استخدام الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية لطية بيخير شمال العراق

احمد عباس حسن
جامعة بـــابـــل– كلية العـــلوم
ahmed.algeology@gmail.com

ميثم محمد ناجي
جامعة بـــابـــل – كلية العـــلوم
maithem68@yahoo.com

مؤيد جاسم رشيد
جامعة بـــغداد – كلية العـــلوم
mo_hor2013@yahoo.com

الخلاصة

أوضحت الدراسة إن الاستشعار عن بعد Remote sensing يعد مصدرا للمعلومات الحديثه , بعد معالجه وتحلبل بيانات المرئيات الفضائية +ETM وبيانات الارتفاعات الرقمية DEM وباستخدام برنامج ١١ ERDAS imagine وبرنامج ١٠ ARC GIS . التي تعتمد على المعادلات الرياضية الأساسية حيث تشكل قاعدة مهمة للتطبيقات في نظام المعلومات الجغرافية والتي تعتمد على البيانات والحاسب الآلي والبرامج وتشمل عملية تسجيل وإدخال وأداره واسترجاع وتحليل ومعالجه وتمثيل البيانات . ومن خلال هذه الدراسات يمكن اكتشاف معلومات جديدة في مجالات الجيومورفولوجيا التطبيقية وتحليل التضاريس ومورفومترية أحواض التصريف ونماذج الارتفاعات الرقمبه.

استخدامت في الدراسه المرئيات الفضائية المستحصلة من المتحسس +ETM العائد للقمر الاصطناعي Landsat 7 وبيانات الارتفاعات الرقمية DEM العائدة للقمر الصناعي ASTER وباستخدام برنامج ArcGIS 9.1 وبرنامج ERDAS imagine 9.1 لاشتقاق خارطة كنتوريه وخارطة التضاريس وخارطة الانحدار وخارطة اتجاة الانحدار وخارطة ظلال االتلال وخارطة التقوس لطية بيخير بالإضافة إلى عمل المقاطع الطبوغرافية بالإضافة إلى الظواهر الجيومورفولوجية الأخرى واستخدم في هذا البحث إمكانية التحويل الآلي لبرنامج ArcGIS 9.3 لتحويل الصيغة الشبكية للبيانات إلى صيغة المتجهات لتحديد انماط التصريف في المنطقة .

لقد اوضحت الدراسة ان الاستشعار عن بعد من اقوى التقنيات الحديثة لرصد التغيرات المورفولوجية وأشكال سطح الأرض ومعرفة الظواهر الجيومورفولوجية وتحديد إبعادها وانحداراتها وذلك من خلال عمل مجموعة خرائط جيومورفولوجية تحليلية وموضوعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لمنطقة الدراسة .

الكلمات المفتاحية :الاستشعار عن بعد , نظم المعلومات الجغرافية , دراسة جيومرفولوجية

Abstract

The study showed that the remote sensing Remote sensing is the source of information for the modern, post- processing and data visualization the satellite ETM + and DEM digital elevation data and using the ERDAS imagine 11 and program ARC GIS 10. That rely on mathematical equations where the basic form an important base for applications in the geographic information system , which relies on data and computer programs and include the registration process and the introduction of management , retrieval , analysis and processing and data representation . Through these studies can discover new information in the areas of applied geomorphology and terrain analysis and drainage basins and elevations.

Using antipersonnel in the study visualizations of space obtained from the sensor ETM+ return to the moon artificial Landsat 7 data and digital elevation DEM belonging to the satellite ASTER and using ArcGIS 10 and the program ERDAS imagine 11 to derive the map contour and map the terrain and map regression and map direction of the gradient and map shades and map curvature to fold addition to topographic work sections in addition to other phenomena geomorphological and used in this research the possibility of conversion to an automated program ArcGIS 9.3 to convert formula retinal data to vector format to determine drainage patterns in the area.

I study showed that the remote sensing of the most powerful modern technologies to monitor morphological changes and forms the surface of the earth and find out geomorphological phenomena and determine the dimensions and through the work of a group geomorphological maps and objective analysis using geographic information systems for the study area .

Key words: Remote sensing, GIS, geomorphologic study

المقدمة :

يعد الاستشعار عن بعد من اقوى التقنيات الحديثة لرصد التغييرات المورفولوجية واشكال سطح الارض ومعرفة الظواهر الجيومورفولوجية وتحديد ابعادها وانحداراتها وذلك من خلال عمل مجموعة من خرائط جيومورفولوجية تحليليه وموضوعيه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتتمثل في خرائط التكوين الصخري وإشكال التضاريس و البيانات المورفومترية (الارتفاعات والانحدارات) واتجاهات انحدار السفوح والشبكة المائية وأنماط التصريف وكذلك استقرارية السفوح في منطقة الدراسة حيث انه من خلال درجة الانحدار والتغييرات الشديدة فيها يمكن تحديد مورفولوجية أي منطقة وتمييز الإشكال المورفولوجية بانتظام انحدارها وتستخدم هذه التقنيات مع اساليب البحث الجيومورفولجي في تحديد أنماط التصريف والإشكال التضاريسية التي تعكس بصورة واضحة التغيرات المناخية والتكوين الصخري والتطور الجيومورفولوجي وتحليل العمليات الجيومورفولجية .

لغرض معالجة المرئيات الفضائية وإنشاء نظام معلومات جغرافي منها ويشترك مع برنامج ARC GIS في التكامل في نظم المعلومات الجغرافية استخدم برنامج ERDAS Imagine 11 لمعالجة الصور الفضائية وعمل الخرائط الجيومورفولوجية بحسب الغرض لما يقابلها في الطبيعة وتكوين طبقات من البيانات المستمرة

موقع منطقة الدراسة :

تنحصر منطقة الدراسة بين خطي طول (″٠٠ ,٣٢′ ,٤٢°)(″٠٩′,٤٩ ,٤٣°) شرقاً وخطي عرض (″٥٣′,٥٠ ,٣٦°) (″٥٥ ,٠٩′ ,٣٧°) شمالاً وتبلغ مساحتها ٤٦٣٣,١٥٤٧٣ كم٢ (الشكل1) ، وتقع في أقصى شمال العراق قرب مدينة دهوك . تضم منطقة الدراسة طية بيخير المحدبة التي تكون على شكل مثلث قاعدته في الغاطس الجنوبي الشرقي عند كلي بيسرى وكلي زاويته (صورة ١ – أ) . وتمتد منطقة الدراسة باتجاه الشمال الغربي مارةٍ بمدينة دهوك ومدينة زاخو حتى تنتهي عند منطقة الديربون حيث تغطس طية بيخير عند الحدود العراقية التركية السورية (صورة ١ - ب) وتعد المنطقة أحدى مناطق نطاق الطيات العالية .

هدف الدراسة :

أن الهدف من البحث هو الدراسة المورفولوجية لطية بيخير ومعرفة مدى أهمية تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات المورفولوجية وربط بيانات الاستشعار عن بعد مع القياسات الحقلية لعمل مقارنة بينهما لتحديد جدوى الاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية واستخدامها في الدراسات الجيومورفولوجية .

البيانات المستخدمة في الدراسة :

١- مرئيات فضائية للقمر الصناعي لاندسات والخاصة بالمتحسس +ETM وبدقة تمييز مكانية (Spatial Resolution) ٣٠ متر وملتقطة في العام ٢٠٠٦ , جدول (١) .

٢- بيانات ارتفاعات رقمية DEM وبدقة مكانية تبلغ ٣٠ متر وملتقطة عام ٢٠٠٩ , جدول (١) .

٣- خرائط جيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس ١: ٢٥٠٠٠٠ .

٤- قياسات حقلية مخزنة في صورة بيانات خطية (Vector Data) .

البرامج المستخدمة في الدراسة :

استخدمت في الدراسة مجموعة من البرامج لغرض عرض وتخـزين ومعالجـة البيانـات الرقميـة والمرئيات الفضائية من الاستشعار عن بعد والتي تستخدم في الدراسات الجيومورفولوجية ورسم الخـرائط التطبيقية وهذه البرامج هي :

ARC GIS /INFO ويشتمل على مجموعة من البرامج هي ARC Map , ARC Catalog, Arc scene, وتستخدم لغرض عمل الخرائط الكنتورية وخرائط التضاريس (المجسمات) واشتقاق انظمة التصريف وغيرها . اما برنامج ERDAS Imagine 11 فيستخدم لمعالجة الصور الفضائية وعمل الموزائيك واقتطاع الصور .

جدول (١) مواصفات البيانات المستخدمة في الدراسة (Walsh, 2003)

System	**Landsat 7**	**ASTER GTM**	
Sensor	ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)	**DEM (digital elevation model)**	
Acquisition date	2006/06/11	2009	
Path / row no	170/34	N37E042	N37E043
Revisit time	16 days	N36E042	N36E043
Swath width	185 Km (FOV = 15 °)		
Spectral bands (μm)	0.45-0.52 (1) , 0.52-0.60 (2) , 0.63-0.69 (3) , 0.76-0.90 (4) ,1.55-1.75 (5) ,10.4-12.50 (6) ,2.08-2.34 (7) ,0.50 -0.90 (PAN)		
Spatial resolution	15m (PAN) , 30m (band 1-5 ,7) , 60m (band 6)		
Dynamic range (bit)	8 bit		

شكل (١) خارطة العراق موضح عليها منطقة الدراسة

صورة (١) أ- توضح الغاطس الشمالي الغربي في منطقة الديربون (تكوين البلاسبي) ب - توضح الغاطس الجنوبي الشرقي في كلي بيسري (تكوين افانا الجيري)

طباقية منطقة الدراسة Stratigraphy of the study area

تتكشف في منطقة الدراسه التكاوين التالية :

١ . تكوين بخمة *Bekhme Fm.* (الكامبانيان الاعلى-الماسترختيان الاعلى)

يتكون تكوين بخمة (Campanian) من صخور جيرية وجيرية- دولومايتية Limestone and Dolomitic-Limestone ودولومايتية Dolomite ، يتكشف تكوين بخمة فقط في لب الطية المحدبة وتكوّن معظم الجبل وسفوحه الشاهقة والشديدة الأنحدار والمقطعة بالوديان الضيقة والعميقة (صورة ٢- أ) . صخور تكوين بخمة قوية جيدة التطبق وكتلية Massive قد يصل سمك بعض طبقاته الى اكثر من 3 م

٢ . تكوين شيرانش *Shiranish Fm.* (الكامبانيان الأعلى-الماسترختيان الأعلى)

صخارياً تكوين شيرانش يقسم على جزئين (Bellen et al ., 1959) ، السفلي منه يتكون من حجر كلس الذي يكون احياناً صلصالياً Marly أو طينياً Clayey ابيض الى رمادي فاتح ، جيد التطبق وذا أسطح ملساء . الطبقات الكلسية هذه قوية ، و تزداد قوتها بنقصان نسبة المواد الطينية وهي متأثرة بفواصل كثيفة و بعروق الكالسايت الثانوي (شكل ٢ - ب) . اما الجزء العلوي من التكوين فيتكون من طين صفحي Shale وصلصال Marl ازرق ورمادي مزرق ، والطين الصفحي يعطي التكوين المظهر الورقي Papery، والتكسر الى رقائق Chips في بعض المواقع.

٣. تكوين كولوش *Kolosh Fm.* (الباليوسين الأسفل – المتوسط)

تكوين كولوش (Paleocene – Lower Eocene) يحتل الجزء المنخفض الذي يتوسط منطقة الدراسة

(شكل ٢) وهو في هذه المنطقة يسوده الطين الصفحي Shale فضلاً عن الحجر الرملي Sandstone والصلصال Marl والمدملكات Conglomerate (Jassim and Goff, 2006) (صورة ٢ – جـ) .

٤. تكوين خورمالة *Khurmala Fm.* (الباليوسين الأعلى - الايوسين الأسفل) :

وصف هذا التكوين لأول مره في كركوك بئر ١١٤ من قبل (Van Bellem ١٩٥٣) حيث يتكون من دولومايت صلب أصفر شاحب وحجر كلسي رملي ذو تطبق نحيف ويحتوي على بعض المستحاثات . الحد الفاصل مع تكوين الجركس هو توافقي وأحيانا يتداخل معه وكذلك مع تكوين كولوش ويعتمد عند ظهور أول طبقة من الفتاتيات الحمراء مع . السمك يتراوح (١٠- ٤٥ م) صورة (٢ - د).

٥ . تكوين الجركس الفتاتي الأحمر *Gercus Fm.* (الايوسين الأسفل – الأوسط) :-

تتكشف صخور تكوين الجركس(Eocene Age) في منطقة الدراسة على طول السفوح (شكل ٢ – هـ) ، حيث تكون صخوره معظم اجزاء منحدرات هذه السلسلة تتألف صخور تكوين الجركس الحمراء من تتابع من الدورات الترسيبية التي يقل حجم حبيباتها نحو الأعلى Fining upward التي ترسبت في بيئة نهرية Fluviatile ، حيث تؤلف الصخور الرملية واحياناً المدملكات الجزء الخشن للحبيبات (الجزء الأسفل) من هذه الدورات الترسيبية بينما تكون الصخور الغرينية والصلصالية الجزء الناعم من الحبيبات (الجزءالعلوي منها) . كما يحتوي التتابع على قليل من الصخور الدولومايتية عديمة المتحجرات (Al-Rawi, 1980) .

٦. تكوين الافانة *Avanah Fm.* (الاوليكوسين – المايوسين الاسفل) :

وصف هذا التكوين للمرة الاولى من قبل ميكنتي (McGinty,1959)، (Van Bellen *et al.*,1959) ، يقع هذا التكوين فوق تكوين الجركز ويكون خط التماس بينهما عدم توافق ، وينكشف هذا التكوين في طية بيخير بشكل لسان (Tongue) (شكل ٢) , حيث يتكون بصورة كلية من الحجر الجيري نيوميلايتي (Nummulitic Limestone) ، اذ يتكون هذا المقطع من طبقات من الحجر الجيري التي يتراوح سمكها ما بين (٠,٧٥) متراً و (٢) متراً والمتميزة بلونها البني الفاتح ، (صورة ٢ – و) .

أ - تكوين بخمة ضمن منطقة الدراسة

ب - تكوين شيرانش ضمن منطقة الدراسة

جـ - تكوين كولوش ضمن منطقة

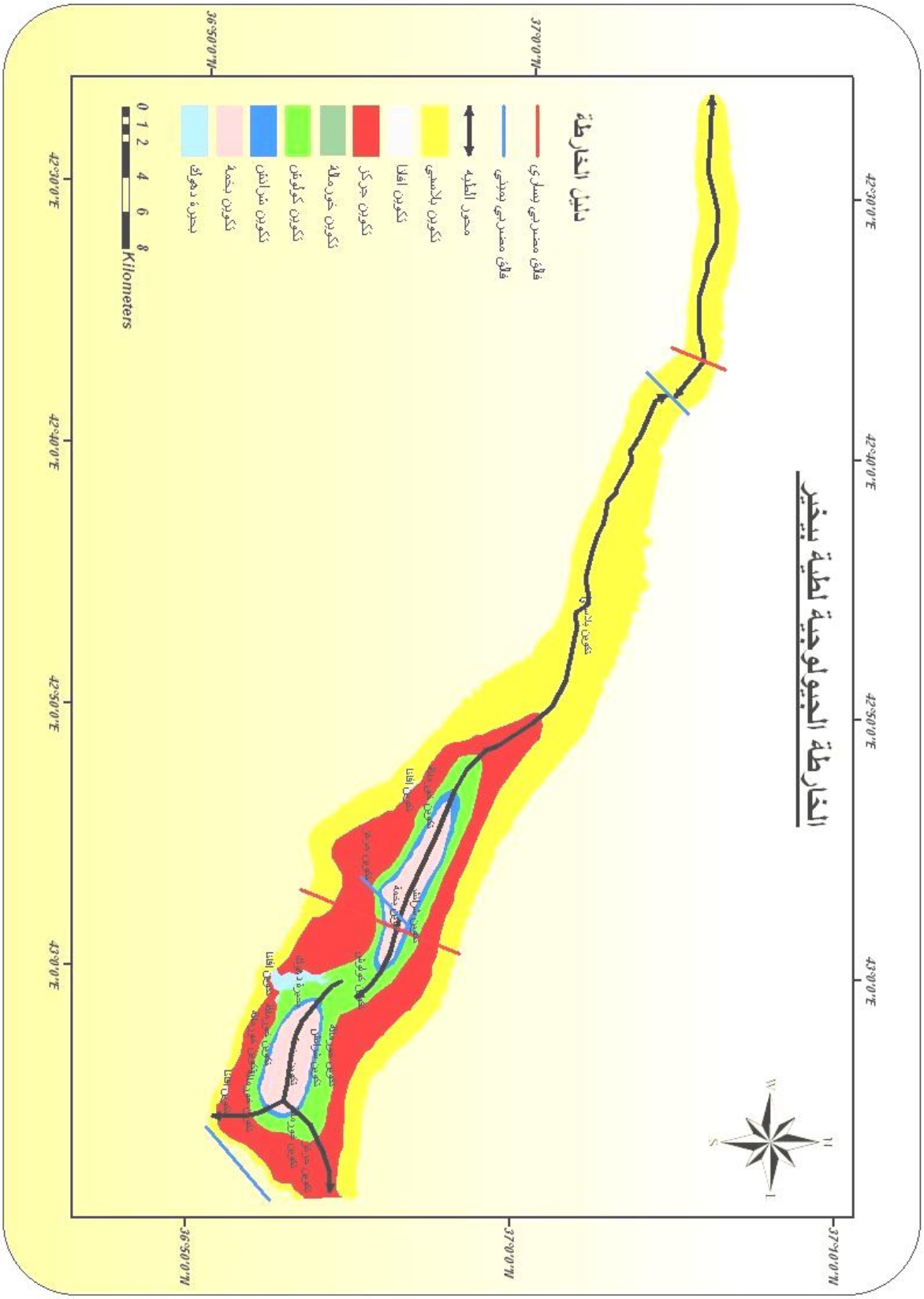
د - تكوين خورمالة ضمن منطقة

هـ - تكوين الجركز ضمن منطقة

و - تكوين افانة ضمن منطقة

ي - تكوين البلاسبي ضمن منطقة

صورة رقم (٢) توضح التكاوين المنكشفة ضمن منطقة الدراسة



شكل (2) الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة (مطية بيخير) عن / سسكيان . ١٩٩٥

٧ . تكوين البلاسبي *Pila Spi Fm.* (المايوسن الاوسط) :

صخور تكوين بلاسبي (Upper Eocene) في منطقة الدراسة بشكل شريط وتحتل اعالي و قمم سلسلة الجبلية وهي تعلو صخور تكوين الجركس الحمراء والحد الفاصل بينهما Lower Contact لاتوافقي Unconformable ممثل بطبقة سميكة من المدملكات القاعدية (شكل ٢) .

صخور تكوين بلاسبي تتكون بشكل اساسي من حجر كلسي متبلور ودولومايتي وطيني ودولومايتي طباشيري ابيض الى كريمي ، ورمادي فاتح ، وابيض مصفر على التوالي ، وهي جيدة التطبق ، سمك كل طبقة يتراوح بين(0.5 – 2.0) م. في الأجزاء الوسطى من التكوين توجد انطقة من حجر الكلس الصلصالي ذو لون ابيض مصفر (Youkhana and Sissakian , 1986) (صورة ٢- ي) . في قاعدة التكوين توجد طبقة سميكة من المدملكات (الحد الفاصل Lower Contact مع التكوين الذي تحته) ، وطبقة المدملكات هذه ذات اهمية بالغة بالنسبة لهذه الدراسة ، إذ انها سميكة وقوية جداً ومقاومة للتجوية مما جعلها تشكل حروفاً أو نتوءات بارزة Cliffs ومنحدرات معلقة Overhanging على السفوح الجنوبية الغربية لجبل كيرد سور التي تكثر فيها الأنهيارات المتنوعة .

طريقة العمل :

تضمن العمل جزئين :

أ- العمل الحقلي :

تضمن العمل الحقلي زيارة منطقة الدراسة (طيه بيخير) وتتميز التكاوين الصخرية المنكشفة وتميز اغلب الظواهر الجيومورفولوجيه الواضحة في المنطقة واخذ الصور الممثلة لهذه الظواهر .

ب- العمل المكتبي :

تضمن العمل المكتبي اشتقاق مجموعة من الخرائط الجيومورفولوجيه باستخدام برنامج ال ARC GIS 9.3 والصور الفضائية وبيانات الارتفاعات الرقميه . اما عملية انتاج ورسم الخرائط فانها تمر بثلاث مراحل (جدول ٣) :

١- جمع وتسجيل وتخزين البيانات Encoding & Input والتي تكون اما على شكل خرائط او جداول او صور فضائية او بيانات ارتفاعات رقميه وغيرها من البيانات .

٢- معالجة manipulation وادارة واسترجاع وتحليل البيانات وتحويلها الى معلومات . وتحويل البيانات من موجهة Vector الى نقطية Raster وبالعكس (Antnucci ,1991, p179) .

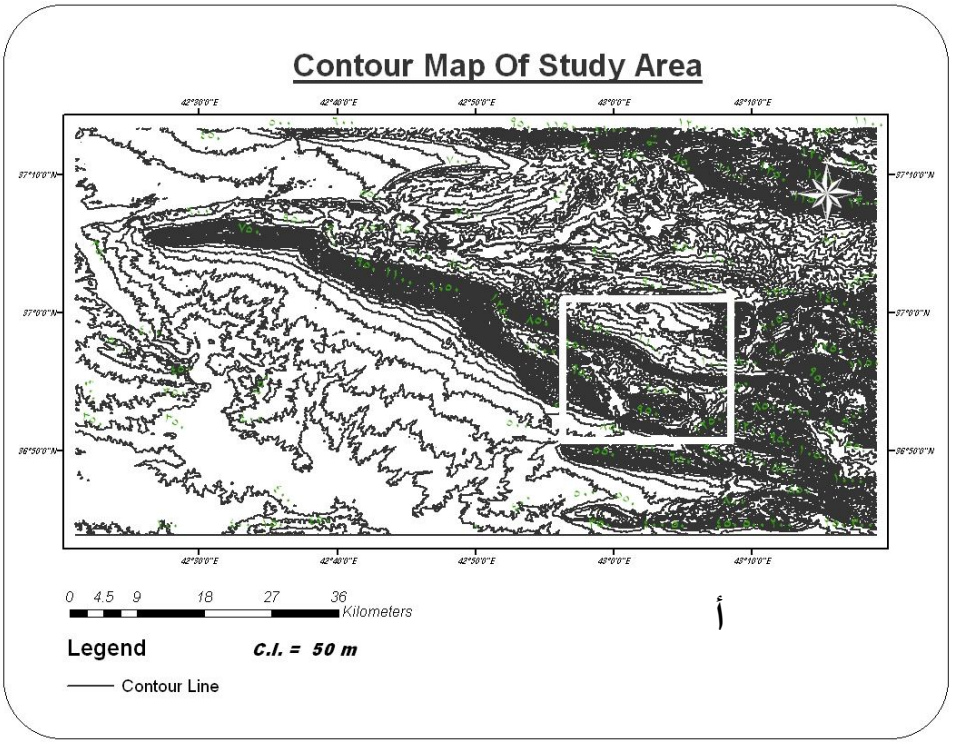
٣- تمثيل واظهار البيانات Display في صورة خرائط او جداول او اشكال او رسومات او نص كتابي.

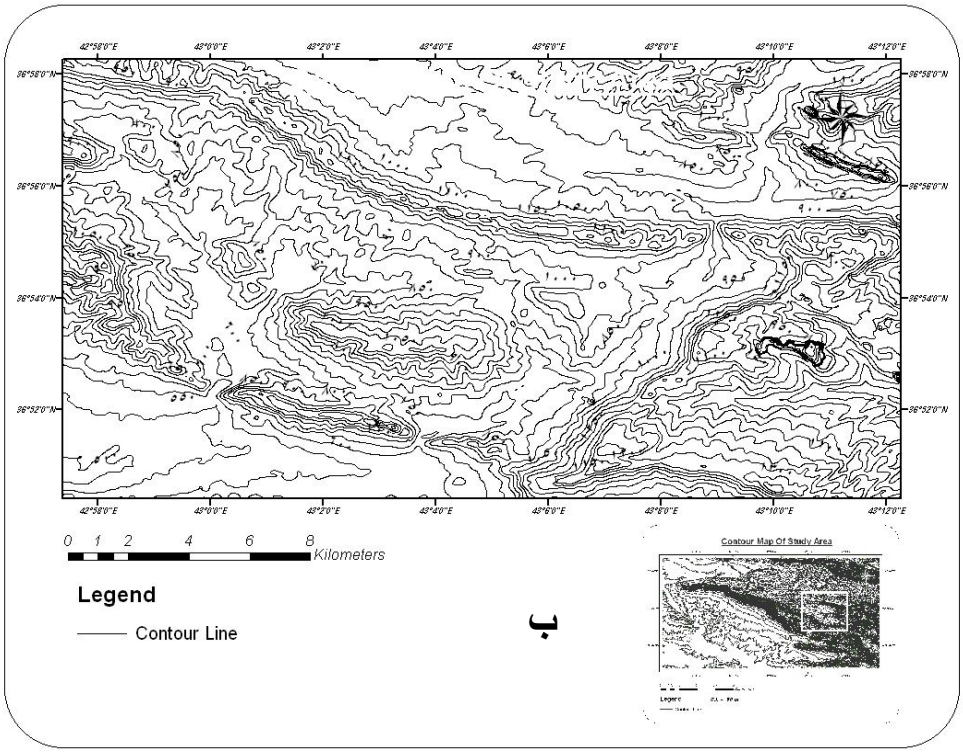
جدول (٣) مراحل أنتاج الخرائط في نظم المعلومات الجغرافية

١ - جمع البيانات Encoding & Input	٢ - معالجة البيانات Manipulation	٣ - تمثيل و إظهار البيانات Display
خرائط جداول حقلية مرئيات فضائية يتم جمع البيانات بواسطة المسح الضوئي Scanning الترقيم Digitizing	تحويل البيانات إلى معلومات بالبرامج Software تحليل تشكيل ترميز تخزين البيانات في شبكة من الخلايا Pixels وتكون البيانات متجهة Vector ونقطية Raster آو العكس	تعرض البيانات على شكل : جداول رسوم بيانية خرائط عامة خرائط موضوعية بيانات نصية .

١ - اشتقاق الخارطة الكنتوريه Contour map :

باستخدام برنامج أل ARC GIS 9.3 وبيانات الارتفاعات الرقمية DEM تم اشتقاق خارطة كنتوريه للمنطقة وبصيغه خطيه على شكل ملف Shape file وبفترة كنتورية مقدارها ٥٠ متر. (الشكل٣ أ , ب) .



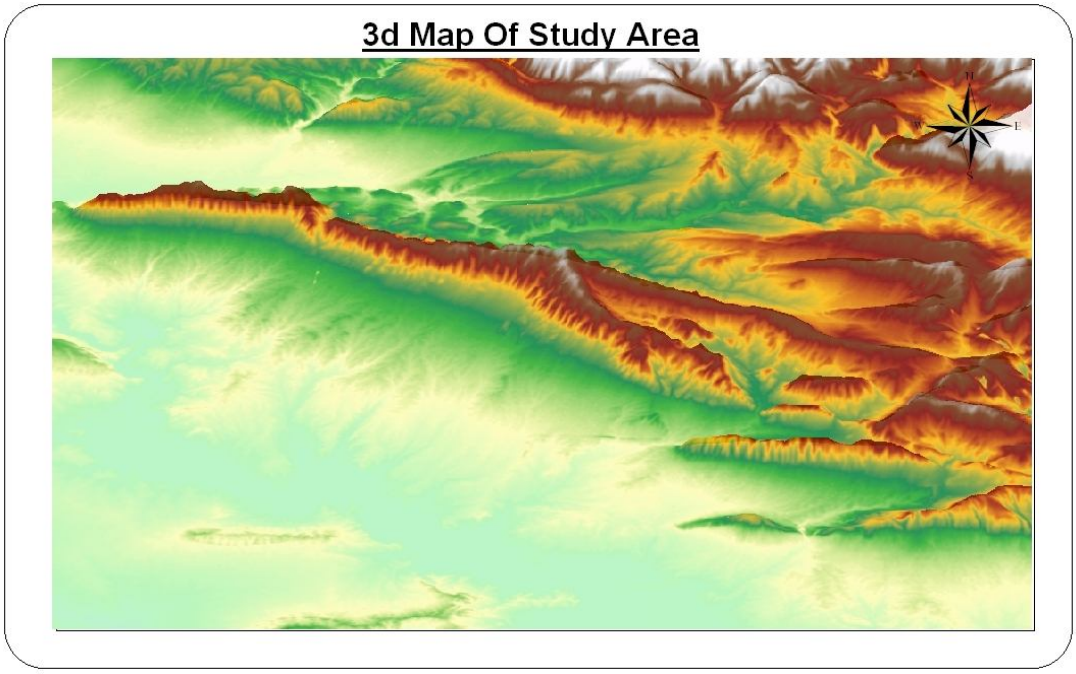


شكل (٣) أ - خارطة كنتورية لمنطقة الدراسة

ب - خارطة كنتورية لجزء من منطقة الدراسة(طية زاويتة)

٢ - اشتقاق خارطة التضاريس Shaded Relief :

تم عمل خارطة تضاريس للمنطقة من خلال برنامج ArcGIS 9.3 وباستخدام بيانات الارتفاعات الرقمية بدقة مكانية ٣٠ م حيث تم عمل خارطة مجسمة لمنطقة الدراسة توضح طية بيخير واغلب الظواهر الجيومرفولوجية الواضحة في المنطقة (شكل ٤) .



شكل (٤) خارطة مجسمة لمنطقة الدراسة

٣- اشتقاق خارطة الانحدار Slope map :

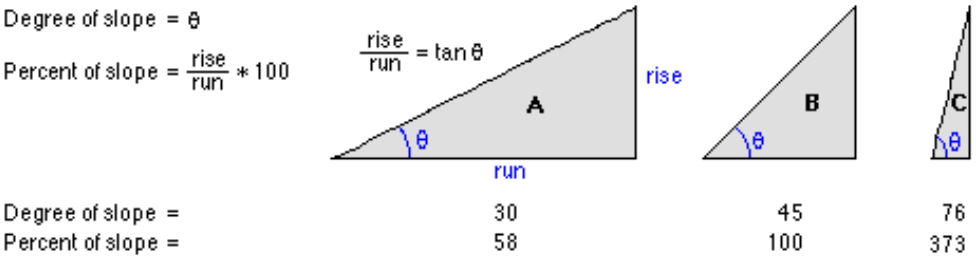
تم حساب الميل في كل نقطة من نقاط النموذج لتطبيق طرق التحليل الخلوي (Raster) على معطيات نموذج الارتفاع الرقمي وبالألوان المختلفة حيث تتخذ كل شريحة قيم الميول العظمى والتي تعبر عن مقدار التغيير الحاصل بالارتفاع بين كل خلية والخلية المجاورة لها , وكلما كان الميل كبيرا كلما زاد الارتفاع في المنطقة كلما قل الميل اقتربت المنطقة من الشكل المستوي Flat (Price , 2004) .

يمكن ان تمثل قيم الميل في برنامج (Arc GIS) بطريقتين :

١- الدرجات Degrees

٢- النسبة المئوية Percentage

ويمكن تمثيل كيفية حساب الميل بالشكل التالي :



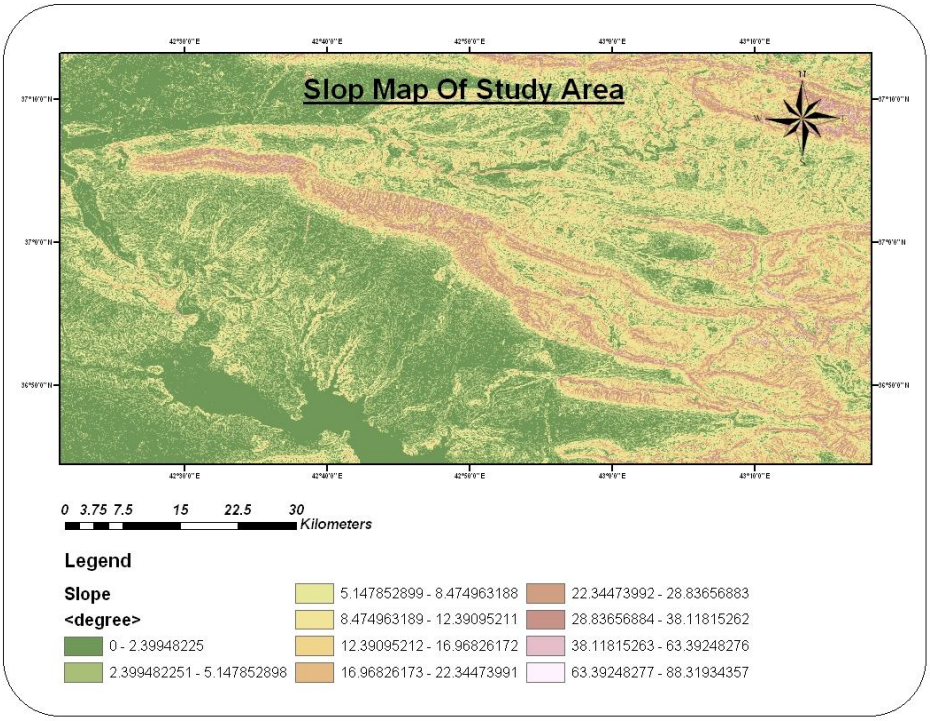
شكل (٥) كيفية حساب الميل (ESRI , 2008 , Manual of ARC GIS , version 9.3 , USA)

قيمة الميل :

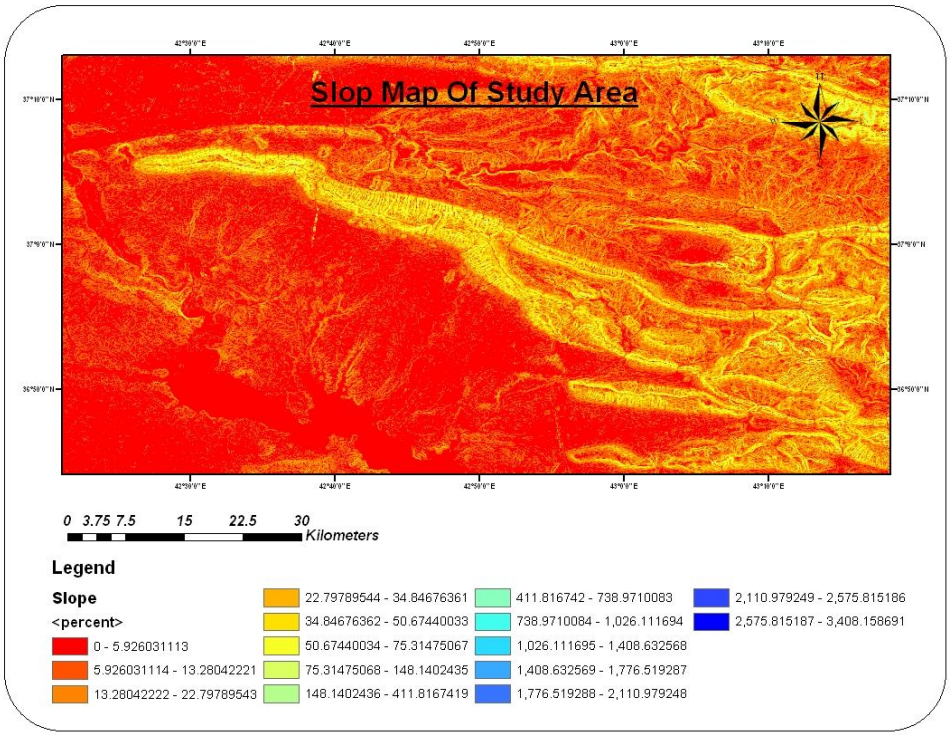
ظل θ = المقابل / المجاور $\tan\theta = rise \setminus run$ ١

بينما قيم الميل بالنسبة المئوية = (المقابل rise / المجاور |run|) × ١٠٠ ..... ٢

باستخدام برنامج ArcGIS 9.3 تم حساب قيم الانحدار بالدرجات وبالنسبة المئوية كما موضح في الشكل (٦ , ٧) .



شكل (٦) يوضح خارطة الانحدار لمنطقة الدراسة بالدرجات



شكل (٧) يوضح خارطة الانحدار لمنطقة الدراسة بالنسبة المئوية

٣- حساب اتجاه الانحدار Aspect

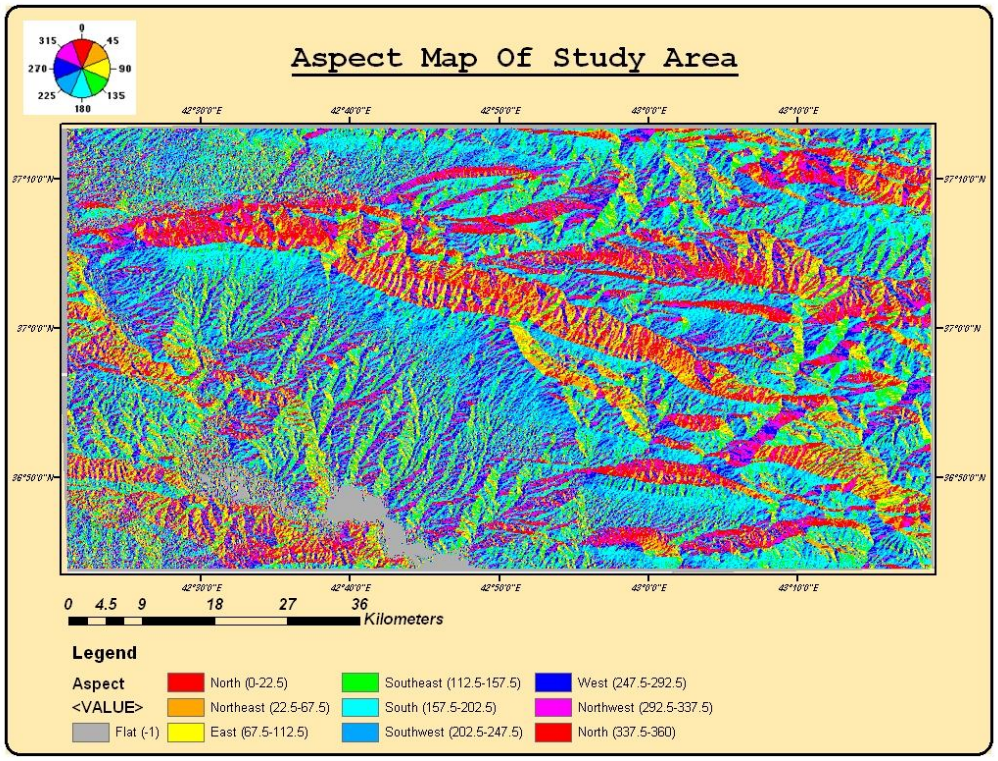
اتجاه الانحدار هو المظهر , ويعني هل إن الانحدار هو باتجاه الشمال أو الجنوب أو الشمال الغربي أو الجنوب الغربي وهكذا وحيث أن المظهر (Aspect) يشير إلى المنطقة الأكثر انحدارا لاتجاه الانحدار في موقع معين وان اتجاه الانحدار يعني وجه المنطقة المرتفعة أو وجه التل أو الجبل (Price , 2004) . يمكن حساب اتجاه الانحدار Aspect لكل مثلث موجود في شبكة المثلثات المنتظمة (TIN) أو يمكن حسابه لكل خلية موجودة في الهيئة الخلوية (Raster) .

يتم حساب اتجاه الانحدار باتجاه عقارب الساعة وبالدرجات ويبدأ من الشمال بالدرجة (صفر) وينتهي مرة أخرى في الشمال ليكمل دورة كاملة (٣٦٠درجة) , لكل خلية (PIXEL) في الهيئة الخلوية Raster انحدار معين ينتج عنه المظهر (Aspect) (ESRI , 2008) (شكل ٨) .

إما أهم فوائد حساب المظهر (Aspect) :

١- حساب ومعرفة اتجاه الانحدار في المنطقة والذي يساعد في التنبأ والحد من خطر الانهيارات والانزلاقات التربة والصخور (Land Slide)

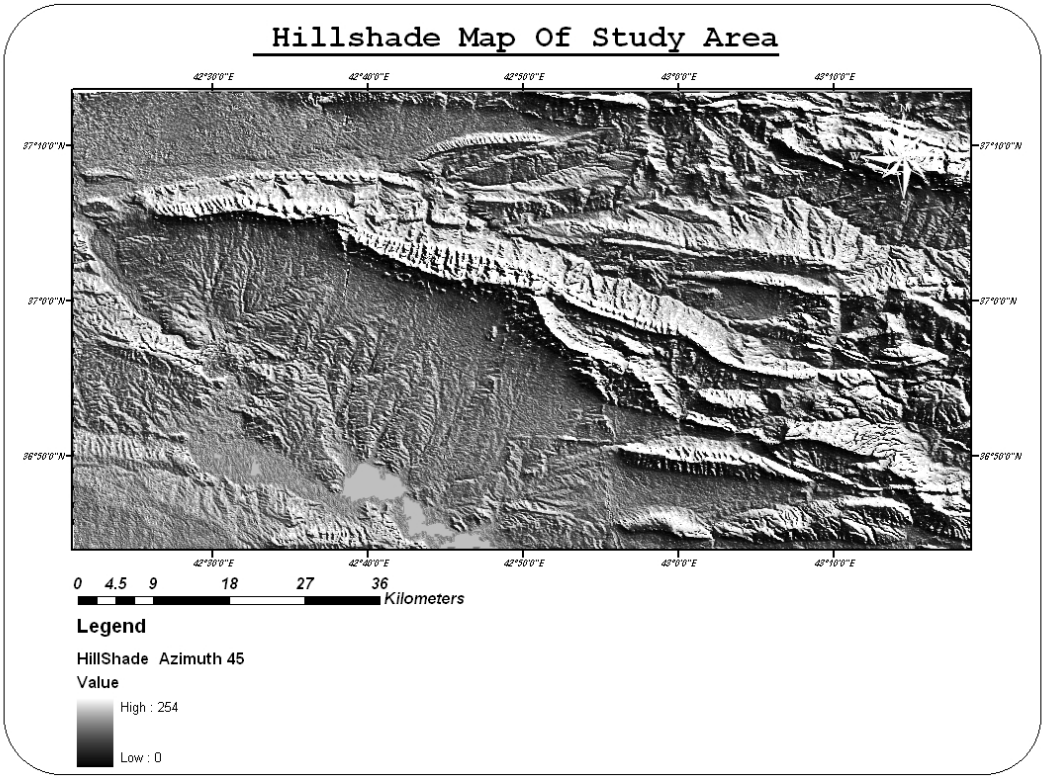
٢- تساعد في ومعرفة المناطق ذات الانحدار القليل لغرض استخدامها في المشاريع المختلفة



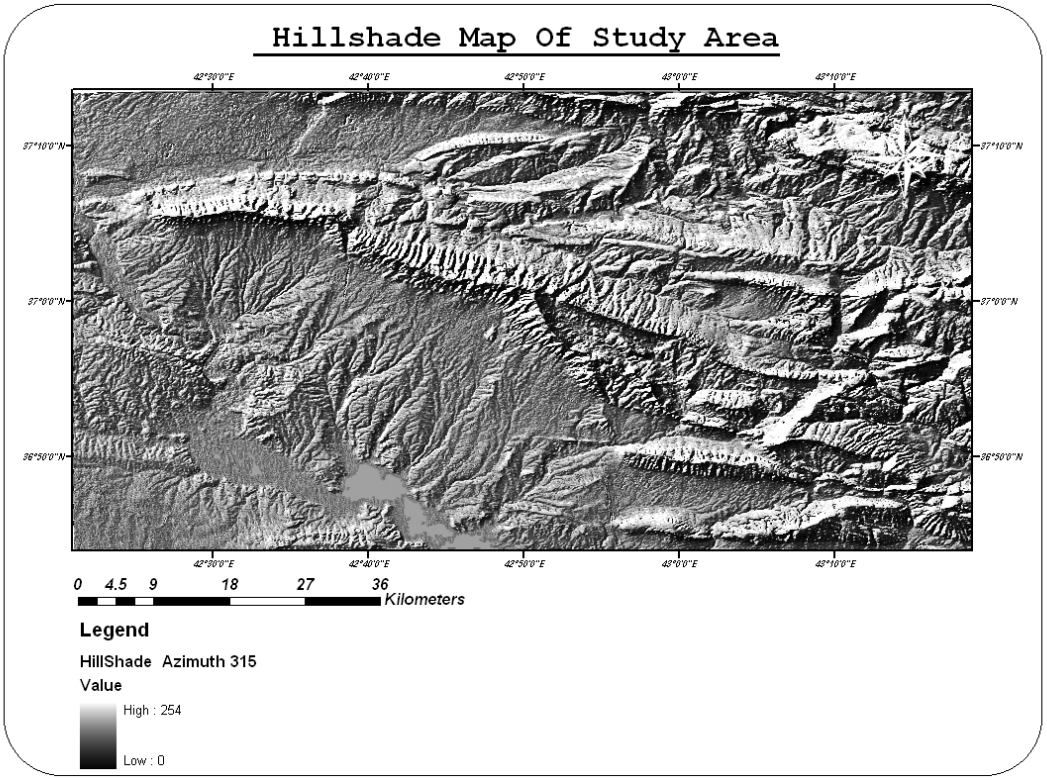
شكل (٨) يوضح خارطة اتجاه الانحدار لمنطقة الدراسة

٤ -اشتقاق خارطة ظلال التلال (Hill Shade)

تعطي هذه الميزة إنارة افتراضية للسطح (surface) بتحديد قيم او كمية الإضاءة لكل خلية من خلايا الهيئة الخلوية (Raster) , تتم عملية تحليل الظلال من خلال تسليط ضوء او اي مصدر انارة على كل خلية موجودة في الهيئة الخلوية وحساب تأثير تلك الإنارة على الخلايا المجاورة . تكون تدرجات اللون الرمادي افتراضية في برنامج (Arc GIS 9.3) , أن المقصود بالإنارة هو ضوء الشمس وتكون زوايا الانارة لضوء الشمس تبدا من(٠- ١٨٠ درجة) من لحظات الشروق حتى الغروب حتى تعطي افضل النتائج ويكون القياس باتجاه عقارب الساعة (Lillisand, & kiefer., 2008). ان الغاية من استخدام هذا الشكل (٩ , ١٠) هو حساب الظل لكل خلية في الهيئة الخلوية وحيث ان كل خلية تمثل موقعا ما في المنطقة و تحديد الخلايا الواقعة تحت تأثير ظل خلايا اخرى في نفس الوقت من اليوم وتستخدم كذلك في تحديد واختيار مناطق لاقامة مشاريع سياحية وتحديد افضل مواقع لانشاء ووضع الخلايا الشمسية .



شكل (٩) يوضح خارطة ظلال التلال لمنطقة الدراسة Azimuth 45



شكل (١٠) يوضح خارطة ظلال التلال لمنطقة الدراسة Azimuth 315

٥-اشتقاق خارطة التقوس (Curvature)

يتم اشتقاق التقوس من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM حيث يعبر التقوس عن مدى تحدب (Convexity) او تقعر (concavity) لمنطقة ما على سطح الارض ينتج هذا النوع من الخرائط عن طريق ادخال الخارطة التي تكون بالهيئة الخلوية (Raster) والتي تكون ناتجة اصلا من نموذج الارتفاع DEM , ويتم حساب مقدار التقوس في المنطقة لكل خلية من خلايا الشكل الخلوي كما موضح في الشكل (12) حيث يوضح مصفوفة ذات ثلاث ابعاد وتوضح خاصية التقوس اما المدلولات الرقمية التي تستخرج من هذه الخارطة هي كالتالي (Price , 2004) :

١- قيمة التقوس بالموجب فذلك يدل على ان المنطقة محدبة (CONVEX)

٢- اذا كانت التقوس بالسالب ذلك يدل على ان المنطقة مقعرة (CONCAVE)

٣- اذا كانت قيمة التقوس تساوي صفر او قريبة من ذلك يدل على ان المنطقة منبسطة (Flat)

اما اهم فوائد حساب ومعرفة قيمة التقوس هي :

١- معرفة المناطق المحدبة من المناطق المقعرة

٢- معرفة اتجاه الجريان السطحي (surface Run off)

٣- معرفة نوعية انماط التصريف (drainage pattern)

٤- معرفة اتجاه الترسيب Deposition

يتم حساب مقدار التقوس في المنطقة لكل خلية من خلايا الشكل الخلوي , على سبيل المثال توخذ مصفوفة من الخلايا (٣*٣) والمصفوفة حاويه على (٩) خلايا (شكل ١١) حيث يكون حساب التقوس في هذه المصفوفة كالتالي (ESRI , 2008) :

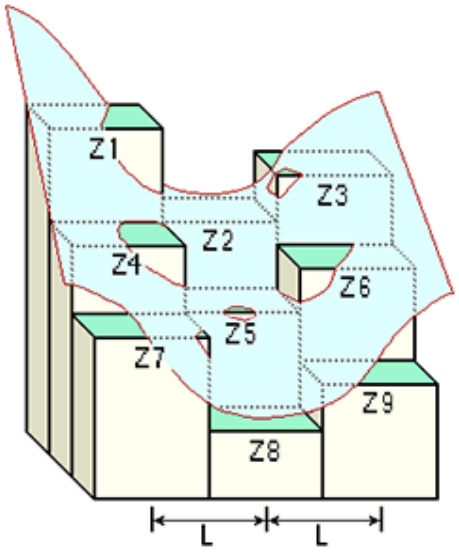
يكون الارتفاع Z هو المتغير الوحيد الذي يعتمد علية في حساب التقوس , حيث يتم استخراج قيمة Z من المعادلة التاليه :

$$Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I \quad \ldots\ldots \quad ٣$$

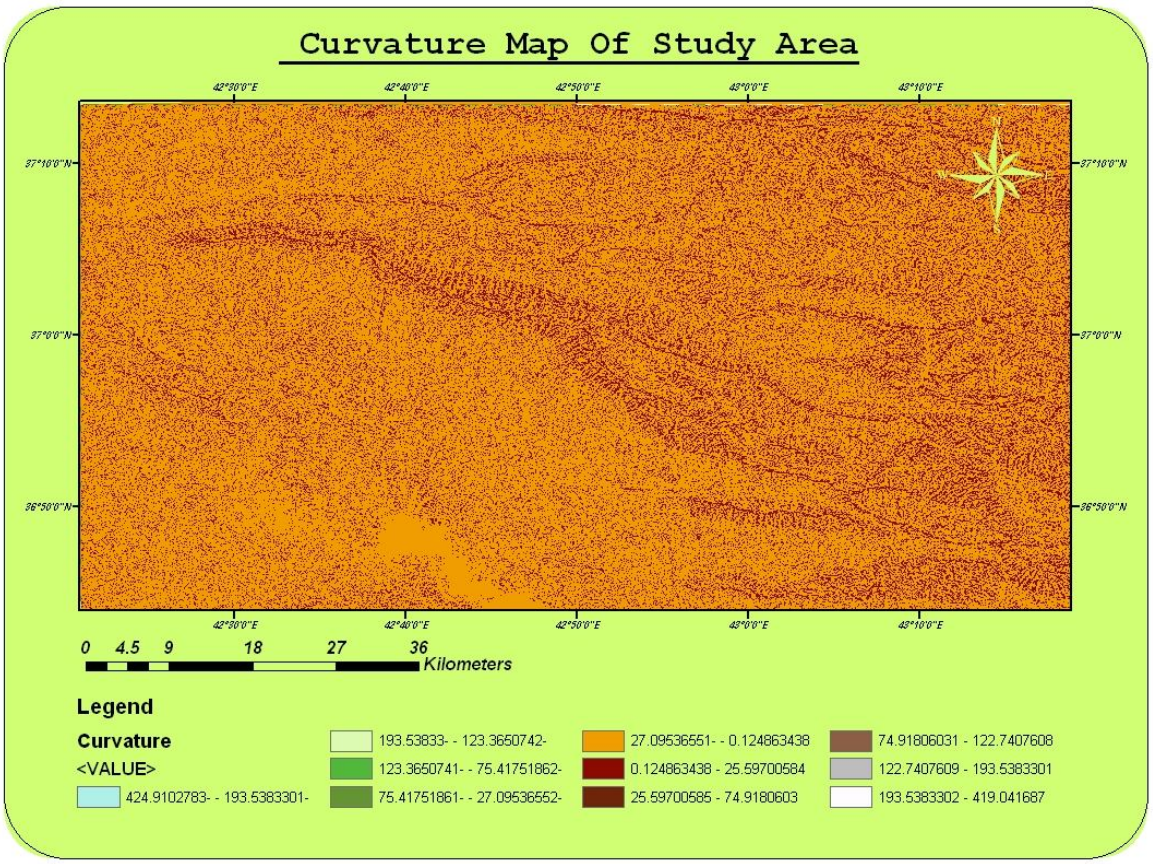
حيث X , Y = أبعاد الخلية وهو ثابت لكل الخلايا

وحيث إن A, B, C , D , E , F , G , H , I هي عبارة عن متغيرات ويتم استخراجها على النحو التالي وحسب المعادلات أدناه

$$A = [(Z1 + Z3 + Z7 + Z9) / 4 - (Z2 + Z4 + Z6 + Z8) / 2 + Z5] / L^4$$
$$B = [(Z1 + Z3 - Z7 - Z9) /4 - (Z2 - Z8) /2] / L^3$$
$$C = [(-Z1 + Z3 - Z7 + Z9) /4 + (Z4 - Z6)] /2] / L^3$$
$$D = [(Z4 + Z6) /2 - Z5] / L^2$$
$$E = [(Z2 + Z8) /2 - Z5] / L^2$$
$$F = (-Z1 + Z3 + Z7 - Z9) / 4L^2$$
$$G = (-Z4 + Z6) / 2L$$
$$H = (Z2 - Z8) / 2L$$
$$I = Z5$$
$$Curvature = -2(D + E) * 100$$



شكل (11) مصفوفة ذات ثلاثة إبعاد توضح خاصية التقوس (ESRI , 2008)



شكل (١٢) يوضح خارطة ظلال التقوس لمنطقة الدراسة

٦- مقاطع الارتفاعات (profiles)

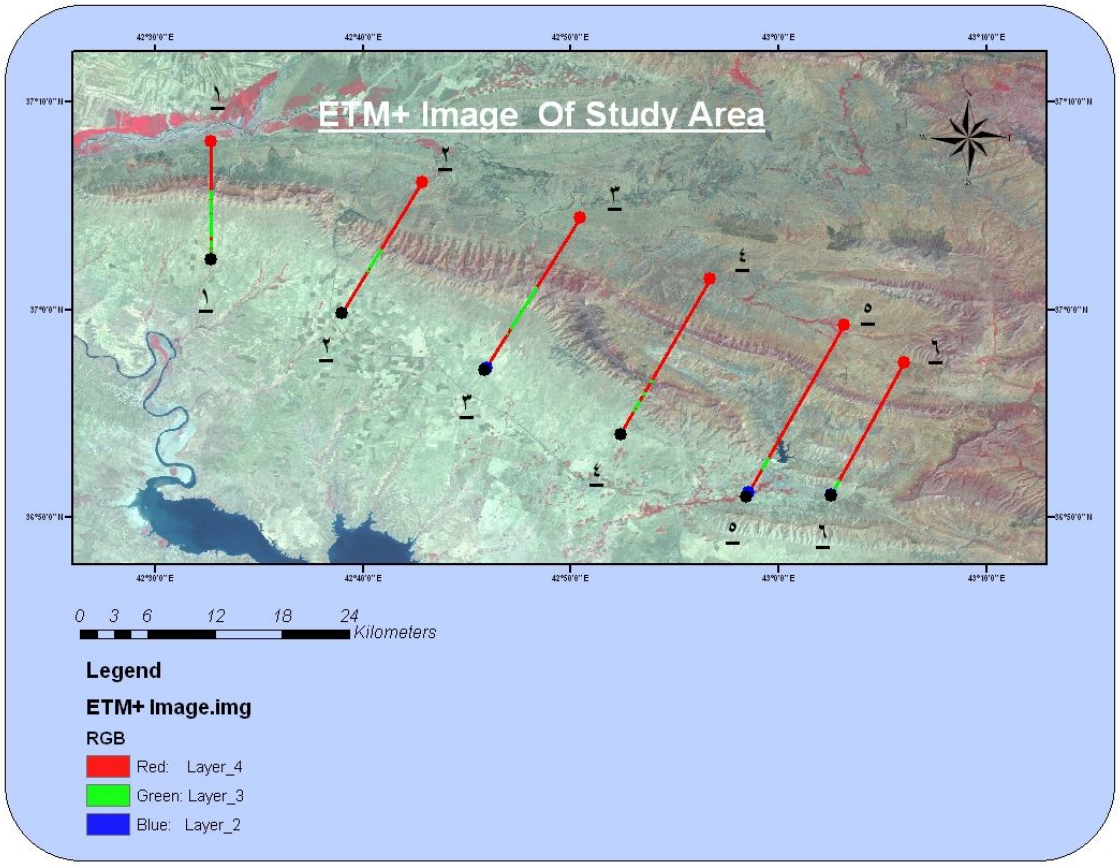
تعرف المقاطع الارتفاعية على انها التغير في الارتفاع على طول خط على سطح الارض (Huggett , 2007) , أن من احد خصائص برنامج ArcGIS انه يحتوي على خاصية تمكن من انتاج مقاطع ارتفاعية profiles وباستخدام نموذج الارتفاع الرقمي DEM اما اهم فوائد هذه المقاطع هي :

١- تساعد في التخطيط لانشاء سكك الحديد او التخطيط لشق الطرق وتصريف المياه

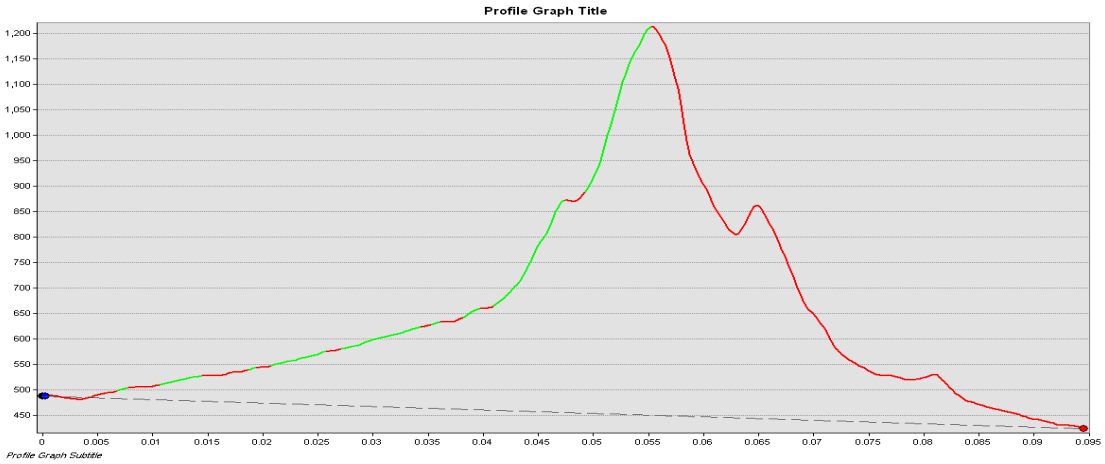
٢- التعرف على التغير في التضاريس في المنطقة في منطقة الدراسة

٣- يمكن استخدامه في رسم الطبقات الجيولوجية وتسقيطها حسب سمك الطبقة .

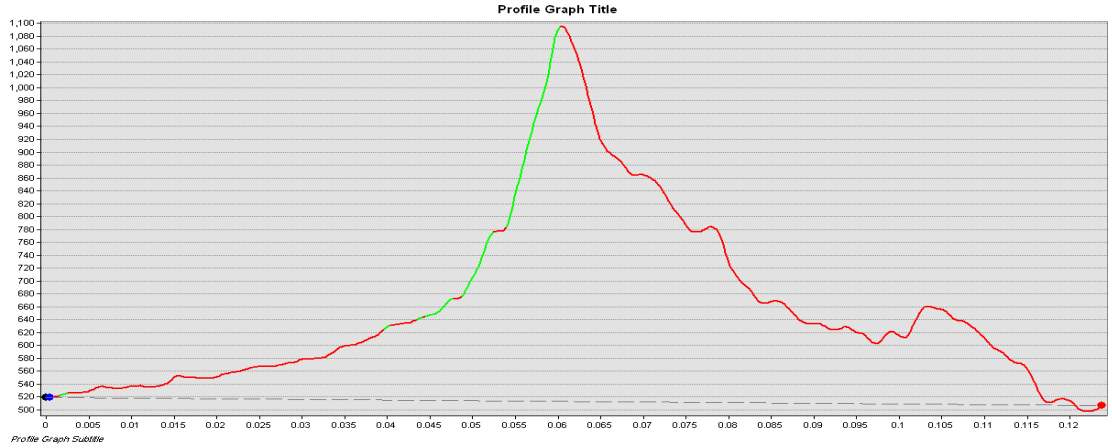
تم عمل مجموعة من مقاطع ألارتفاعات(profiles)لمنطقة الدراسة وبشكل عمودي على مضرب الطبقات, حيث يوضح الشكل(١٣) توزيع مقاطع ألارتفاعات على صورة فضائية (شكل ١٤ , ١٥ , ١٦ , ١٧ , ١٨ , ١٩).



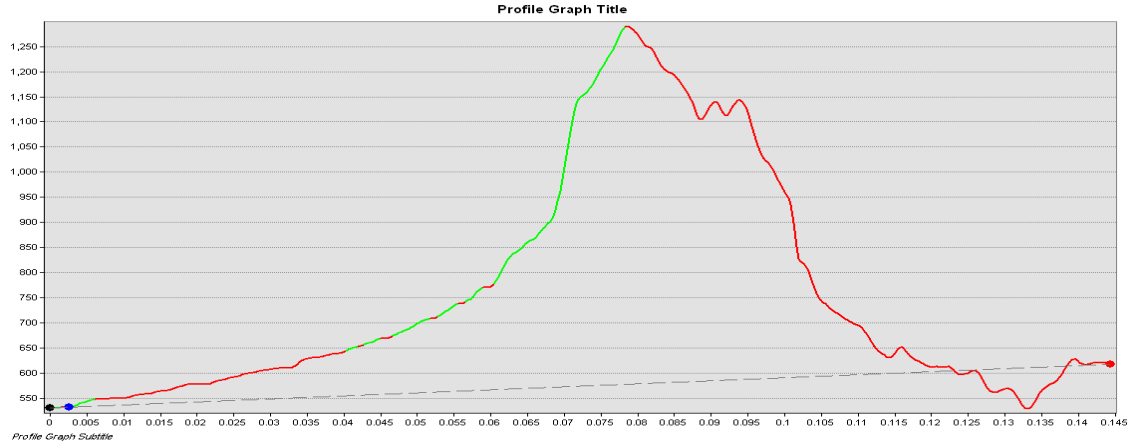
شكل (١٣) صوره فضائية لمنطقة الدراسة موضح عليها توزيع المقاطع الطبوغرافية



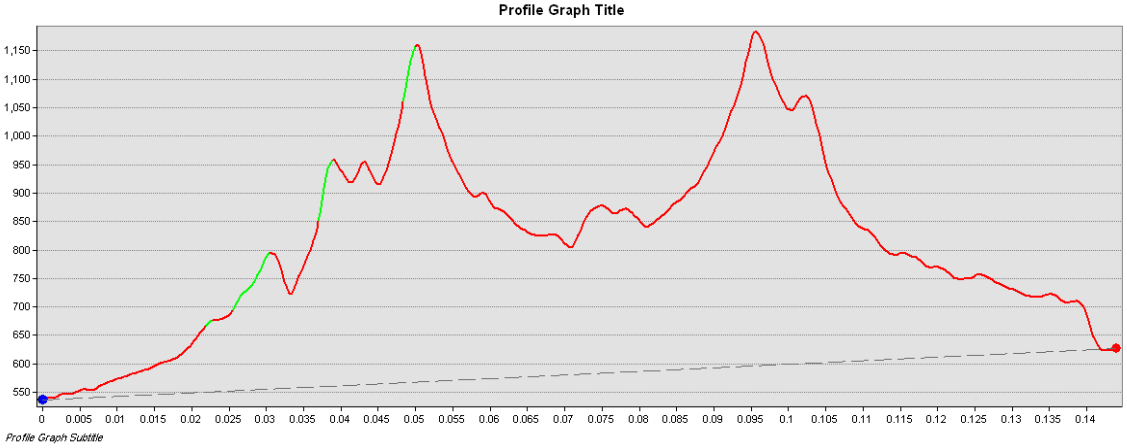
شكل (١٤) مقطع طبوغرافي على طول الخط ١ - ١



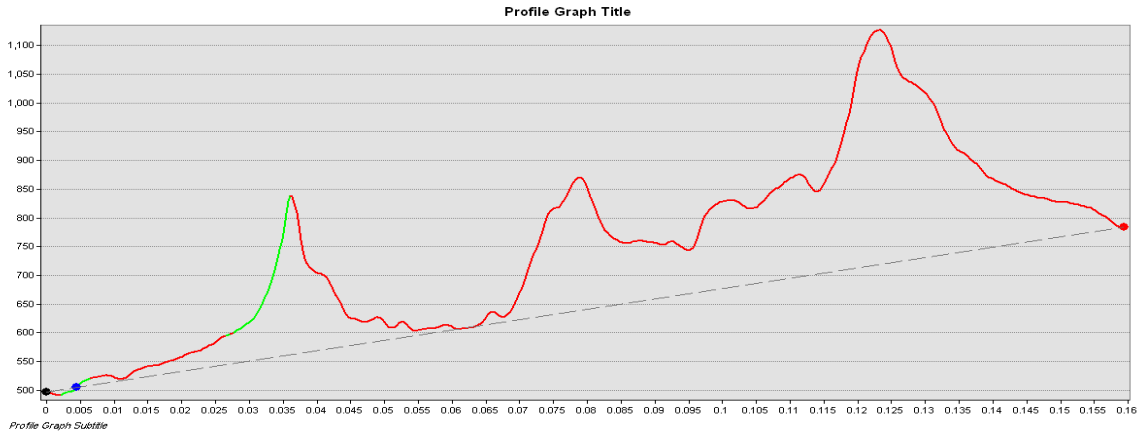
شكل (١٥) مقطع طبوغرافي على طول الخط ٢ - ٢



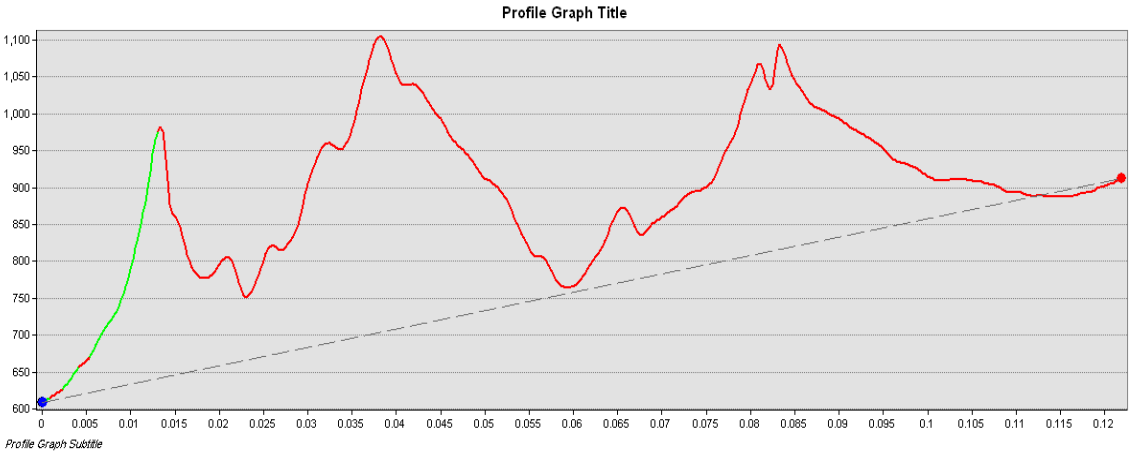
شكل (١٦) مقطع طبوغرافي على طول الخط ٣ - ٣



شكل (١٧) مقطع طبوغرافي على طول الخط ٤ - ٤



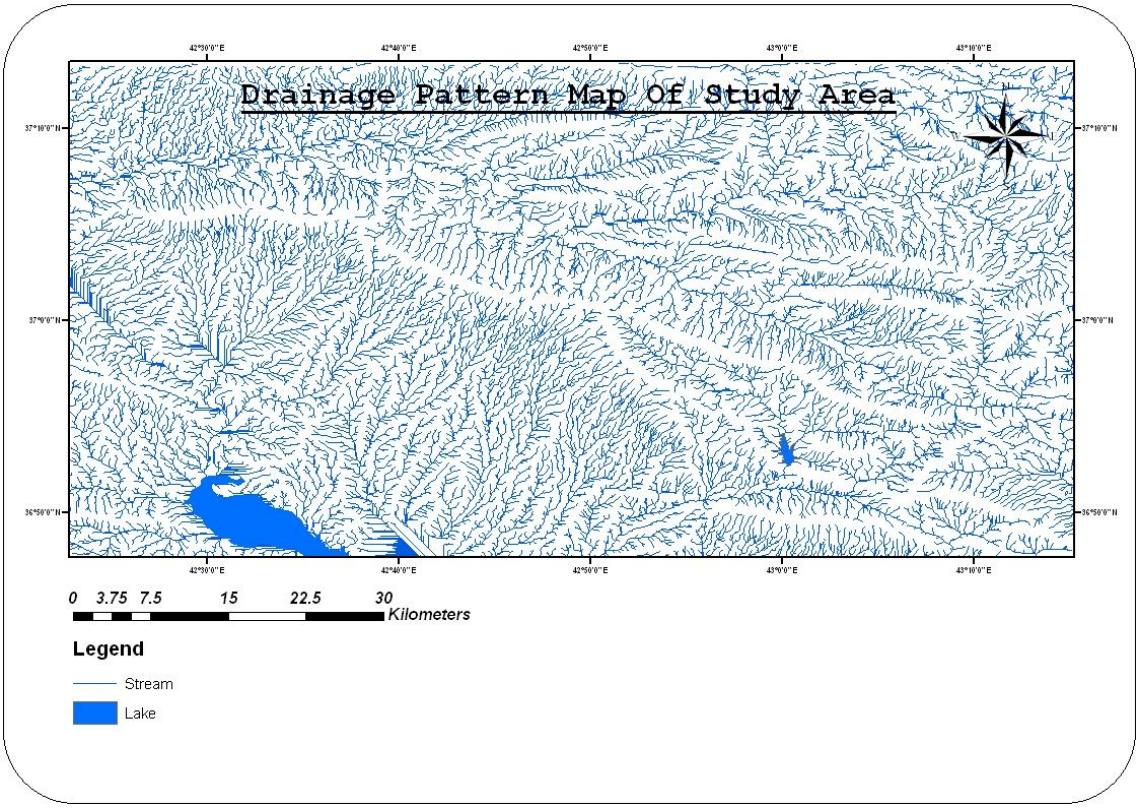
شكل (١٨) مقطع طبوغرافي على طول الخط ٥ - ٥



شكل (١٩) مقطع طبوغرافي على طول الخط ٦ - ٦

٧- اشتقاق خرائط شبكات التصريف :

توفر أنظمة المعلومات الجغرافية وباستخدام نموذج الارتفاع الرقمي إمكانية استنتاج المعالم الخطية كمجاري السيول وخطوط التصريف والمعالم المساحية كحدود أحواض التصريف وان استنتاج هذه المعلومات مهمة في الاستفادة منها في مجال عملية المحاكاة لجريان مياه الإمطار (شكل ٢٠) حيث يوضح الشكل شبكة التصرف في منطقة الدراسة.



شكل (٢٠) خارطة شبكات التصريف مشتقة من بيانات الارتفاعات الرقمية بدقة مكانية ٣٠ م

٧-١ تحليل شبكة التصريف

لوحظ سيطرة العامل التركيبي والصخارية على أنظمة التصريف في منطقة الدراسة بشكل رئيسي نظرا لوجود الصخور الكلسية والجبسية والطينية في غالبية المنطقة ووجود الطيات المحدبة فان شبكة الوديان في منطقة الدراسة تتخذ الأنظمة التالية التي تم ملاحظتها من خلال دراسة وتحليل الصور الفضـــائية وخـــرائط أنماط التصريف إضافة إلى الملاحظات الحقلية .

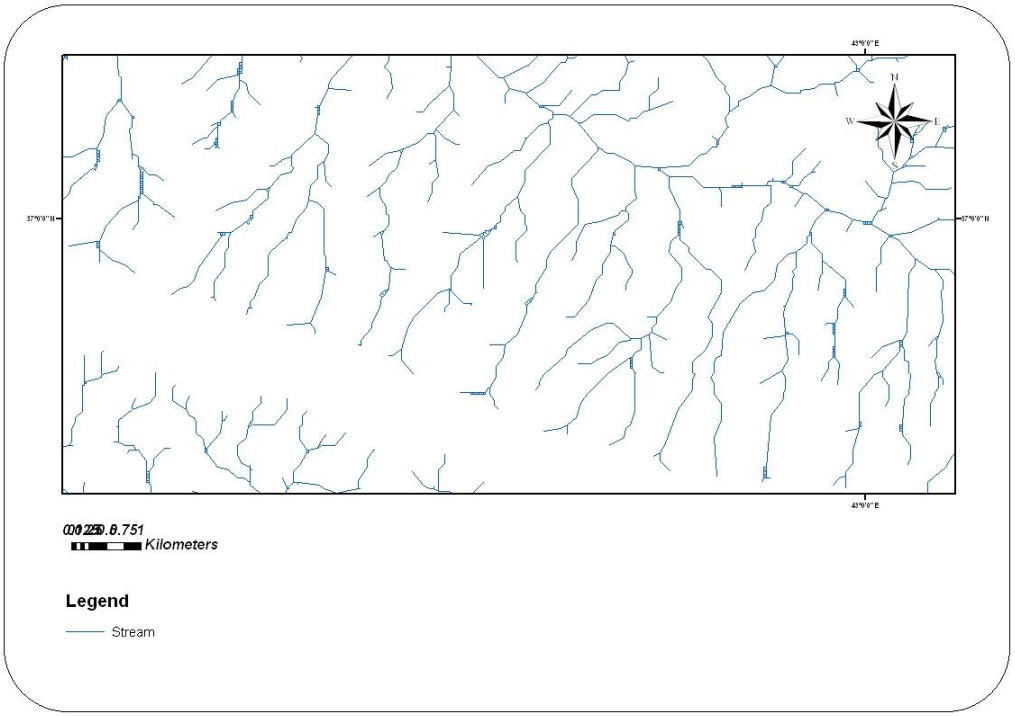
٧-١-١ النظام المتوازي

يوجد هذا النوع من الوديان على أجنحة الطيات المحدبة والتي تبدأ عادة بعد خروج الوديـــان مـــن مناطق محاور الطيات المحدبة (plateau) (الشكل٢١) ويلاحظ أيضا إن بدايات ونهايات هذه الوديان تكون من النوع الشجري (محسوب , ٢٠٠٣) .

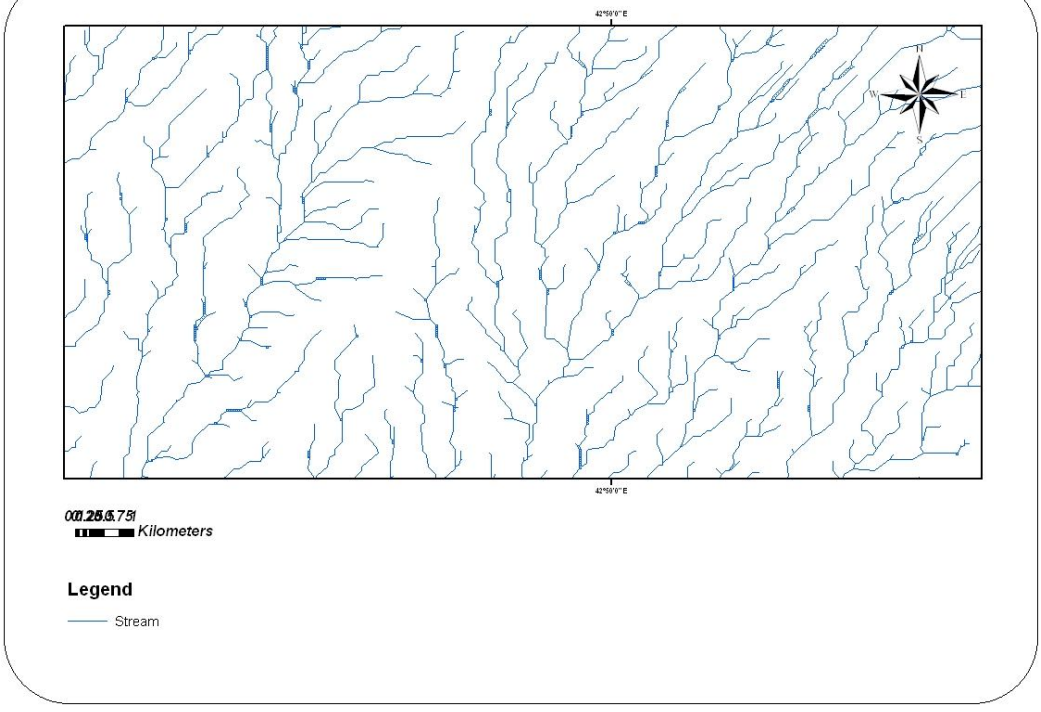
٧-١-٢ النظام الشجري

يلاحظ هذا النوع في لب الطيات المحدبة وسبب ذلك هو صخارية المنطقة التي تتكون من تتابع الصخور الطينية والطفل والصخور الكلسية والجبس حيث إن التباين في صلادة هذه الصخور وقابليتها لمقاومة التجوية تكون متباينة إضافة إلى تطبقها الجيد وعليه تتكون الوديان من النظام الشجري (محسوب , ٢٠٠٣) شكل (٢٢) .

ومن الجدير بالذكر ان غالبية الوديان الموجودة في المنطقة لها شكل (V) (صوره ٣) ومن النادر ملاحظة شكل (U) في منطقة الدراسة باستثناء بعض الأجزاء وان التغير في شكل المقطع العرضي لهذه الوديان يمكن أن يكون استجابة للتشويه الذي تتعرض له منحدراتها نتيجة للنشاط التكتوني في المنطقة .



شكل (٢١) نمط التصريف المتوازي في منطقة الدراسة



شكل (٢٢) نمط التصريف الشجري في منطقة الدراسة

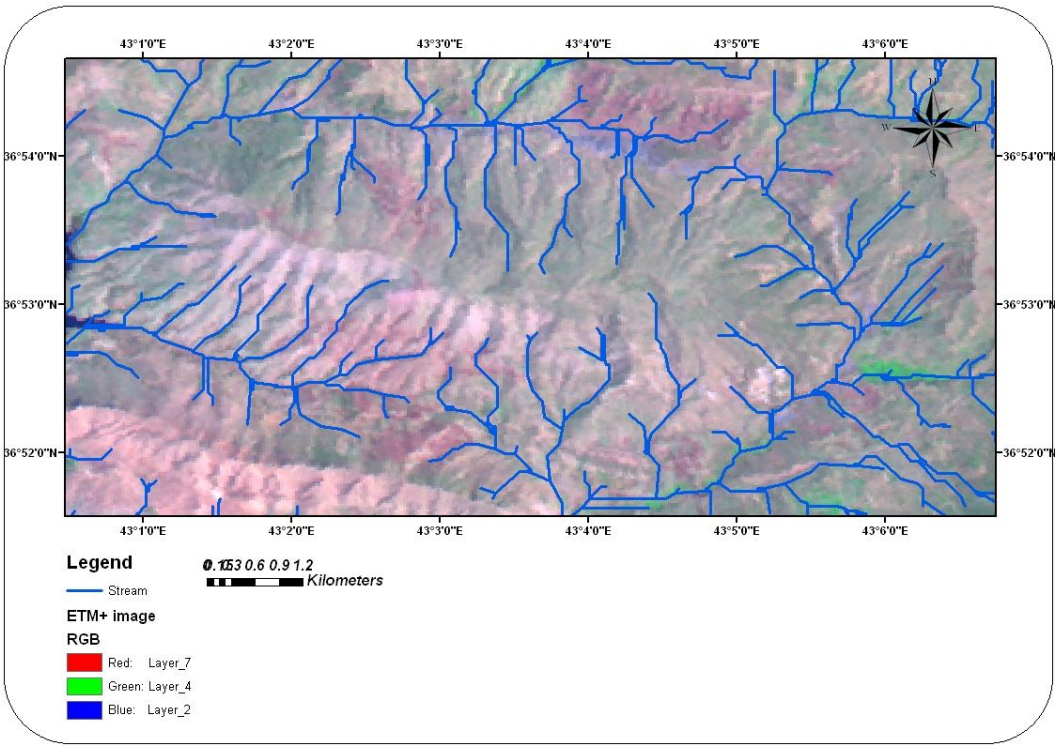
(صوره ٣) شكل (V) للوديان الموجودة في منطقة الدراسة

٧- ٢ مطابقة انماط التصريف المستنبطة من بيانات الارتفاعات الرقمية مع انماط التصريف الظاهرة في الصور الفضائية :

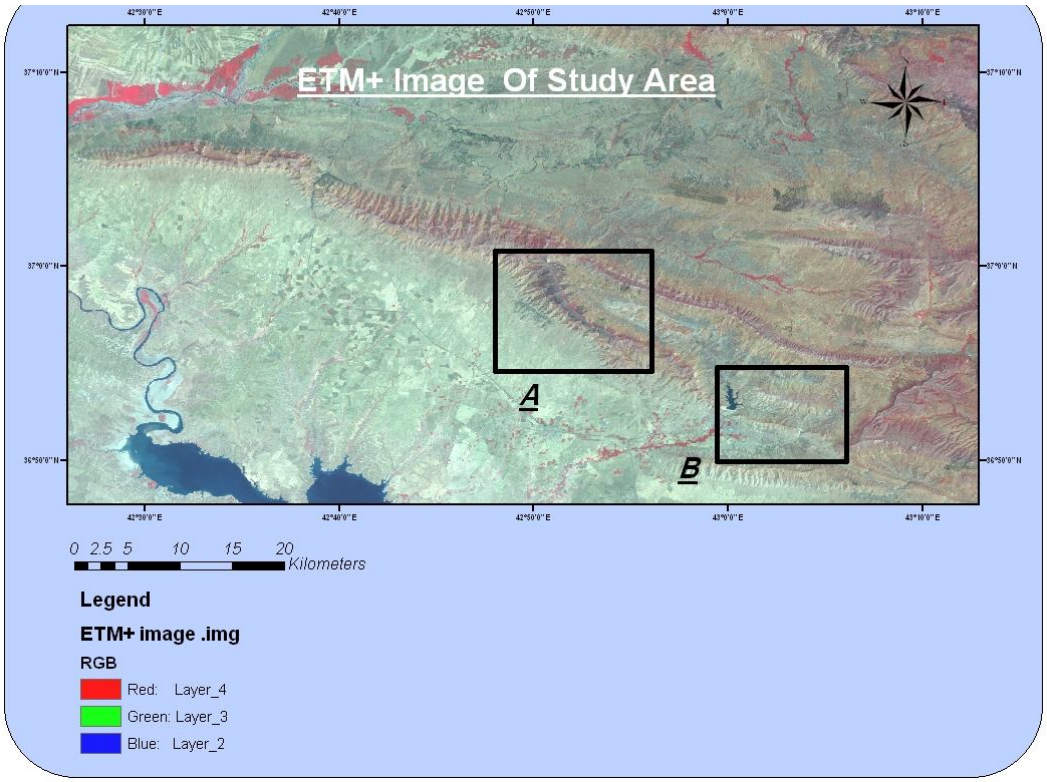
لوحظ وجود تطابق بين انماط المجاري المستنبطة من بيانات الارتفاعات الرقمية مع المجاري الظاهرة في الصور الفضائية , حيث يوضح الشكل (٢٣) انطباق المجاري المشتقة من بيانات الارتفاعات الرقمية مع المجاري الظاهرة في الصورة الفضائية .

٨- حواجز ظهر الحلوف (Hogback ridges) :

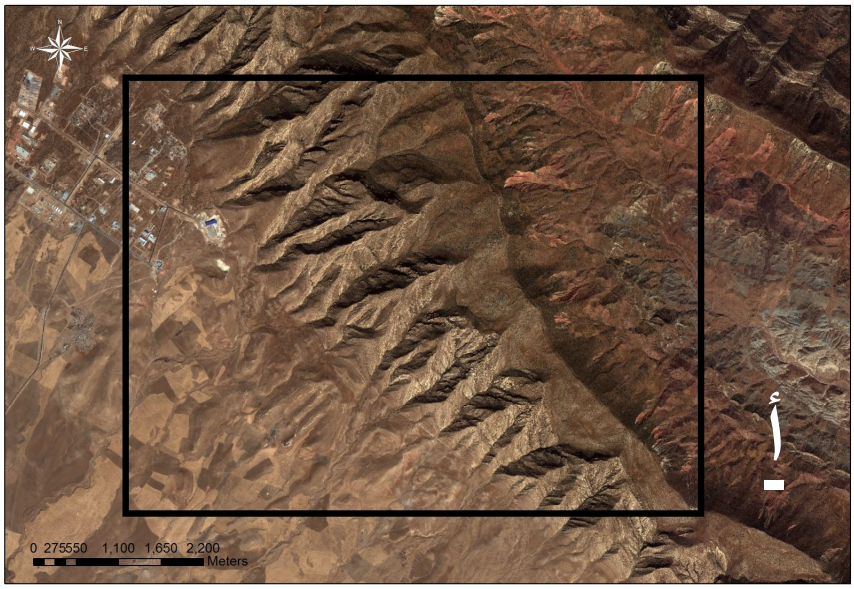
حواجز ظهر الحلوف هي إشكال متناظرة حيث يكون ميل الطبقات حاد عند ٤٠ درجة وأكثر (Huggett , 2007) (شكل ٢٤ , ٢٥) وهذه الحواجز تحيط بالطرف الجنوبي من طية بيخير وتكون متكونة من حواجز من الحجر الجيري الصلب المقاوم للتعرية وحيث ان انحدار ميل الطبقات يكون مقارب لانحدار ظهر الميل في شدة الانحدار (Huggett , 2007) .



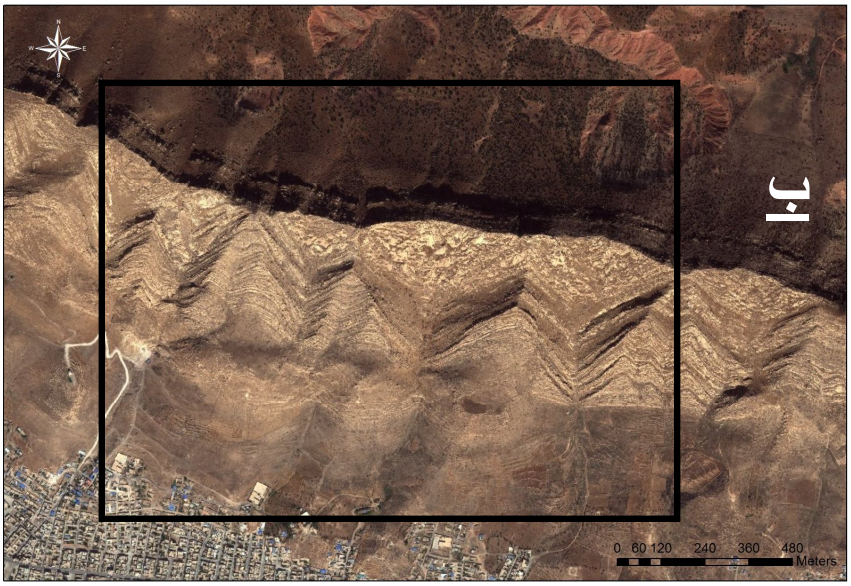
شكل (٢٣) مطابقة المجاري المستنبطة من بيانات الارتفاعات الرقمية مع المجاري الظاهرة في الصور



شكل (٢٤) صورة فضائية لمنطقة الدراسة محدد عليها ظاهرة حواجز ظهر الحلوف



شكل (٢٥ أ) صورة فضائية محدد عليها ظاهرة حواجز ظهر الحلوف مأخوذة من المرئية الفضائي (Google earth image,2012)



شكل (٢٥ ب) صورة فضائية محدد عليها ظاهرة حواجز ظهر الحلوف مأخوذة من المرئية الفضائي (Google earth image,2012)

المناقشة والاستنتاجات :

١. أوضحت الدراسات الجيومورفولوجية باستخدام التقنيات الحديثة للاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أهمية كل منهما في الحصول على بيانات ومعلومات دقيقة يصعب الوصول إليها بوسائل الدراسة التقليدية الجدولية والخرائط .

٢. توفر الوقت والجهد خاصة بعد تطور تقنية الاستشعار عن بعد وارتباطها بتقنيات الحاسبات الإلية والبرامج المختلفة والتي تحول البيانات إلى معلومات وأيضا استخدام برامج الحاسوب التي تعتمد على المعادلات الرياضية الأساسية وبعدها تدخل نظم المعلومات الجغرافية للحصول منها على طبقات من المعلومات المجمعة والمستخلصة والتي يمكن رسمها في صورة خرائط تحليلية وموضوعية لتحليل وتفسير ومعرفة الظواهر والعمليات الجيومورفولوجية والتغيرات المناخية والجيولوجية من خلال استقراء هذه العوامل والعمليات المختلفة . وان تطبيق التقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أصبح ضرورة للتطبيق الجيومورفولوجي .

٣. يوضح الشكل (٣) خارطة كنتوريه لمنطقة الدراسه حيث يدل تقارب الخطوط الكنتورية على شدة الانحدار العالية وتباعدها يدل على ان الانحدار قليل , وكذلك يوضح الشكل ان اعلى ارتفاع في المنطقة يبلغ (١٣٥٠ م) عن مستوى سطح البحر بالاضافة الى ان هنالك مجموعة من القمم على امتداد اجنحة ولب الطية ويوضح كل من الشكلين (٦ و٨) درجات الانحدارات واتجاهاتها في المنطقة من خلالهما يتضح ان درجات الانحدار السائدة فيما بين ٥- ١٦ درجة في اغلب مناطق الطية ويرجع ذلك لسيادة الصخور الرسوبية التي تكون مقاومتها للتجوية قليلة وفي ذات الوقت تعد دليلا على زيادة عمليات التجوية وزيادة رتب المجاري المائية من الدرجة الاولى في حين تسود درجات الانحدار اكبر من ٢٢ درجة على طول الجناح الشمالي والجنوبي للطية وبخاصة في صخور تكوين البلاسبي بسبب مقاومتها العالية لعوامل التجوية.اما اتجاه الانحدرات فيتفق مع امتداد السلاسل الجبلية حيث يلاحظ سيادة الاتجاه الانحدارات الشمالي الغربي ويتفق مع اتجاه التصريف المائي ويلي الاتجاه السابق الجنوب الشرقي وهو الجانب المظاهر للحافات الصخرية, ويتبعهما اتجاه ثانوي ثالث باتجاة الشرق .

٤. استخدام المرئيات الفضائية من نوع Landsat 7 ETM + في تميز ظاهرة ظهر الحلوف الشائعة على الجناح الجنوبي لطية بيخير في حين استخدمت بيانات الارتفاعات الرقمية DEM ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة وقياس وحساب الانحدار واتجاهه وعمل خارطة مجسمه للمنطقة , كذلك تم تحديد مناطق التقوس في الطية باشتقاق خارطة التقوس بالاضافة الى عمل خارطة مجسمة للمنطقة و خارطة ظلال التلال .

٥. اوضحت الدراسة ان اهم المؤشرات المورفومترية الى تعطى مدلولات جيومرفولوجية لديناميكية التعرية كثافة التصريف وتكرارية المجاري وان تطور الشبكة الهايدروغرافية تأثر بعاملين : عدد وطول لمجاري المائية واوضحت الدراسة ان هنالك تطابق بين خارطة انماط التصريف المشتقة من بيانات الارتفاعات الرقميه مع الوديان الظاهره في الصوره الفضائيه وتم تحديد نوعين من انماط التصريف والتي تكون شائعة في منطقة الدراسة وهما النمط الشجري والنمط المتوازي .

التوصيات :

١. زيادة دراسة الاستشعار عن بعد لكافة مناطق البلد .

٢. استخدام البرامج المذكورة لسهولة العمل عليها مع المرئيات الفضائية .

المصادر

الفقيه , شيرزاد عبد العزيز عبد الرحيم (١٩٩٩) : التوسع المساحي لمدينة دهوك (دراسة في جغرافية المدن) أطروحة ماجستير غير منشورة , قسم الجغرافية , كلية التربية , جامعة صلاح الدين , اربيل , ١٨١ ص .

محسوب , محمد صبري , ٢٠٠٣, جيومورفولوجية الإشكال الارضيه , جمهوري مصر العربية , 317 ص

AL - Qaim, B. and Salman, L., 1986. Lithofacies analysis of Kolosh Formation Shaqlawa area North Iraq. Jour. Geol. Soc. Iraq. Vol. 19 . P 107 – 121 .

Al-Rawi ,Y.T. 1983 . Origin of red color in the Gercus Fn. (Eocene) , Northeastern Iraq . Sedimentary Geology , 35 . P 177-192 .

Anteucci,J.,et al.(eds) 1991. Geographic Information System , Guide to Technology V.N. Reeinhold , New York.

Bellen, R.C., Dunnington, H.Y., Wetzel,R. and Norton, D. N., 1959 . Lexique Stratigraphique International , V.III, Fasc. 10a ,Asia ,Iraq , 333 p.

ESRI , 2008 , Manual of ARC GIS , version 9.3 , USA .

Google earth image , 201٢ , www.Google earth. Com .

Hugget ,Richard John , 2007,Fundemetals of Geomorphology , Routledge ,2nd , New York , P458 .

Jassim , S. Z. and Goff , J. C. , 2006 , Geology OF IRAQ, Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno , 431p.

Lillisand, T.M. and kiefer, R.W., 2008, Remote sensing and Image Interpretation, John wiley and sons Inc., 6th Ed., Canada 756p.

Price , Maribeth H. , 2004 . Mastering Arc GIS , Mc Graw Hill companies , P 586 .

Sissakian, V.K., Hagopian, D.H. and Hasan, E.A., 1995. Geological Map of Al-Mosul Quadrangle, sheet NJ-38-13. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Walsh, M., J. , and US Army Corps of Engineers, 2003, Remote Sensing, Department of the Army, US Army corps of Engineers, Washington, DC, 20314-1000, Manual No.1110-2-2907, p217.