

تحليل النماذج الرقمية لدراسة الانحدارات الأرضية في قضاء السلطان جنوب محافظة المثنى باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

م.م. إيهاب عزيز درفش الزياي

أ.م.د. حسين جوبان عريبي المعارضي

أ.د. طارق جمعة علي المولى

جامعة البصرة / كلية التربية للعلوم الإنسانية / قسم الجغرافيا

ملخص البحث:

اتخذت الدراسة من تقنيتي الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) كأساس في التمثيل الخرائطي للانحدارات الأرضية ضمن قضاء السلطان ومن ثم تحليلها جيومورفولوجياً، تقع منطقة الدراسة جنوب غرب العراق في جنوب محافظة المثنى، وهي تتمثل بالمنطقة المحصورة ما بين دائرتي عرض ($29^{\circ}.20'.0''$ - $31^{\circ}.20'.0''$) شمالاً، وخطي طول ($44^{\circ}.0'.0''$ - $45^{\circ}.30'.0''$) شرقاً بمساحة مقدارها (17463.84 كم²). استعملت الدراسة ثلاثة مشاهد فضائية من بيانات القمر الأمريكي (Landsat 8)، كما تم الاعتماد ملفات الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model) DEM بدقة (30م)، واعتمدت على برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS V.10.3) وبرنامج (ERDAS 2014) في رسم وتحسين وإظهار وتشخيص الخصائص الطيفية للمرئيات بما يخدم الدراسة، ومن تحليل نماذج الانحدارات الرقمية بواسطة برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، يشير الظل Hill Shade الشديد الى المناطق ذات الانحدارات الكبيرة، التي تبدو أكثر وضوحاً في منخفض السلطان ومجاري الاودي العميقة كذلك الحال بالنسبة للمنخفضات ذات الامتدادات الكبيرة، تتراوح قيمها ما بين (0-173) ويرمز لها باللون الاسود، شكلت نسبة مئوية بمقدار (24.16 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، اتجاه الانحدارات Aspec في منطقة الدراسة تسعة اتجاهات سجلت الاراضي ذات الاتجاه الشمال الشرقي (Northeast) المساحة الاكبر بنسبة (13.52%)، من ناحية تقوس الانحدارات Curvature بلغت نسبة الاتجاهات المقعرة (29.54%) والمحدبة (15.28%) من جملة مساحة منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: النماذج الرقمية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، الانحدارات.

**Analyzing Digital Models to Study Land Slopes in Al-Salman District, South of
Al-Muthanna Governorate, Using Remote Sensing Techniques and Geographic
Information Systems**

Asst. Lecturer. Ihab Aziz Darfash Al-Ziyadi

General Directorate of Education in Al-Muthanna

Assist. Prof. Dr . Hussein Juban Uraybi Al Maaridhi

Prof. Dr. Tariq Juma'a, Ali Al-Mawla

Dept. of Geography, College of Education for Human Sciences,
University of Basrah

Abstract:

The study adopts the techniques of remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) as a basis for the cartographic representation of the land slopes within the Al-Salman district and then analyzed it geomorphologically. (310.20 - .0 = - 290.20 - .0 =) north, and longitude (450.30 - .0 = - 440.0 - .0 =) east with an area of (17463.84 km²).

The study used three satellite scenes from the data of the American satellite (Landsat 8), and the DEM (Digital Elevation Model) files were relied on with an accuracy of (30 m), and it relied on the geographic information systems program (Arc GIS V.10.3) and the program (ERDAS 2014) in drawing, improving, showing and diagnosing the spectral characteristics of the visuals to serve the study. From the analysis of numerical regression models by means of the GIS program, the severe Hill Shade refers to areas with large slopes, which appear more clearly in the Salman depression and deep valleys as well as the case for depression with large extensions. Their values range between (173-0) and are symbolized by the color black. They constituted a percentage of (24.16%) of the total area of the study area, the directions of slopes in the study area is nine directions. The Northeast lands recorded the largest area with a percentage of (13.52%). In terms of curvature, the percentage of concave directions reached (29.54%) and convex directions (15.28%) of the total area of the study area.

Keywords: digital models, remote sensing, geographic information systems, Curvature .

المقدمة:

تشكل الانحدارات أكثر المظاهر الجيومورفولوجية انتشاراً على سطح اليابسة ان لم تشغل غالبية، تطورت دراستها في النصف الثاني من القرن العشرين حتى أصبحت جوهر علم الجيومورفولوجيا، وتعد من أكثر النظم الأرضية حساسية لتغيرات البيئة، كما تتبادل المادة والطاقة مع النظم المحيطة لذا توصف بأنها نظاماً بيئياً مفتوحاً (Open System)^(١)، فالانحدارات الأرضية نوعان طبيعية (Natural Slopes) و بشرية (Man Made Slopes) وكلاهما غير مستقر، إذ يتعرضان للتغيير بغض النظر عن الفترة الزمنية، الأمر الذي ينعكس في تهديد مناطق العمران في الخسائر المادية وبالأرواح. ان تطافر عمل البنية الجيولوجية والسطح والمناخ فضلاً عن الموارد المائية والنبات الطبيعي، السبب الرئيس في توليد هذه الظاهرة وتشكيل المنظومة المورفولوجية لها، وما كانت عمليات الرفع او الانخفاض التكتوني والتعرية المائية الشديدة الا برهان ذلك. زاد ذلك تأكيداً تغير درجة الانحدار بفعل العوامل والعمليات الجيومورفولوجية بهدف تحقيق موازنة المنحدرات (Equilibrium Slope)، التي أصبحت أكثر قبولا لدى الجيومورفولوجيين، فالتعرية في القمة والنقل في الوسط وتراكم المفتتات في القاع وبالإمكان مع مرور الزمن ان تتشكل منحدرات تلية صغيرة في الحجم وبسيطة في درجة الانحدار.

هذا ويمثل انحدار سطح الأرض العلاقة بين متغيرين يشتركان في المسافة وفي الارتفاع يختلفان، كما يمثلان ضلعان لزاوية قائمة احدهما فرق المنسوب والاخير يسمى المسافة الافقية، لذلك تعد التغيرات السطحية للأشكال الجيومورفولوجية عبارة عن مجموعة من الانحدارات المتباينة عادة على جوانبها^(٢). عموماً هناك شبه اتفاق مع (Yang) من حيث تعريف المنحدر، بأنه ميل سطح الأرض عن المستوى الأفقي، ويقاس بالدرجات او النسبة المئوية. بهذا المفهوم فالمنحدر لا يقتصر على المناطق المتضرسة في بيئة الجبال، انما يمتد ايضا ضمن المناطق السهلية والهضبية كما هو الحال في منطقة الدراسة.

مشكلة البحث:

تتلخص مشكلة البحث بالتساؤلات الاتية:

- أ- ما العوامل الطبيعية المؤثرة في تشكيل الخصائص الانحدارية لسطح قضاء السلمان.
- ب- ما طرق المعالجة الرقمية التي يمكنها الكشف عن الانحدارات الأرضية في منطقة الدراسة.

فرضية البحث:

- أ- تتباين العوامل الطبيعية ودرجة تأثيرها في الخصائص الانحدارية لسطح منطقة الدراسة من، ولعوامل جيولوجية المنطقة والمناخ والغطاء النباتي دوراً مهماً في ذلك.
- ب- يمكن من خلال تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية الكشف عن الانحدارات الأرضية في قضاء السلمان بطرق ووسائل متعددة.

هدف البحث:

توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في اشتقاق الانحدارات ضمن قضاء السلطان ووضع التصنيفات اللازمة في هذا المجال. علاوة على بناء قاعدة معلومات قابلة للتحديث عن ظاهرة الدراسة، واعداد فهرس خرائطي لتمثيلها، قد يسهم في وضع الخطط الاستراتيجية للتنمية من قبل اصحاب القرار مستقبلاً.

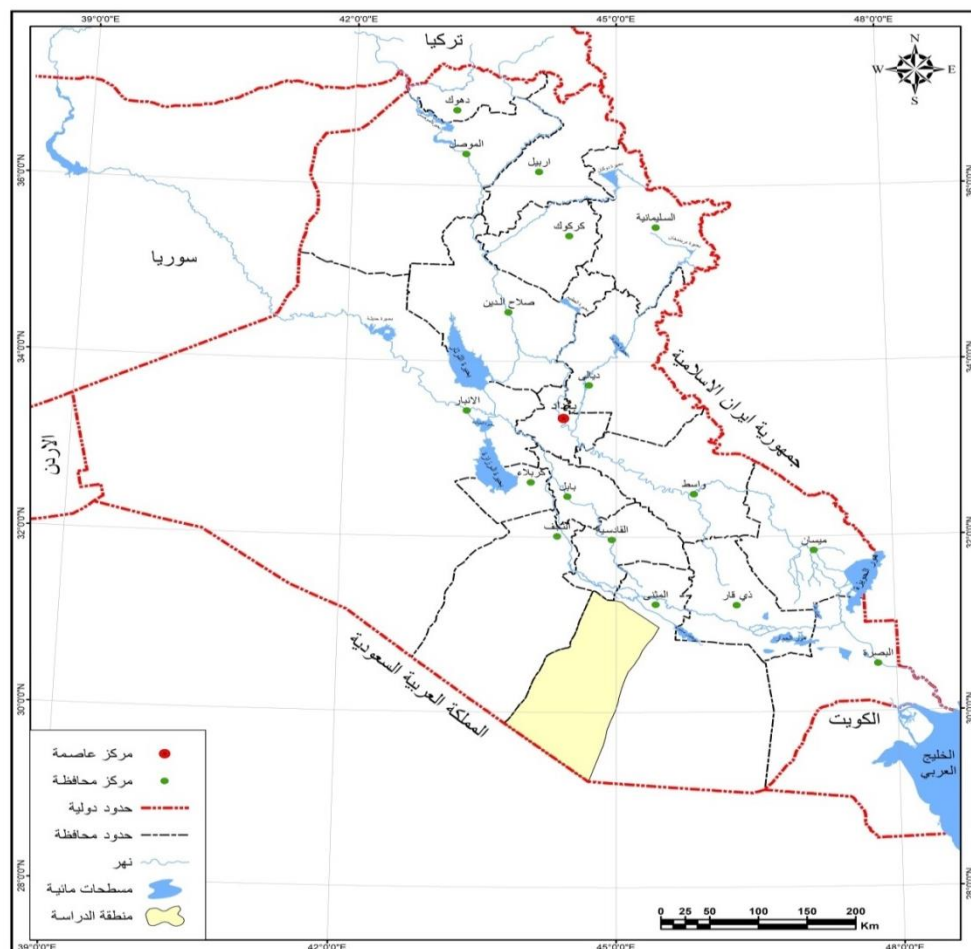
موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في جنوب غرب العراق، يضعها هذا الموقع ضمن الحدود الادارية لمحافظة المثنى جنوباً بالتحديد، من جهة الشمال تحاذي اقضية الخضر والسماوة والهلال فضلاً عن محافظة الديوانية، ناحية بصرية تشغل الجزء الشرقي خارج حدود المنطقة، وهي تابعة للقضاء ادارياً، تمثل المملكة العربية السعودية الحدود الجنوبية، في حين تشغل محافظة النجف حدها الغربي. فلكياً تتمثل بالمنطقة المحصورة بين دائرتي عرض ($29^{\circ}20'0''$ - $31^{\circ}20'0''$) شمالاً، وخطي طول ($44^{\circ}0'0''$ - $45^{\circ}30'0''$) شرقاً خريطة رقم (١) ، تبلغ مساحتها (17463.84 كم²) بنسبة مئوية مقدارها (34%) من المجموع الكلي لمساحة محافظة المثنى البالغة (51753.14 كم²)، فيما اقتصرت الحدود الزمانية للدراسة على البيانات المتوافرة من عام (1990-2020).

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج الكمي في اختيار الوسائل الرياضية التي تعطي نتائج معقولة في مجالات متعددة، يتضمن هذا المنهج الاسلوب المورفومتري واسلوب التحليل الاحصائي الذي يعتمد على جمع البيانات الوصفية والرقمية وتبويبها وتحليلها وتضمينها باستخدام الطرق والتقنيات الجغرافية الحديثة. فضلاً عن المنهج التحليلي في تحليل المرئيات الفضائية ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) زيادة على الخرائط المتعددة والتي تغطي منطقة الدراسة، كما استعملت الدراسة المنهج الوصفي القائم على رصد وتحليل الاشكال والظواهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن العوامل والعمليات الجيومورفولوجية، من خلال التوزيع والتحليل والربط وتفسير العلاقة بين تلك الظواهرات، الى جانب المنهج الاصولي لغرض الوقوف على العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤدية الى بناء وتكوين الانحدارات الارضية في قضاء السلطان.

خريطة رقم (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق.



المصدر: الباحثون باعتماد: وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الادارية، بمقياس 1:1000000، بغداد، 2007.

المبحث الاول: العوامل الطبيعية المؤثرة في انجراف تربة قضاء السلطان:

تهتم الدراسات الجيومورفولوجية ببيان اثر العوامل والعمليات في إيجاد ظاهرة الدراسة، كونها القوى الفاعلة في تغيير ملامح سطح الأرض، تتمثل هذه العوامل بالبنية الجيولوجية والمناخ والتربة والنبات الطبيعي، التي يمكن ايضاحها كما يلي:

اولاً: الخصائص الجيولوجية:

من الناحية التكتونية تعد تكوينات الزمن الثلاثي الاكثر شيوعاً في قضاء السلطان بمساحة بلغت (13762.19 كم²) ونسبة مئوية (78.80%)، تتراوح اعمارها بين البلايوسين الى البلايستوسين (Pliocene - Pleistocene). في حين شكلت رواسب الزمن الرباعي مساحة اقل انتشاراً مقارنة بتكوينات الزمن الثالث بمقدار (3701.64 كم²) ونسبة مئوية بلغت (21.20%)، تم وصف التوزيع الجغرافي لكل التكاوين المنكشفة من خلال الجدول رقم (١) والخريطة رقم (2) وهي من الاقدم الى الاحداث.

جدول رقم (١) انواع التكوينات الجيولوجية في قضاء السلمان من الاقدم الى الاحدث.

الزمن الجيولوجي	التكوين الجيولوجي	العصر الجيولوجي	المساحة (كم ^٢)	النسبة (%)
الزمن الثلاثي	تكوين ام ارضمة	بالويسين اوسط - بالويسين الاعلى	1291.26	7.39
	الزمن القديم	الاسفل	3921.29	22.45
		الايوسين الاعلى	7302.72	41.82
		ايوسين الاوسط	806.38	4.62
	تكوين الفرات	المايوسين الاسفل	240.21	1.38
	تكوين الغار	المايوسين الاسفل	83.68	0.48
	تكوين الزهرة	بلايوسين - بلايستوسين	110.87	0.63
	تكوين الدببة	بلايوسين - بلايستوسين	5.78	0.03
	المجموع		13762.19	78.8
الزمن الرابعي	رواسب المنحدرات	بلايستوسين - هولوسين	142.29	0.81
	رواسب متعددة الاصل	بلايستوسين - هولوسين	1412.52	8.09
	رواسب ملء المنخفضات	هولوسين	1154.76	6.61
	رواسب ملء الوديان	هولوسين	929.12	5.32
	رواسب الكثبان الرملية	هولوسين	53.19	0.3
	رواسب السبخ	هولوسين	9.76	0.06
	المجموع		3701.64	21.2
	المجموع الكلي للمساحة (كم ^٢)		17463.83	100

المصدر : الباحثون باعتماد الخريطة (2) وبرنامج (Arc GIS V.10.3) في حساب المساحات.

العدد ٤ (أ) - المجلد ٤٧ - سنة ٢٠٢٢



17.

اما من الناحية التكتونية يشغل الجزء الاعظم (99.9%) من منطقة الدراسة السطح العربي النوبي ضمن نطاق الرصيف المستقر غير الملتوي، جزءاً من نطاق السلطان بمساحة (17446.49 كم²) من اجمالي منطقة الدراسة، في حين يمثل الجزء الضئيل من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة نطاق الرصيف غير المستقر او الملتوي نطاق السهل الرسوبي حزام السماوة - الناصرية اقصى شمال منطقة الدراسة بمساحة (12.2 كم²) من المساحة الكلية ونسبة مئوية بلغت (0.07%) فيما حل اخيراً حزام النجف - ابو جبر - الحضر الذ يقع في اقصى الجزء الشمالي ايضاً من منطقة الدراسة بنسبة مئوية بلغت (0.02%) من مساحته البالغة (5.14 كم²).
ثانياً: المناخ:

يعد المناخ من ابرز العوامل الطبيعية تأثيراً ومسؤولية في انجراف التربة ونشأة وتطور مظاهر سطح الارض، ذلك من خلال تغيراته المتواصلة التي انعكست في نشاط العمليات الجيومورفولوجية الحثية والترسيبية وما يقترن بها من اشكال متخلفة، ينفرد عنصر الحرارة عن عناصر المناخ الاخرى من حيث درجة التأثير، كونه المحرك الرئيس لبقية العناصر، فنتيجة التباينات الحرارية تباين الضغط الجوي ثم تحرك الرياح، وما يرتبط بها من تكون الغيوم والتكاثف والتساقط، لذا ينسب اختلاف خصائص الحرارة مناطقياً الى انعكاس التباين الحراري^(٣). ان ادنى معدلات درجات الحرارة خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠ سجلت في شهر كانون الثاني بمقدار (11.3 م) ضمن محطة السماوة الرئيسية، ترتفع تدريجياً لتبلغ اقصاها في شهر تموز بواقع (37.1 م). كما سجلت المحطة المشار اليها مسبقاً مجموع مطري سنوي بنحو (118.8 ملم) لنفس الفترة السابقة^(٤)، وعلى الرغم من الفصلية الامطار والتذبذب فضلاً عن تدني كميتها الا ان مددها القصيرة والفجائية تعمل تنشيط التجوية بشقيها الكيميائية والفيزيائية ومن ثم زيادة في عملية انجراف التربة التي ينسحب تأثيرها على نشوء انحدارات ارضية .
ثالثاً: التربة:

بين بيورنك جدول رقم (٢) ان تربة قضاء السلطان جزء من بادية العراق الجنوبية، وهي من الترب شديدة الجفاف اي صحراوية بامتياز (Desert Soils)، ذلك بسبب ظروف المناخ الحار الجاف السائد في جنوب العراق وجنوب غربه، تضمنت منطقة الدراسة ثلاثة اصناف للتربة خريطة رقم (٣)، كان اكثرها انتشاراً وسعة من النوع التربة الصحراوية الحجرية بمساحة بلغت (13058.25 كم²) ونسبة مئوية (74.77%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة، حلت ثانياً من حيث المساحة الترب الصحراوية الجبسية المختلطة بمقدار (4120.12 كم²) ونسبة مئوية (23.6%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، بينما مثلت ترب الكتبان الرملية الفئة الاخيرة من تصنيف بيورنك اذ سجلت مساحة (285.46 كم²) ونسبة مئوية هي الاقل بنحو (1.63%) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة.

جدول رقم (٢) اصناف ترب منطقة الدراسة بحسب تصنيف بيورنك Buringh.

النسبة المئوية (%)	المساحة (كم ²)	صنف التربة
74.77	13058.25	ترب صحراوية حجرية
23.6	4120.12	ترب صحراوية جبسية مختلطة
1.63	285.46	ترب الكثبان الرملية
100	17463.83	المجموع

المصدر: الباحثون باعتماد خريطة (٣).

رابعاً: الغطاء النباتي:

يعد الغطاء النباتي احد العوامل المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية ومؤشراً رئيساً في تفسير العلاقة الارتباطية بين النبات وسطح الارض المدروس لاسيما الانحدارات الارضية من حيث الاتجاه والكثافة، المناخ هو المؤثر الرئيس بتوزيع الغطاء النباتي الطبيعي في قضاء السلمان فضلاً عن دور التربة التي لا تقل اثراً في حياته. تم تطوير مؤشرات نباتية لقياس الكتلة الحيوية النباتية في المرئيات المستشعرة عن بعد بطريقة تفسر التباين في خصائص التربة، يعد مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) أحد أكثر مؤشرات الغطاء النباتي شيوعاً^(٥). يمثل (NIR) و (Red) قيمة الصورة للانعكاس الطيفي في منطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.85-0.88 ميكروميتر) والمناطق الحمراء (0.67-0.64 ميكروميتر) من الطيف على التوالي^(٦). يستخدم الانعكاس الأحمر، لأن الكلوروفيل يمتص بقوة في هذه المنطقة من الطيف كل من الكلوروفيل والكاروتينات (الضوء الأزرق) مما يجعل هذه المنطقة من الطيف مثالية لتقدير الغطاء النباتي، تتأثر انعكاسات الأشعة الحمراء و تحت الحمراء القريبة بخصائص التربة، بما في ذلك رطوبة التربة والكربون العضوي، عليه يتم استعمال انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة لتصحيح تأثير تقلب خصائص التربة في حساب مؤشر (NDVI)^(٧). تتراوح القيم المنتجة بين (1⁺ - 1⁻) فكلما كانت الكثافة اكبر اتجهت القيم نحو الموجب^(٨). ويتم التعبير عنه على النحو التالي^(٩):

$$NDVI = \frac{Band\ NIR - Band\ Red}{Band\ NIR + Band\ Red}$$

اذ ان:

NDVI = دليل الاختلاف النباتي.

Band NIR = الحزمة تحت الحمراء القريبة (Band 5) بطول موجي 0.85-0.88 ميكروميتر.

Band Red = الحزمة تحت الحمراء المرئية (Band 4) بطول موجي 0.67-0.64 ميكروميتر.

تم تطبيق المعادلة اعلاه من خلال (Arc Tool Box - Map Algebra - Raster Calculator)

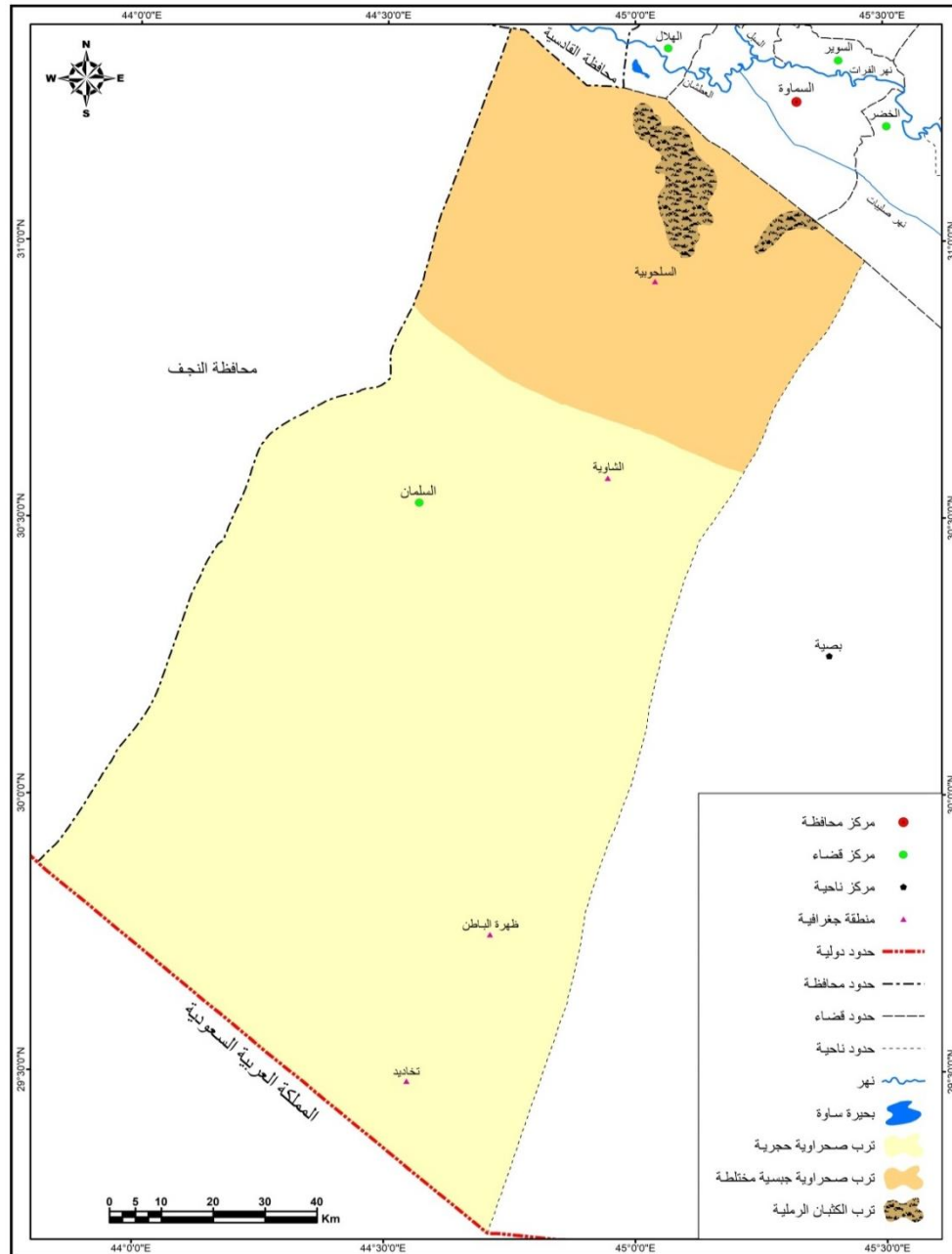
بالصيغة التالية: ((Float(Band5-Band4)/(Float(Band5+Band4))

تحليل النماذج الرقمية لدراسة الانحدارات الارضية في قضاء السلطان جنوب محافظة المثنى باستعمال

تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية: —

بعد تطبيق المعادلة على مرئية منطقة الدراسة (Landsat 8) للشهر الثامن الذي يعد اكثر شهور السنة من حيث ندرة الغطاء النباتي، كانت النتائج تتراوح ما بين $(0.40 - 0.53)$ ، خريطة رقم (٤)، يتضح ان التغطية النباتية في قضاء السلطان بلغت مساحة (٥٦٧٨.٨٨ كم^2) أي ما يعادل (32.5%) من مجموع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة البالغة (17463.84 كم^2) يدل ذلك الى قلة الغطاء النباتي بالنسبة لمساحة القضاء الواسعة.

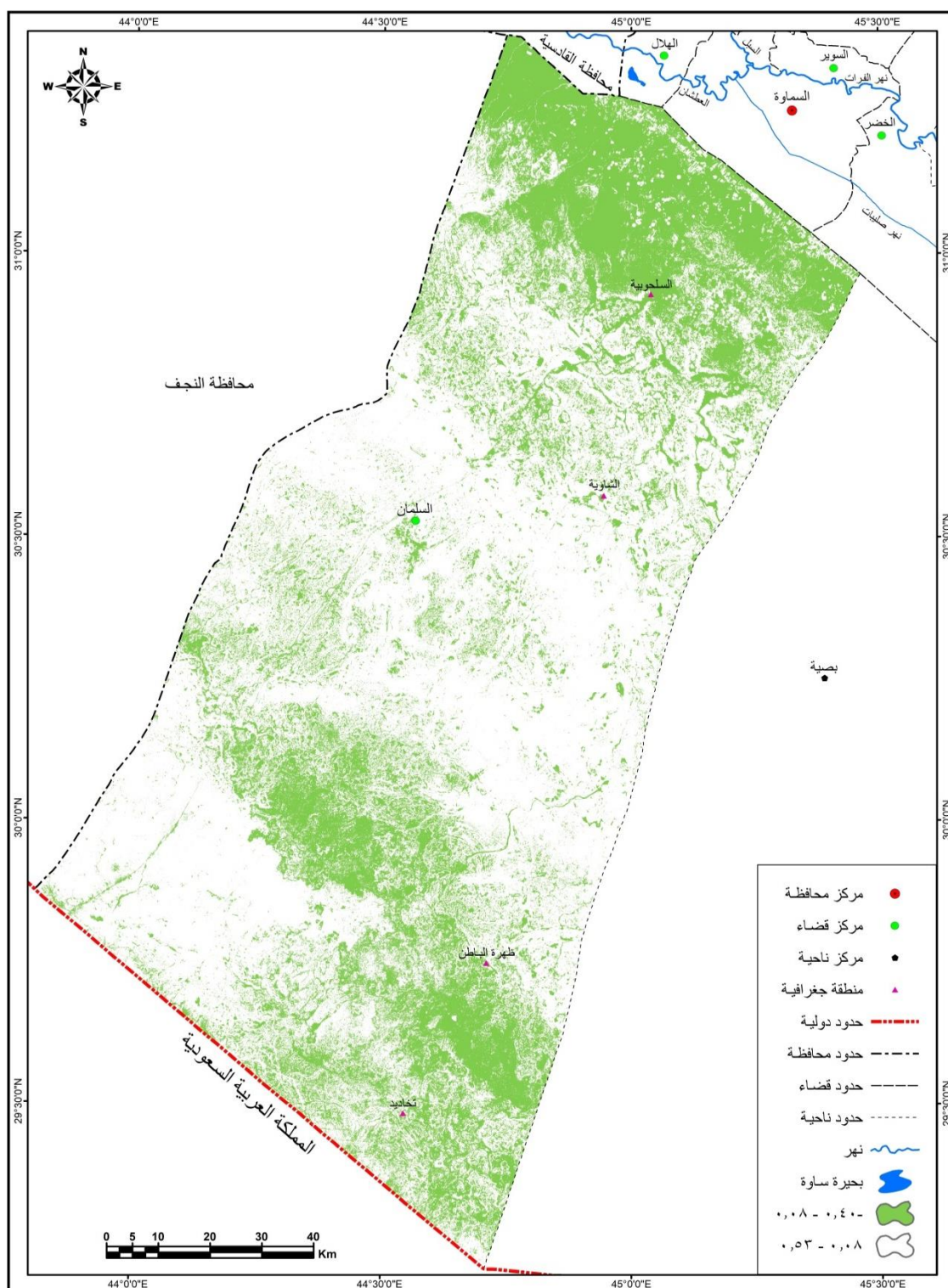
خريطة رقم (٣) اصناف ترب قضاء السلطان بحسب تصنيف بيورنك Buringh.



المصدر: الباحثون باعتماد:

P.Buringh, Expolratory Soil Map of Iraq, Scale 1:1000 000, Baghdad, 1960.

خريطة رقم (٤) نتائج مؤشر (NDVI) في قضاء السلمان.



المبحث الثاني: تحليل النماذج الرقمية في دراسة الانحدارات الأرضية:

يُعرّف بأنه جمع وتحليل وتقييم وتفسير المعلومات الجغرافية المتعلقة بالخصائص الطبيعية والتضاريس من صنع الإنسان (الارتفاع) جنباً إلى جنب مع العوامل الأخرى ذات الصلة، للتنبؤ بتأثير التضاريس، عادة ما يتم إجراء تحليل التضاريس الرقمية لمتابعة التصور الرياضي لسطح التضاريس من أجل وصف المناظر الطبيعية وتحديد العلاقات بين سطح التضاريس والعديد من الإجراءات والتطورات الطبيعية^(١). شهدت العقود الثلاثة الماضية نقلة نوعية في مجال مصادر البيانات والبرمجيات الخاصة في التحليل المكاني للظواهر الجغرافية، لذلك عُدَّت حجر الزاوية في مجال دراسة المنحدرات الأرضية في قضاء السلمان بدلا من الأساليب التقليدية المتبعة في التحليل قديما، يعد نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model (DEM) المشتق من البيانات الرادارية (HGT) احد اهم هذه المصادر، ويمكن تناول النماذج الرقمية في تمثيل الانحدارات الأرضية على النحو التالي:

أولاً: تصنيف الانحدارات الأرضية في قضاء السلمان:

تم اعتماد تصنيف Zink (1989)، وهو تصنيف جيومورفولوجي طرحه زنك عام 1989، يعد تصنيفا متسلسلا وهرميا، تم تطبيقه على قضاء السلمان، بهدف توضيح زوايا الانحدارات بحسب الجدول رقم (٣)، بناءً على هذا التصنيف تراوحت درجات الانحدار ما بين (٠-٣٠)°، وان (10454.76 كم^٢) من مساحة قضاء السلمان تقع ضمن الانحدار المستوي-المسطح ضمن درجة الانحدار (0-1.9)°، في حين شكلت الانحدارات شديدة التقطع ضمن الفئة (30° فأكثر) مساحة (0.011 كم^٢) من جملة مساحة قضاء السلمان الخريطة (٥).

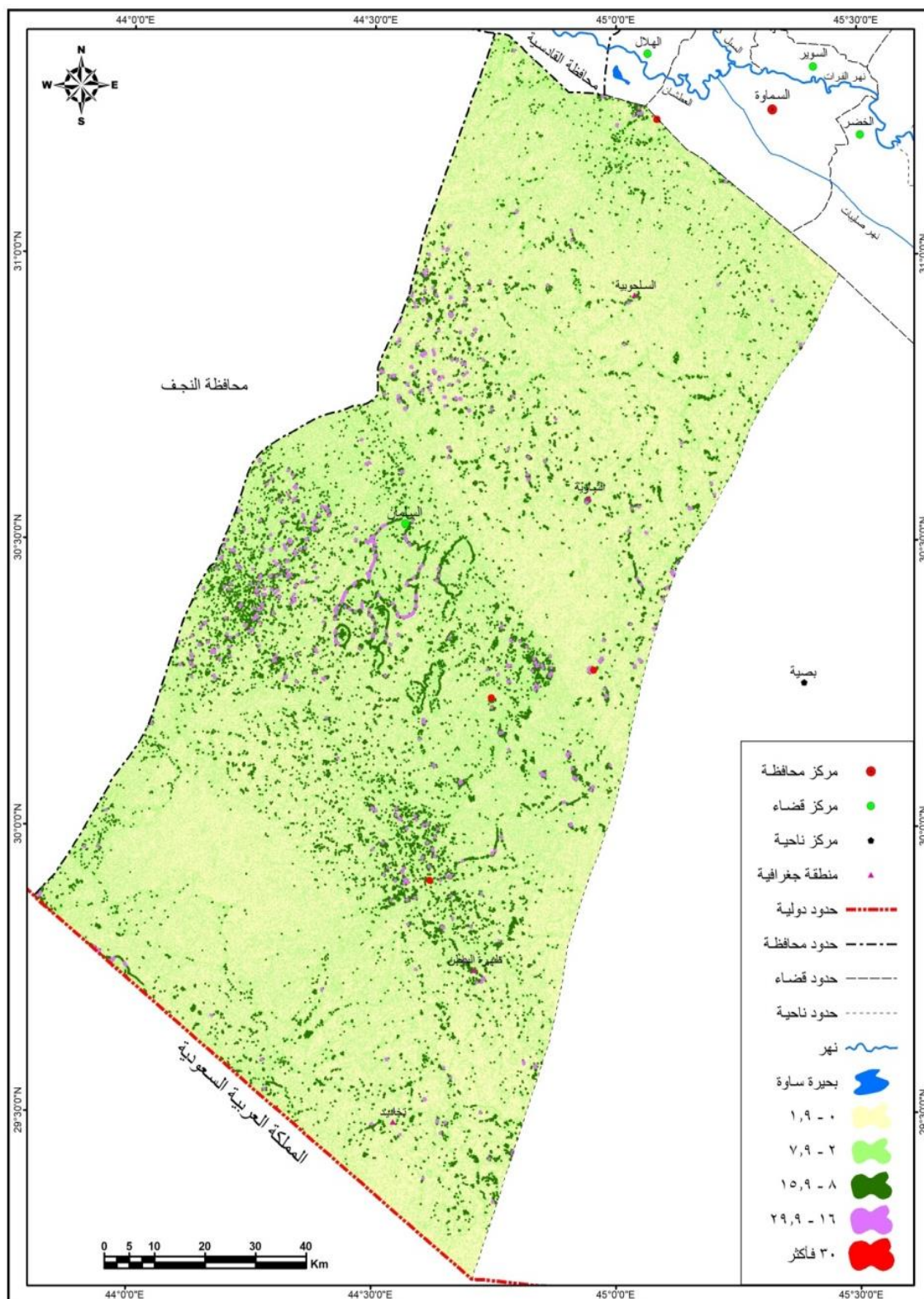
جدول رقم (٣) اشكال تضرس الارض وزوايا الانحدار حسب تصنيف Zink (1989).

ت	شكل التضرس	الانحدار بالدرجات	المساحة (كم ^٢)	النسبة (%)
1	مستو - مسطح	0-1.9	10454.76	59.87
2	تموج خفيف	2-7.9	6923.63	39.65
3	متموج	8-15.9	83.38	0.48
4	مقطعة - مجزأة	16-29.9	2.06	0.012
5	شديدة التقطع	30 فأكثر	0.011	0.0001
	المجموع		17463.84	100

المصدر:

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

خريطة رقم (٥) المنحدرات الأرضية في قضاء سلمان وفقاً لتصنيف Zink.



المصدر: الباحثون باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

ثانياً: خطوط الارتفاع المتساوي (الكنطور):

من أجل تمثيل التضاريس كمياً أي لإظهار ليس فقط منحدرات المنطقة وأشكالها والانحدار النسبي للتلال، لكن أيضاً الكميات والاختلافات في الارتفاع في أي نقطة، يتم استخدام نظام لبناء الخرائط يسمى خطوط الارتفاع المتساوي الكنتور (Contour)، هو خط (Line) وهمي تخيلي متساوي القيمة يصل بين جميع النقاط التي لها نفس المنسوب قياساً إلى مستوى سطح البحر، وهي خطوط مغلقة تعتمد مسافتها على المقياس الأفقي للخريطة^(١١). يدل تقاربها إلى تضرس سطح الأرض في حين يمثل الانحدار الهين تباعد تلك الخطوط عن بعضها البعض. بهذه تنتمي خطوط الكنتور إلى مجموعة الرموز الكارتوكرافية (Cartography) المسماة بخطوط التساوي (Isarithms or Isoline) مثل خط الحرارة المتساوي وخط المطر المتساوي^(١٢). وتم استخراجها وفق الخطوات التالية:

Arc Toolbox - 3D Analyst Tool - Raster Surface – Contour.

يتضح من الخريطة رقم (٦) التي رسمت بفواصل كنتوري (15م) واشتقت من نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (30 م) ان منطقة الدراسة تتحدر من الجنوب عند الحدود العراقية السعودية باتجاه السهل الرسوبي شمالاً، كما يلاحظ ان خط الكنتور (435م) يمثل أعلى ارتفاعات قضاء السلمان، على النقيض من ذلك في خط الكنتور (30م) أدنى ارتفاعات المنطقة، إذ تتحدر المنطقة تدريجياً من الجنوب باتجاه الشمال الأمر الذي جعل انسياب المياه التي تحملها الوديان خلال الموسم المطير والمياه الجوفية يتفق مع هذا الانحدار.

ثالثاً: ظل التلال Hill Shade:

الظل هو افتقاد النور لحجب جسم ما للضوء، مانعاً إياه من الوصول إلى السطح فيحدث الظلام في ذلك الجزء المحجوب. يعد ظل التلال مكملاً لاستخدام الخطوط الكنتورية، التي توفر ارتفاعات دقيقة للتضاريس ولكنها تتطلب تحميصاً دقيقاً للتأكد من شكل السطح، كما أن الشدة المنعكسة من خرائط الظل ستكون دالة على ميل سطح الأرض^(١٣). يتم التعامل مع المرتفعات والوديان كأمتلة رئيسة للأشكال المقعرة والمحدبة التي يجب التمييز بينها عند تغيير اتجاه الضوء كما أن النتوءات من أكثر العناصر تأثيراً على السطح، التي تشكل جنباً إلى جنب مع المنحدرات والقمم والحواف وغيرها من السمات، خطوطاً هيكلية لرسم خرائط تقسم التضاريس بنقوش مظلمة من انحدارات مختلفة تبعا لتأثير التآكل بفعل العمليات الجيومورفولوجية^(١٤). عادة ما تتم عملية تحليل الظلال اعتماداً على تقدير شدة الإضاءة في كل خلية (Intensity of Lighting)، عن طريق الهيئة الخلوية التي تغطي قضاء السلمان، إذ تم تحديد درجة الظل من خلال مقياس التدرج الرمادي (Gray Scale) الذي يعبر عنه برقم يعرف اصطلاحاً بالعدد الرقمي (Digital Number)، فقيم خلايا الشبكة (DN) اعداد صحيحة موجبة تتراوح ما بين (0 - 255) بناءً على

كيفية مواجهة خلية الشبكة للشمس مباشرة، تعني القيمة 0 أن الخلايا لا تواجه الشمس أو تظل خلف ميزة طبوغرافية أخرى وتشكل الظل التام اللون الاسود، ، في حين تعني القيمة 255 أن خلية الشبكة تواجه ضوء الشمس مباشرة قليلة الظل وتمثل اللون الابيض. وما بينهما يكون متدرجا باللون الرمادي اشتقت خريطة الظلال بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستعمال برنامج (Arc GIS 10.3) بزاوية تواجد الشمس مقدارها (315) درجة وزاوية ميلان بمقدار (45) درجة ومن خلال الخطوات التالية:

Arc Toolbox – 3D Analyst Tool – Raster Surface – Hillshade.

فمن خلال الخطوات اعلاه تم انتاج الخريطة رقم (٧) والجدول رقم (٤)، اذ اتضح من خلالهما وجود ثلاث مناطق متباينة الظل وهي كالآتي:

جدول رقم (٤) تصنيف ظل التلال في قضاء السلمان.

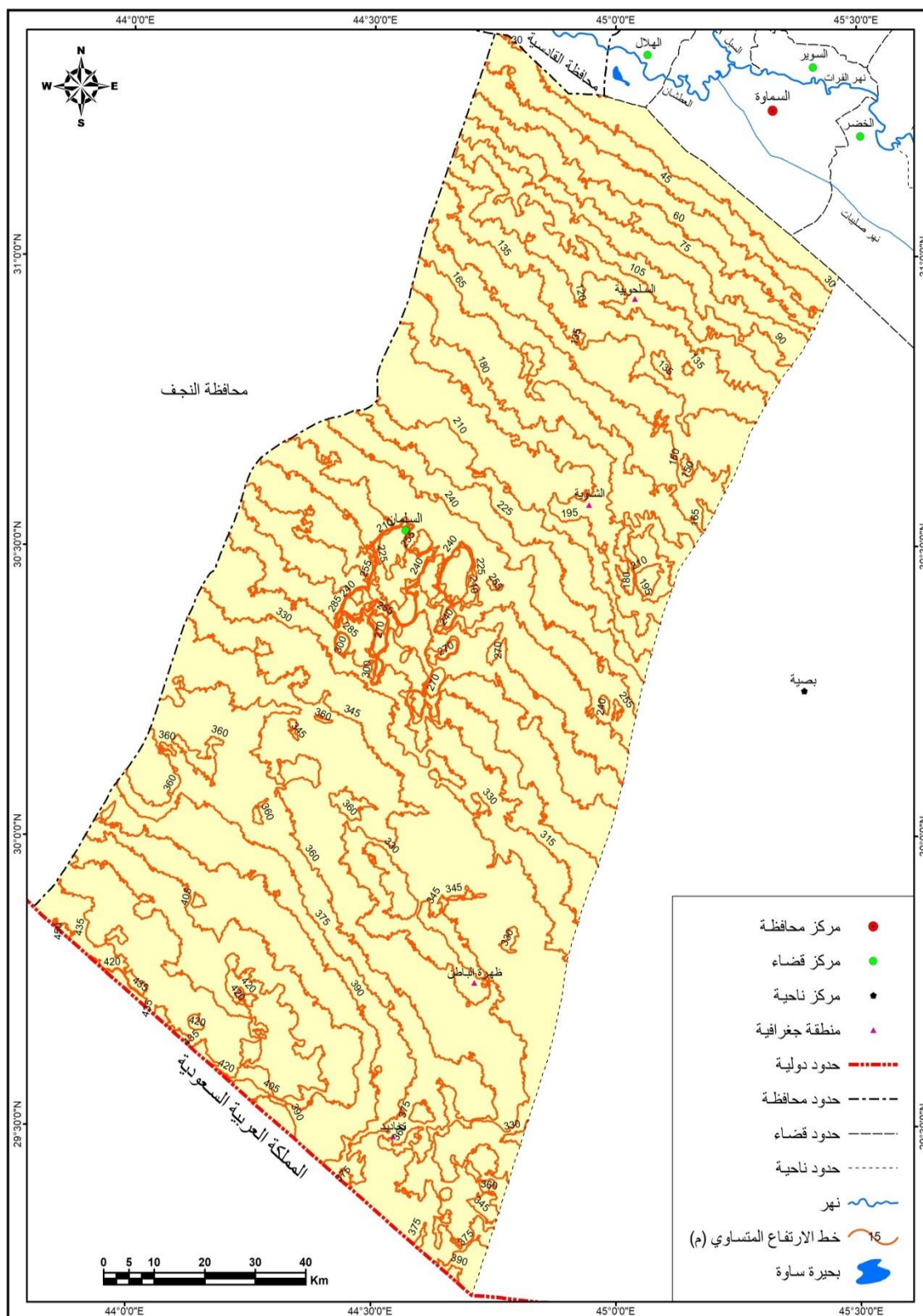
ت	تصنيف الظل	مستويات قيم التصنيف	اللون	المساحة (كم ²)	النسبة (%)
1	شديد الظل	173-0	اسود	4219.25	24.16
2	متوسط الظل	183-174	رمادي	8439.65	48.33
3	قليل الظل	254-184	ابيض	4804.94	27.51
	المجموع			17463.84	100

المصدر: الباحث باعتماد: انموذج الارتفاع الرقمي (DEM 30M) وخريطة (٧).

١: مناطق شديدة الظل:

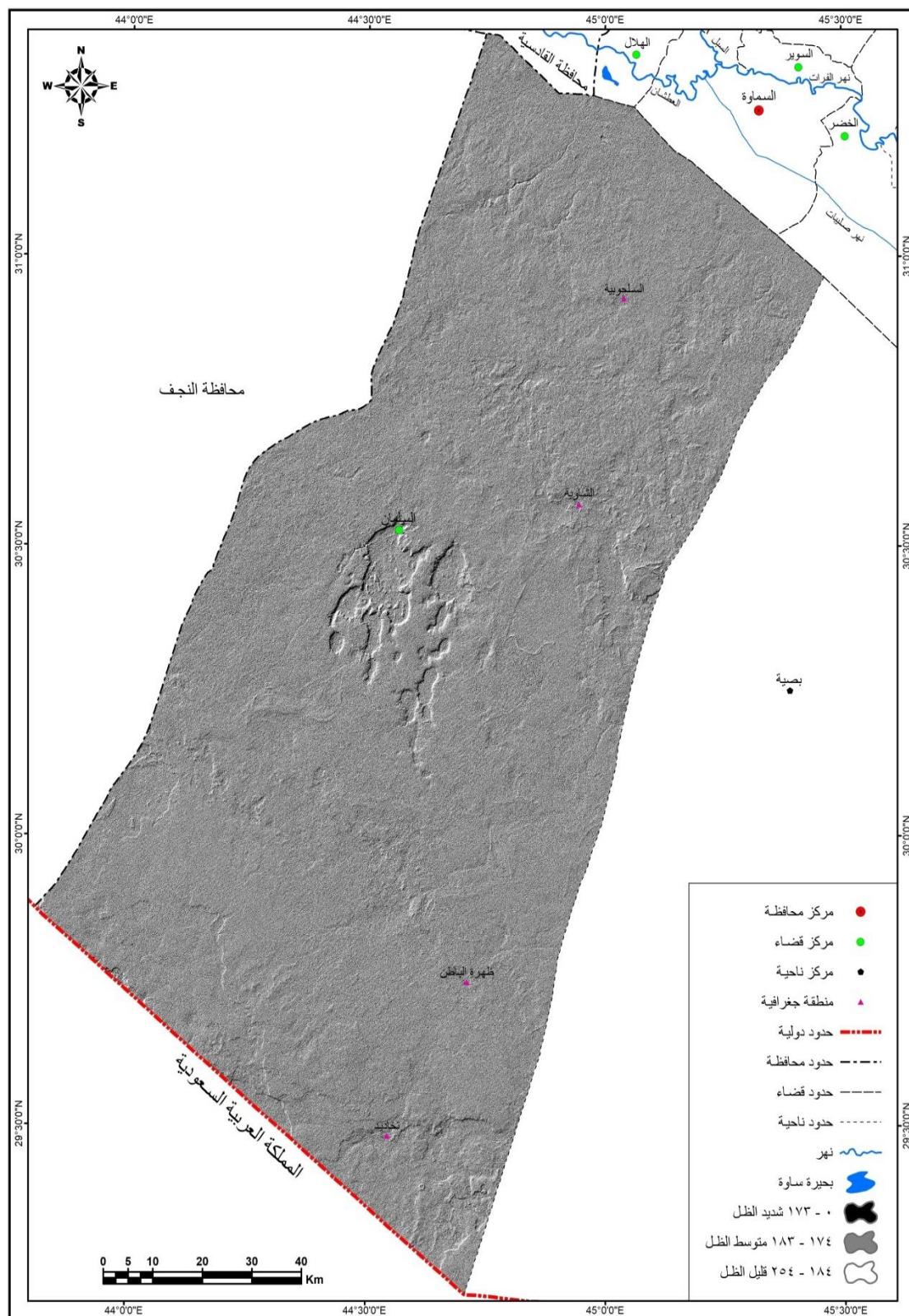
عادة ما يشير الظل الشديد الى المناطق ذات الانحدارات الكبيرة، التي تبدو اكثر وضوحاً في منخفض السلمان ومجاري الاودي العميقة كذلك الحال بالنسبة للمنخفضات ذات الامتدادات الكبيرة، تتراوح قيمها ما بين (173-0) ويرمز لها باللون الاسود، شكلت اقل المساحات المسجلة ضمن منطقة الدراسة قياساً لفئات الظل الاخرى، بواقع (4219.25 كم²) اي ما يعادل نسبة مئوية (24.16 %) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة .

خريطة رقم (٦) خطوط الارتفاع المتساوي لقضاء سلمان.



المصدر: الباحث باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

خريطة رقم (٧) ظل التلال لقضاء سلمان.



المصدر: الباحث باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

٢: مناطق متوسطة الظل:

هي الأكثر اتساعاً من حيث المساحة ضمن منطقة الدراسة بمقدار (8439.65 كم²) وبنسبة مئوية بلغت (48.33 %) ويرمز لها باللون الرمادي ، تتصف بتذبذب الظل والآخر يعكس نشاط عمليات التجوية الميكانيكية المرتبة بالمناخ ، فتعرضها للإشعاع الشمسي بين الحين والآخر يؤثر في المعادن المكونة للصخور من خلال طبيعة التمدد والانكماش، عليه تتجزأ الصخور وتتكرر لتصبح صيداً سهلاً لعمليات التعرية وتشكيل الانحدارات الأرضية.

٣: مناطق قليلة الظل:

تشاطر القسم الأول من حيث بيان أشد المناطق ارتفاعاً ضمن منطقة الدراسة، تظهر هذه الارتفاعات باللون الأبيض، تبدو أكثر وضوحاً في الجوانب المرتفعة لمنخفض سلمان كذلك الحال بالنسبة لجوانب الودية النهرية، فضلاً عن المناطق المرتفعة في القسم الأوسط الشرقي من منطقة الدراسة، تبلغ مساحة هذه الفئة (4804.94 كم²) بنسبة بلغت (27.51 %) من جملة مساحة منطقة الدراسة.

رابعاً: شبكة المثلثات غير المنتظمة (Triangulated Irregular Network (TIN):

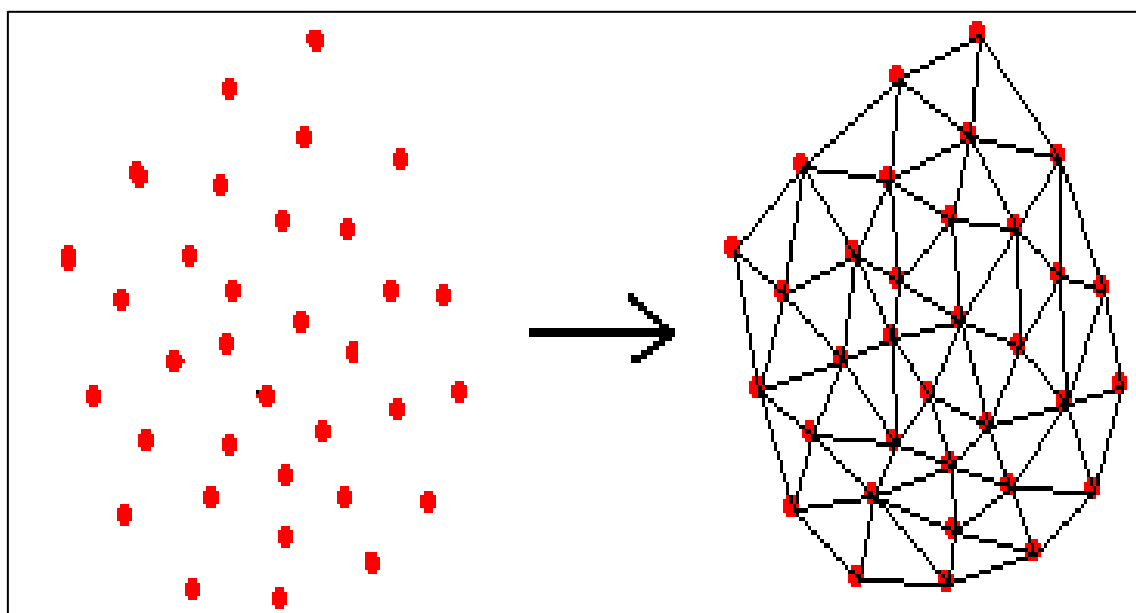
يمكن تمثيل التضاريس بشبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) فهي عبارة عن تمثيل خطي من مجموعة من النقاط في إحداثيات X و Y و Z ، مما ينتج عنه عناصر مثلثة غير متداخلة ذات أحجام مختلفة، تشتق في العادة من بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ^(١٥). تتألف (TIN) من شبكة مثلثية الرؤوس تعرف باسم نقاط الكتلة، ترتبط بها إحداثيات في أبعاد ثلاثة وتتصل من الحواف لتشكل شبكة مثلثية متجاورة بدون تقاطع، ويتم على الفور إنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد باستخدام الأوجه المثلثية، ترتبط كثافة التمثيل طردياً مع ارتفاع التضاريس، إذ تقل مع الفوارق البسيطة وترتفع حيث يكون هناك تنوع كبير في ارتفاع السطح، في حين ترتبط الحواف عكسياً مع تباين التضاريس، تزداد طولاً مع الانحدار البسيط وتقل مع الارتفاعات الكبيرة ^(١٦).

على الرغم من وجود العديد من الطرق، إلا أن تثلث ديلاوني Delaunay هو أسلوب مفضل، لأنه يوفر تقريباً تثلثياً فريداً ومثالياً بالنسبة لمجموعة من النقاط، يضمن معيار Delaunay أن الدائرة التي تمر عبر ثلاث نقاط على أي مثلث لا تحتوي على نقاط إضافية شكل رقم (١). يسمح تثلث Delaunay المقيد بإدراج ميزات خطية مثل شبكات القنوات أو حدود مستجمعات المياه والقمم التضاريسية وانهيار المنحدرات والأخاديد وأسطح الوادي والحفر والممرات الجبلية ^(١٧). تتلخص عمل خريطة المثلثات من خلال الآتي:

Arc Toolbox - 3D Analyst Tool - Conversion - From Raster – Raster to TIN.

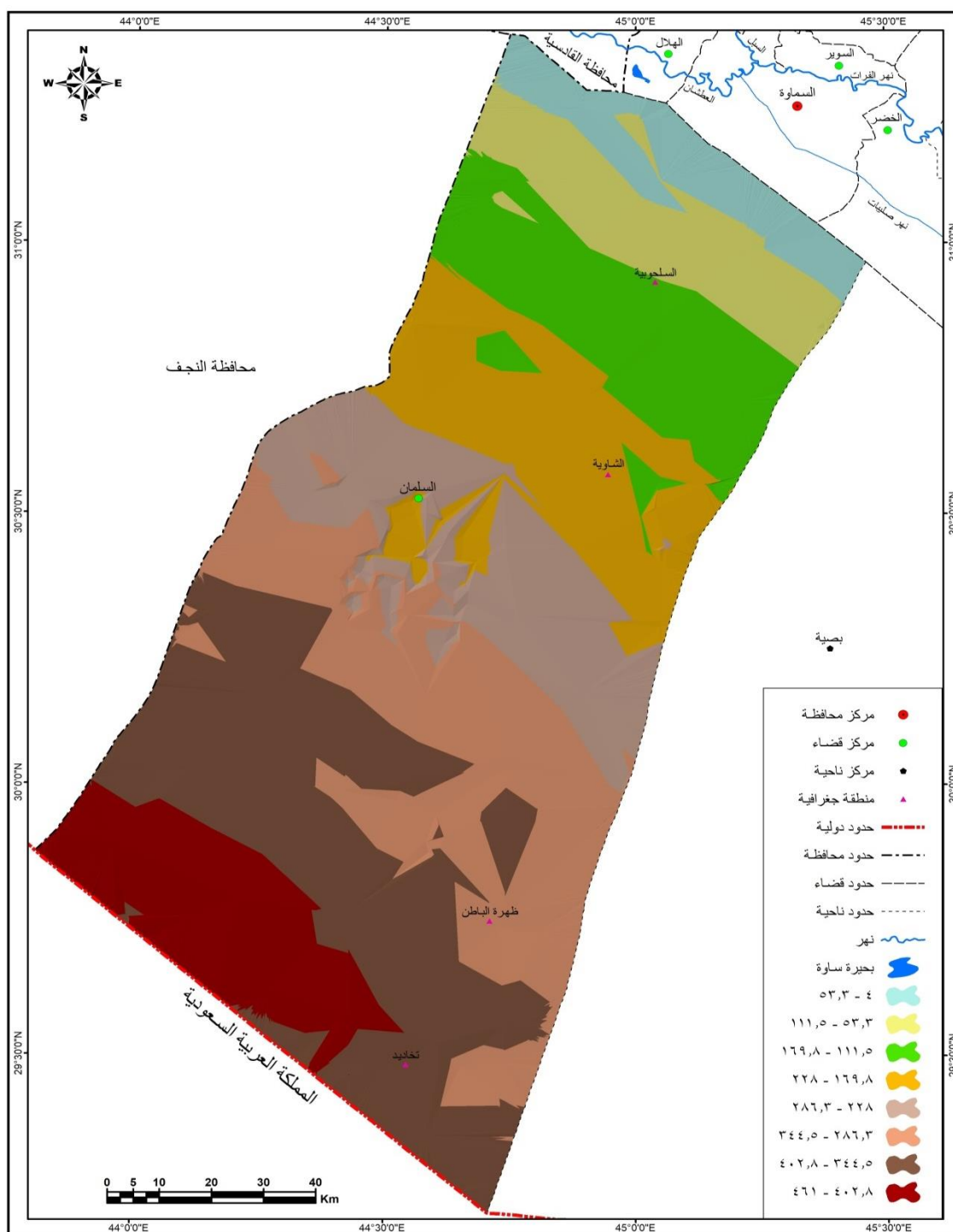
تبين من خريطة رقم (٨) انموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) انها تتراوح ما بين ادنى معدل (4-53.3 م) في اقصى شمال منطقة الدراسة المحاذية للسهل الرسوبي، وما بين اعلاه بمقدار (461-402.8 م) في الطرف الجنوبي والجنوبي الغربي من القضاء.

شكل رقم (١) طريقة تثليث ديلاوني Delaunay.



المصدر : <https://ar.wikipedia.org>

خريطة رقم (٨) شبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) لقضاء السلمان.



المصدر: الباحثون باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

خامساً: اتجاه المنحدرات Aspect:

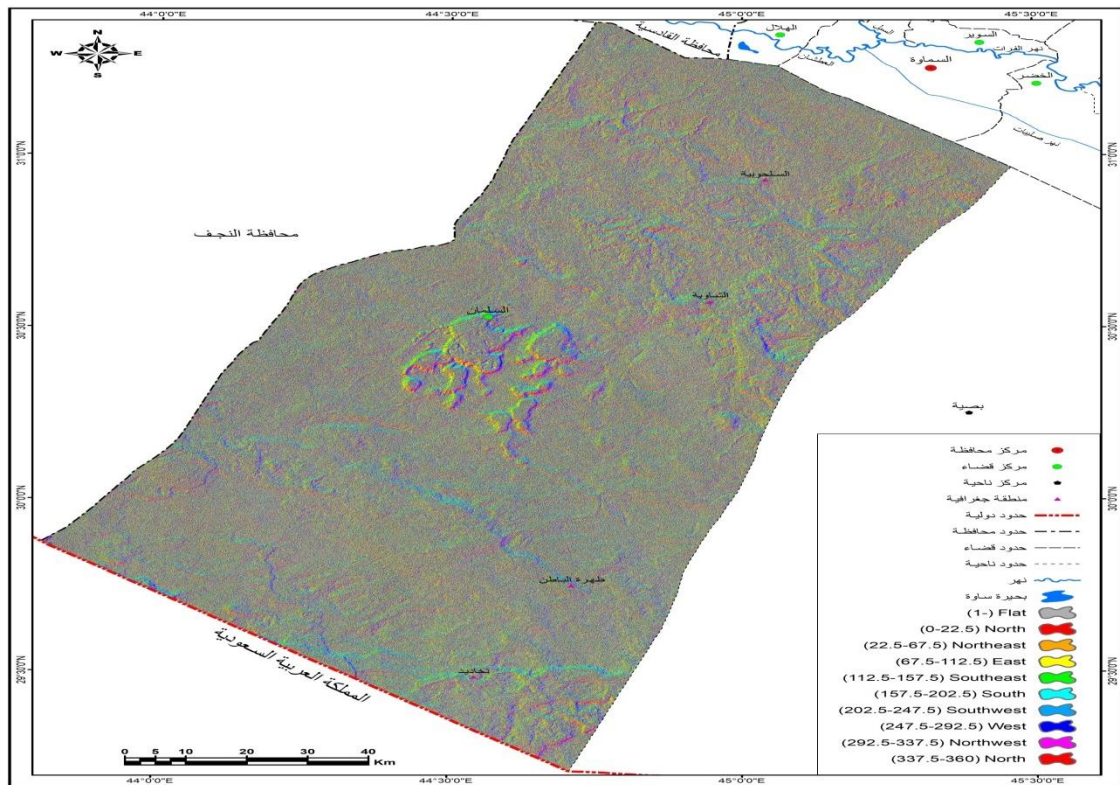
خرائط الواجهة أو اتجاه الميل تعد احد الوسائل المتنامية والطرق الكارتوجرافية لتمثيل بيانات سطح الارض، يعرف اتجاه الانحدار (Aspect) بأنه الجهة التي يكون وجه المنحدر باتجاهها، او هو الخط الموجه عمودياً على الخلية والذي يحدد كمية واتجاه ميل المنحدر لكل خلية في الملف الشبكي (Raster) قياساً للخلايا الثمان المجاورة، يتم قياس اتجاه المنحدر بدأً من جهة الشمال (0) ومع دوران عقارب الساعة لينتهي حينئذ بنفس الاتجاه بعد ان اكمل دورة كاملة مقدارها (360) درجة^(١٨). يعد المنحدر او وجه المنحدر (Face Slope) من المتغيرات الأساسية التي تؤثر على العمليات الجيومورفولوجية من حيث تحكمها بمعدلات التعرية والترسيب وما يرتبط بذلك من انهيارات ارضية او زحف للتربة، كما ان زاوية الشمس تتعلق بذلك ايضا اذ تتباين خصائص المناخ المحلي تبعاً لاتجاه المنحدر، وما يرتبط بذلك من قرارات إدارية التي تتراوح من مكان زراعة الأشجار إلى إنشاء مواقع سياحية، فضلاً عن الاختيار بين الزراعة الآلية والغرس اليدوي^(١٩).

من خلال نموذج الارتفاع الرقمي (DEM 30m) وباعتماد على صندوق ادوات (Arc Toolbox) في برنامج (GIS 10.3) تمت عملية اشتقاق اتجاه الانحدارات من خلال الخطوات الاتية:

3D Analyst Tool - Raster Surface - Aspect.

كما في الخريطة رقم (٩) التي يتبين منها تسع اتجاهات متباينة الالوان شملت جميع منحدرات قضاء السلمان ، اذ ان لكل لون إشارة تعكس اتجاه معين.

خريطة رقم (٩) اتجاهات الانحدارات الأرضية Aspect في قضاء السلمان.



المصدر: الباحثون باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

تشير بيانات الجدول رقم (٥) الى تقارب نسب الاتجاه في منطقة الدراسة وان اتجاه الشمال يتمثل بقسمين كون الاتجاهات تبدأ وتنتهي به، كما ان الاراضي ذات السطح المستوي (Flat) التي لا تمثل اي اتجاه شكلت مساحة بمقدار (264.44 كم²) ونسبة مئوية بلغت (1.52%) وهي الاقل ضمن منطقة الدراسة، تتمثل في منخفض سلمان وباقي المنخفضات المتناثرة في قضاء سلمان ولهذه النسبة دلالة واضحة على وجود الانحدارات الأرضية في قضاء سلمان الذي يعد جزءاً من اراضي هضبية خالية من الارتفاعات الشاهقة والجبال، في حين سجلت الاراضي ذات الاتجاه الشمال الشرقي (Northeast) المساحة الاكبر بحوالي (2360.76 كم²) ونسبة (13.52%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، يقل عن الاخير الاراضي ذات الاتجاه الشرق (East) بمقدار ضئيل او يكاد يشترك معه في نفس النسبة مشكلا مساحة ونسبة على التوالي (2343.24 كم²) (13.42%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، تظهر هذه الاتجاهات في الاراضي المرتفعة المحيطة بمنخفض سلمان كما تظهر في الجزء الاوسط الشرقي من القضاء فضلا عن قسمه الجنوبي، اما اقل الاتجاهات من حيث المساحة فهو اتجاه الشمال (North) بفئتيه (0-22.5 و -337.5 360) اذ شكل مساحة بلغت مجموعهما (2566.03 كم²) ونسبة مئوية بمجموع ايضا (13.17%) من اجمالي مساحة قضاء سلمان.

جدول رقم (٥) زاوية اتجاه الانحدار ومساحتها ونسبتها في قضاء سلمان.

ت	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجات	اتجاه الانحدار	المساحة (كم ²)	النسبة (%)
1	1-	مستوي (Flat)	264.44	1.52
2	0-22.5	الشمال (North)	1472.49	8.43
3	22.5-67.5	الشمال الشرقي (Northeast)	2360.76	13.52
4	67.5-112.5	الشرق (East)	2343.24	13.42
5	112.5-157.5	الجنوب الشرقي (Southeast)	2134.02	12.22
6	157.5-202.5	الجنوب (South)	1968.1	11.27
7	202.5-247.5	الجنوب الغربي (Southwest)	1891.76	10.84
8	247.5-292.5	الغرب (West)	2041.45	11.69
9	292.5-337.5	الشمال الغربي (Northwest)	2158.48	12.35
10	337.5-360	الشمال (North)	829.1	4.74
		المجموع	17463.84	100

المصدر: الباحثون باعتماد (Dem 30m) وخريطة (٩).

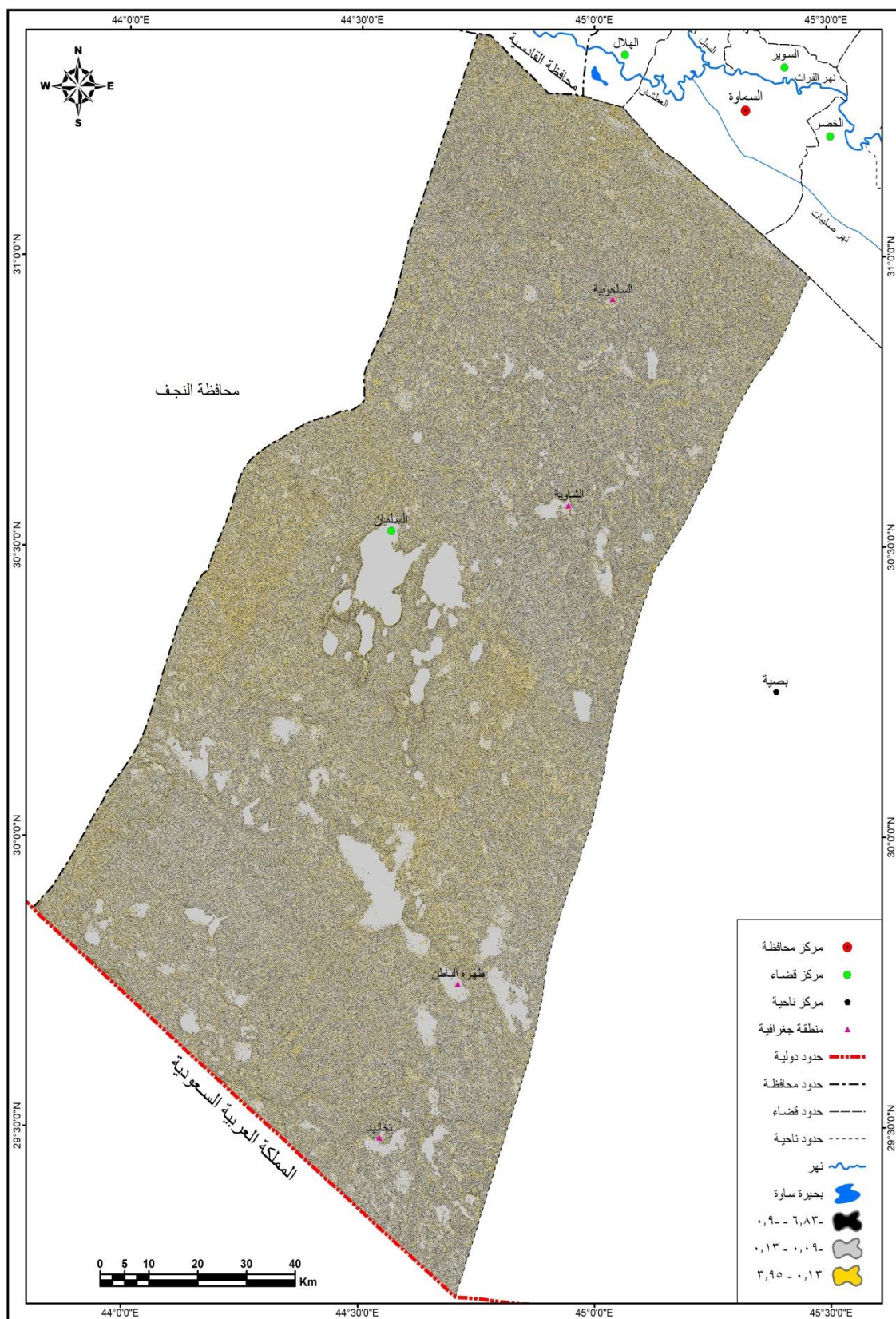
سادساً: تقوس المنحدرات Curvature:

عرّف التقوس (Curvature) بأنه معدل التغيير في زاوية الانحدار قياساً إلى المسافة الأرضية في اتجاه قاع المنحدر على الانحدار الحقيقي ويعبر عنه بالدرجات^(٢٠). أي أن ما يحدد التقوس هو معدل التغيير في زاوية الانحدار، ليس بالاعتماد على قراءة زاوية انحدار منفردة، لذلك تشكل النتوءات البارزة وجهات التحذب، فيما تكون القاعدة منحدرات مقعرة^(٢١). تكمن الأهمية الجيومورفولوجية الرئيسية لتقوس المنحدرات في أنه يشير إلى الطابع المحدب والمقعر والأفقي للأسطح، والديناميكية المائية ترتبط بهذا الطابع، إذ يمكن استخدام ناتج وظيفة الانحناء لوصف الخصائص الفيزيائية لحوض الصرف في محاولة لفهم عمليات التآكل والجريان السطحي، كما يمكن استخدام قيمة الانحناء للعثور على أنماط تآكل التربة وكذلك توزيع المياه على الأرض، يؤثر الانحناء الجانبي على تسارع وتباطؤ التدفق، بالتالي يؤثر على التعرية والترسب وعلى التقارب والتباعد في التدفق^(٢٢). يعتمد الاستخراج التلقائي للمعلومات المورفومترية، على دقة النماذج الرقمية للارتفاع (DEM)، بمساعدة تطبيقات من نوع (GIS10.3)، بناءً على قيم الارتفاع المخزنة من النوع الشبكي (Raster)، إذ تؤخذ مصفوفة من الخلايا (3*3) أي تتكون من تسع خلايا، ويكون العامل الحاسم في حساب التقوس هو المتغير (Z)، ويعتمد في ذلك بشكل رئيس على مخرجات (Output Profile Curve Raster) إذ أنها تحتوي على كل العناصر المطلوبة، ومن خلال الخطوات التالية:

Arc Toolbox - 3D Analyst Tool - Raster Surface - Curvature.

من الخريطة رقم (١٠) والجدول رقم (٦) يتبين وجود منحدرات ذات سطوح مقعرة ومنحدرات ذات سطوح مستوية ومنحدرات ذات سطوح محدبة وهي كالآتي:

خريطة رقم (١٠) درجات تقوس الانحدارات الأرضية في قضاء السلطان.



المصدر: الباحثون باعتماد (DEM 30m) وبرنامج (Arc GIS 10.3).

١: الاشكال الانحدارية المقعرة Concave:

وتسمى بأشكال التقوس السالبة، وهي اشكال تضاريسية منخفضة تتراوح درجاتها ما بين -0.09 و -6.83 وتصل مساحتها الى (5158.89 كم^2) ونسبة مئوية بلغت (29.54%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة، عادة ما تشغل منابع المجاري المائية والمنخفضات، وتعطي دليلاً الى ان المنحدر في مرحلة الشباب او النضج، بمعنى لازال في طور التكوين، وقد حدثت تغيرات مفاجئة في القوى المحركة للعمليات الجيومورفولوجية التي كانت نشطة في الماضي فتوقفت عند هذه الشكل المقعر، كما ان وضوح التفرع يعتمد على نوع الرواسب والمفتتات، يبدووا اكثر وضوحاً في الترسبات الخشنة عنه في الترسبات الناعمة.

جدول رقم (٦) خصائص التقوس لمنحدرات قضاء سلمان.

ت	الشكل	درجة التقوس	مستويات السطح بالدرجات	المساحة (كم ²)	النسبة (%)
1	مقعر	سالبة	-0.09 - -6.83	5158.89	29.54
2	مستوي	اقرب او يساوي صفر	0.13 - -0.09	9636.3	55.18
3	محدب	موجبة	3.95 - 0.13	2668.65	15.28
	المجموع			17463.84	100

المصدر: الباحث باعتماد (Dem 30m) وخريطة (١٠).

٢: الاشكال الانحدارية المستوية Flat:

هي اشكال ارضية مستوية او مسطحة ذات زوايا انحدارية ثابتة نسبياً على امتداد المقطع الطولي للمنحدر، تتكون من نسجة ناعمة قياساً بالفئتين الاخريتين، تكون درجة تقوسها صفراً او قريبة منه، اذ تتراوح ما بين $(-0.09$ - $0.13)$ ، تحتل المساحة الاكبر بين الفئات الاخرى بحوالي (9636.3 كم^2) بنسبة بلغت (55.18%) من جملة مساحة منطقة الدراسة، تعد نتيجة طبيعية لنشاط عمليات التعرية في خفض وتقليل التحدب بالنسبة للمحبات، كما اثرت عمليات الترسيب في ملئ المنخفضات المتناثرة الامر الذي افضى الى ظهور منحدرات مستوية او مسطحة.

٣: الاشكال الانحدارية المحدبة Convex:

يطلق عليها اسم اشكال النقيوس الموجبة، تتراوح درجة تقوسها ما بين (0.13-3.95) لتشغل مساحة مقدارها (15.28 كم²) وهي الاقل بين مساحات الفئات الاخرى، أي ما يعادل نسبة مئوية بلغت (15.28%) من اجمالي المساحة الكلية لقضاء السلمان، تترافق الاشكال التضاريسية المحدبة مع قرينتها الاخرى (المقعرة)، ويزيد ذلك دليلا المجاري المائية المؤقتة التي تشضي قضاء السلمان في الموسم المطري، اذ ان المقعرات تظهر في الاجزاء المواجهة لبطن الوديان فيما تشغل المنحدرات المحدبة الجهة المعاكسة استنادا الى خط تقسيم المياه الذي يمثل ذلك، بفعل التعرية المائية التي تعمل على قص الاجزاء العليا من المنحدرات ونقل الفتات نحو قاعدة المنحدر ثم نمو هذا الفتات باتجاه الاعلى ومع استمرار هذه العملية ينمو المنحدر المحدب، وهو دليل المرحلة الاخيرة من مراحل تكون المنحدر مرحلة (الشيخوخة).

الاستنتاجات:

١. تؤثر العوامل الطبيعية المتمثلة بجيولوجية المنطقة والمناخ والتربة والغطاء النباتي في نشوء وتطور ظاهرة الدراسة في قضاء السلمان.

٢. أثبتت الدراسة ان التقنيات الجغرافية الحديثة تعد مصدرا مهماً وذات نتائج دقيقة عند دراسة الانحدارات، وبناء قاعدة معلومات لها بأقل جهد ووقت وارخص التكاليف مقارنة بطرائق المسح التقليدية.

٣. بينت الدراسة ان نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) هو الاساس في اشتقاق خرائط الانحدارات والخرائط الجيومورفولوجية الاخرى.

٤. يشغل الجزء الاعظم (99.9%) من منطقة الدراسة السطح العربي النوبي ضمن نطاق الرصيف المستقر غير الملتوي، جزءاً من نطاق السلمان بمساحة (17446.49 كم²)، وتكوينات الزمن الثلاثي هي الاكثر شيوعاً في قضاء السلمان بمساحة بلغت (13762.19 كم²) ونسبة مئوية (78.80%)، تتراوح اعمارها بين البلايوسين الى البلايستوسين (Pliocene – Pleistocene).

٥. سجلت ادنى معدلات درجات الحرارة خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠ في شهر كانون الثاني بمقدار (11.3 م) ضمن محطة السماوة ، ترتفع تدريجياً لتبلغ اقصاها في شهر تموز بواقع (37.1 م). كما سجلت المحطة الشار إليها سبقاً مجموع مطري سنوي بنحو (118.8 ملم) لنفس الفترة السابقة، ويفسر ذلك ارتفاع حرارة المنطقة وجفافها.

٦. يعد مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) أحد أكثر مؤشرات الغطاء النباتي شيوعاً في الكشف عن التغطية النباتية ، اتضح بعد تطبيقه ان التغطية النباتية في قضاء السلمان من الفئة (0.1 - 0.12) هي الاكبر مساحة بنحو (10478.06 كم²) أي ما يعادل (59.99%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة

البالغة (17463.83 كم²) كما ان التغطية النباتية في قضاء السلطان من الفئة (0.1 - 0.12) هي الاكبر مساحة بنحو (10478.06 كم²) أي ما يعادل (59.99%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة البالغة (17463.83 كم²) يدل ذلك الى ضآلة الغطاء النباتي ان لم ينعدم.

٧. تراوحت درجات الانحدار ما بين (٠-٣٠)°، وان (10454.76 كم²) من مساحة قضاء السلطان تقع ضمن الانحدار المستوي-المسطح ضمن درجة الانحدار (0 - 1.9)°، في حين شكلت الانحدارات شديدة التقطع ضمن الفئة (30° فأكثر) مساحة (0.011 كم²) من جملة مساحة قضاء السلطان.

التوصيات:

١. التشجيع على استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ضمن أدوات البحث العلمي، لأنها تختزل الجهد والوقت والتكلفة.
٢. إعادة العمل في محطة السلطان المناخية بعد توقفها في تسعينيات القرن السابق، ويقترح أيضاً رفدها بمحطة هيدرولوجية لتحديد حجم الجريانات المائية خلال الموسم المطير، ووضع الخطط الاستثمارية في تسيرها كمنافع لسكان البادية.
٣. التوسع في استثمار المساحات قليلة الظل ومتوسطة الظل كونها تعكس الانحدار القليل، وهذا على الاغلب يتوفر في مساحات واسعة من القضاء لاسيما الشمالية منها.
٤. استغلال أراضي الفيضات ، وتحديد مناطق الرعي بالنسبة للبدو ضمن حدود البادية لمنع الرعي الجائر كون النباتات تعمل على حماية التربة من الانجراف.
٥. ضرورة التخطيط من ناحية التوسع العمراني في القضاء، يجب الابتعاد عن مناطق الانحدارات الشديدة ومناطق منافذ السيول، لتوفر اعلى درجات الامان لقاطنيها، زيادة على توفير مغريات لتشجيع السكان بعدم ترك القضاء والهجرة الى مركز السماوة، فضلاً عن تشجيع للأفراد من خارج القضاء للانتقال اليه، كتوطين البدو على سبيل المثال.

المصادر

(1) Bernard Francois and Claude Manet, Analysis of the Segmentation in the Profile of Alpine Talus Slopes, Permafrost and Periglacial Processes, Vol I, No 53-60,1990, p54.

(٢) عبد العظيم قدورة مشتهى، مبادئ الجيومورفولوجيا، الطبعة الاولى، جامعة الازهر، فلسطين، ٢٠٠٦، ص ٤٥.

(3) Roger G. Barry and Richard J. Chorley, Atmosphere Weather and Climate, Taylor & Francis, London, 2004, p50.

- (4) Roger G. Barry and Richard J. Chorley, Atmosphere Weather and Climate, Taylor & Francis, London, 2004, p50.
- (5) Tom Mueller and Gretchen F. SassenrathK, Gis APPLICATIONS IN AGRICULTURE SERIESGISAPPLICATIONSIN, Volume Four, Taylor & Francis Group, New York, United States of America, 2015, p14.
- (6) Israa Jameel Muhsin, Change detection of remotely sensed image using NDVI subtractive and classification methods, Iraqi Journal of Physics, 2016, Vol.14, No.29, P127.
- (7) Tom Mueller and Gretchen F. SassenrathK, Gis APPLICATIONS IN AGRICULTURE SERIESGISAPPLICATIONSIN,op.sit, P14.
- (8) Salah Abed Al-Hamed Saleh and Eshtar Hussain Nasser and Faten Ghanim Abed, Study of Land Use Changes for Marsh Region by using Landsat Images and by Calculate Normalize Difference Vegetation Index (NDVI), JOURNAL OF COLLEGE OF EDUCATION, No 5, 2015, p34.
- (9) Meera Gandhi.G, S.Parthiban, Nagaraj Thummalu Christy.A, Ndvi: Vegetation change detection using remote sensing and gis – A case study of Vellore District, Procedia Computer Science, 57, 2015, P1201.
- (10) Nayyer Saleem. alt, Parameters Derived from and/or Used with Digital Elevation Models (DEMs) for Landslide Susceptibility Mapping and Landslide Risk Assessment, International Journal of Geo-Information, vol , 2019, p2.
- (11) HERBERT M. WILSON, TOPOGRAPHIC SURVEYING, FIRST EDITION, JOHN WILEY & SONS, NEW YORK, 1900, p456.
- (١٢) محمد محمد سطيحة، الجغرافيا العملية وقراءة الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت، 1974، ص 181.
- (13) BERTHOLD K. P. HORN, Hill Shading and the Reflectance Map, IEEE Explore, VOL 69, NO 1, 1981, p15.
- (14) Marianna Farmakis, Serebryakova and Lorenz Hurni, Comparison of Relief Shading Techniques Applied to Landforms, International Journal of Geo-Information, vol 9, 2020, p4.
- (15) Christopher alt, The Implicit Triangulated Irregular Network and Multiscale Spatial Databases, The Computer Journal, vol 37, No 1, 1994, p43.
- (16) Christoph Witzgall, Javier Bernal and Geraldine S. Cheok, TIN Techniques for Data Analysis and Surface Construction, NISTIR, United States Department of Commerce, 2004, pp1-2.
- (17) Enrique R alt, Generation of Triangulated Irregular Networks Based on Hydrological Similarity, Journal of Hydrologic Engineering, Vol 9, No 4, 2004. p288.
- (18) George D Malaperdas and Vayia V Panagiotidis, The aspects of Aspect: Understanding land exposure and its part in geographic information systems analysis, Journal Energy & Environment, Vol 29, No 6, 2018, p2.
- (19) Paul Ritter, A Vector-Based Slope and Aspect Generation Algorithm, PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, Vol 53, No 8, 1987, p1111.
- (20) Lucian BLAGA, ASPECTS REGARDING THE SIGNIFIANCE OF THE CURVATURE TYPES AND VALUES IN THE STUDIES OF GEOMORPHOMETRY ASSISTED BY GIS, Analele Universității din Oradea, Seria Geografie, Vol 22, No 2, 2012, p 330.
- (٢١) تغلب جرجيس داود، علم اشكال سطح الارض التطبيقي، مصدر سابق، ص 121.
- (22) Douglas W. Burbank and Robert S. Anderson, Tectonic Geomorphology, 2nd, John Wiley & Sons, UK, 2012, p213.