# تحليل المنحدرات الأرضية في ناحية سرسنك باستعمال الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. محمد عباس جابر الحميري
كلية التربية / جامعة ميسان

ريهام رفعت كاظم الحلفي
كلية التربية / جامعة ميسان

**المستخلص**

يهدف البحث إلى تحليل المنحدرات الأرضية في ناحية سرسنك باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، وقد اعتمد البحث على نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) لاشتقاق المعلومات الجيومرفولوجية الخاصة بمنحدرات منطقة الدراسة ، ولغرض بيان المظهر التضاريسي وأدراك الخصائص الانحدارية السائدة في منطقة الدراسة فقد تم الاعتماد على عدة تصانيف انحداريه وذلك لغرض ايجاد التصنيف الأكثر ملائمة وتمثيلاً لمنحدرات ناحية سرسنك وتبين من خلال تحليل الدرجات الانحدارية أن تصنيف يونك(Young) من أكثر التصانيف ملائمة وتمثيلاً لمنحدرات منطقة الدراسة. إذ يحتوي على سبعة مستويات تصنيفية متقاربة في بدايتها وتزداد درجة التعميم بزيادة زاوية الانحدار ومن إيجابيات هذا التصنيف انه متسلسل ومتصل.

**Abstract**

The research aims at analyzing the land slopes in Sarsang district using remote sensing techniques and geographic information systems. The research relied on the digital elevation model (DEM) to derive the geomorphological information of the slopes of the study area, and for the purpose of indicating the topography and understanding the prevalent slope characteristics in the study area. On several slope classifications for the purpose of finding the most suitable and representative classification for the slopes of Sarsang district, it was found

through the analysis of the slope grades that the Young classification is one of the most suitable and representative classifications for the slopes of the study area. It contains seven taxonomic levels that are close at the beginning, and the degree of generalization increases with the increase in the slope angle. One of the advantages of this classification is that it is sequential and connected

**Keywords** : Slopes, Young classification, Zink classification, Detailed classification, GIS.

**المقدمة (Introduction)**

تعد دراسة المنحدرات من الدراسات المهمة في مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية لما لها من أهمية في إلقاء الضوء على معظم أشكال سطح الأرض المرتبطة بها وتحديد العوامل المسؤولة عن نشأتها وما يسود عليها من عمليات جيومورفولوجية ، كما أنها تلقي الضوء على ما يكتنف تلك المنحدرات من حركات للمواد وتأثير تلك الحركات على تطور المنحدرات من جهة وخطورتها على الأنشطة البشرية في الاماكن المتاخمة لها من جهة أخرى و تعد خريطة الانحدار ذات اهمية في معرفة وابراز المتغير الجيومورفولوجي وتحديد ملامح ونوع وشدة العملية الجيومورفولوجية[١]فمن خلالها يمكن تقييم تطور حركة المنحدرات التي حظيت باهتمام العديد من ذوي الاختصاص لما تسببه من تغيرات مهمة على سطح الأرض تنعكس على الغلاف الصخري والحياتي وما يتعلق بالجوانب التطبيقية في حياه الأنسان ، ولغرض بيان المظهر التضاريسي وأدراك الخصائص الانحدارية السائدة في ناحية سرسنك فقد تم الاعتماد على عدة تصانيف وذلك لغرض الخروج بأفضل النتائج ولتمثيل منحدرات سطح الأرض ضمن منطقة الدراسة

**١. مشكلة البحث (Study of the Research)**

تتمثل مشكلة البحث الرئيسة بالسؤال الآتي (هل يمكن وضع تصنيف انحداري خاص بمنطقة الدراسة يتلائم مع الخصائص الطبوغرافية لها؟ وما جدوى استعمال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في تحقيق أهداف الدراسة الحالية)

**٢. فرضية البحث (Hypothesis of Research)**

[١] علي طالب حمزة الطائي ، جيومورفولوجية مروحة دويريج الفيضية باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠١٧ ، ص٥١.

يمكن أعداد تصنيف يكون أكثر ملائمة لمنحدرات ناحية سرسنك ، وفقاً لخصائصها الطبوغرافية.، وتعد التقنيات الجغرافية الحديثة من أكفأ الوسائل العلمية نظراُ لتوفرها للجهد والوقت والدقة في استقراء المعلومات الدقيقة عن المنحدرات الأرضية من حيث الخصائص الشكلية والتصنيف وانعكاساتها على الجانبين الطبيعي والبشري .

**٣. اهمية البحث (Importance of Research)**

تأتي أهمية البحث من كونها تسلط الضوء على أحد المواضيع المهمة في علم الجيومورفولوجيا ان لم تكن أهمها أصلاً ، إذ ان الخصائص الانحدارية لها دور بارز في تنفيذ الكثير من المشاريع التنموية المختلفة ،فضلاً عن أهمية هذه الدراسة في ابراز دور التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة بتقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في، تحليل الخصائص الانحدارية في ناحية سرسنك ، لكون المنطقة لم تحظ سابقاً سوى بعدد قليل من الدراسات الجغرافية الجيومورفولوجية لذا من المهم دراستها كونها ذات طبيعة جبلية ، وتتميز بانحداراتها المتباينة مما تعطي للباحث الفرصة للدراسة والتحليل ، إذ جاءت هذه الدراسة مرتكزة على الجانب التقني فضلاً عن الجانب النظري والميداني في مجال التحليل الجيومورفولوجي

**٤. أهداف البحث (Objective of the Research)**

يهدف البحث إلى تحليل المنحدرات الأرضية في ناحية سرسنك وايجاد التصنيف الأكثر ملائمة وتمثيلاً لمنحدرات منطقة الدراسة باستعمال تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

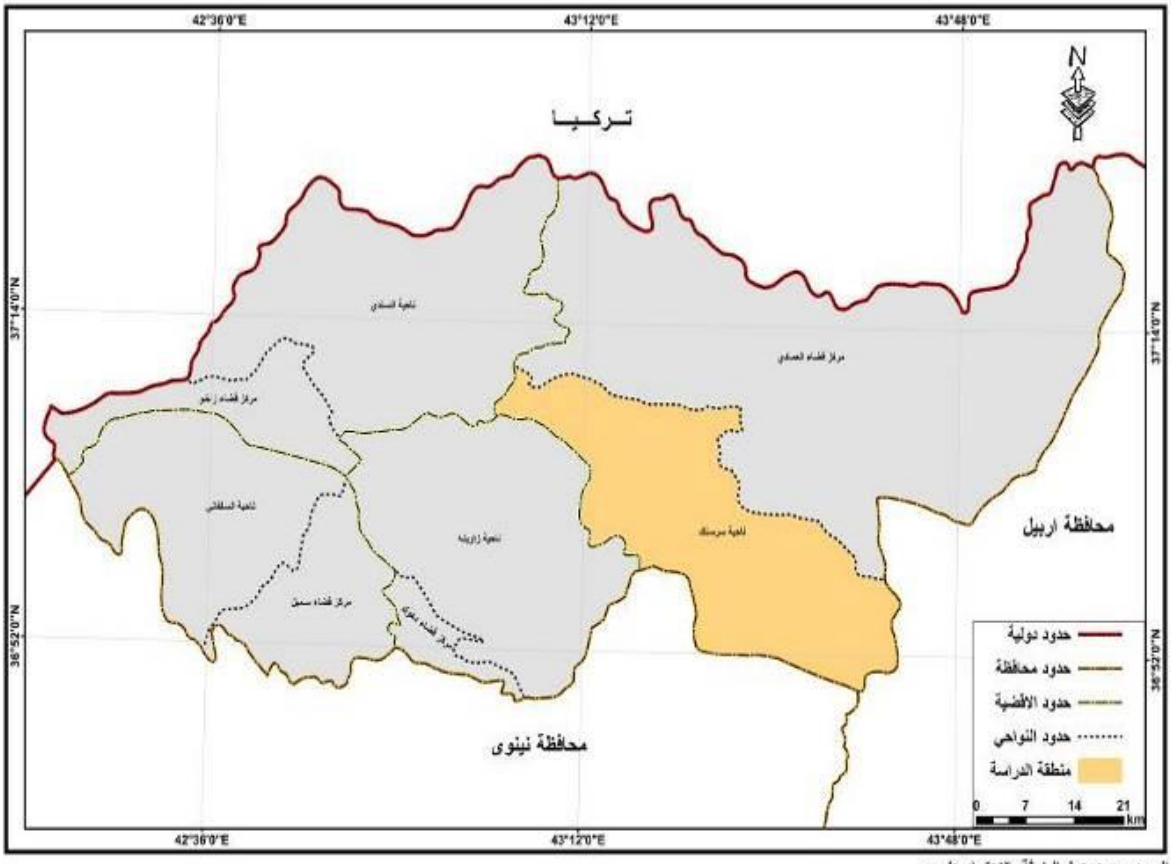
**٥. منهجية البحث (Methodology of Research)**

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي و المنهج التحليلي والمنهج الكمي الذي يعتمد على القياس الكمي ، أي على المتغيرات الكمية باستعمال لغة الأرقام حتى تكون نتائج الدراسة دقيقة ، والمنهج الخرائطي في رسم جميع خرائط الدراسة الحالية .

**٦. حدود منطقة البحث(Boundaries of Research Area)**

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من العراق ، ضمن قضاء العمادية التابع لمحافظة دهوك ، يحدها من الشرق مركز قضاء العمادية ، و من الشمال الغربي ناحية السندي ، و من الغرب ناحية زاويته ، بينما تحدها من الجنوب محافظة نينوى و من الجنوب الشرقي محافظة اربيل.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من محافظة دهوك




المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على :-
- جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم إنتاج الخرائط ، الوحدة الرقمية ، M.P.D ، بغداد ، خريطة محافظة دهوك ، بمقياس 1:500000 ، 2012 .

وتمتد المنطقة فلكياً ما بين دائرتي عرض ( ٤٠" ٤٩' ٣٦° ) و ( ٧" ١١' ٣٧° ) شمالاً ، وخطي طول (٥١" ٣ ' ٤٣° ) و ( ٣٤" ٤٢' ٤٣° ) شرقا ، خريطة (١) ، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي (٩٤٠,١٢) كم$^{٢}$.

**ثانياً : تحليل المنحدرات Slopes في ناحية سرسنك**

لتحليل المنحدرات في منطقة الدراسة اعتمدت الباحثة على تصنيف(دايميك ويونك وزنك وزيدام واوزدمير و اوزشاهين و كايماز وكاياستا) ، فضلاً عن التصنيف التفصيلي الذي اعتمده الباحثة لتحليل مستويات الانحدار وباستعمال برنامج (Arc GIS 10.4.١) إذ ان لكل تصنيف خصائصه الانحدارية التي تميزه عن التصانيف الاخرى ومن خلال التحليل الجيومورفولوجي لمستويات الانحدار والمطابقة بين التصانيف ، يمكن تسهيل عملية اختيار التصنيف الاكثر ملائمة لمنحدرات منطقة الدراسة ، وجاء تحليل التصانيف كالآتي :-

**أولاً: تصنيف دايميك Demek**

وفقاً لهذا التصنيف تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ستة مناطق ولكل منطقة خصائصها التضاريسية التي تميزها عن المناطق الاخرى وهي كالآتي:

**١. أرضٍ شبة مستوية**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (٢°) وتبلغ مجموع مساحتها (١٠,٧٥ كم٢) وبنسبة (١,١٥) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول (1) خريطة (2) وهي اراضٍ سهلية تحيط بها المرتفعات الجبلية.

**٢. اراضٍ سهلية**

تشمل الأراضي التي تتراوح زاوية انحدارها بين (٢°-٥°) وتبلغ مجموع مساحتها(٦٧,٦٦ كم٢) وبنسبة (٧,٢٠) من المساحة الكلية وتنتشر بشكل مجاور للأراضي المستوية بيد أنها بصورة أوسع

**٣. اراضٍ متموجة**

تشغل هذه الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٥°- ١٥°) وتمتاز بوجود عدد كبير من الأودية التي تعمل على تقطيعها بفعل عمليات التعرية المائية وتبلغ مساحتها (٣٨٨,٢٠ كم٢) وبنسبة (٤١,٢٩) من مساحة منطقة الدراسة الكلية.

**٤. تلال منخفضة**

تعد هذه الفئة الانحدارية التي تنحصر زوايا انحدارها بين (١٥°– ٣٥°) وهي تشغل المساحة الاكبر، إذ تبلغ مجموع مساحتها(٤٢٢,٥٧ كم٢) وبنسبة (٤٤,٩٥) وهي مناطق مقطعة بدرجة عالية بفعل عمليات التعرية ونشاط حركة مواد سطح الأرض وتوجد كما يتضح من خريطة (2) في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة.

**٥. تلال مرتفعة**

وهي الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٣٥°– ٥٥°) وتتوزع في مناطق الوحدات التضاريسية العالية والمتمثلة بالقمم الجبلية والتي تتصف بمناطق الجروف الصخرية ومناطق التغير في الانحدار وهي ناتجة من شدة الحركات التكتونية فضلاً عن عمليتي التجوية والتعرية ، وتبلغ مساحتها (٤٨,٤٤ كم٢) وبنسبة (٥,١٥) من مساحة منطقة الدراسة الكلية.

**٦. جبال عالية جداً**

تشغل هذه الأراضي التي تزيد زوايا انحدارها عن (٥٥°) وتمتاز بأنها ذات انحدارات شديدة ، إذ تشغل حيزاً مساحياً لا يتجاوز (٢,٤٩ كم٢) وبنسبة (٠,٢٦) من مساحة منطقة الدراسة جدول (1) خريطة (2) وتتمثل بمناطق القمم الجبلية (كاره ومتين واركين) ، وهي ذات صخور صلبة وتظهر على هيئة جروف صخرية تخلو من المفتتات الصخرية والنبات الطبيعي وذلك بفعل حركة مواد السطح والناتجة عن الجاذبية الارضية فضلاً عن عمليتي التجوية والتعرية مما يؤدي إلى التساقط والانزلاق الصخري مما يجعلها من اكثر المناطق عرضة للمخاطر الجيومورفولوجية.

**جدول(١) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Demek)**

| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم٢ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أرضٍ شبة مستوية | ٠°– ٢° | ١٠,٧٥ | ١,١٥ |
| ٢ | اراضٍ سهلية | ٢°– ٥° | ٦٧,٦٦ | ٧,٢٠ |
| ٣ | اراضٍ متموجة | ٥°– ١٥° | ٣٨٨,٢ | ٤١,٢٩ |
| ٤ | تلال منخفضة | ١٥°– ٣٥° | ٤٢٢,٥٧ | ٤٤,٩٥ |

| ٥ | تلال مرتفعة | ٣٥°- ٥٥° | ٤٨,٤٤ | ٥,١٥ |
|---|---|---|---|---|
| ٦ | جبال عالية جداً | +٥٥° | ٢,٥٠ | ٠,٢٦ |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

**. المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على: فلاح شاكر اسود ، الخرائط الموضوعية ، جامعة بغداد ، العراق ، ١٩٩١ ، ص٩٢ وباستعمال برنامجArc GIS10.4.1**

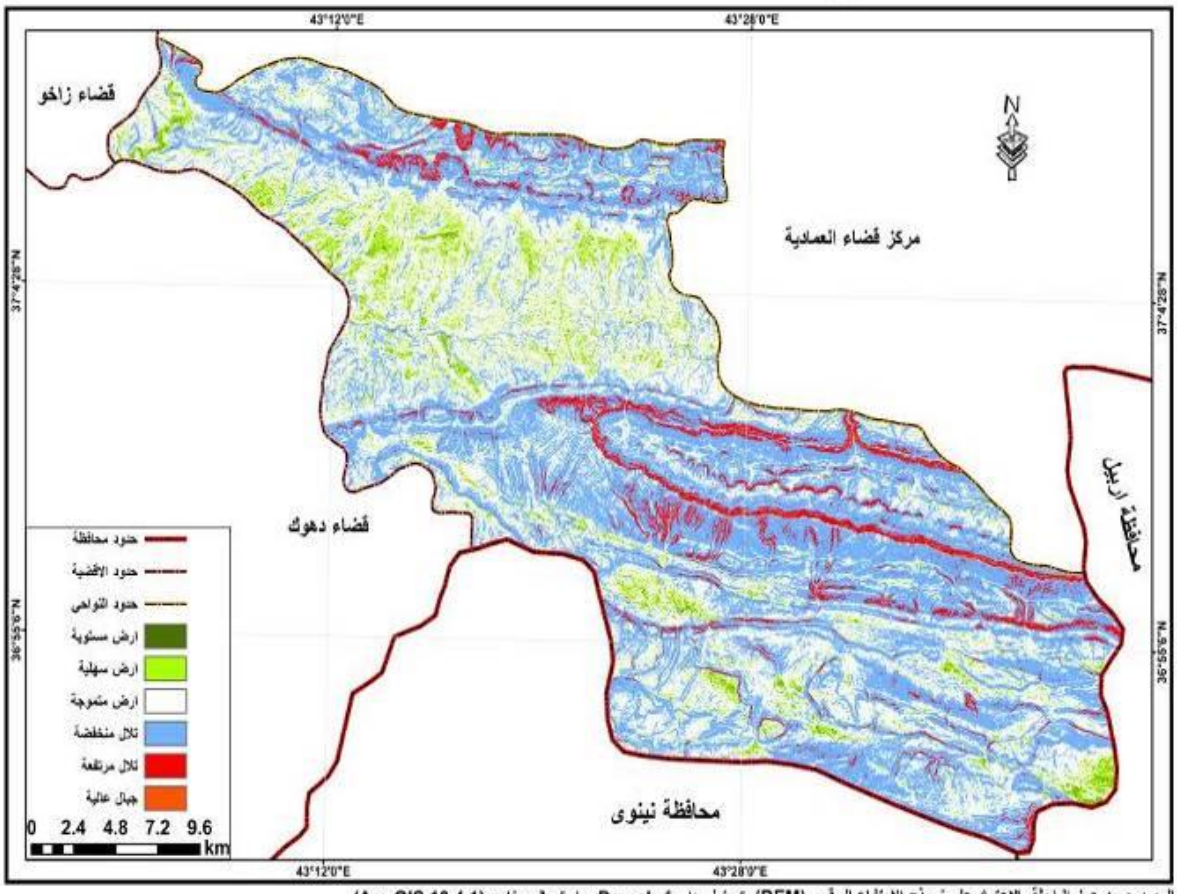
**ثانياً: تصنيف يونك Young**

قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Young إلى سبع مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها وهي كالآتي :

**١. أرضٍ مستوية**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (٢°) وتنتشر على مساحة محدودة تصل

خريطة (2) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف دايميك Demek




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)وتصنيف دايميك Demek وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

إلى (١٠,٧٠ كم$^{٢}$) وبنسبة (١,١٤) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول (2) خريطة (3) وهي أرضٍ سهلية ومستوية تنتشر في مناطق متفرقة في الاجزاء الشمالية الغربية من درشيكي وغولدية وجنوب وادي افي ستوكة وكاني جاركي فضلاً عن اجزاء اخرى تكون صغيرة ومتفرقة من منطقة الدراسة .

**٢. أرضٍ بسيطة الانحدار**

تشغل هذه الأراضي التي تتراوح زاوية انحدارها بين (٢°-٥°) وتبلغ مجموع مساحتها(٦٨,٤٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٧,٢٨) من مساحة ناحية سرسنك وتنتشر بشكل مجاور للأراضي المستوية بيد أنها بصورة أوسع في المنطقة المحصورة بين جبل كيري ربتكسي وجبل بيكسير فضلاً عن مناطق اخرى صغيرة ومتفرقة داخل منطقة الدراسة .

**٣. أرضٍ خفيفة الانحدار**

تعد هذه الفئة الانحدارية التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٥°- ١٠°) اكثر انتشاراً من الفئة التي تسبقها إذ تشمل كما يتضح من الخريطة على محيط ناحية سرسنك ككل ، وعليه فقد بلغت مساحة الأراضي التي تشغلها (١٩١,٠٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٢٠,٣٢) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول (2) خريطة (3).

**٤. أرضٍ معتدلة الانحدار**

تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (١٠°- ١٨°) وتعد أراضٍ ذات انحدارات متوسطة وتبلغ مساحتها (٣٠٢,٤٣ كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٢,١٧) من مساحة منطقة الدراسة الكلية ، وهي تشغل المساحة الاكبر وتنتشر بشكل متصل في معظم اجزاء منطقة الدراسة وتكون محاذية للأراضي خفيفة الانحدار.

**٥. أرضٍ شديدة الانحدار**

تشغل هذه الأراضي التي تتراوح زاوية انحدارها بين (١٨°-٣٠°) وتمتاز بأنها ذات انحدارات شديدة وتبلغ مساحتها (٢٦٦,٠٦ كم$^{٢}$) وبنسبة (٢٨,٣٠) من مساحة منطقة الدراسة وتشمل جميع المناطق المرتفعة من المنطقة الدراسة.

**٦. أرضٍ شديدة الانحدار جداً**

تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٣٠°- ٤٥°) وهي قليلة المساحة داخل منطقة الدراسة بالمقارنة مع بقية الأراضي الأقل انحداراً وتبلغ مساحتها (٨٩,٦٧ كم$^{٢}$) وبنسبة (٩,٥٤) وتتمثل هذه

الانحدارات في منطقة الدراسة في مناطق القمم الجبلية لاسيما في منطقة (كيري ربتكسي ، خوشكة وسيدرة وبكسير وتاتي حسنك وميروكي) ومناطق اخرى متفرقة من المرتفعات.

**٧. أرضٍ جرفية**

تشغل هذه الأراضي حيزاً مساحياً لا يتجاوز(١١,٧٦ كم$^{٢}$) وبنسبة (١,٢٥) من مجموع مساحة منطقة الدراسة جدول (2) خريطة (3) وهي أراضٍ شديدة الانحدار، إذ تزيد زوايا انحدارها عن (٤٥°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما في منطقة (كاره ومتين واركين).

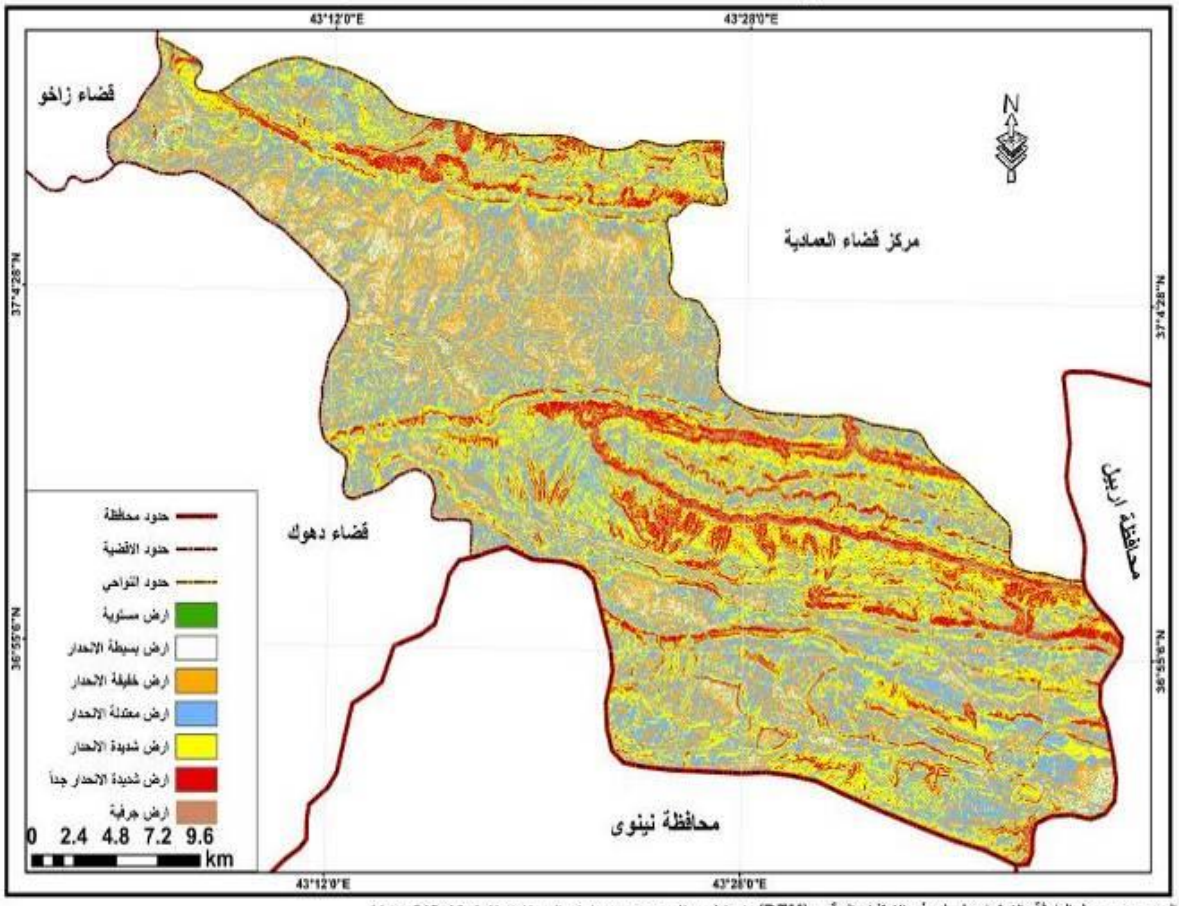
**جدول(2) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Young)**

| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أرضٍ مستوية | ٠°– ٢° | ١٠,٧٠ | ١,١٤ |
| ٢ | أرضٍ بسيطة الانحدار | ٢°– ٥° | ٦٨,٤٥ | ٧,٢٨ |
| ٣ | أرضٍ خفيفة الانحدار | ٥°– ١٠° | ١٩١,٠٥ | ٢٠,٣٢ |
| ٤ | أرضٍ معتدلة الانحدار | ١٠°– ١٨° | ٣٠٢,٤٣ | ٣٢,١٧ |
| ٥ | أرضٍ شديدة الانحدار | ١٨°– ٣٠° | ٢٦٦,٠٦ | ٢٨,٣٠ |
| ٦ | أرضٍ شديدة الانحدار جداً | ٣٠°– ٤٥° | ٨٩,٦٧ | ٩,٥٤ |
| ٧ | أرضٍ جرفية | +٤٥° | ١١,٧٦ | ١,٢٥ |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

**المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على: تغلب جرجيس داود ،علم اشكال سطح الأرض التطبيقي ( الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة ، ٢٠٠٢ ، ص١٢٣-١٢٤. وباستعمال برنامج Arc GIS10.4.1.**

**ثالثاً: تصنيف زنكZink**

خريطة (3) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف يونك Young




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف يونك young وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Zink إلى خمسة مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها وهي كالآتي :

**١. أرضٍ مستوية او مسطحة**

وهي الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (١,٩°) وهي اراضٍ سهلية ذات انحدار طفيف وتبرز على شكل مساحات صغيرة جداً ومبعثرة على سطح منطقة الدراسة وتنتشر شمال غرب المنطقة وفي مناطق اخرى متفرقة وتبلغ مساحتها (١٠,٢٠ كم$^{٢}$) وبنسبة (١,٠٨) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول (3) خريطة (٤) وهي أراضي صالحة للعمليات الزراعية وتتصف باستوائها ومعظم هذه المساحات مستغلة من قبل السكان في العمليات الزراعية ولا تعاني من آثار التعرية بفعل استوائها.

**٢. أرضٍ ذات تموج خفيف**

تشغل هذه الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٢°- ٧,٩°) وتبلغ مساحتها (١٧٠,٩٠ كم$^{٢}$) وبنسبة (١٨,١٩) من المساحة الكلية وتكون محاذية للأراضي المستوية ، إذ تتوزع في معظم اجزاء منطقة الدراسة ولاسيما عند اقدام الجبال والمناطق المتموجة واكتاف الوديان ويزداد تركزه في المنطقة ما بين مدينة سرسنك وقرية اينشكي وتتميز هذه المناطق بقلة تضرسها وتكون تربتها جيدة للعمليات الزراعية وتعاني من تعرية قليلة جداً وتتصف بكثافة الغطاء النباتي.

**٣. أرضٍ متموجة**

تشمل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٨°- ١٥,٩°) وتبلغ مجموع مساحتها (٣٢٣,٠٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٤,٣٦) من المساحة الكلية جدول (3) خريطة (٤) وهي تحتل المساحة الاكبر وبحسب بتصنيف زنك Zink وتنتشر بشكل متصل في معظم اجزاء منطقة الدراسة وتتواجد عند اقدام الجبال وعلى شكل تلال في المناطق التي تتميز بتعقد تضاريسها وقد يصعب الاستفادة منها في الجوانب الزراعية بالاستثناء استخدامها كالمراعي طبيعية وتبرز فيها نشاط التعرية الأخدودية بشكل واضح وتغطي بعض المساحات الواقعة بين السفح الجنوبي لجبل متين والسفح الشمالي لجبل كارة.

**٤. أرضٍ مقطعة – مجزأ**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (١٦°– ٢٩,٩°) وتشمل الوحدات التضاريسية العالية المتمثلة بالسلاسل الجبلية ويبرز هذا النطاق في القسم الشمالي من المنطقة ممثلة بالسفح الجنوبي لجبل متين والسفح الشمالي لجبل كارة التي تتميز بشدة انحدارها وارتفاعاتها العالية مما يؤدي إلى تعرضها إلى عمليات التعرية والتجوية وحركة مواد السطح من تساقط الصخور والانزلاقات نتيجة الارتفاع والانحدار الشديد وتشغل حيزاً مكانياً يصل إلى (٣١٩,٥٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٣,٩٩) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وغالباً ما تكون جرداء خالية من التربة والنبات الطبيعي وهي مناطق صخرية من الصعب الاستفادة منها.

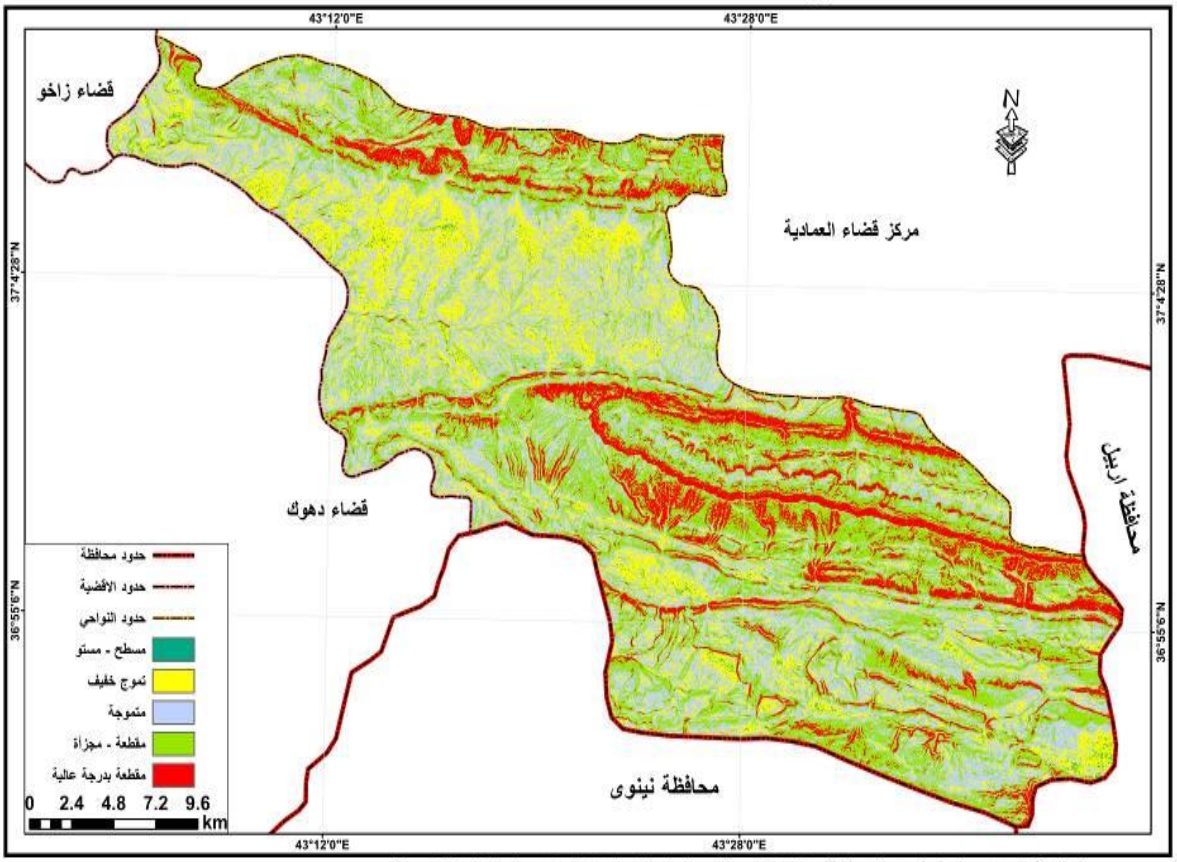
**٥. أرضٍ مقطعة بدرجة عالية**

تشغل هذه الأراضي حيزاً مساحياً يبلغ (١١٦,٤٢ كم$^{٢}$) وبنسبة (١٢,٣٨) جدول (3) خريطة (٤) وهي أراضٍ جبلية عالية ذات صخور صلبة وشديدة الانحدار وتكون على شكل حوائط صخرية ، إذ تزيد زوايا انحدارها عن (٣٠°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما مناطق جبلي كارة ومتين وبعض المرتفعات وأقدام الجبال والحافات الشديدة الانحدار المشرفة على وادي صبنة وتتمثل بالجروف والحافات الصخرية وغالباً ما تكون جرداء خالية من التربة والنبات الطبيعي وفي الغالب هي مناطق صخرية من الصعب الاستفادة منها.

**جدول(3) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Zink)**

| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | مسطح – مستو | ٠°– ١,٩° | ١٠,٢٠ | ١,٠٨ |
| ٢ | تموج خفيف | ٢°– ٧,٩° | ١٧٠,٩٠ | ١٨,١٩ |
| ٣ | متموج | ٨°– ١٥,٩° | ٣٢٣,٠٥ | ٣٤,٣٦ |
| ٤ | مقطعة – مجزأ | ١٦°– ٢٩,٩° | ٣١٩,٥٥ | ٣٣,٩٩ |
| ٥ | مقطعة بدرجة عالية | +٣٠° | ١١٦,٤٢ | ١٢,٣٨ |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

خريطة (4) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف زنك Zink




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف زنك Zink وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

**المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على**

**Stan Marin . Ed , GIS Solution in Natural Resource Management, Tenewable Natural Resources Foundation and National Academy of Sciences – National Research Council, Washington, 1999, p88.**

**رابعاً: تصنيف زيدامZuidam**

قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Zuidam إلى سبعة مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها [*]وهي كالآتي :

[*] تم تحويل زوايا الانحدار من النسبة المئوية إلى الدرجات الانحدارية وذلك لكي يتطابق التصنيف مع التصانيف الاخرى ، وتكون عملية تطبيقه اسهل ، وتم التحويل بالاعتماد على الصيغة (tab 0-1).

**١. أرضٍ مستوية**

وهي الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (١,١٤°) وهي اراضٍ سهلية تنتشر في مساحات صغيرة شمال غرب المنطقة وجنوبها وفي مناطق اخرى متفرقة ، إذ تبلغ مساحتها (٤,٧٤ كم$^{٢}$) و بنسبة (٠,٥٠) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول (4) خريطة (٥) وهي أراضي صالحة للعمليات الزراعية وتتصف باستوائها ومعظم هذه المساحات مستغلة من قبل السكان في العمليات الزراعية.

**٢. أرضٍ قليلة الميل**

تشمل الأراضي التي تتراوح زاوية انحدارها بين(١,٧٢° – ٤,٠°) وتبلغ مجموع مساحتها(٤٠,١٨ كم٢) وبنسبة (٤,٢٧) من مساحة ناحية سرسنك وتنتشر بشكل مجاور للأراضي المستوية بيد أنها بصورة أوسع في مناطق اقدام الجبال فضلاً عن مناطق اخرى صغيرة ومتفرقة داخل منطقة الدراسة.

**٣. أرضٍ مائلة**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٤,٥٧° – ٧,٤١°) ، وهي تشغل المساحة (٤٢٢,٥٧ كم$^{٢}$) وبنسبة (٤٤,٩٥) من مجموع مساحة منطقة الدراسة جدول (4) خريطة (٥) وهي مناطق تمتاز بوجود عدد كبير من الأودية التي تعمل على تقطيعها بفعل عمليات التعرية المائية ونشاط حركة مواد سطح الأرض.

**٤. أرضٍ متوسطة الميل**

وتشغل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٧,٩٧° – ١١,٣٠°) وتبلغ مجموع مساحتها (١٥٠,٩٤ كم$^{٢}$) وبنسبة (١٦,٠٧) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة إذ تتواجد عند اقدام الجبال وعلى شكل تلال في المناطق التي تتميز بتعقد تضاريسها.

**٥. أرضٍ منحدرة**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (١١,٨٥° – ٢٨,٨°) وهي تشغل الجزء الاكبر من منطقة الدراسة وتوجد بشكل متصل في معظم اجزاء المنطقة وتشمل جميع المناطق المرتفعة.

**٦. أرضٍ شديدة الانحدار**

تشغل هذه الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٧,٩٧° – ١١,٣٠°) حيزاً مساحياً يبلغ (١١٧,٢٠ كم$^{٢}$) وبنسبة (١٢,٤٦) جدول (4) خريطة (٥) وهي أراضٍ جبلية عالية ذات صخور صلبة وشديدة الانحدار

وتشمل الوحدات التضاريسية العالية المتمثلة بالسلاسل الجبلية وتشمل مناطق (جبل متين وكارة وسيدرة واركين وكيري ربتكسي وتاتي حسنك) والتي تتميز بشدة انحدارها وارتفاعاتها العالية ، مما يؤدي إلى تعرضها إلى عمليات التعرية والتجوية وحركة مواد السطح من تساقط الصخور والانزلاقات نتيجة الارتفاع والانحدار الشديد.

**٧. أرضٍ شديدة الانحدار جداً**

تشغل هذه الأراضي حيزاً مساحياً صغيراً لا يتجاوز(٢,٧٢ كم$^{٢}$) وبنسبة (٠,٢٩) وهي أراضٍ شديدة الانحدار ، إذ تزيد زوايا انحدارها عن (٥٤,٤٦°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما في منطقة (كاره ومتين ).

**جدول(4) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Zuidam)**

| ت | شكل التضرس | الانحدار % | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | اراضٍ مستوية | ٢-٠ | ٠°- ١,١٤° | 4.74 | 0.50 |
| ٢ | اراضٍ قليلة الميل | ٧-٣ | ١,٧٢°- ٤,٠° | 40.18 | 4.27 |
| ٣ | اراضٍ مائلة | ١٣-٨ | ٤,٥٧°- ٧,٤١° | 121.36 | 12.91 |
| ٤ | اراضٍ متوسطة الميل | ٢٠-١٤ | ٧,٩٧°- ١١,٣٠° | 150.94 | 16.07 |
| ٥ | اراضٍ منحدرة | ٥٥-٢١ | ١١,٨٥°- ٢٨,٨° | 502.98 | 53.50 |
| ٦ | اراضٍ شديدة الانحدار | ١٤٠-٥٦ | ٢٩,٢°- ٥٤,٤٦° | 117.20 | 12.46 |
| ٧ | اراضٍ شديدة الانحدار جداً | +١٤٠ | +٥٤,٤٦° | 2.72 | 0.29 |
| | المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

**المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على: Zuidam, R.A; Zuidam – Cancelado, (1979) Terrain analysis and Classification using aerial photographs, ITC Textbook of photo-in terpretation, Vo1, VII-6,ITC, Holland, p12**

**خامساً: تصنيف أوزدمير Özdemir**

قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Özdemir إلى خمسة مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها وهي كالآتي :

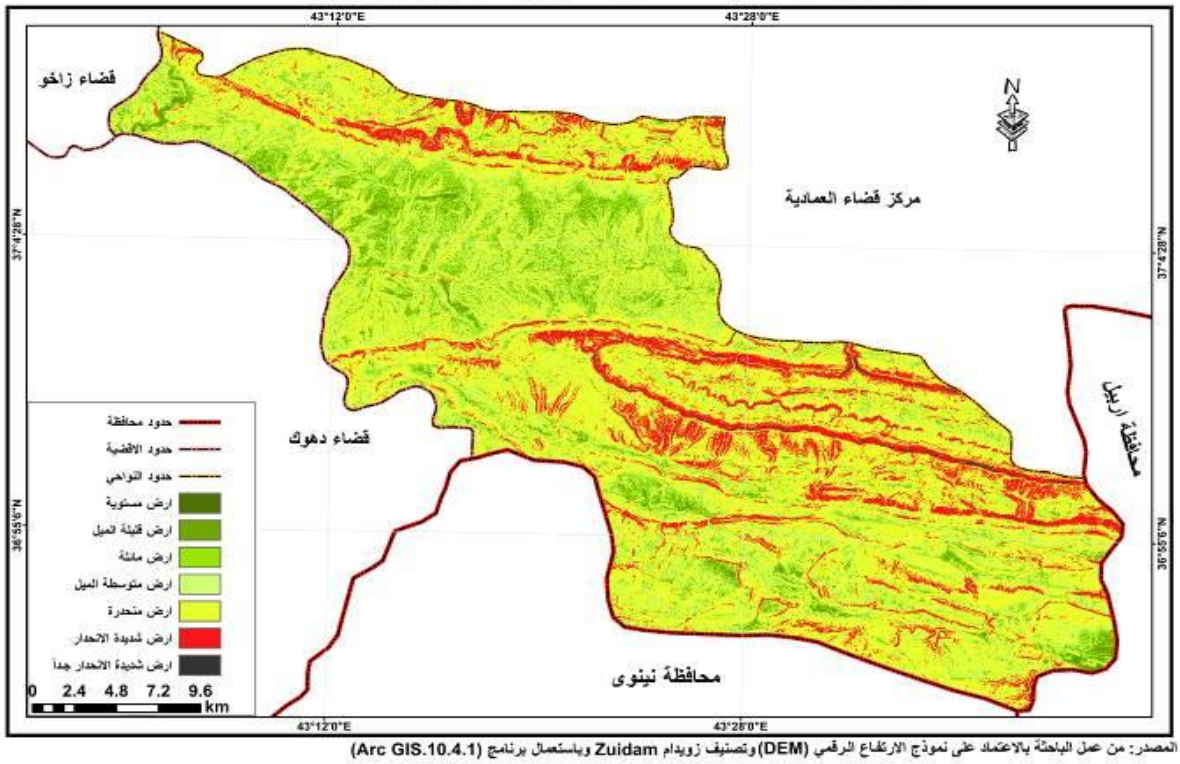
**١. أرضٍ مستوية او مسطحة**

وهي الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (٢°) وهي اراضٍ سهلية ذات انحدار خفيف تبرز على شكل مساحات صغيرة جداً ومبعثرة على سطح منطقة الدراسة وتنتشر شمال غرب المنطقة وفي مناطق اخرى متفرقة وتبلغ مساحتها (١٠,٠٦ كم$^{٢}$) وبنسبة (١,٠٧) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول(5) خريطة (٦) وهي أراضي صالحة للعمليات الزراعية ولا تعاني من آثار التعرية بفعل استوائها.

**٢. أرضٍ بسيطة الانحدار**

تشغل هذه الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٢°- ١٥°) وتبلغ مساحتها (٤٥٦,٩٨ كم$^{٢}$) وبنسبة (٤٨,٦١) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وهي تحتل المساحة الاكبر وتنتشر بشكل متصل في معظم اجزاء منطقة الدراسة ، ولاسيما عند اقدام الجبال والمناطق المتموجة واكتاف الوديان وتتميز هذه

خريطة (5) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف زويدام Zuidam




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف زويدام Zuidam وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

المناطق بقلة تضرسها وتكون تربتها جيدة للعمليات الزراعية وتعاني من تعرية قليلة جداً وتتصف بكثافة الغطاء النباتي.

**٣. أرضٍ معتدلة الانحدار**

تشمل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين(١٥°– ٢٥°) وتبلغ مجموع مساحتها (٢٨٤,٨٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٠,٣) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(5) خريطة (٦) وتنتشر محاذية للأراضي البسيطة الانحدار وتتواجد عند اقدام الجبال وعلى شكل تلال في المناطق التي تتميز بتعقد تضاريسها وقد يصعب الاستفادة منها في الجوانب الزراعية بالاستثناء استخدامها كالمراعي طبيعية وتبرز فيها نشاط التعرية الأخدودية بشكل واضح.

**٤. أرضٍ منحدرة**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٢٥°- ٤٥°) وتشمل الوحدات التضاريسية العالية المتمثلة بالسلاسل الجبلية كارة ومتين و سيدرة وخوشكة واركين وكيري ربتكسي وقرة داغ) التي تتميز بشدة انحدارها وارتفاعاتها العالية مما يؤدي إلى تعرضها إلى عمليات التعرية والتجوية وحركة مواد السطح من تساقط الصخور والانزلاقات نتيجة الارتفاع والانحدار الشديد وتشغل حيزاً مكانياً يصل إلى (١٧٦,٤٨ كم$^{٢}$) اي بنسبة (١٨,٧٧) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وغالباً ما تكون جرداء خالية من التربة والنبات الطبيعي وهي مناطق صخرية من الصعب الاستفادة منها.

**٥. أرضٍ شديدة الانحدار**

تشغل هذه الأراضي حيزاً مساحياً يبلغ (١١,٧٥ كم$^{٢}$) اي بنسبة (١,٢٥) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(5) خريطة (٦) وهي أراضٍ شديدة الانحدار ، إذ تزيد زوايا انحدارها عن (٤٥°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما في منطقة (كاره ومتين واركين) ، هي مناطق صخرية من الصعب الاستفادة منها.

**جدول(5) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Özdemir)**

| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أرضٍ مستوية او مسطحة | ٠°- ٢° | 10.06 | 1.07 |
| ٢ | أرضٍ بسيطة الانحدار | ٢°- ١٥° | 456.98 | 48.61 |
| ٣ | أرضٍ معتدلة الانحدار | ١٥°- ٢٥° | 284.85 | 30.3 |
| ٤ | أرضٍ منحدرة | ٢٥°- ٤٥° | 176.48 | 18.77 |
| ٥ | أرضٍ شديدة الانحدار | +٤٥° | 11.75 | 1.25 |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على Seda Çellek, Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide, Research Square, Version 1, p10 (2020).

**سادساً. تصنيف أوزشاهين و كايماز Özşahin and Kaymaz**

قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Özşahin and Kaymaz إلى خمسة مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها وهي كالآتي :

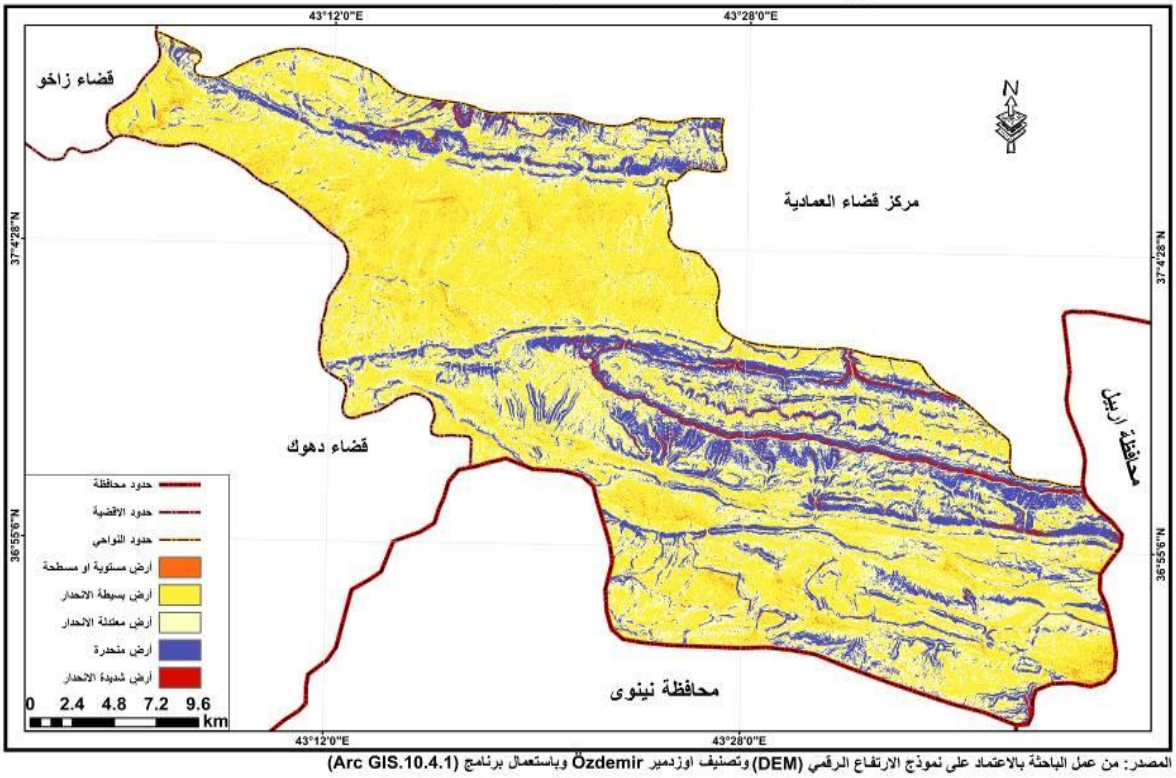
**١. أرضٍ مستوية او مسطحة**

تشمل الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها (٣°) وهي اراضٍ سهلية تبرز على شكل مساحات صغيرة ومبعثرة على سطح منطقة الدراسة وتوجد شمال غرب المنطقة وفي مناطق اخرى متفرقة وتبلغ مساحتها (٣٠,٠٢ كم٢) وبنسبة (٣,١٩) من مساحة منطقة الدراسة الكلية وهي أراضي صالحة للعمليات الزراعية وتتصف هذه المساحات باستوائها.

**٢. أرضٍ بسيطة الانحدار**

تتضمن الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٣°- ١٠°) وتبلغ مساحتها (٢٤٠,٤٥ كم٢) وبنسبة (٢٥,٥٨) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(6) خريطة (٧) وتوجد بصورة محاذية للأراضي المستوية ، إذ تتوزع في معظم اجزاء منطقة الدراسة ولاسيما عند

خريطة (6) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف أوزدمير Özdemir




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف اوزدمير Özdemir وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

اقدام الجبال والمناطق المتموجة واكتاف الوديان وتتميز هذه المناطق بقلة تضرسها وتكون تربتها جيدة للعمليات الزراعية وتعاني من تعرية قليلة جداً.

**٣. أرضٍ معتدلة الانحدار**

تشمل الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين(١٠°– ٢٠°) وتبلغ مجموع مساحتها (٣٦٣,٠٩ كم٢) وبنسبة (٣٨,٦٢) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(6) خريطة (7) وهي تحتل المساحة الاكبر وتوجد بشكل متصل في معظم اجزاء منطقة الدراسة إذ تتواجد عند اقدام الجبال وعلى شكل تلال في المناطق التي تتميز بتعقد تضاريسها.

**٤. أرضٍ شديدة الانحدار**

يشغل هذا المستوى الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٢٠°– ٣٠°) وتشمل الوحدات التضاريسية العالية والمتمثلة بالسلاسل الجبلية والتي تتميز بشدة انحدارها وارتفاعاتها العالية مما يؤدي إلى تعرضها إلى عمليات التعرية والتجوية وحركة مواد السطح من تساقط الصخور والانزلاقات نتيجة الارتفاع والانحدار الشديد وتشغل حيزاً مكانياً يصل إلى (٢٠٥,٠٦ كم٢) وبنسبة (٢١,٨١) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وغالباً ما تكون جرداء خالية من التربة والنبات الطبيعي .

**٥. أرضٍ شديدة الانحدار جداً**

تحتل هذه الأراضي حيزاً مساحياً يبلغ (١٠١,٥ كم٢) وبنسبة (١٠,٨) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(6) خريطة (٧) وهي أراضٍ جبلية عالية ذات صخور صلبة وشديدة الانحدار وتكون على شكل حوائط صخرية تزيد زوايا انحدارها عن(٣٠°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما مناطق جبلي كارة ومتين وبعض المرتفعات وأقدام الجبال والحافات الشديدة الانحدار وغالباً ما تكون جرداء خالية من التربة والنبات الطبيعي وفي الغالب هي مناطق صخرية من الصعب الاستفادة منها.

**جدول(6) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Özşahin and Kaymaz)**

| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم٢ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أرضٍ مستوية او مسطحة | ٠°– ٣° | 30.02 | 3.19 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ٢ | أرضٍ بسيطة الانحدار | ٣°- ١٠° | 240.45 | 25.58 |
| ٣ | أرضٍ معتدلة الانحدار | ١٠°- ٢٠° | 363.09 | 38.62 |
| ٤ | أرضٍ شديدة الانحدار | ٢٠°- ٣٠° | 205.06 | 21.81 |
| ٥ | أرضٍ شديدة الانحدار جداً | +٣٠° | 101.5 | 10.8 |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

**المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على Seda Çellek, Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide, Research Square, Version 1, p10 (2020).**

**سابعاً: تصنيف كاياستا Kayastha**

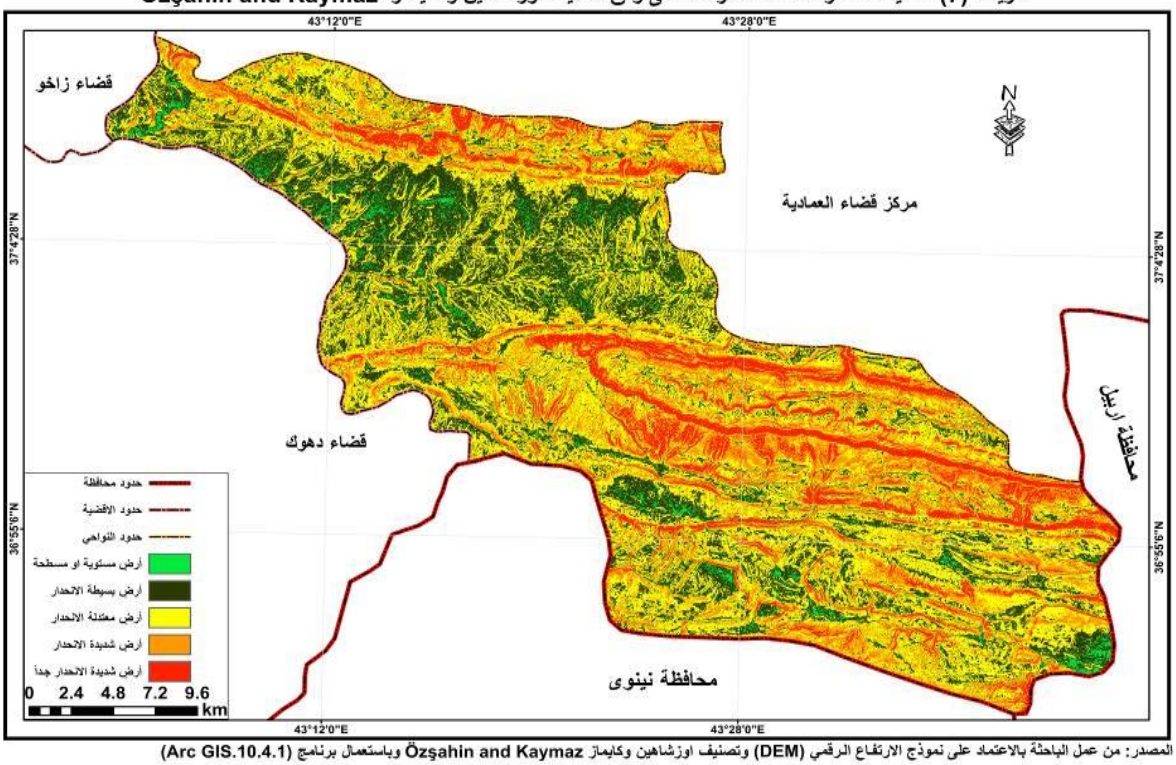
قسمت ناحية سرسنك وفقاً لتصنيف Kayastha إلى خمسة مستويات حسب درجة الانحدار لكل جزء منها وهي كالآتي :

**١. أرضٍ مستوية او مسطحة**

وهي الأراضي التي لا تتجاوز زاوية انحدارها عن(١٥°) وهي تحتل المساحة الاكبر وتنتشر بشكل متصل في معظم اجزاء منطقة الدراسة إذ تبلغ مساحتها (٤٦٧,٠٨ كم٢) وبنسبة (٤٩,٦٨) من مساحة منطقة الدراسة الكلية جدول(٧) خريطة (٨) ومعظم هذه المساحات مستغلة من قبل السكان في العمليات الزراعية ولا تعاني من آثار التعرية.

**٢. أرضٍ معتدلة الان**

خريطة (7) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف أوزشاهين و كايماز Özşahin and Kaymaz




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف اوزشاهين وكايماز Özşahin and Kaymaz وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

**حدار**

تشمل الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (١٥°- ٢٥°) ، وتبلغ مساحتها (٢٨٤,٩٨ كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٠,٣١) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتوجد محاذية للأراضي المستوية وتتوزع في معظم اجزاء منطقة الدراسة لاسيما عند اقدام الجبال والمناطق المتموجة واكتاف الوديان.

**٣. أرضٍ معتدلة نوعاً ما**

تحتل هذه الأراضي التي تتراوح زوايا انحدارها بين (٢٥°- ٣٥°) وتبلغ مجموع مساحتها (١٣٧,٠٦ كم$^{٢}$) وبنسبة (١٤,٥٨) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وهي مناطق مقطعة بدرجة عالية بفعل عمليات التعرية ونشاط حركة مواد سطح الأرض وتغطي بعض المساحات الواقعة بين السفح الجنوبي لجبل متين والسفح الشمالي لجبل كارة .

**٤. أرضٍ شديدة الانحدار**

يتضمن هذا المستوى الأراضي التي تنحصر زوايا انحدارها بين (٣٥°- ٤٥°) وهي قليلة المساحة داخل منطقة الدراسة بالمقارنة مع بقية الأراضي الأقل انحداراً ، وتبلغ مساحتها (٣٩,٢٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (٤,١٨) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(٧) خريطة (8) وتشمل الوحدات التضاريسية العالية المتمثلة بالسلاسل الجبلية لاسيما في منطقة (كيري ربتكسي وخوشكة وسيدرة وتاتي حسنك وميروكي) ومناطق اخرى متفرقة من المرتفعات.

**٥. أرضٍ شديدة الانحدار جداً**

تشغل هذه الأراضي حيزاً مساحياً يبلغ (١١,٧٥ كم$^{٢}$) وبنسبة (١,٢٥) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة جدول(7) خريطة (8) وهي أراضٍ شديدة الانحدار إذ تزيد زوايا انحدارها عن (٤٥°) وتمثل تلك المنطقة الأجزاء الأكثر ارتفاعاً عند القمم لاسيما في منطقة (كاره ومتين) وهي أراضٍ جبلية عالية ذات صخور صلبة وشديدة الانحدار وتكون على شكل حوائط صخرية.

**جدول(7) أشكال تضرس الأرض وزوايا الانحدار حسب تصنيف (Kayastha)**

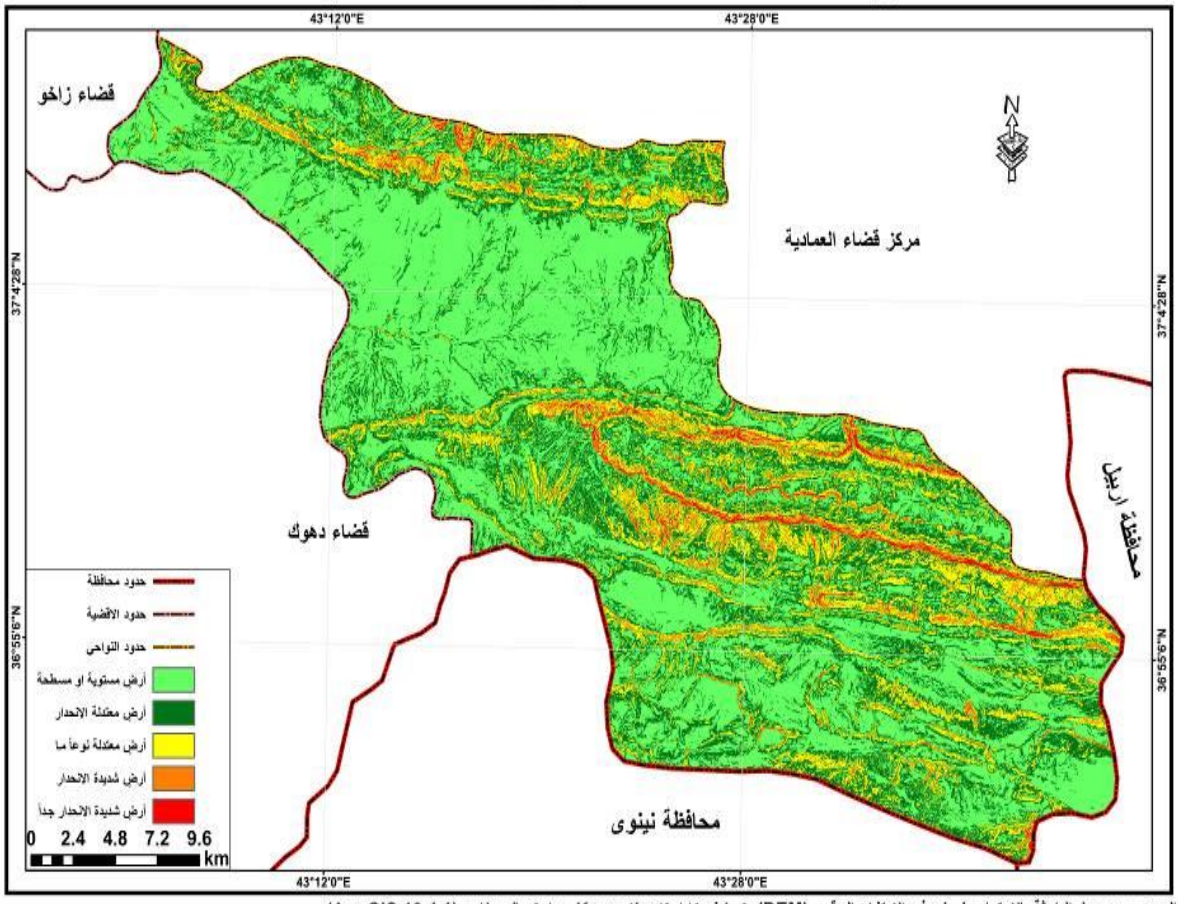
| ت | شكل التضرس | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أرضٍ مستوية او مسطحة | ٠°- ١٥° | 467.08 | 49.68 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ٢ | أرضٍ معتدلة الانحدار | ١٥°- ٢٥° | 284.98 | 30.31 |
| ٣ | أرضٍ معتدلة نوعاً ما | ٢٥°- ٣٥° | 137.06 | 14.58 |
| ٤ | أرضٍ شديدة الانحدار | ٣٥°- ٤٥° | 39.25 | 4.18 |
| ٥ | أرضٍ شديدة الانحدار جداً | +٤٥° | 11.75 | 1.25 |
| المجموع | | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على Seda Çellek, Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide, Research Square, Version 1, p10 (2020).

ثامناً: تصنيف الانحدار بمستوى درجة انحداريه واحدة (التصنيف

خريطة (8) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق تصنيف كاياستا Kayastha




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتصنيف كاياستا Kayastha وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

**التفصيلي)**

لتحليل الخصائص الانحدارية في ناحية سرسنك اعتمدت الباحثة دراسة تصنيفية قائمة على تصنيف منطقة الدراسة إلى مستويات انحداريه صغيرة الفرق بينها درجة واحدة تبدأ من(٠°-50 °) وعليه كان لدينا 50 فئة انحداريه كما موضح في جدول (8 ، 9 ،10 ) ، خريطة (9 ،10 ،11) ، وفيما يأتي تحليل مفصل.

١. يتضح من التصنيف التفصيلي بمستوى درجة انحداريه واحدة ان هناك مستويات متشابه إذ تتركز انحدارات ناحية سرسنك في الزوايا الانحدارية الصغيرة وتبدأ بالتناقص كلما زادت زاوية الانحدار (يستثنى من ذلك الزوايا العشرة الاولى إذ تكون أقل من الزاوية الثانية والثالثة من ناحية المساحة والنسبة).
٢. أتخذت الاراضي ذات الزوايا الانحدارية المحصورة بين (٠°- ١٠°) الترتيب الثاني بالنسبة للمساحة إذ بلغت(٢٧٠,٧١ كم$^{٢}$) اي بنسبة (٢٨,٨٠) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتضم الاراضي السهلية شبة منتظمة الانحدار وهي تتباين بين الارتفاع والانخفاض وتمثل مناطق اقدام الجبال.
٣. تركزت انحدارات ناحية سرسنك في الزوايا الانحدارية المحصورة بين(١٠°- ٢٠°) إذ احتلت الحيز المكاني الاكبر من حيث المساحة وهي اراضي سهلية غير منتظمة الانحدار وتتراوح بين الاراضي الشديدة الانحدار والبسيطة الانحدار ومجموع مساحتها بلغ(٣٦٢,٥٤كم$^{٢}$) وبنسبة (٣٨,٥٦) من اجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.
٤. احتلت الاراضي ذات الزوايا الانحدارية المحصورة بين (٢٠°- ٣٠°) حيزاً مكانياً يبلغ (٢١٦,٥٦كم$^{٢}$) اي بنسبة (٢٣,٠٤) من اجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتضم الاراضي المتموجة شبة المنتظمة الانحدار وتؤثر العمليات الجيومورفولوجية بشكل واضح فيها فتعمل على تغيير السطح وخلق تباينات انحدارية.
٥. تتمثل الأراضي ذات الزوايا الانحدارية المحصورة بين (٣٠°- ٤٠°) بأراض شديدة الانحدار إذ بلغت المساحة التي تشغلها (٦٨,١كم$^{٢}$) اي بنسبة (٧,٢٣) من اجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتضم الأراضي المتموجة غير المنتظمة والمضرسة بفعل عمليات الحت والتعرية وهي أماكن نشاط لحركة المواد وزحف الكتل الصخرية.

٦. تتمثل الأراضي ذات الزوايا الانحدارية المحصورة بين (٤٠°- ٥٠°) بأراض مضرسة شديدة الانحدار جداً إذ بلغت المساحة التي تشغلها (١٨,١١كم٢) اي بنسبة (١,٩٣) من اجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتضم مناطق القمم الجبلية العالية التي نشأت بفعل عدة عوامل من أهمها الحركات التكتونية فضلاً عن نوع الصخور والعوامل الجيومورفولوجية .

٧. تمثل الأراضي التي تزيد درجة انحدارها عن (٥٠°فأكثر) إذ بلغ مجموع مساحتها (٤,١كم٢) اي بنسبة (٠,٤٤) من مساحة منطقة الدراسة الكلية وهي تمثل مناطق الجروف والحوائط الصخرية التي نشأت بفعل الحركات التكتونية التي عملت على انقلاب بعض الطبقات الصخرية وجعلتها تتموضع بصورة عمودية او افقية.

**جدول(8) تصنيف الانحدارات بمستوى (١°) انحدارية**

| ت | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم٢ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|
| ١ | ١°- ٠° | ٥,٣٣ | 0.56 |
| ٢ | ٢°- ١° | ٦,٤٩ | 0.68 |
| ٣ | ٣°- ٢° | ٢٠,٤٧ | 2.18 |
| ٤ | ٤°- ٣° | ١٤,١١ | 1.50 |
| ٥ | ٥°- ٤ | ٣٥,٢٢ | 3.75 |
| ٦ | ٦°- ٥° | ٣٢,٤١ | 3.45 |
| ٧ | ٧°- ٦° | ٤٠,٢٠ | 4.28 |
| ٨ | ٨°- ٧° | ٣٤,٣٧ | 3.66 |
| ٩ | ٩°- ٨° | ٤٢,٠٢ | 4.47 |
| ١٠ | ١٠°- ٩° | ٤١,٥٤ | 4.42 |
| ١١ | ١١°- ١٠° | ٣٩,٠٦ | 4.15 |
| ١٢ | ١٢°- ١١° | ٤٣,٥٠ | 4.63 |
| ١٣ | ١٣°- ١٢° | ٤٠,١٢ | 4.27 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ١٤ | ١٣°– ١٤° | ٣٨,٠٥ | 4.05 |
| ١٥ | ١٤°– ١٥° | ٣٣,٩٢ | 3.61 |
| ١٦ | ١٥°– ١٦° | ٤٢,٥٠ | 4.52 |
| ١٧ | ١٦°– ١٧° | ٣٢,٩٩ | 3.51 |
| ١٨ | ١٧°– ١٨° | ٣٠,٦٢ | 3.26 |
| ١٩ | ١٨°– ١٩° | ٣٢,٢٥ | 3.43 |
| ٢٠ | ١٩°– ٢٠° | ٢٨,١٧ | 3.00 |
| ٢١ | ٢٠°– ٢١° | ٢٦,٣٧ | 2.80 |
| ٢٢ | ٢١°– ٢٢° | ٢٥,٨٤ | 2.75 |
| ٢٣ | ٢٢°– ٢٣° | ٢٢,٣٣ | 2.38 |
| ٢٤ | ٢٣°– ٢٤° | ٢٤,٧٩ | 2.64 |
| ٢٥ | ٢٤°– ٢٥° | ١٩,٠١ | 2.02 |
| ٢٦ | ٢٥°– ٢٦° | ٢٢,٦٥ | 2.41 |
| ٢٧ | ٢٦°– ٢٧° | ١٦,٦٢ | 1.76 |
| ٢٨ | ٢٧°– ٢٨° | ١٧,٨٥ | 1.90 |
| ٢٩ | ٢٨°– ٢٩° | ١٤,٤٠ | 1.53 |
| ٣٠ | ٢٩°– ٣٠° | ٢٧,٢٦ | 2.90 |
| ٣١ | ٣٠°– ٣١° | ١١,٠٠ | 1.17 |
| ٣٢ | ٣١°– ٣٢° | ١٠,٠٧ | 1.07 |
| ٣٣ | ٣٢°– ٣٣° | ٨,٩٧ | 0.95 |
| ٣٤ | ٣٣°– ٣٤° | ٨,٢٤ | 0.87 |
| ٣٥ | ٣٤°– ٣٥° | ٦,٩٥ | 0.74 |
| ٣٦ | ٣٥°– ٣٦° | ٦,٠٧ | 0.65 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ٣٧ | °٣٦ –°٣٧ | ٥,٤١ | 0.58 |
| ٣٨ | °٣٧ –°٣٨ | ٤,٣٥ | 0.46 |
| ٣٩ | °٣٨ –°٣٩ | ٣,٨٤ | 0.41 |
| ٤٠ | °٣٩ –°٤٠ | ٣,٤٤ | 0.37 |
| ٤١ | °٤٠ –°٤١ | ٢,٩٦ | 0.31 |
| ٤٢ | °٤١ –°٤٢ | ٢,٤٧ | 0.26 |
| ٤٣ | °٤٢ –°٤٣ | ٢,١٥ | 0.23 |
| ٤٤ | °٤٣ –°٤٤ | ١,٧٩ | 0.19 |
| ٤٥ | °٤٤ –°٤٥ | ١,٦٩ | 0.18 |
| ٤٦ | °٤٥ –°٤٦ | ١,٤١ | 0.15 |
| ٤٧ | °٤٦ –°٤٧ | ١,١٩ | 0.13 |
| ٤٨ | °٤٧ –°٤٨ | ١,٠٥ | 0.11 |
| ٤٩ | °٤٨ –°٤٩ | ٠,٩٤ | 0.10 |
| ٥٠ | °٤٩ –°٥٠ | 4.57 | 0.٤٨ |
| ٥١ | °٥٠+ | 1.1 | 0.١١ |
| المجموع | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستعمال برنامج ( Arc GIS.10.4.1)

جدول(9) تصنيف الانحدارات بمستوى (°٥) انحدارية

| ت | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|
| ١ | °٠ –°٥ | 81.6 | 8.68 |
| ٢ | °٥ –°١٠ | 191.46 | 20.37 |
| ٣ | °١٠ –°١٥ | 195.47 | 20.79 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ٤ | ١٥°- ٢٠° | 166.93 | 17.76 |
| ٥ | ٢٠- ٢٥° | 118.03 | 12.55 |
| ٦ | ٢٥°- ٣٠° | 99.08 | 10.54 |
| ٧ | ٣٠°- ٣٥° | 45.26 | 4.81 |
| ٨ | ٣٥°- ٤٠° | ٢٧,٢٣ | 2.90 |
| ٩ | ٤٠°- ٤٥° | 10.96 | 1.17 |
| ١٠ | ٤٥°- ٥٠° | ٢,٨ | 0.30 |
| ١١ | ٥٠°+ | ١,٣ | 0.14 |
| المجموع | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

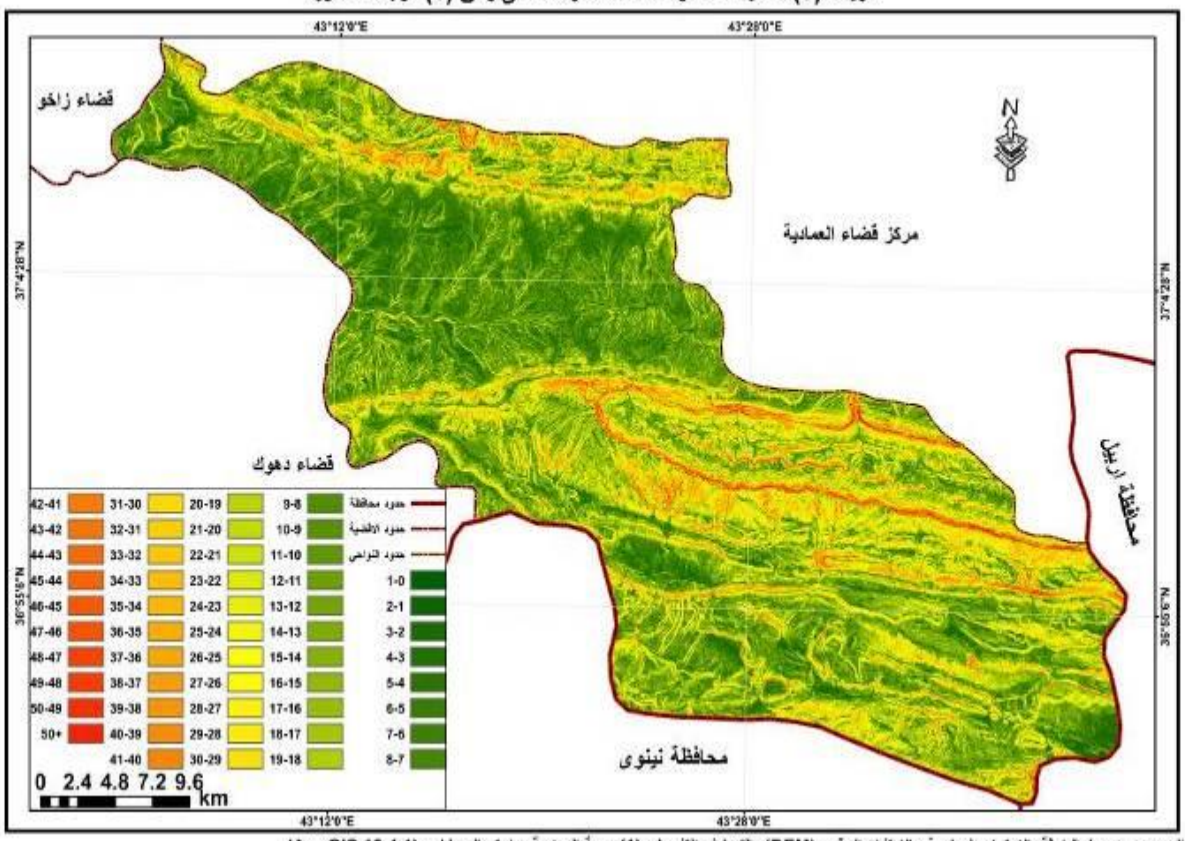
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستعمال برنامج ( Arc GIS.10.4.1)

جدول(10) تصنيف الانحدارات بمستوى (١٠°) انحدارية

| ت | زاوية الانحدار بالدرجات | المساحة / كم$^{٢}$ | النسبة المئوية% |
|---|---|---|---|
| ١ | ٠°- ١٠° | 270.71 | 28.80 |
| ٢ | ١٠°- ٢٠° | 362.54 | 38.56 |
| ٣ | ٢٠°- ٣٠° | 216.56 | 23.04 |
| ٤ | ٣٠°- ٤٠° | 68.1 | 7.2٣ |
| ٥ | ٤٠°- ٥٠° | 18.11 | 1.93 |
| ٧ | ٥٠°+ | 4.1 | 0.44 |
| المجموع | | ٩٤٠,١٢ | ١٠٠ |

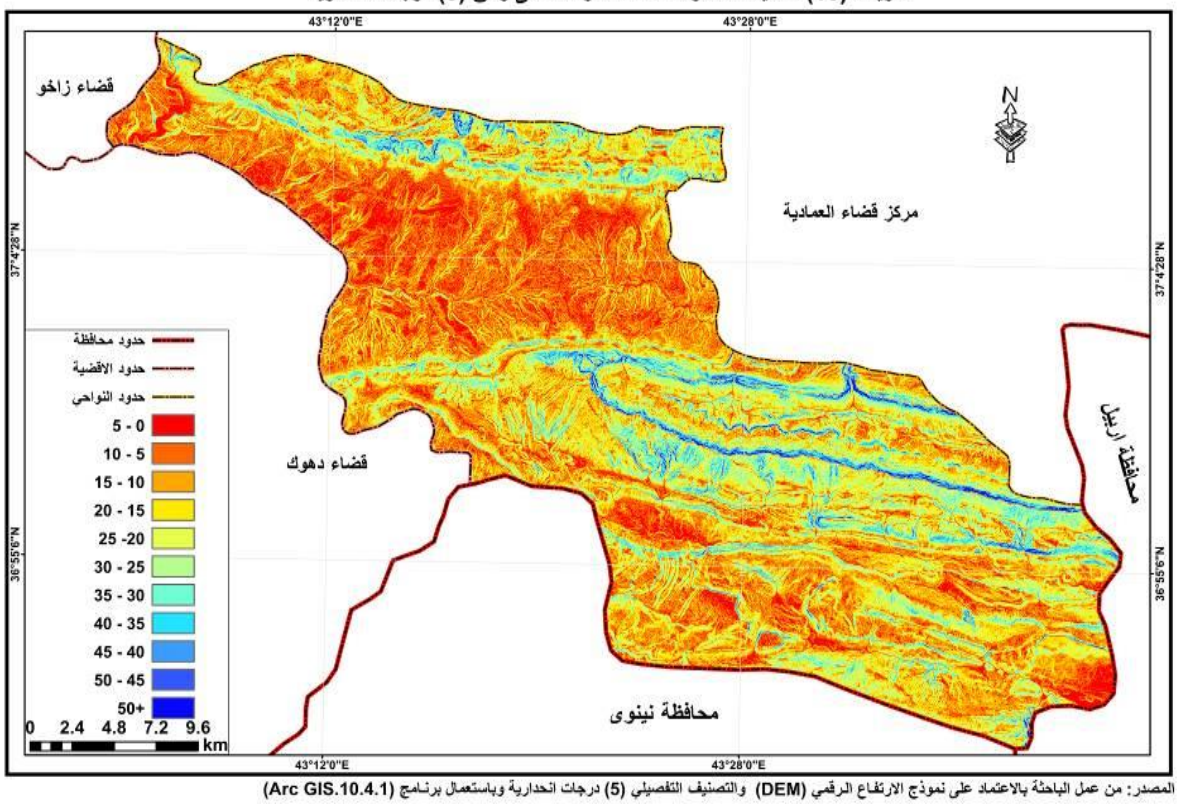
المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستعمال برنامج ( Arc GIS.10.4.1)

خريطة (9) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق (1) درجة انحدارية



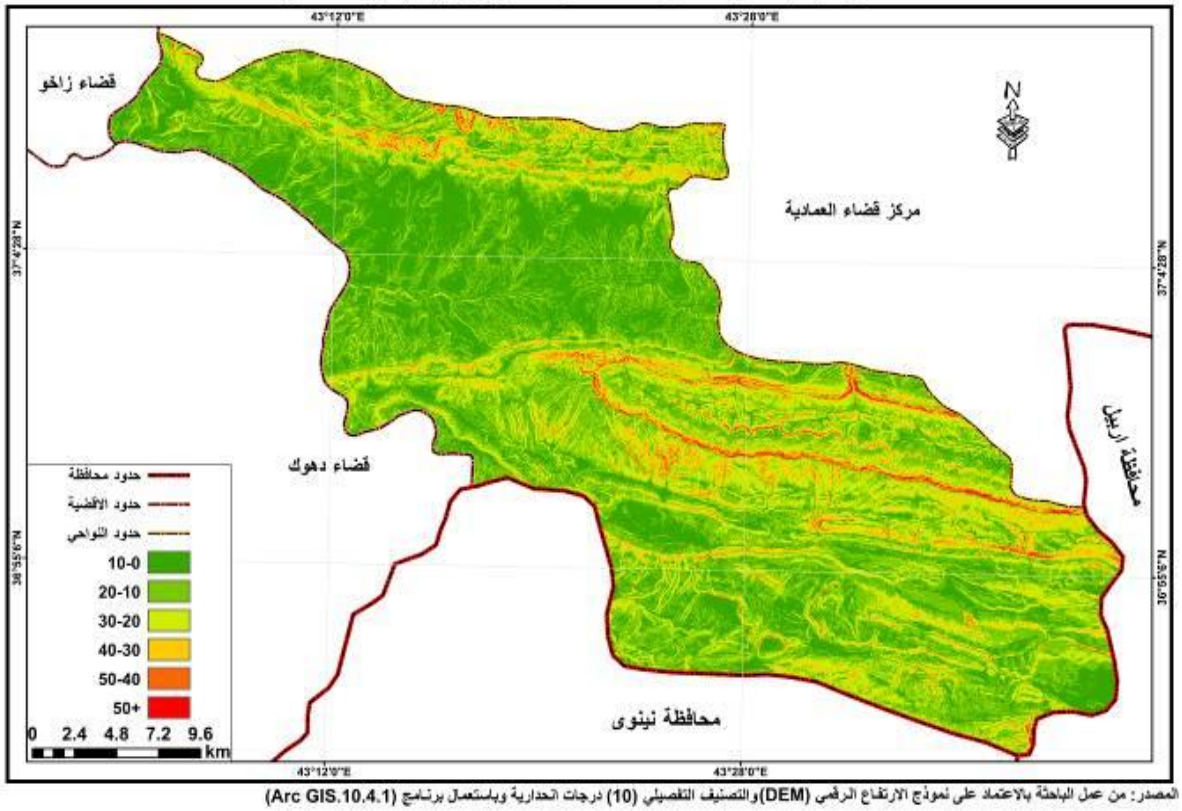

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والتصنيف التفصيلي (1) درجة انحدارية وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

خريطة (10) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق (5) درجات انحدارية




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والتصنيف التفصيلي (5) درجات انحدارية وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

خريطة (11) تصنيف انحدارات منطقة الدراسة على وفق (10) درجات انحدارية




المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)والتصنيف التفصيلي (10) درجات انحدارية وباستعمال برنامج (Arc GIS.10.4.1)

**الاستنتاجات**

**١.** تبين من خلال تحليل الدرجات الانحدارية أن تصنيف يونك(Young) من أكثر التصانيف ملائمة وتمثيلاً لمنحدرات منطقة الدراسة. إذ يحتوي على سبعة مستويات تصنيفية متقاربة في بدايتها وتزداد درجة التعميم بزيادة زاوية الانحدار ومن إيجابيات هذا التصنيف انه متسلسل ومتصل.

**٢.** تركزت انحدارات منطقة الدراسة في الزوايا الانحدارية المحصورة بين(١٠° – ٢٠°) إذ احتلت الحيز المكاني الاكبر من حيث المساحة وهي اراضي سهلية غير منتظمة الانحدار وتتراوح بين الاراضي الشديدة الانحدار والبسيطة الانحدار إذ بلغ مجموع مساحتها (٣٦٢,٦٨كم$^{٢}$) اي بنسبة (٣٨,٥٨) من اجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

**٣.** تبين إن الأراضي التي تزيد درجة انحدارها عن (٥٠°فأكثر) بلغ مجموع مساحتها (٤,١كم$^{٢}$) اي بنسبة (٠,٤٤) من مساحة منطقة الدراسة الكلية وهي تمثل مناطق الجروف والحوائط الصخرية التي نشأت بفعل الحركات التكتونية التي عملت على انقلاب بعض الطبقات الصخرية وجعلتها تتموضع بصورة عمودية او افقية.

**التوصيات**

**١.** اختيار انسب الأراضي ضمن الفئات الانحدارية الملائمة لإنشاء المستقرات البشرية لتقليل التكاليف المادية الناتجة عن تسوية المناطق الشديدة الانحدار.

**٢.** ضرورة ابعاد المستقرات البشرية عن المنحدرات التي تتصف بشدة انحدارها حفاظاً عليها من مخاطر التساقط وانزلاق الصخور.

**٣.** عمل المصدات و الجدران الجانبية ( الكونكريتية والخشبية والشبكية ) على جوانب الطرق فضلاً عن شق الانفاق وعمل جدران و حواجز اسمنتية تمنع وتحد من تساقط الكتل الصخرية و تعبئة الفواصل و الشقوق بالمواد الاسمنتية و ذلك لمنع وصول مياه الامطار و تخللها فيها وبخاصة المناطق المشرفة على المستقرات البشرية.

**المصادر**

**١.** اسود ، فلاح شاكر ، الخرائط الموضوعية ، جامعة بغداد ، العراق ، ١٩٩١.

**٢.** داود ، تغلب جرجيس ، علم اشكال سطح الأرض التطبيقي ( الجيومورفولوجيا التطبيقية) ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة ، ٢٠٠٢ .

**٣.** الطائي ، علي طالب حمزة ، جيومورفولوجية مروحة دويريج الفيضية باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) ، رسالة ماجستير ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠١٧ .

**4.** Seda Çellek, Effect of the Slope Angle and Its Classification on Landslide, Research Square, Version 1, (2020).

**5.** Stan Marin Ed, GIS Solution in Natural Resource Management, Tenewable Natural Resources Foundation and National Academy of Sciences – National Research Council, Washington, 1999.

**6.** Zuidam, R.A; Zuidam – Cancelado, (1979) Terrain analysis and Classification using aerial photographs, ITC Textbook of photo-in terpretation, Vo1, VII-6,ITC, Holland .