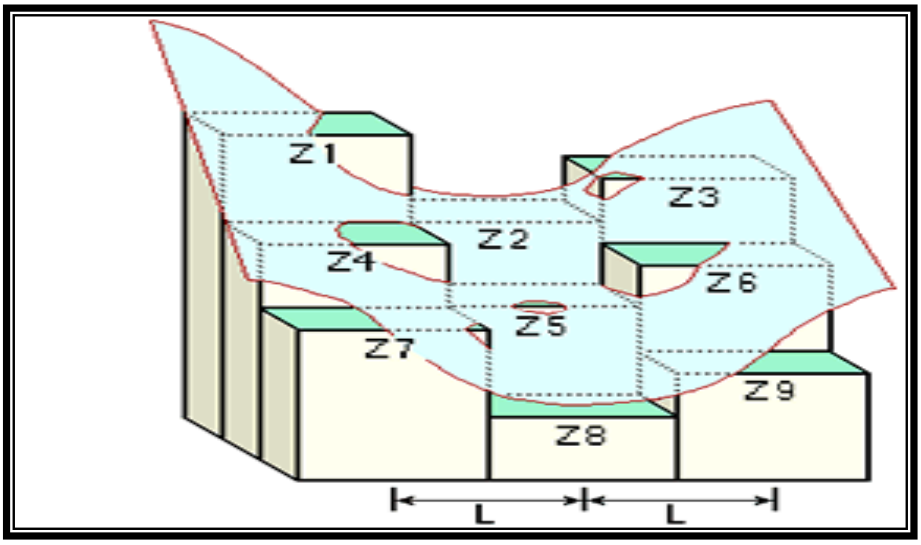
المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل (٤) نموذج لمراحل استخراج قيمة درجات التقوس.

-تدل قيمة التقوس الموجبة على العنصر المحدب ، والقيمه السالبة على العنصر المقعر، والقيمة صفر على الاقسام المستقيمة . ويتم حساب التقوس بالطريقة الالية عن طريق حساب الانحدار لكل خلية (pixel) تحسب عن طريق ثمانى خلايا محيطة ، الشكل رقم (٥) يحسب قيمة التقوس للخلية Z5 عن طريق الخلايا الثمانية المحيطة (z1, z2 , z3 , z4 , z6 , z7 , z8 , z9)،(صقر،٢٠١٦، ص ص ٨٥-٨٦).

أما أهم فوائد حساب ومعرفة قيمة التقوس هى :

- التعرف على أشكال المنحدرات.
- معرفة اتجاه الجريان السطحى (Surface Run off) .
- معرفة أنماط التصريف (Drainage pattern) .
- معرفة اتجاه الارساب (Deposition) .



Source: (ESRI , 2008)

شكل (٥) نموذج ثلاثى الأبعاد (مجسم يوضح خاصية التقوس).

❖ الخصائص الشكلية للتقوس بمنطقة الدراسة:

تم تقسيم الخصائص الشكلية للتقوس بمنطقة الدراسة الى ثلاثة مستويات ذات سطح مورفولوجى بالدرجات بعد اجراء العمليات التحليلية داخل برنامج ARC GIS 10.3 ، والجدول رقم (٣) والشكل رقم(٦) والشكل رقم(٧) ، يوضح خصائص التقوس بمنطقة الدراسة.

جدول (٣) الخصائص الشكلية للتقوس بمنطقة الدراسة.

الشكل	درجة التقوس	التقوس	
		المساحة (كم٢)	% من اجمالى المساحة
مقعر	سالبة	١٩٥.٧	٢٥.٤
مستقيم	صفر	٥٤٨.٨	٧١.٣
محدب	موجبة	٢٥.١	٣.٣
الجملة		٧٦٩.٦	١٠٠

المصدر : من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

- العناصر المقعرة :

هى تلك السطوح التى تقل فيها درجة الانحدار إتجاه أسفل المنحدر، أو تلك التى تكون ذات درجات تقوس سالبة ، ويبلغت مساحة التقوس بمنطقة الدراسة ١٩٥.٧كم٢ ، بنسبة ٢٥.٤% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ، وتتوزع العناصر المقعرة فى أغلب منطقة الدراسة .

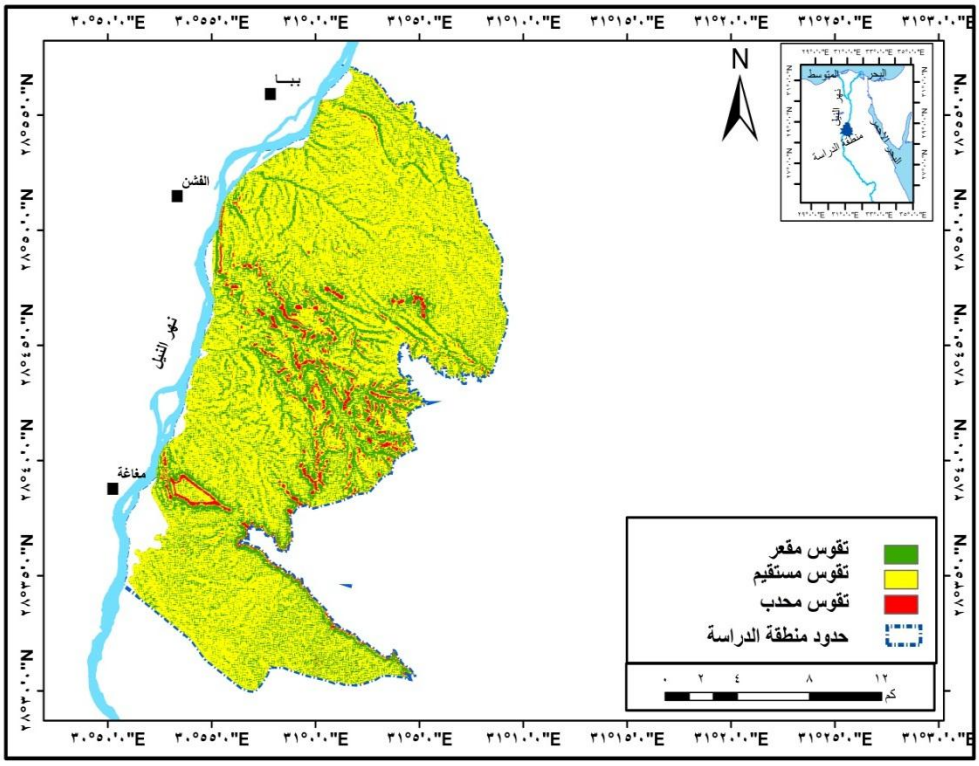
- الأقسام المستقيمة :

هى تلك السطوح التى تتميز بثبات درجات انحدارها ، أوتلك التى تكون ذات درجات تقوس صفر، وتبلغ مساحتها ٥٤٨.٨ كم٢ ،أى بنسبة ٧١.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ، وتنتشر فى معظم مساحة منطقة الدراسة تقريباً ، وتمتاز بقلة زاوية انحدارها ، وتعد ذات المساحة الأكبر فى منطقة الدراسة ، وقد أثرت عمليات التعرية على خفض هذه المناطق والتقليل من تحدبها، مما ساعد على ظهور المنحدرات بشكلها المستقيم ، صورة رقم (٦).

صورة (٦) الأقسام المستقيمة على الحافة الشرقية لجبل قرارة ، ناظراً صوب الغرب.

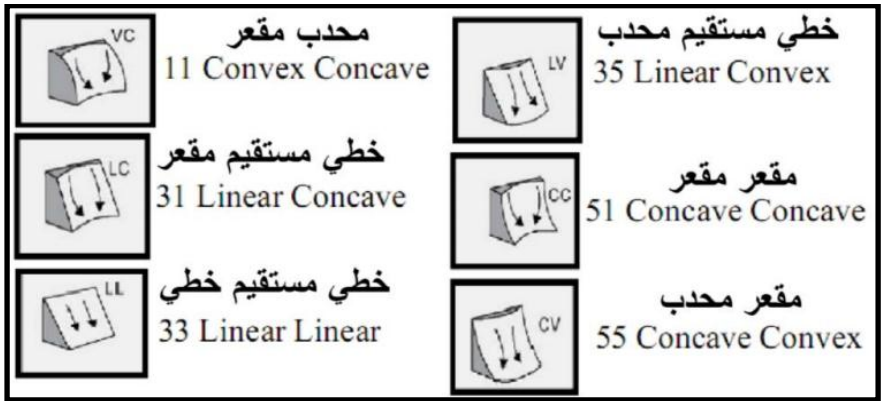
- العناصر المحدبة :

هى تلك السطوح التى تزيد درجة الانحدار فيها فى اتجاه أسفل المنحدر ، أو تلك السطوح التى تكون ذات درجات تقوس موجبة ، وبلغت مساحة تقوس العناصر المحدبة ٢٥.١ كم٢ ، بنسبة ٣.٣% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة، وقد لوحظ أن العناصر المحدبة تكون مرافقة للأشكال الانحدارية المقعرة، ويعود سبب ذلك الى أن الخصائص الشكلية المقعرة تحتل المجارى المائية ويجاورها الأراضى ذات الخصائص الشكلية المحدبة والتى تمثل مناطق تقسيم المياه بين الأوديه ، فضلاًعن تعرض الأجزاء العليا من المنحدرات الى التعرية المائية الناتجة عن التساقط المطرى وما يترتب عليه من نقل المفتتات الصخرية من أعالى المنحدرات والتى تسهم فى تشكيل خصائص عناصر محدبة ،ومن ثم تتراكم عند قاعدة المنحدر فتعمل على حماية هذه العناصر المقعرة من التعرية ولهذا بقت محافظة على خصائصها الشكلية المقعرة.



المصدر : من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل(٦) أشكال التقوس بمنطقة الدراسة .



المصدر:-Ftp://Ftp-Fc.egov.usda.gov/Mo1/techgis-Pdf/Spatial/Create-Slope.Pdf

شكل (٧) نموذج يوضح أشكال التقوسات بمنطقة الدراسة.

- يتضح من دراسة الخصائص الشكلية للتقوس بمنطقة الدراسة ما يلى :

- شكلت الأقسام المستقيمة للتقوس بمنطقة الدراسة نسبة ٧١.٣% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة، ممايعنى أن الصورة النهائية للأشكال الجيومورفولوجية قد قطعت شوطاً كبيراً وانها فى مرحلة النضج والتوازن النسبي بفعل شدة عمليات التعرية والترسيب التى عملت على استقامة هذه الأقسام (Horton, 1945, PP.117- 165)، بينما شكلت الأقسام المستقيمة فى منحدرات جبال برانان بالعراق والتى استخدم فيها نفس أسلوب تحليل التقوس الالى ٥٠.٥٤ % من اجمالى مساحة جبال برانان (العجيلى ، ٢٠١٤ ، ص٣٩١)، كما شكلت الأقسام المستقيمة بمنحدرات طية حمرين بالعراق ايضاً ٨٩.٨% من اجمالى مساحة الطية. (العانى ،٢٠١٣، ص١٨)، بينما شكلت الأقسام المستقيمة فى منحدرات الحافة الغربية لهضبة التيه والتى استخدم فيها نفس أسلوب تحليل التقوس الالى ٧٤% من اجمالى مساحة الحافة الغربية للهضبة (صقر ،٢٠١٦ ،ص٩٠).
- شكلت العناصر المحدبة للتقوس بمنطقة الدراسة نسبة ٣.٣% من اجمالى مساحة منطقة الدراسة، مما يعنى أنها لازالت فى بداية دورة التعرية وأنها لم تقطع أشواطاً فى التطور ويعود ذلك الى صلابة الصخور ولكنها شكلت نسبه قليلة من إجمالى السطح بالمنطقة ، بينما شكلت العناصر المحدبة فى منحدرات جبال برانان ٢.٦٨ % من اجمالى مساحة جبال برانان ، كما شكلت العناصر المحدبة بمنحدرات طية حمرين بالعراق أيضاً ٣.٥ % من اجمالى مساحة الطية ، بينما شكلت العناصر المحدبة فى منحدرات الحافة الغربية لهضبة التية ٨.٩% من اجمالى مساحة الحافة الغربية للهضبة.
- شكلت العناصر المقعرة للتقوس بمنطقة الدراسة نسبة ٢٥.٤ % من جملة مساحتها ، ويوضح ذلك الصورة العامه للمرحلة الجيومورفولوجية التى تبين أنها قطعت أشواطاً فى دورة التعرية ، كما أنها تأثرت بالصدوع والفواصل المنتشرة فى منطقة الدراسة ، بينما شكلت العناصر المقعرة فى منحدرات جبال برانان ٢.٦٨ % من اجمالى مساحة جبال

برانان ، كما شكلت المنحدرات المقعرة بمنحدرات طية حمرين ايضاً ٥.٧% من اجمالى مساحة الطية، كما شكلت المنحدرات المقعرة منحدرات الحافة الغربية لهضبة التية ١٧.١% من اجمالى مساحة الحافة الغربية للهضبة.

- بلغت نسبة التحدب للتقوس بمنطقة الدراسة ١٢.٨ %، وفى ذلك إشارة إلى ارتفاع نسبة المسافات المقعرة، ويعزى هذا العامل الجيومورفولوجى الأول المسئول عن التشكيل وهو المياه الجارية، إلى جانب عوامل التشكيل الأخرى من تفكك وتحلل وسقوط صخرى.

ثانياً: تحليل منحدرات الحافة و أقدام الحافة آلياً.

قام الطالب بفصل وحدة منحدرات الحافة وأقدامها بمنطقة الدراسة من نموذج الإرتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة DEM 30M ، حيث تمتد الحافة من بداية خط كنتور ١٢٠م عند أقدام الحافة وحتى خط كنتور ٢٥٠ م فى أعلى الحافة ، بينما يمتد نطاق أقدام الحافة من خط كنتور ٢٠م حتى خط كنتور ١٢٠م ، وتم إجراء التحليل كما يلى :-

١- تحليل درجات انحدار الحافة وأقدامها.

يتبين من إجراء تحليل درجات انحدار الحافة واقدامها ،جدول رقم (٤) مايلى:-

أ- بلغت إجمالى مساحة وحدة منحدرات حافة منطقة الدراسة ٣٠٧.١ كم٢ أى بنسبة ٣٩.٩% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة ، بينما بلغت مساحة وحدة أقدام الحافة ٤٦٢.٥كم٢ أى بنسبة ٦٠.١% من إجمالى مساحة منطقة الدراسة.

ب- تظهر جميع فئات الإنحدار على حافة منطقة الدراسة، تبعا لتصنيف ينج (Young,1972) ، بينما تختفى فئة الحافات الرأسية والجروف على منحدرات أقدام الحافة ،شكل رقم(٨).

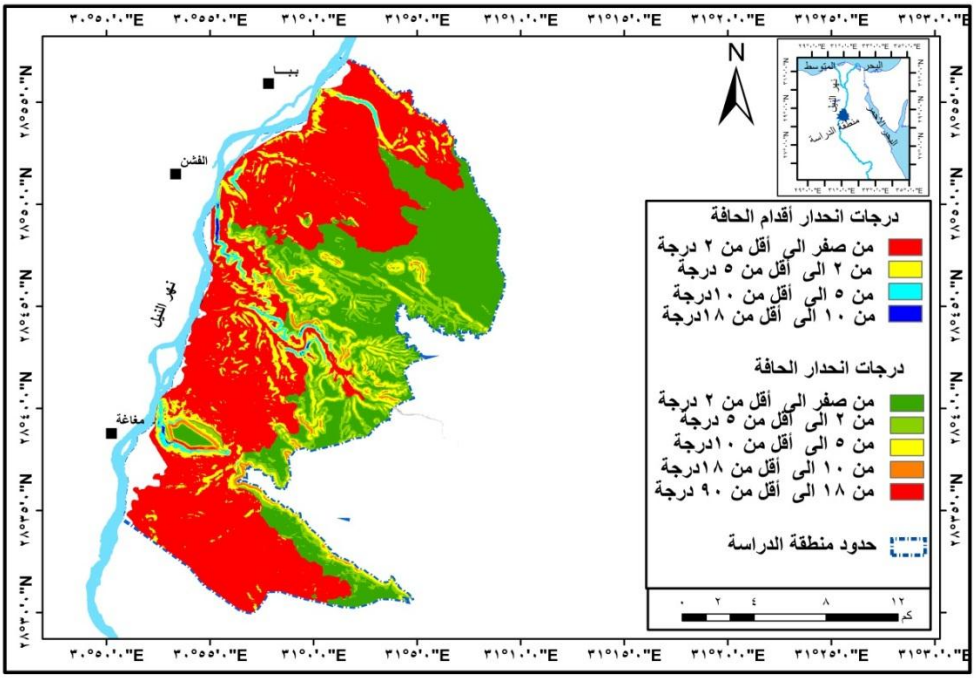
جـ- تتوزع فئة المناطق المستوية وشبه المستوية على الحافة وأقدامها ، ويلاحظ أرتفاع تلك الفئة فى منحدرات أقدام الحافة عن الحافة حيث بلغت مساحتها ٣٩٥.٨ كم٢ و١٨٨.٧كم٢ على التوالى، بنسبة ٨٥.٦% من جملة مساحة نطاق أقدام الحافة و٦١.٤% من جملة مساحة للحافة.

د- تشغل المناطق بسيطة الانحدار مساحة ٥٤.٨ كم٢ أى بنسبة ١١.٨% من جملة مساحة أقدام الحافة ، بينما تشغل المناطق بسيطة الانحدار مساحة ٧٢.١كم٢ أى بنسبة ٢٣.٥% من جملة منحدرات الحافة.

جدول رقم (٤) خصائص فئات درجات الانحدار على الحافة وأقدامها.

فئات الانحدار	طبيعة الإنحدار	الحافة		أقدام الحافة	
		المساحة / كم٢	النسبة %	المساحة / كم٢	النسبة %
صفر ° : ٢ °	مستوى	١٨٨.٧	٦١.٤	٣٩٥.٨	٨٥.٦
٢ ° : ٥ °	بسيط الانحدار	٧٢.١	٢٣.٥	٥٤.٨	١١.٨
٥ ° : ١٠ °	متوسط الانحدار	٣٧	١٢.١	١٠.٦	٢.٣
١٠ ° : ١٨ °	فوق متوسط الانحدار	٨.٦	٢.٨	١.٣	٠.٣
١٨ ° : أقل من ٩٠ °	شديد الانحدار والشديد جداً والجروف الرأسية	٠.٧	٠.٢	———	———
الإجمالى		٣٠٧.١	١٠٠	٤٦٢.٥	١٠٠

المصدر: إعداد الطالب اعتمادا على شكل (٨) ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.



المصدر : من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل (٨) توزيع فئات درجات الانحدار على الحافة وأقدامها بمنطقة الدراسة .

هـ- تشغل فئات الانحدار المستوية وشبه المستوية والمناطق بسيطة الانحدار النسبة الكبيرى من إجمالى مساحة نطاقى الحافة وأقدام الحافة ، ولعل هذا يرتبط بطبيعة الصخور الجيرية السائدة، وقابليتها لعمليات النحت والتآكل.

و- بلغت فئة المناطق متوسطة الانحدار مساحة ١٠.٦ كم٢ أى بنسبة ٢.٣% من جملة مساحة أقدام الحافة ، بينما تشغل منحدرات الحافة مساحة ٣٧ كم٢ أى بنسبة ١٢.١% من جملة مساحة الحافة ، بينما تضم المناطق فوق متوسطة الانحدار مساحة ١.٣كم٢ أى بنسبة ٠.٣% من جملة مساحة أقدام الحافة ، بينما تشغل منحدرات الحافة مساحة ٨.٦ كم٢ أى بنسبة ٢.٨% من جملة مساحة الحافة.

ز- تشغل فئة الانحدارات الشديدة والشديدة جداً والجروف الرأسية مساحة ٠.٧ كم٢ أى بنسبة ٠.٢ % من جملة مساحة الحافة ، بينما تختفى على أقدام الحافة.

ح- ترتفع نسبة الإنحدارات المتوسطة والفوق متوسطة الانحدار والشديدة والشديدة جداً والجروف بنطاق الحافة ، بالمقارنة بمثيلها على أقدام الحافة ، ويمكن تفسير ذلك فى ضوء ما يتعرض له نطاق الحافة لنشاط عمليات النحت والتقويض السفلى والسقوط الصخرى، ومن المحتمل أن يكون لعملية التراجع المتوازى دخل فى شيوع هذا النمط من المنحدرات على نطاق الحافة.

٢- تحليل اتجاهات انحدار الحافة وأقدامها.

يوضح الجدول رقم (٥) والشكل رقم(٩) توزيع اتجاهات الإنحدار للحافة وأقدامها بمنطقة الدراسة وفيما يلى دراسة لهذه الاتجاهات الجغرافية:-

أ- شغلت الأراضى المستوية مساحة ٠.٨كم٢ من جملة مساحة منحدرات أقدام الحافة .

ب- بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الشمال مساحة ٥٤.٤ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ٧٨.٨ كم٢، بينما بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الشمال الشرقى مساحة ٥٠.٥ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ٥٦ كم٢.

جدول (٥) مساحة فئات اتجاهات الانحدار للحافة وأقدامها.

النطاق	الحافة		أقدام الحافة	
اتجاهات الانحدار	المساحة	النسبة %	المساحة	النسبة %
الأراضى المستوية	٠	٠	٠.٨	٠.١
شمال	٥٤.٤	١٧.٧	٧٨.٨	١٧.١
شمال شرق	٥٠.٥	١٦.٤	٥٦	١٢.١
شرق	٢١.٤	٧	١٩.٤	٤.٢
جنوب شرق	١١.٣	٣.٧	١٠.١	٢.٢
جنوب	٢٣.٦	٧.٧	٢٨.٦	٦.٢
جنوب غرب	٥٠.٥	١٦.٤	٧٨.٥	١٧
غرب	٥٠.٣	١٦.٤	١٠٣.٢	٢٢.٣
شمال غرب	٤٥.١	١٤.٧	٨٧.١	١٨.٨
الإجمالى	٣٠٧.١	١٠٠	٤٦٢.٥	١٠٠

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على خريطة اتجاهات الانحدار ،

شكل(٩).

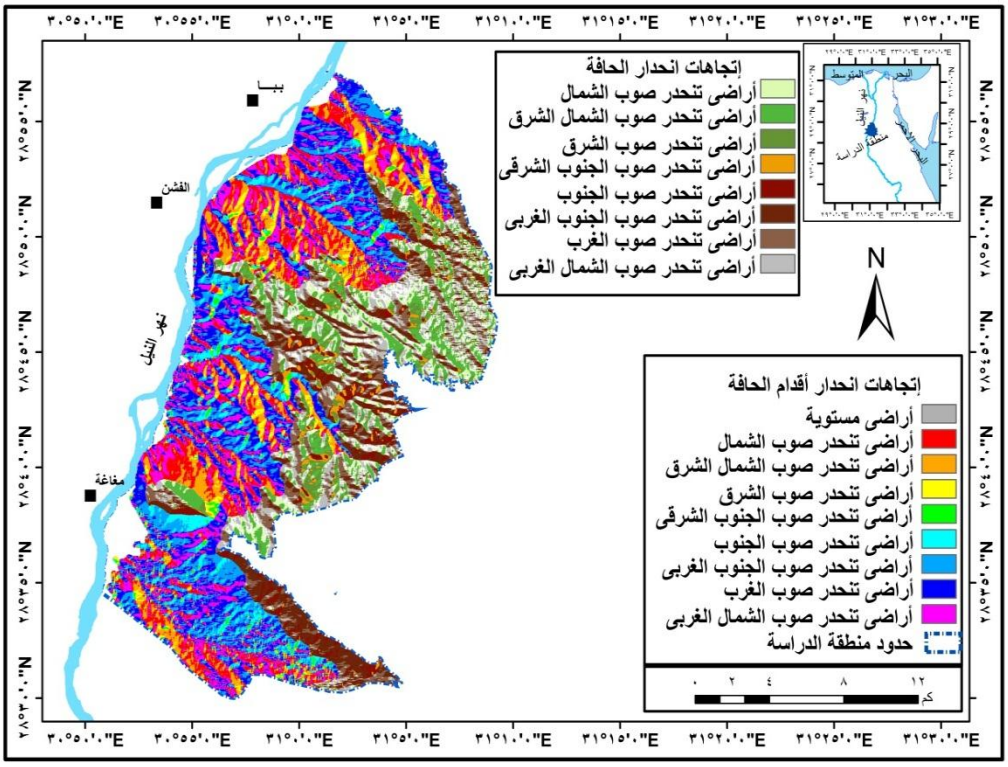
جـ – بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الشرق مساحة ٢١.٤ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ١٩.٤ كم٢، بينما بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الجنوب الشرقى مساحة ١١.٣ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ١٠.١ كم٢.

د– شغلت الأراضى المستوية التى تنحدر صوب الجنوب مساحة ٢٣.٦ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ٢٨.٦ كم٢، بينما بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الجنوب الغربى مساحة ٥٠.٥ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ٧٨.٥ كم٢.

هـ– بلغت مساحة الأراضى التى تنحدر صوب الغرب مساحة ٥٠.٣ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ١٠٣.٢ كم٢، بينما بلغت مساحة

الأراضى التى تنحدر صوب الشمال الغربى مساحة ٤٥.١ كم٢ من جملة حافة منطقة الدراسة، بينما بلغت مساحتها فى منحدرات أقدام الحافة ٨٧.١ كم٢.

و- يتضح أن اتجاهات الانحدار الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية الغربية هى الإتجاهات السائدة بالنسبة لحافة منطقة الدراسة، بينما تشكل الإتجاهات الشمالية الغربية والغربية والشمالية الاتجاهات السائدة بالنسبة لأقدام الحافة.



المصدر : من عمل الطالب اعتماداً على ملفات نموذج الارتفاع الرقمى والخريطة الكنتورية ، باستخدام برنامج ARC GIS10.3.

شكل (٩) توزيع إتجاهات الانحدار للحافات وأقدامها.

٣ - تحليل معدلات التقوس للحافة وأقدامها.

يوضح الجدول رقم(٦) ، والشكل رقم(١٠) خصائص التقوس للحافة وأقدام الحافة بمنطقة الدراسة، وفيما يلى دراسة تلك الخصائص:-

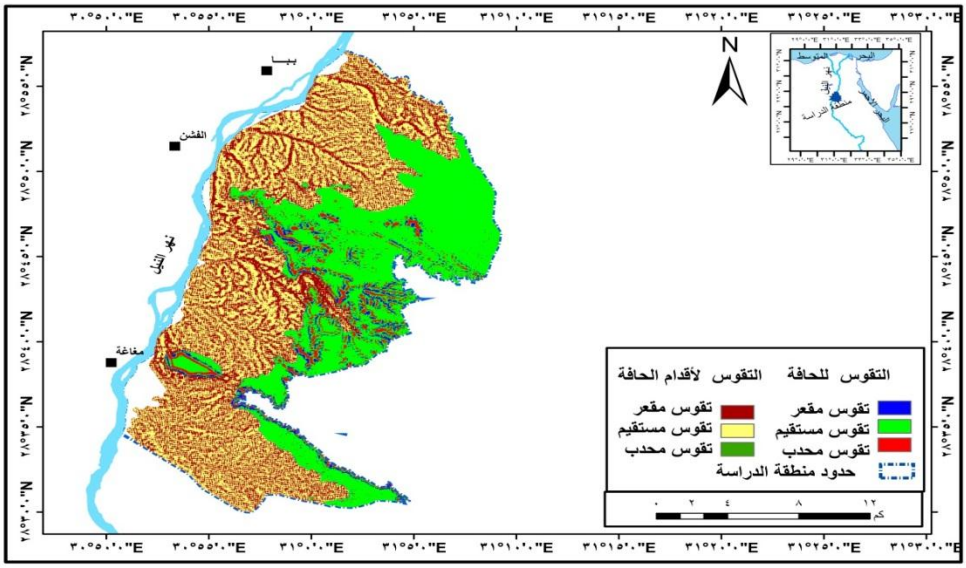
أ- بلغت مساحة التقوس للعناصر المقعرة للحافة بمنطقة الدراسة ٢٢.٨ كم٢، وهذا يدل ما يتعرض له نطاق الحافة لنشاط عمليات النحت والتقويض السفلى والسقوط الصخرى.

ب- تتميز الأقسام المستقيمة بالسيادة على قطاع الحافة حيث بلغت مساحتها ٢٥٧.٦ كم٢ بنسبة ٨٣.٩% من إجمالى مساحة الحافة .

جدول (٦) الخصائص الشكلية للتقوس للحافة وأقدامها.

الشكل	درجة التقوس	التقوس للحافة		التقوس أقدام الحافة	
		المساحة (كم٢)	% من اجمالى المساحة	المساحة (كم٢)	% من اجمالى المساحة
مقعر	سالبة	٢٢.٨	٧.٤	١٩٤.٨	٤٢.١
مستقيم	صفر	٢٥٧.٦	٨٣.٩	٢٦٦.٢	٥٧.٦
محدب	موجبة	٢٦.٧	٨.٧	١.٥	٠.٣
الجملة		٣٠٧.١	١٠٠	٤٦٢.٥	١٠٠

المصدر : اعداد الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.



المصدر : اعداد الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى Dem ، باستخدام برنامج ARC GIS 10.3.

شكل(١٠) تحليل معدلات التقوس للحافة وأقدام الحافة.

جـ- بلغت مساحة التقوس للعناصر المحدبة للحافة بمنطقة الدراسة ٢٦.٧ كم٢ بنسبة ٨.٧ % من جملة مساحة الحافة .

د- بلغت مساحة التقوس للعناصر المقعرة لأقدام الحافة بمنطقة الدراسة ١٩٤.٨ كم٢، بنسبة ٤٢.١% من جملة مساحة نطاق أقدام الحافة .

هـ- تتميز الأقسام المستقية بالسيادة على قطاع أقدام الحافة حيث بلغت مساحتها ٢٦٦.٢ كم٢ بنسبة ٥٧.٦ % من إجمالى مساحة أقدام الحافة .

و- شكلت العناصر المحدبة النسبة الأقل إنتشاراً فى نطاق أقدام الحافة منطقة الدراسة ،حيث بلغ معدلات التقوس لأقدام الحافة ١.٥ كم٢ بنسبة ٠.٣ % من جملة مساحة الحافة .

ز- بلغت نسبة التقوس الأقسام المستقيمة للحافة نسبة ٨٣.٩ % ، بينما نطاق أقدام الحافة بلغت نسبة التقوس لأقسام المستقيمة ٥٧.٦ % ، وربما يعود السبب فى ذلك سيادة عمليات الترسيب إلى جانب اتساع قياعان الأودية خاصة فى وادى شارونة والشيخ وغياضة بدرجة ملحوظة ، والذى يتسم بانتظام الانحدار عليه لمسافات طويلة، حيث تشغله طبقة الرواسب المفككة.

ثالثاً: النتائج:

١- يتضح من دراسة فئات درجات الانحدار أن المناطق المستوية وشبه المستوية التي لا تتعدى درجة انحدارها ٢° تغطي مساحة ٥٨٢.٧ كم٢ أي بنسبة ٧٥.٧ % من جملة مساحة منطقة الدراسة ، بينما تغطى فئة المناطق متوسطة الانحدار مساحته ٤٨.٣ كم٢ أي بنسبة ٦.٣% من إجمالى مساحة المنطقة .

٢- تغطى مناطق الانحدارات الشديدة والشديدة جدا والحافات الرأسية ، مساحة ٠.٧ كم٢ فقط أى بنسبة ٠.١% من جملة مساحة المنطقة ، وتتوزع هذه المساحة في شكل شريطى متقطع حول جبل قرارة ، وعلى جوانب الأودية الرئيسية في قطاعها الأوسط بصفة خاصة مثل وادي غياضة والشيخ .

٣- يتضح من دراسة خريطة اتجاهات الانحدار بمنطقة الدراسة أن اتجاهات الانحدارات الشمالية والشمالية الغربية والغربية تشكل غالبية الانحدار العام لمنطقة الدراسة، حيث تبلغ نسبتها

٥٤.٥% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة ، بينما يشغل الاتجاه الجنوبى الغربى ١٦.٨%، والشمالى الشرقى ١٣.٨ %، الجنوبية ٦.٧%، والجنوبية الشرقية ٢.٨% بينما تقل نسبة الأراضى المستوية حيث تبلغ ٠.١% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

٤- بلغت مساحة التقوس المقعر بمنطقة الدراسة ١٩٥.٧ كم٢ ، بنسبة ٢٥.٤ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ، بينما يبلغ مساحة التقوس للعناصر المحدبة بمنطقة الدراسة ٢٥.١ كم٢ ، بنسبة ٣.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة .

٥- شكلت الأقسام المستقيمة مساحة ٥٤٨.٨ كم٢ ، بنسبة ٧١.٣ % من اجمالى مساحة منطقة الدراسة ، وتنتشر فى معظم مساحة منطقة الدراسة تقريباً ، وتمتاز بقلة زاوية انحدارها ، وتعد ذات المساحة الأكبر فى منطقة الدراسة، وقد اثرت عمليات التعرية على خفض هذه المناطق والتقليل من تحدبها ، مما ساعد على ظهور المنحدرات بشكلها المستقيم .

٦- بلغت نسبة التحدب للتقوس بمنطقة الدراسة ١٢.٨ %، وفى ذلك إشارة إلى ارتفاع نسبة المسافات المقعرة، ويعزى هذا العامل الجيومورفولوجى الأول المسئول عن التشكيل وهو المياه الجارية، إلى جانب عوامل التشكيل الآخرى من تفكك وتحلل وسقوط صخرى.

٧- ترتفع نسبة الانحدارات المتوسطة وفوق متوسطة الانحدار والشديدة والشديدة جداً والجروف بنطاق الحافة ، بالمقارنة بمثيلها على أقدام الحافة ؛ ويمكن تفسير ذلك فى ضوء ما يتعرض له نطاق الحافة لنشاط عمليات النحت والتقويض السفلى والسقوط الصخرى، ومن المحتمل أن يكون لعملية التراجع المتوازى دخل فى شيوع هذا النمط من المنحدرات على نطاق الحافة.

٨- يجب دمج الدراسة الميدانية للمنحدرات مع الأساليب الحديثة والمتمثلة فى نظم المعلومات الجغرافة ،حيث تعد دراسة المنحدارت بالطريقة الآلية أسهل وأيسر وتوفير الوقت والجهد المبذول مع اعطاء نتائج علمية دقيقة تعبر عن المنطقة ككل وليست على قطاع معين أو مجموعة قطاعات.

أولاً : المراجع العربية :

١. الحربى ، نوير مسري ناعم (٢٠١٦) نمذجة الخصائص التضاريسية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية دراسة تطبيقية على وادى ملكان، المجلة المصرية للتغير البيئى المجلد الثامن (١) .

٢. العانى ، رقية أحمد محمد أمين(٢٠١٣) تحليل منحدرات طية حمرين الجنوبية وأثرها فى التنمية البيئية باستخدام الأستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،كلية الآداب ،جامعة تكريت.

٣. العجيلى،عبدالله صابر عبود(٢٠١٤) منحدرات سلسلة جبال برانال دراسة جيومرفولوجية، مجلة كلية التربية –واسط ، العدد الخامس عشر.

٤. جودة ،حسنين جودة ، عاشور ، محمود محمد ، دسوقي ، صابر أمين ، تراب ، محمد مجدي، كامل ، علي مصطفى ، محمود ، محمد رمضان (١٩٩١): وسائل التحليل الجيومورفولوجية ، بدون ناشر.

٥. صقر ، محمد أحمد السيد متولى (٢٠١٦)، تكامل بيانات المراجعة الحقلية والاستشعار عن بعد فى انتاج خريطة منحدرات الحافه الغربيه لهضبة التيه فيما بين وادى سدر شمالا ووادى غرندل جنوبا: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا –كلية الآداب – جامعة بنها.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1-Horton, R. E., (1945):Erosional Development of streams and their Drainage Basin Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Bull. Geol. Soc. America, Vol. 56, pp. 275 – 370.

2-Lembo,A.(2006)Tour of Surface Analysis Functions in ArcGis.Cornell University.USA.Modeling Using Digital Terrain Model.Hydro-logical Processes,5:59-80.

3-Young, A., 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinlurgh, 288 p.

4-Young, A., 1972, Slope Profile analysis: The System of Best Units., Inst., br. Geogr. Spec pubn, V.3 pp.1-13.