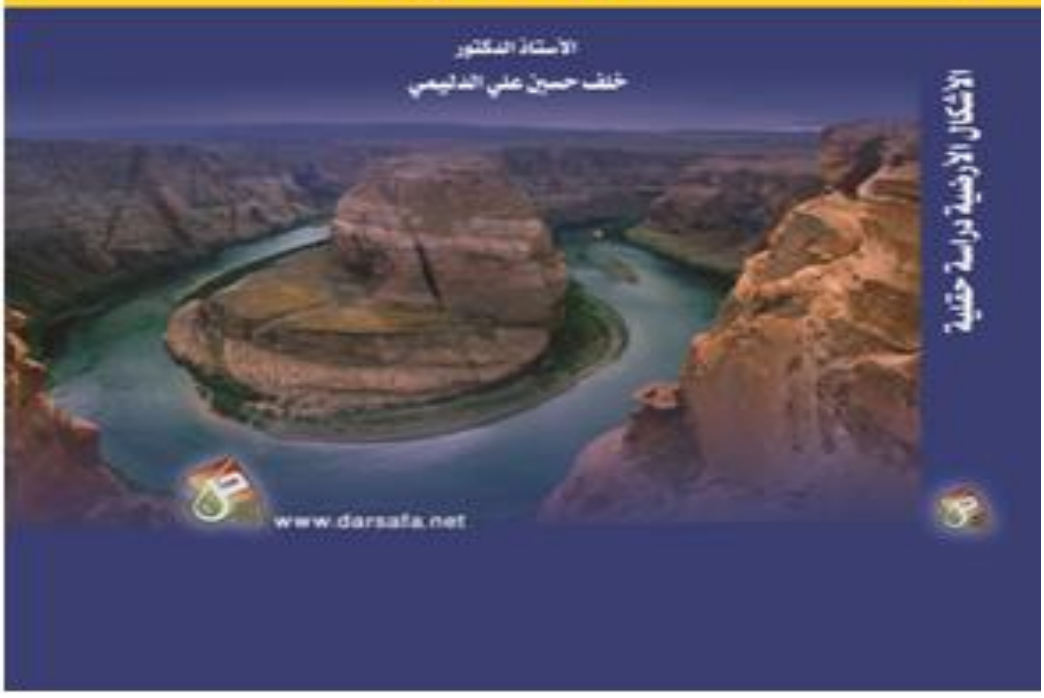
الأشكال الأرضية

دراسة حقلية

أ.د. خلف حسين علي الدليمي



الاشكال الارضية

دراسة حقلية

الاستاذ الدكتور
خلف حسين علي الدليمي
جامعة الانبار العراق

الطبعة الأولى
2018م - 1439هـ



دار صفاء للنشر والتوزيع - عمان



دار صفاء للنشر والتوزيع

رقم التصنيف: 551.41

الاشكال الارضية دراسة حقلية

خلف حسين الدليمي

الواصفات: الجيومورفولوجيا//الارض/

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2017/2/653)

ردمك ISBN 978-9957-616-56-4

عمان ـ شارع الملك حسين

مجمع الفحيص التجاري ـ تلفاكس ـ 4612190 6 962+

هاتف ـ 4611169 6 962+ ص . ب 922762 عمان ـ 11192 الأردن

DAR SAFA Publishing - Distributing

Telefax: +962 6 4612190- Tel: + 962 6 4611169

P.O.Box: 922762 Amman 11192- Jordan

E-mail:safa@darsafa1.net

E-mail:safa@darsafa.info

www.darsafa.net

جميع حقوق الطبع محفوظة

All RIGHTS RESERVED

جميع الحقوق محفوظة للناشر. لا يسمح بإعادة إصدار الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال دون إذن خطي من الناشر

All rights Reserved. No part of this book may be reproduced. Stored in a retrieval system. Or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.



أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّماءِ ماءً فَأَخْرَجْنا بِهِ ثَمَراتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوانُها وَمِنَ الْجِبالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوانُها وَغَرابِيبُ سُودٌ *(27) وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالْأَنْعامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوانُهُ كَذلِكَ إِنَّما يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبادِهِ الْعُلَماءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ*(28).

صدق الله العظيم.سورة فاطر

الاهـداء الى:

الارواح الطاهرة التي غادرت الدنيا بقضاء اجلها ابي وامي واخواني واخواتي صدقة جارية.

الارواح الطاهرة التي سبقتنا الى عليين من اساتذتنا الاجلاء عرفانا وترحما.

زملائي في المهنة في كل ارجاء العالم تكريما.

زملائي في العمل اعتزازا واحتراما.

زوجتي وأولادي وبناتي حبا

المحتويات

الفصل الاول-الخطوات الاساسية في دراسة مظاهر سطح الارض

المبحث الاول-تعريف علم شكل الارض الحقلي وعلاقته بالجغرافيا

المبحث الثاني-اهمية الدراسة الحقلية

المبحث الثالث-الخطوات الاساسية في الدراسة الحقلية

المبحث الرابع- تصنيف مظاهر سطح الارض:

المبحث الخامس-خطوات العمل الحقلي الفعلي

المبحث السادس-العناصر والجوانب التي تشملها الدراسة الحقلية.

الفصل الثاني-استخدام تقنيات الجيوماتكس في توفير المعلومات وتحليلها

المبحث الاول-تعريف الجيوماتكس واهميته

المبحث الثاني -الاستشعار عن بعد:

المبحث الثالث- نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

المبحث الرابع-استخدام نظام المواقع العالمي GPS

المبحث الخامس- نظم الاحداثيات الجغرافية

المبحث السادس-استخدام البرامجيات الحاسوبية في تحليل مظاهر سطح الارض

المبحث السابع- رسم المقاطع الطولية والعرضية

المبحث الثامن-استخدام الاشكال البيانية في تمثيل مظاهر السطح

الفصل الثالث-الدراسة الحقلية لصخور القشرة الارضية

المبحث الاول-مكونات الارض

المبحث الثاني-اوضاع الصخور في القشرة الارضية

المبحث الثالث-اسلوب التحري عن الصخور

المبحث الرابع-انواع الصخور في القشرة

المبحث الخامس-الخصائص الكيميائية والفيزيائية للصخور

المبحث السادس-التراكيب الاولية في صخور القشرة الارضية

المبحث السابع-التراكيب الثانوية في صخور القشرة الارضية
المبحث الثامن-عناصر الضعف في الصخور
المبحث التاسع-التمثيل الكارتوغرافي للطبقات الصخرية
المبحث العاشر- حماية الصخور من التعرية والتجوية
الفصل الرابع-الدراسة الحقلية للتربة
المبحث الاول-انواع الترب والعوامل التي اسهمت في تكوينها
المبحث الثاني-التحري الموقعي عن التربة
المبحث الثالث- خصائص الفيزيائية للتربة
المبحث الرابع-الخصائص الكيميائية للتربة
المبحث الخامس-علاقة خصائص التربة بالنشاط البشري
الفصل الخامس-الا نحدارات دراسة حقلية
المبحث الأول-اهمية دراسة الانحدارات
المبحث الثاني- تصنيف الانحدارات
المبحث الثالث-قياس الانحدارات
المبحث الرابع- تمثيل الانحدارات كميا ونوعيا
المبحث الخامس-دراسة ميدانية لمنحدرات بعض الاشكال الارضية
الفصل السادس-اساليب قياس التعرية
المبحث الاول- قياس التعرية الريحية حقليا
المبحث الثاني- قياس التعرية الريحية باستخدام التقنيات الحديثة
المبحث الثالث- قياس التعريةالمائية بشكل مباشر
المبحث الرابع-قياس التعرية المائية في المناطق الصحراوية
المبحث الخامس-قياس التعرية الاخدودية
المبحث السادس-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قياس التعرية المائية
المبحث السابع-قياس التعرية البشرية

الفصل السابع-السواحل والشواطيء البحرية دراسة حقلية

المبحث الأول- تعريف وتصنيف السواحل والشواطئ

المبحث الثاني- الموقع و الخصائص الطبيعية لساحل الاثرون

المبحث الثالث- الخصائص الجيومورفومترية لشاطئ البحر المتوسط في منطقة الاثرون

المبحث الرابع- العوامل المؤثرة في تغير شكل الشاطئ

المبحث الخامس-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة السواحل والشواطيء

الفصل الثامن-المنخفضات الصحراوية دراسة حقلية

المبحث الأول-الموقع والنشأة

المبحث الثاني-العوامل التي أسهمت في تكون مظاهر السطح في المنخفض

المبحث الثالث -المظاهر الجيومورفولوجية في منخفض الجغبوب

الفصل التاسع-دور الانسان في تغيير مظاهر سطح الارض

المبحث الأول-تأثير الانسان المباشر على سطح الأرض

المبحث الثاني- تأثير الإنسان غير المباشر على سطح الأرض

الفصل ألعاشر-اعداد خرائط الاشكال الارضية

المبحث الاول-انواع الخرائط الطبيعية.

المبحث الثاني-تمثيل الاشكال الارضية على الخريطة.

المبحث الثالث-الرموز وعلامات الدلالة.

المبحث الرابع- تمثيل الاشكال الارضية بالخرائط.

المقـدمـــة

الحمد لله رب العالمين الذي انعم علينا نعمة العقل وهدانا طريق المصلحين،وجعلنا من اتباع سيدنا محمد خاتم الانبياء والمرسلين،ولطريق العلم سالكين،وللناس نافعين،وبقضاء الله وقدره امنين.

ان العلم في أي مجال لم يكن محددا بحدود لايمكن تجاوزها،بل مطلقا ولايعلم حدوده الا الله،اذ قال(وَمَا أُوتِيتُمْ مِنْ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلا)،يوما بعد يوم تتطور التقنيات التي تمثل ادوات تطور اساليب البحث العلمي ،فبعد ان كان رسم الخرائط يديويا حتى اواخر القرن الماضي،الا ان نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين كان بداية لثورة تكنولوجية غيرت في اساليب البحث العلمي كثيرا،فقد كان للمعدات والبرامجيات والتقنيات المختلفة الاثر الكبير في رفع قدرات الباحث العلمي في انجاز بحثه بسرعة وبسهولة،واقل كلفة وجهد،واسهم هذا التطور بشكل فاعل في مجال الدراسات الميدانية ،التي تعد الاساس في مجال علوم الارض بكل فروعها،فقد كان للاستشعار عن بعد من صور جوية وفضائية ومرئيات واستخدام البرامجيات بكل انواعها الدور الفاعل في توفير معلومات ونتائج تحليل دقيقة يصعب تحقيقها في الاساليب التقليدية اواليدوية،ان الدراسة الميدانية اوالحقلية تعد اساسا في توفير البيانات والمعلومات الكمية والوصفية،ويمثل علم شكل الارض احد فروع الجغرافيا الاساسية،والذي يضم تخصصات رئيسة وصفية وتطبيقية وحقلية،وكثيرا ما يحدث سوء فهم في التمييز بين التطبيقي والحقلي،فالتطبيقي يتناول العلاقة بين النشاط البشري ومظاهر سطح الارض، في حين يتناول الحقلي دراسة مظاهر السطح ميدانيا وقياس عناطرها والعمليات التي تتعرض لها،وتمثيلها باشكال مختلفة.

ان الكتب المؤلفة في مجال الدراسات الحقلية للاشكال الارضية قليلة جدا،رغم كثرة البحوث في هذا المجال،الا انها لم تكن في متناول الباحثين الا القليل منها،كما ان تلك البحوث تتناول مجال محدد حسب التخصص والهدف من الدراسة،لذا كان لزاما علينا كمختصين في هذا المجال ان نقدم جهدا يهتدي به طلبة الدراسات الاولية والعليا والمختصين في هذا المجال،والذي يضم ما اتيح من معلومات وحسب ما تسمح به صفحات الكتاب،والتي تعد خطوات اساسية في مجال الدراسة الميدانية للاشكال الارضية،اذ تتيح المجال لزملائي المختصون في هذا المجال لاضافة ما يمتلكون من معلومات تغني طلبة العلم في المجال الجغرافي عامة وعلوم الارض خاصة،فقد ضم الكتاب عشرة فصول تناولت خطوات البحث الميداني ووسائله،واساليب قياس المنحدرات والتعرية،ودراسة الصخور

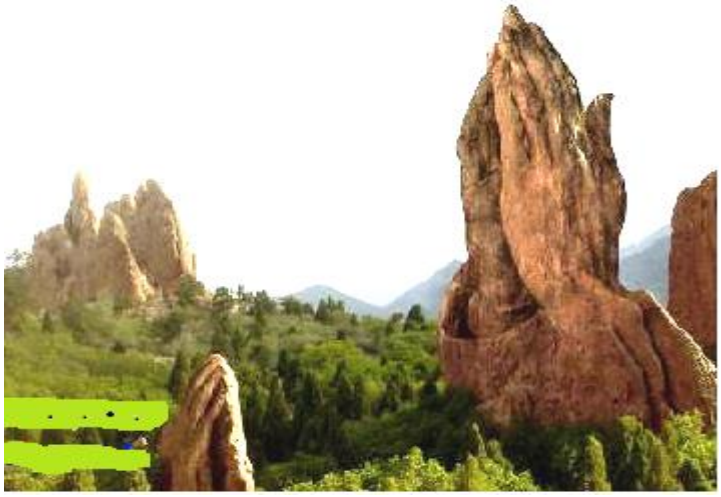
والتربة،والسواحل والشواطيء البحرية،والمنخفضات الصحراوية،واثر الانسان على سطح الارض،ورموز وخرائط الاشكال الارضية.

سائلين الله ان يوفقنا لما فيه الخير للناس جميعا ويهدينا سبل الرشاد ويجعل عملنا هذا صدقة جارية تنفعنا في اخرتنا،ويكتب لنا ما فيه صلاح لديننا ودنيانا واخرتنا والله ولي المخلصين الصالحين والمصلحين الصابرين.

أ.د.خلف حسين علي الدليمي

سنة 2017

alassaffy@gmail.com



الفصل الاول

الخطوات الاساسية في دراسة مظاهر سطح الارض

المبحث الاول-تعريف علم شكل الارض الحقلي وعلاقته بالجغرافيا

المبحث الثاني-اهمية الدراسة الميدانية

المبحث الثالث-الخطوات الاساسية في الدراسة الحقلية

المبحث الرابع- تصنيف مظاهر سطح الارض

المبحث الخامس- خطوات العمل الحقلي الفعلي

المبحث السادس- العناصر والجوانب التي تشملها الدراسة الحقلية

المبحث الاول-تعريف علم شكل الارض الحقلي وعلاقته بالجغرافيا:

اولا-تعريف علم شكل الارض الحقلي

يمثل علم شكل الارض الحقلي احد الفروع الاساسية لعلم شكل الارض،اذ ينقسم الى ثلاثة فروع اساسية الوصفي والتطبيقي والحقلي،وكان الاخيران مندمجين مع بعضهما،ولايفرق الباحثون بينهما،في حين يوجد فرق بينهما وكما يلي:

1-علم شكل الارض الحقلي: وتعني دراسة عناصر مظاهر سطح الارض دراسة(مورفومترية) قياسية تحليلية باستخدام اجهزة ومعدات وتقنيات وبرامجيات واساليب احصائية ومختبرية مختلفة,وتحليل العلاقة بين مظاهر السطح المختلفة في منطقة الدراسة,وتصنيفها حسب النشأة اوالعملية التي اسهمت في تكوينها,والعمليات التي تعرضت لها بمرور الزمن.

2-علم شكل الارض التطبيقي: علم يتناول دراسة مظاهر سطح الارض وصفيا ومورفومتريا والعمليات الجيومرفولوجية التي اثرت فيها بمرور الزمن(تعرية- ارساب -تجوية -انزلاق- هبوط-تدفق طيني-وغير ذلك)وعلاقة ذلك بالنشاط البشري من حيث الامكانات والمحددات والمشاكل,ووضع الحلول المناسبة لمعالجة بعض تلك المشاكل.[1]

ثانيا-علاقة علم شكل الارض بالجغرافيا

1-تعريف الجغرافيا: علم يهتم بدراسة سطح الأرض من حيث الشكل والتكوين,والإنسان ونشاطاته,والتفاعل بين البيئة والإنسان,اذ يؤثر ويتأثر كل منهما بالأخر,ونتائج تلك التفاعلات.

2-علاقة الجغرافيا بالعلوم الأخرى:

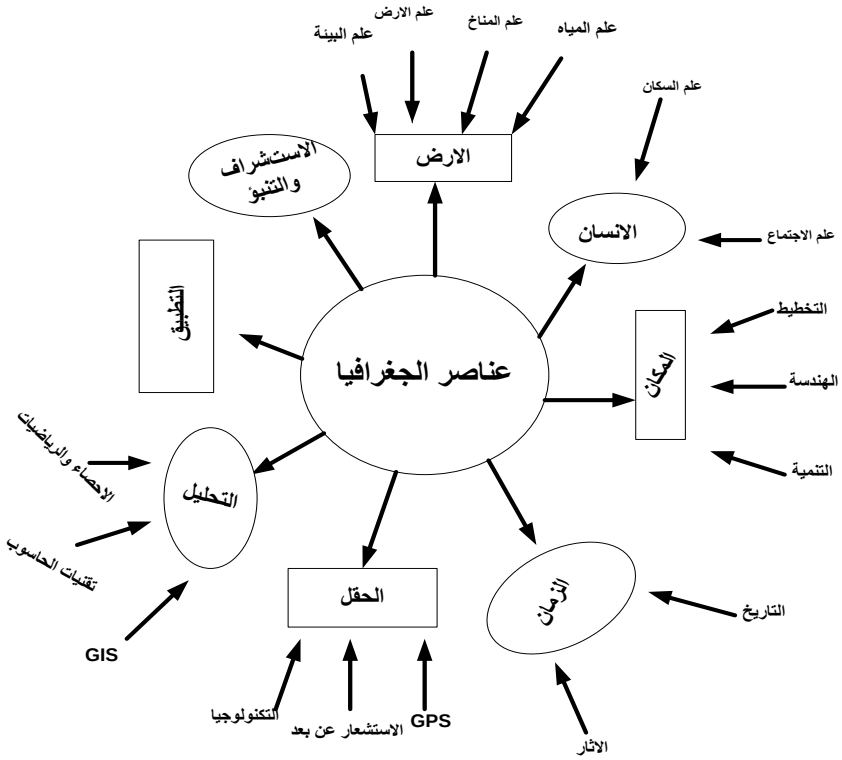
تنفرد الجغرافيا عن غيرها من العلوم الأخرى بدراسة الأرض والإنسان،في حين تختص العلوم الأخرى اما بدراسة الإنسان او الأرض،وعليه ترتبط الجغرافيا بغيرها من العلوم الأخرى من خلال العناصر الأساسية التي تتشكل منها الجغرافيا،شكل (1-1) مخطط يوضح عناصر الجغرافيا وعلاقتها بالعلوم الأخرى،اذ تتكون من العناصر الآتية:

1-الأرض 5-الحقل

2-الإنسان 6-التحليل

3-المكان 7-التطبيق

4-الزمان 8-الاستشراف والتنبؤ.[2]



يتضح مما تقدم ان علم الاشكال الارضية يمثل احد التخصصات الاساسية في علم الجغرافيا،لانه يتناول دراسة الارض،والتي تمثل عنصرا اساسيا في عناصر الجغرافيا،لانها تختص في دراسة الارض والانسان والمكان والزمان،وهذا ما يميز الجغرافيا عن العلوم الاخرى.

المبحث الثاني-اهمية الدراسة الميدانية 0

اولا-اهداف الدراسة الميدانية

تعد الدراسة الميدانية من أساليب التعليم الاساسية في الجغرافيا الحديثة، فقد ذكر العالم راتزل أسلوبه المعروف في دراسته لعلم الجغرافيا على انها تمثل أنا أسافر أنا ارسم أنا أصف ،وهذا يعني أن الدراسة الجغرافية تمر بمراحلها الأولى بالمشاهدة الفاحصة للظاهرة الجغرافية

ورسمها،والمرحلة الثانية تدوين وتسجيل المعلومات،والمرحلة الثالثة التحليل واستنباط النتائج .
وتتم هذه المراحل من خلال زيارة الباحث لمنطقة الدراسة ميدانيا،ثم يبدأ في استطلاع الظاهرات الموجودة،والتعرف عليها وتحديدها وإلتقاط الصور الفوتوغرافية لها، ثم تدوين وتسجيل المعلومات واجراء القياسات،لتوفير البيانات التي تتطلبها الدراسة،ومن ثم تحليلها بالوسائل المتاحة للحصول على النتائج .

وقد اقترن مفهوم العمل الحقلي تقليديا بزيارات الطلبة لمناطق خارج مقاعد الدراسة،وليس بالضرورة عمل زيارات ميدانية لمناطق بعيدة تحتاج لوقت وجهد ونفقات مالية كبيرة، بل يمكن أن تتم في أي مكان وفي أي وقت،وبأبسط أساليب اكتساب الخبرة،وتحقيق اهداف الدراسة الميدانية المتمثلة بما يلي:

أ-جمع مادة علمية.

ب-اكتساب خبرات جديدة.

ت-تدريب الطلبة على خطوات واساليب الدراسة الميدانية،وبطريقة مبسطة،وعلى مسافة قصيرة من قاعة المحاضرات.

ثانيا-اهمية الدراسة الميدانية

ان الدراسات الميدانية اهمية كبيرة تحقق اهداف عدة تدريبية وعملية وتربوية وعلمية،وتكمن تلك الاهمية بما يلي:

1-إتاحة الفرصة أمام الطالب لمشاهدة ما يمكن من ظاهرات طبيعية وبشرية في بيئات جغرافية تتميز بتنوع عناصرها،وتعد تجسيدا لما تم ذكره في المحاضرات النظرية،لذا ترسخ في ذهن الطالب واقع ملموس لا يمكن أن تعبر عنه الكلمات أو وسائل الإيضاح على النحو الذي ينطبع في ذاكرته عندما يشاهد الظاهرة الجغرافية بنفسه،ويتعامل معها مباشرة.

2-اخراج الجغرافيون من بين الجدران الى الميدان،اذ يلاحظون ويسجلون ويحللون بأنفسهم،ويجددون الخرائط والمعلومات والبيانات بشكل مستمر،باعتماد التقنيات الحديثة.

3-تساهم الدراسة الميدانية في إعداد الطلاب إعدادا صحيحا في القدرة على المشاهدة بأنفسهم، والتسجيل المنتظم للظاهرات،وتنمية قدراتهم على الاستنتاج والتحليل والاستكشاف لما يكتشفونه

من الصور والخرائط والنماذج والأفلام، وبالتالي يقود الأستاذ طلابه إلى الفلسفة الحقيقية للجغرافيا في مرحلة مبكرة من خلال العمل الميداني .

4-تحقق الدراسة الميدانية هدف تنمية المعلومات الشخصية لدى الطلاب من خلال ملاحظتهم الشخصية،وأن يعوا أكثر ما تحتويه كتبهم من دروس ومعلومات.

5-تدريب الطلاب على العديد من المهارات العلمية في مجالات متنوعة كاستخدام الخرائط وتوجيهها،وتوقيع بعض الظاهرات عليها،وعمل المقاطع، واستخدام بعض الأجهزة لقياس عناصر الظاهرات ودرجات الميل،وتقدير المسافات بالخطوة،واكتساب القدرة على التصوير الفوتوغرافي في الحصول على وسيلة إيضاح لظاهرات جغرافية مختارة.

6-إرشاد الطلاب إلى أهمية الحصول على التقارير والجداول الإحصائية والخرائط المنشورة وغير المنشورة من المؤسسات والوزارات والهيئات والإدارات الحكومية، ومعاهد الأبحاث العملية وغيرها .

7-تنمية قدرة الطلاب على الفهم الصحيح لمسميات الظواهر الطبيعية والعمرانية والاقتصادية والاجتماعية التي يشاهدونها،وبالتالي الفهم الكامل لحقيقة اللغة والمفاهيم والمهارات الجغرافية، وانتقالهم من مفاهيم الملاحظة في المستويات الأولى إلى مفاهيم الربط والتحليل والتركيب واستنتاج المعلومات في المستوى الأعلى.

8-تهدف إلى إضفاء صفة الثقة الكارتوجرافية،اذ يستطيع الباحث من مقارنة الخريطة بمعالم سطح الأرض،أي مقارنة الواقع مع الرسم،وتحديث الخريطة، خاصة أن بعض الخرائط التي تستخدم قديمة، كما يصعب تصور العلاقة بين المظهر الطبيعي ومظاهر النشاط البشري،خاصة العمران.

9-مساعدة الباحث على فهم الاختلافات المكانية ووصفها، سواء كانت اختلافات تتصل بالجانب الطبيعي،اوما يتصل بالجانب البشري .

10-تتميز الدراسة الميدانية عن المحاضرات الدراسية النظرية وحتى على الخريطة في إظهار عدد من الاستخدامات المختلفة التي لا يمكن الحصول عليها إلا من خلال الدراسة ألميدانية فعلى سبيل المثال تداخل الاستعمالات السكنية في المدن مع الاستعمال الخدمي،وعيادات خاصة، ومتاجر،وابنية

حكومية،ومكاتب شركات خاصة،ومطاعم،ومؤسسات مالية،وغيرها،من الصعب كرتوجرافيا رسمها بدقة على خريطة،أو تصورها نظرياً،ولكن من واقع الدراسة الميدانية تكون صورة الاستخدام واضحة.

11-تشجيع الرغبات والميول الى الدراسات الجغرافية،لانها تنمي القدرات والرغبات في استخدام التقنيات الحديثة،والتي تجعل المتخصص في هذا المجال يكتسب مهنة اضافية عدا لتخصص،والذي يجعله اكثر مهارة في معالجة عدد من المشاكل التي تهم حياة المجتمع.

12-تدريب الطلاب على كيفية تنظيم وعرض استمارات الاستبيان واستطلاع الرأي،كما يتم تدريب الطلاب على آداب الحديث والاستماع من خلال ما يجرونه من مقابلات مخططة يتطلب منهم التحدث وتوجيه الأسئلة والاستماع إلى المتحدثين في الحقل،مما يتيح لكل طالب فرصة التدرب على الحديث وانتقاء الألفاظ المناسبة،والاستماع الجاد والذكي، وتركيز الانتباه وتسجيل الملاحظات، مما يساهم في بناء شخصية الطالب في القدرة على التعامل مع الآخرين.

13-تدريب الطلاب على كيفية استخدام مصادر المعرفة مثل المصادر المكتبية من كتب ومراجع عربية وأجنبية وأطلس وخرائط ودوريات،ودوائرومؤسسات حكومية، فضلا عن المكاتب الحكومية وما تقدمه من تقارير وخرائط وإحصاءات،والتدريب على استخدام المصادر السابقة من خلال نظرة فاحصة وناقدة ومفيدة في خدمة موضوع البحث،وكيفية العرض المنطقي للآثار الواردة به،وكيفية التوصل إلى خلاصات ونتائج،وتوصيات تساعد في عملية التغيير نحو الأفضل.[3]

14-تطور قدرات الطالب في متابعة التطورات والتغيرات التي تشهدها الظواهر المختلفة،والتي تحتاج الى تحليل واستنباط وربط بين الظاهرات،لغرض تحديد الاسباب التي ادت الى تلك التطورات والتغيرات ،والمشاكل المتوقعة واثارها.

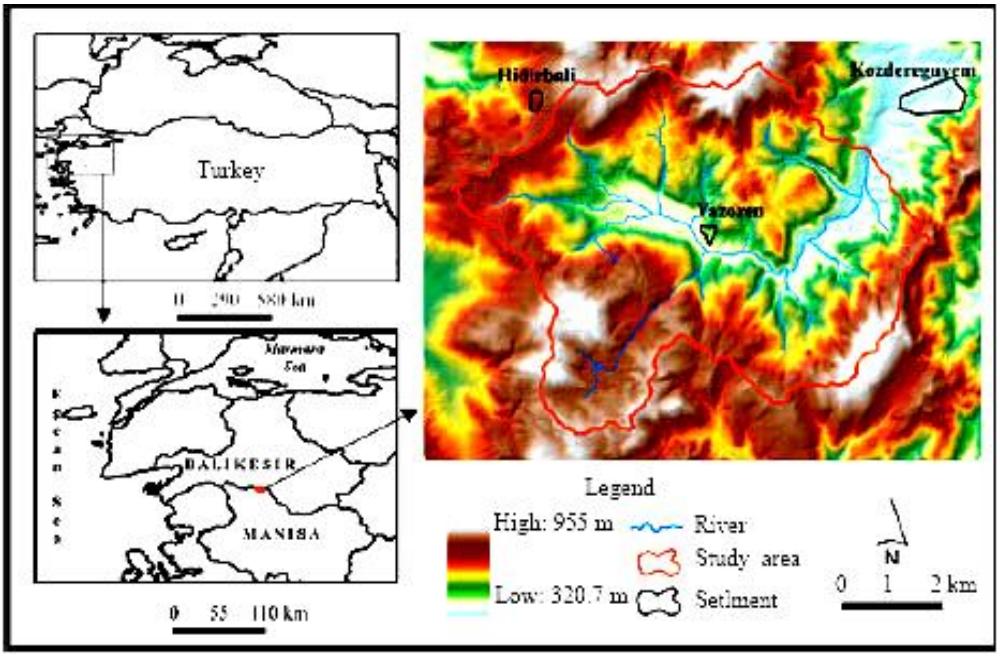
المبحث الثالث-الخطوات الاساسية في الدراسة الحقلية

ان المعلومات التي توفرها المصادر المكتبية والاستشعار عن بعد مهما كانت دقيقة لا تغني عن التحري الموقعي لغرض الوقوف على الحقائق ميدانيا, والتعرف على الخصائص الشكلية والتكوينية لمظاهر السطح المختلفة من خلال أجراء الفحوصات المختبرية والقياسات المختلفة التي لايمكن توفيرها من المعلومات والبيانات المتاحة ،كما يستفاد من الدراسة الحقلية في

التأكد من صحة المعلومات المتوفرة من مصادر اخرى، والتي قد يكون البعض منها لايفي بالغرض المطلوب وبما يحقق الهدف من الدراسة,او ما يحتاج اليه الباحث العلمي,لذا يقوم بأجراء المسح الميداني بنفسه بعد توفير المعلومات والمعدات اللازمة لذلك ومنها مايأتي:

اولا-تحديد منطقة الدراسة :

تمثل الخطوة الأولى في هذا المجال،اذ يتم تحديد المنطقة بعد توفير خريطة طوبوغرافية تتضمن خصائص الموضع وما يحيط به من ظواهر طبيعية وبشرية,شكل (3-1) خريطة طبيعية لمنطقة الدراسة.



اذ يتم اختيار تلك الظواهر في تحديد منطقة الدراسة من جميع الجهات،على ان تكون تلك المعالم واضحة جدا ومحددة بنقاط اساسية معروفة على ارض الواقع وفي كل الاتجاهات، كما يحدد موقعها بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض,والارتفاع عن مستوى سطح البحر,والتي على ضوءها يتم اتخاذ الخطوات اللاحقة.

ومن الجدير بالذكر ان اختيار منطقة الدراسة لايكن في الغالب يشمل مناطق واسعة المساحة في مجال علوم الارض،وذلك لوجود تفاصيل دقيقة متنوعة لايمكن تغطيتها في المساحات الواسعة،ولا يمكن الاكتفاء بالاشارات العامة لتلك المعلومات كما في الدراسات الاخرى.

ثانيا-معلومات عن منطقة الدراسة.

ان الدراسة الميدانية تتطلب معلومات عن منطقة الدراسة منها:

1- طبيعة تضاريس المنطقة وما تتطلبه من دراسة،وما يحتاج له الباحث من معلومات حسب هدف الدراسة،وتحديد نوع العمل الحقلي وما يتطلبه من قياس لعناصر تلك المظاهر,والأدوات والمعدات اللازمة لذلك.

2- الطرق المؤدية الى منطقة الدراسة،وافضل وسيلة يمكن استغلالها للوصول أليها.

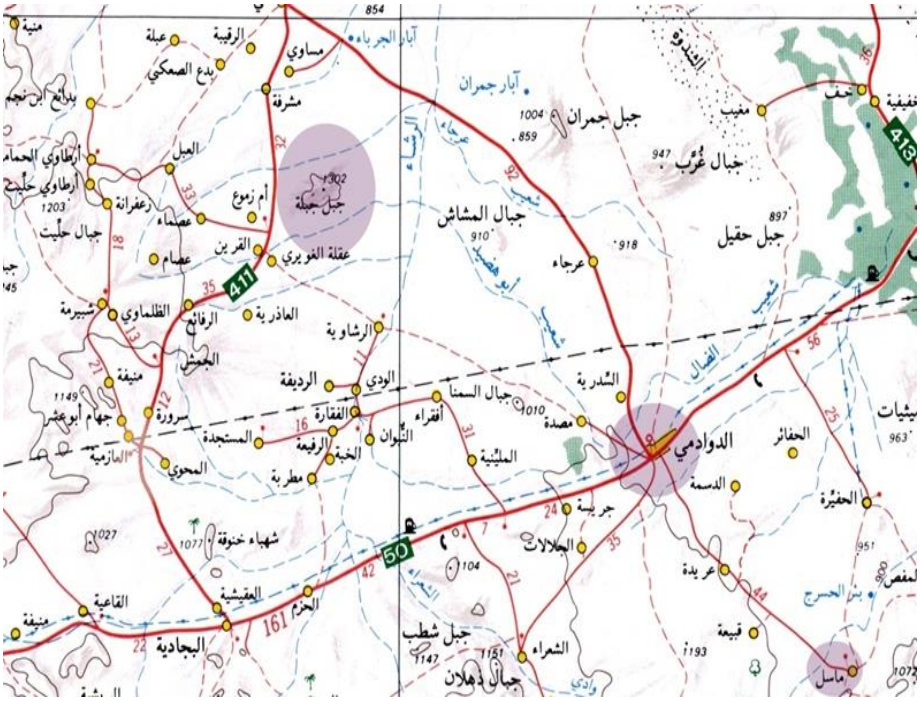
3- توفير معلومات أولية عن منطقة الدراسة من المصادر المتاحة،للوقوف على النقص فيها، وما يحتاج أليه الباحث من بيانات موقعيه مكملة.

4-الوقت المطلوب للدراسة الميدانية في الصيف ام الشتاء او في فصول الاعتدال,اولجميع الفصول،وتحديد الفترة التي يحتاجها الباحث لغرض جمع المعلومات ميدانيا،ربما يكون لفترة طويلة أو قصيرة,او تتطلب الدراسة إلاقامة في الموقع لفترة من الزمن،وقد تستمر الى اكثر من شهر أو عدة أيام,أو يمكن تحقيق ذلك من خلال زيارات ميدانية متكررة دون الإقامة في الموقع.

5- تحديد مدى الحاجة الى فريق عمل يمكن أن يستعين به الباحث في جمع المعلومات,ويتكون من عدة أفراد وفي التخصصات التي تخدم البحث .

6- وضع سقف زمني للفترة المطلوبة للدراسة الميدانية بصورة عامة،وتكون ضمن حد أعلى وأدنى،على سبيل المثال الحد الاعلى ثلاثة اشهر والادنى شهران.

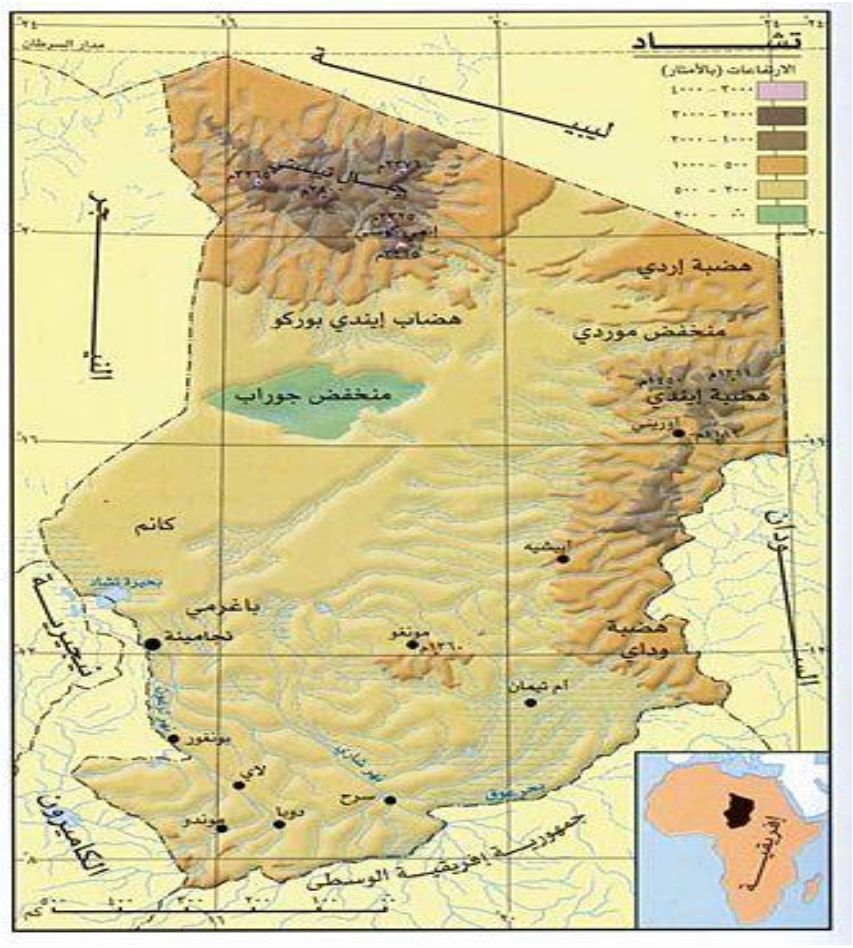
7- توفير خريطة أساسية لمنطقة الدراسة تتضمن المعالم الاساسية لمنطقة الدراسة،لغرض تثبيت المعلومات التي يتم جمعها عليها لتكون مرجعا أساسيا للباحث، في حالة عدم توفرها يمكن الاستفادة من برنامج الكوكل ارض في الحصول على خريطة لموقع الدراسة تتضمن المعالم الاساسية ،شكل(4-1)خريطة اساسية .



ثالثا- مستلزمات الدراسة الميدانية:

تتطلب الدراسة الميدانية مستلزمات معينة حسب طبيعتها ومكانها،ومنها ما يأتي :

1-خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة تتضمن المعالم الأساسية للمنطقة لتسهيل عملية تثبيت المعلومات التي يحصل عليها الباحث ميدانيا على تلك الخريطة،شكل(5-1)خريطة طوبوغرافية.



2- أجهزة قياس الأبعاد الرأسية والأفقية والمساحية، ومن أجهزة المساحة الالكترونية التوتل ستيشن،شكل(6-1)جهاز توتل ستيشن.



3-جهاز الكلانوميتر(Clinometer) لقياس الانحدارات,ويعد من الاجهزة البسيطة التي تستخدم في قياس درجات الانحدار،شكل(7-1)جهاز كلانوميتر.



4-اجهزة قياس المسافات والميول الالكترونية بصورة سريعة ودقيقة،شكل(8-1) اجهزة قياس المسافات والميول.



5-شريط معدني أو قماش لقياس الأبعاد المختلفة باطوال مختلفة،شكل(9-1)اشرطة قياس الابعاد.



6- عجلة قياس المسافة،تستخدم عجلة القياس في المسافات الطويلة، وتكون اسرع واسهل من استخدام شريط القياس،شكل(10-1)عجلة قياس المسافة.



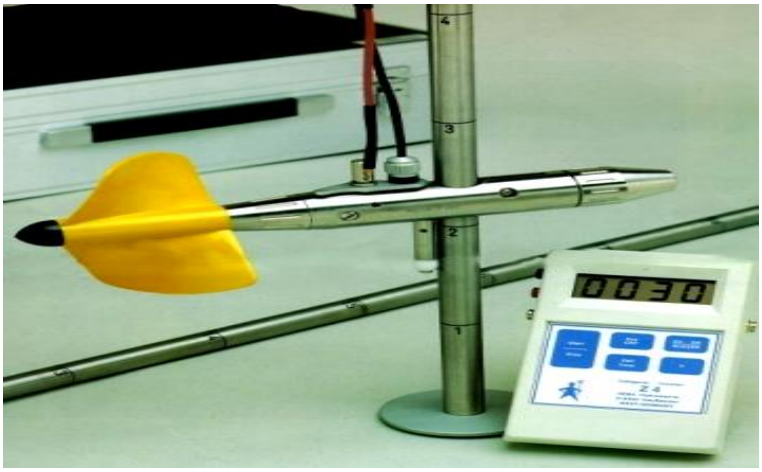
7- جهاز البوصلة لقياس الاتجاهات،لغرض تثبيت اتجاه الانحدار اواتجاه الظاهرة،شكل(1-11)جهاز البوصلة.



8- جهاز قياس حموضة التربة(PH)،شكل(12-1)اجهزة قياس حموضة التربة.



9- أجهزة قياس التصريف المائي, كالقامة المدرجة وجهاز قياس سرعة التيار(currentmeter) وزورق،شكل(13-1)صورة جهاز قياس سرعة تيار مياه النهر.



10- معدات للتحري عن التكوينات السطحية وتحت السطحية,كالمجرفة والمطرقة والفأس,وأكياس لجمع النماذج التي يتطلب فحصها مختبريا من التربة والصخور،شكل(14-1)معدات التحري.





11- جهاز GPS لقياس ارتفاع المنطقة عن سطح البحر وتحديد الموقع حسب خطوط الطول ودوائر العرض،وتحديد الاتجاه،شكل(15-1)جهازGPS .

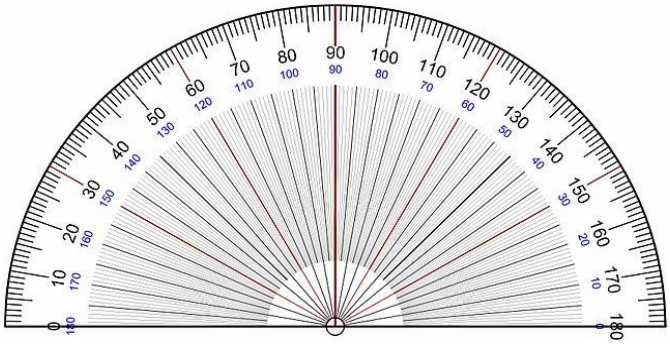


12-كاميرا لالتقاط الصور لمظاهر السطح والتكوينات السطحية،شكل(16-1)كاميرا ديجتال .



13--ادوات الرسم الاولية،والمتمثلة بالقلم والمسطرة والمنقلة او نصف الدائرة،شكل(1-17)ادوات الرسم الاولية.





12-اجهزة قياس المسافات على الخريطة،شكل(18-1)اجهزة قياس المسافات على الخريطة.



المبحث الرابع- تصنيف مظاهر سطح الارض:

يقوم الباحث العلمي بتمييز مظاهر السطح المختلفة في منطقة الدراسة،شكل(19-1)اهم مظاهر سطح الارض،ويتم بتصنيفها الى مجاميع متباينة,وفق اسس ومعايير معينة منها ما يأتي:



اولا- تصنيف مظاهرالسطح حسب العامل الرئيسي المسبب في تكوينها:

يتم تصنيف مظاهر سطح الارض حسب العامل الرئيسي الذي يعد السبب في تكون بعض الاشكال الارضية بتأثير عوامل اخرى،ومنها ما يأتي:

1- مظاهر ناتجة عن اختلاف بنية وتركيب الطبقات الصخرية,وتسمى بالمظاهر التركيبية مثل الحافات الصخرية والمصاطب والشواهد اوالموائد الصخرية والكويستات التي توجد عند السواحل البحرية او في المناطق الصحراوية.

2- أشكال أرضية ناتجة عن عمليات التعرية والإرساب النهري كالمنعطفات والبحيرات الهلالية والمدرجات النهرية والجزر والد لتوات والسهول الفيضية.

3- مظاهر الجريان السطحي في منطقة الدراسة وأنماطه وعلاقة ذلك بطبيعة التكوينات وميل الطبقات, فبعض المجاري تتبع ميل الطبقات في جريانها وأخرى معاكسة له.

4- مظاهر ناتجة عن الانزلاق والانهيار والهبوط وزحف التربة.

5- مظاهر ناتجة عن العمليات الباطنية البطيئة والسريعة كالحركات الأرضية والزلازل والبراكين.

6- أشكال تكونت بفعل عمليات التعرية والإرساب ألريحي والجليدي.

ثانيا- تصنيف مظاهر السطح حسب الدرجة

1- تضاريس الدرجة الأولى

2- تضاريس الدرجة الثانية

3- تضاريس الدرجة الثالثة

ثالثا- تصنيف مظاهر سطح الأرض حسب المستوى

1-التضاريس المرتفعة

2- التضاريس المنخفضة

رابعا-مظاهر ناتجة عن العمليات الباطنية الاتية

أ-الزلازل

ب-البراكين

ت-الحركات التكتونية

خامسا-مظاهر ناتجة عن عمليات التعرية والتجوية بأنواعها

1-مظاهر التعرية المائية،وتضم:

أ-مظاهر تعرية مياه الأمطار

ب- مظاهر تعرية مياه الأنهار

ت- مظاهر تعرية مياه البحار

ث-مظاهر تعرية المياه الجوفية(الكارست)

2-مظاهر التعرية الريحية

3-مظاهر التعرية الجليدية

4-مظاهر عمليات التجوية

سادسا-مظاهر ناتجة عن عمليات الإرساب بأنواعها

1-مظاهر الإرساب المائي

أ-مظاهر الارساب المطري ومنها:

1-الدالات المروحية

2-الفيضات الصحراوية

ب-مظاهر الارساب النهري وهي:

1-السهول الرسوبية

2-الدلتوات

3-الجزر

4-ضفاف الأنهار

ت-مظاهر الارساب البحري

ث-مظاهر إرساب المياه الجوفية،ومنها:

1-مظاهر إرساب كهوف الكارست

2- مظاهر السبخات

2-مظاهر ارسابية ريحية

3-مظاهر ارسابية جليدية

4-مظاهر ارسابية ناتجة عن التجوية

سابعا-مظاهر ناتجة عن عمليتي التعرية والإرساب

1-المدرجات النهرية والبحرية

2-المنعطفات النهرية

3-البحيرات الهلالية

ثامنا- تصنيف مظاهر السطح الرئيسة حسب عامل النشأة

1-المرتفعات

أ-مرتفعات بركانية

ب-مرتفعات متبقية(تعروية)

ت-مرتفعات ناتجة عن الحركات الأرضية

ث-مرتفعات التوائية

ج-مرتفعات ناتجة عن عمليات انكسارية

ح- مرتفعات معقدة

2- الأودية

أ-أودية التوائية

ب-أودية ناتجة عن عمليات التعرية

ت-أودية ناتجة عن عمليات انكسارية

3- الهضاب

أ-هضاب ناتجة عن الحركات الأرضية

ب-هضاب بركانية

ت-هضاب تعرية

4- السهول

أ-سهول ارسابية(فيضية)

ب-سهول تعرويه(تحاتية)

ت-سهول جليدية

ث-سهول ناتجة عن الحركات الأرضية

ج-سهول بحرية.[4]

تاسعا-تصنيف المرتفعات الى جبال وتلال

قد يتطلب تصنيف المرتفعات الى جبال وتلال،ان حدود ارتفاع التلال لايوجد اتفاق موحد عليه،فقد اشارت بعض البحوث ان ارتفاع 2000 قدم أي 600م فما دون يمثل التلال،اما مؤسسة المسح الجيولوجي الامريكية The United States Geological Survey (USGS) فقد اعتبرت 1000 قدم،أي 300م اعلى ارتفاع للتلال،وما يزيد عن ذلك يعد جبال،وقد اعتمدت بريطانيا نفس هذا المعيار في التفريق بين الجبال والتلال،ويعد ذلك كبيرا ايضا،ومن وجهة نظرنا ان الشيء المقبول والمنطقي ان يكون 100م اعلى ارتفاع للتلال (450قدم) عن سطح الارض،وما يزيد جبال،حتى لانكن منقادين لكل ما يقوله الغير لابد ان نحكم العقل والمنطق في هكذا امور،وننظر الى ما حولنا من تلال وجبال،وخاصة عندما يكون التحكيم بالنسبة لمستوى الارض في المكان،سوف تتغير الموازين،فقد يكون التل على

ارتفاع 100م فوق مستوى سطح البحر،اما لمستوى الارض قد لايتجاوز 40م،هذا الامر مهم في القياس،فقد لاينتبه القاريء لهذه النقطة ويقارن بين ما يذكر من ارقام عن ارتفاع تل او جبل وما يراه او يقوم بقياسه،سيجد اختلاف في الارقام كبير،وعليه يجب الانتباه الى وجود اختلاف بين قياس المرتفع بالنسبة لسطح البحر والارض،اذ يكون بالنسبة لمستوى سطح البحر اعلى من مستوى الارض،وربما يكون ضعف،على سبيل المثال تل يقع على ارتفاع 200م بالنسبة لمستوى سطح البحر،ولكن مستوى سطح الارض التي يقع عليها التل على ارتفاع 100م عن مستوى سطح البحر،هذا يعني ان التل على ارتفاع 100م عن مستوى الارض.

المبحث الخامس-خطوات العمل الحقلي الفعلي

اولا- دليل العمل الحقلي

ان العمل الميداني يتطلب وضع دليل عمل يسير عليه الباحث لغرض تحقيق الهدف من تلك الدراسة والتي تكون اجابة على الاسئلة الاتية:

أ-ماذا تدرس ميدانيا،يحدد نوع الدراسة ميدانيا،هل دراسة الاشكال الارضية جميعا،ام دراسة نوع منها،هل دراسة العمليات الجيومورفولوجية،هل دراسة المخاطر،وغيرها من الجوانب الاخرى.

ب-لماذا تقوم بالدراسة الميدانية،تحديد الغرض من الدراسة الميدانية،يمكن أي شخص يوجه للباحث هكذا سؤال،يعني ما الهدف من دراستك الميدانية،وهذا مهم جدا،لايمكن دراسة كل شيء موجود في منطقة الدراسة واختيار المطلوب فيما بعد،سيكون مضيعة للجهد والوقت،كما انها تدلل على عدم فهم الباحث لما يريد،وكثير من الباحثين ويقعون في هذه المشكلة،وعليه يجب على الباحث ان يحدد الهدف من دراسته الميدانية لغرض وضع دليل عمل ميداني للجوانب التي يتم دراستها ميدانيا.

ت-كم ستكون مساحة الدراسة،وكم من العناصر تتم دراستها،كلما قلت المساحة زادت التفاصيل ،وكلما كبرت تقل التفاصيل،وكذلك العناصر،كلما زاد عددها تكون مربكة واذا قلت تكون دراستها اكثر دقة.

ثانيا-العمل الحقلي الفعلي :

بعد ان يعمد الباحث او الباحثون القيام بالعمل الحقلي والتوجه الى الميدان يجب اتباع الخطوات الاتية:

1-ابلاغ السلطات المحلية في منطقة الدراسة،لغرض اتخاذ الاجراءات المناسبة لحماية الباحثون من أي خطر يهددهم في المنطقة،لربما يتم توفير حماية لهم او تأمين الاتصال معهم لتبليغ عن أي حادث يتعرضون له.

2-التزود بالادوية الطبية الضرورية لغرض تلافي أي طاريء ينتج عنه اصابة تحتاج الى علاج.

3-ارتداء بدلة عمل خاصة للدراسة الميدانية،وحذاء خاص يكون خفيف ومشيف من الاسفل ليثبت على الارض الناعمة دون انزلاق،كما يفضل وضع غطاء على الرأس للحماية من الشمس او مما يتساقط من المواد الترابية والصخرية،كما يفضل ارتداء نظارات شمسية لوقاية العيون من الاتربة وقطع الصخور الصغيرة عند تفتيت القطع الكبيرة.

4-تحديد مكان الاقامة سواء طيلة فترة الدراسة او المؤقته لغرض الاستراحة اوقات الوجبات،او أي وقت اخر.

5-تحديد ما يجب ان يقوم به الباحث او الباحثون،ويفضل اجراء جولة ميدانية اولية لمنطقة الدراسة للتعرف على طبيعتها،وعلى طرقها والمخاطر المحتملة فيها،والتقاط صور لبعض المظاهر فيما يتعلق بموضوع الدراسة،وبعد العودة يوضع جدول العمل الميداني،ماذا سيفعل الباحث اوفريق العمل اول يوم عمل،وعند الانتهاء من الخطوة الاولى ماهي الخطوة الثانية والثالثة وهكذا.

6-البدأ بالعمل،اذا كان فريق عمل يقوم الباحث بتوجيه كل مجموعة او شخص الى ما مخطط له من عمل،على سبيل المثال المختص في مجال الجيولوجيا نحو الصخور والتربة،والمختص بالجيومورفولوجيا نحو الاشكال الارضية،والمختص بالمخاطر يتجه للبحث عنها،حسب الهدف من الدراسة.

7-الحذر من المخاطر التي قد تحدث بسبب عدم اخذ الحيطة والحذر عند المرور فوق مناطق هشة او الوقوف فوق حافة مرتفعة متكهفة او الدخول الى كهف فيه افاعي وحشرات.

8-الانتباه عند صعود المناطق المرتفعة،فاذا لم توجد معالم واضحة فيجب ان يكون الباحث دقيقا في اختيار الموضع الذي يسلكه،فاذا مازلت قدمه سيتعرض الى خطر،وفي حالة وجود صخور متحركة على سفوح المرتفعات فيجب عدم الصعود الفريق بشكل متتالي الواحد بعد الاخر خوفا من تحرك بعض تلك الصخور عند تقدم الشخص الاول فتصيب الثاني او الذي بعده.

9-عند النزول من المرتفعات الشديدة الانحدار،يجب ان لايكون بشكل مستقيم من الاعلى الى الاسفل،لان شدة الانحدار ستساعد في زيادة سرعة الشخص بحيث لايسيطر على نفسه،ويفقد توازنه فيسقط على وجهه فيصاب باذى يصل الى حدوث كسور،لذا يجب التحرك بشكل مائل ومتدرج وببطيء الى اسفل المنحدر.

10-الانتباه عند صعود مرتفعات سفوحها مغطاة بالرمال او الترب الناعمة غير المستقرة،والتي سرعان ما تنزلق القدم فوقها،لذا يجب الحذر من مثل تلك السفوح.

11-الحذر من الجروف النهرية والبحرية المرتفعة،والتي في الغالب تكون متآكلة او متكهفة من الاسفل،فربما تنهار عند الوقوف اوالمرور عليها.

12-الانتباه عند المرور اسفل المنحدرات الجرفية الشديدة الانحدار،والتي تضم صخور مفككة وقابلة للحركة نحو الاسفل.

13-الانتباه عند المرور في الاراضي السبخة،لان القشرة العليا تكون رقيقة جدا ومنتفخة لاتتحمل ثقل قدم الانسان،والطبقة التي تليها مشبعة بالمياه وضعيفة التحمل ايضا،فتغوص القدم في الطين.

14-عند اجراء قياسات يتم عمل جداول بسيطة لغرض تنظيم البيانات بشكل يسهل تفريغها في جداول منتظمة وادخالها الى البرامجيات وتحليلها.

15-استخدام الخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة لتثبيت كثير من المعلومات عن المظاهر والعمليات والمخاطر التي يتم رصدها ميدانيا،ومن خلال استخدام جهاز GPS يمكن تحديد ارتفاعها واتجاهها وموقعها بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض.

16-دعم الدراسة الميدانية بالصور الفوتوغرافية،والتي تعزز من موثوقية الدراسة ورصانتها.

17-بعد العودة من العمل والاستراحة،يجتمع فريق العمل ويتم استعراض ما تمت دراسته،ويجري ترتيب وتفريغ البيانات والمعلومات بشكل منتظم على شكل جداول او اشكال بيانية وحسب فقرات البحث او ابوابه ،لغرض التعرف على النقص في العمل،او الخطأ الذي وقع فيه البعض،فيتم اكمال النقص وتصحيح الخطأ في اليوم الثاني من العمل الميداني،وحتى اذا كان الباحث بمفرده ايضا يقوم بنفس الاجراء في استعراض ما تم عمله.

18-بعد اجراء القياسات الميدانية لبعض التضاريس الارضية في منطقة الدراسة مثل مقطع طولي او عرضي او انحدار،يقوم الباحث بأعداد رسم اولي له من خلال استخدام ادوات الرسم البسيطة(مسطرة ومنقلة وقلم رصاص وممحاة)،هذا الشكل الذي يتم اعداده سيعطي تصورا واقعيا للباحث عن طبيعة الشكل التضاريسي في منطقة الدراسة،واذا ما كان خطأ في القياس سوف يكتشفه الباحث من خلال المقارنة النظرية بين الشكل على الطبيعة وعلى الورق.

ان ما تم التطرق اليه في اعلاه هو ما يتم في الدراسة الميدانية بصورة عامة وخاصة الدراسات العليا والباحثون والمختصون في مجال علوم الارض،اما الدراسة الميدانية في المرحلة الجامعية الاولية فتحتاج اضافة الى ما تقدم ما يلي:

أ-ان الدراسة الميدانية لطلبة الدراسات الاولية تكون تدريبية في البداية،اذ يقوم الاستاذ المرافق لهم بشرح الية عمل الجهاز ميدانيا،والذي تم التطرق اليه نظريا في المحاضرات،ويقوم باجراء تدريب عملي لاكبر عدد من الطلبة على عمل الجهاز ان لم يكن جميعهم اذا سمح الوقت بذلك.

ب-الدراسة الميدانية للتربة والصخور في منطقة الدراسة،من خلال تطبيقات عملية يشاهدها الجميع عن كيفية تحديد افق التربة وطبقات الصخور،وكيفية اخذ العينات.

ت- عملية قياس المنحدرات،وكيفية قياس المسافة الافقية وزاوية الانحدار،ويتم تدريب اكبر عدد من الطلبة على تطبيق خطوات القياس.

ث- تدريب الطلبة في كل المراحل الدراسية الاولية والعليا على كيفية استخدام تقنيات الجيوماتكس في الحصول على معلومات عن منطقة الدراسة دون الوصول اليها،وذلك من خلال عرض بعض الصور الجوية والفضائية لمنطقة الدراسة وبيان ما تتضمنه من معالم تلك المنطقة.

ج- تدريب الطلبة على استخدام البرامجيات المختلفة لتحليل البيانات والمعلومات التي تم التوصل اليها ميدانيا اومن تقنيات الجيوماتكس.

ح-يكلف طلبة الدراسات العليا والاولية ببحوث ميدانية مختلفة المواضيع،ويتم استعراضها في قاعات الدراسة،لكي تتولد فكرة لدى الجميع عن الدراسات الميدانية بكل انواعها واساليبها.

خ-تكثيف الدراسات الميدانية وتنويعها،فتكون زيارات لمناطق صحراوية للتعرف على ما تتضمنه من اشكال ارضية,واخرى لمناطق سهلية،ومجاري انهار اوسواحل بحرية،حسب ما متاح في محيط الجامعة.

د-يفضل الاقامة في منطقة الدراسة ان امكن،لانها ستنمي قدرات الطالب بشكل كبير،وذلك لسعة الوقت وكثرة المشاركة والاختلاط وتبادل الاراء والافكار،بما يسهم في زيادة ادراك الطالب وفهم ما يجب ان يقوم به.

المبحث السادس-العناصر والجوانب التي تشملها الدراسة الحقلية.

اولا- الجوانب التي تتم دراستها حقليا

1-الوضع الطوبوغرافي في منطقة الدراسة.

2-الانحدارات درجاتها واتجاهاتها.

3-التكوينات السطحية وتحت السطحية(تربة,صخور).

4- النظام الهيدرولوجي السطحي والجوفي.

5- النظام البيئي السائد,صحراوي,زراعي,جاف,رطب,مستنقعات,وطبيعة المناخ السائد،والنظام البايلوجي القائم.

6- النشاط البشري في منطقة الدراسة،والمشاكل الطبيعية التي تتعرض لها بعض الانشطة.

7- العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة على مظاهر السطح والنشاط البشري عند أجراء المسح،مثل الانزلاق والهبوط والتدفق الطيني والزحف البطيء وغيرها،شكل(20-1)بعض العمليات.





8- المخاطر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.

9-الموارد الطبيعية المتوفرة في منطقة الدراسة والمناطق المحيطة بها، والتي يمكن استغلالها في بعض المشاريع والأنشطة القائمة او التي ستقام مستقبلا.

10-طبيعة تضاريس المنطقة وخصائصها المختلفة،والتي يتم التعرف عليها من خلال أجراء قياسات لابعاد بعض عناصرها .

11-قياس الارتفاع عن مستوى سطح البحر،ان كل ظاهرة يتم قياس ارتفاعها بالنسبة لمستوى سطح البحر،فتكون اما فوق المستوى او تحته،أي يمثل مستوى المسطحات المائية الكبرى المتصلة ببعضها من محيطات وبحار مستوى واحد،ويمثل صفر،ومعظم الاشكال ارضية تقع فوق مستوى سطح البحر،والقليل منها تحت المستوى،وتوجد اجهزة متنوعة لقياس ارتفاع مظاهر السطح عن مستوى سطح البحر،منها جهاز GPS.

ومن الجدير بالذكر في بعض الاحيان يتم قياس ارتفاع الظاهرة عن مستوى سطح الارض،أي بالنسبة للارض المستوية المحيطة بالظاهرة،ويمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام اجهزة قياس الابعاد الحديثة مثل التوتل استيثن.

ثانيا-العناصر التي يتم قياسها حقليا

1- درجة تضرس المنطقة:

تضمن كل منطقة تضاريس قد تكون متنوعة يتم التعرف على طبيعة انتشارها وإبعادها بالنسبة للمساحة الكلية لمنطقة الدراسة,ويجري حساب ذلك من خلال درجة تقارب وتباعد المرتفعات والمجاري النهرية العميقة,والتي من خلالها يمكن معرفة طبيعة تضرس المنطقة,اذ يكون التضرس شديدا في المناطق التي تتقارب فيها المرتفعات والمجاري المائية,وبسيطا في المناطق التي تتباعد فيها.

2- طبيعة التضرس المحلي:

أن التعرف على طبيعة التضرس المحلي يتطلب أجراء قياسات منها ما يأتي:

أ- متوسط منسوب أجزاء المنطقة بالنسبة لمستوى سطح البحر,اذ يتم تقسيم المنطقة الى أقسام متجانسة،ومن ثم قياس كل قسم على حده.

ب- متوسط البعد الرأسي بين أعلى واقل منسوب للمرتفعات والمنخفضات في منطقة الدراسة بالنسبة لمستوى سطح البحر, ولتحقيق ذلك تقسم خريطة المنطقة الى مربعات متساوية,مساحة كل مربع 1كم^2،ثم يحدد منسوب أعلى واقل نقطة في كل مربع،ومنها يتضح تباين الوضع التضاريسي.

3-معدل ارتفاع المنطقة

ان معرفة معدل ارتفاع منطقة الدراسة يتم من خلال نسبة مساحات أجزاء تلك المنطقة المرتفعة والمنخفضة بالنسبة للمساحة الكلية,ويستخدم لهذا الغرض خريطة كنتورية لتلك المنطقة,ويتم قياس مساحات أجزاء المنطقة باستخدام أجهزة القياس المختلفة ومنها البلانوميتر,كما تطبق المعادلة الآتية:

$$\text{م س} = \frac{\text{م} - \text{ق}}{\text{س}}$$

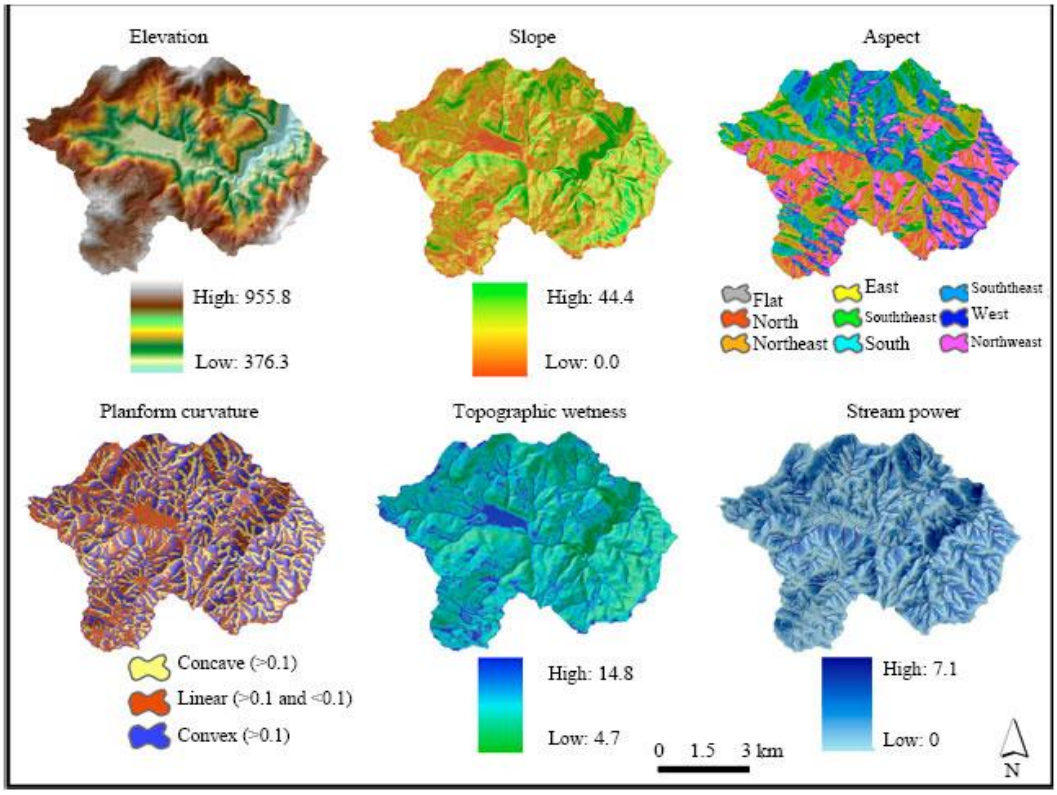
م س. معدل ارتفاع الجزء المراد قياسه.

م . متوسط ارتفاع الجزء المراد قياسه.

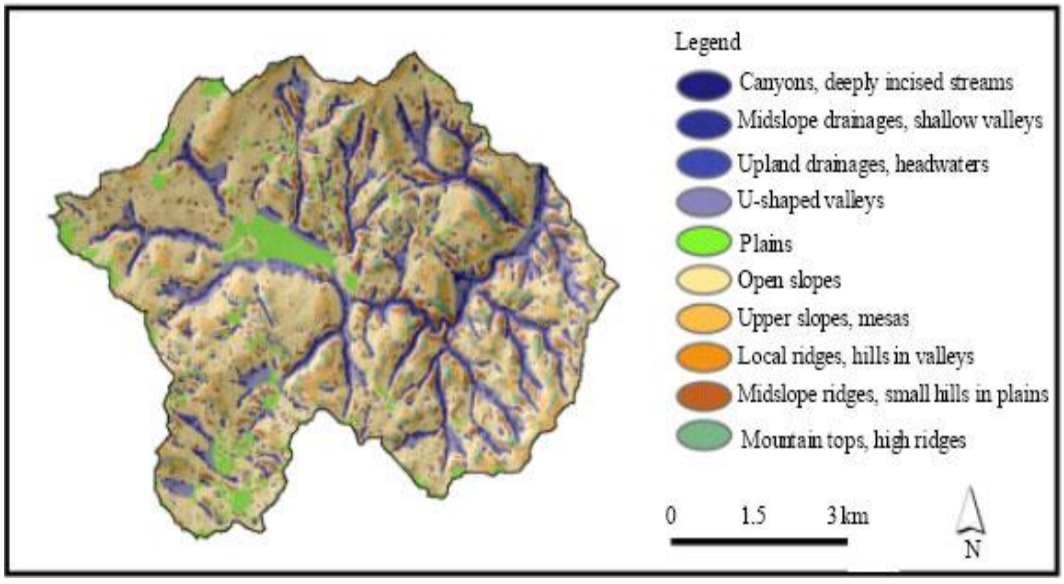
ق. اقل منسوب في الجزء الذي تم قياسه.

س. السطح المحلي(البعد بين أعلي واقل منسوب في المساحة الكلية).[5]

4- قياس انحدارات المنطقة وعمل خرائط وأشكال ومقاطع لها تتضمن رموز وعلامات تعبر عن طبيعة تلك الانحدارات من حيث الشكل والدرجة،شكل(21-1)خرائط توضح الوضع التضاريسي لمنطقة الدراسة وانحدارها.

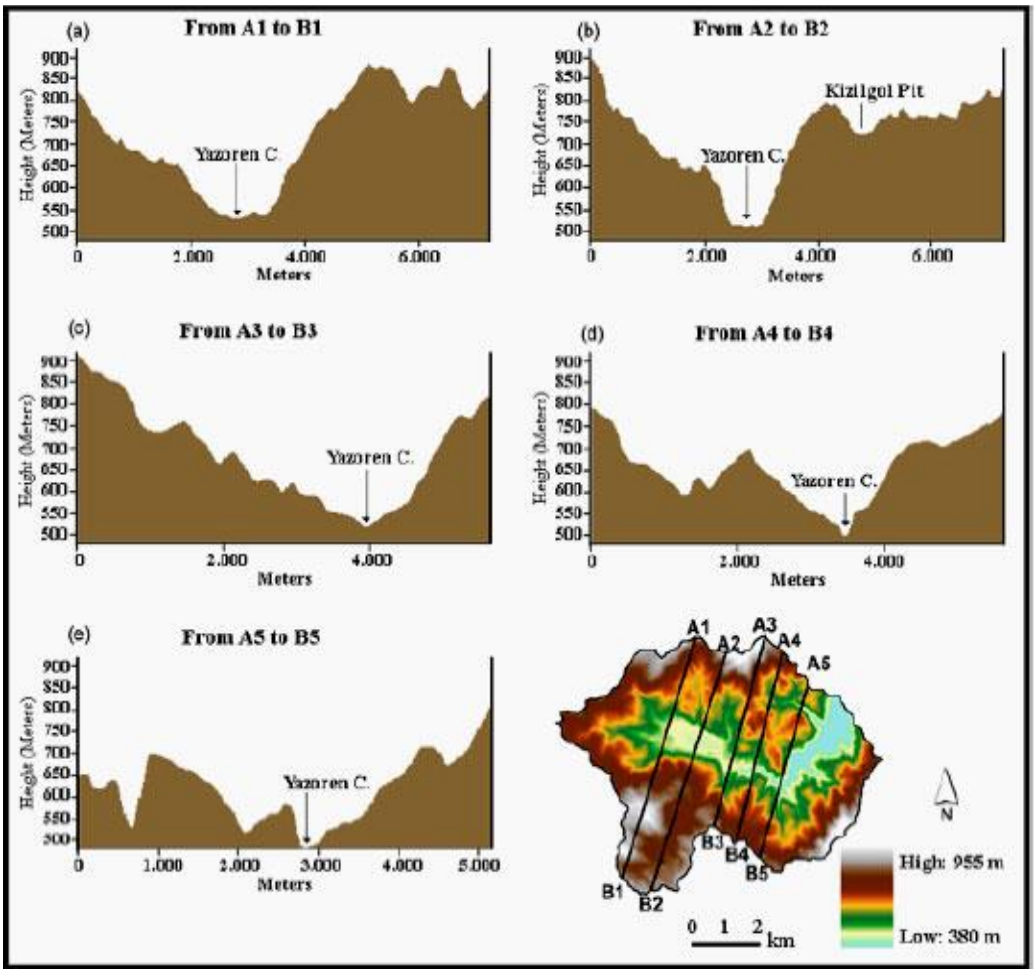


ويوضح الشكل(22-1)الوضع الطوبوغرافي في منطقة الدراسة وطبيعة الانحدارات.



5-رسم مقاطع للتضاريس الارضية

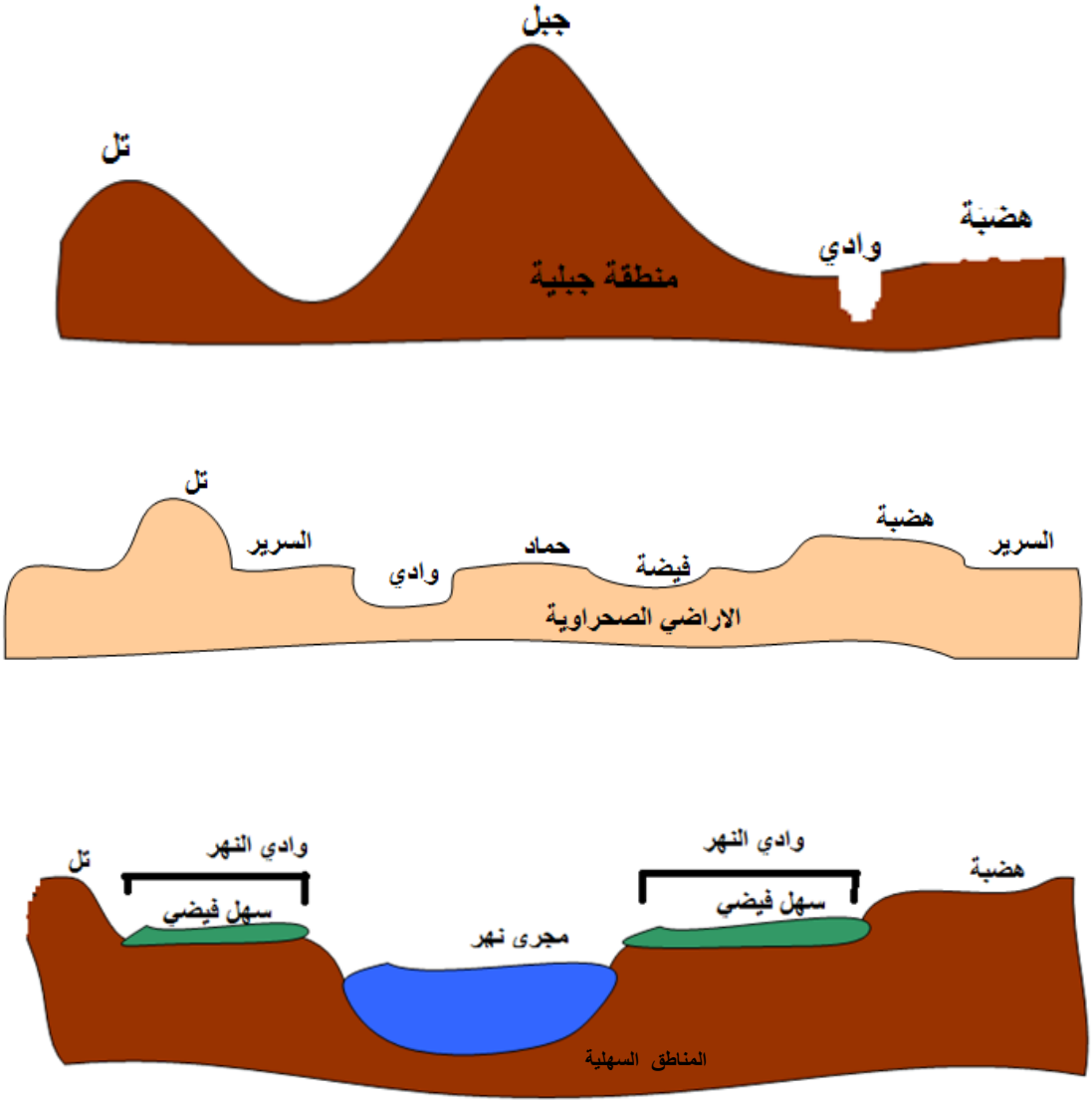
ان تمثيل الوضع الطوبوغرافي لمنطقة الدراسة يحتاج الى رسم مقاطع طولية وعرضية يتم تحديد مواضعها على الخريطة الطوبوغرافية،وباستخدام البرامج المتاحة مثل GISو Global Mapper،اذ يتم الحصول على تلك المقاطع وبسهولة،شكل(23-1)مقاطع لمنطقة الدراسة مختلفة المواضع،كما موضح في نفس الشكل.[6]



6-مقاطع تضاريسية عامة

تتباين التضاريس الارضية من مكان لاخر حسب العوامل التي اسهمت في تكوينها،لذا تسمى جبلية او سهلية او صحراوية،يمكن تجسيد تلك الاشكال برسم مبسط ويمكن ان يكون وفق مقياس رسم

مناسب،فتظهر الاشكال الارضية واضحة من الشكل،ويمكن تلوينها بالالوان المناسبة لها ،شكل(1-24)المناطق الجبلية،وشكل(25-1)المناطق الصحراوية،وشكل(26-1)مناطق سهلية.



مصادر الفصل الاول

1-د.خلف حسين علي الدليمي،علم شكل الارض التطبيقي،ط1،دار صفاء للنشر،عمان ،الاردن ،2012،ص13.

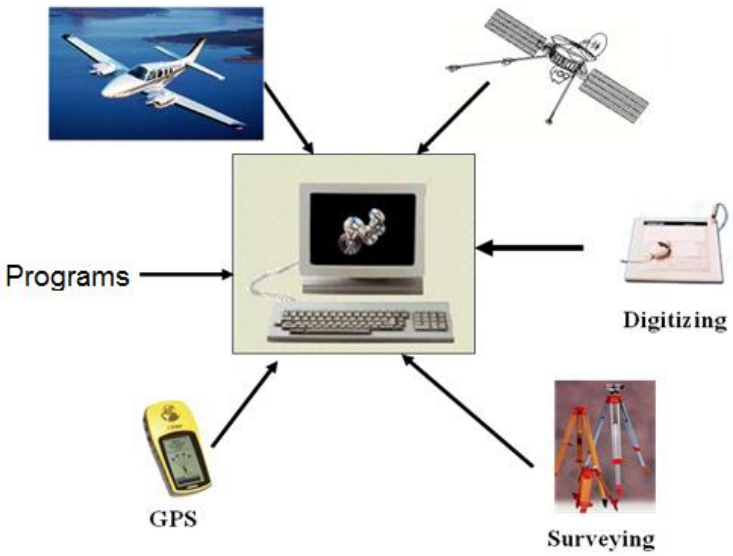
2-د.خلف حسين علي الدليمي،الجغرافيا وعلاقتها بالعلوم الاخرى،بحث منشور في مجلة علوم جفرافية،التي تصدرها الجمعية الجغرافية الرقمية التونسية،العدد الاول 2013.

3-د.مجدي شفيق السيد صفر،الدراسة الميدانية من منظور جغرافي،بحث منشور على موقع الجغرافي العربي، http/www.arabgeographer.net.

4- د.خلف حسين علي الدليمي،علم شكل الارض التطبيقي،مصدر سابق،ص.

5- د.محمود توفيق سالم؛ أساسيات الجيولوجيا الهندسية,دار الراتب الجامعية, بيروت 1989, ص 16.

6- Sermin TAGIL and Jeff JennessGIS-Based Automated Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey, SCIENCE ALERT,An Open Access Publisher,2013.



الفصل الثاني

استخدام تقنيات الجيوماتكس في توفير المعلومات وتحليلها

المبحث الاول-تعريف الجيوماتكس واهميته

المبحث الثاني-الاستشعار عن بعد

المبحث الثالث- نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

المبحث الرابع-استخدام نظام المواقع العالمي GPS

المبحث الخامس- نظم الاحداثيات الجغرافية

المبحث السادس-استخدام البرامجيات الحاسوبية في تحليل مظاهر سطح الارض

المبحث السابع- رسم المقاطع الطولية والعرضية

المبحث الثامن-استخدام الاشكال البيانية في تمثيل مظاهر السطح

المبحث الاول-تعريف الجيوماتكس واهميته

اولا- مفهوم الجيوماتكس:

الجيوماتكس Geomatics مصطلح تم تداوله في الربع الأخير من القرن الماضي في أوربا وخاصة فرنسا،وفي أمريكا الشمالية خاصة كندا،وتعني التطبيقات التي تعتمد على منظومة شاملة تضم كل الوسائل الضرورية لجمع وإدارة البيانات اللازمة لإنتاج وتحليل المعلومات الجغرافية الكمية والوصفية.

ويعود أصل تسمية الجيوماتكس إلى نهاية الستينات من القرن الماضي عندما استخدم الباحث الفرنسي بيرناردي بيسون لفظ الجيوماتكس وهو اسم مركب من GEO الجغرافيا وMatique الحاسوب،وفي الثمانينات تطور المفهوم وأصبحت الجيوماتكس تدرس كمادة بجامعة لافال الكندية.

ويعني المصطلح استخدام مجموعة من التقنيات والبرامجيات الحاسوبية والمعدات والآلات المسحية في جمع وتحليل وتخزين وعرض وإدارة البيانات والمعلومات المكانية،بنوعيها الكمية والنوعية (الرقمية والوصفية)،اذ تضم الاستشعار عن بعد،والجيوديسيا،والمساحة،و GIS و GPS والخرائط الرقمية،وبرامجيات الحاسوب مثل Global Mapper وSurfer و Geomedia .

ثانيا- تقنيات الجيوماتكس

ويعتمد علم الجيوماتكس على الإمكانيات التي أصبحت متوفرة من تداخل عدد من العلوم والتقنيات المتعلقة بجمع ومعالجة وتحليل البيانات المكانية ومنها :

1- الإستشعار عن بعد

2- الجيوديسيا

3- الخرائط الرقمية

4- علم المساحة بما فيها المساحة التصويرية و المساحة الفضائية

5-نظم المعلومات المكانية و الجغرافية

6-نظام تحديد المواقعGPS

7-علوم الحاسب.[1]

ثالثا- اهمية الجيوماتكس

وتكمن اهمية تلك التقنيات في توفير ما يأتي:

1-مصدر لتوفير البيانات والمعلومات المختلفة وخلال فترة قصيرة وجهد قليل.

2- تحليل البيانات والمعلومات حسب الهدف من الدراسة.

3- عرض المعلومات والبيانات حسب الحاجة.

4-خزن المعلومات وتطويرها او تحديثها بشكل مستمر.

5- استخدام البرامجيات في أدارة الخدمات المختلفة ومتابعة التطورات.

6- تمثل مصدرا مهما في الحصول على المعلومات المتاحة في وقت الحاجة.

المبحث الثاني-الاستشعار عن بعد:

اولا- وسائل الاستشعار عن بعد

يعني الاستشعار عن بعد توفير معلومات متنوعة عن الظواهر المختلفة على سطح الأرض او في الجو دون الوصول اليها بشكل مباشر،وذلك بواسطة أجهزة الالتقاط المتنوعة,وباستخدام خواص الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من الظواهر الأرضية أو الجوية أو المسطحات المائية,والتي تعطي صورة واضحة عن طبيعة سطح الأرض,ومن الوسائل المستخدمة في هذا المجال ما يأتــي:

1-الصور الجوية

وهي صور تلتقطها الطائرات بواسطة أجهزة تصوير خاصة وتكون على ارتفاعات منخفضة وبأوضاع مختلفة رأسية ومائلة حسب الغرض من الصورة, وفي كل الأحوال توضح تلك الصور طبيعة سطح الأرض وما يتضمنه من مظاهر طبيعية وبشرية على نطاق واسع, وهذا يوفر على الباحث وقت وجهد وكلفة في جمع تلك المعلومات،الشكلان (1-2)صور جوية لسطح الأرض.





2- الصور الفضائية:

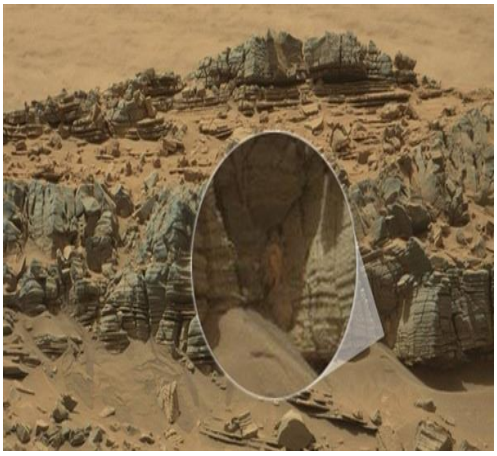
صور تلتقطها الأقمار الاصطناعية على ارتفاعات عالية جدا، وتكون على درجة عالية من الدقة، وتظهر المعلومات على شكل بيانات رقمية مسجلة على اسطوانات مغناطيسية او على هيئة أفلام وصور,الشكلان (2-2) صور فضائية لسطح الارض ،وتحمل الأقمار الاصطناعية أربعة أنواع من أجهزة التقاط المعلومات من سطح الأرض هي:

أ-أجهزة التقاط الصور.

ب-أجهزة راديوميتر متعدد الموجات.

ت-راديو ميتر حراري ذو طول موجي واحد أو اكثر.

ث-رادار.[2]

ومن مميزات الأقمار الاصطناعية قدرتها على تغطية مساحات شاسعة من الأرض واعطاء بيانات يومية عن الظواهر التي تتطلب دراستها معلومات فضائية,وعلى العموم من أهم المعلومات التي توفرها تلك الأقمار هي:

أ-نوع الاشكال الارضية في منطقة الدراسة.

ب-طبيعة الانحدارات.

ت-نوع التكوينات.

ث-العمليات التي تتعرض لها مظاهر السطح.

ج-المخاطر التي تحدث في منطقة الدراسة

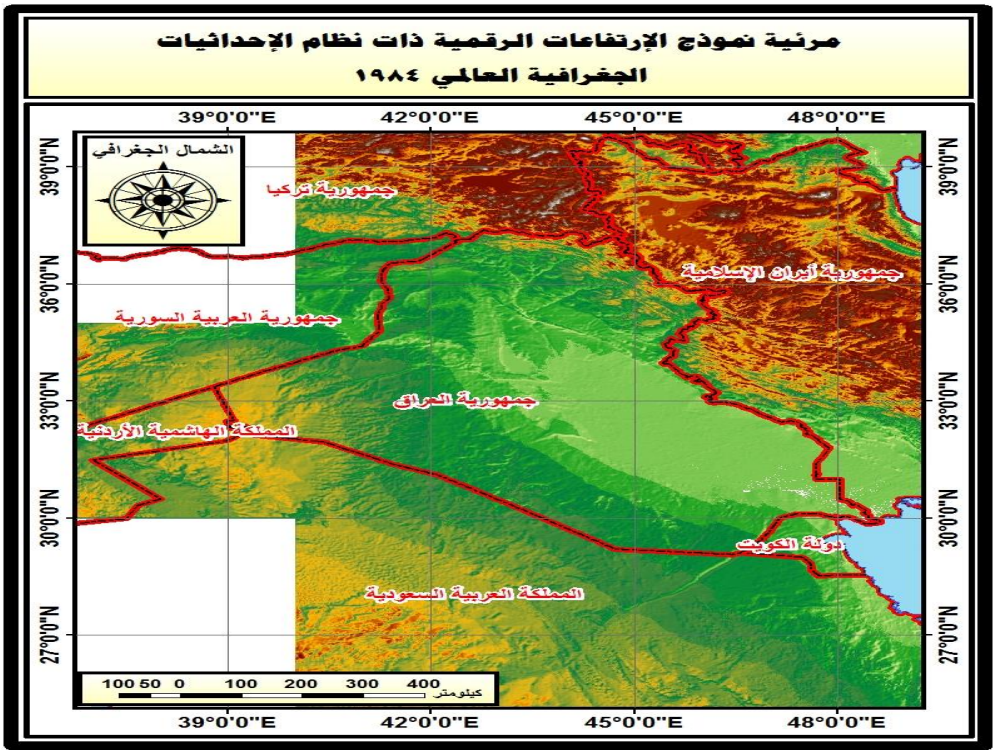
3- المرئيات الفضائية

هي صورة تعكس سطح الأرض، تلتقطها الاقمار الصناعية، تتألف من مجموعة طبقات تغطي مجالا معينا من الطيف الكهرومغناطيسي،وكل طبقة تتكون من مربعات مصفوفة افقيا ورأسيا،وكل مربع يعكس هدفا أرضيا،حسب قدرة تمييز الصورة الأرضية،ومن أنواعها:

أ- المرئية الرادارية – نموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M،وهي المرئية التي تتألف من مجموعة خلايا وكل خلية تضم ثلاثة قيم،أثنان يحددان موقعها على محوري الإحداثيات X, Y، والقيمة الثالثة تمثل متوسط إرتفاع الخلية Z عن مستوى سطح البحر.

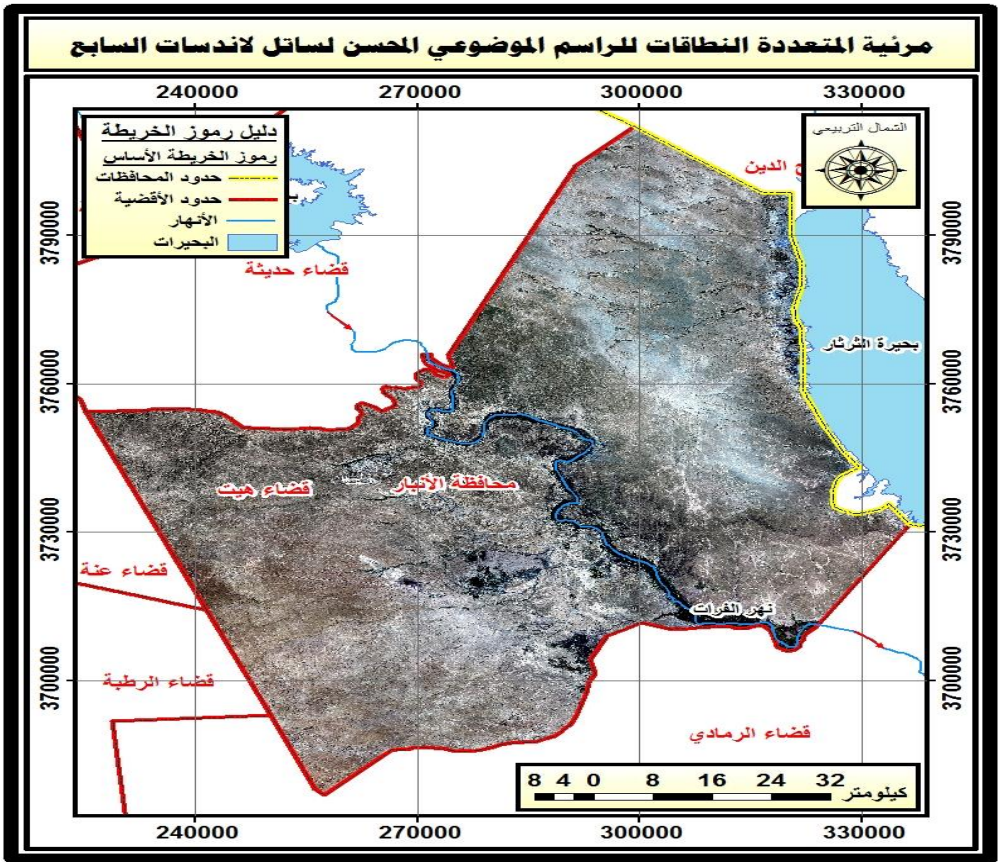
وتعد الدقة التمييزية المكانية عالية تصل الى 14 متر،وهي تمثل الجيل السابع ذات النطاقات الطيفية (1، 3، 4، 5) للمرئية 2006 لسنة 2011، كما توضحه المرئية الرادارية.[3]

وقد تم الحصول على مرئية تغطي العراق بالكامل فضلاً عن أجزاء من الدول المجاورة،و نتيجة لهذه المساحة الكبيرة التي تغطيها المرئية فهي ذات نظام إحداثيات جغرافية عالمية،والمتمثل بنظام الإحداثيات العالمي WGS 84، كما في الشكل(3-2)خريطة العراق من مرئية فضائية.



ب-مرئية الساتل Land Sat 7 ذات النطاقات الطيفية المتعددة:

وهي مرئية ذات دقة تمييزية مكانية عالية تبلغ 14متر،مأخوذة من مستشعر الراسم الموضوعي المحسن .E.T.M، ذات الحزم الطيفية المتعددة،هي:(1، 3، 4، 5)،تعود لعام 2006م،كما في الشكل(4-2) مرئية فضائية لقضاء هيت.



ويستفاد الباحث منها في تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة عن طريق عمل مجسمات لها ثلاثية الأبعاد لمظهرها الجذاب والمعبر عن الواقع التضاريسي في منطقة الدراسة.[4]

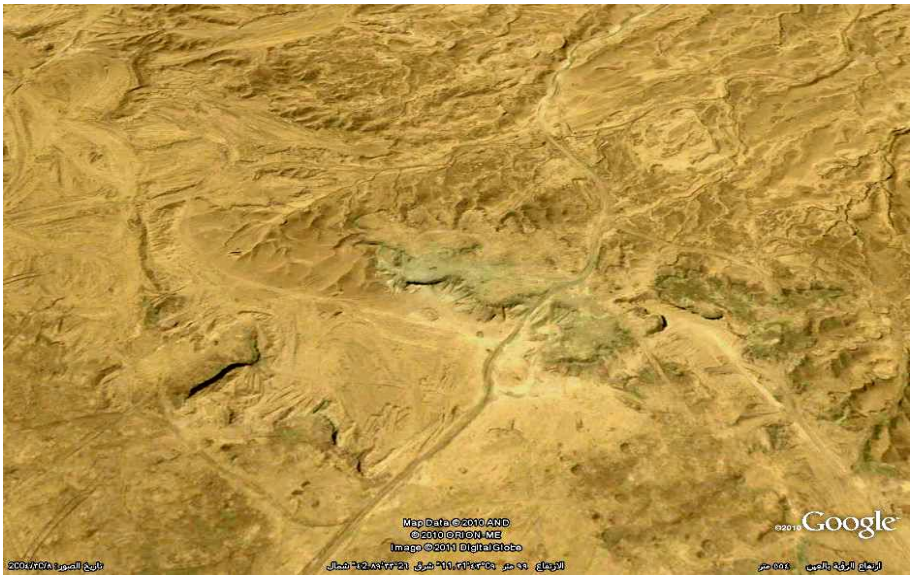
4-الصور الفوتوغرافية:

تستخدم انواع من الكاميرات التي تضم اجهزة تحكم تستطيع ان تلتقط صورة لمنطقة واسعة من الارض تصل الى عدة كيلومترات،فتظهر ما تضمه تلك المنطقة من مظاهر تظاريسية،وخاصة المرتفعة والمنبسطة،شكل (5-2)صورة فوتوغرافية تبين طبيعة سطح الاض لمسافة تصل الى اكثر من 2كم.



5- استخدام برنامج Google Earth:

يعد من البرامج الحاسوبية المهمة التي تستخدم للحصول على صور فضائية ذات دقة عالية لمظاهر السطح الطبيعية والبشرية،شكل (6-2) صورة تبين امكانية البرنامج في تصوير سطح الارض،ومن إمكانات البرنامج قياس إبعاد الظاهرة وموقعها بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض،ويعمل على شبكة الانترنت.[3] كما توجد برامج أخرى مماثلة منها Map earth , flash earth ،والتي تمتلك نفس خصائص البرنامج السابق.



ثانيا-المعلومات التي توفرها أجهزة الاستشعار عن بعد

تغطي معلومات الصور الجوية والفضائية مساحة واسعة من سطح الأرض تصل مئات الكيلومترات، يصعب على الباحث توفيرها وبأشكال مختلفة, لذا كان لها الإسهام الفاعل في تطور البحث الجغرافي عامة والجيومورفولوجي خاصة, ومن المعلومات التي يوفرها مايأتي:

1- معلومات عن التكوينات السطحية وتحت السطحية, أي عن التربة والصخور .

2- طبيعة سطح الأرض وما يتضمنه من مظاهر مختلفة,ويتم ترجمة ذلك الى خرائط طوبوغرافية للمناطق التي جرى مسحها .

3- تحليل الأرض حسب الغرض من الدراسة, للتخطيط أو التنمية أو البحث عن الموارد أو للأغراض العسكرية .

4- طبيعة النشاط البشري القائم على ارض منطقة الدراسة ونوع استعمالات الأرض بالنسبة للاستيطان الحضري او الريفي.

5- العمليات الجيومورفولوجية المختلفة التي حدثت في منطقة الدراسة كالتعرية والارساب والانهيار والهبوط وغيرها.

6- النظام الهيدرولوجي.

توضح الصور الفضائية والجوية انماط التصريف وانواعه ومنسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

7- طبيعة الانحدارات في منطقة الدراسة.

تبين الصور الفضائية والجوية طبيعة الانحدارات في منطقة الدراسة والعمليات الجيومورفولوجية التي تتعرض لها ومخاطرها.

ومن الجدير بالذكر أن المعلومات التي توفرها وسائل الاستشعار عن بعد على درجة عالية من الدقة لتطور أجهزة الالتقاط والتفسير,وتكون تلك المعلومات على نوعين مورفومترية (قياسية) وتفسيرية أو وصفية, الأولى تتناول معلومات تتعلق بالموضع الدقيق للظواهر الطبيعية,ويمكن استنباطها من الخرائط الطوبوغرافية المنتجة من الصور الجوية والفضائية, أما التفسيرية ذات طبيعة موضوعية ومبنية على التفسير الشخصي للخيالات التي توفرها الصور,ويمكن استخدام

الحاسوب في تحليل الخيالات التي تعطي معلومات وفيرة عن منطقة الدراسة.[5]

ثالثا-الاستفادة من معلومات الاستشعار عن بعد في مجال علم شكل الأرض

1- تخطيط وتوزيع أعمال التحري الموقعي في منطقة الدراسة ليشمل جميع الجوانب الطبيعية والبشرية اعتمادا على معلومات الصور الجوية والفضائية الخاصة بتلك المنطقة,كما يحدد على ضوئها حركة أجهزة وفرق التحري الموقعي, لذا تسهل عملية الدراسات الميدانية.

2- تحديد مواقع الموارد الطبيعية المختلفة التي يمكن الاستفادة منها في الأنشطة المختلفة .

3- طبيعة النظام الهيدرولوجي في منطقة الدراسة بنوعيه السطحي والجوفي.

4- معرفة المناطق المستقرة وغير المستقرة في سفوح المرتفعات,أي تحديد المناطق التي تتعرض للانزلاق والانهيار في الوقت الحاضر،أو تعرضت له في الماضي أو ستتعرض له مستقبلا, كما توضح التطورات التي شهدتها المنطقة من خلال المقارنة بين الصور القديمة والحديثة لتلك المنطقة.

5- توضيح التطورات التاريخية التي يشهدها آي موقع من خلال المقارنة بين الشواهد التي توضح الاستخدامات القديمة والحديثة للموقع, وما حدث فيها من تغيرات,مثل مناطق غابات تتحول الى مناطق عمرانية أو زراعية,أو مناطق طمر صحي الى عمرانية,وغير ذلك من تغيرات في استعمالات الأرض.

6- إظهار المجاري القديمة المطمورة للأنهار،والأخاديد المملوءة بالترسبات,وأنماط التصريف المشوشة،والخوانق وفوهات المناجم المهجورة.

7- معرفة أشكال السطح والبنية الجيولوجية في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة لها.

8- توفير خرائط متنوعة يستفاد منها في مجالات عده منها ما يأتي:

أ- خرائط خاصة بتخطيط المشاريع الهندسية المختلفة كالطرق والجسور ومشاريع الري وتخطيط المدن والموانئ وسكك الحديد.

ب- خرائط كنتورية توضح طبيعة الوضع الطوبوغرافي في آي منطقة يتم دراستها.

ت- خرائط تفصيلية لمساحات صغيرة يستفاد منها في مجالات محددة.

ث- خرائط تفصيلية يستفاد منها في العمليات العسكرية تؤشر عليها أماكن تجمع قوات العدو ومواقع الأسلحة الستراتيجية والذخيرة والمطارات,وطبيعة ارض العدو والمعوقات والإمكانات في تلك المواقع.

ج- خرائط توضح التكوينات السطحية وتحت السطحية والخصائص البايلوجية لمنطقة الدراسة.[6]

رابعا- تفسير الصور الجوية والفضائية لتحليل سطح الأرض:

ان اهمية الاستشعار عن بُعد في دراسة مظاهر سطح الارض يمكن تجسيده باستعراض مختصر وشامل لمكونات نظامه الأساسية،اذ يتكون من عمليتين رئيسيتين هما عمليتي جمع وتحليل البيانات،وتعتمد العمليتان على العناصر الرئيسة التالية:

1-مصادر الأشعة الكهرومغناطيسية (الطاقة).

2-تأثير مكونات الغلاف الجوي على الأشعة الكهرومغناطيسية.

٣-تأثير مواد سطح الأرض على الأشعة الكهرومغناطيسية.

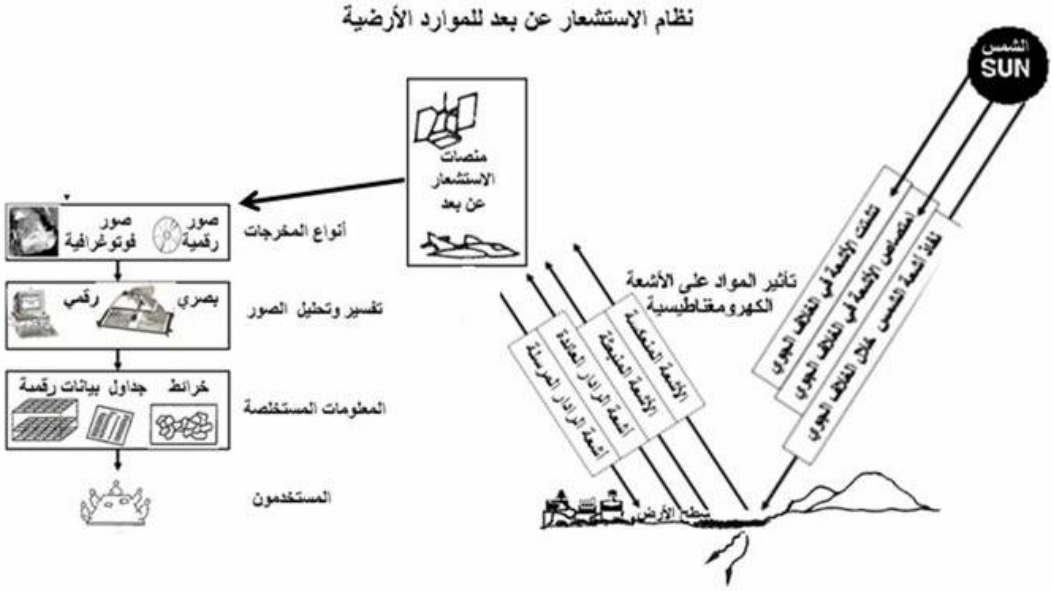
4- منصات الاستشعارعن بُعد.

٥- أجهزة الاستشعارعن بُعد.

٦- مخرجات أجهزة الاستشعارعن بُعد.

٧- معالجة وتفسير وتحليل صور الاستشعار عن بُعد.

٨-المستخدمون(تطبيقات الاستشعارعن بُعد)،شكل(7-2)مخطط يمثل العناصر الرئيسة.[7]



أن دراسة عناصر سطح الأرض من الجوانب التي تهم المختص في التربة والجيولوجيا والهندسة والجغرافيا والتخطيط الحضري والإقليمي والزراعة والمناخ والعمليات العسكرية, اذ يتم التعرف على شكل التضاريس الأرضية في المنطقة التي تضمها تلك الصور من خلال تحليلها, فتظهر الجبال والوديان والسهول والمصاطب أو المدرجات وطبيعة التصريف المائي وأنماط التصريف ,والتعرية حسب العامل المسبب لها,ونوع الانحدارات,ونوع الرواسب.

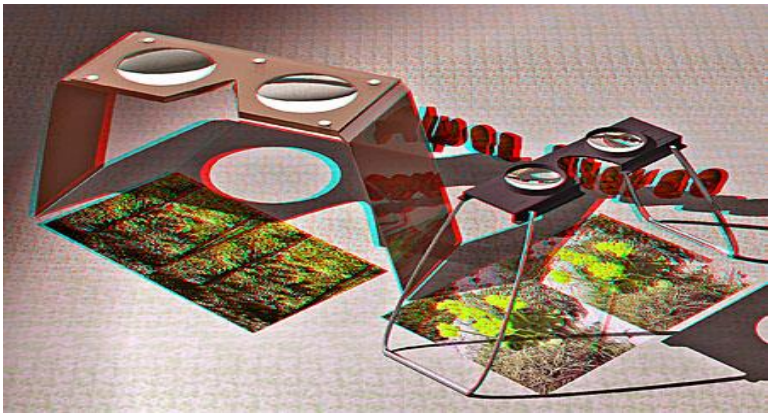
وتكون معلومات صور الاستشعار عن بعد المتعلقة بسطح الأرض على نوعين هي:

1- معلومات مورفومترية رقمية،أي قياسية وتفسيرية أي وصفية,اذ ترتبط معلومات النوع الأول بالموضع الدقيق للظواهر الطبيعية,وينتج من تحليل الصور خرائط طوبوغرافية تتضمن بيانات عن ابعاد مظاهر السطح من ارتفاع وسعة ومساحة.

2- معلومات وصفية،وتكون ذات طبيعة موضوعية،وتعتمد على التفسير الشخصي للخيالات الملتقطة.

وتستخدم في عملية تحليل الصور الجوية والفضائية اجهزة وبرامجيات خاصة منها ما يلي:

أ- جهاز ستريو سكوب لتحليل الصور الجوية،شكل (8-2)جهاز ستريوسكوب،ويعد من ابسط الاجهزة واقدمها،واقل دقة .



ب-استخدام اجهزة التقاط متطورة، ولغرض الحصول على صور جوية وفضائية لسطح الأرض واضحة تم صنع عدة أجهزة خاصة كان أولها منظومة تصويرITEK نوع S-190A متعدد الأطياف عام 1970, والذي يتضمن أجهزة تصوير صغيرة الأبعاد (70) ملم,وتوفر تلك الأجهزة أربع لقطات أو صور أحادية غير ملونة,وفي عام 1976 تم تطوير هذا الجهاز وظهر نوع S-190B.

وفيما بعد استمر إنتاج الأجهزة المتخصصة بهذا المجال ومنها جهاز RMK ذات أبعاد 23×23ملم وبعد بؤري 30سم, ثم جهاز ITEK-LFC وابعاده 23×46ملم ،وبعد بؤري 30سم.

وعلى العموم أن الحصول على الخرائط الطوبوغرافية يكون من الصور الجوية والفضائية بمصادرها المتنوعة ومنها ما يأتي:

1- الصور الجوية.

2- الصور الفضائية من الأقمار الاصطناعية.

3- صور مكوك الفضاء.

4- خيالات الماسحات الجوية والفضائية.

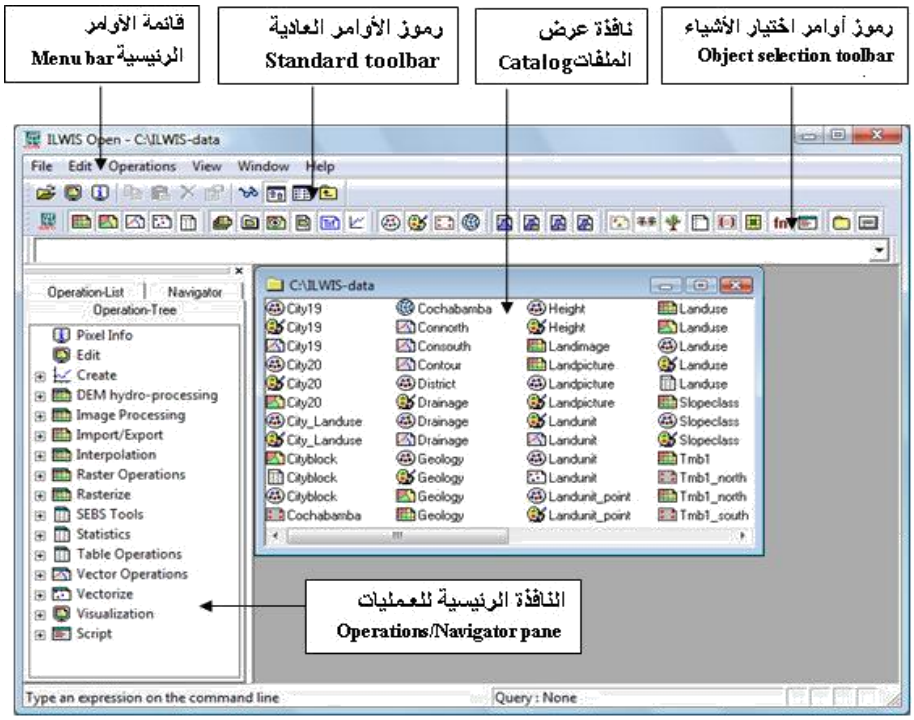
5- خيالات الرادار الجانبي,وتشمل خيالات الرادارات الجانبية المنقولة جوا بالطائرات والمنقولة بواسطة الأقمار الاصطناعية.[8]

ت- استخدام برنامجIlwis .

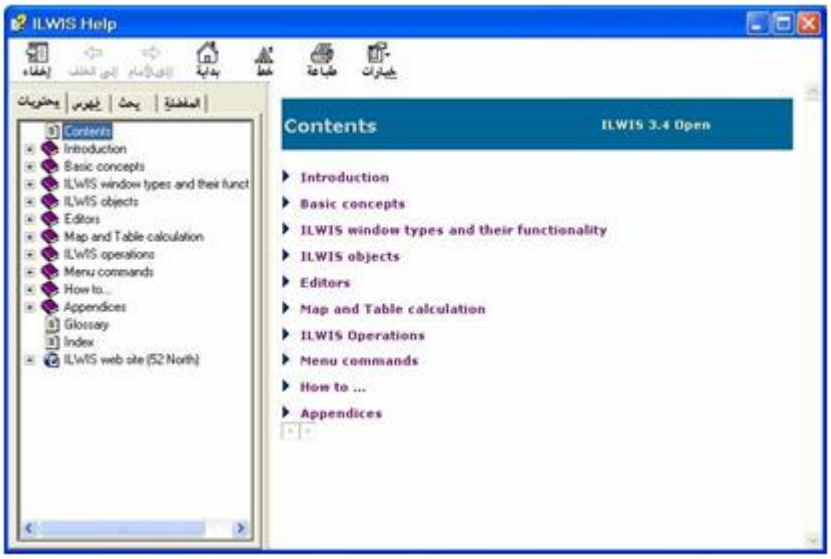
يعد من البرامجيات المستخدمة في تحليل الصور الجوية والفضائية منذ عام ٢٠٠٧م أصبح برنامج الويس ILWIS مجانيا وفقا لرخصة ،General Public License ، وسمي الويس

المفتوح، ويتولي المعهد العالمي للمحافظة والبيئة(WICE) World Institute for Conservation and Environment،توزيعه وتحديثه والمحافظة عليه،وذلك من خلال موقع على الشبكة العنكبوتية (انترنت)، وعليه يمكن متابعة معلومات الويس ILWIS على موقع http://www.ilwis.org/وتنزيل الإصدارات الحديثة منه.

عند تشغيل البرنامج بضغطتين متتابعتين على رمز رابط ملف تشغيل البرنامج الظاهر على سطح المكتب ستظهر واجهة تطبيق البرنامج على ألشاشة مع ملاحظة أن الأوامر فيها تكون باللغة الإنجليزية كما في الشكل(9-2)واجهة تطبيق الرنامج.



يمكن الحصول على معلومات تفصيلية باللغة الانجليزية عن عمليات وخصائص برنامج الويس ILWISوذلك من خلال أمر المساعدة Help في قائمة الأوامر الرئيسية،اذ تظهر النافذة كما في الشكل(10-2)النافذة الرئيسية للبرنامج.[9]



المبحث الثالث- نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

اولا- تعريف GIS

ان استخدام نظم المعلومات يكون في اتجاهين،الاول انها برامج لها القابلية على خزن كمية كبيرة من المعلومات المختلفة،لذا تمثل قاعدة بيانات يتم الرجوع اليها عند الحاجة،وعليه قامت بعض الدول بانشاء مراكز خاصة تسمى مراكز نظم المعلومات،والذي مهمته عمل قواعد بيانات مكانية متنوعة،يستفاد منها اصحاب القرار والباحثون،والتي يتم تحديثها بين فترة واخرى .

اما الاتجاه الثاني انها برامج تستخدم لتحليل المعلومات والبيانات التي يتم ادخالها واخراجها باشكال متعددة مكتوبة ومرئية ومرسومة وممثلة باشكال بيانية،كما انها تمثل تقنية متطورة تستخدم في ادارة الخدمات المختلفة مثل الماء والكهرباء.

ونظم المعلومات الجغرافية هي برامج حاسوبية متطورة وتتطور بشكل مستمر وسريع وذات قدرة عالية على تنظيم وادخال البيانات والمعلومات الكمية والوصفية ومعالجتها وتحليلها بطرق واساليب متنوعة وخزنها وعرضها باشكال مختلفة مرئية ومصورة ومكتوبة،وتستخدم في كل مجالات الحياة دون استثناء،وسميت بنظم المعلومات الجغرافية لانها تعتمد على معلومات ذات طابع مكاني.

GIS برامج تستخدم لتجميع وخزن وتحرير ومعالجة وتحليل وعرض معلومات بمراجع جغرافية قدمت وفقا لموقعها, وتشمل تطبيقات GIS كل مجالات الحياة.[10]

ثانيا-اهميةGIS العلمية :

1- دمج البيانات والمعلومات الطبيعية والبشرية مع بعضها,و توثيق العلاقة بين الجغرافيا والعلوم المتداخلة معها كالتربة والنبات والهيدرلوجي والجيولوجي والاجتماع والاقتصاد والتخطيط والهندسة.

2- تمثل إطار متقدم في تحليل البيانات الجغرافية بنوعيها الكمية والوصفية,وهذا ما تنفرد به نظم المعلومات الجغرافية في قدرتها على تحليل تلك المعلومات في وقت واحد .

3- تحسين القدرة في فهم النمط والعمليات المكانية,وبطريقة أكثر علمية وعملية،والتي أسهمت في نقل الجغرافيا الى مكانة جديدة جعلتها اكثر فاعلية في المجتمع وفي مجالات تطبيقية متعددة .

4- دمج كم هائل من المعلومات أو البيانات المكانية,وأنواع أخرى من الصفات والخصائص غير المكانية في نظام واحد،والتي تعالج بسرعة كبيرة فتوفر جهداً ووقتاً وكلفتا.

5-عرض المعلومات الجغرافية بطريقة رقمية مترجمة الى خرائط، ويعد ذلك أكثر قبولاً في المجال العلمي من الجداول,والتي من خلالها يتمكن الباحث من قراءة الخريطة وتحليل وتفسير محتوياتها.

6- تعبر GIS عن دخول التقنيات الحديثة في المجال الجغرافي وهذا مهم جداً لمواكبة التطور العلمي والتكنولوجي الذي يشهده العالم,وقدرة الجغرافيا على منافسة العلوم الأخرى في استيعاب التقنيات الحديثة وكذلك شعور العاملين في هذا المجال بأنهم قادرين على استيعاب ما يشهده العالم من تطور واستخدام للتقنيات الحديثة في العلوم المختلفة,والانتقال من سرد أو وصف الحقائق الى تطبيق عملي وميداني يستفاد منه الأنسان في نشاطاته المختلفة.

7- تعمل GIS على خلق علاقات بين الأنشطة الاقتصادية والعمرانية,اذ توجد علاقات غير منظورة يمكن ترجمتها الى أشكال بيانية ومخططات يسهل فهمها .

8- تعد GIS وسيلة جيدة لتحليل وادارة البيئة.[11]

ثالثا-استخدام GIS في تحليل سطح الأرض:

تستخدم GIS في تطبيقات متنوعة ومجالات مختلفة,ورغم اختلافها ألا أنها تجمعها صفة البعد المكاني،والذي يعد العنصر الأساسي الذي منه تبدأ عملية التحليل,بعد توفر المعلومات على شكل خرائط أو طبقات,ولغرض تحقيق نتائج حقيقية لابد أن تتوفر المعلومات الأساسية التي تتعلق بالأرض ومنها ما يأتي:

1- شبكة جوديسية لتوفير مرجع أحداثي دقيق,أو إحداثيات جغرافية(خطوط الطول ودوائر العرض).

2- قاعدة بيانات طوبوغرافية والتي بواسطتها يمكن ربط المعلومات الجغرافية الأخرى ببعضها.

3- بيانات عن مسح الأرض والتي تكون مرجعا لاستعمالات الأرض وملكيتها,ومعلومات ديموغرافية متنوعة.[12]

ومن مجالات استخدام GIS في تحليل سطح الأرض ما يلي:

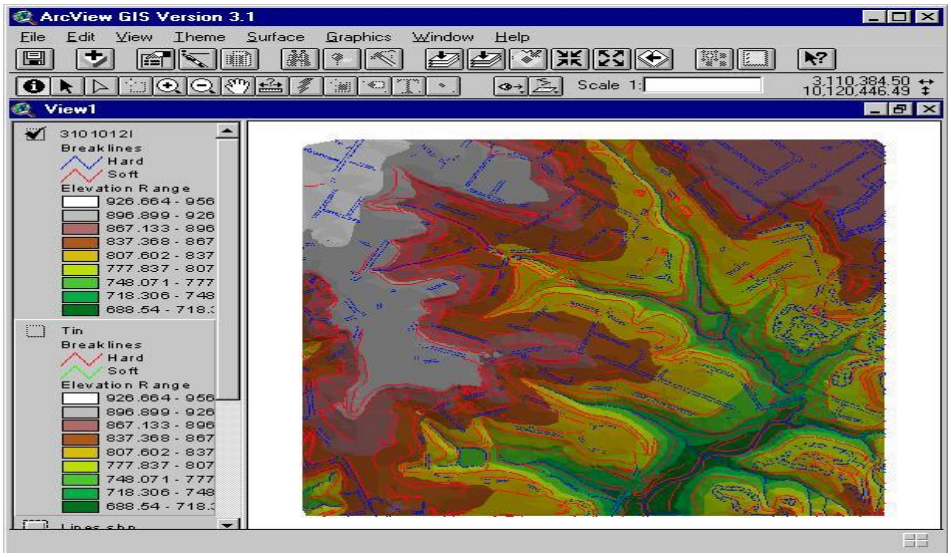
1-تستخدم نظم المعلومات على نطاق واسع في تحليل مظاهر سطح الأرض والتعرف على نوع التضاريس في منطقة الدراسة, اذ تضم المعلومات التي توفرها برامج تلك النظم بيانات مكانية مورفومترية أي قياسية تشمل أبعاد تلك المظاهر وطبيعة الانحدار, وبيانات وصفية عن موقع وموضع الظواهر وعلاقتها بما يحيط بها.

2- تستخدم نظم المعلومات في متابعة التطورات التي تشهدها بعض المظاهر مثل مناطق السواحل أو تحرك الكثبان الرملية أو عمليات التعرية والارساب النهري, وغير ذلك من العمليات الجيومورفولوجية التي يتعرض لها سطح الأرض,حيث تمتلك نظم المعلومات قابليات وقدرات لا تمتلكها النظم والبرامجيات الأخرى مما أعطى مرونة كبيرة في امكانية استخدامها في مجالات عدة.

3- استخدام نموذج التضاريس الرقمي DIGITAL TERRAIN ANALYSIS ،

اذ تستطيع برامج GIS بناء نماذج ثلاثية الأبعاد للموضع الجغرافي عندها يمكن تمثيل طوبوغرافية هذا الموضع بنموذج بيانات (إحداثيات) س،ع، ص،(Z,Y,X) ويعرف بأسم نموذج التضاريس أو الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model ويشار أليها اختصارا بالأحرف (DEM وDTM) ،شكل (11-2) يبين استخدامGIS في تحليل سطح الارض,ويمكن

استخدام البيانات المشتقة من نموذج التضاريس الرقمي والارتفاعات الرقمية في تحليل الظواهر البيئية ومواقع المشاريع الهندسية التي تتأثر بالارتفاع أو الميل ،كما في دراسة الغابات والتعرية الارساب النهري .

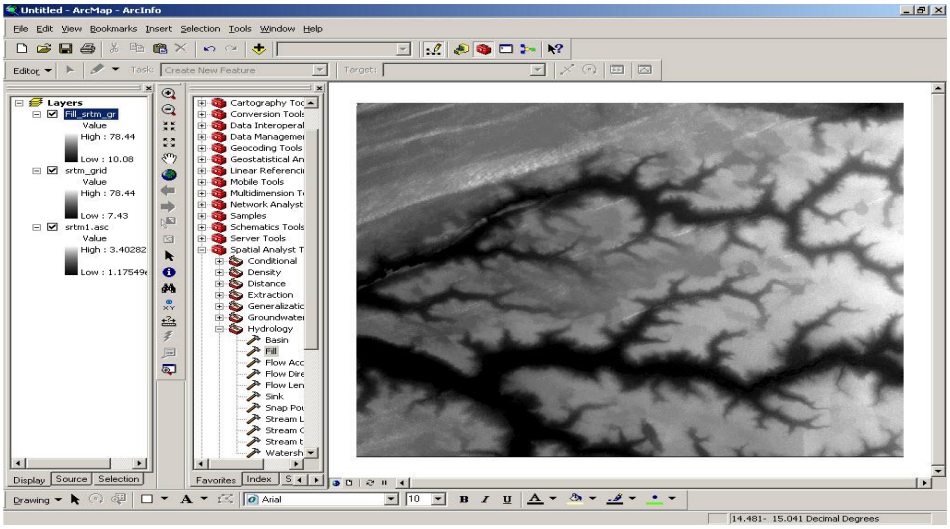


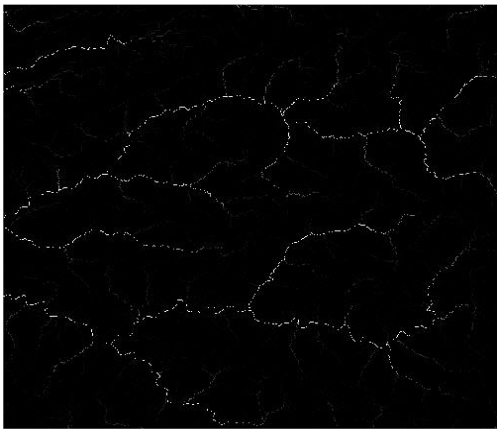
وتسمح قدرات البرنامج بلإظهار البصري في الحاسوب بعرض نموذج التضاريس الرقمي في شكل ثلاثي الأبعاد من أية زاوية مطلوبة,على سبيل المثال يستطيع المهندسون استخدام نموذج الارتفاع الرقمي لمعرفة الأسلوب المناسب في حجب منشأ جديد عن التضاريس المحيطة, مثل منجم مفتوح وتقدير كمية الحجب الإضافي اللازمة لأخفاء المنشأة أو تقليل مستويات الضجيج الناجمة عنه .[13]

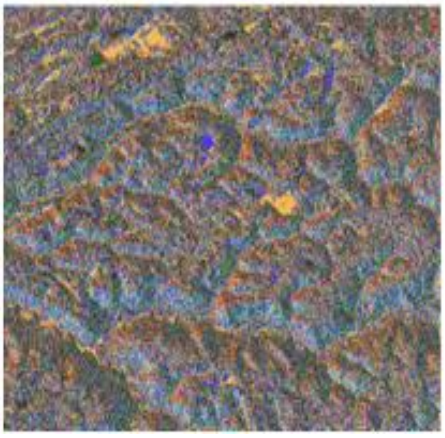
ويستخدم نموج التضاريس الارضي في دراسة المخاطر التي تتعرض لها المنحدرات، وتحديد المواضع الخطرة وما تسببه من مشاكل ومخاطر واضرار للانشطة القريبة منها.

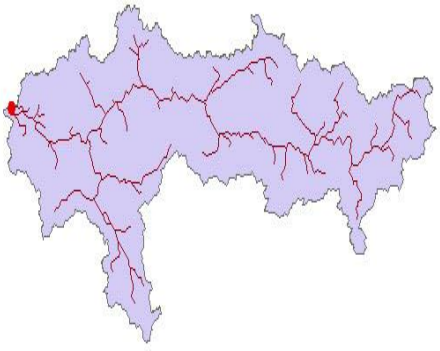
4- استخدام ARC GIS في تحليل المرئيات الفضائية واستخراج شبكة الاودية.

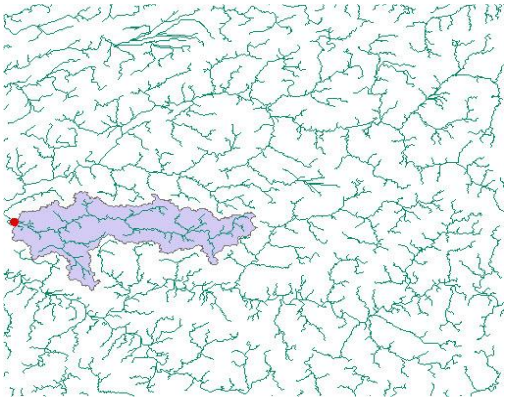
وقد تطورت تقنيات النظم كثيرا وتسع نطاق استخدامها في مجالات شتى،اذ تستخدم في استخراج شبكات تصريف الاحواض النهرية والاودية من المرئيات الفضائية بسهولة وبدرجة وضوح عالية الدقة،وخلال زمن قصير وخطوات بسيطة باستخدام برنامج ArcGis ،شكل(2-12) مجموعة صور تبين جزء من عمليات استخراج احواض التصريف من المرئيات الفضائية باستخدام Arc Gis.[14]





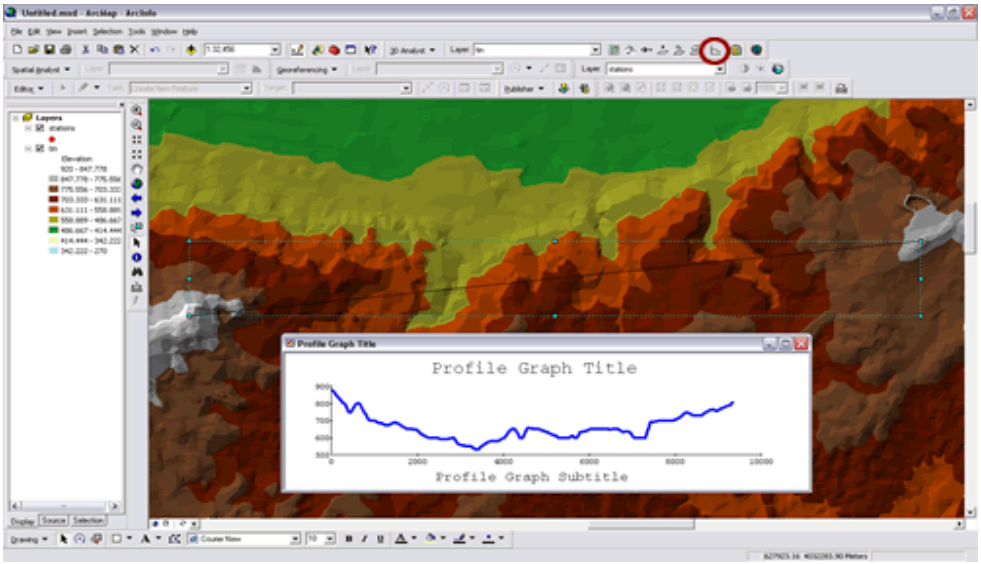






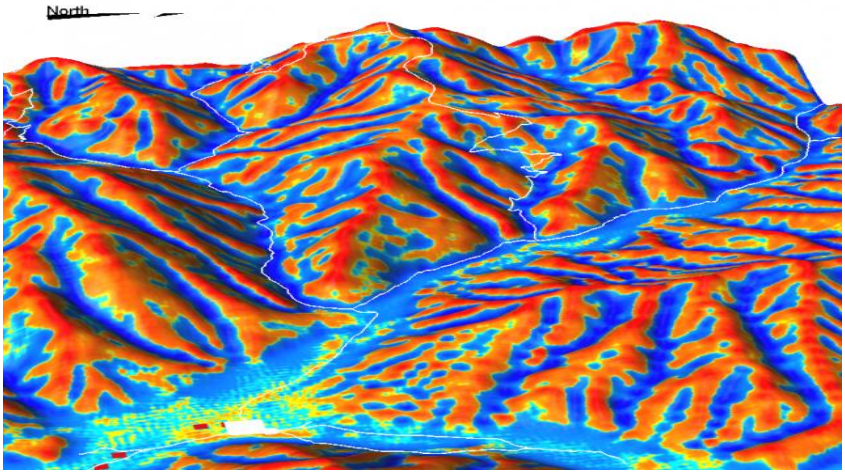
5-استخدام GIS في رسم المقاطع العرضية التضاريسية

تستخدم برامجيات نظم المعلومات وخاصة ArcGis في رسم مقاطع عرضية للمظاهر التضاريسية وبدرجة عالية من الدقة،اذ يتم تحديد موضع المقطع الذي يراد تمثيل وضعه التضاريسي على الخريطة التضاريسية،شكل (2-13)يبين موضع المقطع وشكله النهائي،وبشكل معبر عن الشكل العام للمقطع التضاريسي وما يتضمنه من ارتفاعات ومنخفضات.

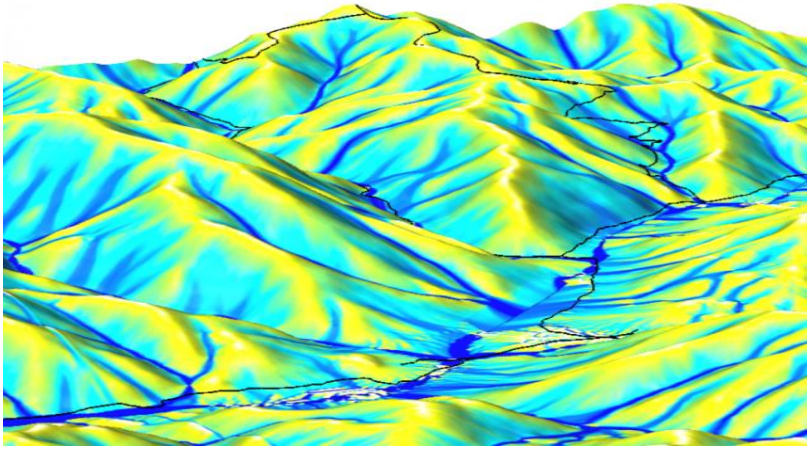


6- استخدام GRASS GIS في تحليل سطح الارض

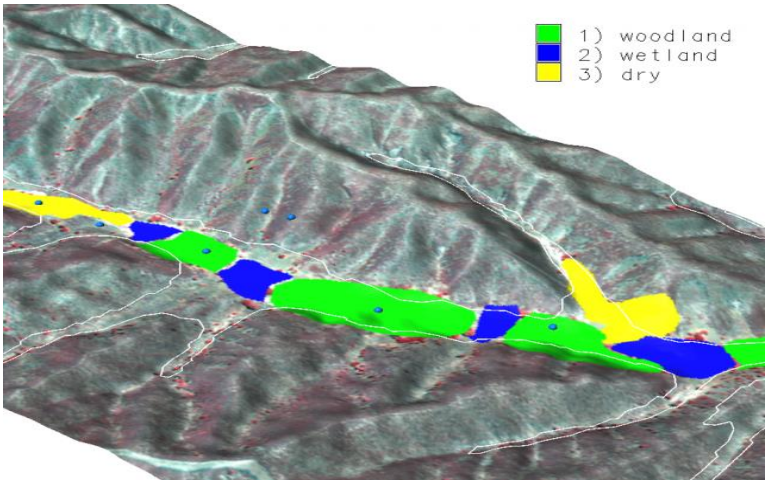
يستخدم برنامج **GRASS GIS** في دراسة وتحليل سطح الارض من جوانب عدة،اذ يمتلك البرنامج قدرات كبيرة في تحليل مظاهر السطح الجبلية والاودية وتمثيلها باشكال ثلاثية الابعاد ،شكل(2-14) مجموعة صور توضح مهام البرنامج.[15]



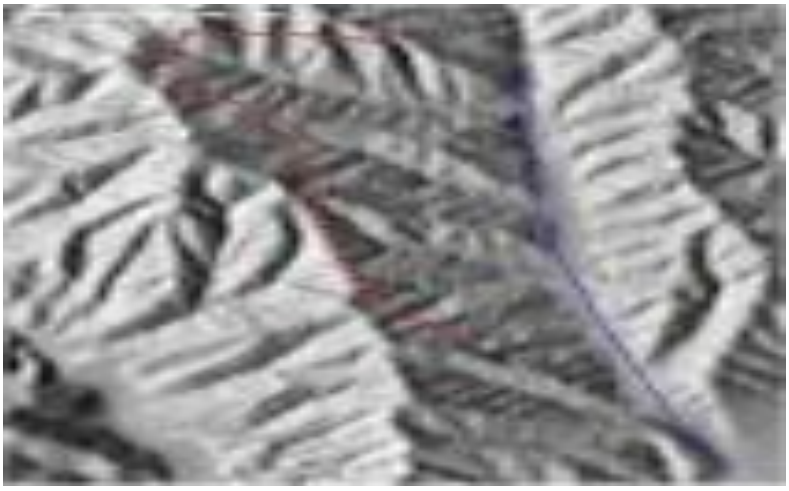
GRASS Example Image: Surface Curvatures



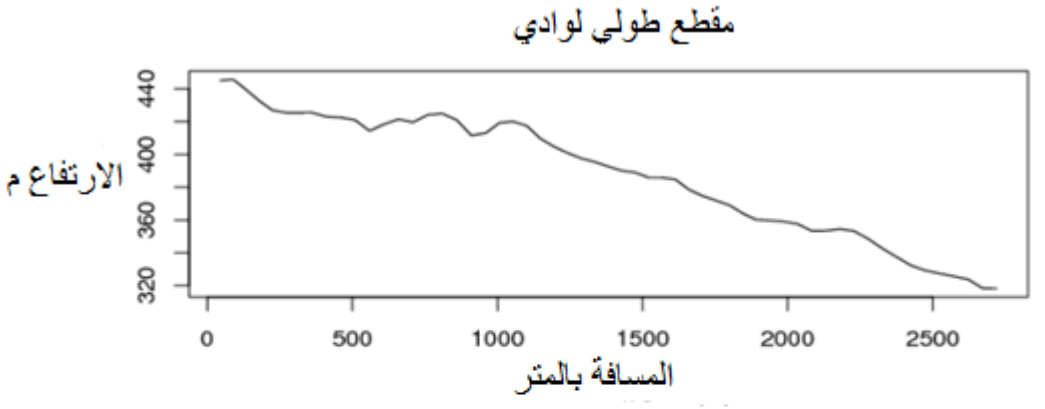
GRASS Example Image: Flow Accumulation

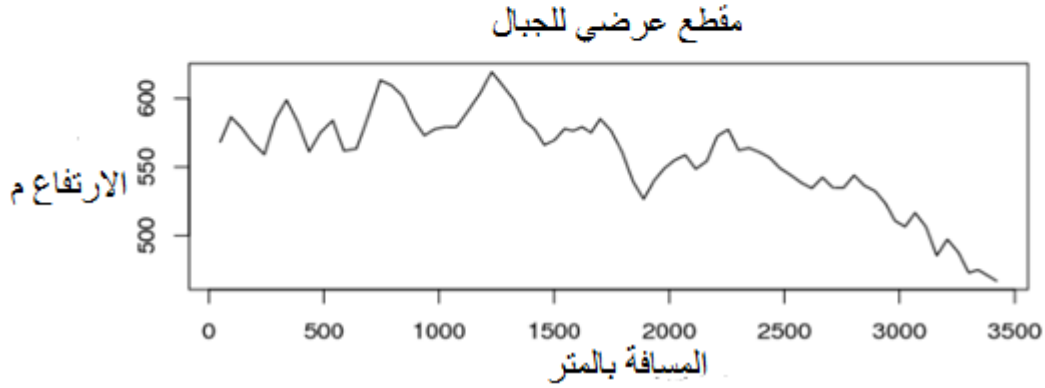


GRASS Example Image: 3D Visualization of Data



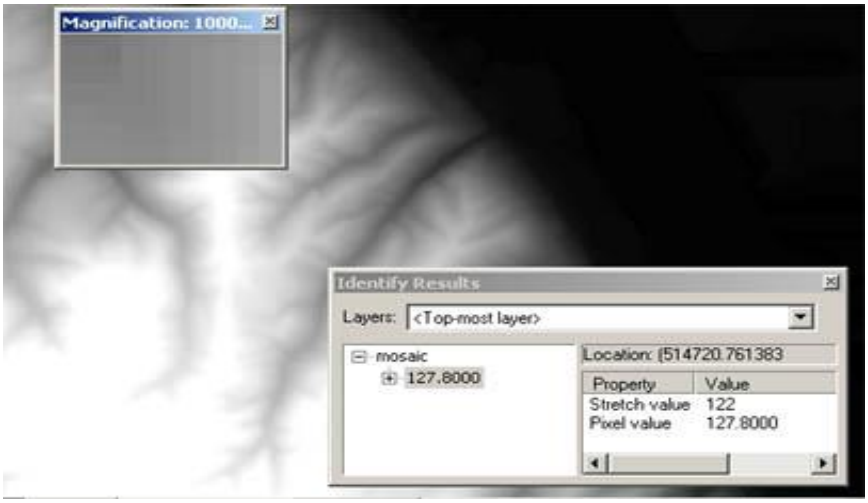
كما تستخدم برامجياتGRASS GIS في تمثيل مظاهر السطح باشكال بيانية،شكل(2-15)اشكال بيانية لتمثيل الاودية والجبال.



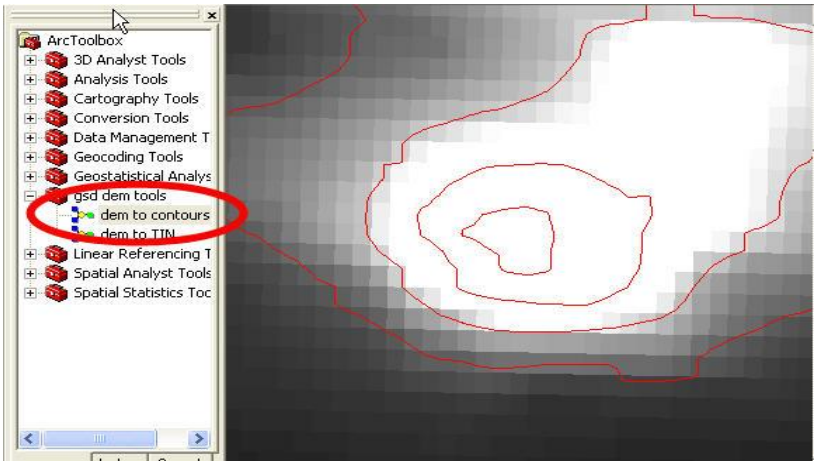


7- استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (D. E. M) في تحليل مظاهر السطح

يستخدم نموذج الارتفاعات الرقمي D. E. M) Digital Elevation Model في رسم الخطوط الكنتورية اعتمادا على البيانات التي يتم توفيرها عن منطقة الدراسة وخاصة الرقمية التي يتم الحصول عليها من المرئيات الفضائية،شكل (16-2)صور توضح اسلوب رسم الخطوط الكنتورية من الصور الفضائية.[16]

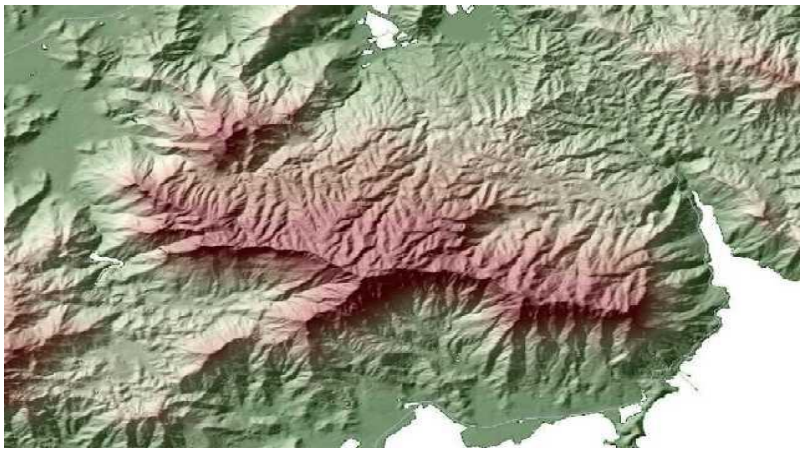

Magnification: 1000...
Identify Results
Layers: <Top-most layer>
mosaic
127.8000
Location: (514720.761383
Property
Value
Stretch value
122
Pixel value
127.8000


WILLAMETTE
Elliston

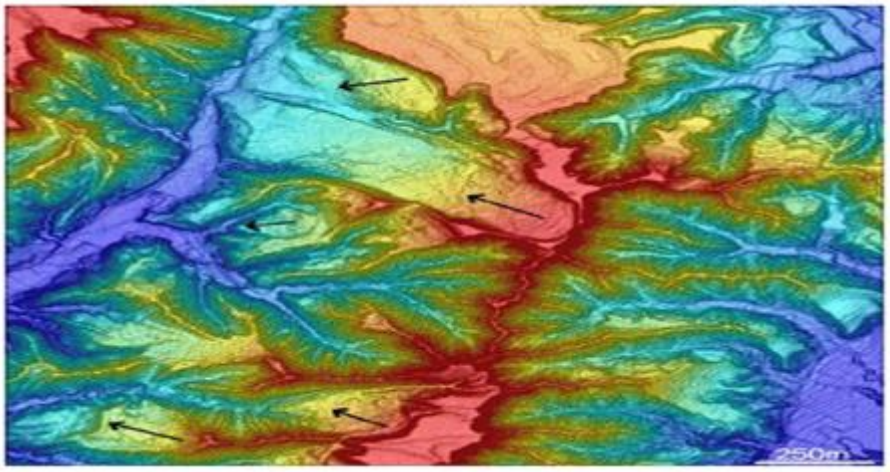

ArcToolbox
3D Analyst Tools
Analysis Tools
Cartography Tools
Conversion Tools
Data Management T
Geocoding Tools
Geostatistical Analys
gsd dem tools
dem to contours
dem to TIN
Linear Referencing T
Spatial Analyst Tools
Spatial Statistics Toc

8-استخدام نموذج التضاريس الرقمي(D.T.M) في تحليل التضاريس الارضية.

يستخدم البرنامج DIGITAL TERRAIN Model في تحليل مظاهر السطح،اذ يتم اعداد خرائط طوبوغرافية واضحة المعالم،شكل (17-2)خريطة تضاريسية ،ويعمل البرنامج على رسم مقاطع عرضية وطولية لمظاهر السطح وتحديد المواضع الشديدة والبطيئة الانحدار والمخاطر التي تتعرض لها التضاريس الارضية باستخدام الماسح الليزري المحمول جوا.



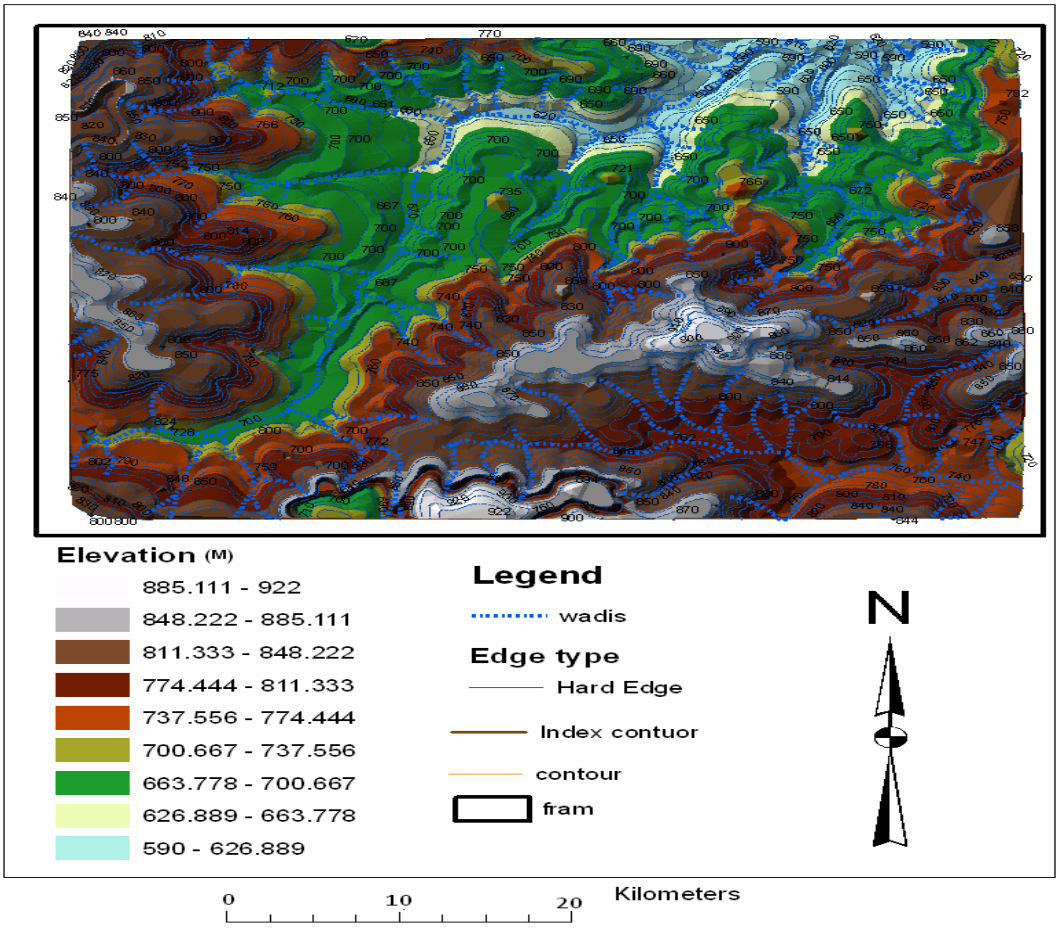
اذ يتم تحديد المناطق التي تتعرض الى الانهيار او الانزلاق او التدفق،من خلال التحليل المكاني لخرائط منطقة الدراسة وبالاعتماد على تحليل التضاريس الرقمي فتظهر خرائط موضعية تبين بدقة مواضع المناطق الخطرة،شكل (18-2)خريطة موضح عليها المخاطر.[17]



9- خريطة نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة**:**

تعد خريطة نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة،والتي تظهر فيها الشبكة المائية triangulated irregular networks (TIN) من الخرائط المهمة ،والتي تعد من الخرائط الأساس لإنتاج واشتقاق كافة أنواع الخرائط اللاحقة المعتمدة على نقاط الارتفاعاتSpot Elevation, وتتمثل أهمية هذا النمط من الخرائط كونه يقسم منطقة الدراسة إلى وحدات أرضية متمايزة حسب الارتفاعات لكل خلية من منطقة الدراسة،شكل(19-2) خريطة نموذج شبكة المثلثات غير المنتظمة.

TIN



وإبراز هذا التباين من خلال التدرج اللوني، ومن خلال ذلك التقسيم لمنطقة الدراسة يمكن تحديد خصائص المقاطع العرضية والطولية، سواء كانت مقاطع للتضاريس أو الإنحدار أو للأودية المائية،

فضلا عن التفاصيل الجيومورفولوجية،وما يترتب على هذه المعلومات من وضع التخطيط الأمثل لكافة المشاريع،الزراعية والسياحية والصحية.[18]

المبحث الرابع-استخدام نظام المواقع العالمي GPS

اولا- تعريفGPS واهميته

تعد البيانات التي يتم الحصول عليها من أقمار تحديد المواقع العالمي GLOBAL POSTOINING SYSTEM من مصادر المعلومات المهمة التي تعتمد عليها GIS,والتي لا تقتصر على الأغراض العسكرية والملاحية فقط بل يستفيد منها الباحثون في مجالات متعددة,ولا يحتاج ذلك الى جهود كبيرة ،ويقتصرعلى استخدام أجهزة يدوية سهلة الاستعمال مثل motarola LDT1ooo ،شكل (20-2) انواع اجهزة الاستقبال اليدوية.



والتي من خلالها يمكن الحصول على ما يأتي:

أ- الإحداثيات الجغرافية للموقع(خطوط الطول ودوائر العرض)

ب- ارتفاع الموضع عن مستوى سطح البحر.

ج- اتجاه وسرعة المركبات والسفن والطائرات التي يتم تتبعها بواسطة هذا النظام.

د- المسار الخطي للمركبات والطائرات والسفن الى الهدف المحدد لها.

هـ- تقدير وقت الوصول الى الهدف.

و- التعرجات في المسار.

ز- نوع القمر الاصطناعي ووقت عمله وتاريخه.

ويمكن استخدام تلك المعلومات في تصميم قاعدة معلومات جغرافية بسرعة وعلى درجة عالية من الدقة،اذ يمكن قراءة المعلومات التي تنتجها أجهزة الاستقبال بواسطة برامج GIS مثل ERDAS أو ARCINFO.[19]

ويعد نظام تحديد المواقع العالمي من أهم الأنظمة التي تم استخدامها على نطاق واسع في مجالات عدة.

والنظام تابع لوزاره الدفاع الأمريكية والتي قامت بإطلاق أول قمر لهذا الغرض 1981 والتي لازالت تتولى أدارته والأشراف عليه،وكان الهدف منه تحديد المواقع والمواضع في أي مكان على سطح الأرض على مدار الساعة وفي جميع الظروف،اذ يقوم المستخدم باستقبال إشارات من الأقمار الاصطناعية دون الحاجة الى أي إشارات منه ،وقد تم السماح فيما بعد باستخدام هذا النظام للأغراض المدنية،وتم تطوير أساليب معالجة البيانات مما زاد من كفاءة أداء مهام تلك الأقمار الاصطناعية، ومن مزايا النظام :

1- لا يحتاج الى وجود رؤيا متبادلة بين النقاط الموجودة في الأعمال المساحية .

2- يوفر معلومات طول الوقت دون توقف ولأي مكان على سطح الأرض .

3- لا يتأثر بالظروف المناخية المختلفة

4- ذو كفاءة عالية في توفير المعلومات .

5- لا يحتاج استخدام أيدي عاملة كثيرة .

6- تحديد المكان والزمان بدقة كبيرة .

7- توفر الأجهزة التي تستخدم لهذا الغرض وبأسعار متفاوتة حسب دقتها .

ثانيا-أقسام النظام

يتألف GPS من ثلاثة أقسام أساسية هي :

1- قسم الفضاء

2- قسم التحكم

3- قسم المستخدم

1- قسم الفضاء :

يتألف من مجموعة من الأقمار يصل عددها الى 31 قمراً العاملة فعلا 28قمر تدور حول الأرض على ارتفاع يصل متوسطه الى حوالي 20200 كم،اذ تعمل مجموعة من الأقمار بشكل متواصل والباقي احتياط ,وتتم دورتها حول الأرض في 11 ساعة و58 دقيقة،اي يدور حول الأرض مرتين في اليوم، وتدور تلك الاقمار في ستة مدارات تغطي كل الكرة الارضية، شكل (21-2)مدارات الاقمار الاصطناعية.



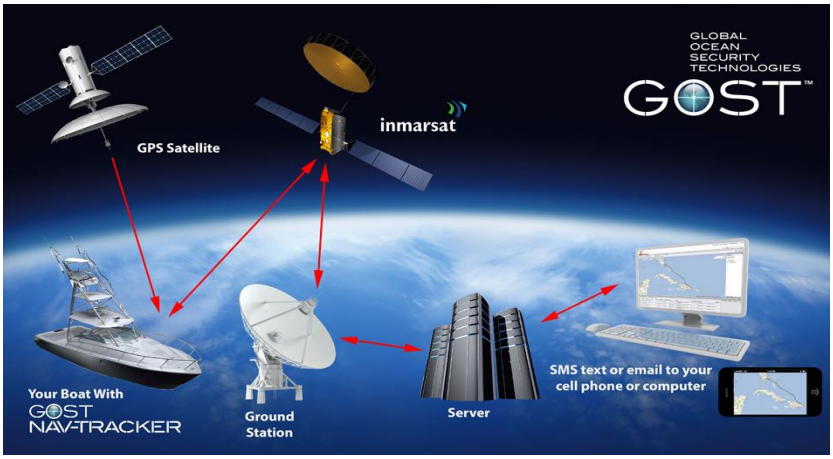
وصمم النظام على أساس إطلاق الأقمار على شكل أجيال متعاقبة بحيث يتم إحلال 31 قمر، العاملة منها فعلاً 28 ،كلفة القمر الواحد 100 مليون دولار .

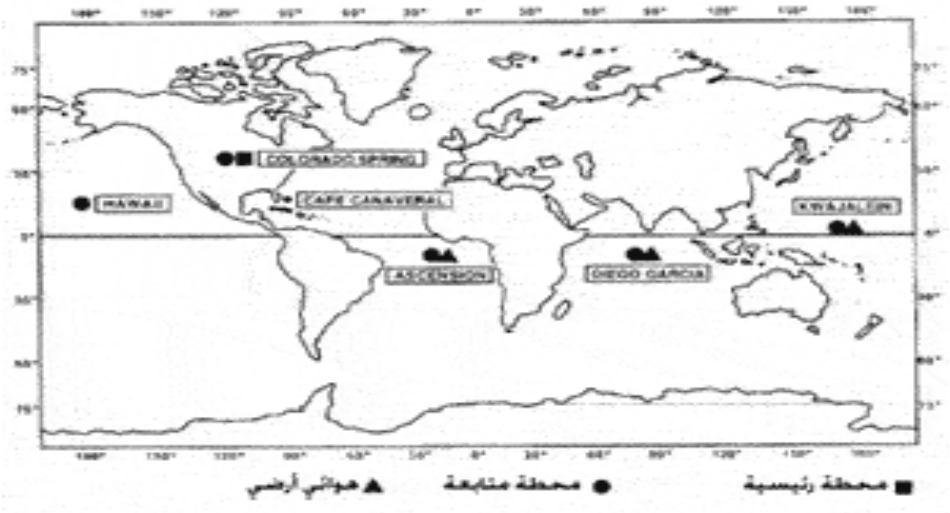
ويقوم كل قمر بإرسال أشارة باتجاه الأرض تتألف من مجموعة من الأقسام وتضم عدداً كبيراً من البيانات التي تستخدم لقياس المسافة بين القمر والمستقبل على الأرض،ولحساب إحداثيات القمر في كل لحظة أثناء حركته في الفضاء،وبالتالي يستطيع المستقبل من حساب إحداثيات الوقوف .

2- قسم التحكم .

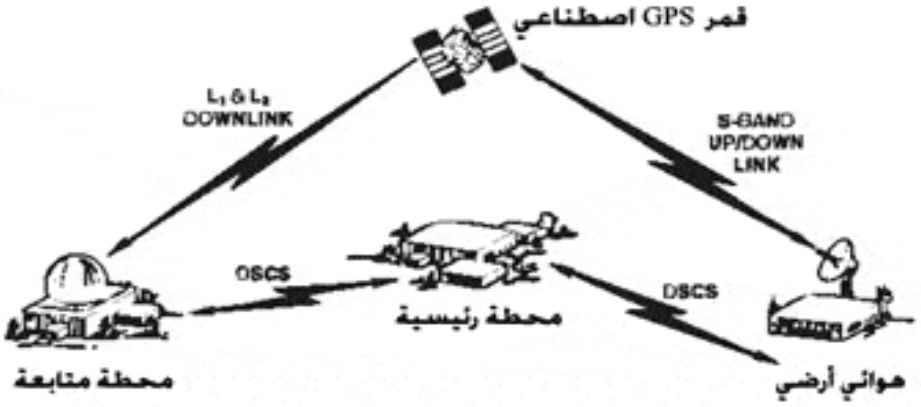
أن مهمة قسم التحكم هو متابعة ومراقبة الأقمار بشكل مستمر وذلك من أجل التأكد من استمرار عملها بشكل دقيق وفي حالة حدوث أخطاء أثناء دورانها حول الأرض يتم

تصحيحها، ويتكون هذا القسم من خمس محطات متابعة واستقبال ،ومحطة آلية للمعالجة ،وثلاث هوائيات شكل (2- 22أ وب) يبين المحطات الهوائيات واجهزة المراقبة.





اذ تقوم محطات المتابعة برصد الأقمار خلال أليوم وإرسال بيانات الرصد الى المحطة الرئيسية للمعالجة، ويتم حساب الأنحرافات في مدار الأقمار وحساب التصحيحات اللازمة لها ،ومن ثم تقوم بإرسال هذه البيانات الى الهوائيات التي تتولى عملية إرسال البيانات الى الأقمار أثناء دورانها حول الأرض للمحافظة على البيانات التي يرسلها القمر،وتكون حديثة ودقيقة ليتم حساب إحداثيات النقاط على سطح الأرض بشكل دقيق كما في شكل (2- 23)اسلوب متابعة عمل قمر صناعي .



3- قسم المستخدم .

يتكون من قسمين عسكري ومدني ،ومن مميزات النظام تغطية تطبيقات متعددة تتفاوت فيما بينها من حيث الدقة وأسعار الأجهزة والمعدات المستخدمة في بعض التطبيقات التي تتطلب دقة منخفضة مثل أعمال النقل، بري أو بحري أو جوي ،والتي تحتاج الى أجهزة رخيصة الثمن وسهلة الاستعمال، والتطبيقات التي تتطلب مستوى متوسط من الدقة مثل الأعمال المساحية تحتاج الى أجهزة أفضل من النوع السابق وتتطلب خبرة عالية في مجال استعمالها ،في حين تحتاج تطبيقات أخرى الى مستوى عال جدا من الدقة، لذا تحتاج الى أجهزة أكثر تطوراً من السابقة والى خبرة عالية للتوصل الى نتائج دقيقة .[20]

وتقوم الأقمار الاصطناعية بإعطاء معلومات عن الوقت والموقع لكي تتمكن أجهزة استقبال GPS من حساب المواقع على الأرض،ويجب استقبال أشارة من ثلاثة أقمار على الأقل لتحديد موقع جهاز الاستقبال على شكل احداثيات تتمثل بخط عرض وخط طول,أو أي شكل أخر تابع لشبكة الإحداثيات المحلية تم تعريفها في جهاز الاستقبال,فيما يتطلب حساب ارتفاع الموقع وجود إشارات إضافية من قمر اصطناعي رابع .

وتستخدم تقنية GPS للحصول على بيانات متجهة عن المواقع الجغرافية وتوفر بعض أجهزة الاستقبال المتطورة لرصد النقاط والخطوط والمضلعات وتخزينها في طبقات منفصلة فوق بعضها البعض مع جداول أعداد البيانات، فضلاً عن إمكانية تصديرها الى GIS,لمعالجتها وتحليلها واخراجها على شكل خرائط او جداول ، مثال ذلك الحصول على معلومات عن الآبار

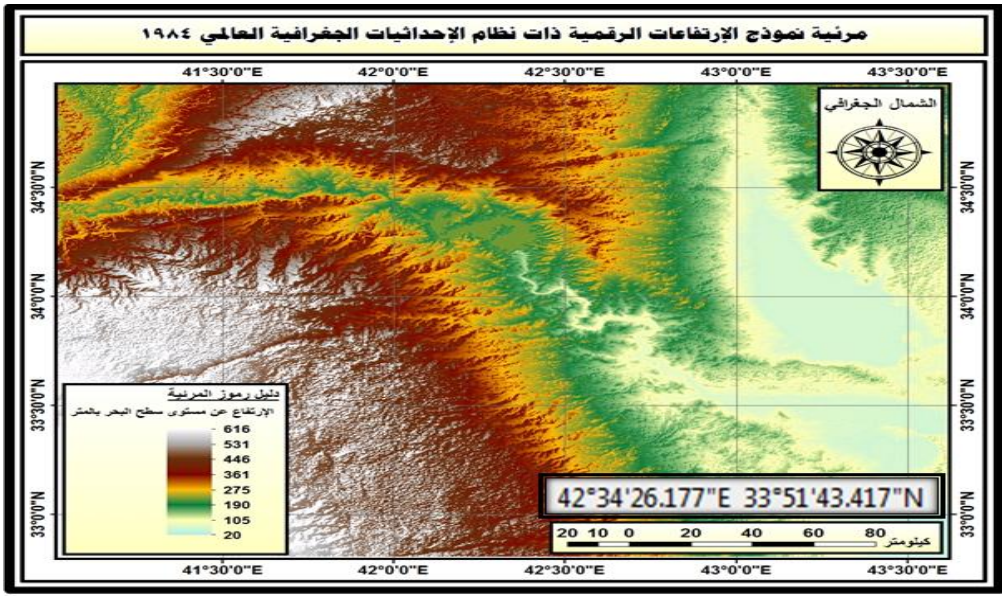
في قرية ما حيث يقوم مستخدم GPS بإنشاء جدول لتخزين البيانات الوصفية (يسمى بمعجم البيانات) يتضمن أسم المالك ورقم الترخيص وعمق البئر ,ثم يجري مسح ميداني لرصد المواضع من خلال استخدام الجهاز المعد لذلك ,اذ يتم الضغط على زر خاص في المفاتيح بعد الوقوف عند البئر مباشرة فتظهر البيانات المكانية وصفاتها على شاشة الجهاز، وهي بيانات جاهزة للاستخدام في معظم برامجيات GIS .

ويهيمن الجانب العسكري الأمريكي على معلومات GPS والذي عمل على تظليل الدقة في المعلومات لفترة من الوقت تصل الى حوالي 100 م ،اذ تستخدم تلك القوات العسكرية أسلوب التوفير الانتقائي،وقد تمت برمجة الأقمار الاصطناعية بشكل يعطي معلومات غير دقيقة عن الوقت والمواقع وذلك لمنع القوات المعادية من الاستفادة من تلك المعلومات ،ويعد ذلك تم تخفيض التوفير الانتقائي الى 10 م ، وأذا كانت هذه الدقة لاتفي بالغرض المطلوب يمكن استخدام أجهزة استقبال متطورة لتحليل الإشارة الملتقطة من الأقمار الاصطناعية ومقارنتها بالإشارة المستقبلة من المحطات الأرضية للحصول على معلومات أكثر دقة تصل الى أقل من 1م ،ويسمى هذا الأجراء بالتصحيح التفاضلي،ويطلق على أجهزة الاستقبال القادرة على القيام بهذه المهمة أسم DCPS.[21]

المبحث الخامس- نظم الاحداثيات الجغرافية

تختلف نُظم الإحداثيات بما تتضمنه من المراجع الجيوديسية والمساقط بين مرئيات الإستشعار عن بُعد و الخرائط الطبوغرافية المحلية،الأمر الذي أدى إلى ابتكار العديد من المعادلات التي يمكن عن طريقها التحويل من نظام إحداثيات لآخر، إذ يتم التحويل من المرجع الجيوديسي العالمي W.G.S. 84 1984 إلى المرجع الجيوديسي لكلارك Clark 1880 1880 المعتمد كمرجع جيوديسي في العراق وبالعكس، حسب معادلات رياضية تخص كل منهما.[22]

أما تحويل نظام إحداثيات مرئيات الإستشعار عن بُعد والخرائط من نُظم الإحداثيات العالمية إلى نظام الإحداثيات الوطنية باستخدام برنامج ArcGIS – Arc Info V. 10، إذ يمكن تحويل نظام إحداثيات المرئية المستقطعة ذات نظام الإحداثيات الجغرافي إلى نظام الإحداثيات كربلاء 1979 Karbala 1979 Polservice U.T.M. Zone 38 N ،شكل(2-24)مرئية فضائية،

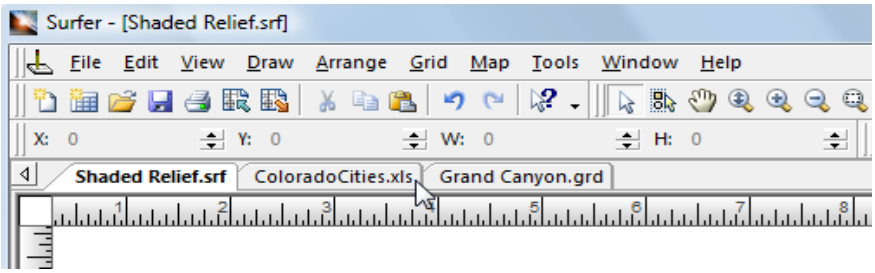


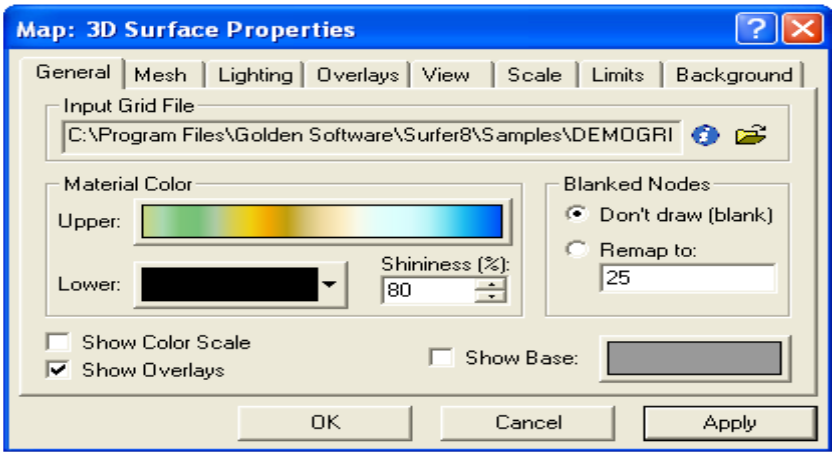
لكي تتفق في نظام إحداثياتها مع نظام إحداثيات الخرائط الإدارية والطبوغرافية، فضلاً عن وحدة قياسه بالمتر تتفق ووحدات قياس الخصائص المورفومترية في منطقة الدراسة،الأمر الذي يجعل تطبيق المعادلات الرياضية للخصائص المورفومترية أكثر يسراً وأسهل تعاملاً مما لو كانت وحدات القياس المستخدمة في الدرجة وأجزائها المستخدمة في نظام الإحداثيات الجغرافية،عندها يضطر الباحث إلى إجراء تحويلات للقياسات المورفومترية من وحدات القياس بالدرجات وأجزائها إلى وحدات القياس بالمتر أو الكيلومتر.[23]

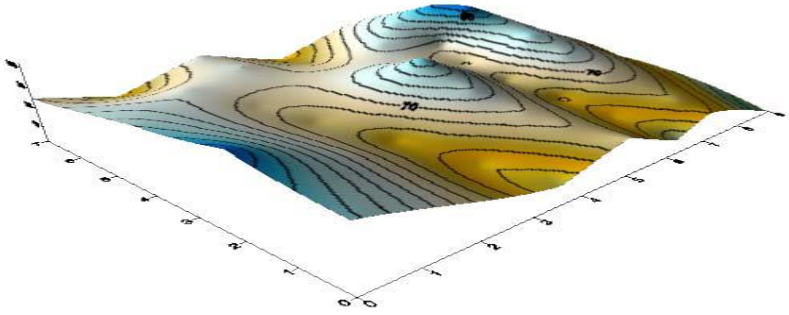
المبحث السادس-استخدام البرامجيات الحاسوبية في تحليل مظاهر سطح الارض

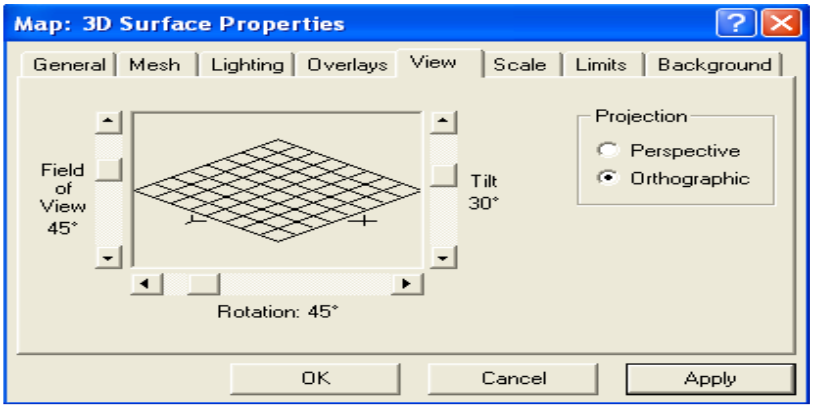
اولا-استخدام برنامج Surfer:

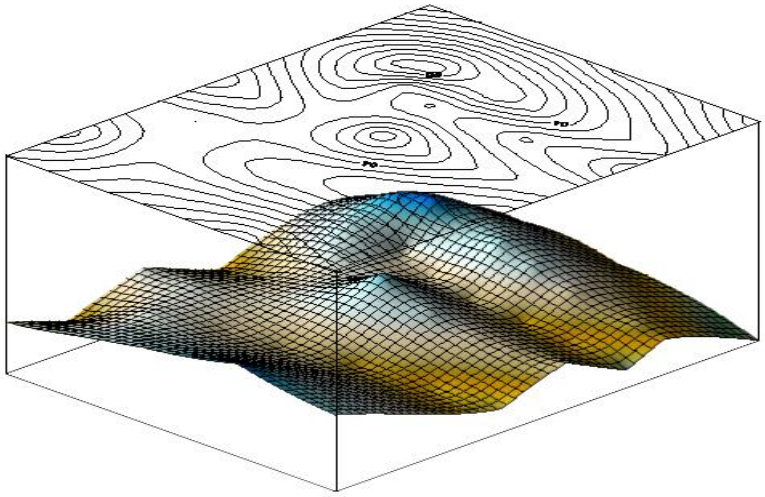
يستخدم برنامج surfer في تحليل التضاريس الارضية من خلال عمل خطوط كنتورية لمنطقة الدراسة والتي يتضح من خلالها المناطق المرتفعة والمنخفضة والسفوح الشديدة والمعتدلة والبطيئة الانحدار،كما يعمل البرنامج على اظهار التضاريس الارضية على شكل مجسمات ثلاثية الابعاد،شكل (25-2) مجموعة صور توضح الية عمل برنامج surfer.[24]


Surfer - [Shaded Relief.srf]
File Edit View Draw Arrange Grid Map Tools Window Help
X: 0 Y: 0 W: 0 H: 0
Shaded Relief.srf
ColoradoCities.xls
Grand Canyon.grd


Map: 3D Surface Properties
General
Mesh
Lighting
Overlays
View
Scale
Limits
Background
Input Grid File
C:\Program Files\Golden Software\Surfer8\Samples\DEMOGRI
Material Color
Upper:
Lower:
Shininess (%):
80
Blanked Nodes
Don't draw (blank)
Remap to:
25
Show Color Scale
Show Overlays
Show Base:
OK
Cancel
Apply

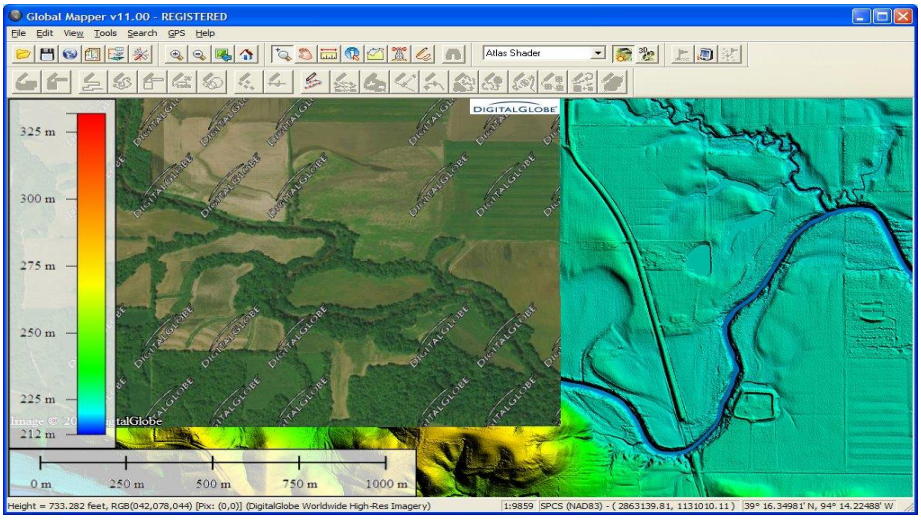


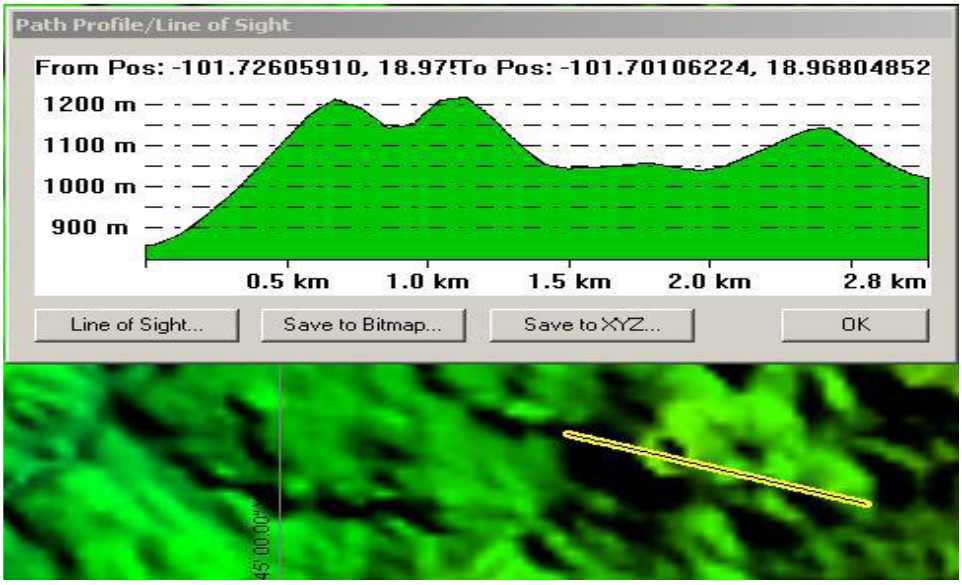




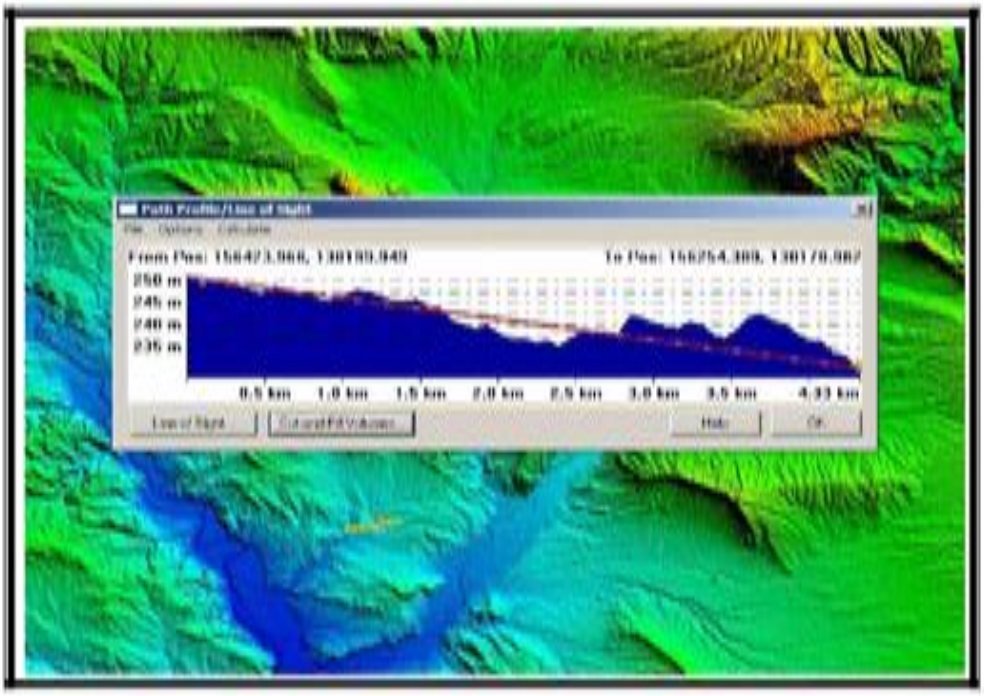
ثانيا-استخدام برنامج Global mapper:

يعد من البرامج الحديثة والمتطورة جدا والتي اسهمت في تطور الدراسات المورفومترية في مجال التحليل الجيومورفولوجي بشكل كبير ،اذ يستخدم البرنامج في رسم المقاطع الطولية والعرضية للمظاهر التضاريسية التي تتوفر لها مرئيات فضائية،وباسلوب بسيط وبدقة عالية تغني الباحث عن استخدام الاساليب القديمة التي يكتنفها الكثير من الاخطاء،شكل (2-26) صور تبين بعض اليات عمل البرنامج.[25]





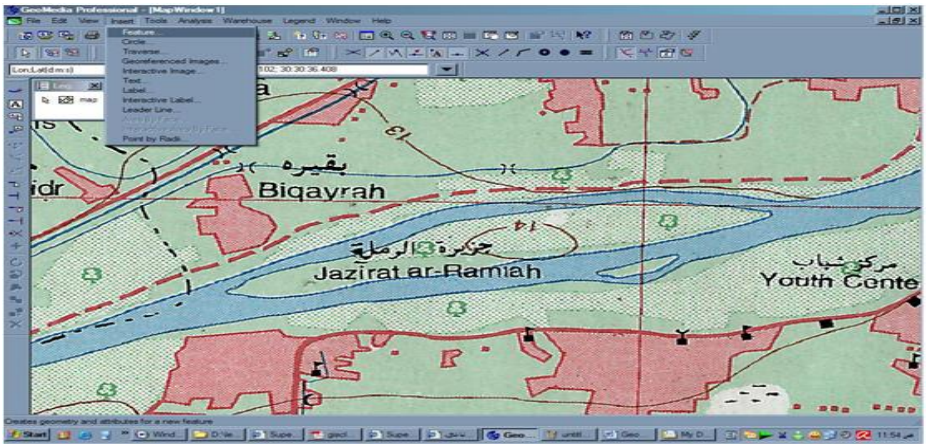
ويمكن استخدام البرنامج في رسم مقاطع عرضية او طولية يستفاد منها في تخطيط المشاريع الهندسية،اذ توضح تلك المقاطع الاماكن المرتفعة والمنخفضة وكيفية اجراء عمليات التسوية من خلال قطع المناطق المرتفعة وردم المنخفضة،وكمية التراب المطلوبة لعملية الردم،شكل (2-27)يوضح موضع المقطع والشكل العام للمقطع.

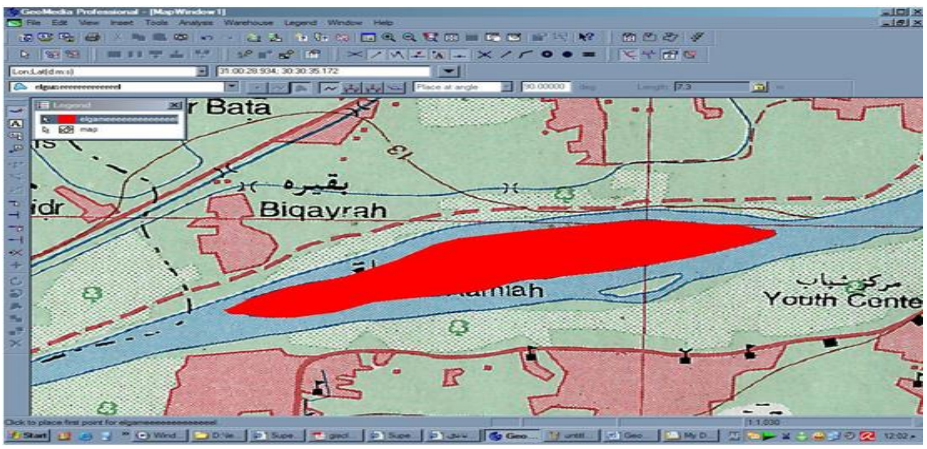


ثالثا- استخدام برنامج Geomedia

يمثل برنامج **Geomedia** من البرامج المهمة التي تستخدم في الدراسات الجيومورفولوجية ،اذ يمتلك البرنامج قدرات عالية في الدراسات الميدانية من خلال قراءة محتوى الخريطة وقياس المظاهر التي فيها وتحديد ابعادها ومساحاتها،شكل (28-2) صور توضح واجهة البرنامج واحد تطبيقاته.

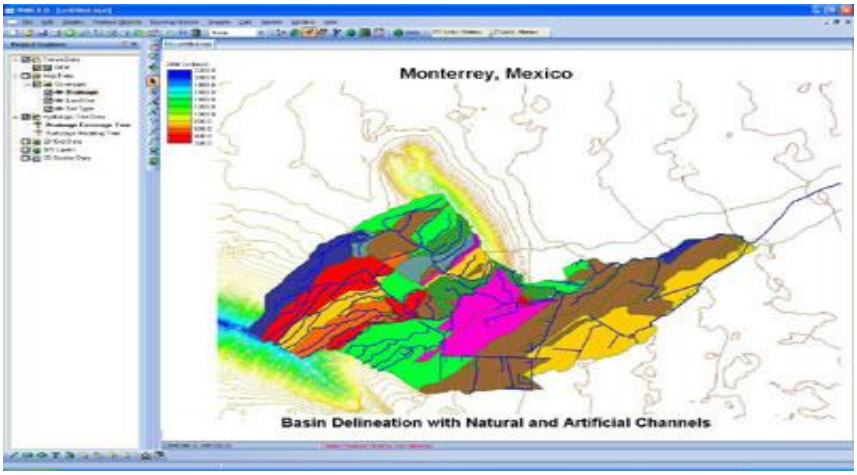

Windows Media Player
Now Playing
Library
Rip
Burn
Sync
M.GAMEEL
Start
Windows Media Player


GeoMedia Professional - [MapWindow1]
بقيره
Biqayrah
جزيرة الرملة
Jazirat ar-Ramlah
مركز شباب
Youth Cente

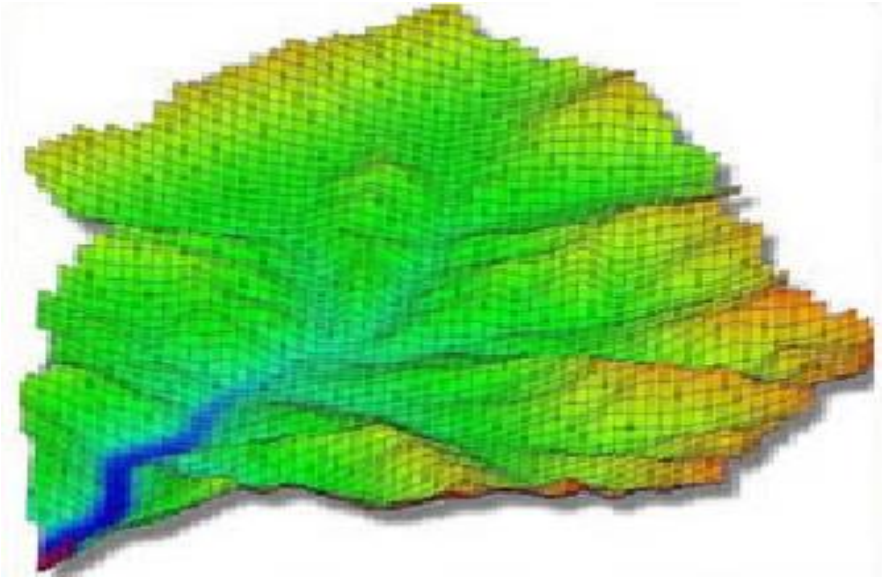

GeoMedia Professional - [MapWindow1]
Bata
بقيره
Biqayrah
مركز شباب
Youth Cente

رابعا- برنامج Watershed Modeling System (WMS)

يعد هذا البرنامج من البرامجيات المتعلقة بنظم المعلومات الجغرافية GIS والذي يستخدم في المجال الهيدرولوجي،اذ يعمل البرنامج على تحديد مجاري التصريف ضمن الاحواض النهرية والاودية الجافة وحسب الرتب،ومن المرئيات الفضائية (SRTM) Shuttle Rader Topography Mission اذ يبين البرنامج الارتفاع عن مستوى سطح البحر،ومواضع التعرية الشديدة والمنخفضة،ومواضع الارساب بكميات كبيرة وقليلة،كما يوضح شبكة التصريف ضمن نطاق محدد،وحدود الحوض بالنسبة للاحواض المجاورة،شكل (29-2) صور تبين الية عمل البرنامجWMS. [26]







المبحث السابع- رسم المقاطع الطولية والعرضية

اولا- مقاطع عرضية:

يعني المقطع العرضي خط بياني يوضح طبيعة سطح الأرض رأسيا على محور معين،اذ يظهر الخط مرتفعا في المناطق المرتفعة ومنخفضا في المناطق المنخفضة,أي يوضح مواضع الارتفاع والانخفاض ضمن المنطقة التي يمر بها المقطع, كما يوضح طبيعة انحدار السفوح التي لا يمكن تمييزها على الخرائط الطبوغرافية بوضعها الاعتيادي,ويستفاد من ذلك في مجالات مختلفة كتصريف المياه وإقامة المشاريع والأبنية,ويتم رسم تلك المقاطع حتى على مسافات قصيرة ارتفاعا وانخفاضا.[27]

وترسم تلك المقاطع بطريقتين هي:

أ- الطريقة الأولى :

تعتمد هذه الطريقة على عدة خطوات هي:

1- توفير خريطة كنتورية للمنطقة التي يراد رسم قطاع لها.

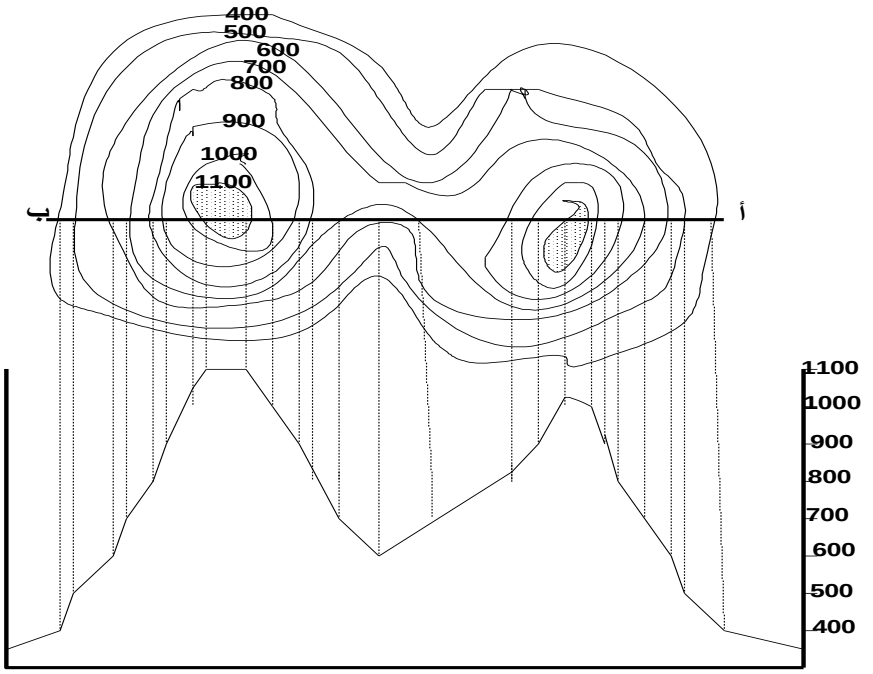
2- تعيين موضع القطاع من خلال رسم خط يصل بين نقطتين على الخريطة الكنتورية .

3-رسم خط افقي مواز الى خط المحور الذي يمثل القطاع يمر اسفل الخريطة وعلى مسافة مناسبة وبطول يساوي المسافة الافقية للقطاع.

4-رسم خطين عموديين عند نهايتي الخط الأفقي يتم تقسيمهما الى أجزاء متساوية ومساوية لعدد الخطوط الكنتورية التي يقطعها محور القطاع, وتثبت أرقام تلك الخطوط عليها من الأصغر الى الأكبر .

5- رسم خطوط بسيطة تمتد من نقاط تقاطع الخط المحوري مع الخطوط الكنتورية باتجاه خط المسافة الافقية وينتهي كل خط عند الرقم الذي يمثله.

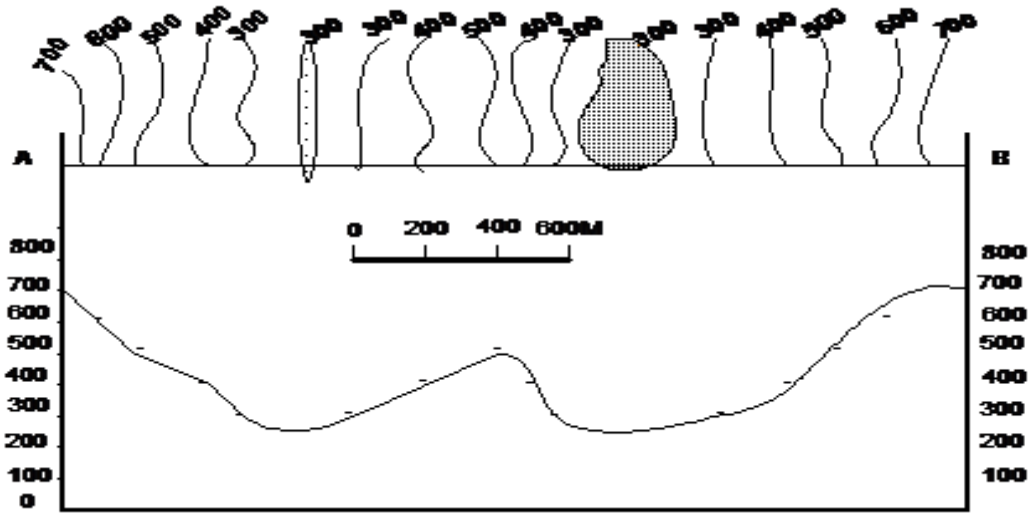
6- رسم خط يوصل بين النهايات النازلة يكون على شكل خط بياني يوضح طبيعة سطح الارض في ذلك الموضع.[28] شكل (30-2) مقطع تضاريسي بسيط.



ب- الطريقة الثانية:

تشبه الطريقة السابقة من حيث الخطوات الأساسية في رسم القطاع ألا انه في هذه الطريقة يستخدم ورق رسم بياني بدلا من رسم القطاع على نفس ورقة الخريطة الكنتورية,إذ تثبت تلك الورقة على طول خط محور القطاع ويؤشر عليها نقاط تقاطع المحور مع الخطوط الكنتورية

مع تثبيت قيمة كل خط ,وبعد ذلك تطبق نفس الخطوات المار ذكرها في الفقرة (3) وما بعدها.[29] شكل (31-2) مقطع تضاريسي بسيط.



ثانيا- مقاطع طولية

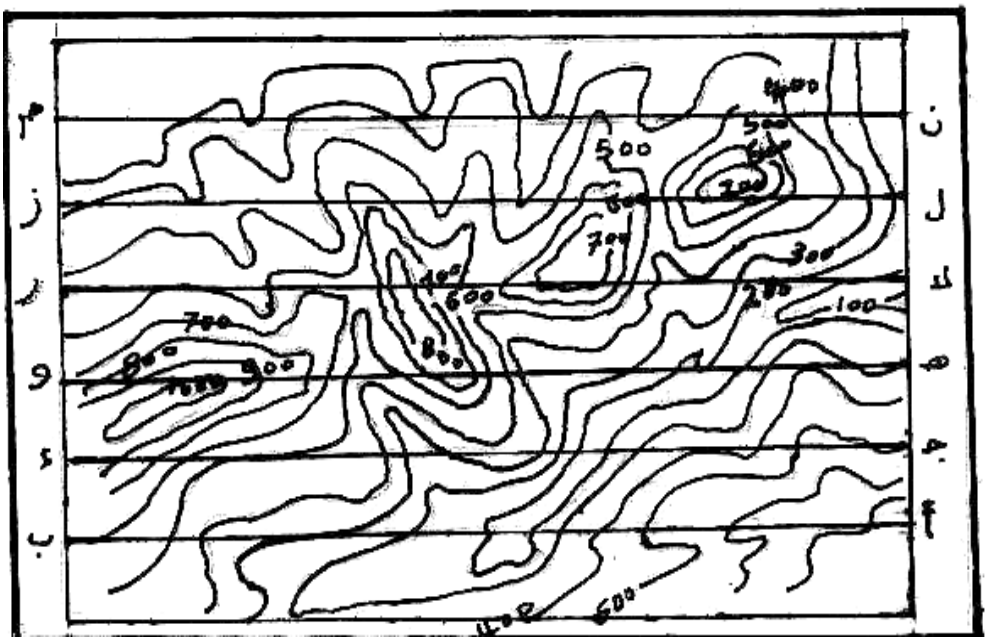
توضح المقاطع طولية طبيعة انحدار سطح الارض في الموضع الذي تم عمل مقطع له سواء كان سفح مرتفعات او هضاب,او طبيعة انحدار الاودية ومجاري الانهار,ويستفاد من تلك المقاطع عند تنفيذ المشاريع المختلفة في تلك الإمكان، كالأبنية والطرق والسدود والخزانات والمطارات وغيرها.

ثالثا- مقاطع عرضية للأودية الجافة ومجاري الانهار

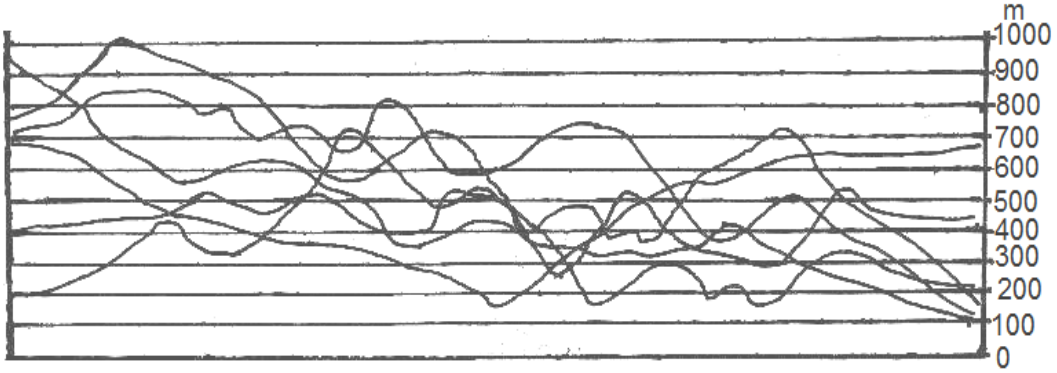
ان عمل تلك المقاطع في الغالب بشكل منتظم من حيث المسافة بين مقطع واخر،من بداية منطقة الدراسة حتى نهايتها,آي تكون المسافة بينهما 1كم او اكثر،وكلما كانت المسافات متقاربة تعطي مؤشرا واضحا عن التغيرات التي حدثت في المجرى بمرور الزمن,ويستفاد من تلك المقاطع في معرفة المناطق التي تركزت فيها التعرية والتجوية والارساب, أي توضح مواضع الضعف والقوة في ضفاف الانهار والاودية.

رابعا- مقاطع متداخلة

تحتاج بعض المناطق الى رسم اكثر من مقطع بشكل عمودي او رأسي وبنفس الطرق السابقة,اذ يتم رسم عدة محاور أفقية توزع بشكل متساوي أو منتظم عموديا او رأسيا,شكل (2-32أ)مواضع المقاطع.

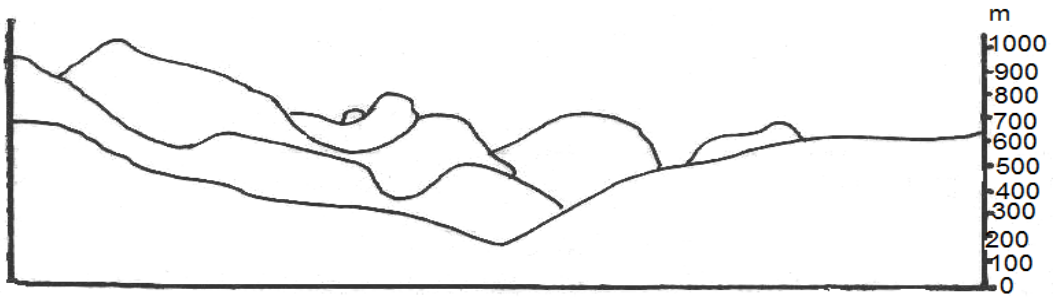


ويتم رسم مقطع عرضي عند كل محور ومن ثم تثبيت كل واحد في مكانه فتظهر متداخلة مع بعضها.[30] شكل (2-32ب) المقاطع المتداخلة.



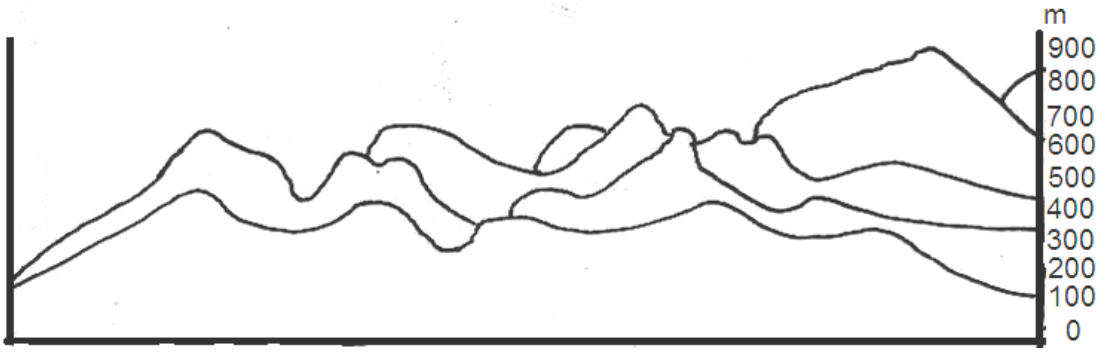
ويظهر من رسم تلك المقاطع تباين ارتفاع أجزاء منطقة الدراسة من مكان لاخر,اذ تظهر الأجزاء المرتفعة واضحة في كل مقطع بينما تختفي الأجزاء المنخفضة في المقاطع

العليا،وعند اخفاء خطوط مواضع المقاطع يظهر الشكل النهائي لمنطقة الدراسة،شكل(2-32ت)،ويستفاد من هذه المقاطع عند ممارسة الانشطة البشرية في مجالات متنوعة.



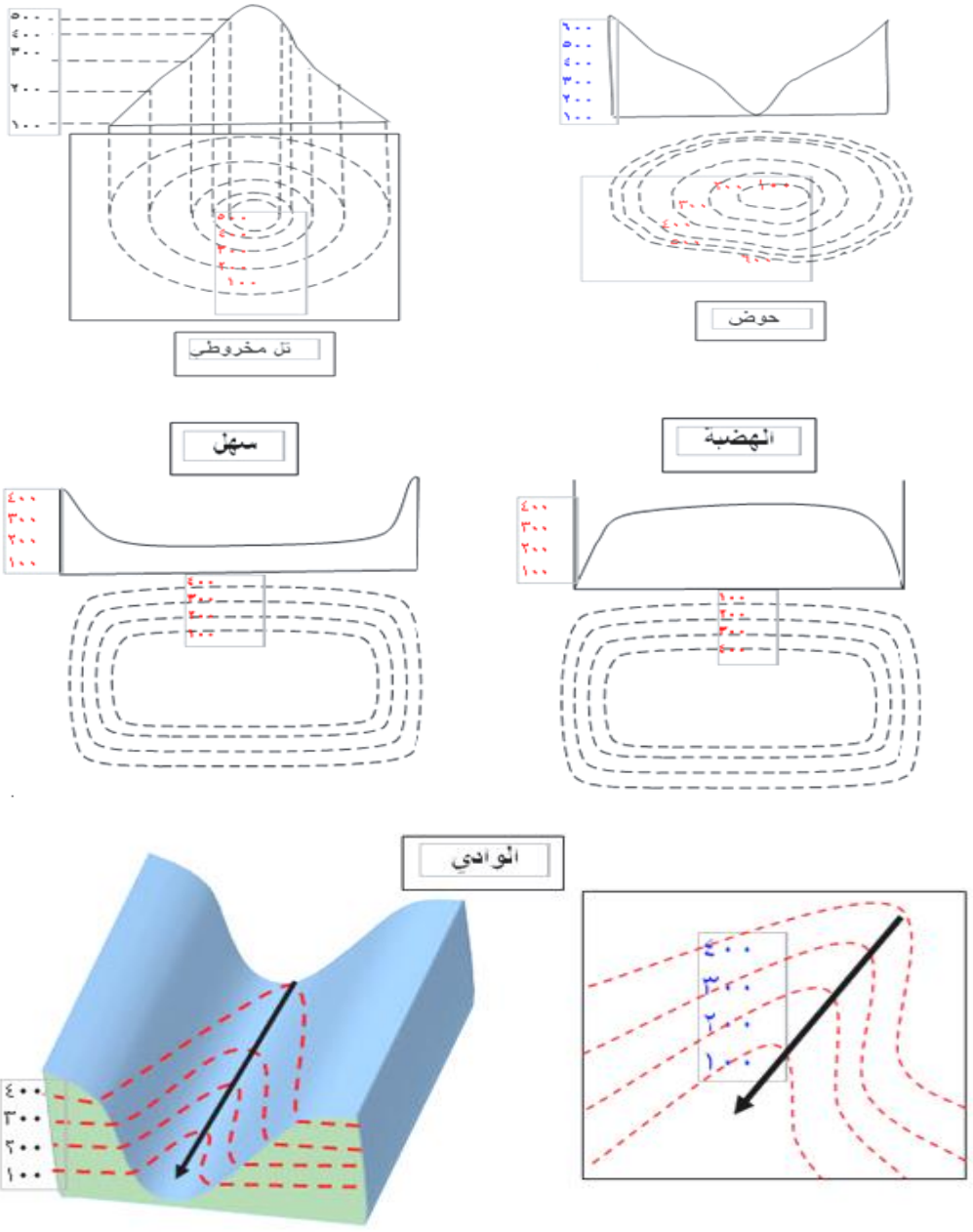
خامسا- مقاطع بانورامية:

تشبه تلك المقاطع النوع السابق في طريقة رسمها،ألا انه في هذا النوع تختفي الأجزاء التي يقع أمامها مقطع مرتفع,وهذا يعني ان المقطع الأول يظهر كاملا والثاني تظهر منه أجزاء،وهكذا بقية المقاطع الأخرى,ومن الجدير بالذكر ان منظر البانوراما يتغير بتغير الزاوية التي ينظر منها الباحث.[31] شكل (2- 33)مقطع بانورامي للمنطقة التضاريسية الموضحة في الشكل(2-32) بالنظر أليها من جهة اليمين.



سادسا-تمثيل الاشكال الارضية الرئيسة:

ان مظاهر السطح الرئيسة من الجبال والسهول والهضاب الوديان يمكن تمثيلها باشكال تعبر عن طبيعة وجودها على سطح الارض،من خلال الخطوط الكنتورية،والتي تعبر عن وضع تلك المظاهر من حيث الشكل والابعاد،شكل(34-2)اشكال تمثل مظاهر السطح.



المبحث الثامن-استخدام الاشكال البيانية في تمثيل مظاهر السطح

تستخدم الاشكال البيانية لتمثيل مظاهر السطح وفق معطيات كمية او رقمية تعبر عن ابعاد عناصر الظاهرة،والتي تسهم في تحليل مظاهر سطح الارض بالاعتماد على الخريطة الكنتورية،او الدراسة الميدانية، وبطرق عدة منها مايأتي:

اولا- المنحنى الهبسوغرافي او الهبسومتري.

يستخدم هذا النوع من الاشكال البيانية في توضيح العلاقة بين أي متغيرين مثل الارتفاع والمساحة ويكون وفق الخطوات آلاتية:

1- قياس المساحة بين كل خطي كنتور متتاليين باستخدام أجهزة قياس المساحة المتنوعة.

2- رسم محورين افقي يمثل المساحات ورأسي يمثل الارتفاعات.

3- تحويل مساحات الانطقة الى نسب مئوية اذا كانت الأرقام كبيرة يصعب تمثيلها وحسب المعادلة:

$$\frac{\text{مساحة النطاق} \times 100}{\text{المساحة الكلية}}$$

ويستفاد من المنحنى في دراسة الانحدارات المختلفة وأحواض الأنهار لمعرفة المرحلة التي يمر بها النهر(الشباب,النضج,الشيخوخة) وطبيعة المجرى بصورة عامة.[32]

مثال:ارسم منحنى هبسوغراف لمنطقة موضحة على خريطة كنتورية مساحتها (8000كم^2)

وكانت المساحات المحصورة بين خط واخر هي:

0-- 50 = 2000 كم2

0--100 = 4000كم2

0--200 = 6000كم2

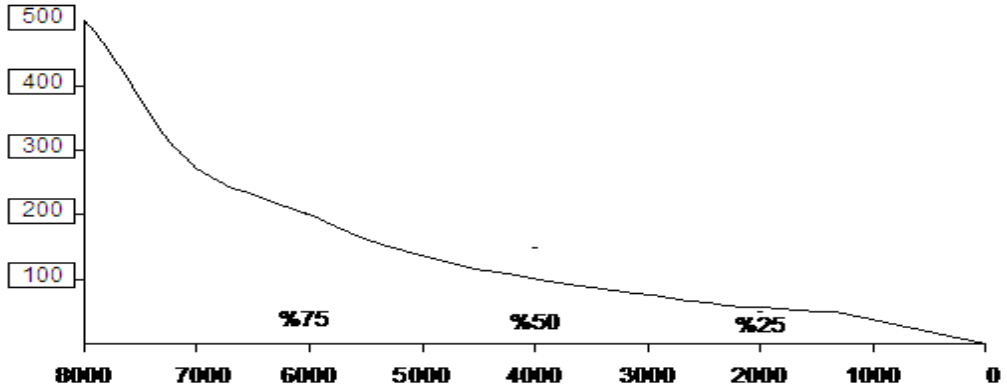
الحل: نستخرج النسب المئوية لتلك المساحات حسب القانون السابق وكما يأتي:

$$1-\ \%25 = \frac{100x2000}{8000}$$

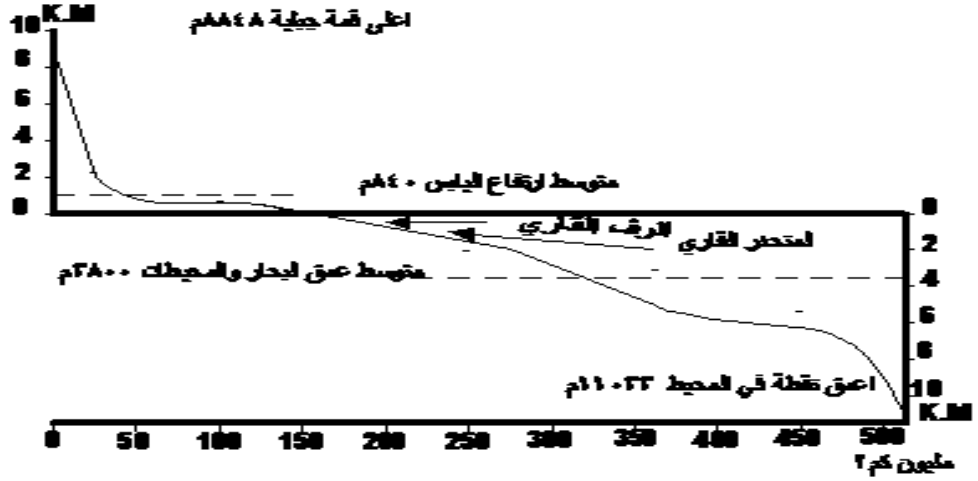
$$2-\ \%50 = \frac{100x4000}{8000}$$

$$3-\ \%75 = \frac{100x6000}{8000}$$

ومن النتائج يمكن رسم منحنى كما في الشكل (35-2) منحنى هبسومتري يوضح توزيع أجزاء المناطق بالنسبة للمساحة الكلية.



أما في مجال تمثيل الماء واليابس على الكرة الارضية فيمكن استخدام الأرقام الصحيحة فيكون المنحنى كما في الشكل (2-36) منحنى هبسومتري يوضح توزيع الماء واليابس على الكرة الارضية.



ثانيا- منحنى كلينوغراف(Clinographic)

يستخدم هذا النوع في تمثيل مقدار زاوية ميل الانحدار بين كل خطي كنتور متتاليين, ويوضح المنحنى طبيعة انحدار السفوح بشكل دقيق لايمكن ان تظهره الخرائط الكنتورية,ويتطلب رسمه ما يأتي: 1-

استخراج زاوية الانحدار بين خط واخر ويعتمد ذلك على عنصري الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية بينهما.

2- رسم خطان أحدهما افقي يمثل سطح الارض والآخر رأسي يمثل مقدار الارتفاع،كما مثبت في الخريطة الكنتورية.

3- رسم خطوط أفقية موازية للخط الأفقي وبعدد الخطوط الكنتورية وعلى مسافات منتظمة بين خط واخر.

4- رسم خطوط بين خط واخر مائلة بزاوية مساوية للزاوية الحقيقية الناتجة عن العلاقة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية بين خط واخر.[33]

مثال:ارسم منحنى كلينوغرافي لانحدار سفح موضح على الخريطة الكنتورية في الشكل (2-37أ) والتي كانت قيم الزوايا بين خط واخر بعد تطبيق المعادلة الخاصة بالزوايا كالأتي:

$10 = 50 — 0$

$20 = 100 — 50$

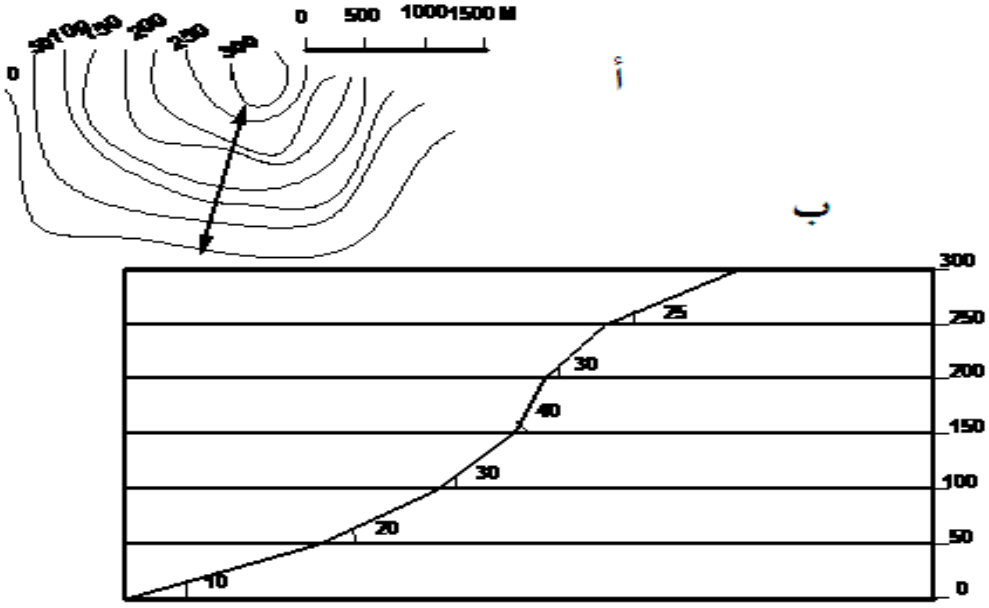
$30 = 150 — 100$

$40 = 200 — 150$

$30 = 250 — 200$

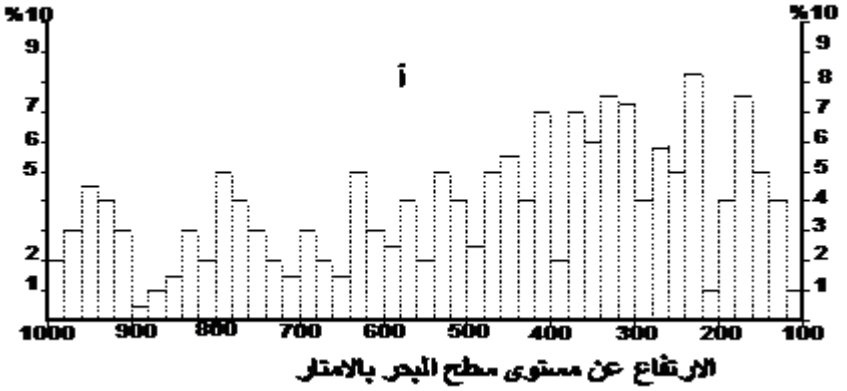
$25 = 300 — 250$

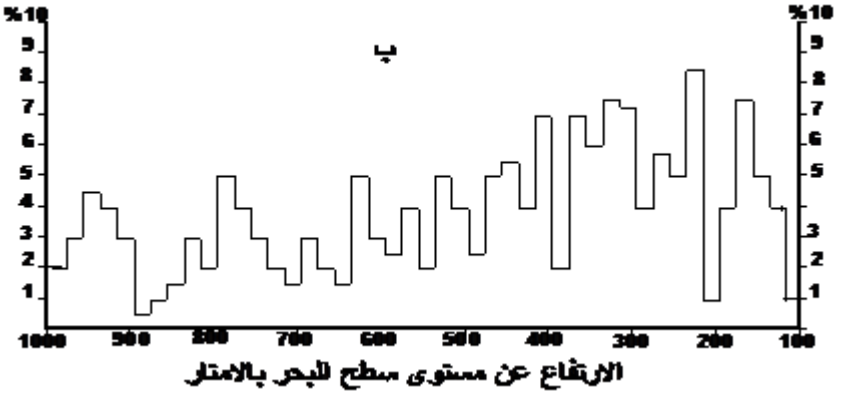
ومن خلال تطبيق الخطوات التي مر ذكرها يكون شكل الكلينوغراف كما في الشكل (2-37ب)



ثالثا- منحنى التمتري:

يستخدم هذا المنحنى في توضيح العلاقة بين مناسيب مختلفة على سطح الارض والتي من خلالها يمكن معرفة التغيرات التي شهدتها تلك المنطقة نتيجة لعمليات تعرية أوار ساب او هبوط او انهيار ادت الى تغير مظهر الارض,ويحتاج رسم المنحنى خريطة كنتورية للمنطقة التي يراد رسم منحنى لها,اذ يرسم خط افقي تثبت عليه مناسيب الارتفاع فوق مستوى سطح البحر بما يتناسب مع ما تتضمنه الخريطة الكنتورية من ارتفاعات, كما يرسم خط رأسي يمثل مساحة المناطق الواقعة بين الخطوط الكنتورية,بحيث تتحول تلك المساحات الى أعمدة متباينة الارتفاع, شكل (2-38-أ),وبعد الانتهاء من رسم الأعمدة تحذف الخطوط العمودية فيتحول الشكل الى منحنى يوضح طبيعة السطح في تلك المنطقة.[34] شكل (38-2-ب) مراحل رسم منحنى الالتمتري.





مراجع الفصل الثاني

1-د.جمعه محمد داود،الجيوماتكس علم المعلوماتية الارضية،ط2014،1،كتاب اليكتروني منشور على موقع الانترنت**https//uqu.edu,sa**

2-د.عبد رب النبي محمد عبد الهادي؛ المدخل في علم الاستشعار عن بعد, الدار العربية للنشر والتوزيع , 1992, ص30.

3- علي خليل خلف غضا الجابري،النمذجة الآلية للخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافّة في قضاء هيت باستخدام التقنيات الحديثة،أطروحة دكتوراه تقدم بها إلى مجلس كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة الأنبار وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة في الجغرافية الطبيعية / علم الخرائط، 2015.

4-استخدام Google Earth،بحث منشور على شبكة الانترنت من برامجيات موقع google

5-د. يحيى عيسى فرحان؛ الاستشعار عن بعد وتطبيقاته, ج1,الصور الجوية, عمان الأردن 1987, ص175.

6-د.علي شكري ود. محمود حسين عبد الرحيم ود.رشاد الدين مصطفى؛ المساحة التصويرية والقياس الإلكتروني ونظرية الأخطاء, منشأة المعارف,ألا سكندرية ,1995, ص17.

7- أ.د.محمد بن عبدالله بن محمد الصالح معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية باستخدام برنامج الويس، ILWIS ،2010،ص6،بحث منشور على موقع جامعة الملك عبدالعزيزالاليكتروني،file:///D:/Image_Processing_Using_ILWIS%20(1).pdf

8-د. فاضل السعدوني وغادة محمد سليم وحاتم سعيد الطويل؛ الاستشعار عن بعد في الهندسة المدنية, عمان 1995, ص175-178.

9- أ.د. محمد بن عبدالله بن محمد الصالح معالجة صور الاستشعار عن بُعد الرقمية باستخدام برنامج الويس، ILWIS ،مصدر سابق.

10 - www.gis.com,gis lounge

11-د.محمد عبد الجواد محمد علي,نظم المعلومات الجغرافية,مصدر سابق,ص95.

12-وزارة التربية القطرية ,استخدام GIS,مصدر سابق.

13-سامر الجودي,مبادئ نظام المعلومات الجغرافي , مقال منشور في مجلة التصميم بالحاسوب عبر الأنترنت سنة 2002 على الموقع www.magazine.net.

14- استخراج حوض النهر من المرئية الفضائية STRM باستخدام ARC GIS،بحث منشور على موقع الانترنت www,arabGeographers.net .

15-GRASS GIS: raster, vector, and imagery analysis, grass.osgeo.org.

16- Digital Terrain Model (DTM)

http://acronyms.thefreedictionary.com/

17- Jan Burdziej :GIS and 3-Dimensional Digital Terrain Modeling,www.giscentrum.lu.se

18-يسرى الحسبان،دلال زربقات، دور نموذج الارتفاع الرقمي في التحليل الجيومورفولوجي لمنطقة بيرين في الأردن،بحث منشور في مجلة العلوم الانسانية والاجتماعية,مجلد38،العدد3،2011،ص804.

19-د.محمد الخزامي عزيز,نظم المعلومات الجغرافية,أساسيات وتطبيقات للجغرافيين,منشأة المعارف, ألا سكندرية,ط2, سنة 2000,ص162.

20-د.عدنان محمد احمد,مدخل الى تحديد المواقع العالميGPS,مقال منشور في مجلة التصميم بالحاسوب عبر الأنترنت,2002 على الموقع www.magazine.net.

21-سامر الجودي, تحيد المواقع الأرضية,مقالة منشورة في مجلة التصميم بالحاسوب عبر الأنترنت سنة 2002.

22- د.محمد عبد الجواد محمد علي، نظم المعلومات الجغرافية الجغرافيا العربية وعصر المعلومات رؤية فكرية جديدة وتركيبة منهجية حديثة في المعلوماتية الجغرافية، ط 1، عمان، دار صفاء للنشر والطباعة، 2001.

23- د.وسام الدين محمد، أساسيات نظم المعلومات الجغرافية، كتاب إلكتروني، 2008، **https//uqu.edu,sa**

24-استخدام Golden Software Surfer منشور على موقع
الانترنتwww.civilengclub.com.
25-تشغيل Global Mapper ،بحث منشور على موقع الانترنت www.gisclup.net
26-برنامج Watershed Modeling System (WMS)
John Malcolm; Elementary surveying, university tulorial press 227-27
28-د.محمد صبحي عبد الحكيم وماهر عبد الحميد الليثي؛ علم الخرائط , مكتبة ألا نجلو المصرية , 1996, ص207.
29- د.محمد محمد سطيحه ؛ دراسات في علم الخرائط , دار النهضة العربية للطباعة والنشر, بيروت, 1972, ص 286.
30-د.محمد صبحي عبد الحكيم وزميله, علم الخرائط, مصدر سابق, ص 220.
31-د.محمد صبري محسوب ود. احمد البدوي محمد الشر يعي؛ الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل, د الفكر العربي , القاهرة , 1999, ص 225.
32-المصدر السابق , ص 226.
33-د.محمد صبحي عبد الحكيم وزميله؛ علم الخرائط , مصدر سابق, ص231.
34-د.محمد صبري محسوب وزميله؛ الخريطة الكنتورية, مصدر سابق , ص 239.



الـفـصل الـثـالـث

الـدراسـة الـحـقـلية لـصـخور الـقـشرة الارضـية

المبحث الاول-مكونات الارض

المبحث الثاني-اوضاع الصخور في القشرة الارضية

المبحث الثالث-اسلوب التحري عن الصخور

المبحث الرابع-انواع الصخور في القشرة

المبحث الخامس-الخصائص الكيميائية والفيزيائية للصخور

المبحث السادس-التراكيب الاولية في صخور القشرة الارضية

المبحث السابع-التراكيب الثانوية في صخور القشرة الارضية

المبحث الثامن-عناصر الضعف في الصخور

المبحث التاسع-التمثيل الكارتوغرافي للطبقات الصخرية

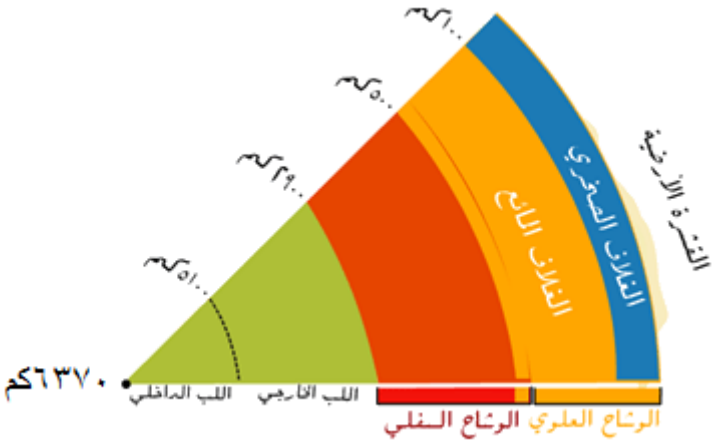
المبحث العاشر- حماية الصخور من التعرية والتجوية

المبحث الاول- مكونات الارض

تبلغ مساحة الكرة الارضية حوالي 510 مليون كم2،مساحة المسطحات المائية 361 مليون كم2،ومساحة اليابس 149 مليون كم2،اما مكونتها فهي كما يلي:

أولاً- قشرة الأرض Crust :

تتكون القشرة الارضية من طبقات صخرية يغطي بعضها طبقات ضحلة من الترب,اذ تمتد طبقات الصخورمن سطح الأرض حتى حدود قطاع موهو،وللقشرة الأرضية أهمية كبيرة,وتتركز فيها مصادر الطاقة والخامات المعدنية,ويعيش الإنسان فوقها وكافة الاحياء الاخرى،وقد يصل سمك الطبقات تحت القارات خمسة أضعاف سمكها تحت المحيطات،شكل(1-3)مخطط يوضح مكونات الكرة الارضية.



ويترواح سمكها بين 30-60 كم تحت الكتل القارية تقريباً،وتشكل الصخور الرسوبية نسبة كبيرة من صخور سطح القشرة الارضية،مثل الصخور الجيرية،والطين،والطفل،والحجر الرملى وغيرها،فى حين يتكون الجزء السفلي السميك من صخور نارية مثل الجرانيت والبازلت،اي تتكون القشرة الأرضية من نطاقين أو طبقتين هما :

1-الطبقة الخارجية أو طبقة السيال Sial .

تضم تلك الطبقة عنصري السيليكون Si الألومينيوم Al ،لذا فقد أطلق على هذه الطبقة اسم سيال،وهى كلمة مكونة من الحرفين الأولين لكل من كلمتى السيليكون والألومنيوم،وتتميز

صخور هذه الطبقة بلونها الفاتح وخفة أوزانها النوعيه،إذ يبلغ متوسط وزنها النوعى 2.7 تقريبا وكثيرا ما تعرف هذه الطبقة بطبقة الجرانيت لأن صخور الجرانيت والصخور المماثلة لها هى الصخور الأساسية المكونة لهذه الطبقة،وتوجد طبقة السيال فى الأجزاء القارية من القشرة الأرضية،أى تحت القارات فقط،ولا توجد فى قاع المحيطات .

2-الطبقة الداخلية أو السيما Sima .

تتكون هذه الطبقة من عنصري السيليكون والماغنسيوم،لذا تسمى السيما،وهو اسم مكون من الحرف الأول والثانى لكل من كلمتى سيليكون وماغنسيوم،وتعرف هذه الطبقة باسم طبقة البازلت ،لأن صخور البازلت والصخور المماثلة له هى الصخور الأساسية لهذه الطبقة ، ومعظم صخور هذه الطبقة داكنة اللون ثقيلة الوزن النوعى نسبياً،إذ يبلغ وزنها النوعى حوالى 3.6،وتوجد هذه الطبقة تحت السيال فى القارات،فى حين أنها فى قاع المحيطات لا يغطيها إلا طبقة رقيقة من الصخور الرسوبية ،وهذا يعني ان القشرة الأرضية سميكة عند القارات إذ يترواح سمكها بين30 –60 كم،وتتكون من طبقتى السيال والسيما معا،فى حين يقل سمكها تحت المياه فى المحيطات،ويصل الى 5 كم تقريبا،ويقتر على طبقة السيما فقط،اذ تختفي طبقة السيال.

ثانيا- وشاح الأرض Mantle .

يمثل هذه النطاق حوالى 85 % من الحجم الكلى للكرة الأرضية،وسمكها حوالى 2900 كم ، وتفصل هذه المنطقة عن القشرة الأرضية التى تعلوها بحد الفاصل أطلق عليه اسم فاصل موهو نسبة الى العالم اليوغسلافى موهو روفيشيك Mohorovicic الذى اكتشفه،اذ لاحظ هذا العالم أن سرعة الموجات الزلزالية تتغير فجأة عند دخولها منطقة وشاح الأرض الأكثر كثافة من القشرة الأرضية،وهذه المنطقة مكونة من صخور أكثر قتامة فى اللون وأكبر كثافة من صخور القشرة الأرضية التى تعلوها،ويتراوح وزنها النوعى بين 5-8 ،وتعد منطقة الوشاح المنطقة التى تحدث فيها كل القوى المسببة للاضطرابات والحركات الأرضية على مختلف أنواعها،مثل البراكين والحركات الأرضية السريعة والبطيئة،وما ينتج عنها من تغيرات فى مظاهر السطح كبناء الجبال وهبوط قيعان المحيطات وتكون الأخاديد،وغيرها.

ثالثا- نواة الأرض Core .

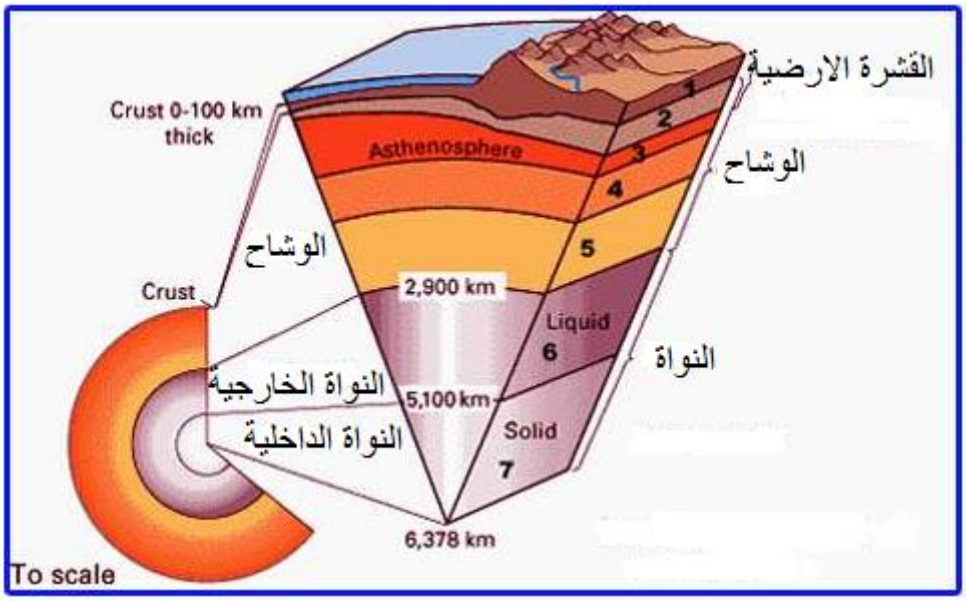
يشكل لب الأرض الكتلة المركزية للكرة الأرضية،ويبدأ من عمق 2900 كم إلى مركز الأرض،ويحيطه من الخارج وشاح الأرض،وقد تمكن العلماء من تمييز منطقتين واضحتين فى لب الأرض هما :

1-اللب الخارجى ،سمكها حوالى2270 كم،تمتد ما بين منطقة وشاح الأرض واللب المركزى اواللب الداخلى،ويعد اللب الخارجى غنى بالعناصر الفلزية الثقيلة مثل الحديد والنيكل،وتوجد فى حالة صهير بسبب الحرارة العالية .

2-اللب المركزى أو قلب الأرض،ويتكون من كرة مركزية قطرها 1216 كم تتكون من عناصر فلزية ثقيلة،أهمها الحديد والنيكل،وتوجد فى حالة صلبة على الرغم من الحرارة العالية لمركز الأرض.

ومن الجدير بالذكر ان الدراسات الجيولوجية الحديثة عملت على تقسيم مكونات الارض الى سبع طبقات هي:

1-القشرة 2-الغلاف الصخري 3-نطاق الضعف الارضي 4-الوشاح الاعلى 5-الوشاح الاسفل 6-النواة الخارجية 7-النواة الداخلية،شكل(2-3)مكونات الارض.[1]



المبحث الثاني- اوضاع الصخور في القشرة الارضية:

تتكون القشرة الارضية من طبقات صخرية يتباين سمكها من مكان لاخر كما مر ذكره,ويغطي تلك الطبقات في معظم الأماكن طبقة هشة من التربة متباينة السمك,في حين تظهر الصخور مكشوفة على سطح الارض في بعض المناطق.

وتتخذ الصخور اوضاعا مختلفة ضمن تكوينات القشرة الارضية،ومنها ما يلي:

اولا-الوضع الطبقي الافقي المنتظم:

تمتد طبقات الصخور بشكل متوازي ومستقيم وبسمك ونوع متباين،وقد تكون على مسافات طويلة تصل مئات الكيلومترات،شكل(3-3) طبقات صخرية افقية.



ثانيا-الوضع الطبقي المائل:

تتخذ بعض الطبقات الصخرية وضع مائل اما الى الاسفل اوالى الاعلى،أي تنحرف عن الوضع الافقي،وتكون لمسافات قصيرة تصل الى عدة امتار،شكل(4-3).



ثالثا-الوضع العمودي:

تظهر بعض الطبقات الصخرية في وضع غير مألوف وتكون عمودية الشكل،أي اتجاه الطبقات نحو الاعلى،شكل(5-3) .



رابعا-الوضع غير المنتظم:

تظهر بعض التكوينات الصخرية في اماكن كثيرة من القشرة الارضية في وضع غير منتظم،وقد تمتد كتل صخرية في وضع افقي واخرى بشكل مائل اوعمودي،وتكون في اماكن محددة المساحة لاتتجاوز عدة امتار،شكل(6-3) .



خامسا-الوضع المركب:

تمتد بعض الطبقات الصخرية بشكل مختلف،اذ تمتد كتل صخرية في وضع عمودي وتليها اخرى في وضع افقي،شكل(7-3) .



سادسا-الوضع المتداخل:

توجد الطبقات الصخرية في بعض الاماكن بشكل متداخل،فقد تمتد صخور نارية ضمن طبقات صخرية رسوبية او متحولة،وتتخذ وضعا افقيا او مائلا عن الامتداد الافقي,شكل(8-3).



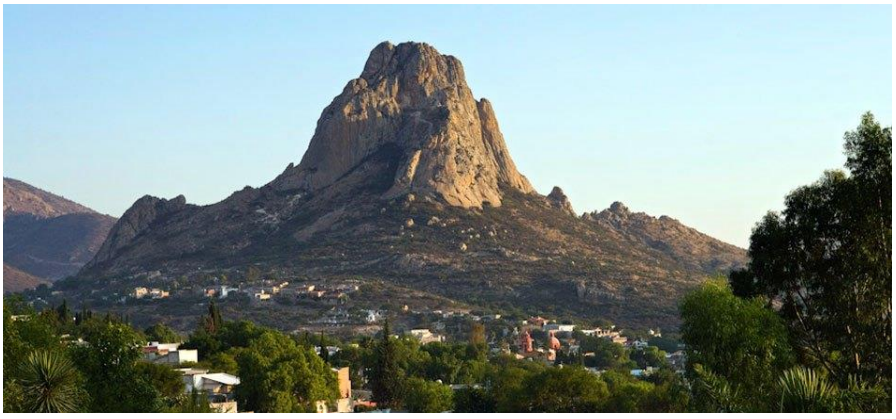
سابعا-الوضع المتموج:

تتعرض بعض الصخور في بداية تكونها الى حركات التوائية فتعمل على طيها باوضاع مختلفة،فيتغير وضعها ضمن تكوينات القشرة الارضية فتتخذ امتداد متغير اما محدب او مقعر،مدبب او مقوس،والتي تسمى بالطيات،شكل(9-3)صخور متموجة.



ثامنا-الوضع الكتلي:

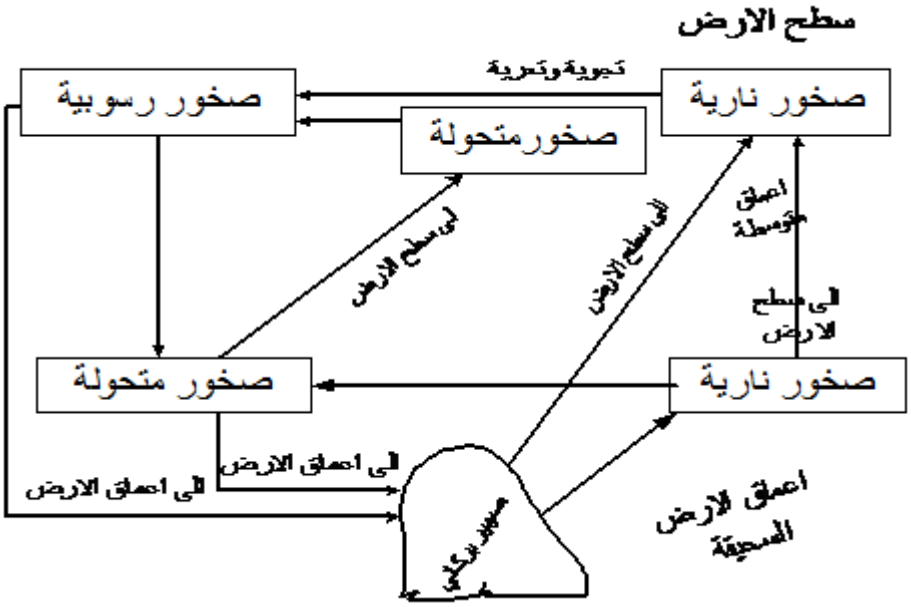
تتخذ كثير من الصخور وضعا كتليا غير طبقي مثل الصخور النارية وانواع من الصخور الرسوبية مثل صخور الصوان والمتكتلات والرملية،والتي لاتكن متجانسة مع الانواع الاخرى،شكل(10-3) صخور متكتلة.



المبحث الثالث-اسلوب التحري عن الصخور

تكونت الصخور والرواسب المعدنية في ظروف وبيئات معينة ساعدت على وجودها في ذلك الوقت والمكان,والتي لاتتوفر مثلها في الوقت الحاضر، لذا توجد في مناطق دون أخرى ولايمكن إعادة توزيعها.

فالصخور توجد بأنواعها في القشرة الارضية وبنسب متباينة من مكان لاخر حسب الظروف والعوامل التي أسهمت في تكوين كل نوع, وقد ساعدت الظروف الجيولوجية والمناخية على أحداث تغيرات في خصائص صخور بعض المناطق فحولتها الى نوع أخر,وهذا ما يسمى بدورة الصخور في الطبيعة،شكل (3-11) مخطط يبين دورة الصخور في الطبيعة.[2]



فقد مرت الكرة الارضية بازمنة جيولوجية،وكل زمن ينقسم الى عصور،ولكل زمن وعصر خصائص معينة،لذا يتم ارجاع تكون الصخور الى الزمن او العصر الذي توفرت فيه الظروف الملائمة لتكونها،وتكون حسب القدم،مثل الزمن الاول والزمن الثاني والثالث والرابع،جدول رقم(3-1)الازمنة والعصور الجيولوجية.

الازمان الجيولوجية والبايولوجية	أنواع الأحياء	العصر الجيولوجي	تاريخ بدايته بملايين السنين	مدة العصر بملايين السنين
زمن الحياة الابتدائية	الأحياء المجهرية الأولى	ماقبل الكمبري	١٥٠٠	٩٩٥
الزمن الأول (القديم)	زمن اللافقريات	الكامبري	٥٥٠	٨٠
		الاوردفيشي	٤٢٥	٦٥
	زمن الأسماك	السيلوري	٣٦٠	٣٥
		الديفوني	٣٢٥	٤٥
	زمن البرمائيات	الفحمي	٢٨٠	٥٠
		البرمي	٢٣٠	٢٥
الزمن الثاني (المتوسط)	زمن الزواحف	الترياسي	٢٠٥	٤٠
		الجوراسي	١٦٥	٣٠
		الطباشيري	١٣٥	٦٠
الزمن الثالث (الحديث)	زمن الثدييات	بالبوسين	٧٥	٣٠
		ايوسين	٤٥	١٥
		أوليكوسين	٣٠	١٠
		ميوسين	٢٠	١٠
		بلايوسين	١٠	٨
الزمن الرابع (الحاضر)	زمن الإنسان	بليستوسين هولوسين	٢	٢

وتحتاج دراسة الصخور الى التحري عنها موقعياً للتعرف على نوعها وخصائصها وطبيعة امتدادها والتي يتم تمثيلها بخرائط وأشكال توضيحية،وتتطلب تلك الدراسة ان يقوم الباحث بما يأتي:

1-البحث عن مكاشف للطبقات الصخرية كسفوح الاودية والأجراف النهرية والبحرية والسفوح المقطوعة او المحفورة الى مستويات عميقة او نفق وغير ذلك من الجوانب التي يمكن الاستفادة منها في هذا المجال،شكل(12-3)مكشف صخري.



2- إزالة الطبقة السطحية من التكوينات لانها لاتمثل التكوينات الحقيقية لتعرضها الى عمليات تجوية وتعرية وتقع تحت تأثير العناصر المناخية والعوامل المؤثرة الأخرى،وتكون تلك الطبقة في الغالب هشة متكونة من التربة والمفتتات الصخرية لذا لاتعطي الصورة الحقيقية للوضع الجيولوجي في تلك المنطقة،كما يستفاد من هذه الخاصية في التعرف على نشاط عمليات التعرية والتجوية في تلك المنطقة واسبابها،فكلما كانت الطبقة الهشة سميكة يعني ان تلك العمليات نشطة في تلك الاماكن،شكل(13-3).



3- تحديد عدد الطبقات التي يتضمنها المقطع او المكشف من خلال أسطح الانفصال التي تقع بين طبقة واخرى ومن خلال اللون ونوع الترسبات أو النسيج .

4- اخذ نموذج من كل طبقة لتحليلها والتعرف على طبيعة تركيبها الكيميائي والفيزيائي ومن ثم تحديد نوع الصخور ،فيوضع كل نموذج بكيس خاص ويكتب عليه رقم الطبقة حسب تسلسلها من الأعلى او الاسفل.

وفي حالة عدم توفر مكاشف للطبقات فيمكن الاستعانة بطرق المسح الجيولوجي المتنوعة ومنها ما يأتي:

أ- الحفر او التثقيب:

ان عملية الحفر يكتنفها بعض الصعوبات وخاصة اذا كان سمك الطبقات كبيرا والصخور صلبة ،رغم ان وسائل التكنولوجيا الحديثة قللت من تلك الصعوبات من خلال عمليات التثقيب بالآلات الحديثة،ولذلك تعد من الطرق العلمية والعملية في توفير المعلومات المختلفة عن الصخور.

ب- الطرق الجيوفيزيائية:

تعتمد الطرق الجيوفيزيائية على الخواص الطبيعية للصخور مثل الكثافة النوعية والخواص المغناطيسية والمرونة والخاصية الكهربائية والإشعاعية،اذ يمكن اخذ قراءات مباشرة من سطح الارض باستخدام اساليب مختلفة والتي يستفاد منها في التحري عن البترول والمياه الجوفية والمعادن، والتعرف على انواع الطبقات المكونة للأرض،ومن تلك الأساليب ما يأتي:

1- طريقة الجاذبية :

تختلف الصخور في قوة جاذبيتها من نوع لاخر حسب كثافتها وبدرجات واضحة يمكن للمختصين في هذا المجال تحديد نوع الصخور في أي منطقة.

2-الطريقة المغناطيسية:

تعتمد هذه الطريقة على الخواص المغناطيسية للصخور والتي تختلف من نوع لاخر حسب كثافتها.

3-الطريقة الزلزالية او السيزمية:

تستند تلك الطريقة على مرونة الصخور وكثافتها في الاستجابة للموجات الزلزالية التي تستخدم لهذا الغرض.

4-الطريقة الكهربائية:

تتباين الصخور في التوصيل الكهربائي من نوع لاخر حسب كثافتها ورطوبتها ونوع المعادن التي تتكون منها.

5-الطريقة الإشعاعية:

تستخدم للبحث عن المواد المشعة في الصخور.[3]

ومن خلال تلك الدراسة الموقعية يتم التوصل الى عدة نتائج وحقائق مهمة في الجوانب التطبيقية.

المبحث الرابع- انواع الصخور في القشرة:

اولا-الصخور النارية

تعد الصخور النارية من اقدم انواع الصخور لذا تسمى بالصخور الأصلية,وتوجد في الطبيعة بوضعين,باطنية في داخل القشرة الارضية وتسمى بلوتونية او جوفية,والتي تصلبت في أعماق القشرة الارضية قبل ان تصل الى سطح الارض,وقد تبردت ببطء لذا تكون واضحة التبلور وتتخذ أشكال مختلفة في باطن الارض,كالباثوليث واللكوليث واللبوليث والسدود والأعناق وغيرها .

اما النوع الثاني فهي صخور سطحية وتسمى بركانية ناتجة عن الثورانات البركانية القوية التي دفعت بها الى سطح الارض,وتختلف عن الباطنية بدقة تبلورها غير الواضح لتبردها بسرعة.

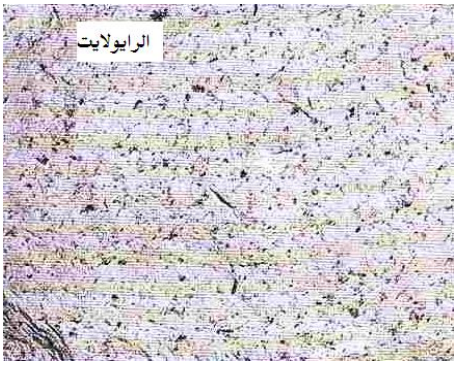
وتتكون الصخور النارية من عدة انواع حسب تركيبها الكيميائي هي:

أ-الصخور الحامضية:

وهي الصخور التي تحتوي على نسبة عالية من السليكا تتراوح ما بين 65–80% ونسبة قليلة جدا من المعادن الفيرومغنيسية(الحاوية على الحديد والمغنيسيوم) وتحتوي على نسبة كبيرة من الكوارتز والفلسبار وهي معادن ذات ألوان فاتحة وكثافة قليلة,شكل (14-3)نماذج من الصخور النارية الحامضية، ومن أنواعها:

الجرانيت	Granite
الرايولايت	Rhyolite
صخر الخفاف	Pomice
بيجماتيت	Pegmatite
صخر القار	Pichstone
اوبسيدان	Obsidian
ليباريت	Liparite





ب- صخور متوسطة:

وهي صخور تحتوي على السليكا بنسبة تتراوح مابين 52--65% ونسبة متوسطة من المعادن الفيرومغنيسية وهي ذات لون فاتح ,شكل (15-3)نماذج من الصخور النارية المتوسطة، ومن أنواعها:

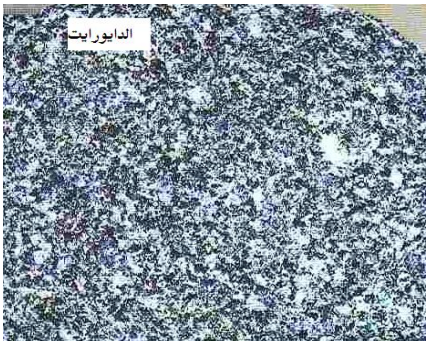
دايوريت Diorite

اندايسيت Andesite

سيانيت Syenite

تراكيت Trachyte





ت-صخور قاعد يه:

وهي الصخور التي تحتوي على نسبة تتراوح مابين 45ـــ52% من السليكا ونسبة عالية من المعادن الفيرومغنيسية,وتحتوي معادن ذات ألوان داكنة وكثافة عالية،شكل(16-3)نماذج من الصخور القاعدية،ومن أنواعها:

الجابرو Gabbro

بازلت Basalt

دياباز Diabase





ث- صخور فوق القاعدية:

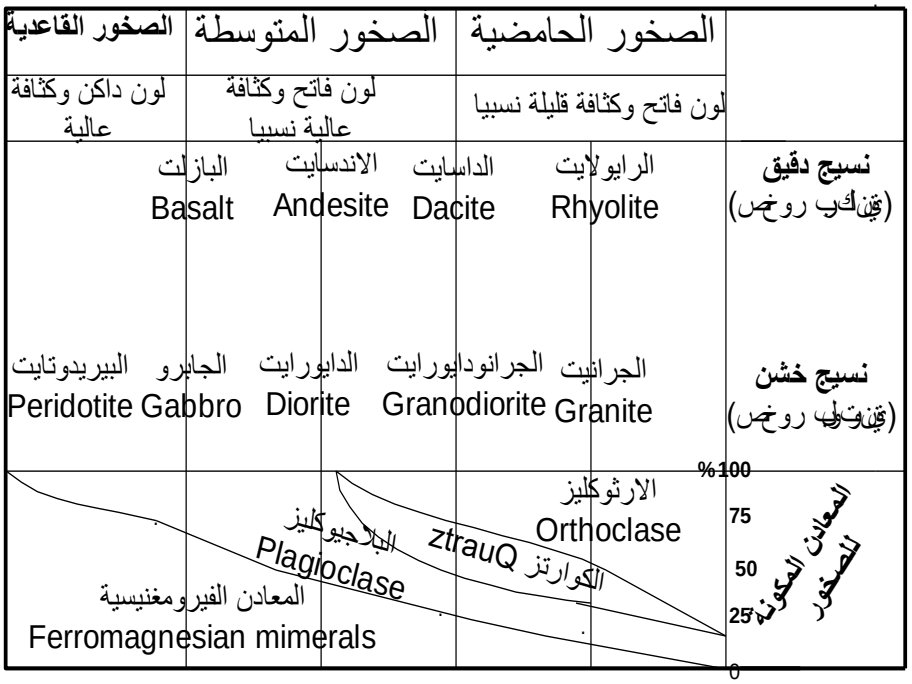
يتميز هذا النوع من الصخور بقلة نسبة السليكا الى اقل من 45% وتحتوي على معادن تتضمن نسبة عالية من الحديد والمغنيسيوم , ومن أنواعها :

الديونيت Dunite

البيريدوتيت Peridotit

البيروكسينيت Pyroxinite .[4]

والشكل (17-3) مخطط يبين التصنيف البسيط للصخور النارية حسب النسيج والتركيب المعدني.



وتتخذ الصخور النارية أشكالا مختلفة النسجة حسب نوع وحجم وشكل المعادن المكونة لها وطبيعة التبلور الذي نتجت عنه تلك الصخور, شكل(18-3) مقاطع لنماذج من الصخور النارية.



ثانيا-الصخور الرسوبية

تحتل المرتبة الثانية من حيث النشأة والمرتبة الأولى في الانتشار،اذ ان اكثر من 80% من صخور القشرة الارضية العليا هي رسوبية،وتتضمن تلك الصخور بعض المعادن التي تعود الى الصخور النارية،بعد ان تعرضت الى عمليات مختلفة غيرت من بعض خصائصها الطبيعية التي كانت عليها ،ومن أهم معادن تلك الصخور هي:

1-**معادن طينية**

تحتل المعادن الطينية المرتبة الأولى في مكونات الصخور الرسوبية،اذ تشكل حوالي 80% من تلك المكونات،والمتمثلة بسليكات الألمنيوم المائية.

2-الكوارتز:

يعد الكوارتز من المعادن الاساسية للرمال والصخور الرملية وتشكل حوالي 10% من مكونات الصخور الرسوبية .

3-الكالسيت:

يوجد هذا المعدن على نطاق واسع في الصخور الجيرية والذي يعمل على تماسك حبيبات الصخور الخشنة.

4-اكاسيد الحديد:

يعد الهيماتيت والليمونيت من أهم تلك المعادن والتي توجد في الرمال السوداء،كما تمثل أحد المواد اللاحمة في الصخور الرملية.

5-الجبس (كبريتات الكالسيوم المائية):

6-ألهاليت (كلوريد الصوديوم):

يوجد النوعان من المعادن في رواسب البحيرات المالحة بعد تبخر مياهها.[5]

والصخور الرسوبية على انواع مختلفة حسب طريقة تكوينها وتركيبها الكيميائي ومنها ما يأتي:

أ-الصخور الرسوبية الميكانيكية (الفتاتية):

يتكون هذا النوع من الصخور من مفتتات صخور مختلفة بعد ان تعرضت الى عمليات تجوية وتعرية واسعة ونقلتها الرياح والمياه ورسبتها في مناطق منخفضة دون ان يحدث أي تغيير في خصائصها الكيميائية ،وهي ذات مسامية عالية تسمح للمياه بالانتقال خلالها بسهولة من مكان لاخر، وقد أدى ذلك الى ترسيب ما تحمله تلك المياه من أملاح ومعادن في المسامات الواقعة بين المفتتات فعملت على التحامها وتماسكها وزيادة صلابتها، ومن أهم تلك المواد اللاحمة الكالسيت الدولومايت والكوارتز واكاسيد الحديد.

وقد تعمل المياه في بعض الأحيان على إذابة بعض مكونات الرواسب ونقلها وترسيبها في مكان أخر، كما تؤدي عمليات الترسيب بكميات كبيرة الى زيادة الضغط المتولد عنها على الطبقات التي

تحتها فتقل المسامات فيها ومن ثم طرد المياه التي كانت تحتل تلك الفراغات،ومن الأمثلة على ذلك الطفل الذي يتضمن حوالي 45% مسامات تنخفض الى حوالي 5% بعد تعرضها الى الضغط.

ومن انواع الصخور الرسوبية الميكانيكية:

1- صخور المتكتلات

تتكون تلك الصخور من التحام الحصى والجلاميد والرمال وقطع من الصخور مع بعضها، وتكون ذات صلابة شديدة اذا تضمنت نسبة عالية من السليكات،وعلى العموم تميل الى الشكل الدائري وتكثر قرب الشواطئ البحرية، شكل(3- 19أ)صخور متكتلة.

2-صخور البريشا

يشبه هذا النوع من الصخور المتكتلات في نوع المكونات الا ان الفرق بينهما في شكل تلك المكونات اذ تكون ذات حواف حادة وأطراف مدببة، شكل(19-3ب)صخور البريشا.





3-الصخور الرملية

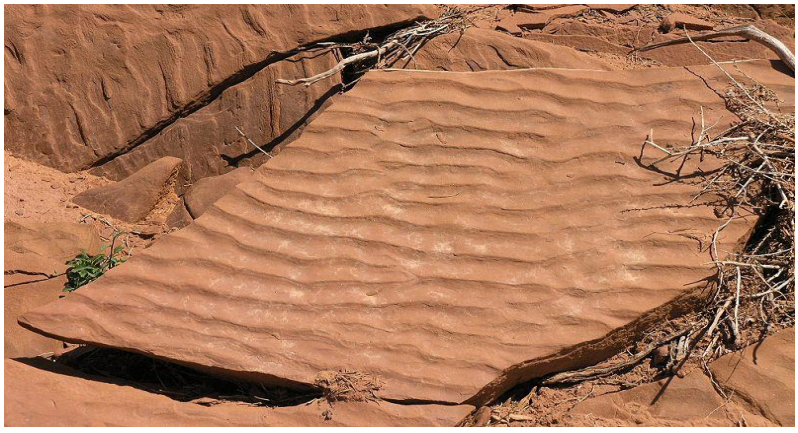
وهي ناتجة عن تماسك ذرات الرمل بواسطة مواد مختلفة النوع واللون مثل اكاسيد الحديد وكاربونات الكالسيوم والسليكات،وقد أسهمت تلك المواد في تغير لون تلك الصخور فأكاسيد الحديد تجعلها مائلة الى الاحمرار وكاربونات الكالسيوم تميل نحو البياض والسليكات نحو اللون الأزرق،كما ان بعض تلك المواد ذات صلابة عالية مثل السليكات،في حين تكون كربونات الكالسيوم ضعيفة التماسك لانها تذوب في الماء فتسهل عمليات التجوية والتعرية،ويوجد نوع أخر من الصخور الرملية مائلة الى السواد لاحتوائها على بعض المعادن المشعة مثل اليورانيوم والثريوم وغيرها.[6] شكل(20-3)نماذج من الصخور الرملية.



4- الصخور الطينية

تتكون تلك الصخور من مواد طينية مختلطة بمواد أخرى كلسية او عضوية تعمل على تنوع لونها حسب نوع الاكاسيد التي تتضمنها مثل اكاسيد الحديد والمنغنيز تجعلها مائلة الى اللون الأحمر او الأصفر او الأخضر، في حين تميل الى اللون الأسود اذا ارتفعت نسبة الجير(كربونات الكالسيوم)، وتسمى طينية جيرية او المارل.

ويحتوي الطين على نسبة 15% من الماء وعندما يفقدها يتحول الى حجر طيني وقد يكون الحجر الطيني على شكل طبقات رقيقة او صفائح نتيجة للضغط الذي تتعرض له قبل ان تجف وتتحول الى حجر يسمى بالحجر الطيني الصفائحي او الطفل،شكل(21-3)نوع من الصخور الطينية.



ب-الصخور الرسوبية الكيميائية:

وهي صخور ناتجة عن حدوث تفاعلات كيميائية بين محاليل متنوعة ينتج عنها كربونات وبيكاربونات تتحد مع بعضها مكونة عدة انواع من الصخور الرسوبية الكيميائية المتباينة في تراكيبها المعدنية,ومنها ما يأتي:

1-صخور الكلس الكيميائي

تتكون تلك الصخور عندما تترسب كربونات الكالسيوم في المحاليل الجيرية الحاوية على كربونات الكالسيوم الهدروجينية ومنها الصخور الجيرية المتكونة من معدن الكالسايت المترسب في مياه البحر،والدولومايت الذي يشبه حجر الكلس الا انه يتكون من معدن الدولومايت الناتج عن إحلال أيون المغنيسيوم محل أيون الكالسيوم,ومن تلك الصخور الترافرتين الذي يتواجد قرب الينابيع والعيون وفي الكهوف التي تعرف بالستالكتايت وستالكمايت،أي الاعمدة الصاعدة والنازلة،شكل (22-3)نماذج من الصخور الكلسية الكيميائية.



2- صخور تبخريه (ملحية).

وهي ناتجة عن ترسبات ملحية ومنها الجبس او الجبسم،الذي يسمى كبريتات الكالسيوم المائية والانهيدرايت وتسمى كبريتات الكالسيوم اللامائية،والملح الصخري كلوريد الصوديوم،شكل(3-23)صخور ملحية .



3- صخور سليكية :

يوجد هذا النوع من الصخور قرب الينابيع الحارة مثل الصوان الناتج عن ترسب السليكا المذابة في المياه الحارة، شكل(24-3)صخور سليكية.

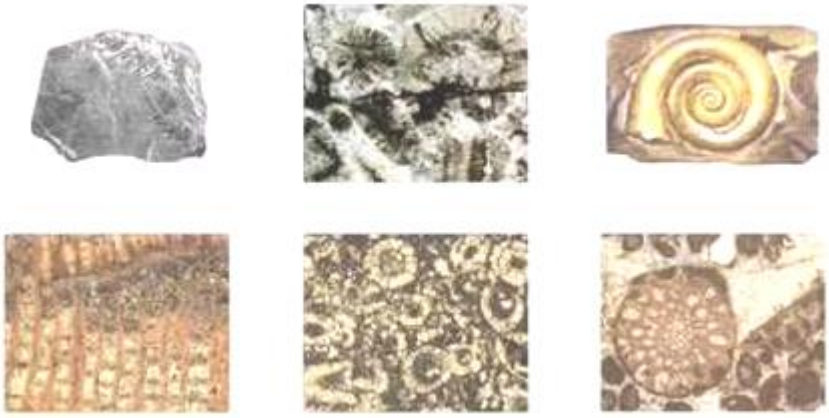


ج- الصخور الرسوبية العضوية

يوجد هذا النوع من الصخور على انواع حسب تركيبها الكيميائي ومنها:

1-حجر الكلس العضوي

ويعد من اكثر انواع الصخور انتشارا وهو ناتج عن بقايا الحيوانات والنباتات المحتوية على كربونات الكالسيوم او الجير،شكل(25-3)صخور عضوية.



2-صخور طباشيرية

وهي ناتجة عن تحلل نوع من الحيوانات التي تحتوي على نسبة عالية من كربونات الكالسيوم وتكون ناصعة البياض،شكل(26-3).



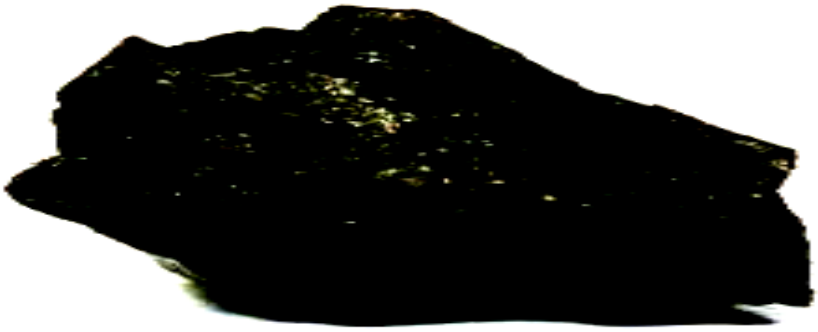
3-صخور فوسفاتية

وتشمل الصخور التي تحتوي على نسبة عالية من فوسفات الكالسيوم الناتجة عن تحلل بعض الحيوانات البحرية.[7] شكل(27-3)صخور فوسفاتية.



4-الفحم الحجري:

وهو من اصل نباتي ينتشر في مناطق الغابات التي غمرتها المياه وطمرتها الرواسب بطبقات سميكة ادت الى توليد ضغط وحرارة شديدين اسهما في تغيير خصائص تلك النباتات المطمورة وعلى مراحل أخرها الانثراسايت الذي يمثل الفحم الحجري،شكل(28-3)حجر فحمي.



يظهر من العرض السابق للصخور الرسوبية أنها توجد في الطبيعة على انواع مختلفة في تركيبها ونسيجها ولونها لذا تظهر بقطاعات متباينة،والشكل (29-3)نماذج من الصخور الرسوبية.

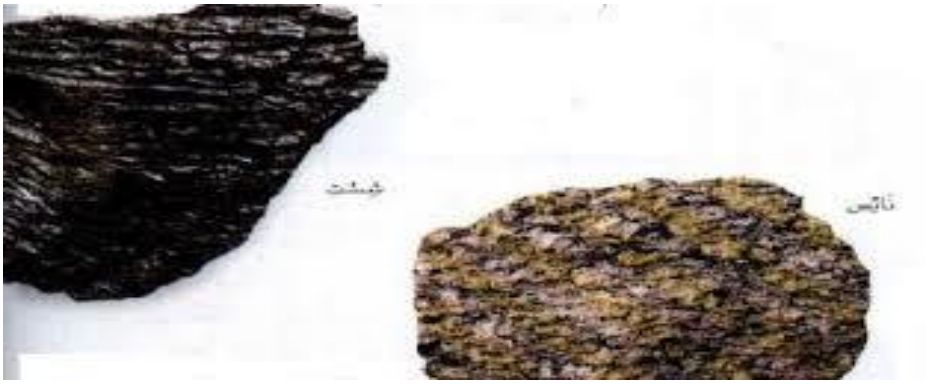


ثالثا- الصخور المتحولة

ان اصل تلك الصخور صخور نارية ورسوبية قديمة تعرضت الى عمليات ضغط شديد او حرارة عالية او كليهما ،فأدت الى تغير خصائصهما الكيميائية عما كانت عليه لذا تسمى المتحولة، وقد تحتفظ تلك الصخور ببعض خصائص الصخور الأصلية التي تحولت منها،ومن مميزات تلك الصخور أنها تتعرض الى التقشر بسهولة عند تعرضها الى عمليات التجوية والتعرية، ومن أنواعها ما يأتي:

أ- صخور متورقة

يتميز بعض انواع الصخور المتحولة بالتورق لتعرضها الى ضغط كبير وحرارة منخفضة ، وتعد تلك الصخور سهلة التكسر باتجاه التورق ومن أنواعها الإردواز والفيلات والشست والنايس والامفيولايت،شكل(30-3)صخور متحولة متورقة.



ب- صخور غير متورقة

يعد هذا النوع من الصخور المتحولة الصلبة لانها غير متورقة وتكونت بفعل الحرارة الشديدة ومن أنواعها الهورنفلس والرخام والكوارتزيت والسربتينات،شكل(31-3)صخور الرخام والكوارتزيت.





ت- صخور كاتاكلاستيكية

يتكون هذا النوع من الصخور نتيجة للتحول الديناميكي الناتج عن الضغط دون التأثير الحراري،ويكون بعضها متورق والبعض الأخر غير متورق ومن أنواعها المايلونيت .[8] شكل(32-3)صخور تحول ديناميكي.



توجد الصخور المتحولة في الطبيعة بانواعها والوانها المختلفة،شكل(33-3)نماذج من الصخور المتحولة.



المبحث الخامس- الخصائص الكيميائية والفيزيائية للصخور

اولا-التركيب المعد ني :

تتباين الصخور في تركيبها المعدني وهذا ما يميزها عن بعضها لاختلاف خصائص تلك المعادن حسب مصدر نشأتها،اذ تكونت تلك المعادن بعدة طرق منها ما يأتي:

1- التبلور المباشر من الصهير البركاني وخاصة معادن الصخور النارية .

2- التبلور في محاليل مائية مثل الصخور الرسوبية الكيميائية.

3- إعادة ترتيب عناصر او ذرات معادن سابقة التكوين،اذ يترتب على ذلك إزالة او إضافة بعض العناصر أو الذرات، كما هو الحال في الصخور الرسوبية الميكانيكية او الفيزيائية.

4- تحلل بعض المركبات العضوية فتتحرر بعض العناصر والمعادن منها والتي تتحد مع بعضها مكونة بعض الصخور مثل الصخور الرسوبية العضوية.

5- تغير خصائص بعض المعادن نتيجة للضغط والحرارة الشديدين مثل معادن الصخور المتحولة.
وقد تحدث تفاعلات بين اكاسيد بعض المعادن الفلزية والماء فينتج عنها مواد قاعدية مثل تفاعل أو كسيد الكالسيوم مع الماء فينتج هيدروكسيد الكالسيوم$Cao + H_2o = Ca(OH)_2$،ويحدث تفاعل بين ثاني أو كسيد الكربون والماء فينتج حامض الكاربونيك المخفف الذي له القابلية على التفاعل مع العديد من المعادن فيعمل على أضعاف تماسكها، $Co_2 + H_2o = H_2co_3$
كما يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع حامض الكاربونيك فينتج ملح الطعام.
ومن خصائص المعادن التباين في صلابتها وقد تم تقسيمها الى عشرة مستويات تبدأ من معادن هشة درجة واحده مثل التلك الى صلبة جدا عشرة درجات مثل الماس،كما تتباين تلك الصخور في نشأة المعادن التي تتضمنها فبعضها قديمة مثل الاولفين والبعض الأخر حديثة مثل الكوارتز.[9]
وبما ان الصخور تنتشر في الطبيعة بأنواع مختلفة وفي بيئات متباينة لذا تباينت قوة التأثر اعتمادا على نوع المعادن التي تتضمنها تلك الصخور وطبيعة البيئة،وعلى العموم تكون الصخور النارية اقل تأثرا من الصخور الرسوبية بعمليات التجوية والتعرية،اذ تتكون الأولى من الكوا رتز الذي يعد من المعادن الصلبة في حين يسود الصخور الرسوبية الكربونات التي تعد من المعادن الضعيفة المقاومة،وحتى في النوع الواحد من الصخور يتباين التأثير مثل الصخور النارية الجرانيتية اكثر صلابة من البازلتية لاحتوائها على نسبة عالية من الكوارتز,وكذلك الحال الصخور الرسوبية تعد العضوية والفيزيائية اقل مقاومة من الكيميائية،اما المتحولة فحسب مصدر تحولها فالمتحولة من النارية اكثر صلابة من الرسوبية المتحولة.
كما ان الصخور في المناطق الرطبة اكثر تأثرا من الصخور في المناطق الجافة,والتي في المناطق الحارة اكثر تأثرا من المناطق الباردة، فبعض المعادن لها القابلية على الذوبان بالماء واخرى لها القابلية على امتصاص الماء فيكبر حجمها،ومعادن ذات معامل تمدد حراري عال واخرى ذات تمدد حراري واطئ، ففي المناطق الحرة تعمل تلك المعادن على تفكك الصخور التي تحتويها فتقلل من صلابتها.

يتضح مما تقدم ان التعرف على نوعية الصخور ونوع المعادن المكونة لها ذا أهمية كبيرة في اقامة المشاريع المختلفة التي تستخدم تلك الصخور او تقام فوقها،ويجب اختيار النوع المناسب للبيئة لتجنب المشاكل التي يتوقع حدوثها في حالة استخدام نوع غير ملائم للبيئة،ويحتاج ذلك الى الاستعانة بالمختبرات الخاصة بتحليل الصخور لمعرفة نوعها وطبيعة تركيبها الكيميائي،رغم قدرة بعض المختصين على تمييز بعض انواع الصخور ذات الخصائص الواضحة ألا انه من الصعب تمييز الصخور المتشابهة في المظهر ومتباينة في التركيب.

ثانيا-المسامية

وتعني الفجوات والفراغان التي تتضمنها الصخور والتي تختلف من نوع لاخر،فالصخور الرسوبية اكثر مسامية من النارية والمتحولة لان النارية متكتلة ناتجة عن صهير ذات كثافة عالية لا تسمح بوجود المسامات الا على نطاق محدود جدا،في حين تكون الرسوبية طبقية بشكل عام وتكونت بطرق مختلفة ساعدت على وجود المسامات فيها وبشكل متباين من نوع لاخر،وتتأثر المسامية بعدة عناصر كحجم الحبيبات وشكلها وترتيبها والمادة أللاصقة فضلا عن الشقوق والكسور التي تتخلل تلك ألطبقات وتزداد المسامية في الصخور ذات الحبيبات المتجانسة وتقل في الصخور ذات الحبيبات المختلفة الحجم،وتتضمن الصخور نوعين من المسامات بشكل عام هي:

أ- مسامات بين حبيبات الصخور وتختلف أحجامها حسب نوع الصخور اذ تكون صغيرة جدا في الصخور الطينية وتقل في الطفل والإردواز في حين تكون كبيرة في الحصى والرمل.

ب- مسامات كتلية مثل الشقوق والمفاصل والفراغان التي توجد بين الطبقات والتي تزداد سعة بواسطة عمليات التعرية والتجوية،وتصنف المسامية في بعض الأحيان الى اصليه وهي التي وجدت مع تكون الصخور,وثانوية ناتجة عن تعرض الصخور الى عمليات اسهمت في تشققها وتصدعها.[10]

وتقاس المسامية بالنسبة المئوية، أي نسبة حجم المسامات الى الحجم الكلي للصخرة، وحسب القانون الأتي:

$$P= \frac{w}{v}$$

W حجم الماء اللازم لمليء الفراغان

V حجم الصخرة

ويمكن الحصول على قيمة (W) من خلال وزن الصخرة وهي جافة ومشبعة بالماء والفرق في الوزن يمثل حجم الفراغات .

ثالثا-النفاذية

تعني النفاذية حركة المياه ضمن التكوينات الصخرية،وهذه الخاصية تختلف من نوع لاخر ولاتعني ان الصخور المسامية جميعها ذات نفاذية،اذ توجد بعض الصخور مسامية ولكن غير نفاذية لعدم اتصال المسامات ببعضها أفقيا ورأسيا، وفي اغلب الأحيان تكون المسامات رأسية لذا عندما تقاس مسامية مثل تلك الصخور تكون عالية الانها لا تتصل ببعضها بما يسمح للمياه بلانتقال عبرها من مكان لاخر لذا تعد قليلة النفاذية،وتعد الصخور الرسوبية الجيرية عالية المسامية والنفاذية،ويتم قياس النفاذية بواسطة تمرير سائل عبر الطبقات الصخرية التي يراد قياس نفاذيتها فكلما كان السائل سريع المرور عبر تلك الطبقات يعني النفاذية جيدة ، ويستخدم قانون دارسي لبيان مقدار النفاذية :

$$K = \frac{Q \times h}{A \times L}$$

K : معامل النفاذية (سم/ ثانية)

Q: حجم السائل المار في الصخور خلال فترة زمنية معينة(سم^3 / ثانية).

h الفرق الرأسي في عمود السائل او الماء.

A : مساحة النموذج (سم^2).

L : طول النموذج (سم).

وقد أثبتت التجارب والقياسات الحقلية ان نفاذية الصخور تقل بزيادة عمق الطبقات لقلة المسامات وزيادة التماسك ولتأثير ضغط الطبقات العليا على السفلى.[11]

المبحث السادس-التراكيب الاولية في صخور القشرة الارضية

تتضمن جميع انواع الصخور تراكيب اولية تعود إلى طبيعة تكون تلك الصخور وكيفية وجودها في الطبيعة،وتختلف تلك التراكيب حسب نوع الصخور وكما يأتي:

اولا-التراكيب الاولية في الصخور النارية:

تغطي الحمم البركانية المتدفقة من باطن الارض مساحات شاسعة من المناطق التي تنساب نحوها وتتخذ أشكالا متنوعة حسب درجة لزوجة الصهير وتركيبه الكيميائي وحرارته، فالحمم القاعدية كالبازلت ذات لزوجة منخفضة لذا ينساب هذا النوع من الصهير لمسافات بعيدة،اما الحمم الحامضية الجرانيتية عالية اللزوجة لذا تتراكم حول فوهات البراكين التي تندفع منها مكونة كتلاً صلبة ذات جوانب شديدة الانحدار،وعليه تتضمن الصخور النارية تراكيب اولية متنوعة منها ما يأتي:

1-التركيب الفجوي واللوزي:

تحتوي معظم الحمم البركانية على نسبة كبيرة من الغازات التي تتحرر لانخفاض الضغط المسلط عليها عند خروج الصهير من باطن الارض،وينتج عن ذلك تمدد الصهير في مواضع وجود الغازات فتتكون فجوات كروية اوبيضوية او أسطوانية او غير منتظمة،وقد يؤدي خروج تلك الغازات بكمية كبيرة وخاصة من الصهير المنخفض الزوجة الى تكون كتل رغوية قليلة الكثافة وخفيفة الوزن تسمى صخور الخفاف،وعلى العموم توجد الفجوات في أماكن مختلفة ضمن كتل الصخور النارية،وفي البعض منها تتركز في المناطق الملامسة لسطح الارض بسبب خروج غازات من باطن الارض عن طريق الشقوق والثقوب التي توجد في الطبقات التي تحتها ، ومعظم تلك الفجوات أسطوانية الشكل لانها تمتد مع الشقوق او الفواصل التي تخرج منها الغازات،وقد تتجمع في تلك الفجوات المياه التي يحتويها الصهير الشديدة الحرارة والمحتوية على مواد ذائبة وعالقة تتركها في تلك الفجوات بعد جفافها،كما يؤدي مرور المياه عبر تلك الفجوات بمرور الزمن الى ملئها بالرواسب التي تكون متميزة في اللون والتركيب الكيميائي والفيزيائي عن الصخور التي توجد فيها، لذا تعرف بالتركيب اللوزي لانها تشبه اللوز في المعجنات،وتعد تلك الفجوات مواضع ضعف في تلك الصخور لانها غير متجانسة مع تكوينها فتتركز عمليات التعرية والتجوية فيها فتقلل من صلابة تلك الصخور.[12]

2- تراكيب الحمم الكتلية والحبلية:

يتخذ الصهير البركاني أشكالا مختلفة فوق سطح الارض حسب كثافته، فالصهير العالي اللزوجة يتراكم فوق بعضه وتند فع الكتل العليا نحو الجوانب مكونة كتل خشنة غير منتظمة وذات أبعاد متباينة،اما الصهير المنخفض اللزوجة فينساب نحو المناطق المجاورة لفوهة البركان مغطيا مساحات واسعة وعلى مستويات متباينة في ارتفاعها وتميل الى الانتظام والنعومة اكثرمن النوع السابق,وتشبه في امتدادها الحبال الغليظة،ولهذا تسمى بالحبلية،ويسود هذا النوع في الصخور البازلتية.

3- تراكيب الحمم الوسادية:

ينتشر هذا النوع من التراكيب في الحمم البازلتية التي تنساب بسهولة وتبرد ببطيء فتزداد لزوجتها حتى تقترب من التصلب فتتحول الى كتل طولية متوازية وقصيرة تشبه الوسادات الطويلة،ويكون جزئها العلوي قشري او ذات غطاء زجاجي رقيق.

4- تراكيب انسيابية:

يختلف الصهير البركاني المندفع من باطن الارض في تركيبه الكيميائي والكثافة وما يحتويه من غازات ودرجة حرارة تبلوره،وتظهر اثار ذلك على طبيعة التراكيب التي تتضمنها الصخور المتكونة من الصهير،اذ يكون بعضها على شكل طبقات متبادلة أو متداخلة متميزة في تركيبها الكيميائي أو النسيج او كليهما،وعلى العموم يسود نوعان من التراكيب الانسيابية هما:

أ- تركيب انسيابي مسطح:

يظهر هذا النوع في الصخور التي تحتوي معادن مسطحة او قرصية ومرتبة بشكل متوازي او شبه متوازي مثل رقائق المايكا أو مغزلية الشكل،وينشأ نتيجة لاختلاف طفيف في درجة لزوجة الصهير وتركيبه المعدني.

ب- تركيب انسيابي خطي:

يسود هذا النوع في الصخور التي تحتوي معادن ابرية او منشوريه او مغزلية مرتبة بشكل متوازي او شبه متوازي وممتدة بشكل طولي اوافقي خطي،وقد تتضمن بعض الصخور هذين التركيبين.[13]

ثانيا-التراكيب الاولية في الصخور الرسوبية:

تتضمن الصخور الرسوبية تراكيب اولية اكثر من بقية انواع الصخور والمتمثلة بما يأتي:

1-التطبيق والترقق:

تعد الصخور الرسوبية من اكثر انواع الصخور تغيرا في مظهرها الرأسي لانها تتكون من طبقات متميزة ترى بالعين المجردة، وكل طبقة ذات مستويين متميزين علوي وسفلي وسمك متباين يتراوح مابين 1سم وعدة أمتار،آي تظهر الصخور الرسوبية على شكل طبقات تختلف عن بعضها في اللون والنسيج وحجم الحبيبات والتركيب المعدني، فكل طبقة تكونت في ظروف معينة جعلتها متميزة عما فوقها وتحتها من الطبقات،وعلى العموم يوجد نوعان من التطبيق في الصخور الرسوبية هما:

أ- تطبيق مباشر او أساسي:

يتكون هذا التطبيق منذ ترسيب الطبقات واتخاذها الشكل النهائي وقبل ان تتعرض لآي تغيير،شكل (3-34)طبقات صخرية مباشرة.



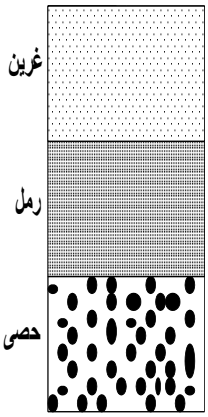
ب- تطبيق غير مباشر او ثانوي:

يتكون هذا النوع عندما تتعرض الرواسب الى عمليات تعرية وتجوية وتحت ظروف معينة وتنقل المواد الى أماكن أخرى فتكون طبقات جديدة تختلف في وضعها عما كانت عليه في السابق.

اما الترقق فالمقصود به احتواء بعض الطبقات الصخرية على معادن قرصية وصفيحية رقيقة جدا بحيث يصعب تمييز حجم الحبيبات المكونة لها بالعين المجردة.[14]

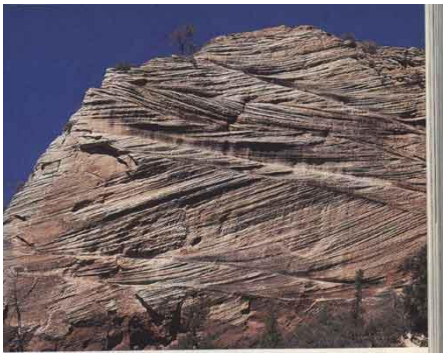
2- التطبيق المتدرج:

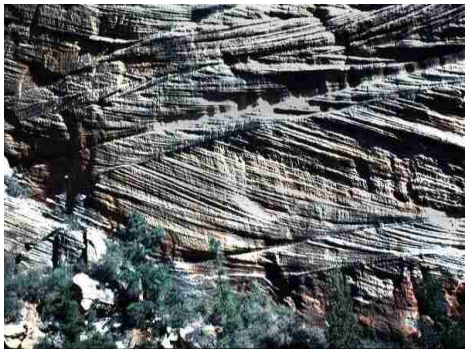
يظهر هذا النوع من التطبيق في الصخور التي تتكون من حبيبات مختلفة الحجم مثل الحصى والرمل والطين ،اذ تتكون طبقات متدرجة في حجم الحبيبات فتكون الخشنة في الاسفل ثم تعلوها المتوسطة الخشونة وفي الأعلى الناعمة، بحيث تظهر طبقات متميزة في النسيج وبشكل متدرج شكل (3- 35)،وربما تتكرر الحالة وبنفس الانتظام في فترات لاحقة،وبصورة عامة تكون الطبقات غير سميكة وتتراوح ما بين 1سم وبضع أمتار.[15]



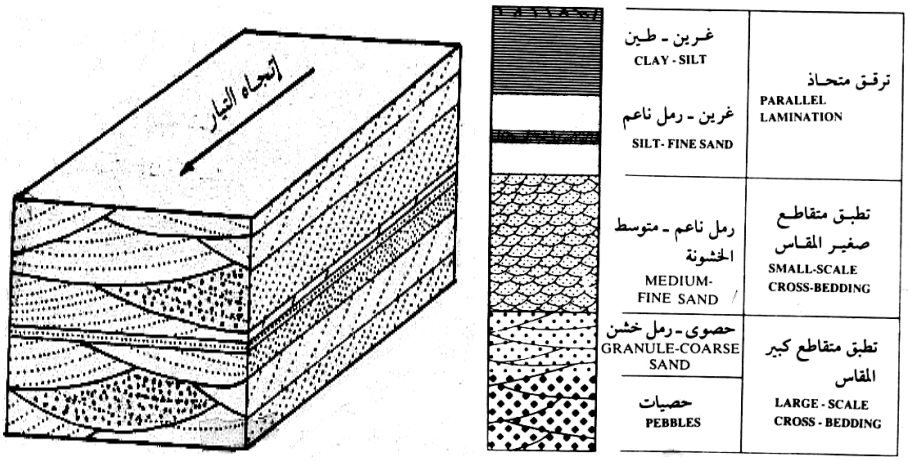
3- التطبيق المتقطع:

يحدث في بعض التراكيب الصخرية تطبيق غير موازي لمستوى الترسيب ويكون بشكل مائل ويعود ذلك الى طبيعة نشأتها،اذ لا يكون الترسيب بشكل مستمر بل متقطع وفي الغالب فترة الانقطاع طويلة، وعند تكرار عملية الترسيب فالطبقة الجديدة لا تندمج وتتجانس مع القديمة وتظهر أسطح انفصال بينهما رغم امتدادها بشكل افقي وبمستوى الطبقة السابقة،وهذا يعني ان الشكل الخارجي لا يعبر عن طبيعة امتدادها ولذلك يسمى هذا النوع من التطبيق في بعض الأحيان بالتطبيق الكاذب،ويعود التطبيق في تكوينه الى التيارات المائية المختلفة السرعة والاتجاه، شكل (3- 36) نماذج من التطبيق المتقطع .[16]





وقد لا تتشابه الطبقات في نوع الترسبات وحجمها,ويعود ذلك الى سرعة التيار كلما كان سريعا ازدادت قدرته على حمل الرواسب ومنها الخشنة وبالعكس تقل قدرته مع قلة سرعته فيحمل الرواسب الناعمة فقط،ونتيجة لذلك تظهر بعض الطبقات خشنة الرواسب واخرى مجاورة لها من الجوانب او من الأعلى والأسفل ناعمة الرواسب، شكل (37-3)مقاطع لصخور متباينة الترسبات وهذا يقلل من تماسك تلك الطبقات ويضعف قوتها فتؤثر فيها عمليات التعرية والتجوية بسرعة.



4- التوافق وعدم التوافق:

توجد الصخور الرسوبية في الطبيعة على شكل طبقات متباينة في السمك والتكوين وتمتد بشكل افقي وموازية لبعضها البعض ويسودها نوع من الانتظام،أي يسود التوافق في امتداد الطبقات الصخرية ،ولكن غير متجانسة ومتماسكة لذا تكون ضعيفة الصلابة.

ان تعرض بعض المناطق الى حركات التوائية وتكتونية آثرت على طبيعة امتداد تلك الصخور فادت الى التواء الطبقات الحديثة التكوين وانكسار الطبقات القديمة،وتتوقف شدة التأثير على قوة الحركة كلما كانت قوية ازداد تأثيرها وتعمل على انكسار طبقات الصخور القديمة والحديثة، وتظهر اثار التشويه واضحة في الامتداد الأفقي لتلك الطبقات الصخرية التي تتعرض للانكسار او الالتواء،وقد يرافق هذا التغير عمليات تعرية وتجوية اكثر من السابق،وحدوث ترسيب لاحق على نطاق واسع فينتج عن ذلك حالات عدم توافق وباشكال مختلفة منها ما يأتي:

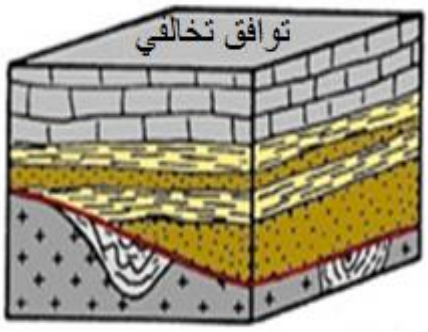
أ-عدم توافق زاوي:

يتكون هذا النوع من التراكيب في الصخور الرسوبية التي تتعرض طبقاتها القديمة السفلى الى نشاط تكتوني قبل ترسيب الطبقات الحديثة العليا فيؤدي الى ميل الطبقات القديمة عن وضعها الأفقي، في حين تمتد الطبقات الحديثة بشكل افقي فينتج عدم توافق بين الطبقتين وعلى شكل زاوية،لذا يسمى الزاوي او الزاو. شكل (3- 38أ).

ب- عدم توافق تخالفي:

يظهر هذا النوع من التراكيب في المناطق التي ترسبت فيها الصخور الرسوبية فوق النارية او المتحولة فتكونت أسطح عدم توافق بين نوعي الصخور المختلفة في خصائصها الطبيعية لذلك يسمى عدم توافق تخالفي. شكل(38-3ب).





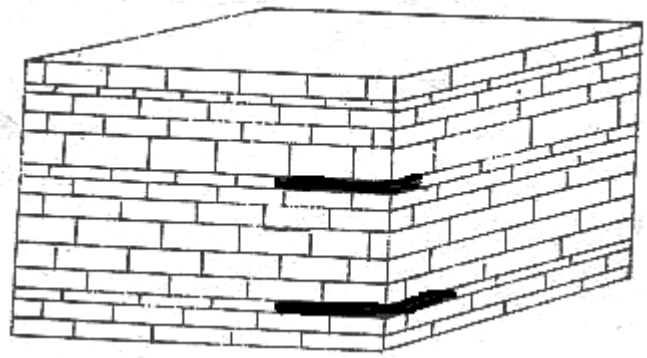
ت-عدم توافق انقطاعي:

يوجد في الطبقات الصخرية المتشابهة في تركيبها الكيميائي والفيزيائي الا أنها غير متوافقة في الامتداد لانها تكونت في فترات مختلفة،أي تكونت الطبقة القديمة وتعرضت الى عمليات تعرية وتجوية ادت الى تأكل أجزاء مختلفة من تلك الطبقة،بحيث تنخفض الأجزاء الضعيفة وتبقى الأجزاء القوية مرتفعة،وبعد ذلك تحدث عمليات ارساب لاحقة تؤدي الى تكون طبقات حديثة فوق القديمة ،والتي لا تتوافق معها في الامتداد رغم التشابه في التكوين،شكل (39-3) عدم توافق انقطاعي.



ث-عدم توافق غير واضح:

يظهر هذا التركيب في الطبقات التي تتكون من عدة طبقات وتتضمن بينها طبقات محدودة السمك والمساحة ومختلفة النوع او التركيب فتتكون أسطح عدم توافق موازية للامتداد الأفقي،مثل وجود طبقة من الصخور المتحولة وسط طبقات صخرية رسوبية،والتي لاتكن واضحة ولا يسهل تمييزها لذلك يسمى عدم توافق غير واضح.[17] شكل (40-3).

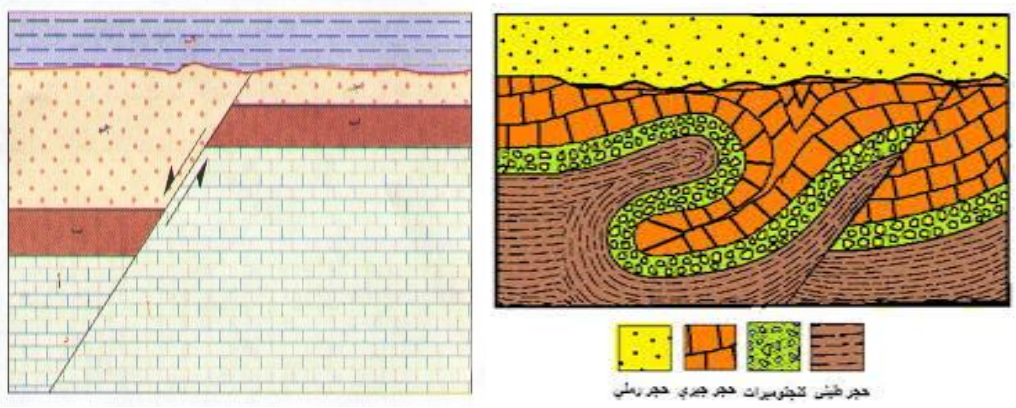


ج- عدم توافق متموج :

يوجد هذا النوع من التراكيب في الصخور الرسوبية الحديثة التكوين التي تعرضت الى حركات التوائية وتكتونية عملت على التوائها ثم تعرضت الى عمليات التعرية والتجوية لفترة طويلة من الزمن فأدت الى تأكل الأجزاء العليا وخاصة الضعيفة وبقيت الأجزاء الصلبة تعلو ما حولها،اذ تركزت التعرية في الأجزاء المحدبة في حين تعرضت الأجزاء المقعرة لعمليات ترسيب ادت الى رفع مستواها ولكن اقل من المحدبة فيظهر سطحها متموج،وبعد فترة زمنية طويلة تتعرض تلك المنطقة الى عملية ترسيب لاحقة ينتج عنها تكون طبقات حديثة تختلف في التركيب المعدني والامتداد عن القديمة، فتظهر حالة عدم توافق واضحة ومتميزة اكثر من غيرها، شكل (3-41أ).

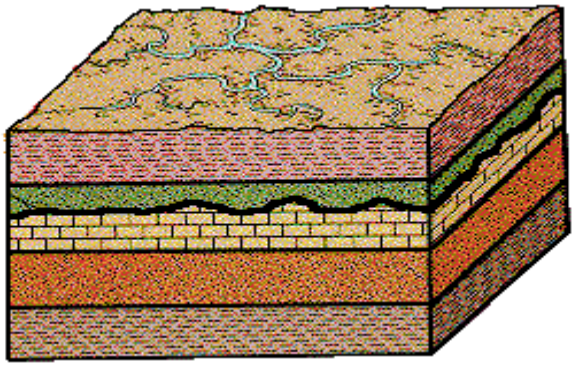
ح-عدم توافق انكساري:

يظهر هذا التركيب في الصخور الرسوبية القديمة التكوين التي تعرضت الى حركات مختلفة ادت الى انكسار الطبقات فاتخذت أشكالا مختلفة عن الوضع الذي كانت علية،اذ ارتفعت أجزاء وانخفضت أخرى بحيث اتخذت وضعا مائلا عن الوضع الأفقي،او قد ينتج عن الانكسار زحف أحد الاطراف المكسورة جانبيا، المهم يتغير الوضع الطبيعي للطبقات الصخرية فتتعرض لعمليات التعرية والتجوية ومن ثم عملية ترسيب لاحقة ينتج عنها طبقات جديدة تختلف في امتدادها وتركيبها عن الطبقات القديمة،ويظهر في هذا النوع حالة عدم التوافق اكثر وضوحا من الأنواع الأخرى،ولهذه التراكيب أهمية كبيرة لانها تمثل مكامن لتجمع المعادن والمياه والنفط،الا انها ذات مخاطر على المشاريع الهندسية التي تنفذ فوق تلك المناطق،شكل (3- 41ب).



خ- عدم توافق متعرج

تتعرض بعض اسطح الصخور الى عمليات التعرية فتتحول الى مظهر متموج يشبه شكل تموج الرمال الخفيف،ثم تتعرض الى عمليات ارساب لاحقة،فتكون اسطح الانفصال بينها متعرجة وغير متماسكة،حتى وان كانت الرواسب متشابهة،فتكون تلك الاسطح مواضع ضعف في الطبقات الصخرية،شكل(42-3)مخطط لعدم توافق متعرج.



5-العقد والفجوات الصخرية:

تتضمن بعض طبقات الصخور الرسوبية عقد وفجوات مختلفة الاشكال وتنتشر بشكل مبعثر ضمن تكوينات الطبقة الصخرية الواحدة، كما أنها ذات تراكيب كيميائية مختلفة عن الصخور التي تحتويها،ويتخذ بعضها شكلا خطيا متصل اومتقطع و موازي لامتداد الطبقات الصخرية،ويحتل بعض العقد أجزاء من الفواصل بين الطبقات،وقد يمر عبر تلك الفجوات مياه ساخنة تحمل معها معادن ومواد عضوية متنوعة يترسب بعضها في تلك الفجوات فتتصلب بمرور الزمن مكونة عقد تختلف في تركيبها عن الصخور التي تضمها ومتخذة أشكال متنوعة مستطيلة او كروية او بيضوية

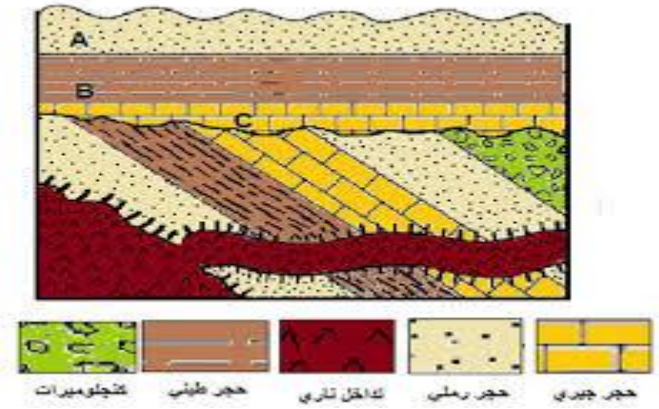
أو غير منتظمة،وتعد تلك الفجوات مراكز ضعف تنشط فيها عمليات التعرية والتجوية فتقلل من قوة تماسك تلك الصخور.[18] شكل (3- 43) صور لصخور لوزيه.



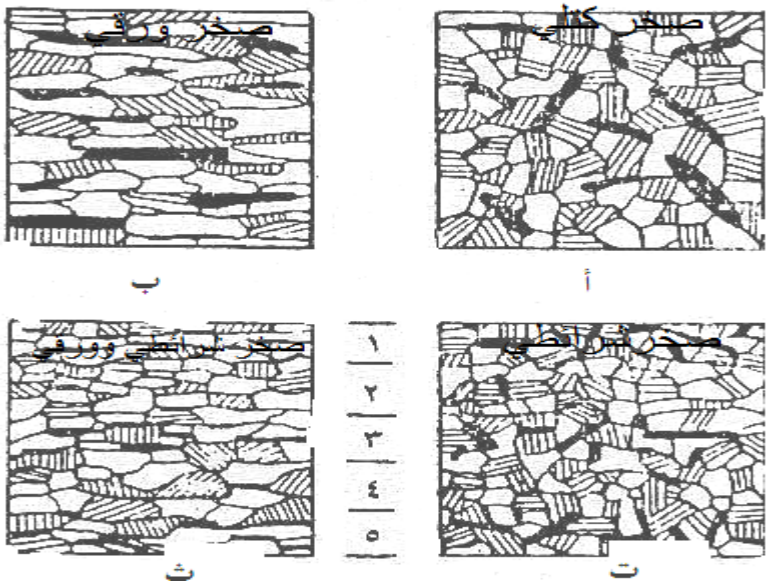
ثالثا-التراكيب الاولية في الصخور المتداخلة:

تتداخل الصخور في باطن الارض مع بعضها ويظهر ذلك واضحا بين النارية والرسوبية عندما يندفع الصهير البركاني عبر صخور القشرة الارضية فتعمل على تغيير خصائص بعض المعادن الفيزيائية والكيميائية بواسطة عملية الإحلال المتبادل بين التكوينات الجديدة والقديمة، فتتحول بعض الصخور القديمة الى نوع آخر نتيجة للحرارة العالية.

وقد يترتب على تلك العملية تباين حجم الحبيبات التي تتكون منها الصخور,بعضها ذات حبيبات خشنة والبعض الأخر ناعمة،ويعتمد ذلك على حجم كتلة الصهير المتداخلة ففي الكتل الكبيرة يسود النوع الخشن وفي الكتل الصغيرة يسود الناعم بسبب تبرد النوع الأخير بسرعة فتتبلور الحبيبات أيضا بسرعة وبحجم صغير،شكل(44-3)طبقات صخرية متداخلة.

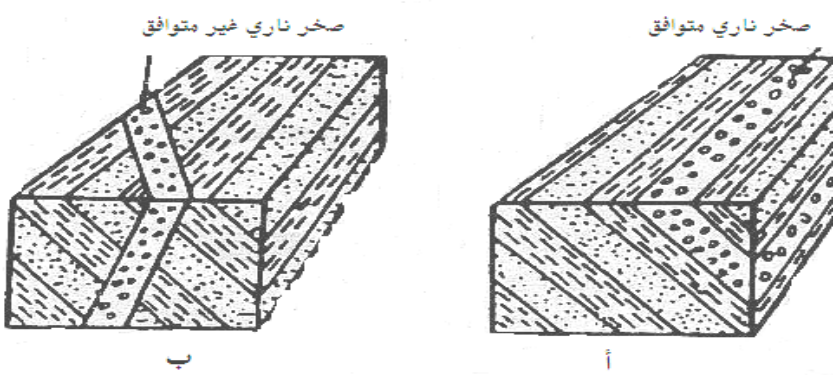


كما يؤثر الوضع العام الذي تتخذه الصخور في ترتيب المعادن,فالصخور النارية على شكل كتلة لذا لا يظهر فيها ترتيب المعادن في اتجاه معين،وقد يظهر ترتيبها في بعض الصخور بشكل متورق نتيجة للترتيب المتوازي للمعادن المفلطحة،والتورق على انواع بعضه يتكون أثناء التبلور والبعض ناتج عن الحرارة والضغط الشديدين,ونوع موروث من الصخور التي تعرضت الى التحول مثل الشست، شكل (45-3) يوضح طبيعة ترتيب المعادن .



ومن الجدير بالذكر ان الصخور المتداخلة قد تكون متطابقة او متوافقة في امتدادها فتظهر الحدود الفاصلة بينهما موازية لمستويات التطابق في الصخور القديمة،شكل (3- 46أ)،او قد تكون غير

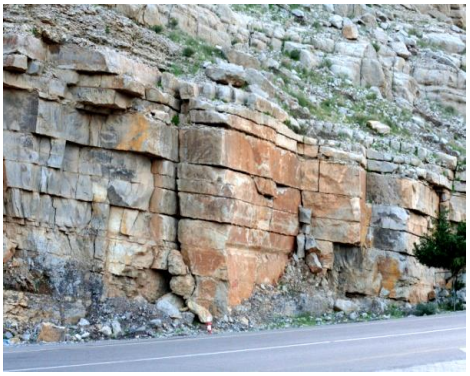
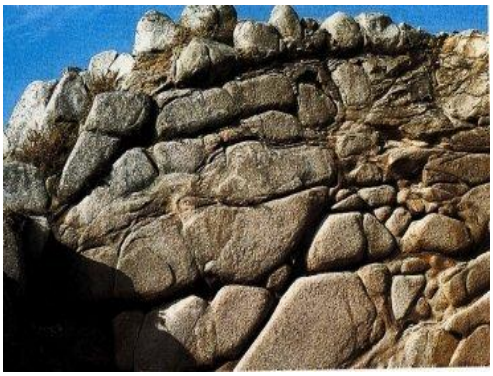
متوافقة،اذ تتقاطع الصخور النارية الجديدة في امتدادها مع مستويات التطبيق في الصخور الرسوبية القديمة، شكل (3- 46ب).



المبحث السابع- التراكيب الثانوية في صخور القشرة الارضية

اولا- الفواصل Joints

وهي مستويات او أسطح انفصال توجد في جميع انواع الصخور وتكون بأشكال مختلفة حسب طبيعة تكون كل نوع من الصخور،ويمثل بعضها الحدود الفاصلة بين طبقة واخرى والبعض الأخر يوجد ضمن الطبقة الواحدة، وانها لا تؤدي الى تحرك الكتل الصخرية التي تفصل بينها بل تضعف من تماسكها وتجعلها عرضة لتأثير عوامل التعرية والتجوية، وتظهر الفواصل على نطاق واسع في الصخور الرسوبية وتكون في اتجاهات متعامدة أي رأسية وأفقية وعلى مسافات متباينة تتراوح ما بين عدة سنتمترات وعدة أمتار، وتقل تلك الفواصل في الصخور النارية لانها كتلية وتظهر في الصخور الجرانيتية اكثرمن البازلتية،وتساعد تلك الفواصل على انفصال الكتل الصخرية عن بعضها عند تعرضها الى قوى مؤثرة تعمل على تحرك الكتل المنفصلة من مكانها،شكل (3- 47أ-ب) بعض انواع الفواصل .

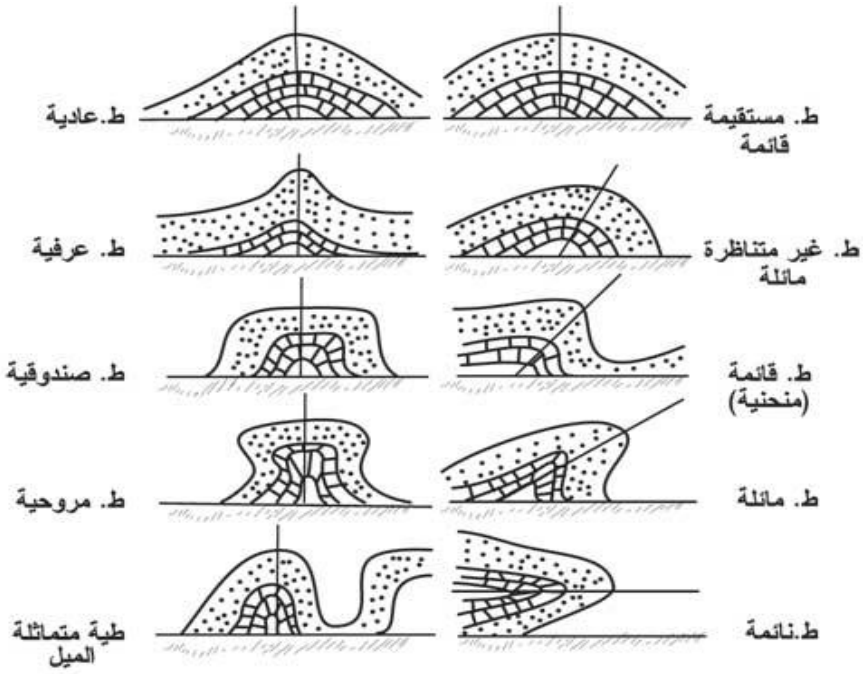



ومن الجدير بالذكر ان بعض مستويات الانفصال تكون مجعدة أو متموجة نتيجة لانكماش الصهير بعد تبرده بالنسبة للصخور النارية الجرانيتية أو لتعرضها الى حركات أرضية التوائية اوتكتونية بطيئة،ويظهر أيضا في المناطق التي تعرضت الى حركات المد والجزر والمناطق الرملية التي تعرضت إلى رياح عملت على تجمعها بشل متموج,أي تكون ظاهرة النيم،وبمرور الزمن وتحت تأثير عوامل مختلفة تماسكت وتصلبت بحيث حافظت على شكلها بعد ان ترسبت فوقها طبقات غير مشابهة لها في نوع الرواسب, لذا تبقى أسطح الانفصال واضحة بينهما وبشكل متموج،وتساعد تلك الفواصل على تنشيط عمليات التعرية والتجوية واضعاف قوة وتماسك الصخور،والذي تنعكس أثاره على النشاط البشري القائم اوالذي سيقام فوق تلك المواضع.

ثانيا- الثنيات او الطيات Folds

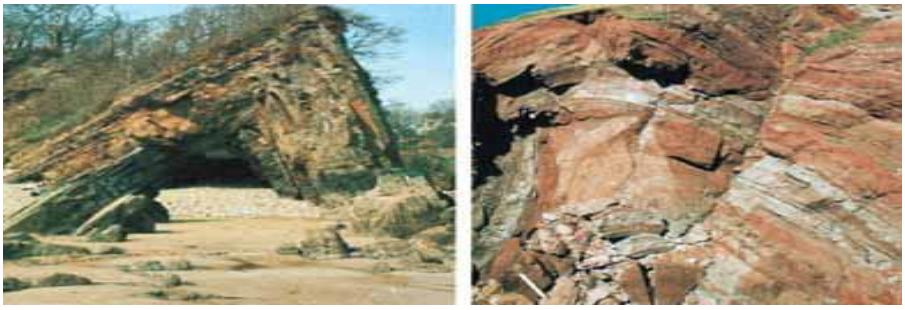
1-انواع الثنيات او الطيات

تتكون الثنيات او الطيات نتيجة لتعرض الطبقات الصخرية الى حركات أرضية مختلفة وتكون واضحة في الطبقات الحديثة التكوين وقليلة الصلابة،اذ تتكون ثنيات محدبة(anticline) او مقعرة(syncline)،وتكون على انواع كالنائمة والمقلوبة والقبابية والمتماثلة والأحادية الميل.[19] شكل (3- 48)مخططات لانواع الطيات.



أنواع الطيات

ويعد هذا النوع من التراكيب الثانوية ذا أهمية كبيرة،وقد تمثل بعض تلك الطيات مكامن جيدة لتجمع الرواسب المعدنية او النفط او المياه ألجوفية الا انها ذات مخاطر بالنسبة للمشاريع الهندسية كالعمران والطرق والجسور والسدود والخزانات لما ينتج عنها من مشاكل موضعية حسب نوع تلك الطيات والصخور المكونة لها وطبيعة المشروع،شكل (49-3)نماذج من الطيات في صخور القشرة الارضية.





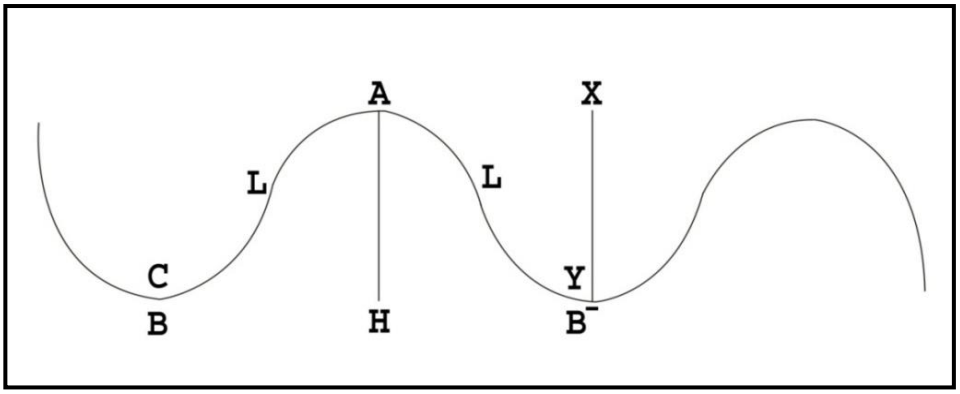







2-الدراسة الميدانية للطيات

تعد الطيات من التراكيب الثانوية المهمة التي لها اثار كبيرة على مظاهر السطح الاخرى في نطاق وجودها،فقد ترتبط بها بعض الكهوف والفوالق والكسور وعدم انتظام امتداد طبقات الصخور،كما انها تتخذ اوضاعا مختلفة في القشرة الارضية،وتتضمن الدراسة الحقلية عناصر الطيات او الصفات الهندسية للطيات ،شكل(3-50)مخطط يبين عناصر الطيات.



وتشمل ما يلي:

1-محور الالتواء،خط يتقاطع مع الزاوية المحصورة بين طرفي أي التواء سواء كان التواء محدباً أو مقعراً.

2-غاطس الطية، تلاشي الطية.

3-المستوى المحوري، خط وهمي يمر بمنتصف الالتواء ويكون عمودي على المحور.

4-الجناح، جانبي الالتواء،ويمثلان طرفان الطية أي الطبقات المائلة على جانبي السطح المحوري.

5-طول الطية،المسافة الأفقية بين قمتين متتاليتين.

6-عرض الطية،المسافة بين الطبقات الملتوية في اتجاه الميل ويتفاوت عرض الطية وطولها تبعاً لشدة عمليات الطي.

7-قمة الطية،أعلى منسوب ارتفعت إليه الصخور الملتوية.

8-جوف الطية،أدنى منسوب انخفضت إليه الصخور الملتوية.

9- ميل الطبقة الصخرية عن خط الأفق ويقاس بالدرجات الانحدارية.

B – B-عرض الطية. X – Y محور الطية.

A – H الارتفاع. C- الطية المقعرة ويمثل جوف الطية.

L- الجناح. A- قمة الطية.[20]

ثالثا- الفوالق faults

1-انواع الفوالق

تظهر الفوالق في المناطق التي تتعرض إلى حركات أرضية بطيئة اوسريعة كالزلازل والبراكين فينتج عنها تحرك الطبقات المنكسرة عن بعضها رأسيا اوأفقيا،فيظهر فالق في الطبقات الصخرية، وقد يكون واضح في جميع الطبقات العليا والسفلى او يكون اكثر وضوحا في الطبقات تحت السطحية،ويمتد لمسافة طويلة تصل مئات الكيلومترات وبأعماق وسعات مختلفة،وتسمى في بعض الأحيان بالظواهر الخطية ، ولهذه الظاهرة فوائد ومخاطر،فهي مكمن لموارد عدة من المعادن المختلفة والنفط والقار والمياه الجوفية،اذ تظهر العيون على امتداد تلك الفوالق في العديد من مناطق العالم،كما ينتقل عبرها بعض المواد السائلة كالنفط والقار،وهذا ما حدث في العراق،اذ انتقل القار عبر فالق يمتد اكثر من 70 كم من منطقة وجوده في بداية الفالق الى منطقة أخرى في نهايته(فالق أبوالقير- هيت) فقد ظهر القير في نهاية الفالق على شكل عيون،كما ظهر في تلك المنطقة عدد من عيون المياه المعدنية التي تستخدم للأغراض الطبية، وتحتوي بعض العيون كبريتيد الهيدروجين القابل للاشتعال،وتمت الاستفادة من المياه في الزراعة الا أنها غير صالح للشرب.

ومن المخاطر الناتجة عن الفوالق أنها تمثل مناطق ضعف وانها على العموم غير مستقرة وتحت تأثير نشاط تكتوني وهذا له تأثير سلبي على المشاريع التي تقام فوق تلك المناطق او بالقرب منها، وهذا ماحدث في مدينة هيت التي تقع عند نهاية الفالق،اذ ارتفعت مناسيب المياه الجوفية في المناطق المنخفضة من المدينة فأدت الى تدمير الأبنية ورفع نسبة الملوحة في التربة رغم القيام بالعديد من الإجراءات التي تحد من ذلك.

ومن اهم الفوالق في العالم هي:

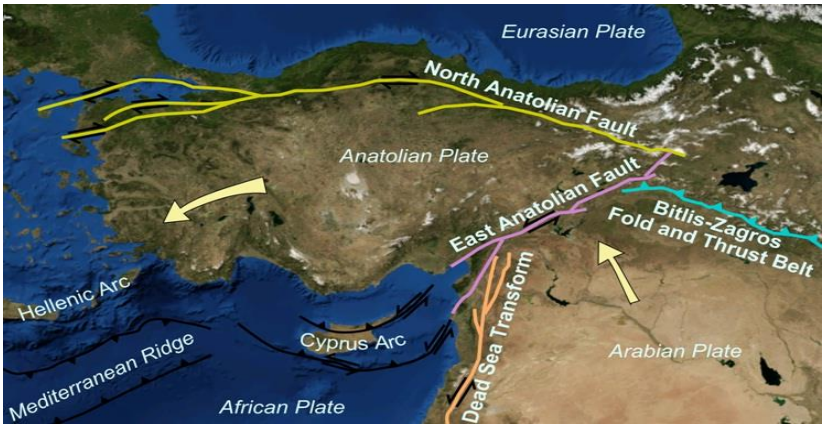
أ- فالق سان أندرياس، ويُعد أشهر الفوالق العملاقة في القشرة الأرضية، في كاليفورنيا الأمريكية،ويمتد من سواحل مينوسينو جنوباً، إلى جبال سان بيرناردينو وبحر سالتون،اذ يبلغ طوله نحو 1300 كم،ومقدار الإزاحة للصخور على طوله لا تقل عن 563 كم.

وقد تسبب هذا الفالق في وقوع العديد من الزلازل في ولاية كاليفورنيا،أشهرها زلزال فورت تيجون الذي وقع في جنوبي الولاية عام 1857 وبلغت قوته على مقياس ريختر 7.9 درجة،أما الآخر فوقع في الثامن عشر من أبريل في العام 1906 في سان فرانسيسكو،والذي تسبب باندلاع حريق هائل في المدينة،وتسبب في موت نحو 700 شخص،وقد بلغت قوة الزلزال 7.9 درجة على

مقياس ريختر، وتسبب في كسر القشرة الأرضية مسافة 402 كم من منطقة سان خوان باوتيستا إلى كيب ميندوسينو،شكل(51-3)صورة فضائية لفالق سان أندرياس.

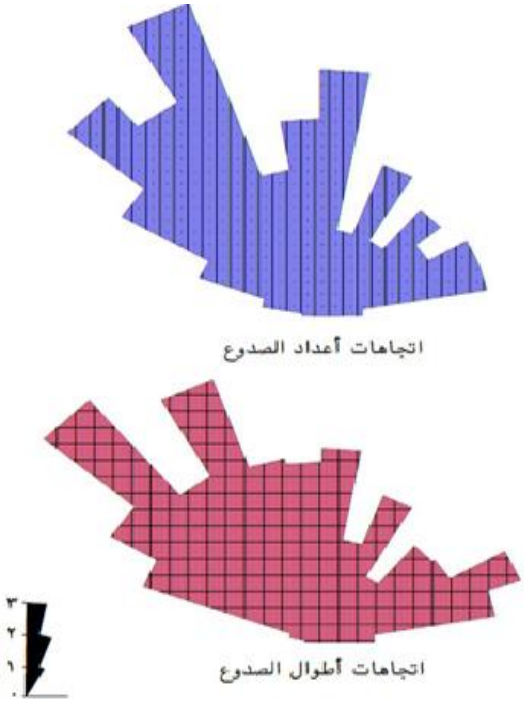


ب-فالق شمال الاناضول،فالق نشط يمر شمالي الأناضول في تركيا، يمتد على طول الحدود بين الصفيحة التكتونية الأوراسية،والصفيحة التكتونية ألأناضولية ويمتد غرباً من تقاطع فالق الأناضول الشرقي في شرق تركيا الذي يصل الى البحر المتوسط،ويتصل معه فالق البحر الميت،اما الفرع الرئيس فيمتد في شمال تركيا وصولاً لبحر ايجه بطول 1500 كم،وقد تسبب في حدوث 7 زلازل بقوة 7.0 درجة على مقياس ريختر في تلك المنطقة وما حولها،شكل(52-3)امتداد فالق الاناضول شمال تركيا والفوالق المرتبطة به.[21]



2-الدراسة الميدانية للفوالق:

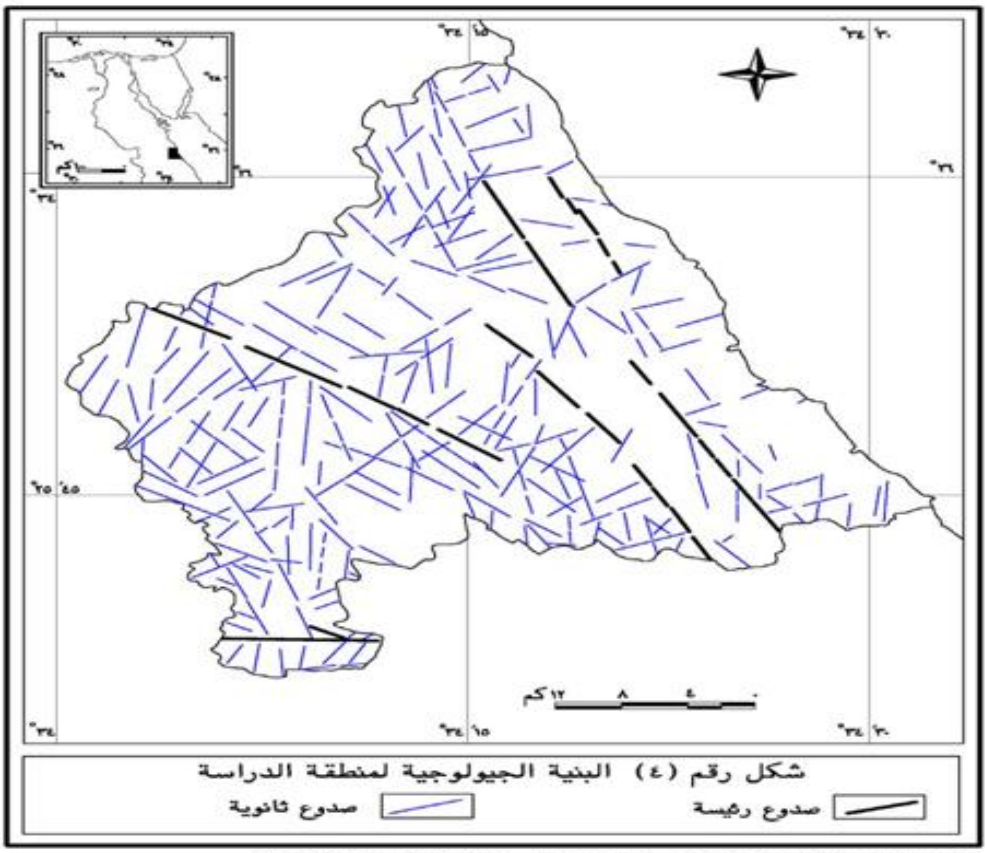
أ-تحديد موضع واتجاه الفالق،شكل(53-3) تحديد اعداد واتجاهات الفوالق .



ب-قياس طول وسعة وعمق الفالق.

ت-العمليات التي حدثت في الفالق.

ث- المخاطر التي حدثت نتيجة الفالق،او من المتوقع حدوثها،والاثار التي قد تنتج عنها،وتكون الفوالق على انواع حسب طولها وسعتها،كما تكون على نوعين رئيسة وثانوية،شكل(54-3)خريطة لانواع الفوالق.



المصدر / الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠ لوحتى جبل حماطة والقصير، كوندكو، ١٩٨٧

رابعا- الانكسارات

1-انواع الانكسارات

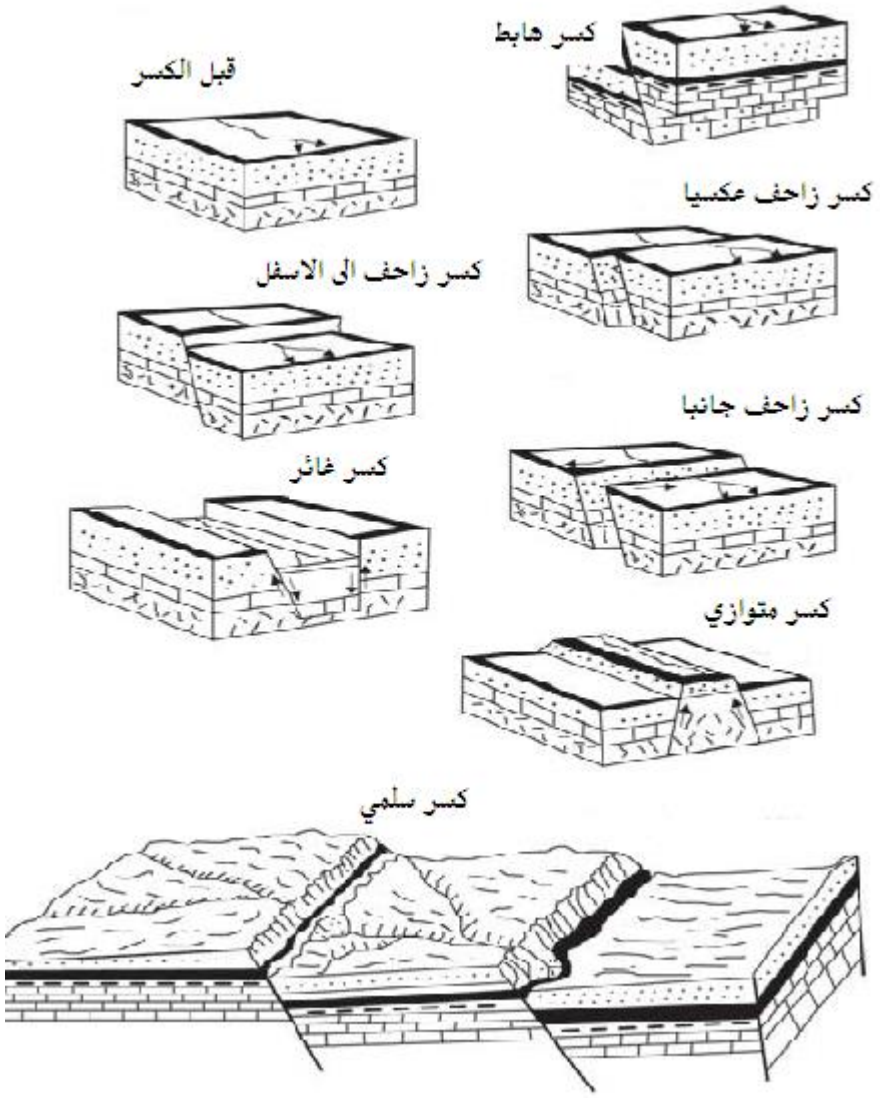
تتعرض الطبقات الصخرية الى الانكسار تحت تأثير عوامل مختلفة خارجية وباطنية,وتتخذ الكتل المنكسرة أوضاعا مختلفة لتحركها رأسيا او اوافقياعن الكتلة او الطبقة التي انفصلت عنها وحسب اتجاه قوة التأثير,شكل (55-3) صور لبعض انواع الكسور في الطبقات الصخرية.






وقد تكون تلك والانكسارات متصلة عموديا وأفقيا وعلى مسافات متقاربة او متباعدة وتكون منتظمة او غير منتظمة,وقد تعمل الكسور المتقاربة على تفتت الكتل الصخرية وتمزيقها وذلك لتركز عمليات التعرية والتجوية في تلك الكسور,كما يكون لها الدور الفاعل في عمليات الانزلاق والزحف والسقوط الذي تتعرض له المنحدرات وبشكل متميز في الطبقات الصخرية المائلة مع الانحدار.

وقد ظهرت تصانيف لانواع الانكسارات التي تحدث في صخور القشرة الارضية،وقد لاتكن واضحة في كثير من الاماكن،وان ما يمثله واقع الحال للانكسارات هو ما توضحه الصور الحقيقية لبعض الكسور التي تم التقاطها من ارض الواقع كما في الصور اعلاه،ولغرض التوضيح الشكل (3-56) مخططات لانواع الكسور حسب التصانيف المتداولة في الدراسات الجيومورفولوجية.



2-الدراسة الميدانية للانكسارات

أ-التعرف على مواضع الانكسارات.

ب- نوع الانكسار وطوله.

ت-قياس عمق وسعة الانكسار.

ث-تحديد المخاطر المترتبة على وجود الانكسارات.

ج-العمليات التي حدثت في تلك الانكسارات من تعرية وتجوية وزحف وانزلاق.

المبحث الثامن-عناصر الضعف في الصخور

تختلف الصخور عن بعضها في عناصر الضعف والقوة لذا تتباين في استجابتها لعوامل التعرية والتجوية والحركات الارضية،وتتأثر الصخور بعناصر داخلية تتمثل بتركيبها المعدني ونسيجها وطبيعة امتدادها وما تتضمنه من مسامية واسطح انفصال،والتي تؤدي كثرتها الى اضعاف الصخور لتركز عمليات التجوية والتعرية فيها فتقلل من قوة الصخور ومقاومتها, كما يكون لتبلور المعادن المكونة للصخور اثر في ذلك, فالمعادن القديمة التبلور اقل مقاومة لعمليات التعرية والتجوية من الحديثة التبلور.

وعلى العموم يمكن تمييز نوعين من عناصر الضعف الصخري هما:

اولا-عناصر ضعف نوعي:

وتعود الى نشأة الصخور وظروف تكوينها وتركيبها الكيميائي وخصائصها الفيزيائية كالنسيج والمسامية والنفاذية والمادة اللاصقة ولون الصخور وطبيعة بنائها الطبقي ونظامها المفصلي.

ثانيا-عناصر ضعف مكتسبة:

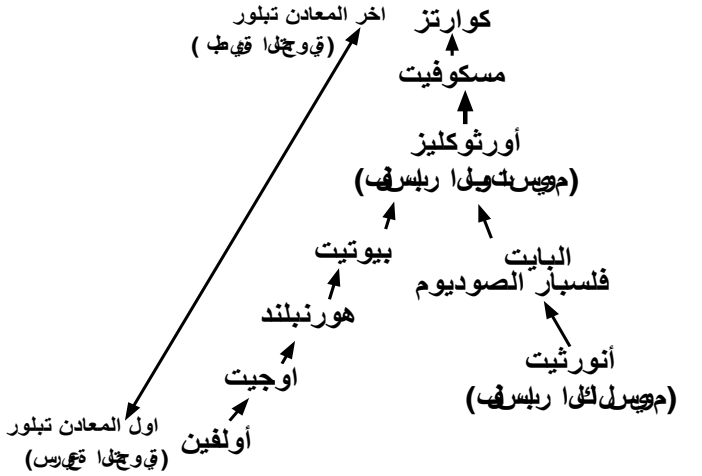
وهي ناتجة عن اثر البيئة التي توجد فيها الصخور عند تكوينها أو بعده وما ينتج عنه من شقوق وصدوع وميل الطبقات وانقطاعها وارتفاعها وهبوطها نتيجة للحركات التكتونية وتأثير المناخ والمياه الجوفية والجارية.[22]

ولغرض التوضيح سيتم تناول عناصر ضعف الصخور بشكل عام لاهمية الموضوع في مجال الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية وكما يلي:

1-زمن تبلور المعادن:

ان تبلور المعادن وانتشارها في الطبيعة لم يكن في وقت واحد بل على فترات متباعدة،لذا منها ماهو قديم الوجود واخرى حديثة جدا،والبعض الاخر ما بين القدم والحداثة،وقد كان لذلك الاثر الكبير في صلابتها ومدى استجابتها لعمليات التعرية والتجوية،اذ تكون القديمة سريعة الاستجابة للتعرية والتجوية والحديثة بطيئة الاستجابة.

مثال ذلك الاولفين اقدم المعادن تبلورا والكوارتز احدث تبلورا ولكن الأخير اكثر مقاومة من الاول.[23] شكل (57-3) مخطط يبين المعادن حسب النشأة



2-نظام الفواصل او اسطح الانفصال :

تختلف الصخور عن بعضها من حيث نظامها المفصلي والبنية وميل الطبقات وهذا ما يجعل الاستجابة للعمليات الجيومورفولوجية متباينة من نوع لاخر،وقد تكون المفاصل والشقوق منتظمة او غير منتظمة،اذ تعود في نشأتها الى عدة عوامل مثل تبرد الصخور بعد تكونها او تعرضها الى ضغط ناتج عن حركات أرضية مثل الشد الذي تتعرض له القمم المحدبة من الالتواء او الضغط الذي تتعرض له الثنية المقعرة،وقد تكون الكسور او الشقوق قريبة من سطح الارض أي في الجزء الخارجي من الصخور، وبعضها متصلا والبعض الأخر غير متصل أي لا تتقاطع مع بعضها .

3-تأثير الحركات الارضية

تسهم الحركات الارضية في تغير بعض المظاهر من خلال رفع مستوى بعض المناطق وخفض البعض الأخر،والذي يخضع بدوره الى عمليات التعرية والتجوية التي تسهم أيضا في تغيير المظهر العام للأرض.[24] وهذا التغير يترتب عليه تغير البنية والتركيب المعدني للتربة والصخور والتي تنعكس أثارها على الخصائص العامة لتلك التكوينات فتزيد من صلابتها او تضعفها والتي تنعكس أثارها على النشاط البشري.

4-اثر البيئة:

تتأثر المعادن بالبيئة التي توجد فيها الصخور سواء كانت رطبة،جافة،حارة،باردة،أي لكل بيئة تأثير متميز عن غيرها وبدرجات متفاوتة.

5-تأثير درجات الحرارة

يعد العامل المناخي من اكثر العوامل الخارجية وضوحا في التأثير،اذ تعد الصخور بصورة عامة مواد رديئة التوصيل للحرارة لذا ترتفع درجة حرارة سطحها الخارجي عند ارتفاع درجة حرارة الجو، في حين تبقى حرارة الأجزاء الداخلية منخفضة, فيترتب على ذلك تمدد وانكماش متبادل ضمن الأسطح الخارجية للصخور اكثر مما في الداخل,وينتج عن ذلك ضغط داخل الصخور مسببا تشقق أسطحها وتكسرها,ويسمى هذا النوع من التجوية بالعزل,وتحدث هذه الظاهرة في المناطق الصحراوية على نطاق واسع بسبب التغير الكبير في درجات الحرارة اليومية والفصلية,ويظهر التأثير واضحا في الصخور الداكنة مثل الصخور الرسوبية المائلة الى اللون الأسود او الأحمر لاحتوائها على اكاسيد الحديد او مواد عضوية والتي تسهم في امتصاص كمية كبيرة من الإشعاع الشمسي والتي تؤدي الى رفع حرارة الأجزاء الخارجية من تلك الصخور فتزيد من سرعة تكسرها اكثر من الصخور الخالية من تلك المواد.

وتتصف الصخور بتنوع التركيب الكيميائي،أي تتكون من معادن مختلفة،والتي تتباين في معامل تمددها الحراري،لذا يصاحب التغير في درجات الحرارة تمدد وتقلص تلك المعادن بصورة غير متماثلة فينتج عن ذلك تشقق وتفتت الطبقات السطحية من تلك الصخور,على سبيل المثال معامل التمدد الحراري الحجمي للكوارتز 0,00031والهورنبلند 0,00028والارثوكليز 0,00017,أي يكون التمدد في الكوارتز ضعف الارثوكليز,كما ان معامل التمدد الطولي للكوارتز 75×10^{-7} ويكون في اتجاه واحد,في حين يتمدد الارثوكليز في اتجاهين أحدهما 2×10^{-5} والثاني2×10^{-10}.

كما تتعرض الأملاح الى التمدد الحراري وهي ذات معاملات تمدد عالية تفوق المعادن لذا تسبب الأملاح التي تحتويها الصخور في تكسرها وتشققها,ويزداد تأثيرها بازدياد نسبتها في الصخور.

6- التأدرن او الهدرجة

يترتب على تحول بعض المعادن من نوع لاخر ازدياد حجمها فيؤدي ذلك الى تفتت وتكسر وتشقق الصخور التي تحدث فيها هذه الظاهـرة, مثل تحول الانهيدرايت الى جبس والذي يزداد حجمه 33%, وكذلك الحال بالنسبة الى بعض المعادن الطينية مثل المنتمورولنايت الذي يمتص الماء فيزداد حجمه من 14 الى 17 أنجستروم مسببا ضغطا كبيرا على ما يوجد فوقه من منشآت فيعمل على تدمير الأبنية التي تقام فوقه اذا كان بكميات كبيرة.

7-عمليات التمدد والانكماش

تحدث عمليات التمدد والانكماش في بعض التكوينات الطينية والناتجة عن ظاهرتي الرطوبة والجفاف.

8-عمليات الإذابة

تتباين المعادن والأملاح في قابليتها على الذوبان بالماء وتعد معادن الفلسبار والسليكات من المعادن التي لها قابلية كبيرة على الذوبان،لذا تكون الصخور التي تتضمنها ضعيفة في المناطق الرطبة.

وكذلك الحال بالنسبة للأملاح فهي الأخرى تتباين في قابليتها على الإذابة فبعضها سريعة الذوبان بالماء مثل كلوريد الصوديوم والمغنيسيوم,في حين يكون الجبس اقل قابلية ،اما كاربونات الكالسيوم بطيئة الإذابة,وتظهر اثار ذلك واضحة في المناطق الرطبة،اذ تتعرض الصخور المحتوية على تلك المعادن والأملاح بنسب عالية الى التآكل والتجوية وتكون على شكل حفر واضحة,اما في المناطق الجافة وشبه الجافة فيكون الأثر محدودا لقلة الرطوبة.[25]

ويساعد وجود ثاني أو كسيد الكار بون الذائب في الماء على زيادة نسبة إذابة المعادن والأملاح, ويسبب في رفع حامضية التربة والصخور(PH) نتيجة لتركز أيون الهيدروجين.

9-عمليات التفاعل:

تتفاوت المعادن في قابليتها على التفاعل مع الحوامض،حيث تتفاعل بعض تلك المعادن مع حامض الكاربونيك الناتج عن ذوبان ثاني اوكسيد الكاربون في الماء،فيؤدي الى تأكل تلك الصخور بمرور الزمن،فيؤثر ذلك على المنشأت المقامة في تلك الاماكن.

10-تباين صلابة المعادن:

تتباين المعادن في صلابتها،وقد تم تقسيمها الى عشرة انواع حسب درجة الصلابة،ويحتل معدن التلك مرتبة رقم واحد لكونه اقل المعادن صلابة،في حين يحتل الماس المرتبة العاشرة على اعتباره اشد المعادن صلابة،وتقع بقية المعادن ما بين المرتبتين بعضها يميل الى الضعف واخرى تميل الى الصلابة،ففي الصخور التي تضم معادن ضعيفة تتعرض الى التعرية والتجوية بشكل واضح،اما الصلبة فيكون التأثير فيها محدودا.

11- طبيعة وجود الصخور في القشرة الارضية

تتخذ الصخور اوضاعا متنوعة في القشرة الارضية،فقد تكون طبقية او كتلية،وقد تكون متوافقة او غير متوافقة في الامتداد والتركيب المعدني والسمك وحجم الحبيبات،كل ذلك تكون له اثار كبيرة على طبيعة صلابة الصخور ومدى تجانسها مع ما يحيط بها من كتل وطبقات،ففي الغالب توجد انواع من الصخور في نفس المكان فتكون غير متجانسة مع بعضها، لذا تمثل نقاط ضعف في تلك التكوينات.

12- بنية الصخور والتعاقب الطبقي

تختلف الصخور في بنائها الطبقي من حيث سمك الطبقات ونوعها وصلابتها،فقد توجد طبقة صلبة تليها ضعيفة،اوطبقة سميكة يليها طبقة رقيقة،وقد تتعرض الطبقات الضعيفة والرقيقة الى التأكل والتراجع،وتبقى الطلبقات الصلبة والسميكة بارزة،شكل(58-3)تباين طبقات الصخور.





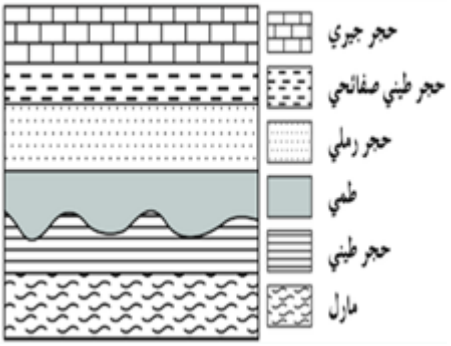
المبحث التاسع-التمثيل الكارتوغرافي للطبقات الصخرية

يعد التمثيل الكارتوغرافي للطبقات الصخرية ذا أهمية كبيرة في دراسة الصخور ومعرفة طبيعة وجودها في سطح القشرة الارضية رأسيا وأفقيا وكما يأتي:

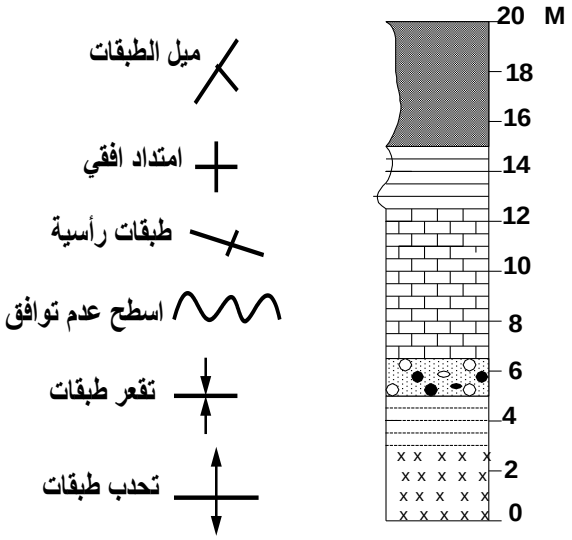
اولا- مقاطع رأسية للطبقات الصخرية :

توضح المقاطع الرأسية بنية الطبقات وترتيبها وسمكها ومن خلال الدراسة الميدانية،ووفق مقياس رسم معين يتم اختياره بما يتناسب وسمك الطبقات،كما يتم تمثيل كل طبقة برمز أولون معين،اذ توجد رموز متفق عليها عالميا,شكل (3- 59أ)،ويمكن ان يختار الباحث رموز تعبر عن نوع الطبقات وسمكها ويوضح ذلك في دليل الخريطة،وتتضمن تلك المقاطع بعض الرموز التي توضح

بعض المظاهر التي تتضمنها تلك الطبقات الصخرية مثل ميل الطبقات والطيات والانكسارات كما في الشكل (3- 59ب).



شكل (59-3 ب)



ويتطلب رسم المقطع الخطوات الآتية:

أ-قياس ارتفاع المقطع عموما من الاعلى الى الاسفل.

ب- قياس سمك كل طبقة على حده مع تحديد نوع الصخر الذي تتكون منه .

ت- تحديد الرمز المناسب لكل نوع من تلك الصخور سواء من الرموز العامة او يقوم الباحث باختيارها.

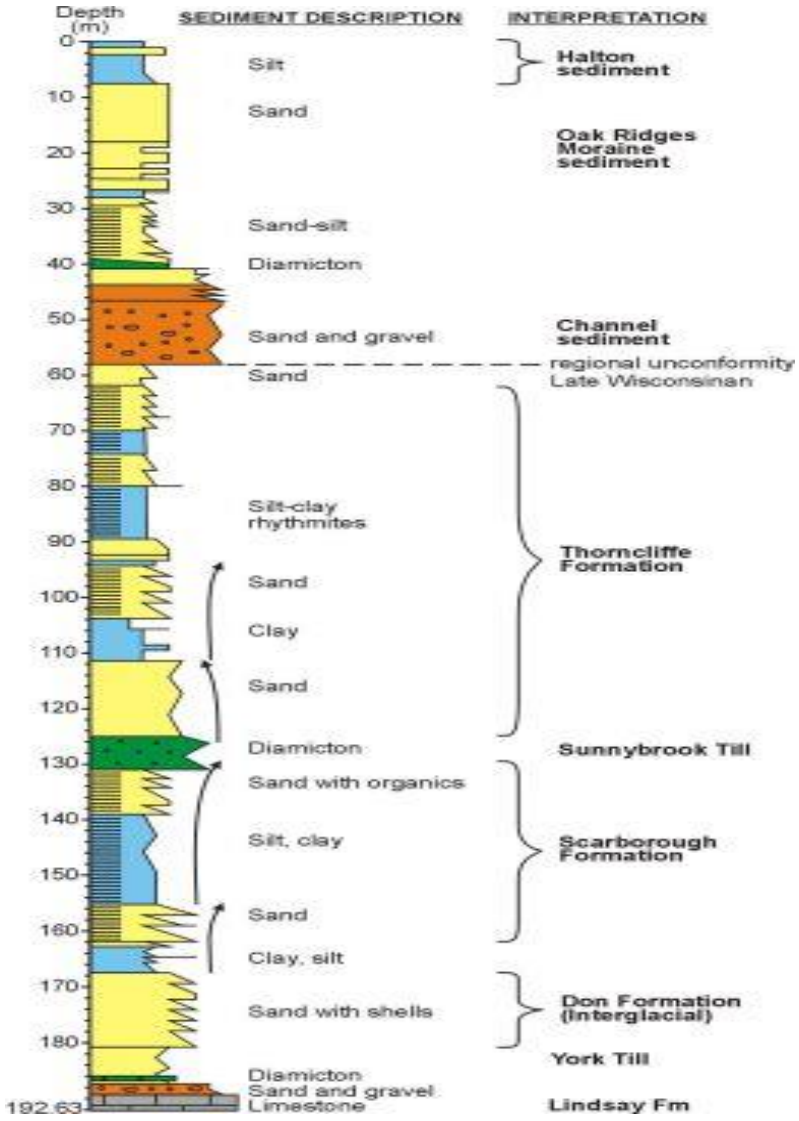
ث-اختيار مقياس رسم ملائم للارتفاع العام للمقطع وارتفاع كل طبقة .

ج- رسم المقطع بعد توفير المعلومات المذكورة أعلاه ويمكن ان يكون بشكل يتضمن التغيرات التي أحد ثتها عمليات التعرية والتجوية في الطبقات الصخرية والتي تعبر عن مكامن الضعف والقوة فيها من خلال تقدم وتراجع الطبقات.

مثال: ارسم مقطعا رأسيا او طوليا لعدد من الطبقات الصخرية في مكشف صخري يتكون من عدة الطبقات متباينة السمك وهي من الأعلى الى الاسفل كما يأتي:

حجر رملي 5م، طفل 2,5م، حجر جيري6م، متكتلات 1,5م ،دولومايت 2م،جرانيت 3م، مجموع ارتفاع الطبقات الصخرية 20م يمكن ان يكون مقياس الرسم 1/ 200 أي كل 1سم = 2م حسب اختيار الباحث،ومن المثال السابق يكون المقطع كما في الشكل السابق (3- 59ب) .

ومن الاساليب الاخرى المتبعة في رسم المقاطع الجيولوجية استخدام الالوان في تمثيل انواع الصخور،شكل(60-3)مقطع جيولوجي بالالوان.



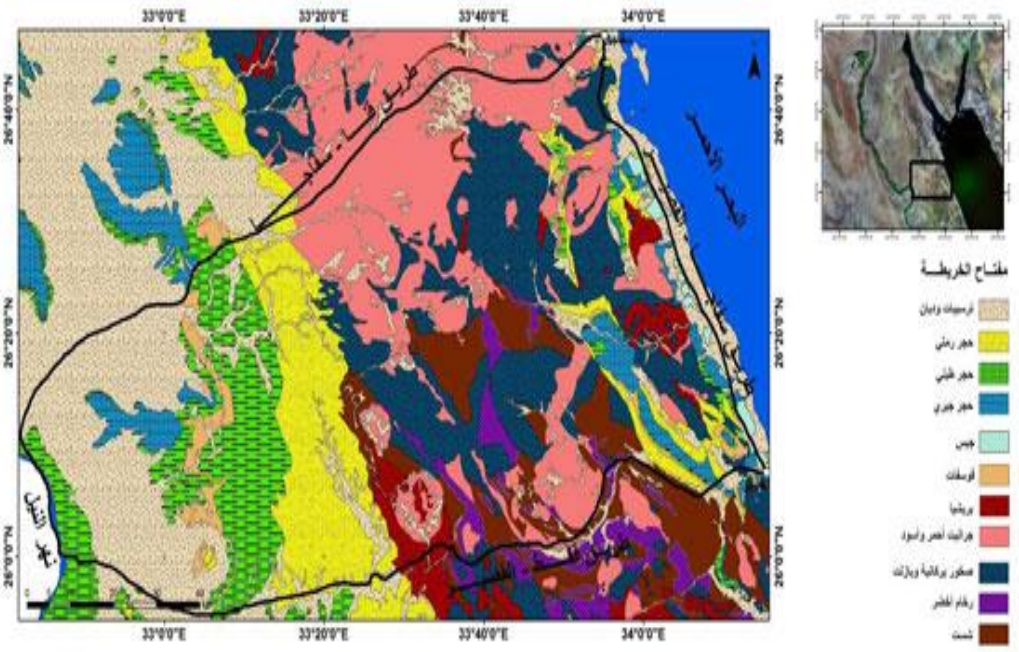
ثانيا- خرائط ومقاطع للامتداد الأفقي للطبقات الصخرية:

توجد الصخور على شكل طبقات وخاصة الرسوبية التي تعد من اكثر الصخور انتشارا،اما الصخور النارية فتكون على شكل كتل بصورة عامة،على أية حال يمكن تمثيل امتدادها على شكل خرائط ومقاطع تعبر عن الوضع الطبيعي الذي توجد فيه تلك الصخور وكما يأتي:

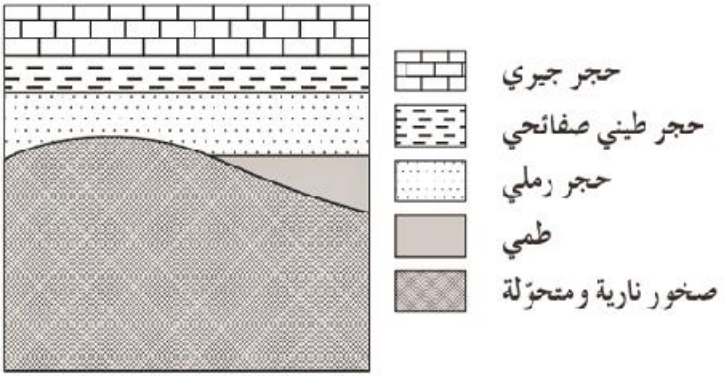
أ- خريطة جيولوجية للطبقة العليا أو السطحية:

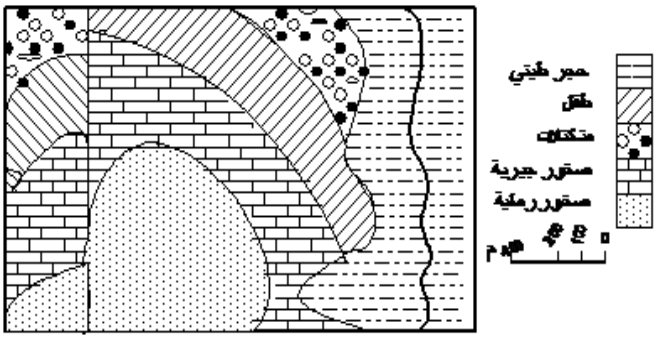
تستخدم الخرائط الجيولوجية في توضيح نوع الصخور التي تغطي منطقة معينة وتقتصر على الطبقة السطحية فقط ،اذ تحدد انواع الصخور المنتشرة في تلك المنطقة وسمكها،وتثبت على

خريطة منطقة الدراسة ومن ثم تستخدم الرموز الخاصة بكل نوع من تلك الصخور والتي يتم توضيحها في مفتاح الخريطة،شكل (61-3)خريطة جيولوجية تبين توزيع انواع الصخور.



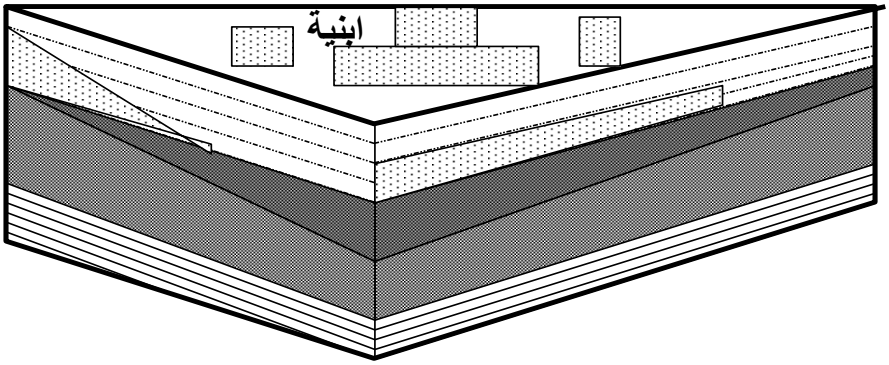
كما يتضح من الشكلان(62-3 أ-ب)مخططان لتوزيع التكوينات الصخرية السطحية.





ب- مقطع عرضي للامتداد الأفقي والرأسي للتكوينات السطحية وتحت السطحية :

توضح المقاطع العرضية طبيعة امتداد الطبقات الصخرية في مواضع المشاريع أفقيا ورأسيا ولا يكون على نطاق واسع بل على نطاق محدود يعبر عن نوع التكوينات التي يقع فوقها المشروع ,اذ يظهر نوع الصخور وسمكها وامتدادها،أي يوضح أبعاد تلك الطبقات في الجهات التي يمثلها المقطع،كأن تكون من الشمال والشرق او من الجنوب والغرب،شكل (3- 63)الامتداد الافقي للتكوينات السطحية وتحت السطحية.



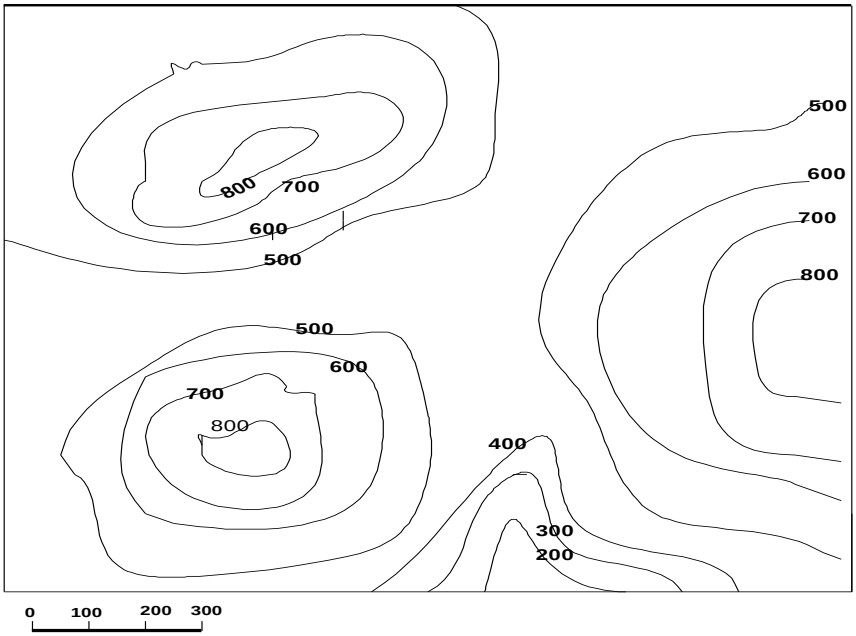
-

ثالثا- تمثيل الامتداد الأفقي للطبقات الصخرية على الخرائط الكنتورية:

تستخدم الخرائط الكنتورية في تمثيل الامتداد الأفقي للطبقات الصخرية في حالة توافق امتدادها بشكل منتظم وموازي للخطوط الكنتورية التي تقع عند مستواها حدود الطبقات،وعليه يجب توفير خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة لتعيين حدود كل طبقة بالنسبة للخطوط الكنتورية،وتستخدم لتوضيح طبيعة امتداد الطبقات الصخرية ضمن منطقة محددة جبلية أوهضبية اوأودية اوتشمل

جميع تلك المظاهر،اذ تعبر تلك الخرائط عن التباين في سمك الطبقات أفقيا ورأسيا في منطقة الدراسة.

مثال:مثل الطبقات الصخرية على الخريطة الكنتورية في الشكل (64-3أ)اذ تقع النقطة أ على ارتفاع 500م والتي تمثل الحدود السفلى لطبقة من الحجر الجيري سمكها 150م وتعلوها طبقة من الصخور الرملية غير معلومة السمك،في حين تقع الى الاسفل من طبقة الحجر الجيري طبقة من الحجر الطيني سمكها200م والى الاسفل منها طبقة من المتكتلات غير معلومة السمك.

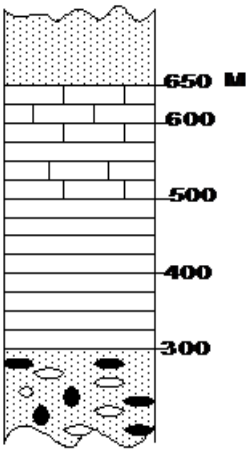


الحل:

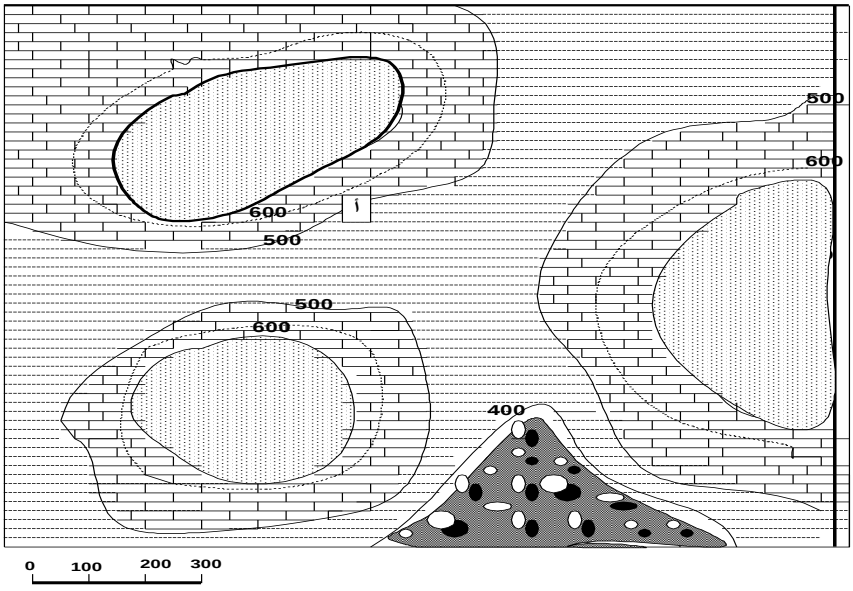
1- رسم دليل جيولوجي للمنطقة(عمود) شكل(64-3ب).

2- تحديد مكاشف الطبقات وكما يأتي:

أ- يمثل خط كنتور500 السطح السفلي لطبقة الحجر الجيري الى ارتفاع 650 م ويقع فوقها طبقة رملية غير معلومة الارتفاع,ويمثل خط كنتور500 سطح علوي لطبقة الحجر الطيني الى خط 300.



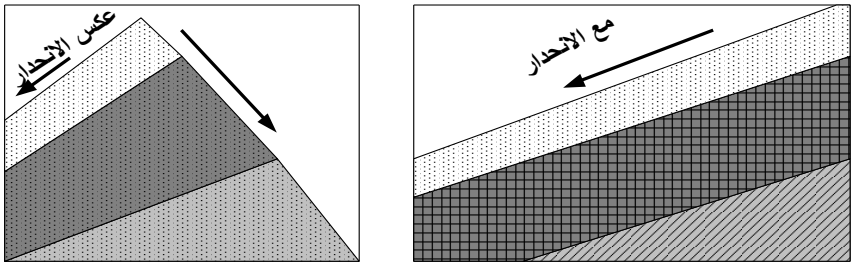
ب- يمثل الخط 300 سطح اسفل لطبقة الحجر الطيني التي تبدأ من500,وسطح أعلى لطبقة المتكتلات التي تمتد نحو الأسفل الى نهاية الخريطة,أي غير معلومة السمك،شكل (3- 64ت)



رابعا- مقاطع وخرائط للامتداد المائل للطبقات الصخرية:

1- مقطع عرضي للامتداد المائل للطبقات :

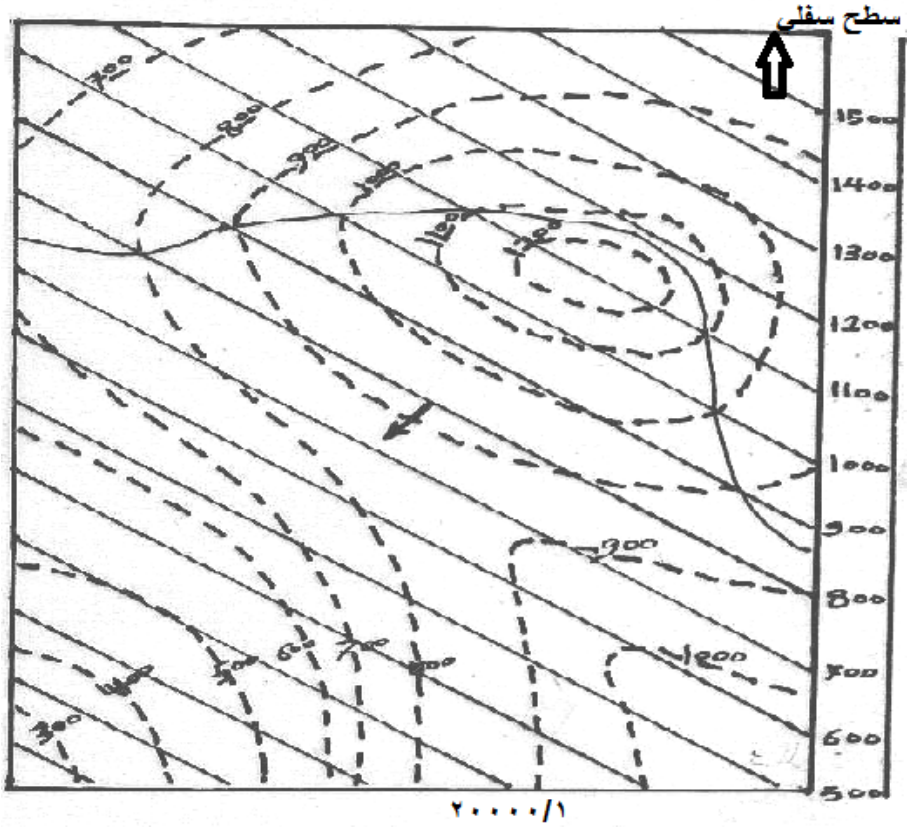
تتخذ بعض الطبقات وضع مائل ويكون الميل باتجاه معين قد يتوافق مع الانحدار العام اولا يتوافق معه ويكون باتجاه معاكس،ولهذه الظاهرة أهمية كبيرة عند تخطيط أي مشروع او ممارسة أي نشاط في مثل تلك الأماكن،لذا يتم تمثيل امتداد تلك الطبقات بمقاطع عرضية توضح اتجاه الميل ومقداره، شكل (65-3).



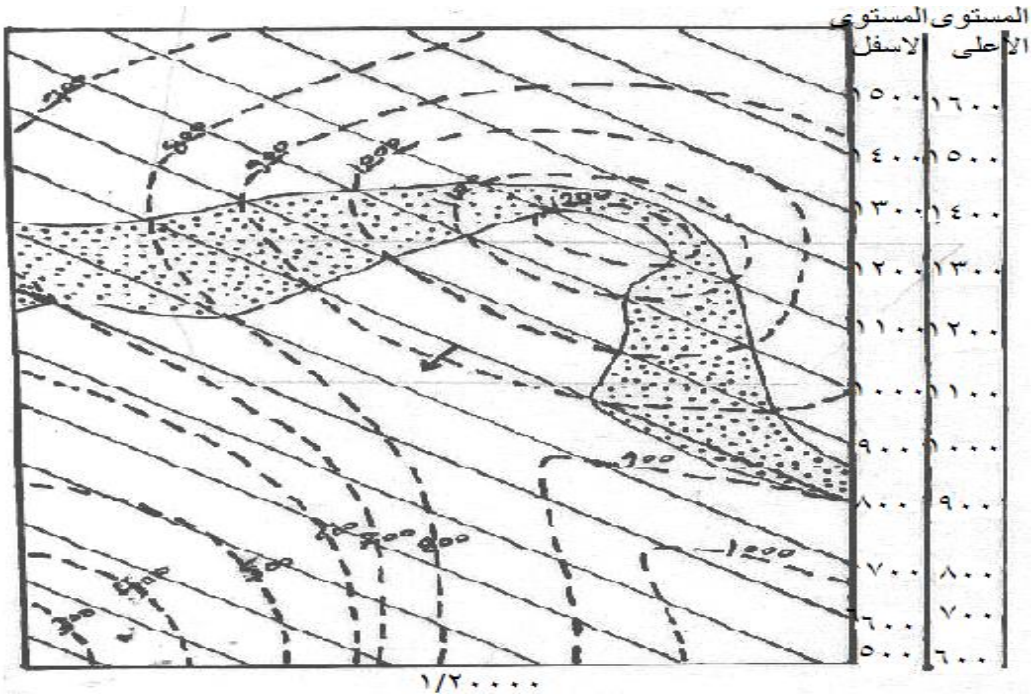
2- تمثيل الامتداد المائل للطبقات على الخرائط الكنتورية:

تستخدم الخرائط الكنتورية في توضيح ميل الطبقات الصخرية على ان يؤخذ بالاعتبار ميل الطبقات وطبيعة الانحدار،لذا يستعان بما يعرف بخط المضرب وهو خط وهمي افقي يتقاطع مع سطح الطبقة الأصلي،ويشكل خطآ مستقيما وعلى مستويات عده،والتي ستمثل المستويين العلوي والسفلي للطبقات،وتظهر تلك الخطوط بشكل مستقيم ومتوازي،ويتم قياس خط المضرب واتجاه الميل من الشمال المغناطيسي ببوصلة خاصة بذلك،تقيس الاتجاه ودرجة الميل التي تثبت على الخريطة التي يتم رسم الطبقات عليها،وتحتاج تلك العملية الى ما يأتي:

أ- تكون خطوط المضرب عمودية على اتجاه الميل الحقيقي وتشكل منسوبا لأسطح ألطبقات ومناسيب تلك الخطوط تتناقص باتجاه الميل وتزداد عكس اتجاه الميل، شكل (66-3أ).



ب- يحدد أسطح الطبقات من تقاطع خطوط المضرب مع الخطوط الكنتورية المساوية لها بالقيمة او المنسوب،ومن خلال توصيل نقاط التقاطع يظهر سطح الطبقة وطبيعة امتدادها المائل،شكل (3-66 ب).

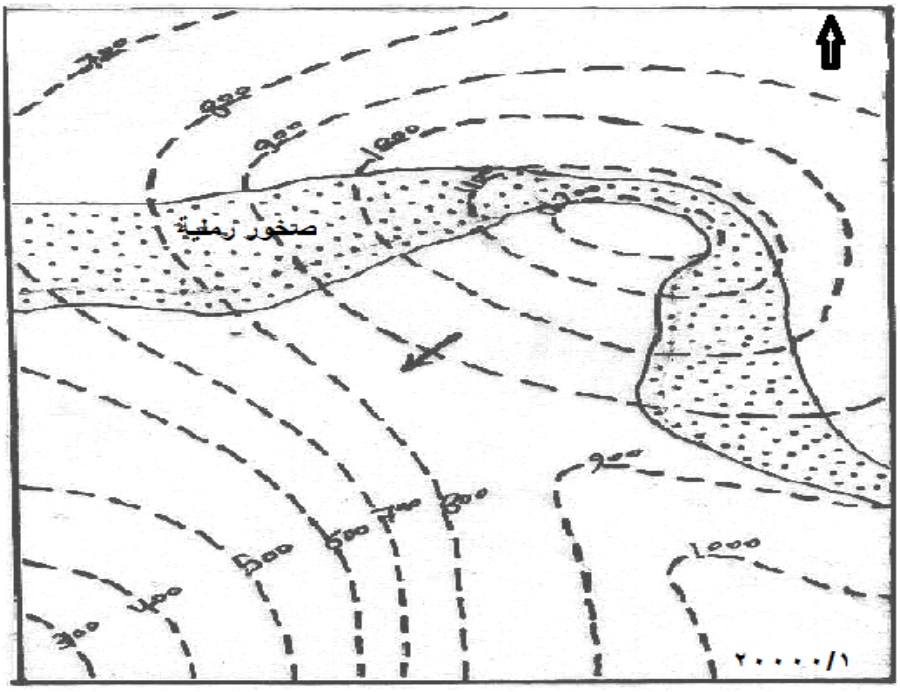


ت- تتغير مناسيب خط المضرب الواحد ويستخدم في رسم جميع أسطح التتابع الطبقي للطبقات التي تميل باتجاه واحد ميلا منتظما، ويكون الفرق بين منسوب واخر مساويا لسمك الطبقة .[26] وبعد ذلك تزال الخطوط من الخريطة فتظهر الطبقات بشكل واضح، شكل (65-3ت).

مثال: وضح امتداد طبقة صخرية من الحجر الرملي كما في الشكل (66-3أ) والتي سمكها 100م وتقع حدودها السفلى على ارتفاع 1000م.

الحل:

يتم توقيع الحدود السفلى عند ارتفاع 1000م وامتدادها عند تقاطع خطوط المضرب مع الخطوط الكنتورية المساوية لها في القيم،اما الحدود العليا فتكون عند تقاطع خط المضرب بعد تغيير القيم بإضافة 100 الى كل قيمة،ومن ثم التوصيل بينها فتظهر الطبقة كما في الشكل (66-3ت).



المبحث العاشر- حماية الصخور من التعرية والتجوية

تتعرض الصخور الى عوامل التعرية والتجوية التي تعمل على تشويه شكلها وتقلل من صلابتها ،وخاصة التي تستخدم في واجهات الأبنية ،ويكون اكثر وضوحا في المناطق الرطبة التي تتعرض للأمطار الحامضية،وتؤثر عناصر المناخ المختلفة من حرارة ورطوبة ورياح على الصخور وبدرجات متباينة حسب طبيعة الصخور ودرجة مقاومتها والمناخ السائد، لذا يجب حمايتها لكي تحافظ على وضعها الطبيعي فترة زمنية اطول من خلال تجفيفها وتنعيم سطحها حتى لا تتجمع مياه الامطار فوقها وعدم السماح لها بالتسرب الى داخلها عبر المسامات والفواصل التي تتضمنها تلك الصخور، ويقل تأثير الحرارة والرياح والرطوبة فيها،كما يستخدم زيت بذر الكتان المغلي في طليها مرتين او ثلاث، ومن ثم طليها بزيت النشادر المخفف لمنع التبقع من اثر الزيت،ويستخدم في بعض الأحيان شمع البرافين في محلول متطاير لتغطية سطح الصخور التي تستخدم في واجهات الأبنية والنصب التذكارية المعرضة للظروف المناخية، وفي الظروف المناخية القاسية يمكن إعادة طليها بشكل مستمر للمحافظة عليها.[27]

مصادر الفصل الثالث

1-عبدالدائم الكحيل،طبقات الارض،تقرير منشور على الموقع الالكتروني www.kaheel7.com

2- د.سهل السنوي ود. يحيى الراوي ود. احمد النجدي ود. محمد سوادي ود. نصير الأنصاري؛ الجيولوجيا العامة, جامعة بغداد, العراق ص 87**.**

3- د.إبراهيم عبيدو؛الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية، منشأة المعارف ألا سكندرية،1969 ،ص57.

4- د.جودة حسنين جودة؛ معالم سطح الارض، دار المعرفة الجامعية ألا سكندرية بدون تاريخ نشر، ص 111 .

5-د. حسن حميدة؛الجيولوجيا التطبيقية للهندسة المدنية، دار الراتب الجامعية، بيروت 1989 ص 98.

6-عبدالاله رزوقي كربل؛ علم الاشكال الارضية، مطبعة جامعة البصرة العراق1986، ص 68.

7-د. حسن حميدة؛ الجيولوجيا التطبيقية للهندسة المدنية، مصدر سابق، ص 106—108.

8-د.جودة حسنين جودة؛ معالم سطح الارض، مصدر سابق، ص147.

9-د. احمد فوزي يوسف؛ البيدلوجي نشأة ومورفولوجية وتقسيم الاراضي, مطابع جامعة الملك سعود,الرياض 1987 ص 55.

10-عبدالاله رزوقي كربل؛ علم الاشكال الارضية، مصدر سابق ص 308.

11-د.زهير رمو فتوحي؛ الجيولوجيا الهندسية والتحري الموقعي، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، العراق، 1990ص35.

12-د. محمود توفيق سالم؛ أساسيات الجيولوجيا الهندسية، دار الراتب الجامعية، بيروت، 1989ص53.

13- المصدر السابق؛ ص 55-56.

14-المصدر السابق؛ ص 38.

15- د.محمد يوسف ود.عمر حسن ود.عدنان النقاش؛ أساسيات علم الجيولوجيا، مركز الكتب الأردني ، عمان، 1990ص 137.

16-د.حسن سيد احمد أبو العينين؛ كوكب الارض، مظاهره التضاريسية الكبرى، مؤسسة الثقافة الجامعية ألا سكندرية، 1996ص237.

17- د. محمد يوسف واخرون؛ أساسيات علم الجيولوجيا، مصدر سابق ص130.

18- د. حسن سيد احمد أبو العينين؛ كوكب الأرض، مصدر سابق، ص 240.

19- د.إبراهيم عبيدو؛ الجيولوجيا الهندسية ، مصدر سابق ص57.

20-د.اسباهيه يونس المحسن،الجيومورفولوجيا-اشكال سطح الارض،ط1،مطبعة جامعة الموصل،2010 ، ص57-60.

21- مي السيد،اكبر الصدوع في القشرة الارضية واكثرها خطورة،بحث منشور على موقع مجلة اراجيك الاليكتروني، http/www.arageek.com.

22-د. حسن رمضان سلامة؛ مظاهر الضعف الصخري واثارها الجيومورفولوجية, مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية, جامعة الكويت عدد 35 سنة 1983, ص30.

23- F .G. Bell;Engineering Properties of soil and Rocks, third Edition,Genesis typer setting, great Britation,1992,P.162

24-د.احمد فوزي يوسف؛ البيد لوجي نشأة ومورفولوجية وتقسيم الاراضي, مصدر سابق ص76- 79.

25- د.محمد علي بركات؛ مواد البناء واختباراتها القياسية, دار الراتب الجامعية, ألا سكندرية 1990ص 75.

26- د.إبراهيم زيادي؛ مبادئ الخرائط والمساحة , دار المعرفة الجامعية ألا سكندرية, 1997, ص103.



الفصل الرابـــــع

الـدراســة الحـقـلـية لـلـتربـــــة

المبحث الاول-انواع الترب والعوامل التي اسهمت في تكوينها

المبحث الثاني-التحري الموقعي عن التربة

المبحث الثالث- الخصائص الفيزيائية للتربة

المبحث الرابع-الخصائص الكيميائية للتربة

المبحث الخامس-علاقة خصائص التربة بالنشاط البشري

المبحث الاول- انواع الترب والعوامل التي اسهمت في تكوينها

اولا-انواع التربة:

تعني التربة الطبقة الهشة التي تغطي معظم سطح اليابس وبسمك متباين من مكان لاخر يتراوح مابين بضع سنتمترات وعدة أمتار،وتتكون من عناصر معدنية مختلفة ناتجة عن تفتت الصخور وعناصر عضوية ناتجة عن تحلل البقايا النباتية والحيوانية،وتعود التربة في تكوينها الى مصدرين رئيسيين وهي اما تربة منقولة ناتجة عن عمليات التعرية والتجوية ونقلتها المياه والرياح والثلوج ورسبتها في مكان آخر،لذا لاتشبه مثل تلك التربة في تركيبها المعدني التكوينات التي ترسبت فوقها لهذا السبب تسمى في بعض الأحيان بالتربة الغريبة.

اما النوع الأخر فهو ناتج عن تجوية وتفتت الصخور وبقاء تلك المفتتات في مكانها لذلك تشبه في تركيبها المعدني الصخور التي ترتكز عليها وتسمى بالتربة المتبقية.

ثانيا-العوامل التي اسهمت في تكون الترب:

ومن الجدير بالذكر ان خصائص التربة غير ثابتة بل تتغير من زمن لاخر متأثرة بعدة عوامل منها ما يأتي:

1-التركيب المعدني للصخور.

2-عناصر المناخ.

3-الغلاف الحيوي.

4-طبيعة السطح الذي تقع فوقه التربة.

5-سمك التربة.

6-كمية الماء في التربة.

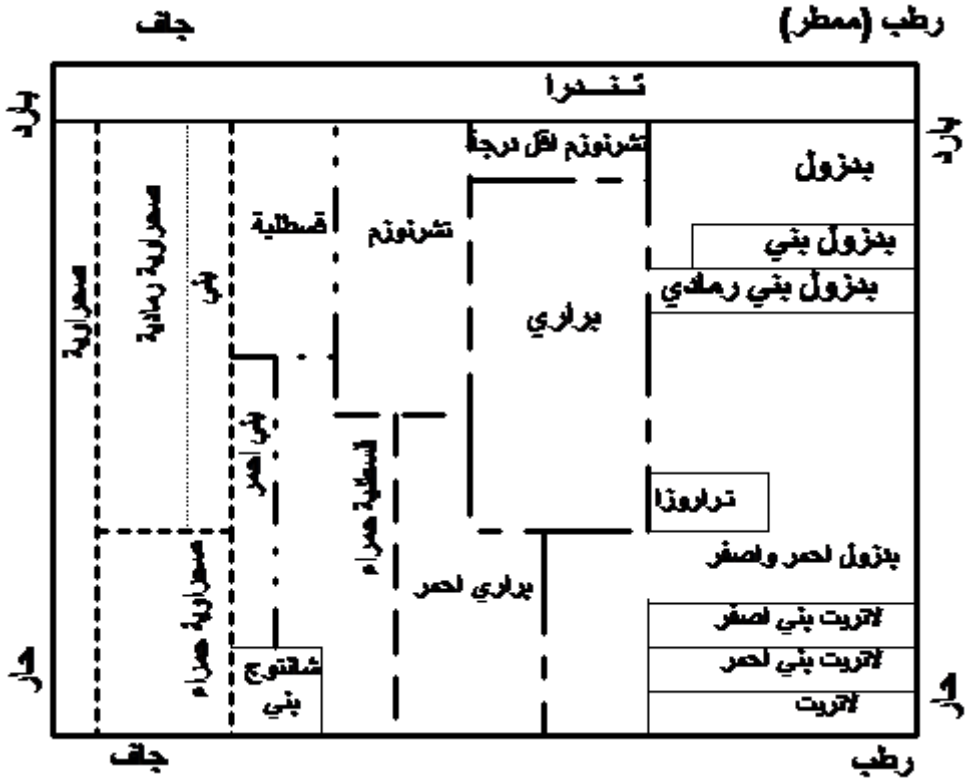
7-الزمن الذي تمر فيه التربة منذ تكوينها.

8-عمليات التعرية والارساب وما يترتب عليها من إضافة او نقص في سمك التربة.

9- النشاط البشري من حراثة وزراعة وإزالة وتسميد.[1]

ويعد المناخ من اكثر العوامل تأثيرا على التربة بعناصره المختلفة من حرارة وتساقط ورطوبة وما ينتج عنها من تعرية وتجوية ونمو النباتات والتي تمثل جوانب أساسية في تكوين التربة،لذا

تختلف أنواعها من مكان لاخر حسب طبيعة المناخ السائد، شكل (1-4)مخطط يبين توزيع التربة حسب الظروف المناخية.



ويظهر تطور التربة واضحا في المناطق الرطبة والمرتفعة الحرارة،أي الأكثر مطرا او مناطق السهول الفيضية،اذ تكون التربة على شكل آفاق متميزة لذا تسمى ناضجة، في حين لا تظهر أفاق التربة في المناطق الصحراوية والباردة بشكل واضح فتسمى تربة غير ناضجة.

المبحث الثاني- التحري الموقعي عن التربة

ان التعرف على خواص التربة من الجوانب المهمة في علم الجغرافية عامة والجيومورفولوجيا التطبيقية خاصة،وذلك لارتباط النشاط البشري بأنواعه المختلفة بالتربة،وعليه لابد من معرفة الصفات والخصائص الفيزيائية والكيميائية لها ومن خلال الدراسة الميدانية،والتي تكون وفق الخطوات الاتية:

اولا-توفير مستلزمات عينات التربة :

1-تحديد المساحة التي يراد دراستها:

ان التحري عن نوع التربة وطبيعة انتشارها في أي مكان،يتطلب تحديد مساحة الارض التي سيقوم الباحث باجراء عمليات التحري فيها،شكل(2-4)مساحة الارض لغرض الدراسة.

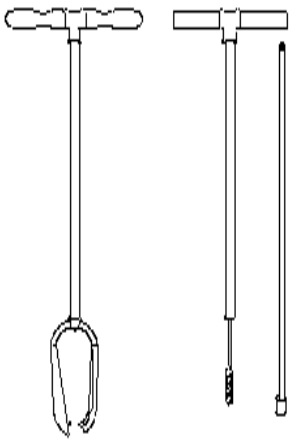


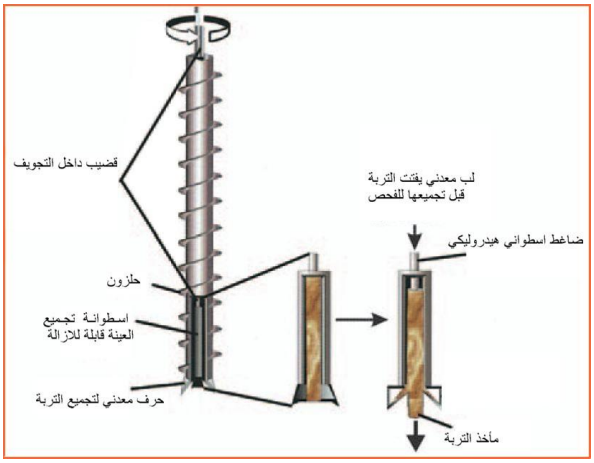
2-توفير معدات الحفر،ومنها ما يلي:

أ-المجرفة،تستخدم المجرفة في حفر الارض حسب الاعماق المطلوبة،وتكون بشكل مدرج تظهر فيه افاق التربة واضحة،ويسهل اخذ عينات منها،شكل(3-4).



ب-استخدام اللولب المعدني،يستخدم هذا النوع في اخذ عينات من التربة على اعماق لاتزيد عن 1متر،ويستخدم يديويا،وقد يصعب استخدامه في الترب الصماء قليلة المسامية،شكل(4-4)صور للاجهزة اللولبية،ويوجد على انواع مختلفة.





ت-استخدام مكائن الحفر الالية،يستخدم هذا النوع في الحصول على عينات من اعماق تصل الى عدة امتار،يصعب الحصول عليها بالوسائل التقليدية او اليدوية،شكل(5-4)جهاز الحفر الالي.

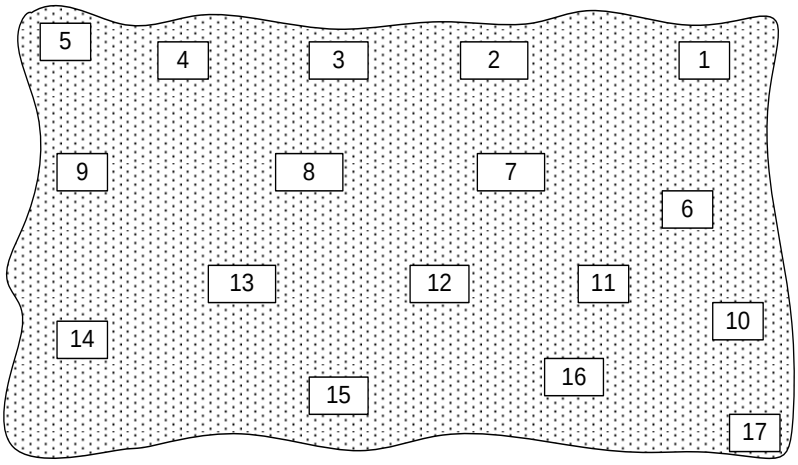


3-توفير اكياس او اواني لحفظ عينات التربة حسب افاقها،ويكتب عليها رقم موضع العينة والافق الذي اخذت منه.

ثانيا-مواضع اخذ العينات

1-تحديد المواضع التي تؤخذ منها عينات وتكون موزعة بشكل يغطي كل منطقة الدراسة،وعدم الاكتفاء بنماذج محددة وعلى مسافات متباعدة وذلك لاختلاف نوعية التربة من مكان لاخر وعلى مسافات متقاربة قد لا تتجاوز بضعة أمتار.

2- ترقيم المواضع على خريطة منطقة الدراسة لمعرفة نوع التربة في كل موضع بعد تحليلها مختبريا، شكل (4- 6)ترقيم مواضع عينات التربة.



3- تعيين الأعماق التي سيتم دراسة نوع التربة عندها،اذ تكون على عمق 30سم وعمق 60سم وعمق90 سم،او اكثر من ذلك وفي هذه الحالة تعطى الأعماق رموز في كل موضع ، مثل موضع رقم واحد عمق 1Aوعمق 1Bوعمق1Cوهكذا بقية المواضع.

4-اخذ عينة من كل عمق يحتاج الى فحص التربة فيه وبكمية لاتقل عن1كغم وتوضع في كيس ويكتب عليه رقم الموضع والعمق،ولغرض الحصول على العينة بشكل صحيح وعلمي يجب إزالة الطبقة السطحية من التربة وعلى عمق 15سم مع إزالة ما يوجد من نبات فيها،وقد لاتمثل الطبقة العليا التربة الحقيقة ولا تعود في تكوينها الى المصادر التي كونت ما تحتها.

ولاخذ العينات بشكل دقيق يتم حفر حفرة بطول1م وسعة نصف متر وبشكل متدرج كل مرتبة تمثل عمق معين الاولى30سم والثانية60سم والثالثة90سم،بهذه الطريقة تؤخذ العينات بطريقة علمية وعملية دون تشويه،كما يمكن ملاحظة نوع النسجة واللون ونوع التكوينات في كل طبقة او أفق،وتمثل الحفرة قطاع للتربة يمتد من سطح الارض الى العمق المحدد والذي قد يصل الى الطبقة الصخرية التي ترتكز عليها التربة.

ثالثا- تصنف التربة حسب العمق وكما يأتي:

1-تربة ضحلة جدا عمق 30سم فاقل.

2-تربة قليلة العمق بين 30ــ 60 سم .

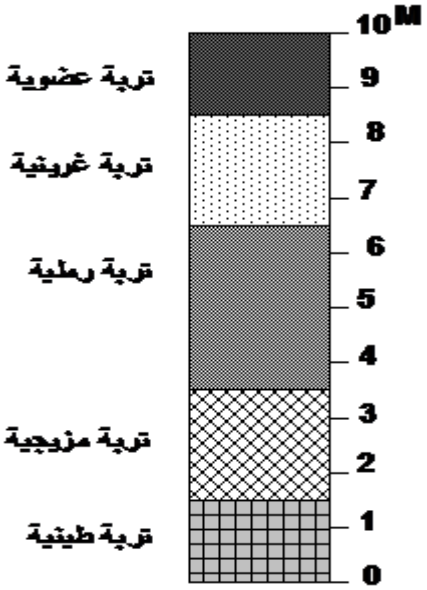
3-تربة متوسطة العمق بين 60ــ 90سم.

4-تربة عميقة بين 90ـ 150سم.

5-تربة عميقة جدا اكثر من 150سم.

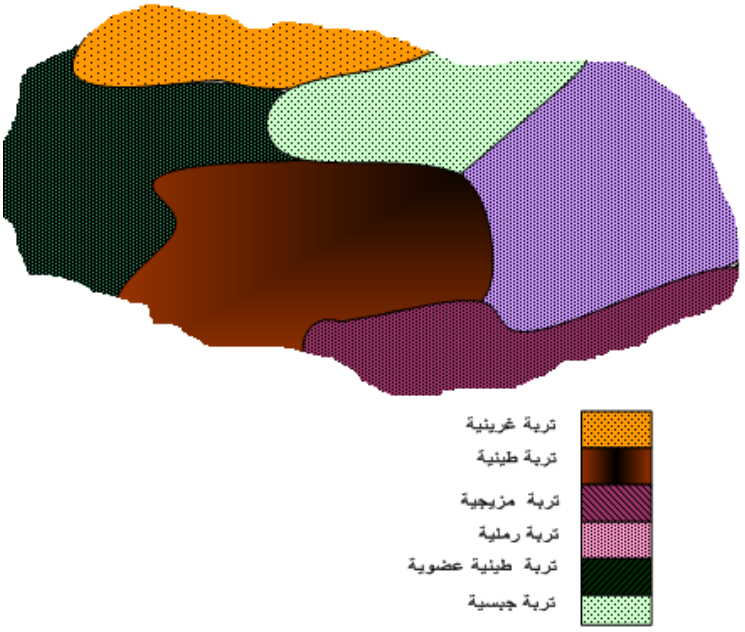
رابعا-تمثيل نوعية التربة:

1- بعد الانتهاء من عملية تحليل التربة ومعرفة نوعها حسب تركيبها الكيميائي وخصائصها الفيزيائية يمكن رسم مقطع طولي او رأسي يوضح أفاق التربة في منطقة الدراسة، ففي حالة تشابه أفاق التربة في كل المنطقة يكتفي بمقطع واحد،وان كانت مختلفة يتم رسم مقاطع على عدد مواضع الاختلاف،ويذكر في دليل كل مقطع المواضع التي يمثلها،شكل (7-4)مقطع طولي للتربة.

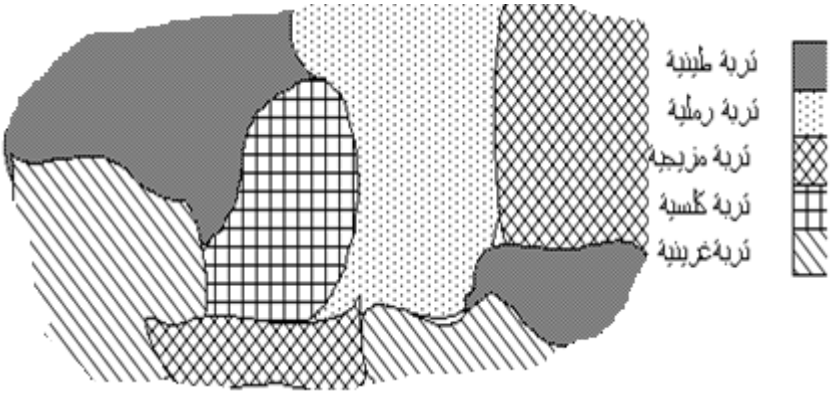


2- رسم خريطة توضح نوع التربة السطحية على عمق 30سم في منطقة الدراسة وطبيعة انتشارها حسب ما ظهر في نتائج تحليلها، شكل (4- 8).

ومعرفة طبيعة التربة يعد ذا أهمية كبيرة في تخطيط المشاريع وتنفيذها،اذ تحدد نوعية التربة كلفة تنفيذ المشروع .

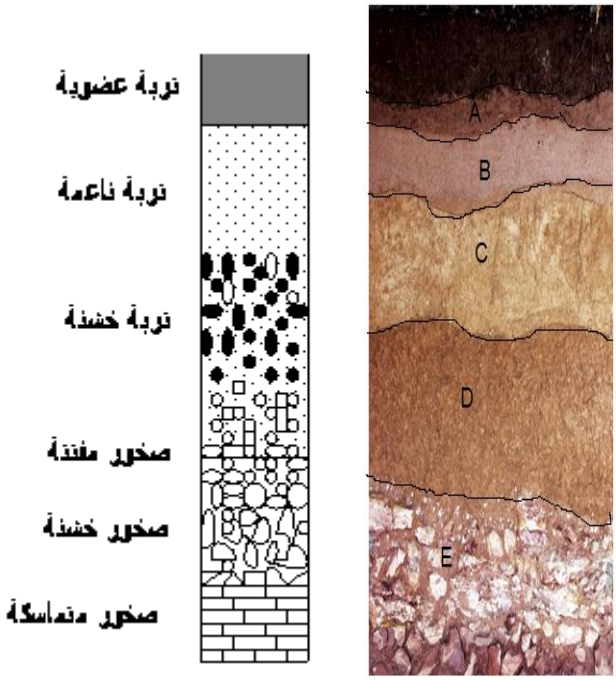


ويتضح من الشكل(9-4)توزيع التربة افقيا في منطقة الدراسة.

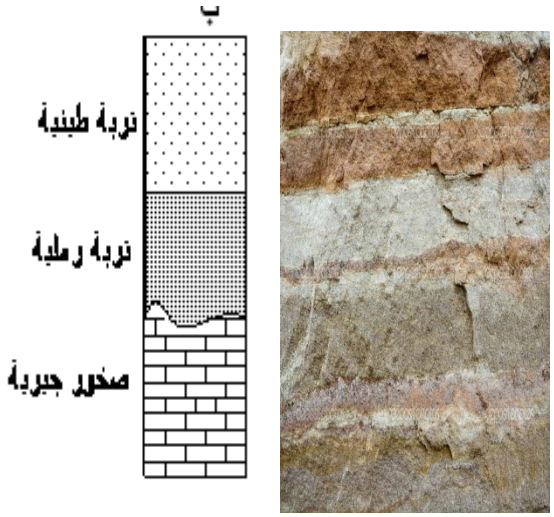


خامسا-مصادر التربة

أن انطقه التربة متباينة من مكان لاخر حسب طبيعة تكوينها، فإذا كانت مشتقة أومتبقية تتنوع الانطقة،إذ يكون القسم العلوي تربة ناعمة تليها تربة خشنة ثم صخور صغيرة وجلاميد أو مفتتات صخرية متباينة الأحجام وتليها قطع صخرية كبيرة ومتوسطة الحجم ترتكز على طبقة صخرية صلبة ومتماسكة،شكل(10-4أ) مقاطع توضح تباين افاق التربة المتبقية.



اما التربة المنقولة فقد تكون طبقتين او اكثر،مثل طبقة طينية فوق رملية او صخرية صلبة،أو تتكون من عدة طبقات حسب العامل الذي اسهم في نقلها،شكل (10-4ب)مقاطع افاق تربة منقولة.

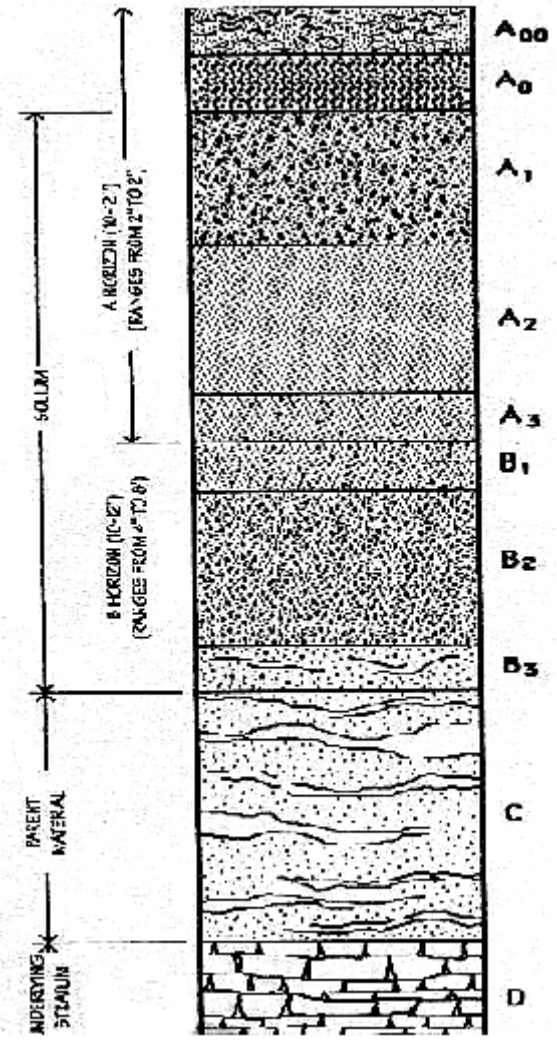


فالأنهار على سبيل المثال تحمل كميات كبيرة من الرواسب عند فيضانها وبأحجام مختلفة والتي تترسب حسب حجمها عند انخفاض سرعة الجريان،الخشنة ثم المتوسطة والناعمة فيكون ترتيبها

الحصى،الرمل،الغرين،الطين،وهذا لايعني عدم وجود خلط بين تلك الترسبات الاانها بنسب قليلة،اذ يوجد الرمل مع الحصى والغرين مع الرمل والطين مع الغرين او بالعكس.

وبالنظر لتغير مجرى النهر بين فترة واخربوخاصة في الفترة التي لم يتدخل الانسان بشؤونه وكان وادي النهر مسرح لعملياته من تعرية وار ساب لذا تظهر التربة في مناطق السهول الفيضية على شكل طبقات او أفاق متباينة وعلى عمق بضع أمتار،اذ تتميز عن بعضها في اللون والنسيج وحجم الحبيبات،كما تظهر في بعض الأحيان مناطق انتقالية بين الطبقات والتي قد تميل في تكوينها الى إحدى الطبقات المجاورة لها اكثر من الأخرى، الشكلان (4- 11أ-ب) افاق التربة,اذ يمثل الأفق A3 منطقة انتقالية بين AوB وتميل الى A اكثر منB,اما الأفق B1 فيميل في مكوناته الى B اكثر من A .[2]





وهذا لايعني ان التربة المتبقية لا تتكون من طبقات او انطقه لكونها تتشابه في تركيبها المعدني بل يوجد تباين في آفاقها في اللون وحجم المفصولات او المكونات الاساسية، ويمكن عموما تمييز ثلاث طبقات في التربة المتبقية هي:

1-الطبقة العليا:

وتتميز بوجود نسبة عالية من المكونات العضوية فيها مما جعلها ذات لون داكن (اسود أوبني او رمادي) وخاصة الجزء العلوي من تلك الطبقة،اما الجزء السفلي منها فيكون ذات لون فاتح لوجود نسبة عالية من الرواسب الغرينية وقلة المواد العضوية.

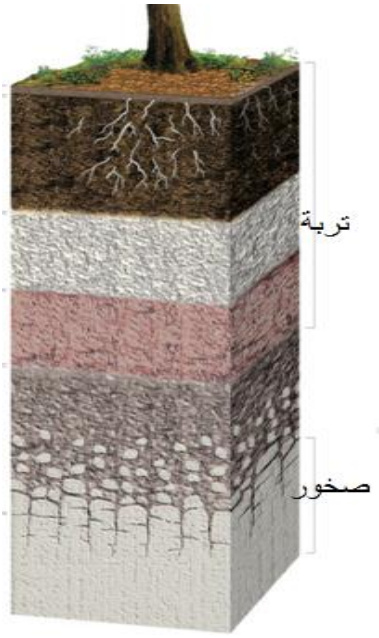
2-الطبقة الوسطى:

تتكون من تربة طينية واضحة ناتجة عن إذابة الرواسب الطينية في الطبقات العليا ونقلتها المياه الى الطبقة التي تليها أي الوسطى، فضلا عن وجود الرواسب المعد نية المختلفة خاصة التي لها قابلية الذوبان بالماء والانتقال من الأعلى الى الاسفل، لذا تكون هذه الطبقة غنية بالمعادن التي يحتاجها النبات.

3-الطبقة الصخرية التحتية او السفلى:

وتمثل الطبقة الأساس التي تكونت منها التربة المتبقية بتأثير العوامل المختلفة وخاصة التجوية، وقد تحتفظ التربة الناتجة عن تلك الصخور بالخصائص المعدنية لتلك الصخور،اما الخصائص الأخرى من نسيج ولون فتتأثر بعوامل أخرى.[3]

اذ تؤثر طوبوغرافية الارض وميل السطح على تكون التربة,اذ يتوقف عليها جريان مياه الامطارعلى سطح الارض وما يترشح منها الى باطن الارض والذي يكون له دور فاعل في عمليات التجوية التي تعمل على تفتت الصخور وتحويلها الى تربة،شكل(12-4)افاق تربة متعددة.



كما ان لانحدار السطح علاقة بقطاعات التربة المتبقية وكما يأتي:

أ- مناطق قليلة أو بطيئة الميل ما بين 0ـــ 4% ،اذ يسمح انحدارها بتسرب المياه بكميات كبيرة داخل التربة فتعمل على تغير خصائصها في الطبقة الثانية فتتحول الى تربة طينية .

ب- مناطق متوسطة الميل مابين 4ـــ16% تكون التعرية ضعيفة خاصة اذا توفر غطاء نباتي،وقد يساعد الانحدار على زيادة الجريان وقلة المياه المتسربة في حالة عدم وجود غطاء نباتي فيكون تأثيرها محدودا على الطبقات تحت السطحية.

ت- مناطق شديدة الانحدار مابين 16ـ 55% ويعد هذا أقصى ميل تتكون عنده التربة وبسمك يتراوح مابين60ـــ 120سم ،وقد تعمل المياه الجارية على تعرية الطبقات العليا من التربة،كما تتكون التربة ببطيء لقلة المياه المتسربة داخل التربة ولذلك لاتكن التربة عميقة في مثل تلك المناطق.[4]

المبحث الثالث- الخصائص الفيزيائية للتربة

اولا- نسيج التربة:

يعني نسيج التربة طبيعة ترتيب حبيبات التربة التي تختلف من مكان لاخر اعتمادا على حجم وشكل تلك الحبيبات والتي تتكون من الرمل او الغرين او الطين والحصى ومفتتات الصخور

الخشنة والناعمة،إي تكون التربة عبارة عن خليط من تلك المفصولات وبنسب متفاوتة ولهذا تتخذ التربة تسميات مختلفة حسب نسب تلك التكوينات او المفصولات والتي تتباين في أحجامها كما في الجدول رقم (1-4).[5]

جدول رقم(1-4) أحجام مواد او مفصولات التربة.

نوع المادة		حجم المادة بالملم
كتل حجرية كبيرة		اكثر من 200
جلاميد		200 –60
حصى	خشن	60 –20
	متوسط	20 –6
	ناعم	6–2
رمل	خشن	2–0,6
	متوسط	0,6 –0,2
	ناعم	0,2–0,06
غرين	خشن	0,06 –0,02
	متوسط	0,02–0,006
	ناعم	0,006–0,002
طين		اقل من 0,002

F.G. Bell, Engineering Properties of Soils and Rocks, Britain 1992 P.4

وقد تكون التربة ذات نسيج ناعم او خشن حسب حجم المفصولات،وتعد الترب الرملية والغرينية والطينية من المكونات الاساسية للترب وخاصة الفيضية،ولغرض التعرف على نسيج التربة يجري فحصها مختبريا وحقليا وكما يأتي:

1-طريقة النخل:

تستخدم مجموعة من المناخل المعدنية ذات فتحات متباينة تتوافق مع أحجام الحبيبات وتستخدم بطريقتين هي:

أ-النخل الجاف:

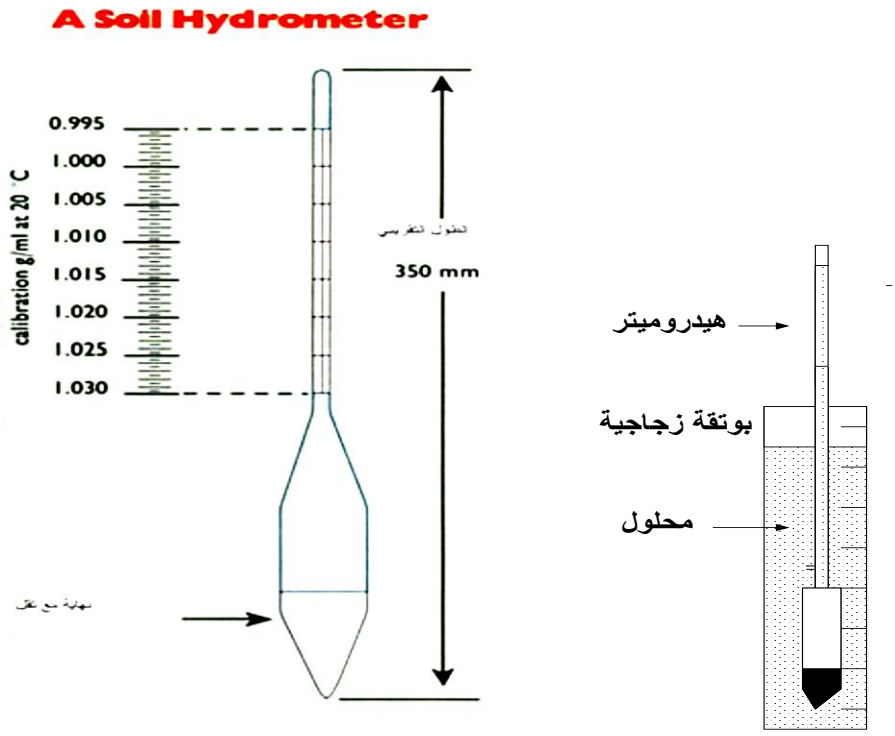
تجفف العينة بأفران كهربائية وتكون بمقدار100غم وتوضع فوق المناخل ومن ثم تهز بواسطة جهاز هزاز او بواسطة اليد ولمدة ساعة،ويوضع اسفل المناخل أناء لجمع المتبقي من عملية النخل،ويتم عزل المناخل عن بعضها،اذ يحجز كل واحد منها الحبيبات التي حجمها اكبر من فتحاته والسماح بالتي هي اصغر بالمرور الى الذي يليه،أي تحجز المناخل الاولية الأحجام الكبيرة في البداية ثم الأقل منها,حتى تبقى الناعمة في الأخر التي لايمكن فصلها بواسطة المناخل كالغرين والطين والرمل الناعم جدا،وبعد جمع ما يحجزه كل منخل يتم وزنها لمعرفة نسبتها من الوزن الكلي للعينة.

ب-النخل بالماء:

تعد هذه العملية اكثر دقة من الأولى ولو أنها تحتاج الى وقت اكثر وهي نفس الفكرة السابقة الا انه يستخدم الماء العذب لفصل الحبيبات عن بعضها وغسلها جيداً من خلال تسليط تلك المياه بقوة على العينة بواسطة صنبور من الأعلى واستخدام جهاز هزاز لتحريك العينة او بواسطة اليد، وبعد ذلك يتم عزل الرواسب المتجمعة فوق كل منخل وتجفيفها ووزنها لمعرفة نسبتها من العينة.

2-جهاز الهيدروميتر:

يستخدم هذا الجهاز لفصل الحبيبات الصغيرة جدا التي لا يزيد قطرها عن0,1ملم،فقد توضع العينة في فرن درجة حرارته(110°م) للتخلص من المواد العضوية التي تتضمنها العينة،اذ تكون العينة معلومة الوزن 100 او50 غرام،كما تعامل العينة مع محلول كلوريد الكالسيوم, وتوضع العينة في بوتقة زجاجية خاصة سعتها 750ملم^3 تسمى (ارلينمييرErlenmeyer) ويضاف لها 500ملم ماء مقطر و2جرام من مادة الكالجون التي تساعد على فصل وتشتيت الحبيبات عن بعضها، ثم توضع الزجاجة في جهاز هزاز لمدة عشرة ساعات تقريبا او اقل من ذلك حسب طبيعة مكونات العينة،وتستخدم في التحليل مخابر مدرجة سعة كل منها 100ملم^3، شكل (13-4)صورة لجهاز الهيدروميتر .



اذ يتم تفريغ العينة بحرص وعناية في تلك المخابر التي تملأ بماء مقطر الى ارتفاع 100 ملم وتوضع في حوض زجاجي مائي وفي درجة حرارة 20م،وتستخدم قائمة توضح زمن بداية الترسيب وأوقات القراءة وقيمها وتصحيحها،ويتم تحريك العينة في تلك المخابر تحريكا جيدا بواسطة عصا زجاجية حتى تبقى الحبيبات عالقة في الماء بصورة متناسقة،ومن ثم يوضع الهيدروميتر في المخابر وتجري القراءات بعد وضعه بدقيقة ودقيقتين وخمسة دقائق، ويجب التأكد من عدم ملامسة الهيدروميتر لجدران المخبار وانه يتحرك بحرية بداخله،وتبقى الهيدروميترات في المخابر خلال الساعة الأولى ثم تستبعد بعد ذلك بعناية دون أحداث اضطرابات في الماء الذي يتضمن العينة،ثم تعاد مرة أخرى قبل القراءة التالية بفترة وجيزة لتفادي ترسيب المواد الدقيقة على الهيدروميتر،وقد يستغرق التحليل يومين او ثلاث اذا كانت نسبة الذرات الصلصالية كثيرة وكبيرة.

ويمكن استخدام ست عينات في وقت واحد، واستخدام ستة مخابر أيضا مع ملاحظة الفارق الزمني بين قراءة هيدروميتر واخر بين ثلاثة وستة دقائق.[6]

3- مثلث النسجة:

يستخدم مثلث النسجة في تصنيف التربة اعتمادا على المكونات الرئيسية للتربة وهي الرمل والغرين والطين،شكل(14-4)انواع الترب.



رمل طين غرين

اذ يمثل كل ضلع من أضلاع المثلث أحد تلك المكونات ويعبر عن النسبة المئوية التي يسهم فيها كل نوع في تكون التربة،شكل (4- 15)مثلث نسجة التربة،فتظهر انواع متباينة الخصائص ناتجة عن مزج تلك المكونات مع بعضها وبنسب متباينة تم تقسيم المثلث على أساسها الى (12) نوع يعبر كل واحد منها عن نوع متميز من التربة،وفي بعض الدول تصنف الى اكثر او اقل من ذلك،وتم تقسيم المثلث على هذا الأساس،وبناءا على ذلك استطاع علماء التربة تصنيفها الى عدة انواع .



وتحتاج هذه العملية الى تحليل عينات التربة لمعرفة نوعها حسب مكوناتها وتسمى بأسماء مركبة بحيث تبدأ التسمية بالمادة الأقل نسبة،على سبيل المثال عينة تتكون من رمل بنسبة70% وطين28% تسمى طينية رملية.(7)

وتصنف التربة حسب طبيعة نسجتها الى عدة انواع كما موضح في الشكل السابق (15-4) منها مايأتي:

1- تربة رملية وتكون نسبة الرمل عالية اكثر من 85% والطين حوالي 10% والباقي غرين.

2- تربة غرينية نسبة الغرين 90% واقل من 10% رمل والباقي طين.

3- تربة طينية نسبة الطين اكثر من 40% واقل من 45% رمل والباقي غرين.

4- تربة مزيجية تتكون من 40– 50% رمل و25–30% طين والباقي غرين.

5- تربة رملية مزيجية ترتفع فيها نسبة الرمل الى 70% والباقي 10–20% طين والباقي غرين .

6- تربة مزيجية رملية تنخفض فيها نسبة الرمل الى 50% ونسبة الطين الى حوالي 20% والغرين حوالي 30%.

7- تربة مزيجية طينية وتتكون من حوالي30 % طين ومابين 20–30% رمل والباقي غرين.

8- تربة مزيجية طينية رملية تتضمن حوالي45% رمل ومابين20–35% طين والباقي غرين.
9- تربة مزيجية غرينية تحتوي على حوالي 70% غرين والباقي رمل وطين.
10- تربة مزيجية طينية غرينية تتكون من حوالي 60% غرين و20% طين والباقي رمل.
11- تربة طينية رملية تحتوي على حوالي 45% طين و 35% رمل والباقي غرين.
12-تربة طينية غرينية وتتضمن 60% غرين و40% طين.

4-التحليل الحقلي المباشر:

ان التعرف على نوع التربة حقليا يحتاج الى متخصص بالتربة والذي يستطيع من خلال ترطيب عينة التربة ولمسها باليد جيدا من تشخيص عدد من الخصائص التي توضح كل نوع من انواع التربة الرئيسية عن بعضها, مثل الخشونة والنعومة والتفتت والتماسك واللزوجة والالتصاق، ويكون ذلك على نطاق عام وليست بشكل دقيق وكما يأتي:

أ- التربة الرملية خشنة الملمس والحبيبات مفككة وضعيفة التماسك،كما أنها لا تترك آثارا على الأصابع التي تلمسها.

ب- التربة الغرينية وتكون ذات ملمس حريري وقابليتها على التماسك ضعيفة ويمكن تحويلها الى كرات وتترك اثار على الأصابع التي تلمسها.

ج- التربة الطينية ذات ليونة عالية وتترك اثار على الأصابع التي تلمسها ويمكن عمل أشكال مختلفة منها كروية وجبلية واواني فخارية مختلفة.(8)

ثانيا- مسامية التربة:

تعني المسامية ما تتضمنه التربة من فراغات بأشكال متباينة حسب حجم وشكل الحبيبات التي تتكون منها التربة،اذ تكون عالية في الترب التي تكون حبيباتها دائرية ومتماثلة في الحجم في حين تكون واطئة في التربة ذات الحبيبات المختلفة الشكل والحجم،أي تمثل المسامية مجموع حجم الفراغان الهوائية التي توجد في التربة، فعلى سبيل المثال عينة من التربة حجمها 100سم^3 تتكون من 60سم^3 مواد صلبة و40سم^3 فراغات هوائية، والتي تمثل 40% من حجم العينة.

وتختلف المسامية من حيث المقدار والحجم باختلاف نوع التربة،اذ تكون التربة الرملية اقل مقدارا في المسامية من التربة الطينية الا ان حجم المسامات اكبر مما في الطينية، لذا تكون نفاذية الرملية أعلى من الطينية .[9]

كما تكون التربة العضوية عالية المسامية وتصل الى اكثرمن 70% ويعتمد ذلك على ما تحتويه التربة من مواد عضوية،وقد تزداد المسامية بزيادة نسبتها،وتتباين المسامية في التربة الطينية والغرينية حسب طبيعة ترسيبها وما تتعرض له من ضغط,وعلى العموم تقل بالاتجاه نحو العمق لزيادة الضغط على الطبقات السفلية،لذا يزداد تماسكها اكثر من العلوية.

والمسامية على نوعين شعرية وغير شعرية الشعرية تكون دقيقة جدا لذا تكون ضعيفة النفاذية، اما غير الشعرية تكون أوسع وتتمثل بما تتضمنه التربة من حفر وشقوق لاعلاقة لها بطبيعة تكوين التربة والتي تجعل التربة عالية النفاذية.

وتقاس نسبة المسامية من خلال العلاقة مع حجم العينة وفق المعادلة الآتية:

$$م = \frac{ع}{ح} \times 100$$

ع. حجم المسامات

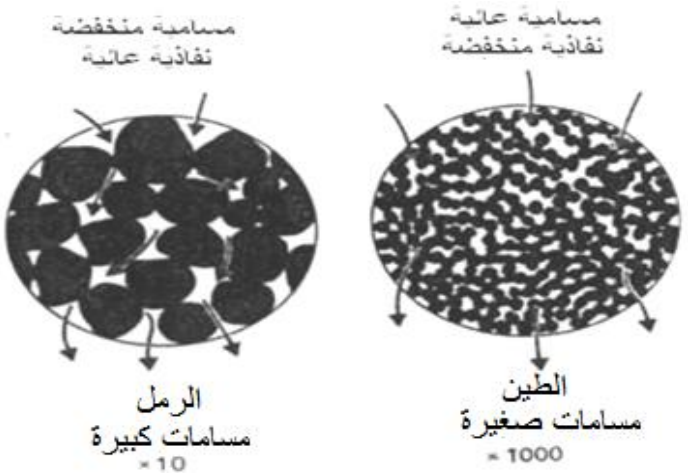
ح. حجم العينة

ويمكن قياس حجم او مقدار المسامية في عينة التربة بعدة طرق ومن ابسطها أخذ وعائين من نوع واحد أي متساويين في الحجم وتوضع فيهما عينات متساوية من التربة أحدهما تبقى جافة والأخرى يضاف لها ماء حتى تتشبع تماما بحيث تمتلاء جميع الفراغان التي تتضمنها تلك العينة، ثم توزن العينتان الجافة والرطبة,فتكون الأخيرة اكبر وزنا من الجافة ويمثل الفرق في الوزن بينها حجم المسامية.

ثالثا- النفاذية:

تعني النفاذية قابلية الماء على الحركة خلال مسامات التربة،والتي تختلف من تربة لأخرى،ولا تعتمد على المسامية فقط بل تعتمدعلى احجام وأشكال الفراغان وكمية المياه المارة فيها، فعلى سبيل المثال التربة الطينية اكثر مسامية من الرملية الا ان الرملية اكثر نفاذية من الطينية لكبر حجم مساماتها التي تسمح للماء بالتحرك من خلالها بسرعة،في حين تعرقل المسامات الصغيرة

حركة الماء لما ينتج عن ذلك من احتكاك بالحبيبات وكثرة المسامات التي يمر خلالها للانتقال من مكان لاخر،وهذا ما موضح في،شكل (4- 16).



وتصنف الترب على أساس النفاذية حسب سرعة الماء خلالها،اذ تكون عالية النفاذية اذا كانت سرعة الماء 25 سم فاكثر في الساعة،ومتوسطة النفاذية اذا كانت سرعة الماء مابين 6-12 سم/ ساعة،وضعيفة النفاذية اقل من ذلك.[10]

ويمكن ملاحظة التباين في النفاذية من الجدول رقم (4 -2)

اسم المادة	معدل النفاذية م/ يوم
الغرين	اقل من 0،05
الطين	0،05– 0،5
الرمل الطيني	0،5– 1
الرمل الناعم	1–5
الرمل المتوسط	5–20
الرمل الخشن	20–50
الحصى	50–150
الجلاميد	100–1000

وتقاس نفاذية التربة بعدة طرق حسابية ومختبريه وحقلية,و تعد الأخيرة افضل من غيرها لانها توضح النفاذية بحالتها الطبيعية دون تشويه ومن خلال حفر أبار على أبعاد متساوية ويتوسطها بئر رئيسي،فعند ضخ المياه منه تتحرك المياه من الآبار الجانبية نحوه ويستغرق ذلك زمن معين حسب طبيعة التكوينات التي يمر بها الماء،اذ يستغرق زمن قصير في التكوينات ذات النفاذية العالية وزمن طويل اذا كانت قليلة النفاذية.(11)

ويعد ذلك مؤشر على مدى تماسك التربة حسب نوع الحبيبات المكونة لها والمواد اللاصقة التي تسمى في بعض الأحيان الغرويات او المواد الأسمنتية التي تعمل على جمع الحبيبات،وهي على نوعين عضوية ومعدنية ولذلك يكون بناء التربة في المناطق الشبه الجافة وشبه الرطبة جيدا لاحتواء التربة على مواد عضوية ومعدنية،في حين تكون مرتفعة في المناطق الرطبة ومنخفضة في المناطق الصحراوية فتقل جودة التربة.

ان للمسامية والنفاذية أهمية كبيرة في الانشطة المختلفة،وتعد ذات أهمية كبيرة بالنسبة للزراعة، في حين تمثل كثرتها مشكلة بالنسبة للمشاريع العمرانية لما يترتب عليها من مشاكل.

رابعا- انكماش التربة:

تحدث هذه الظاهرة في التربة المبللة عندما تفقد رطوبتها اذ تتعرض حبيبات التربة لقوى الضغط الناتجة عن الشد السطحي للمياه المتواجدة في المسامات،اذ يؤدي خروج تلك المياه من بين حبيبات التربة الى ترك فراغات ولقلة تماسك الحبيبات الموجودة حولها لذا تتحرك نحوها لتحل محل الماء وتسد تلك الفراغان،فيترتب على ذلك تقليل سمك التربة وزيادة تماسكها ومن ثم زيادة صلابتها عندما تجف ويتغير لونها من الغامق الى الفاتح.(12)

وقد تتعرض بعض الترب الطينية في كثير من الأحيان الى التشقق فتتحول الى كتل مستقلة عن بعضها،شكل (4- 17) نماذج من الترب الطينية،وتعد التربة الطينية الصفيحية من اكثر انواع الترب تعرضا لتلك الظاهرة والتي تعد من المشاكل التي تواجه استغلالها في مجالات عدة.





المبحث الرابع-الخصائص الكيميائية للتربة

اولا- حامضية التربة:

تعني حامضية التربة مدى احتوائها على أيونات الهيدروجين والهيدروكسيد (PH)،اذ تكون التربة حامضية او متعادلة أو قلوية اعتمادا على نسبة الهيدروجين والتي تعود الى نوع الصخور التي اشتقت منها التربة وما تحتويه من رطوبة وطبيعة تركيبها الكيميائي,اذ تكون التربة حامضية اذا كانت درجة(PH)مابين 4- 6,5،ومتعادلة عندما تكون ما بين 6،6- 7،3 وقلوية او قاعدية ما بين 7،4 – 10،أي تكون التربة حامضية اذا ازدادت نسبة أيونات الهيدروجين على أيونات الهيدروكسيد،وتكون قاعدية اذا حدث العكس.

وتعد حامضية التربة او قلويتها ذات أهمية كبيرة في إنتاجية التربة،اذ تكون التربة المتعادلة افضل أنواعها ثم تليها القلوية او القاعدية، في حين تعد الحامضية اقل أهمية لذا تقوم الدول المهتمة بالزراعة بإضافة تربة جيرية الى الحامضية لرفع درجة قلويتها.

ومن الجدير بالذكر ان حموضة التربة تختلف من مكان لاخر ضمن المزرعة الواحدة لذا يفضل قياس عدة مواقع في المزرعة الواحدة بواسطة جهاز مصمم لهذا الغرض ويسمى جهاز(PH).

ثانيا- ملوحة التربة:

تحتوي التربة على أملاح بنسب متفاوتة مثل كوريد الصوديوم والكالسيوم وكبريتاتها وبيكاربوناتها، اذ تؤدي زيادة نسبة الملوحة في التربة الى انخفاض إنتاجيتها،وتنتشر هذه الظاهرة في اغلب الأحيان في المناطق الحارة والجافة نتيجة لتبخر المياه وبقاء الأملاح على السطح فيصبح لونها مائل الى البياض،شكل (18-4)ارض مالحة لونها ابيض.



كما ينتج عن ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في التربة ارتفاع نسبة الأملاح وذلك لاذابة ألاملاح الموجودة في الطبقات تحت السطحية ونقلها الى السطح، ويحدث ذلك في المناطق الواقعة قرب مجاري الانهار والتي تحدث فيها فيضانات بحيث تكون مناسيب المياه أعلى من مستوى الأراضي المجاورة وخاصة السهول الفيضية،فتحدث ظاهرة النزيز،أي تسرب المياه من النهر الى الاراضي المجاورة عن طريق مسامات التربة،لذا يكون تأثير هذه الظاهرة كبيرا في المناطق التي تكون نفاذية التربة فيها كبيرة،وتؤدي الى تغير لون التربة حسب نوع الأملاح,وعلى العموم يكون اللون غامق لاختلاف المكونات وعدم اقتصارها على الأملاح فقط،شكل(19-4)اراضي زراعية متملحة.



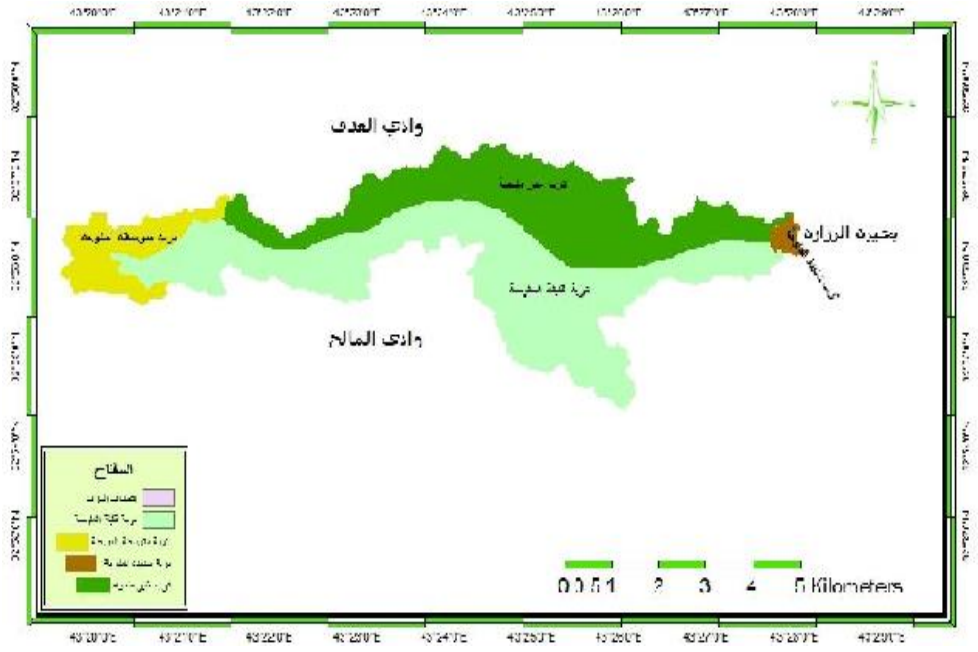
ويتم قياس ملوحة التربة بطريقة التوصيل الكهربائي[Electric Conductivity (EC)] اذ تكون التربة المالحة جيدة التوصيل للكهرباء وتزداد درجة التوصيل بزيادة نسبة الملوحة، و

تقاس بالمليموز/ سم،فإذا كانت القيمة كبيرة دلت على ان التربة عالية الملوحة،ويمكن ان تصنف الترب حسب درجة الملوحة.[13] جدول رقم(3-4).

جدول رقم (3-4) نوع التربة حسب قيمة الملوحة

قيمة(EC) مليموز/سم	نوع التربة
2ـــ 4	تربه قليلة الملوحة
4ـــ 8	تربة متوسطة الملوحة
8ـــ 15	تربة عالية الملوحة
اكثر من15	تربة شديدة الملوحة

وقد يتم اعداد خرائط تبين نسبة الملوحة في منطقة الدراسة،والتي تتباين قيمها من مكان لاخر،اذ تكون مرتفعة في جهة ومنخفضة في اخرى،شكل(20-4)خريطة توضح تباين ملوحة التربة.



المبحث الخامس- علاقة خصائص التربة بالنشاط البشري

ترتبط الانشطة التي يمارسها الانسان اقتصادية وعمرانية بطبيعة التربة وبشكل مباشر،وتعد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة من الجوانب الاساسية التي تؤخذ بنظر الاعتبار عند ممارسة أي نشاط ، فالنشاط الزراعي يعتمد على خصوبة التربة والتي تتحكم بقدرتها الإنتاجية، فكلما كانت التربة عالية الخصوبة ارتفعت كمية الإنتاج،ويعتمد ذلك على ما تحتويه التربة من مواد عضوية ومعادن،والنباتات تختلف في مطاليبها من المواد التي تحتويها التربة وتتشابه في الحاجة الى بعض المواد والعناصر،وهذا ما يؤدي الى اضعاف التربة ويقلل من قدرتها الإنتاجية ،مثال ذلك النتروجين والفوسفات تحتاجه جميع النباتات,اذ يساعد الاول على النمو الخضري والثاني على زيادة كمية الثمار،وعليه يجب المحافظة على خصوبة التربة من خلال نظام الدورات الزراعية،ويعتمد ذلك على نظام الري وطبيعة المناخ السائد،فضلا عن استخدام الأسمدة وخاصة العضوية،كما يجب معرفة طبيعة التركيب الكيميائي للتربة وما تتضمنه من أملاح وحموضة تنعكس أثارها على إنتاجيتها،والتي تتطلب معالجة من خلال القيام ببعض الإجراءات للحد من تلك المشاكل مثل حفر قنوات البزل لتصريف المياه الزائدة من الاراضي وعدم السماح لارتفاع مناسيبها في التربة فتزداد ملوحتها،اما في الترب الحامضية تضاف تربة كلسية لتقليل الحامضية وزيادة القاعدية فتتحسن خواص التربة،وتعد التربة المزيجية من افضل انواع الترب للأغراض الزراعية،في حين تعد من الترب الرديئة بالنسبة للمشاريع الهندسية لانها ضعيفة التحمل،وعكس ذلك الترب الطينية الصلبة فهي صالحة لإنشاء المشاريع الهندسية ولكن قليلة الأهمية في المجال الزراعي لعدم قدرة النبات على النمو فيها وخاصة ذات الجذور الشعيرية وذلك لشدة تماسكها وقلة مساميتها،ولغرض استغلالها يمكن تقليل صلابتها من خلال مزجها بالرمل أو سماد عضوي.

وتحتاج الزراعة الى تربة سميكة متوسطة المسامية تسمح لجذور النبات بالتغلغل خلالها،في حين تفضل المشاريع الهندسية الترب الضحلة قليلة المسامية،وتقع تحتها طبقات صخرية،فتكون اكثر قدرة على تحمل ثقل المنشآت التي تقام فوقها،اما الترب المالحة فهي ذات مضار على الزراعة والأبنية والمنشآت المختلفة.

مراجع الفصل الرابع

1- د. إبراهيم شريف ؛ جغرافية التربة, مطبعة جامعة بغداد, 1983. ص 38-39.

2 - Charles W.harris, Nicholas T.Dines; Time-saver standarad, for land scape Architecture,Design and construction Data. Second Edition, Mc Graw- Hillpublishing company, Newyork 1998.P810.

3- د. حسن حميدة؛ الجيولوجيا التطبيقية للهندسة المدنية, مصدر سابق, ص440.

4- المصدر السابق, ص147.

5- F .G. Bell;Engineering Properties of soil and Rocks ,opcit. P.4.

6- د. جودت حسنين جودت؛ الجيومورفولوجيا, علم شكل الارض, دار المعرفة الجامعية, ألا سكندرية 1996, ص 617-618.

7- Charles W.harris, Nicholas T.Dines; Time-saver standarad, for land scape Architecture. Opcit, p.810.

8-د. إبراهيم شريف ؛ جغرافية التربة, مصدر سابق, ص84-85.

9- Darrel and Valerie Weyman; Land scape processes, an introduction to

10- geomorphology, printed offset litho in Great Britain, 1983, p.13.

د.محي الدين بنانة؛الجيولوجيا التطبيقية,معهد الإنماء العربي, دمشق 1988,ص 167

11-د. أسامه مصطفى الشايعي؛ ميكانيكا التربة, أساسيات وخواص التربة, ج1, دار الراتب الجامعية,ألا سكندرية,1988, ص 61.

12 - أد ورد جي تاربوك, فريدريك ك. لوتجنز؛ الارض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية, ترجمة د.عمر سلمان , د. البهلول اليعقوبي, د.مصطفى جمعه سالم, مطبعة الجا مالطا, 1984,ص176.

13- د. محمد محمود إبراهيم الديب؛ جغرافية الزراعة, تحليل في التنظيم المكاني, مكتبة ألا نجلو المصرية1995, ص 291-292.



الفصل الخامس

الانحدارات دراسة حقلية

المبحث الأول-اهمية دراسة الانحدارات

المبحث الثاني- تصنيف الانحدارات

المبحث الثالث-قياس الانحدارات

المبحث الرابع- تمثيل الانحدارات كميا ونوعيا

المبحث الخامس– دراسة ميدانية لمنحدرات بعض المظاهر الجيومورفولوجية

المبحث الأول- اهمية دراسة الانحدارات

يعني الانحدار انحراف أو ميل الارض عن المستوى الأفقي ،أي ميل او انحراف جزء من عناصر التضاريس الارضية عن الامتداد الافقي لسطح الارض،مثل سفوح الجبال وضفاف الانهار والاودية واسطح الهضاب وحافاتها،اذ يكون الانحدار شديدا كلما زاد الميل او الانحراف.

وتعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والجيومورفولوجية خاصة, اذ تمثل أحد عناصر مظاهر السطح التي يتم تحليلها باستخدام اساليب قياسية وتحليلية لعلاقتها الوطيدة بالنشاط البشري بأشكاله المختلفة كالعمران والطرق والجسور، ومشاريع الري والخزن وغير ذلك،ويعتمد اقامة أي مشروع على طبيعة الانحدار وشدته وستقراره،والعمليات التي تتعرض لها السفوح,وهذا ما دفع بالجيومورفولوجيين الى دراستها من جوانب عديدة منها ما يأتي:

1- أجراء دراسات مورفومترية لقياس أبعاد المنحدرات من ارتفاع وامتداد ودرجة انحدار، ويمكن الاستعانة بخرائط كنتورية ذات مقياس كبير 1/ 5000 او 1/ 10000 بحيث تظهر عناصر المنحدر الاساسية في مثل تلك الخرائط بوضوح كالمسافة الرأسية والأفقية.

2- تحديد نوع السفح وطبيعة تكويناته من تربة وصخور،وما تتضمنه من تراكيب أولية وثانوية وعلاقة ذلك بالتغيرات التي تشهدها تلك السفوح,ويمكن الاستفادة من الصور الجوية ان توفرت في التعرف على تلك التغيرات ضمن فترة زمنية معينة حسب تاريخ توفر الصور.

3- تحديد المواضع المستقرة وغير المستقرة،والأسباب التي ادت الى ثباتها كليا او جزئيا،وهل يعود الى صلابة التكوينات أو لوجود غطاء نباتي او لتدخل الانسان،وكذلك الحال بالنسبة لعدم ثبات السفوح واسبابه،هل يعود إلى عمليات التعرية أم التجوية او الانهيارات او طبيعة ميل الطبقات الصخرية وتركيبها المعدني او تدخل الانسان.

4- الوضع الهيدرولوجي في السفوح ومدى تـأثيره عليها، سواء كانت المياه السطحية ام الجوفية.

5- طبيعة المناخ السائد ومدى تأثير عناصره المختلفة على السفوح والتعرف على اكثر العناصر تأثيرا،والجهة المتأثرة وقوة التأثير.

6- قياس التغيرات التي تعرضت لها السفوح،وتحليل الوضع والشكل الذي كانت عليه،وما هي عليه ألان،اذ تتغير من منتظم إلى غير منتظم ومن محدب الى مقعر ومن معتدل الى شديد.

7- تحديد المواضع التي يمكن الاستفادة منها حسب النشاط الذي يمارس على السفوح،وخاصة في مناطق المرتفعات والاودية،والتي لا تتوفر فيها اراضي منبسطة للتوسع عليها ،لاغراض الزراعة اوالعمران اوالطرق وغيرها،شكل (1-5) صور تبين انواع من الانحدارات.





وفي هذا المجال سوف تتركز الدراسة على العناصر الاساسية للمنحدرات والتي تشمل انواع الانحدارات وقياسها ميدانيا.

المبحث الثاني- تصنيف الانحدارات

تصنف المنحدرات على أساسين هما درجة انحدارها وشكلها وكما يأتي:

أولا-أنواع الانحدارات حسب درجة الانحدار:

تصنف الانحدارات حسب درجة الانحدار الى مايأتي:

1- انحدار بسيط أو خفيف.

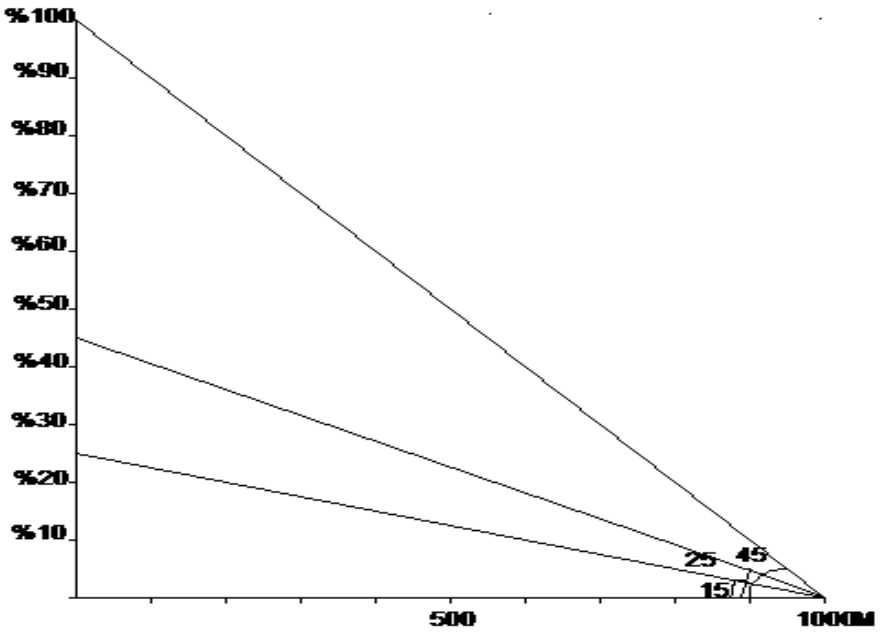
يوجد هذا النوع في المناطق ذات الميل البطيء،والتي تتباعد فيها الخطوط الكنتورية عن بعضها لسعة المسافة الافقية بين خط واخر، ويشمل الانحدارات التي تتراوح درجاتها مابين [1ْ–15ْ]،أي بنسبة ما بين [1% و 27%] وتعد تلك المنحدرات من اصلح السفوح للأنشطة المختلفة.

2- انحدار معتدل او متوسط:

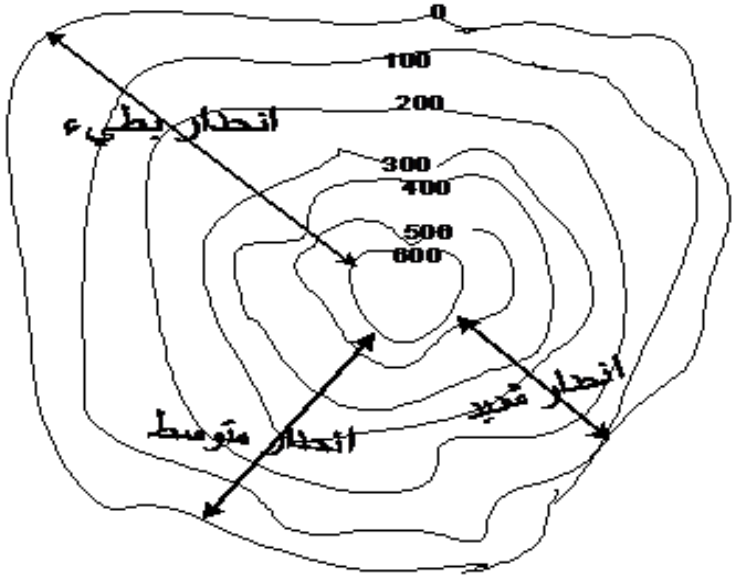
يعد هذا النوع من المنحدرات اكثر ميلا من النوع السابق, اذ تتقارب الخطوط الكنتورية من بعضها اكثر مما في النوع الاول, وتشمل الانحدارات التي تتراوح درجاتها مابين [15ْ ـــ 25ْ]،أي التي نسبها ما بين[27% و47%] تقريبا،وتعد اقل أهمية من النوع السابق في مجال استغلالها للأغراض المختلفة.

3- انحدار شديد:

يشمل المنحدرات الشديدة الميل التي تقترب فيها الخطوط الكنتورية من بعضها جدا لصغر المسافة الافقية بينها،وتكون درجة انحدارها ما بين[25ْ ــ45ْ] والتي نسبتها ما بين[47% و100%]،ويواجه استغلال تلك السفوح مشاكل عديدة لشدة الانحدار وعدم استقرار بعض السفوح.[1] شكل (2-5) زوايا ودرجات الانحدار.



كما يمكن تصنيف الانحدارات حسب الخطوط الكنتورية، شكل (3-5) **الانحدارات** حسب توزيع الخطوط الكنتورية.



وتتخذ الانحدارات تسميان حسب درجة او زاوية انحدارها،وكما موضح في الجدول رقم(-5 1) صفة الانحدار حسب مقدار الزاوية.[2]

قيمة الزاوية	صفة المنحدر
اكثر من85	جرفيه
85–70	شديدة الانحدار
69–45	منحدرة جدا
44 –20	متوسطة الانحدار
19 –10	معتدلة الانحدار
9 –2	انحدار طفيف
اقل من 2	ارض مستوية

Process and Land form, conceptual frameworks in Geography, p38

ومن الجدير بالذكر ان قياس الانحدار اما ان يكون بدرجة الزاوية والتي تكون مابين الصفر و45،اوبنسبة مئوية وتكون ما بين الصفر و100%،او تقاس بدرجة الزاوية الكاملة90،وهذا يعطي مرونة في قياس المنحدرات غير المنتظمة،والتي توجد فيها اجزاء مرتفعة واخرى منخفضة،فتحتاج الى قياس الى الاعلى والى الاسفل،وهذا ما موجود في اجهزة الكلانوميتر والبلانوميتر.

كما تقاس اتجاهات الانحدار،وتكون حسب درجات الاتجاهات ما بين الصفر و360،والتي تبدأ من الشمال وتنتهي به،أي نقطة البداية والنهاية هي الشمال،اذ يكون بين الشمال والشرق90 درجة،وبين الشمال والجنوب 180 درجة،وبين الشمال والغرب 270 درجة،والعودة الى نقطة البداية 360 درجة.

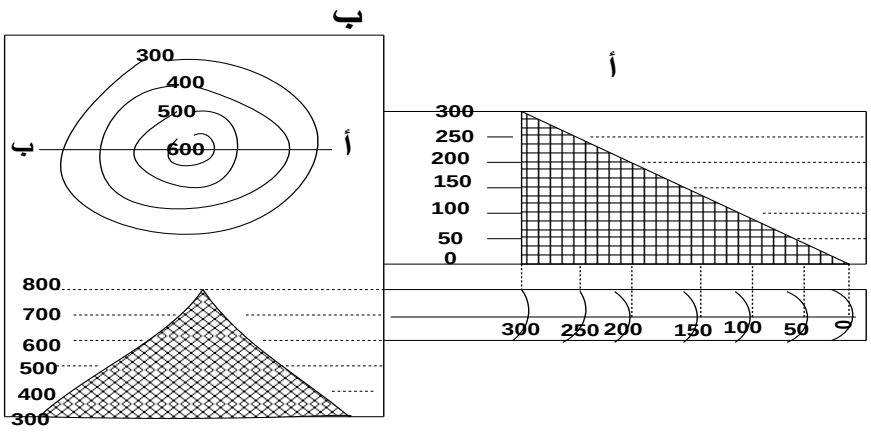
ثانيا- أنواع الانحدارات حسب الشكل

تتخذ الانحدارات أشكال مختلفة حسب العوامل التي أسهمت في تكوينها والعمليات التي تعرضت لها بعد التكوين، ومنها ما يأتي:

1- الانحدارات المنتظمة:

تعني الانحدارات المنتظمة الانحدارات ذات السفوح المستوية الخالية من التحدبات والتقعرات مهما كان ارتفاعها ودرجة انحدارها،لذا تظهر الخطوط الكنتورية التي تمثل تلك السفوح موزعة بشكل منتظم على طول امتدادها،شكل (5- 4أ).

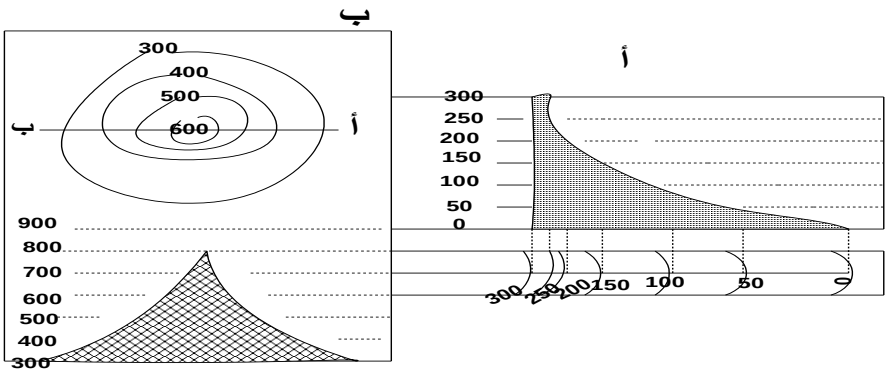
وقد يكون المرتفع منتظم الانحدار على امتداد مقطعه العرضي أي على الجهة الأخرى منه فيظهر السفح منتظم أيضا،شكل (4-5ب).



2- الانحدارات المقعرة:

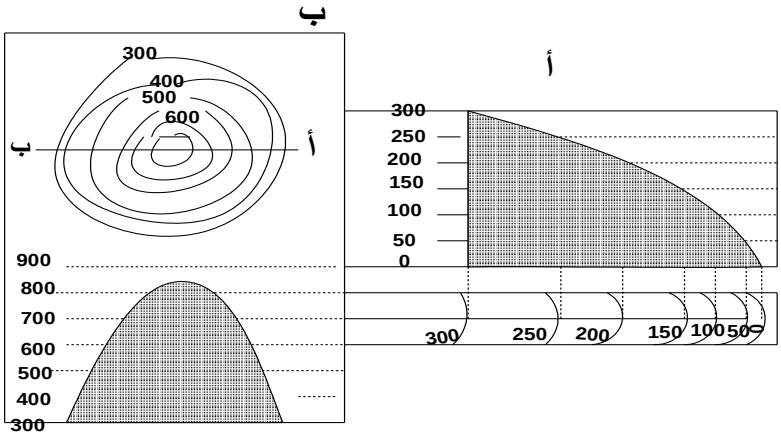
يظهر المنحدر المقعر شديد الانحدار في قمته ومعتدلا في وسطه ونهايته ويكون ذلك واضحا من توزيع الخطوط الكنتورية في الخرائط التي تمثلها،اذ تكون متقاربة في القمة ومتباعدة في وسط واسفل السفح وبشكل متدرج،شكل (5-5أ).

وتظهر المرتفعات التي تكون مقعرة السفوح من جهتين متقابلتين مخروطية الشكل،وخاصة المرتفعات التي تتعرض للتعرية الجليدية، شكل (5-5ب).



3- الانحدارات المحدبة:

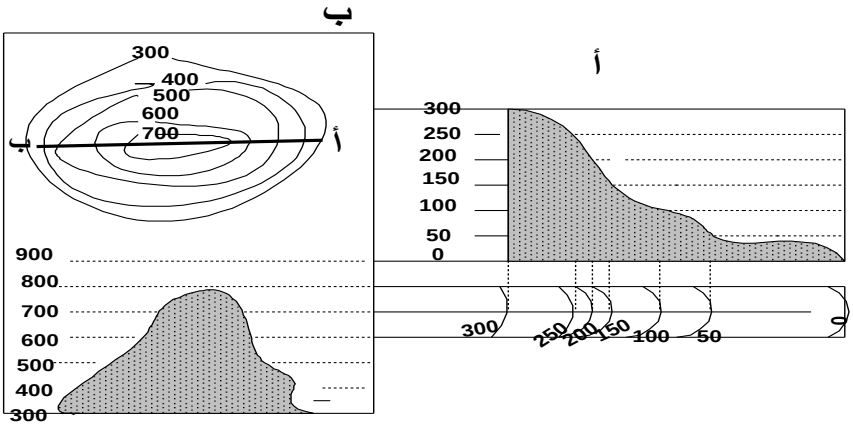
تظهر الانحدارات المحدبة بشكل معاكس للمقعرة،اذ تكون الخطوط الكنتورية متباعدة في القمة ومتقاربة بشكل تدريجي بالاتجاه نحو اسفل المنحدر وبدرجة كبيرة عند اسفل السفح،شكل (5-6أ). وقد يظهر المرتفع ذات الانحدارات المحدبة في مقطعه العرضي على شكل قبة لتشابه نوع الانحدار على جهتي المنحدر، شكل (5-6ب).



4-

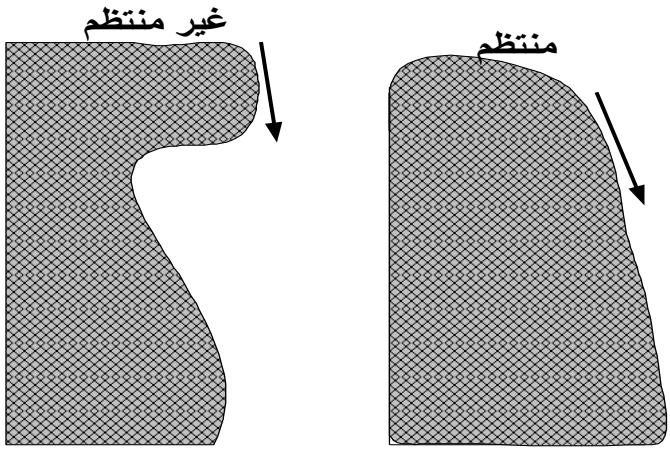
الانحدارات غير المنتظمة:

تتخذ بعض الانحدارات شكلا غير منتظم في مقطعه الطولي،اذ يتضمن مقاطع محدبة واخرى مقعرة او مستوية،ويظهر البعض منها سلمي الشكل، أي تتكون من عدة مستويات متباينة الارتفاع،وعليه تظهر الخطوط الكنتورية في الخرائط التي تمثل تلك السفوح بشكل غير منتظم،فقد تتقارب في مواقع وتتباعد في أخرى معبرة عن طبيعة تلك السفوح، شكل (5- 7).[3]



5- الانحدارات الجرفية:

تشهد السفوح تطورات مختلفة تؤدي إلى تغيير شكلها من وقت لأخر حسب شدة تأثير العوامل المؤثرة،وقد يتحول البعض منها إلى سفوح جرفيه ويصل درجة بعضا إلى90° ،ويكون بعضها ذات سفوح منتظمة وأخرى غير منتظمة،شكل (8-5) وتظهر تلك السفوح عند سواحل البحار والجبال التي تتعرض إلى عمليات تعرية وتجوية على نطاق واسع،او نتيجة النشاط البشري لغرض تنفيذ مشروع ما يحتاج الى قطع سفوح المرتفعات التي تعترض تنفيذه.

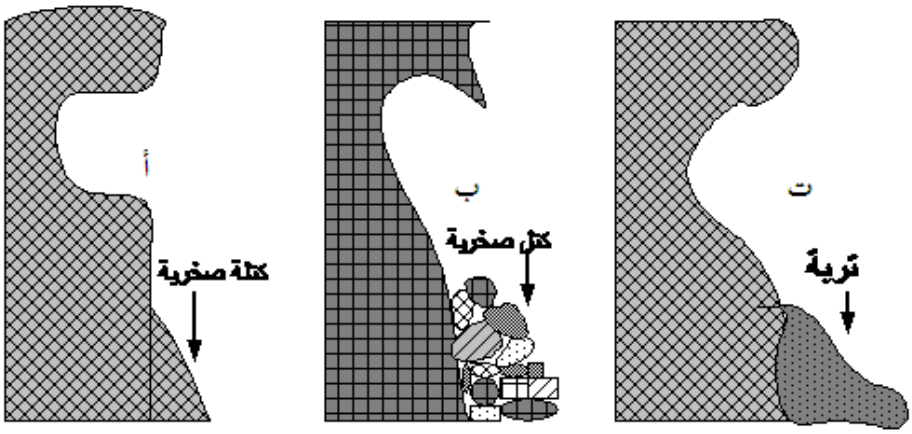


وقد تتكون غير المنتظمة من عدة أقسام متباينة هي:

أ-شرفات الأجراف:

يطلق على الجزء العلوي البارز من السفوح والذي يشرف على الجزء الأوسط والسفلي اسم الشرفة،والتي تختلف من مكان لاخر حسب طبيعة امتداد الطبقات الصخرية وصلابتها وما تتضمنه

من فواصل وكسور، شكل (5- 8أ-ب-ت)، وينتشر هذا النوع من الشرفات في السفوح المواجهة للرياح والإمطار بصورة واضحة اكثر من السفوح غير المواجهة.



فقد تدفع الرياح بالإمطار والرطوبة الى داخل الشقوق والفواصل والكسور التي تتضمنها الطبقات الصخرية التي تتكون منها السفوح،وتكون الشرفات واضحة في السفوح الجرفية التي تعلوها طبقة صخرية صلبة ترتكز على طبقات اقل صلابة.

ب- تجويف المنحدر:

ويمثل الجزء الثاني من السفوح الجرفية غير المنتظمة اذ يظهر تقوس في المنحدر نحو الداخل وبدرجات متباينة بعضها بدرجة كبيرة متجهة نحو الأعلى والبعض الآخر على شكل نصف دائري منتظم واخرى مستطيلة الشكل،ويرتبط ذلك بنوع مكونات السفوح وطبيعة امتداد الطبقات الصخرية وما تتضمنه من فواصل وكسور والعوامل المؤثرة فيها، وتكون واضحة في المناطق الرطبة وشبه الرطبة اكثر من المناطق الجافة وذلك لنشاط عمليات التجوية والتعرية المائية،كما في شكل (8-5أ-ب-ت).

ج- أقدام الأجراف:

تتخذ الأجزاء السفلى من السفوح الجرفية أشكالا مختلفة منها ما يأتي:

1- أقدام جرفيه ذات صخور مكشوفة صلبة،اذ عملت التعرية على إزالة الطبقات الهشة التي تعلوها،وتظهر على نطاق واسع في السفوح الجرفية التي تتعرض الى زخات مطرية شديدة تعمل على تعرية التكوينات الهشة العليا, شكل (8-5أ-ب-ت).

2- أقدام جرفيه تتراكم فوقها كتل صخرية ومفتتات تحركت من الأجزاء العليا واستقرت في المواضع التي تسمح طبيعتها بذلك من حيث شدة الانحدار والتكوين, شكل (5-8أ-ب-ت).

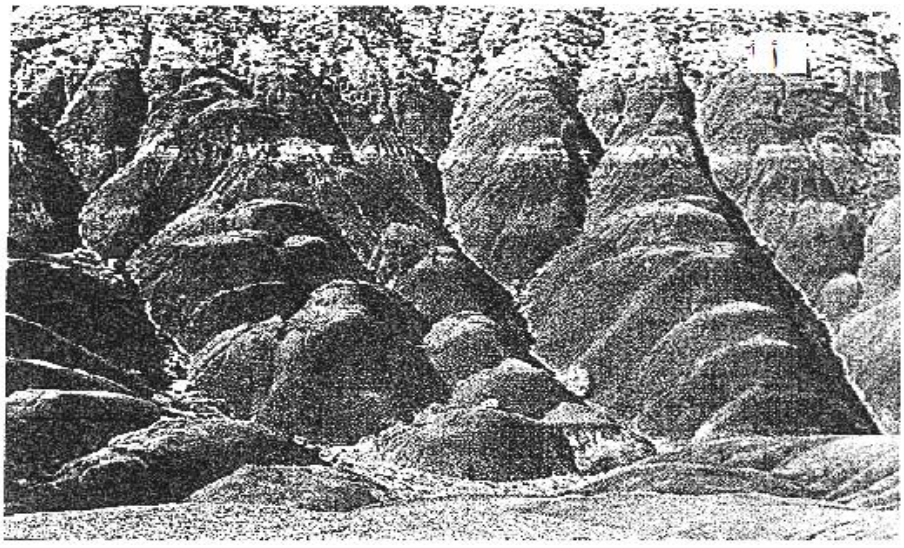
3- أقدام جروف ترابية تكونت بسبب تجمع المفتتات الصخرية الناعمة والأتربة بكميات كبيرة فوقها فتغير من درجة انحدارها حيث تكون اقل مما كانت عليه.[4] شكل (8-5أ-ب-ت).

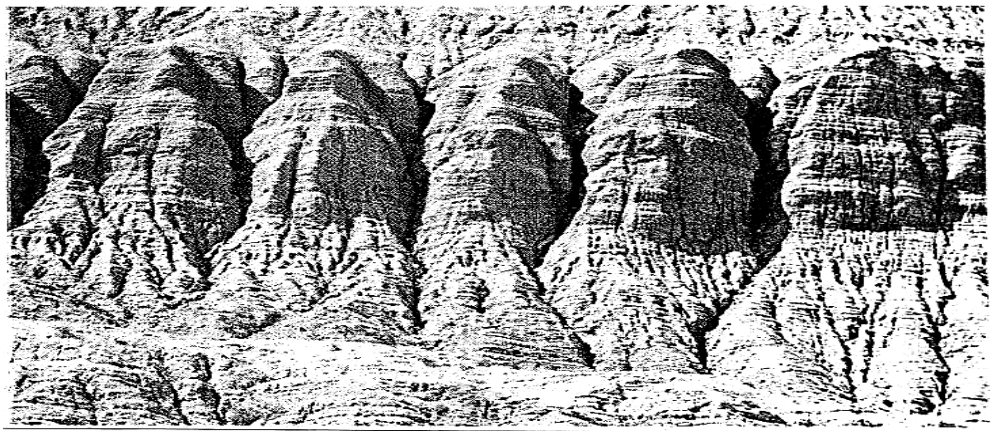
6- الانحدارات المتضرسة

تتخذ بعض انواح السفوح شكلا متضرسا يختلف عن الأنواع السابقة,اذ تكون شديدة التضرس او الوعورة بتأثير المجاري المائية وطبيعة مكوناتها,وقد تعمل تلك المجاري على تقطيع بعض السفوح وتمزيقها الى كتل صغيرة بعضها يشبه الميسا والبعض الآخر يشبه التلال المنفردة اوالسلسلة المتعددة القمم,وتكون صغيرة المساحة ومنخفضة الارتفاع وتفصل بينها المجاري المائية بمختلف مراتبها الرئيسية والثانوية,شكل (10-5أ).

كما يسود نوع أخر في بعض السفوح التي تقطعها مجاري مائية قليلة الروافد بشكل طولي من الأعلى الى الاسفل فتحولها الى كتل طولية صغيرة المساحة وذات جوانب شديدة الانحدار نحو المجاري ومتوازية الامتداد من أعلى السفوح الى أسفلها,شكل (5- 10ب).

وقد يعترض استغلال تلك السفوح مشاكل كثيرة لعدم استقرارها وتعرضها الى عمليات مختلفة وعدم توفر مساحات واسعة غير متضرسة لاستغلالها في أي نشاط اقتصادي او عمراني.[4]





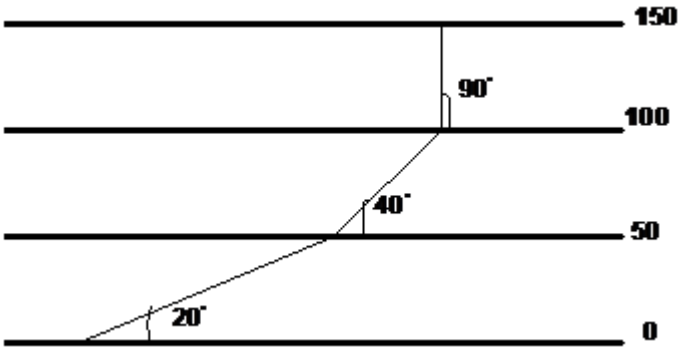
المبحث الثالث- قياس الانحدارات

ان قياس العناصر المختلفة للانحدارات يحتاج الى قياس كل من الفاصل الرأسي والمسافة الافقية وفيما يلي توضيح لكل منهما:

اولا- المسافة الأفقية:

تعني المسافة التي تفصل بين نقطة واخرى على الأرض وخط واخر على الخريطة الكنتورية وتظهر بشكل افقي على الخريطة بينما في الحقيقة تكون مائلة او منحدرة على الطبيعة،وتتباين المسافة الافقية من مكان لاخر حسب شدة الانحدار،اذ تكون المسافة قصيرة في الانحدارات الشديدة وطويلة في الانحدارات البطيئة،ويترتب على تباين المسافات تباين الزوايا رغم تساوي المسافات الرأسية، اذ تكون قائمة في المنحدرات الشديدة وحادة في المنحدرات البطيئة، شكل (11-5).

وقياس كل من الفاصل الرأسي او المسافة الرأسية والمسافة الأفقية يتم بصورة مباشرة وغير مباشرة.



ثانيا- طرق قياس المسافة

1- طريقة القياس المباشرللانحدارات المنتظمة:

ان قياس تلك السفوح عملية بسيطة ولا تحتاج الى جهد كبير وذلك باستخدام المعدات والأجهزة المتاحة التي تستخدم في قياس المساحات ومن ابسطها الجنزير والشريط المعدني او القماش او عجلة القياس او أجهزة المساحة الآلية والإلكترونية الحديثة،شكل(12-5)طريقة قياس المسافة الافقية للمنحدر وقياس درجة الانحدار.



2- قياس المسافة الافقية في الانحدارات غير المنتظمة.

يحتاج قياس السفوح غير المنتظمة الى جهد اكبر مما في المنتظمة وذلك لعدم تجانسها بسبب ارتفاع أجزاء وانخفاض او انبساط أجزاء أخرى لذا يجب قياس كل جزء على حدة ومن ثم تجمع النتائج التي تمثل طول المنحدر،وقد تتضمن بعض السفوح والمنحدرات معوقات تحول دون قياسه الى نهايته لذا يجب معالجة ذلك من خلال استخدام بعض الأساليب المناسبة لكل نوع من تلك المعوقات ومنها ما يأتي:

أ-عائق بسيط يعترض القياس فقط:

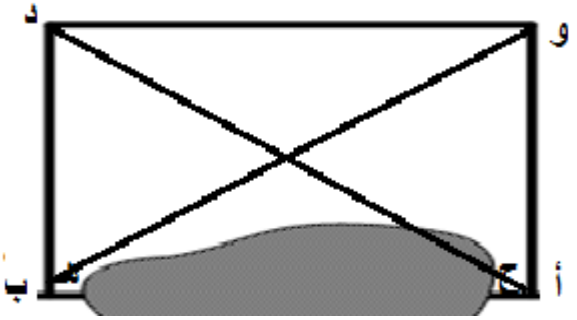
توجد بعض المعوقات البسيطة تحول دون استمرار قياس المسافة الأفقية لذا تقاس بطريقة مناسبة وتضاف الى المسافة الكلية ومن خلال الأسلوب آلاتي:

1- رسم خط يمثل طول المسافة المراد قياسها مثل أ ب في الشكل (13-5).

2- تحديد نقطتين على جانبي العائق مثل ج , هـ.

3- رسم عمودين من النقطتين السابقتين الى الأعلى وهما ج د , هـ و.

4- رسم خط من د الى و موازي للمسافة التي يشغلها العائق، كما في الشكل (5-13).



ب-عائق يعترض القياس والرؤيا:

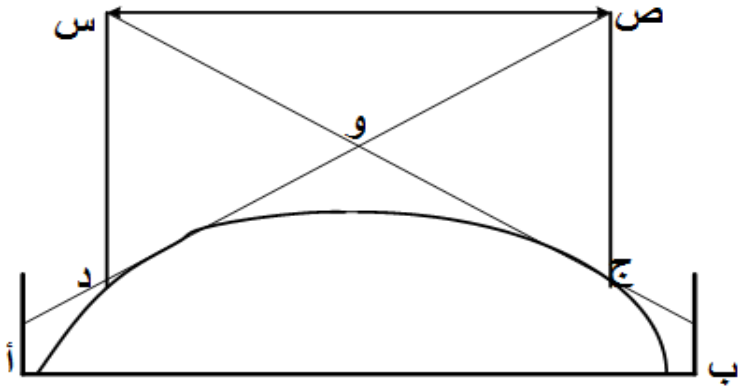
و يشمل المنحدرات التي تتضمن تحدب كبير او تل صغير، ولغرض تجاوز ذلك يتبع ما يأتي:

1- رسم خط يمثل المسافة الأفقية المطلوب قياسها مثل أ ب في الشكل (5- 13).

2- تحديد نقطتين على جانبي الظاهرة مثل ج , د .

3- مد خطين يمران من جانبي الظاهرة وبشكل مائل حتى يلامسان جانبيها تقريبا عند نقاط معينة مثل ج , د يتقاطعان عند و،ويستمران في امتدادهما ج الى س و د الى ص بحيث تكون نقطة التقاطع منتصف امتداد الخطين.

4- رسم خط يصل بين س , ص يساوي المسافة التي يشغلها العائق، كما في الشكل (5-14).[5]



ثالثا-قياس الارتفاع (الفاصل الرأسي):

الفاصل الرأسي هو الفرق في الارتفاع بين نقطتين تقعان على مستويين مختلفين،او بين خط كنتور وأخر،ويكون مقداره ثابت في الخرائط الكنتورية حسب الوضع التضاريسي لكل منطقة مرتفعة او منخفضة،شديدة الانحداراوبطيئة،ففي المناطق السهلية يكون الفاصل الرأسي مابين 1و2م لعدم وجود تباين كبير بين أجزاءه ارتفاعا او انخفاضا، بينما يكون الفاصل كبيرا في المناطق الجبلية والهضبية ويتراوح مابين5 و50م في التلال والمرتفعات التي تقل عن 1000م، في حين تصل الى اكثر من 100م في المرتفعات التي تزيد عن ذلك.

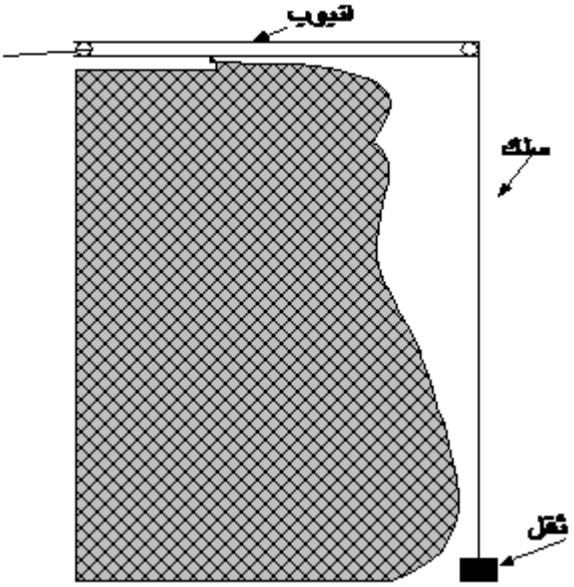
ويتم قياس الفاصل الرأسي بالطرق التالية:

1-قياس الفاصل الرأسي المباشر

يعد قياس الفاصل الرأسي او الارتفاع اكثر صعوبة من قياس المسافة الافقية وحسب طبيعة الانحدار من حيث الشدة والارتفاع، ومن الطرق التي يمكن اتباعها ما يأتي:

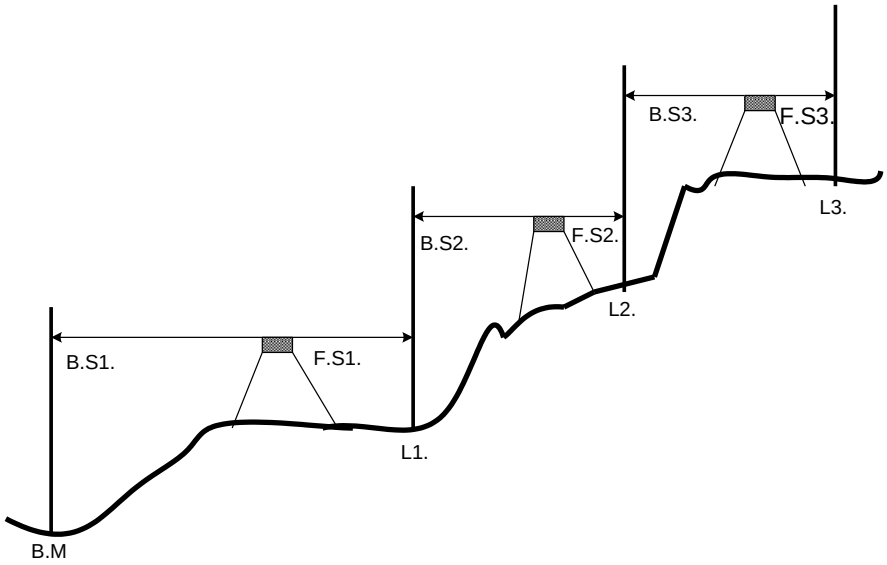
أ- قياس الارتفاعات الشديدة الانحدار:

تستخدم عدة طرق في قياس ارتفاع المنحدرات الشديدة من ابسطها استخدام حبل أو شريط قياس طويل أوسلك يوضع برأسه ثقل ليحافظ على استقامته ويسهل تحركه نحو الأسفل على امتداد المنحدر،اذ يمثل طول الحبل او السلك ارتفاع المنحدر،وفي حالة وجود تحدب بسيط في وسط المنحدر أو أسفله يمكن استخدام أنبوب طويل وخفيف الوزن ويمرر الحبل فيه ويدفع الأنبوب الى الإمام حتى يكون بمستوى منطقة التحدب بحيث يأخذ الحبل وضعا مستقيما حتى اسفل المنحدر، شكل (5- 15).



ب- قياس الفاصل الرأسي او الارتفاع في المنحدرات المتدرجة:

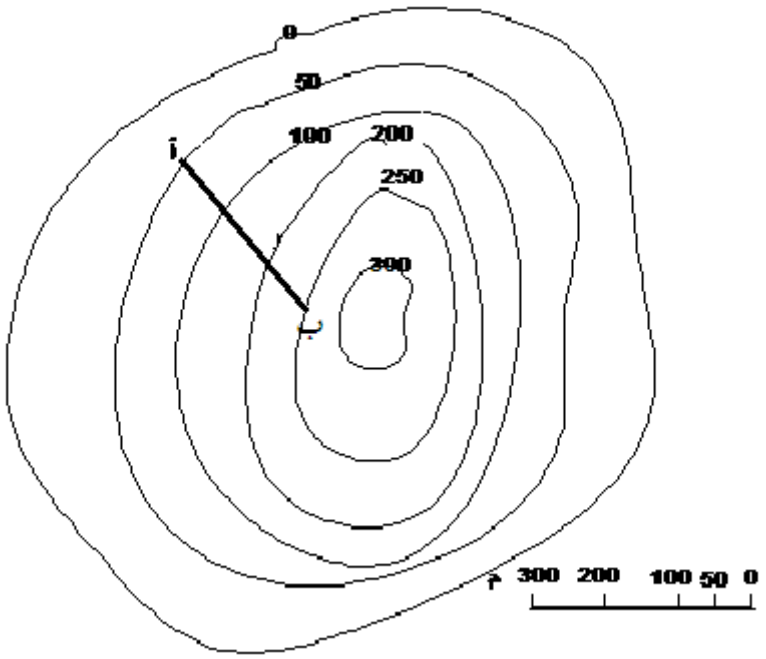
ان قياس الفاصل الرأسي في السفوح المتدرجة الانحدار يحتاج الى جهد اكثر من النوع السابق، وتستخدم أجهزة التسوية المتنوعة الأوتوماتيكية والإلكترونية التي تستخدم في قياس الأبعاد والمناسيب, وخاصة الأوتوماتيكية التي أجريت عليها تحسينات لزيادة الدقة في المعلومات مثل إضافة المايكرومتر الذي زاد من كفاءة تلك الأجهزة في قراءة المسافات الرأسية والأفقية، ويمكن تحديد ارتفاع أية نقطة من خلال استخدام الجهاز الأوتوماتيكي، فعلى سبيل المثال قياس الفاصل الرأسي لمنحدر غير منتظم،كما في الشكل (15-5) اذ تتم قراءة منسوبين أمامي F.s وخلفي B.s وتطرح الأمامية من الخلفية لانها تمثل ارتفاع الجهاز ومن ثم يضاف الناتج الى قيمة النقطة التي بدأ منها القياس والمتمثلة بالنقطة B.M، والتي قد تكون قيمتها صفر اذا كانت من بداية السفح،وفي الشكل (16-5) قيمتها 40م،



وبعد أجراء القياسات على طول المنحدر المطلوب قياسه وعلى شكل مراحل فالمرحلة الأولى بين B.M و L.1 والثانية بين L.1 و L.2والثالثة بينL.2 وL.3، وبعد ألانتها من عملية القياس تجمع القراءات الأمامية وتطرح من مجموع القراءات الخلفية ويضاف الناتج الى قيمة B.M فيمثل الناتج مقدار ارتفاع النقطةL3، فعلى سبيل المثال كان مجموع القراءات الأماميةF.s يساوي 6م ومجموع القراءات الخلفية B.s يساوي 14م تطرح الأولى من الثانية فيكون الناتج 9م والتي تضاف الى قيمة B.M (40+ 9= 49) م ارتفاع النقطة L.3.(6)

2- قياس الارتفاع غير المباشرة:

تعتمد طريقة القياس غير المباشرة على توفر خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة،اذ يمثل الخط الكنتوري مقدار ارتفاع النقطة التي يمر بها،وعليه يمثل عدد الخطوط بين نقطة وأخرى رأسيا مقدار الارتفاع، فعلى سبيل المثال في الشكل (17-5) النقطة أ تقع على خط 50 وب على خط 200 فالفاصل الرأسي 200- 50= 150م .



كما يمكن استخدام طريقة أخرى وهي عدد الخطوط الكنتورية بين نقطة وأخرى X قيمها، ففي المثال السابق عدد الخطوط بين النقطتين 3 تضرب في قيمتها 50 فتساوي 150.

اما المسافة الأفقية بين نقطة وأخرى فيعتمد على مقياس رسم الخريطة الكنتورية الذي يوضح العلاقة بين المسافة على الخريطة والمسافة على الارض،على سبيل المثال مقياس رسم الخريطة1\10000، أي كل واحد سم على الخريطة يساوي 100 م على الأرض،فإذا كانت المسافة على الخريطة 5سم فعلى الأرض تساوي 5X 100=500م.

ثالثا - قياس خصائص الانحدار:

بعد أيجاد قيم كل من الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية يمكن التعرف على عدة خصائص للمنحدرات منها ما يأتي:

1- قياس معدل الانحدار:

يقاس معدل الانحدار من خلال العلاقة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية وحسب القانون آلاتي:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الافقية}}$$

فعلى سبيل المثال أيجاد معدل الانحدار لسفح جبل كما محدد في الشكل (5- 18) اذ كان الفاصل الرأسي 100م والمسافة الأفقية 3000م فيكون المعدل

$\frac{100}{3000} = \frac{1}{30}$ أي كل 30 م تنحدر 1م.

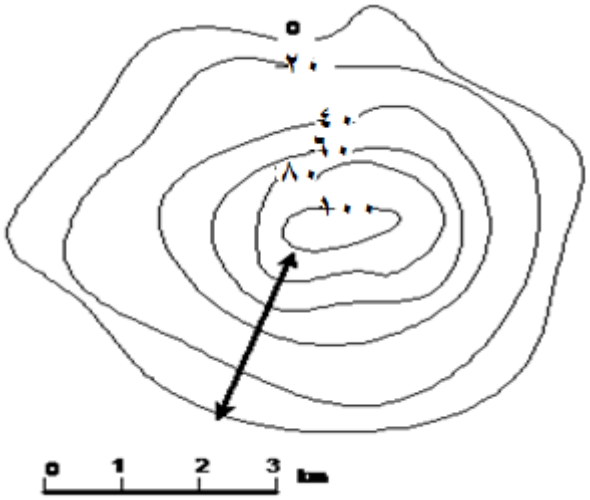
ان ما يجب الانتباه له ان معدل الانحدار يكون بسط ومقام.

2- نسبة الانحدار:

يطبق القانون السابق ويضرب 100 x

نسبة الانحدار $= \frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الافقية}}$ X 100

$$\%3.33 = 100x\frac{100}{3000}$$



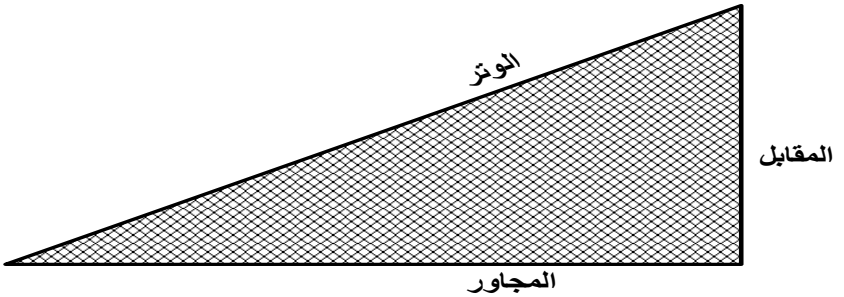
3- درجة الانحدار:

تقاس درجة الانحدار بعدة طرق منها مايأتي:

$$\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

أ- ظل الزاوية الناتج من العلاقة بين المقابل والمجاور،أي المقابل يعني الفاصل الرأسي والمجاور المسافة الافقية،اذ يكون الشكل الناتج عن تلك العلاقة مثلث يتضمن وتر الانحدار

والذي يعبر عن مقدار انحداره شكليا أيضا، شكل (5- 19) مثلث يوضح المقابل والمجاور ووتر الانحدار.



على سبيل المثال الفاصل الرأسي 250م والمسافة الافقية 3000م،فيكون ظل الزاوية =

$\frac{250}{3000}$ = 83 0و0 ويقابلها درجة انحدار= 5

ب- تطبيق القانون الأتي:

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي} \times 57'3}{\text{المسافة الافقية}}$$

ان الرقم 57,3 مقدار ثابت في القانون ويتم تقريبه في بعض الأحيان الى 60 لتسهيل العمليات الحسابية وقلة التغير في النتيجة.

وتطبيقا للمثال السابق درجة الانحدار $5=\frac{57.3x250}{3000}$

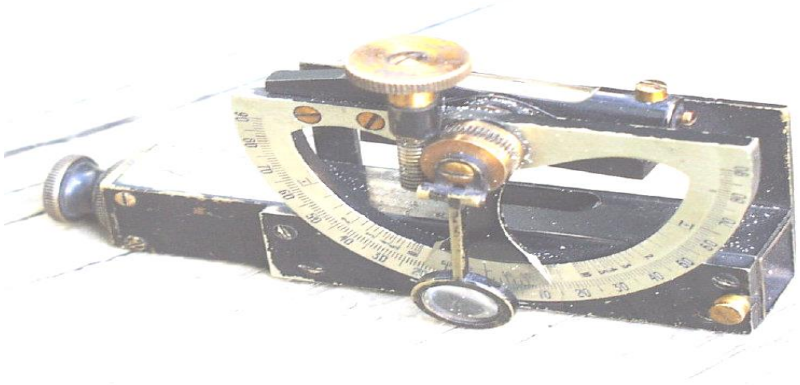
ج- استخدام أجهزة القياس:

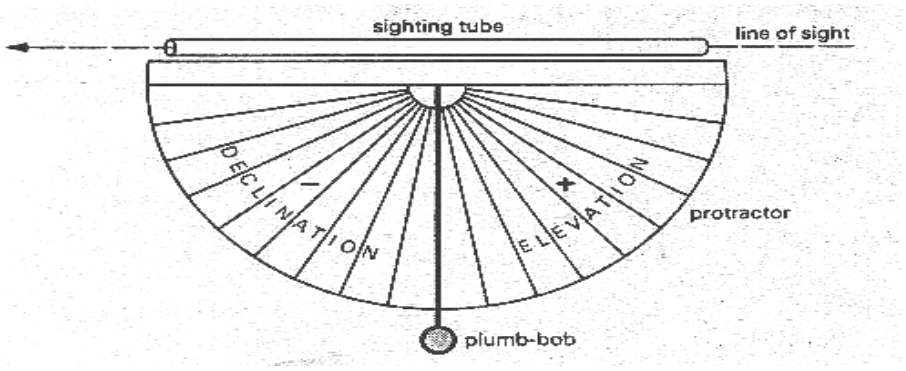
يمكن قياس درجة الانحدار باستخدام بعض الأجهزة المعدة لهذا الغرض والبسيطة الاستخدام والتي تحقق نتائج دقيقة ومنها ما يأتي:

1- الكلانوميتر Clinometer

ويعد من ابسط الأجهزة التي تستخدم لقياس درجة الانحدار وعلى درجة كبيرة من الدقة، فضلا عن انه صغير الحجم،اذ يتكون من منظار صغير يتضمن فقاعة توازن بداخله ومثبت في أسفله قرص نصف دائري مقسم الى نصفين كل منهما 90 درجة ويتحرك فوقه مؤشر يتحرك مع حركة المنظار الى الأعلى والأسفل حتى تستقر الفقاعة على الشاخص الذي يثبت فوق النقطة التي يراد قياس درجة الانحدار نحوها، شكل (5- 20أ).

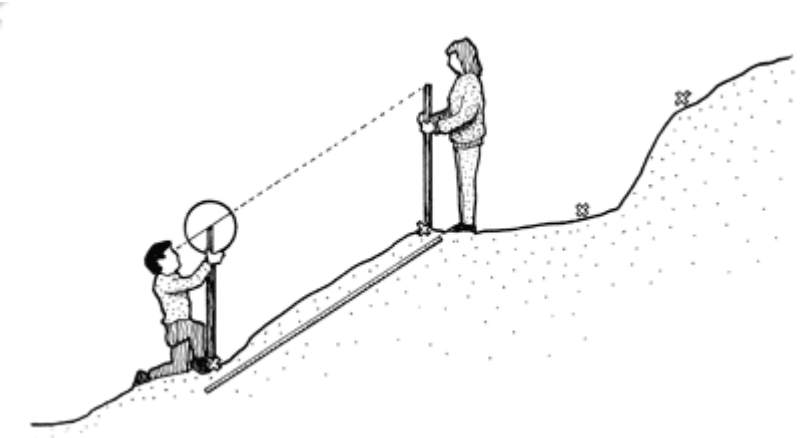
كما يوجد نوع أخر يتكون من قرص نصف دائري أيضا فوقه منظار أنبوبي الشكل والذي بواسطته يحافظ على المسافة الأفقية حسب الشاخص المثبت لهذا الغرض، ويتضمن مؤشر يتحرك فوق القرص،ويعمل بنفس آلية النوع السابق، شكل (5- 20ب).





2- البانتوميتر Pantometer

يستخدم هذا النوع لقياس درجة انحدار الحواجز المحدودة المسافة وتحول دون استخدام النوع السابق،والتي تكون موازية في امتدادها للانحدار،ويتكون الجهاز من قرص مقسم الى قسمين كل منهما 180 درجة ومثبت على حامل يتضمن فقاعة توازن ومثبت على قاعدة مستطيلة الشكل،ويتضمن مؤشر يتحرك مع ميل القاعدة وبالتوازن مع الفقاعة توضح درجة ميل الحاجز, شكل (5- 21).[7]



وتعد درجة الانحدار ذات أهمية كبيرة بالنسبة للانشطة التي تقام على السفوح،والتي من خلالها تحدد صلاحيتها للنشاط ام لا، كما يستفاد منها في معرفة قيمة الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية اذا كان أحدهما معلوم والآخر مجهول ومن خلال تطبيق القوانين آلاتية:

1-الفاصل الرأسي $= \frac{\text{المسافة الافقية} \times \text{درجة الانحدار}}{60}$

ومن المثال السابق $= \frac{3000x5}{60} =$ 250م

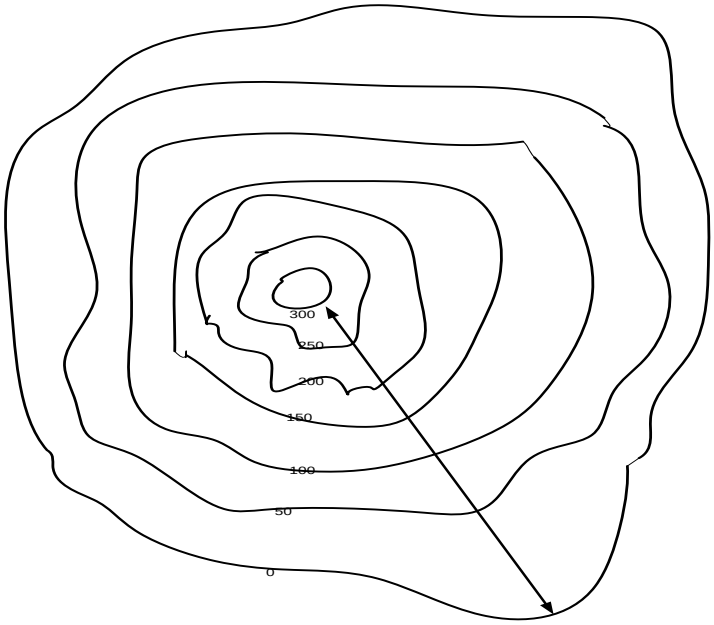
2-المسافة الافقية $= \frac{\text{الفاصل الرأسي} \times 60}{\text{درجة الانحدار}}$

ومن المثال السابق $= \frac{60x250}{5} =$ 3000م

المبحث الرابع- تمثيل الانحدارات كميا ونوعيا

اولا- رسم مقطع طولي للمنحدر.

تستخدم المقاطع الطولية للتعبير عن طبيعة الانحدار من حيث الانتظام والشدة والتحدب والتقعر، ويعتمد رسمها على توفر خريطة كنتورية للمنحدر لمعرفة الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية،على سبيل المثال رسم مقطع لسفح مرتفع وكما مؤشر على الخريطة في الشكل (5- 22) اذ كان الفاصل الرأسي 50م والمسافة الأفقية كل 1سم على الخريطة يقابله 250م على الأرض، أي 1/ 25000 .



يتم قياس المسافة الافقية بين كل خط كنتور واخر حسب مقياس رسم الخريطة، والتي تكون كما يلي:

650= 50—0

250= 100—50

200= 150—100

250= 200—150

150= 250—200

300=300—250

اذ بلغ طول المسافة الافقية للمقطع 1800م،اما الارتفاع او الفاصل الرأسي فيساوي 300م.

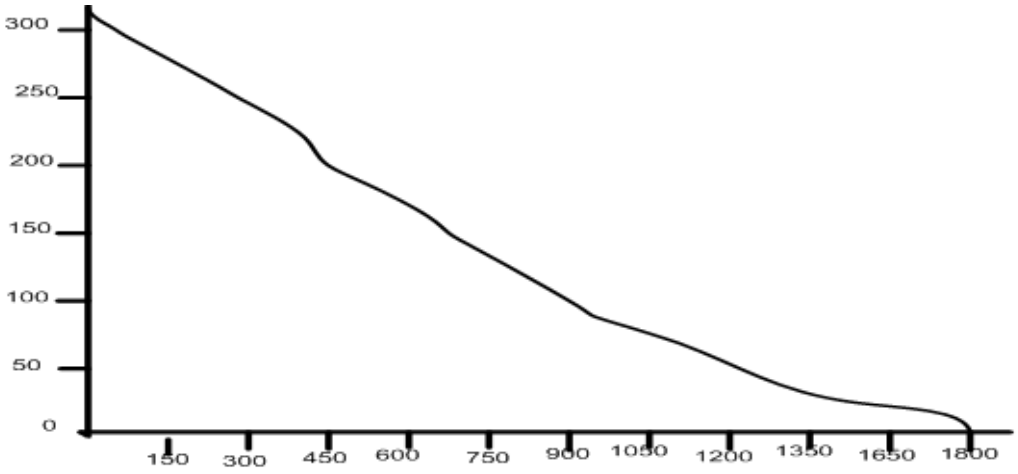
وبعد توفر تلك المعلومات تتبع الخطوات آلاتية:

أ- رسم خط عمودي يمثل الارتفاع ويتم ترقيمه بشكل متدرج من الأسفل الى الأعلى حسب تدرج أرقام الخطوط الكنتورية.

ب- رسم خط افقي يمثل المسافة الأفقية للمنحدر وبشكل متدرج أيضا من الأصغر الى الأكبر، على ان يغطي المسافة الكلية للمقطع والبالغة في المثال السابق 1800م.

ت- معرفة المسافة الأفقية بين خط كنتور وأخر لتثبيتها مقابل الرقم الذي يمثلها ارتفاعا.

ث -بعد تثبيت المسافات بين خط واخر بنقاط والتي تبدأ بالعكس من الأعلى نحو الأسفل يتم توصيل تلك النقاط ببعضها فيظهر خط منحدر يعبر عن طبيعة السفح في ذلك الموضع ، وكما في الشكل(5- 23) يمثل مقطع طولي للمنحدر.

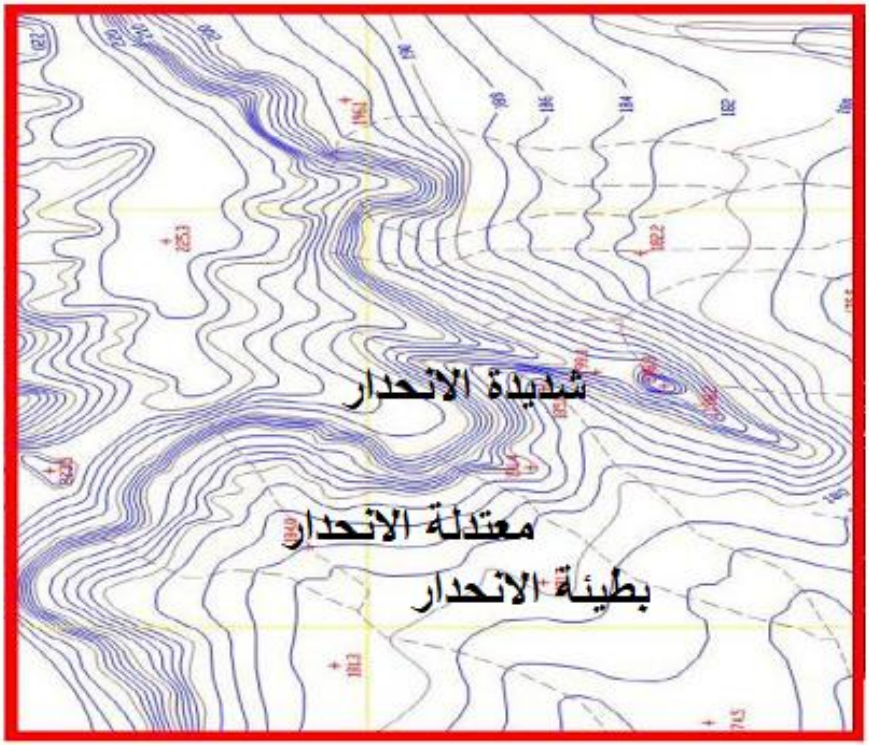


ثانيا- تمثيل الانحدارات كميا ونوعيا:

ان تمثيل انحدار مظاهر سطح الأرض يعد ذا أهمية كبيرة في مجالات مختلفة كالطرق والعمران والسدود والخزانات،والتي توضح طبيعة انحدار الأرض وتباين التضاريس في أي موضع،ويتم ذلك بعدة طرق منها ما يأتي:

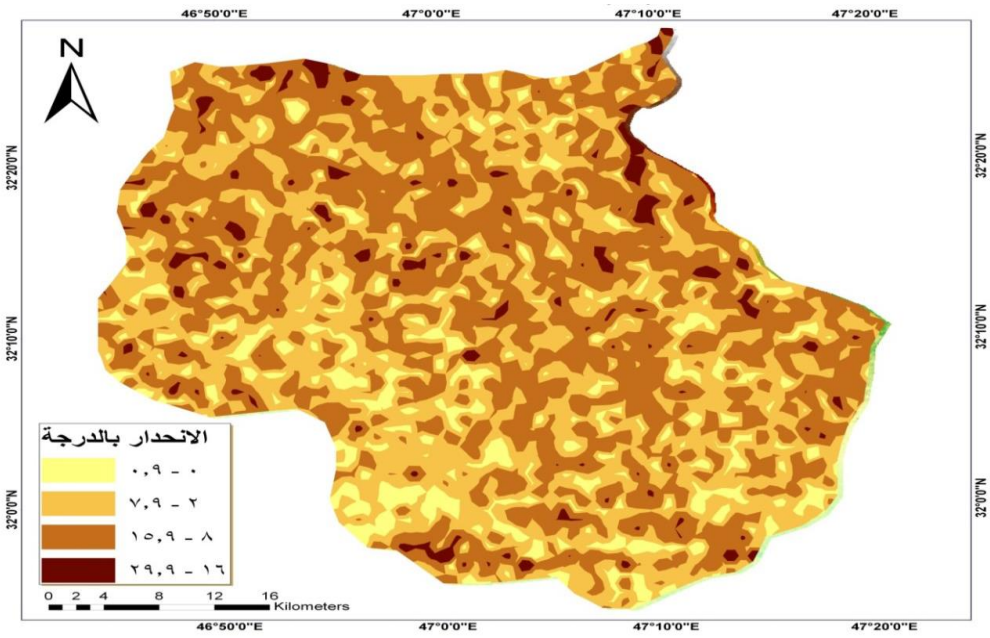
1-استخدام الخطوط الكنتورية في تمثيل الانحدارات

تستخدم الخطوط الكنتورية في تمثيل الانحدارات،اذ تمثل الخطوط الكثيفة شدة الانحدار وتباعدها بطيء او اعتدال الانحدار،شكل(24-5)خريطة كنتورية تمثل الانحدارات.



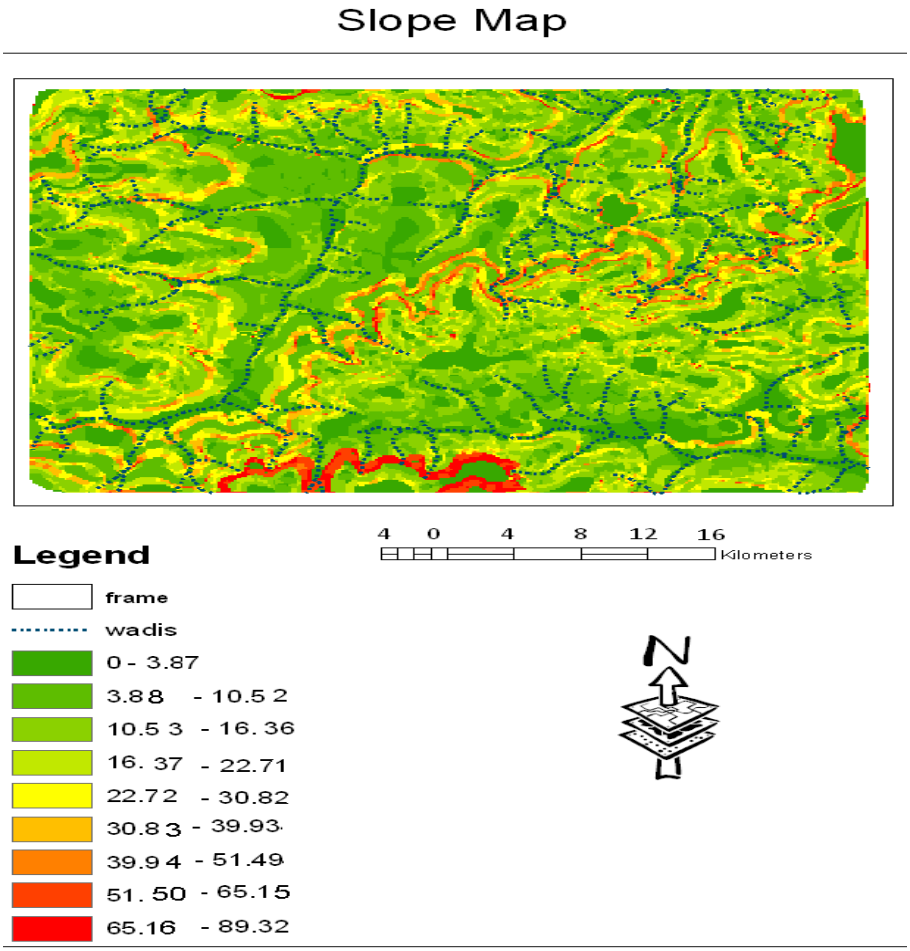
2- تمثيل الانحدارات بتدرج الالوان

يمكن تمثيل الانحدارات في منطقة الدراسة من خلال التدرج في الالوان من اللون الغامق الى اللون الفاتح،شكل(25-5)تمثيل الانحدارات بتدرج الالوان.



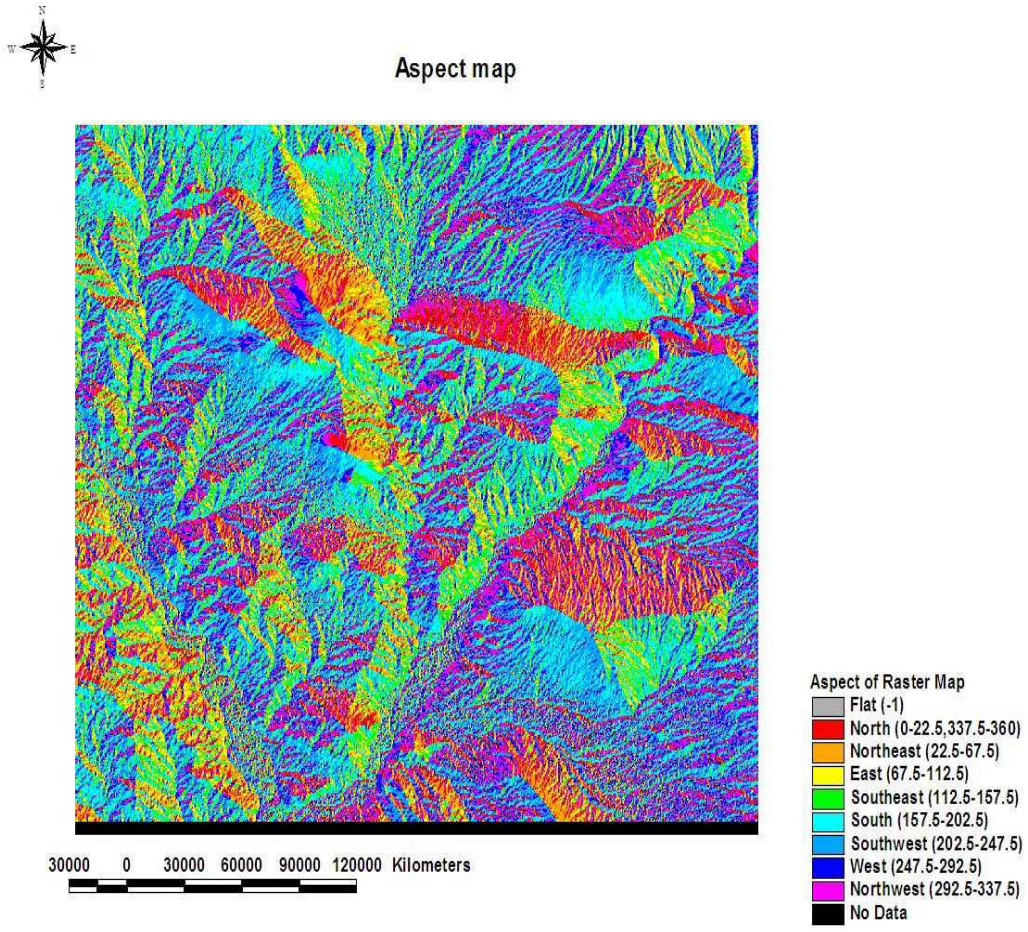
3- تمثيل الانحدارات بتنوع الالوان

يعد تنوع الالوان من الاساليب التي استخدمت في تمثيل الانحدارات في منطقة الدراسة،شكل(5-26)تمثيل الانحدارات بالالوان.

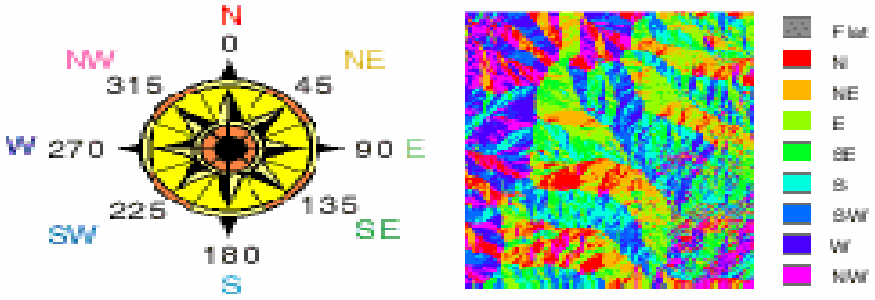


4- تمثيل الانحدارات باستخدام التمثيل المجسم

يتم تمثيل الانحدارات باستخدام التمثيل المجسم لمظاهر السطح،والتي يتضح من خلالها طبيعة الانحدار في منطقة الدراسة واتجاهاتها،شكل(5- 27)تمثيل الانحدارات بالمجسمات.

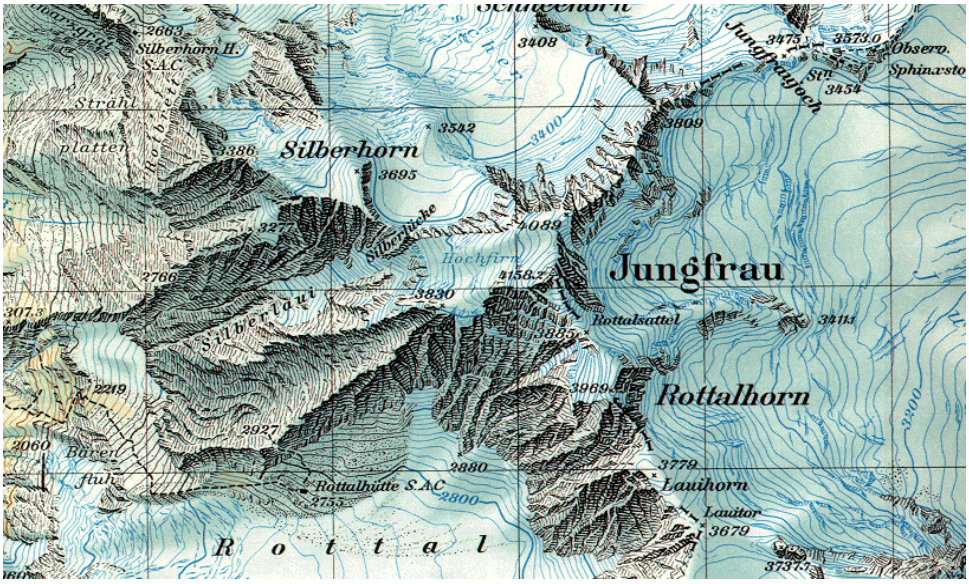


وقد يتم تحديد اتجاهات الانحدارات من خلال استخدام الوان تعبر عن تلك الاتجاهات،شكل(5-28)تمثيل اتجاهات الانحدارات.[8]



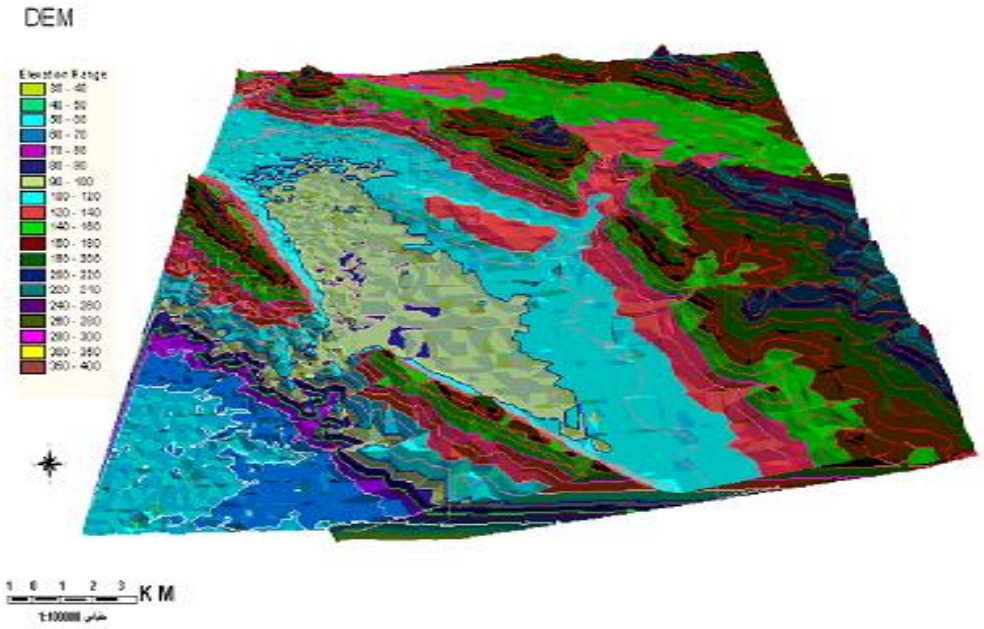
5-استخدام الوضع الطوبوغرافي والخطوط الكنتورية في تمثيل الانحدارات:

تستخدم الخرائط الطوبوغرافية والخطوط الكنتورية في تمثيل انحدارات منطقة الدراسة،شكل(5-29)خريطة تمثل الانحدارات،اذ توضح تلك الخرائط شدة انحدار الارض وطبيعة الخطوط الكنتورية التي تمر عبر كل منطقة.



6-استخدام اسلوب المجسمات والتلوين:

تستخدم برامجيات نظم المعلومات الجغرافية GIS في تمثيل الانحدارات باستخدام المجسمات والتلوين ،بحيث تعبر عن طبيعة كل جزء من منطقة الدراسة،شكل(30-5)خريطة انحدارات باستخدام برنامجDEM .



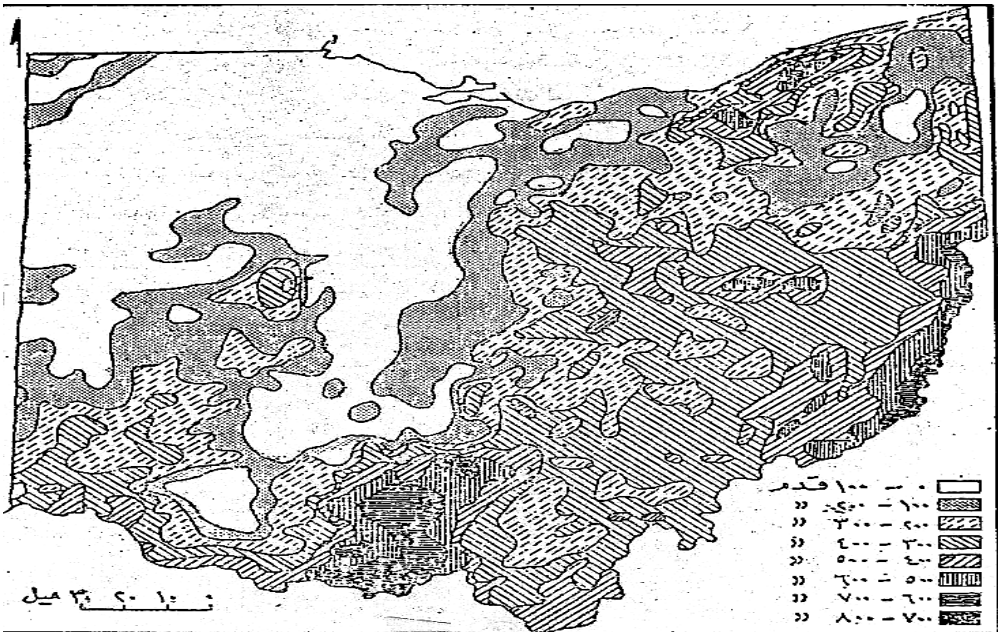
8- استخدام اسلوب التظليل.

توجد عدة اساليب لتمثيل الانحدار بطريقة التظليل منها:

أ- طريقة سميث:

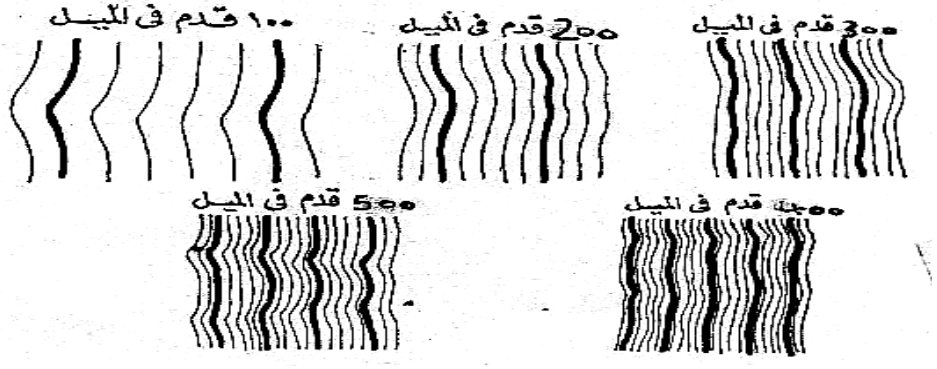
تتطلب هذه الطريقة خريطة كنتورية للمنطقة،اذ يتم تقسيم الخريطة الى عدة مستطيلات مساحة كل واحد منها على الارض 6,75X4,4 ميل،اما على الخريطة فحسب مقياس رسمها،ثم يحسب الفرق بين أعلى وادنى نقطة في كل مستطيل وتوصل القيم المتساوية بخطوط التساوي وبفاصل رأسي مقداره 100قدم،ومن ثم تظلل المناطق المتشابهة فتظهر عدة مناطق متميزة عن بعضها بالارتفاع وبفارق 100قدم بين منطقة وأخرى.

وقد طبق سميث ذلك على ولاية اوهايو الأمريكية والتي كان مقياس رسمها 1/ 600000 فظهرت ثمانية مناطق متميزة، كما أوجد نسبة مساحة كل منطقة من المساحة الكلية للولاية، وتم تحديد طبيعة توزيع التضاريس من جبال وسهول فيها، شكل (5 - 31).[9]

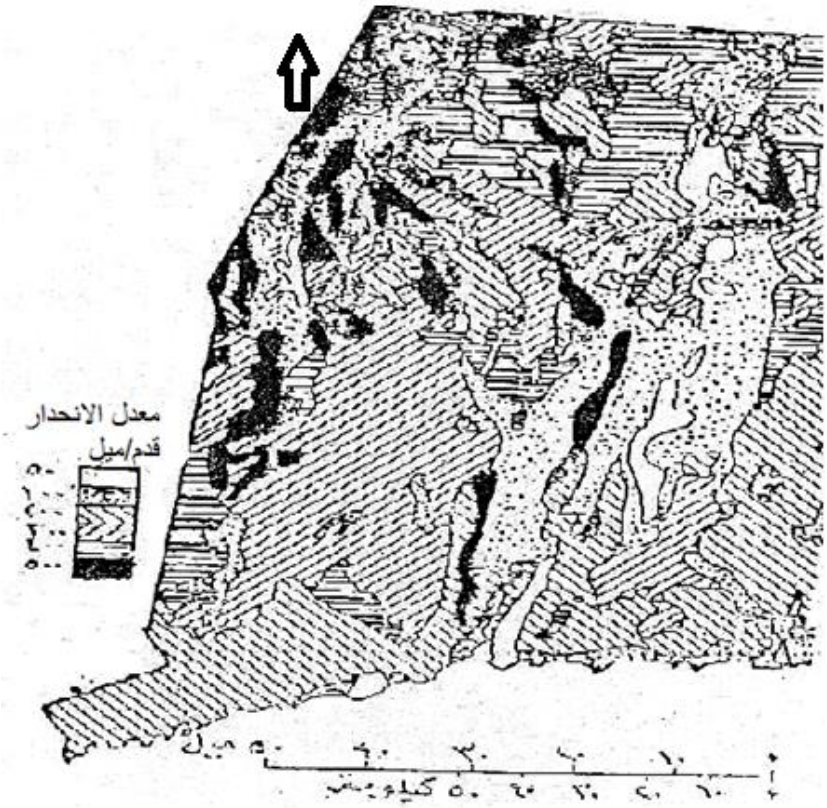


ب- طريقة رويس وهنري:

لقد اتبع الباحثان طريقة تقسيم الخريطة الى أقسام صغيرة على أساس كثافة الخطوط الكنتورية في كل قسم وعلى أساس ان مقياس رسم الخريطة بوصة/ ميل (1/ 63360)،وكان في كل بوصة خمسة خطوط كنتورية والفاصل الرأسي بين خط واخر20 قدم، وعليه يكون الارتفاع في هذه الحالة 20X5= 100 قدم في الميل الواحد،وكلما زاد عدد الخطوط في البوصة الواحدة يزداد مقدار الفاصل الرأسي، فإذا كان عدد الخطوط 10 فالفاصل 20X10= 200 قدم/ ميل،وهذا يعني كلما زاد عدد الخطوط المارة في البوصة الواحدة زاد الانحدار، شكل (5- 32أ).



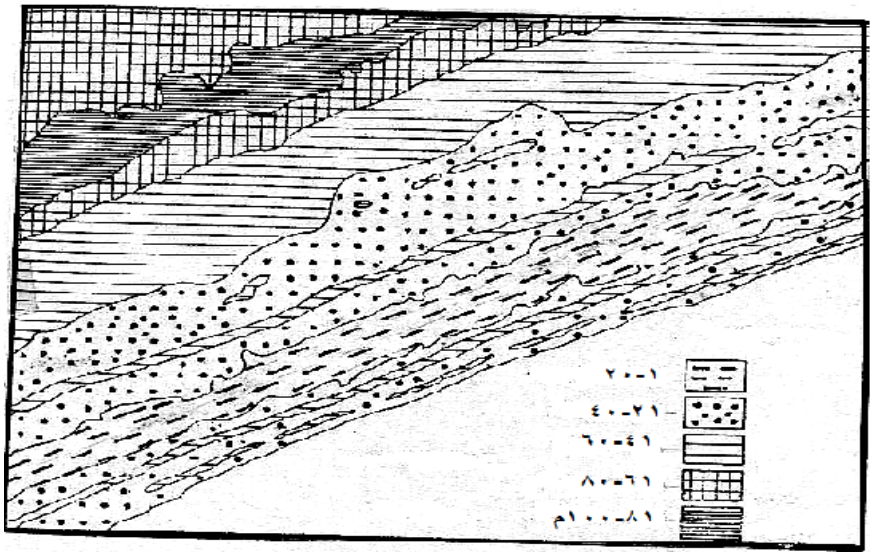
وتتوقف طبيعة انحدار أية منطقة على ما تتضمنه من تضاريس،اذ تحدد طبيعة انحدار كل منطقة وإظهار اوجه التشابه والاختلاف ضمن المنطقة الواحدة وبين منطقة واخرى،ومن ثم تظليلها بشكل يتناسب مع كثافة الخطوط الكنتورية، شكل (5- 32ب)،ويمكن تحويل تلك الخطوط إلى درجات انحدار.[10]



ت- طريقة روبنسون:

تعتمد هذه الطريقة على خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة ويتم تقسيمها الى مربعات صغيرة المساحة تصل الى اقل من ربع ميل لغرض الدقة في المعلومات،وتدون داخل كل مربع قيم الخطوط الكنتورية المارة به،وفي حالة وقوع المربع بين خطي كنتور دون ان يمرا به تدون داخل المربع متوسط قيمة الخطين،وبعد الانتهاء من تدوين كافة القيم داخل المربعات يجري تصنيف القيم المتشابهة داخل المربعات من أعلى الى أدنى قيمة،وبعد ذلك تظلل مواقع القيم بشكل متدرج ويتناسب مع تدرج مقادير تلك القيم بحيث تكون الاكبراكثر تظليلا والأصغر

اقل،وقد طبقت تلك الطريقة على جزء من إقليم مريوط غرب ألا سكندرية في مصر فظهرت كما في الشكل (33-5).[11]



ثالثا- رسم خرائط وإشكال للمنحدرات:

ان دراسة منحدرات أية منطقة يمكن ان تترجم الى خرائط وأشكال توضح طبيعتها من حيث الشكل العام ودرجة الانحدار ونقاط التغير في درجة الانحدار واتجاهه،وباستخدام رموز للدلالة على تلك العناصر والتي يمكن الاستفادة منها عند تخطيط المشاريع المختلفة لانها توضح المواضع الشديدة الانحدار والبطيئة والمناطق المحدبة والمقعرة ودرجة التغير في مقطع المنحدر الطولي،وقد تم استعراض بعضها في المواضيع السابقة.

المبحث الخامس- دراسة ميدانية لمنحدرات بعض المظاهر الجيومورفولوجية

بعد استعراض الجوانب الاساسية للدراسات الميدانية في الفصول والفقرات السابقة لابد من أجراء دراسة تطبيقية ميدانية على بعض المظاهر الجيومورفولوجية لتكون مثالا للتطبيق على المظاهر الأخرى التي تتضمن عناصر مشابهة, ومنها مايأتي:

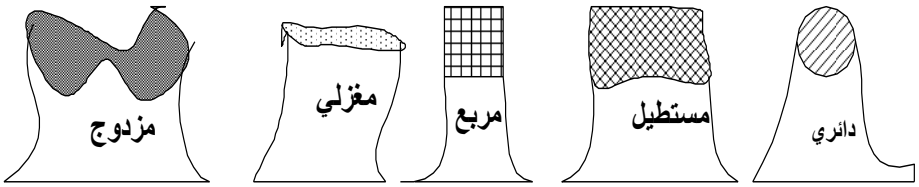
اولا- الميسات

تعد الميسات من المظاهر الواسعة الانتشار وتتضمن الكثير من العناصر التي توجد في المظاهر الأخرى, لذا يمكن الاستفادة من الدراسة التطبيقية الميدانية الوصفية المورفومترية والتفسيرية لتلك الظاهرة في دراسة معظم مظاهر السطح.

وتكون كما يأتي:

1- تحديد موقع الظاهرة بالنسبة للمظاهر المحيطة بها كالوديان والسهول والأحواض والحافات والهضاب والميسات الأخرى.

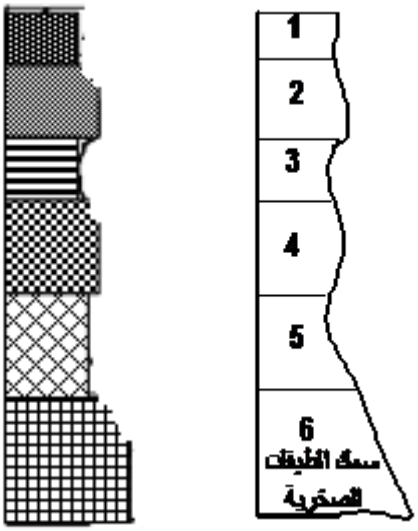
2-شكل الميسا, دائري, مستطيل, مربع, مخروطي, مغزلي, منفردة, مزدوجة , الشكلان (5- 34أ- ب) مخطط وصورة لانواع الميسات.



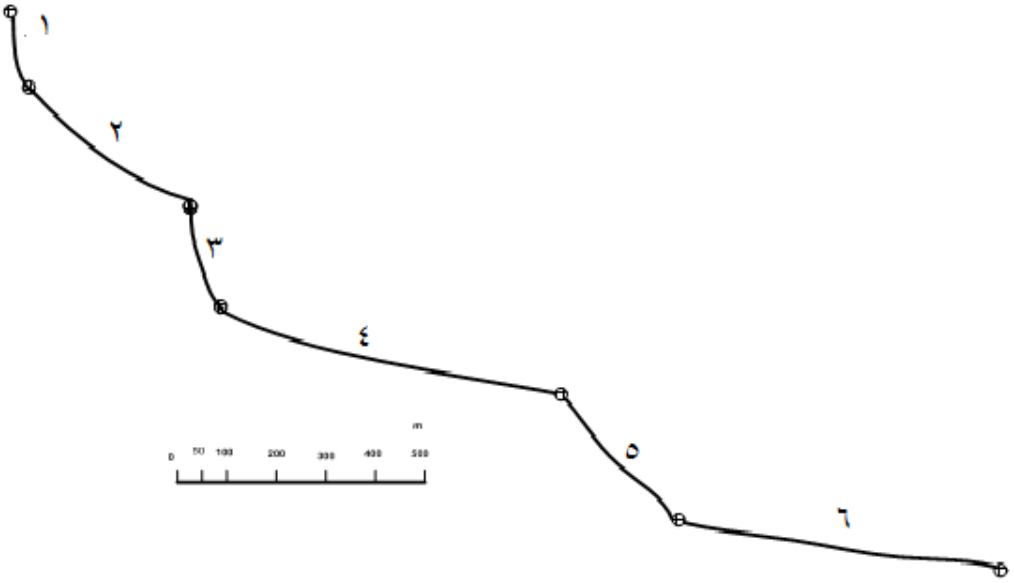


3- اتجاه الظاهرة بالنسبة للاتجاهات العامة, شمال جنوب, شرق غرب, او أي اتجاه أخر بين الاتجاهات الرئيسية.

4-الطبقات الصخرية المكونة للظاهرة التي يمكن تميزها من خلال أسطح الانفصال واللون والنسجة, وترقيمها من الأعلى الى الاسفل او بالعكس,واخذ نموذج من كل طبقة ووضعه في كيس ويكتب عليه رقم تلك الطبقة لغرض تحليلها والتعرف على نوع الصخور المكونة لتلك الظاهرة, كما يقاس سمك الطبقات وتحدد المواضع المتعرضة الى عمليات التجوية والتعرية, ويتم تجسيد ذلك بمقطع طولي لتلك الطبقات, شكل(35-5).



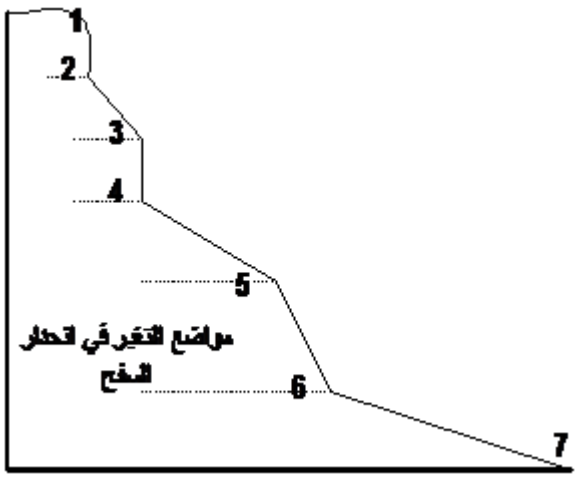
5- تحديد مواضع التغير في انحدار سفوح الظاهرة في الجهات التي يراد دراستها من أسفل الظاهرة الى اعلاها,او بالعكس، شكل (36-5)،كما يتم اختيار مقياس رسم للشكل حسب قصر وطول المسافة بين كل نقطتي تغيير.



ومن ثم قياس المسافة الافقية وزاوية الانحدار بين نقطة واخرى باستخدام أجهزة القياس المتاحة مثل شريط قياس المسافة الأفقية والكلانوميتر لقياس زاوية الانحدار,كما في الجدول رقم(3-5)

مواضع التغير	المسافة/م	الزاوية	الارتفاع/ م	درجة الانحدار
1 --- 2	3	45°	3	90
2---3	6	30°	3	60
3---4	4	45°	4	90
4---5	15	10°	2,5	20
5---6	8	35°	4,6	70
6---7	15	18°	4,5	36

ومن خلال تمثيل كل من المسافة الافقية وزاوية الانحدار والارتفاع لكل مسافة بين نقطتي تغيير يتكون شكل يمثل طبيعة انحدار السفح،شكل(37-5).



ومن خلال هذه القياسات يمكن معرفة ارتفاع كل جزء والتي يمثل مجموعها ارتفاع الظاهرة ومن تطبيق المعادلة الآتية يتم الحصول على الارتفاع .

$$\text{الارتفاع} = \frac{\text{زاوية الانحدار} \times \text{المسافة الافقية}}{60}$$

ومن تطبيق ذلك على المثال السابق كانت النتائج كما في الجدول رقم(3-5),والتي يمثل مجموعها ارتفاع الظاهرة ويساوي (21,6م),كما يمثل مجموع المسافات الأفقية بين نقاط التغير طول منحدر الظاهرة ويساوي(51 م).

و من تلك المعلومات يمكن معرفة درجة الانحدار بين نقاط التغير من خلال تطبيق المعادلة آلاتية:

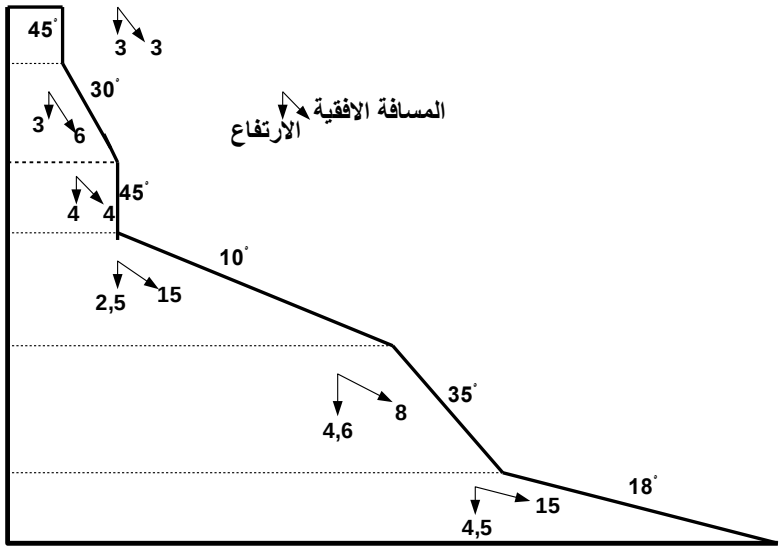
$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الارتفاع} \times 60}{\text{المسافة الافقية}}$$

$$25 = \frac{60 \times 22}{51}$$

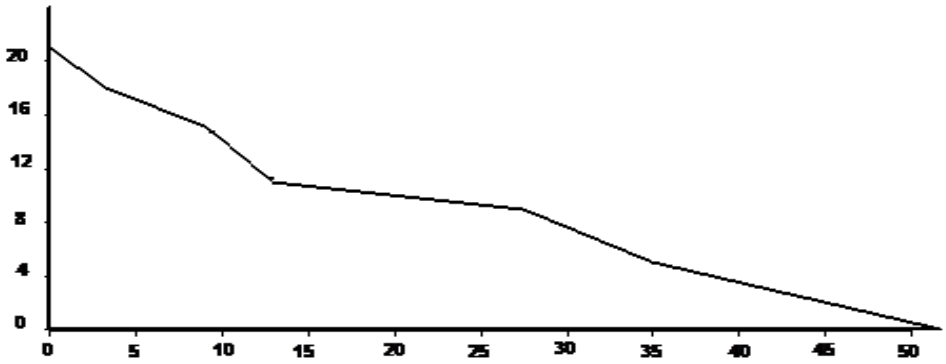
ومن تطبيقها على المثال السابق كانت النتائج كما في الجدول رقم(3-5).

6-المعدل العام لانحدار الظاهرة ويساوي $= \frac{21,6}{51} = \frac{4}{10}$

7- رسم مخطط للظاهرة يتضمن المسافة الأفقية بين نقاط التغير وزاوية الانحدار والارتفاع, شكل (38-5).

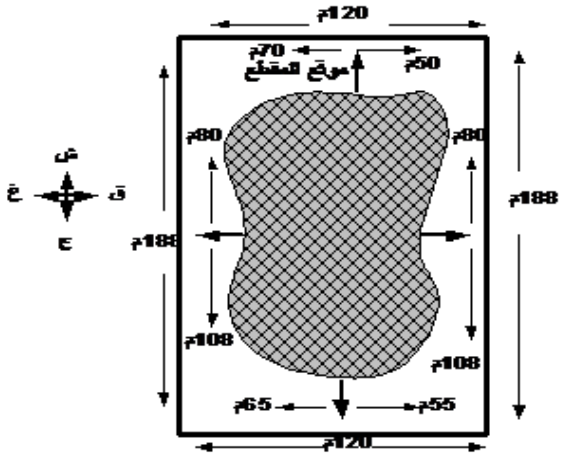


8-رسم مقطع طولي للمنحدر اعتمادا على الارتفاع والمسافة الأفقية والذي يوضح شكل الانحدار محدب, مقعر, منتظم,غير منتظم,شكل(5- 39).



9- اتجاه ميل الطبقات الصخرية مع الانحدار أم عكسه ودرجة ميلها,اذ توجد اجهزة خاصة بميل الطبقات،والذي يقيس اتجاه ودرجة الميل.

10- اجراء عمليات الرفع المساحي للظاهرات التي يراد رسم مقاطع طولية وعرضية لها،والتي تمثل الحدود التي يبدأ منها القياس من جهة وينتهي عندها في الجهة الاخرى،وفي هذه الحالة يتم تحديد النقاط التي ينتهي عندها القياس حول الظاهرة,وقياس الأبعاد بين تلك النقاط, شكل (5-40), كما تحدد مواقع المقاطع بالنسبة للأبعاد,ويستفاد من هذه العملية في أجراء رفع مساحي للظاهرة وتمثيلها بخرائط كنتورية,وفي معرفة اكثر الجهات تعرضا للتغير بسبب العمليات الجيومورفولوجية.



11- طبيعة المناخ السائد في المنطقة واثر عناصره من حرارة ورياح وتساقط على الظاهرة.

12- العمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في تكوين الظاهرة في الماضي والحاضر,وتحديد أيهما اكثر تأثيرا.

13- التراكيب الاولية والثانوية التي تتضمنها الطبقات الصخرية ودورها في وجود تلك الظاهرة.

14- علاقة الظاهرة بالظواهر المحيطة بها ومدى تأثيرها عليها في الماضي والحاضر،على سبيل المثال تعمل الاودية المارة من إحدى جهات الميسا على تركز التعرية المائية في تلك الجهة اكثر من الجهات الأخرى .

15- اثر النشاط البشري في تلك الظاهرة بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

ثانيا- الكثبان الرملية

تنتشر الكثبان الرملية في الطبيعة بأشكال مختلفة متأثرة بالرياح السائدة وكمية الرمال وطبيعة مظاهر السطح في منطقة وجودها,ويمكن دراسة تلك الاشكال وصفيا ومورفومتريا كأي ظاهرة أخرى لمعرفة الأسباب والتطورات التي يشهدها هذا النوع من المظاهر,والعمليات التي أسهمت في وجودها,والعناصر التي يمكن قياسها, وسيتم تناول كل نوع من الكثبان على حده وكما يأتي:

1- الكثبان الطولية

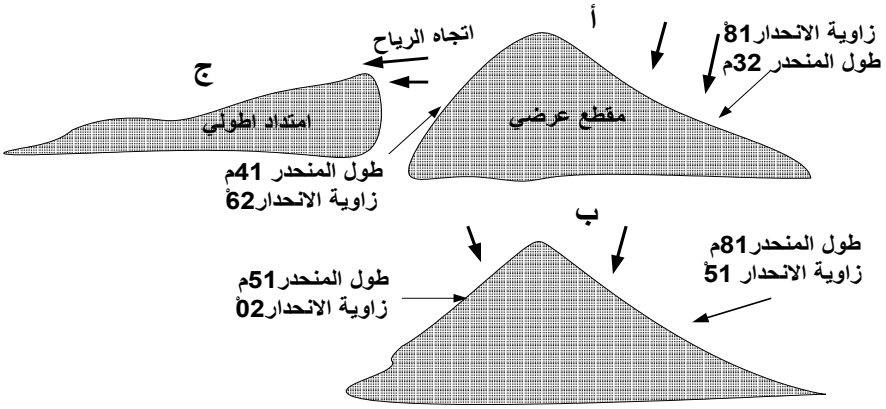
تتخذ بعض الكثبان الرملية شكلا طوليا موازيا لاتجاه الرياح العام,وقد يكون الشكل العام للكثيب مختلفا من مكان لاخر متأثرا باتجاه هبوب الرياح, ففي المناطق التي تهب فيها الرياح من اتجاه واحد وتغير اتجاهها لفترة قصيرة او لأيام معدودة لذا يكون شكل الكثيب محدب او مقوس من الأعلى, ويكون امتداده طويل وانحداره متوسط في الجهة المواجهة للرياح, بينما تكون الجهة المعاكسة قصيرة الامتداد وشديدة الانحدار, شكل (5- 41أ).

اما في المناطق التي تتغير فيها زاوية اتجاه الرياح ومن نفس الجهة على سبيل المثال غربية وشمالية غربية يؤدي ذلك الى تغير مظهر الكثيب فيكون بدل المحدب على شكل زاوية حادة, شكل (5- 41ب) اما الخصائص الأخرى كالامتداد وزاوية الانحدار متشابهة في النوعين, وقد تم قياس أحد الكثبان ميدانيا فكان طول انحدار الكثيب في الجهة المواجهة للرياح 23م وزاوية الانحدار 18°, اما الجهة المعاكسة طول الانحدار 14م والزاوية 26° .

ومن قياس تلك العناصر يمكن معرفة درجة الانحدار وارتفاع الكثيب في موقع القياس بتطبيق القوانين المارة الذكر في الفقرات السابقة من هذا الفصل.

ومن الجدير بالذكر ان ارتفاع الكثيب يقل بالتدريج من بدايته الى نهايته, اذ يرتفع في البداية لترسب اكبر كمية من الرمال التي تحملها الرياح وخاصة الخشنة منها عندما تنخفض سرعتها بسبب اصطدامها بعائق طبيعي,اما الناعمة الخفيفة الوزن فتنقلها الرياح الى وسط واخر الكثيب وبكميات اقل, شكل (41-5ج),ويفضل في مثل هذه الحالة قياس عدة مقاطع على طول الكثيب للتعرف على الكثير من الخصائص التي تميزه عن غيره.

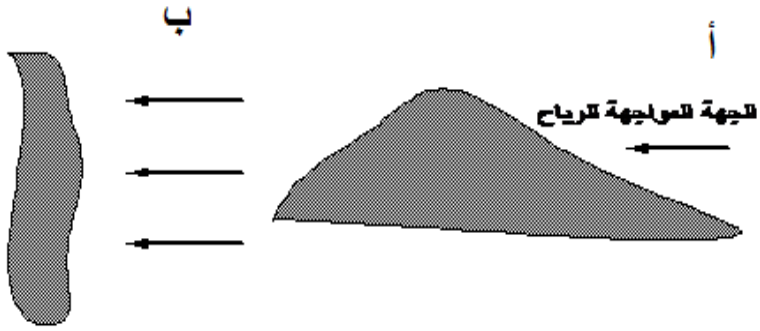
شكل (40-5) مقاطع من الكثبان الرملية الطولية



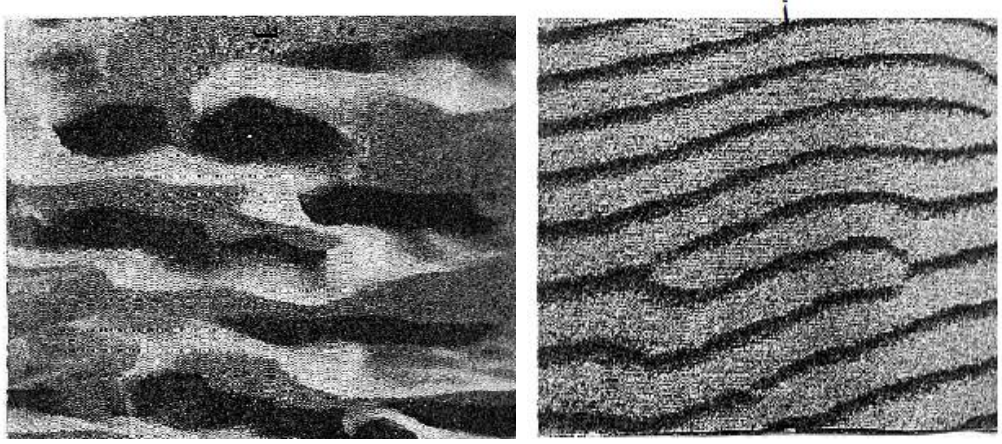
2- الكثبان المستعرضة

تتخذ بعض الكثبان الرملية وضعا متعامدا على اتجاه هبوب الرياح فتكون الجهة المواجهة لهبوب الرياح طويلة الامتداد وبطيئة الانحدار,اما الجهة المعاكسة قصيرة الامتداد وشديدة الانحدار, شكل (5- 42أ), وقد تم قياس أحد الكثبان المستعرضة فكان امتداده في الجهة المواجهة للرياح 51م وزاوية الانحدار ˚5, اما الجهة المعاكسة فكان امتداده 14م والزاوية˚30 .

وقد تكون الكثبان الرملية المستعرضة متقاربة في ارتفاعها على طول امتدادها لتوزيع الرمال عليها بشكل متساوي لتعرض جميع أطراف الكثيب الى الرياح المحملة بالرمال في نفس الوقت وبكميات متساوية, شكل (42-5ب).

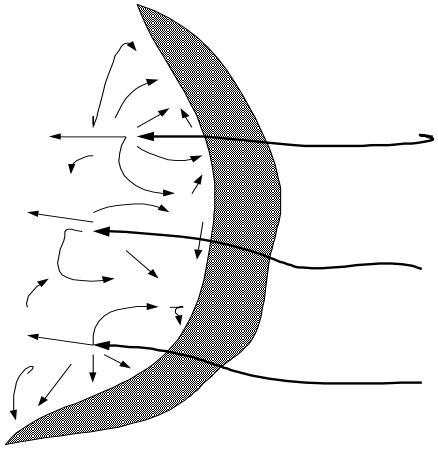


وتظهر على الجهة المواجهة للرياح تموجات صغيرة ومتقاربة تصل الى بضع سنتمترات, وتكون منتظمة في امتدادها وشكلها في المناطق التي تتعرض الى رياح من جهة واحدة وقليلة التغير,شكل (43-5أ), في حين تكون غير منتظمة في شكلها وامتدادها في المناطق التي يتغير فيها اتجاه الرياح بشكل مستمر,شكل (5- 43ب),وتتخذ نفس النمط العام للكثبان الرملية في شكلها،اذ تكون بطيئة الانحدار في الجهة المواجهة للرياح وشديدة الانحدار في الجهة المعاكسة.



3- الكثبان الهلالية

تعد الكثبان الهلالية نتاج للتغيرات التي تتعرض لها الكثبان المستعرضة القصيرة الامتداد,اذ يعمل جسم الكثيب على تخفيف سرعة الرياح خلفه فتحدث تيارات راجعة ودورانية او دوامية في اتجاهات مختلفة والتي تصطدم بالأرض فتحمل ما عليها من رمال وتنقلها الى الكثيب وأطرافه الجانبية التي تنمو باستمرار حتى يتحول الكثيب الى شكل هلالي, شكل (5- 44).





ومن خصائص هذا النوع انه طويل الامتداد وبطيء الانحدار في الجهة المواجهة للرياح وقصير الامتداد وشديد الانحدار في الجهة المعاكسة,وقد تكون اكثر شدة في الانحدار من الأنواع السابقة بتأثير التيارات الراجعة التي تنقل الرمال المتجمعة وراء الكثيب من الوسط نحو الاطراف,كما تكون تلك الكثبان مرتفعة في الوسط ويقل الارتفاعها بالاتجاه نحو الاطراف لأن نصيبها من الرمال اقل لعدم تعرضها الى الرياح المحملة بالرمال بشكل مباشر لامتدادها الى الوراء.

ولغرض التوسع في المعلومات عن الكثبان يمكن تطبيق نفس الإجراءات في النموذج الاول على بقية النماذج,فضلا عن الدراسات التفسيرية التي تحتاجها تلك المظاهر .

مراجع الفصل الخامس

1- د. عادل صباح الدين راضي؛ مقياس الرسم وتطبيقاته العملية ، الدار العربية للكتاب، ليبيا 1988ص283.

2 - Alan Clowes and Peter Comfort; Process and land form,conceptual forme works in Geomorphology, fifth imprssion, Produced by longman Singapore publishers Pte Ltd, 1986 p. 38

3- د.عادل صباح الدين راضي؛ مقياس الرسم وتطبيقاته العملية, مصدر سابق, ص280- 283.

4-د.خلف حسين علي الدليمي، علم شكل الارض التطبيقي،ط1،دار صفاء للنشر،عمان،الاردن 2012،ص278.

5- John Malcolm; Elementary surveying, University Tutorial press LTD, London 1966P.28-29.

6-ياسين عبيد؛ المساحة الهندسية, دار الحكمة للنشر, البصرة 1990ص 122.

7-Alan Clowes and Peter Comfort; Process and Landform, opcit, p41.

8-د.علي عبد عباس العزاوي،د.خالد احمد علي العبيدي،اشتقاق المعلومات الجيومورفولوجية من البيانات الرادارية،الموصل دراسة حالة،بحث منشور على موقع الانترنت www.iasj.net/iasj?func.

9- د. محمد محمد سطيحة؛ دراسات في علم الخرائط مصدر سابق, ص 288.

10- د. محمد صبحي عبد الحكيم وزميله؛ علم الخرائط , مصدر سابق, ص 254- 255.

11- د. احمد مصطفى؛ الخريطة الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها, دار المعارف الجامعية الإسكندرية, 1987ص 114.



الفـصـل الســادس

اســاليب قـياس التــعريــة

المبحث الاول- قياس التعرية الريحية حقليا
المبحث الثاني- قياس التعرية الريحية باستخدام التقنيات الحديثة

المبحث الثالث- قياس التعريةالمائية بشكل مباشر

المبحث الرابع-قياس التعرية المائية في المناطق الصحراوية

المبحث الخامس-قياس التعرية الاخدودية

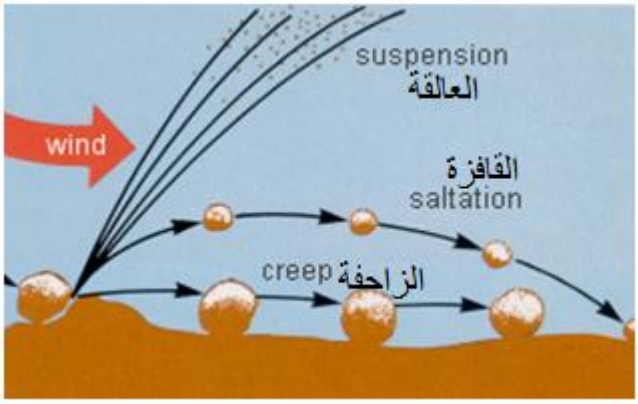
المبحث السادس-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قياس التعرية

المبحث السابع-قياس التعرية البشرية

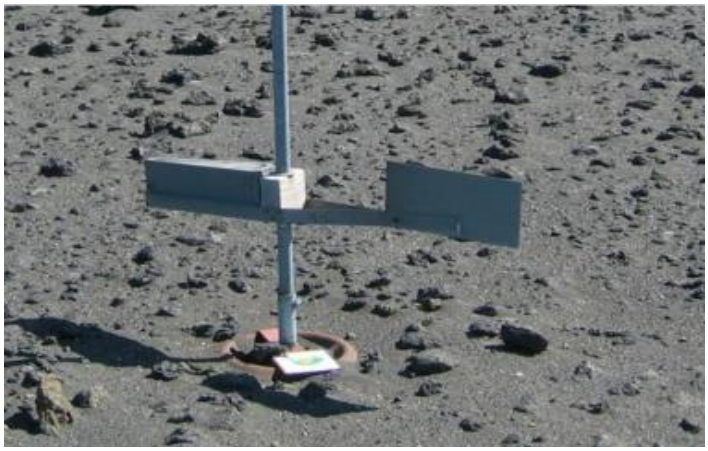
تشهد الكرة الارضية عمليات تعرية وتجوية واسعة،والتي يترتب عليها انخفاض مستوى المناطق التي تتعرض الى التعرية والتجوية،ورفع مستوى المناطق التي تتجمع فوقها الرواسب الناتجة عن التعرية والتجوية،وتتباين شدة تلك العمليات من مكان لاخر،حسب نوع العامل مثل التعرية المائية والريحية والانسان،كما تتحكم فيها عوامل موضعية منها ما يتعلق بطبيعة التكوينات واخرى بالبيئة السائدة في المكان،وفي هذا المجال الذي يهمنا كيف نقيس التعرية ،لغرض اتخاذ القرارات المناسبة التي تتعلق بهذا المجال الذي تنعكس اثاره على النشاط البشري وحياة الانسان عامة،وسوف يتم التركيز على كل من التعرية الريحية والمائية والانسان.

المبحث الاول- قياس التعرية الريحية حقليا

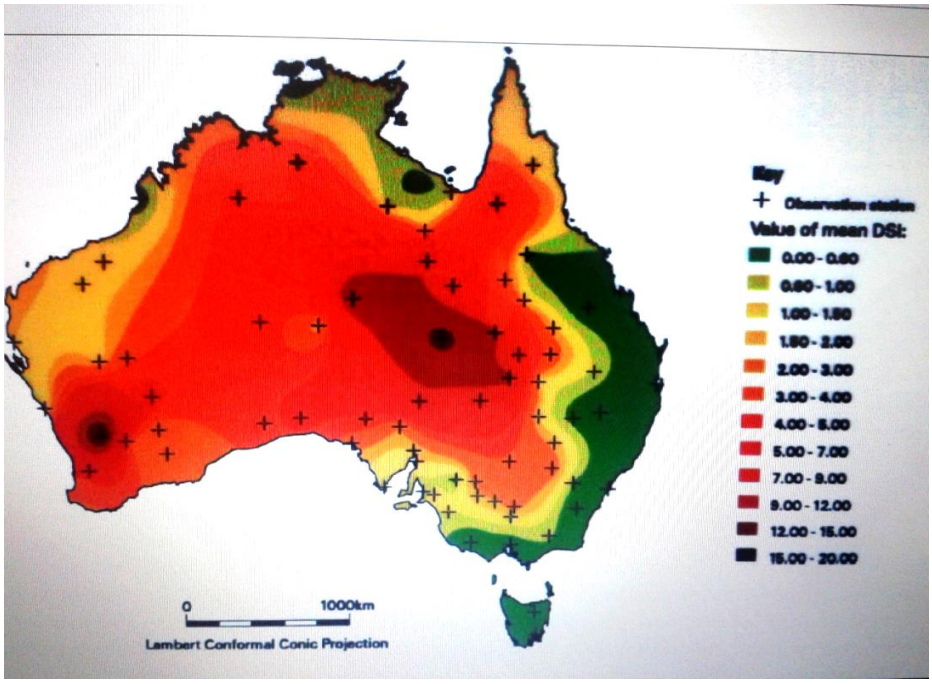
يتعرض سطح الارض الى عمليات التعرية الريحية على نطاق واسع،وخاصة في المناطق الصحراوية،اذ عملت التعرية الريحية على تغيير شكل مظاهر السطح،فقد تعمل الرياح على نقل مكونات التربة والمفتتات الصخرية والحصى، اما بشكل متطاير او زاحفة او متدحرجة او قافزة،شكل(1-6)عمليات نقل الرياح للمواد المنشرة على سطح الارض.



وقد اجريت عدة دراسات في مجال التعرية الريحية التي توصلت الى نتائج جيدة،في الكشف عن اثر التعرية الريحية في المناطق الجافة،وقد استخدمت اغلب الدراسات جهاز يسمى مصائد الغبار،شكل(2-6)صورة الجهاز،ويسمى بالانكليزي (BSNE) وهو اختصار الى Big Spring Number Eight. ،اذ يستخدم في قياس كمية التربة المتحركة من مساحة محددة.



وقد اجريت دراسة على استراليا لبيان اشد المناطق تعرضا للتعرية الريحية خلال الفترة ما بين سنتي 1986 و1996،وقد اظهرت تلك الدراسة وجود مناطق محددة المساحة تعرضت الى تعرية ريحية شديدة،شكل(3-6)خريطة استراليا توضح التعرية الريحية حسب شدتها.



وقد تم تطبيق المعادلة الاتية: $DSI=(5XSD)+MD+(^{LDE}/20)$

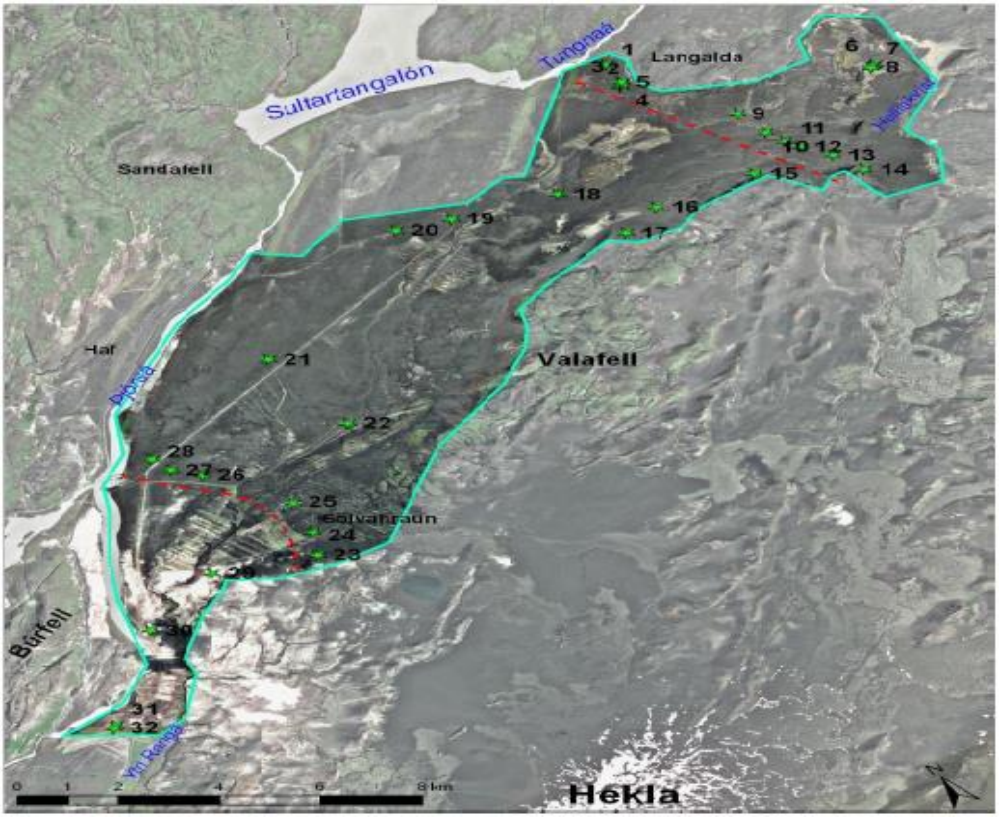
اذ كانت:

DSI : Dust storm index ،مؤشر العواصف الترابية،ويعني الغبار الذي يحدث خلال ايام.

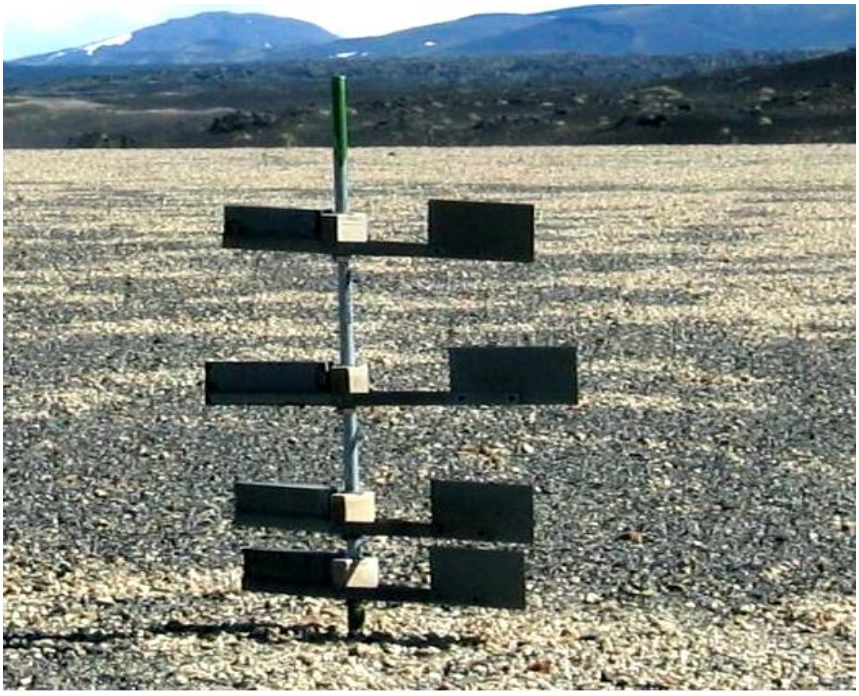
Sever Dust Storm:SD ،عاصفة غبارية شديدة ،وتعني مؤشرات الطقس من العواصف الترابية تعطى ارقام محددة،وكانت 33 و34 و35 و98.

Local Dust Event :LDE، حدوث الغبار المحلي،وتعني رموز الطقس المحلية، وهي 0.7 و 0.8.[1]

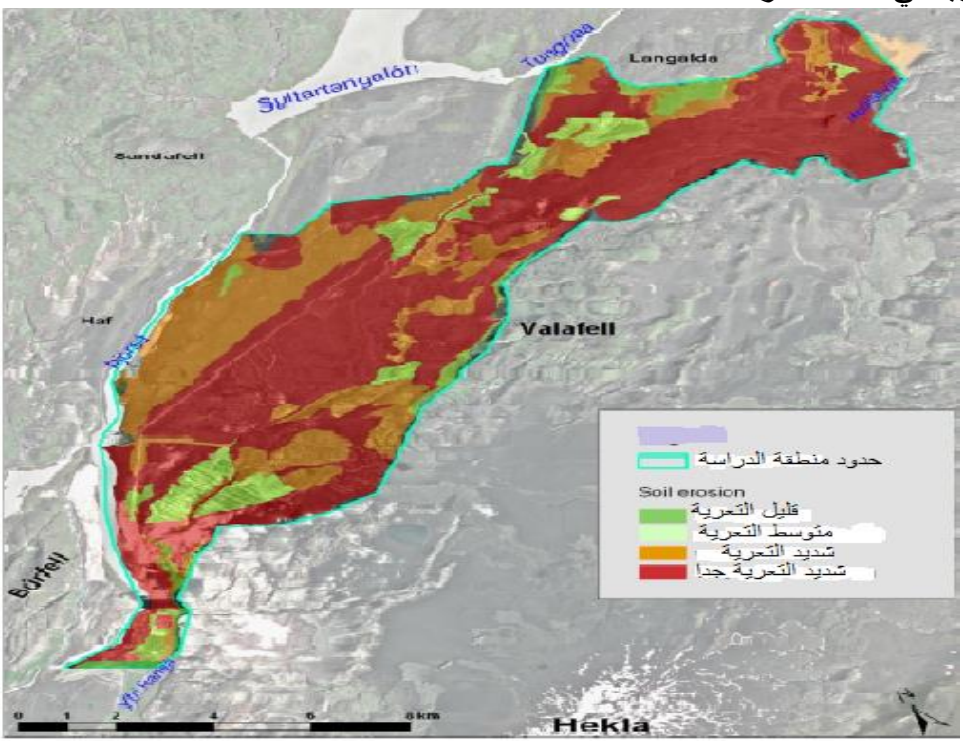
ومن الدراسات التي اجريت على التعرية الريحية دراسة D.W.Fryrear وطبقت على مساحة من اقليم Hekla ،اذ استخدم (BSNE)،وقد تم توزيع محطات جمع الرواسب على 32 موقعا،موزعة على المساحة التي تم تحديدها لاجراء الدراسة عليها،شكل(4-6) توزيع محطات جمع الرواسب.



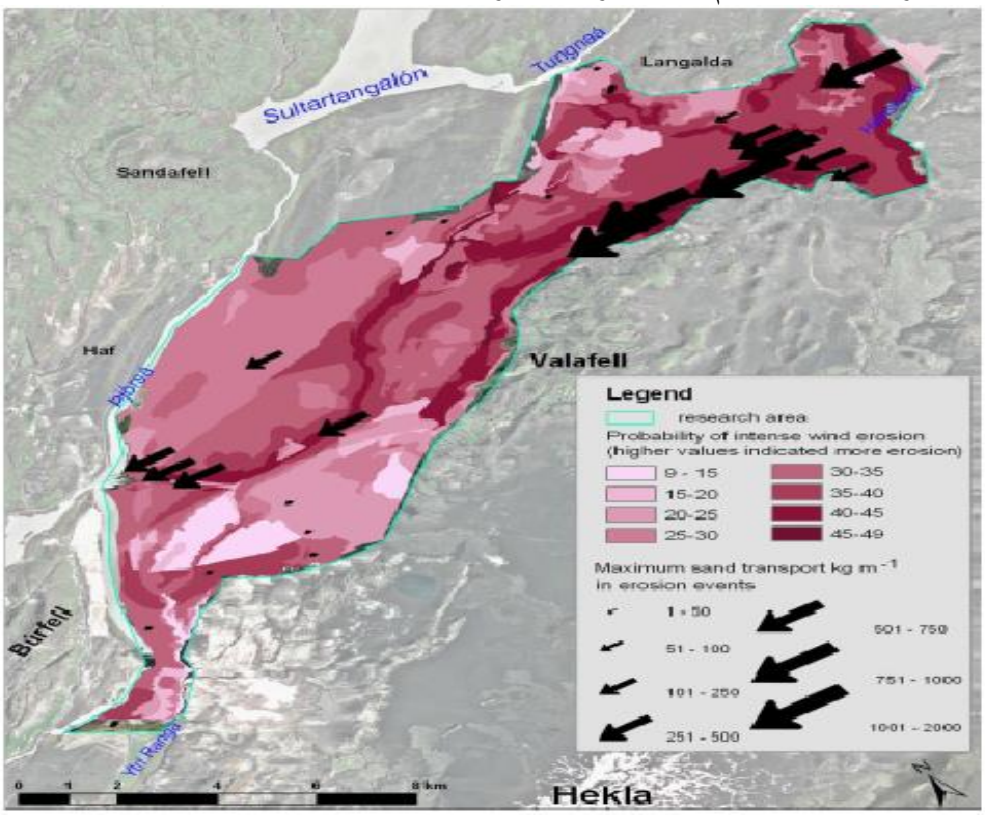
وقد يتم استخدام عدة اجهزة عموديا على ارتفاع 1م ،ويتم توزيع اوعية جمع الغبار عموديا على ارتفاعات مختلفة،وتكون على ارتفاع 15 سم و30 سم و60سم و100سم،شكل(5-6) وضع الاجهزة.



وقد تم التوصل من تلك الدراسة الى تحديد شدة التعرية الريحية في منطقة الدراسة،فكانت بعض المناطق قليلة التعرية واخرى متوسطة وشديدة التعرية،شكل(6-6)خريطة توضح صفة التعرية في منطقة الدراسة.



كما اوضحت الدراسة اتجاه الرياح السائدة في منطقة الدراسة،والتي تعمل على نقل الرواسب في تلك المنطقة من جهة لاخرى،وتوضح الاسهم اتجاه حركة التربة وكميتها،شكل(6-7)منطقة الدراسة تبين الاسهم اتجاه حركة الغبار.[2]



المبحث الثاني-قياس التعرية الريحية باستخدام التقنيات الحديثة.

تعمل الرياح على تعرية الارض وبشكل واضح في المناطق الصحراوية،وقد اجريت دراسات عدة لقياس شدة التعرية الريحية باعتماد متغيرات محددة تساهم في التأثير على شدة التعرية،ومنها المعادلة الاتية:

$$E = I.C.K.L.V \text{ t/km2/year}$$

E: معدل او مقدار التعرية سنويا في وحدة المساحة مقدرا بالطن(طن/هكتار).

I:مؤشر قابلية التربة للتعرية،او معامل انجراف التربة،يعتمد على قطر حبيبات التربة الاكبر من 0.84ملم.

C:عامل المناخ المحلي لتعرية الرياح،نسبة مئوية،ويقدر حسب علاقة chepil.

K: عاكل خشونة سطح الارض،(سم).

L: مكافيء طول الحقل(المسافة المكشوفة من سطح الارض غير المغطاة بالنبات).

V: مكافيء الغطاء النباتي (طن/هكتار)،(Daba Full,1995).

ويتضح من عناصر المعادلة انها معقدة ويصعب توفير بيانات دقيقة عنها،لذا لاتكن النتائج دقيقة.

وقد طور chepil وثورنثويت Thornthwaite معادلات تقدير تعرية التربة تضم متغيرات محددة ومن خلال المعادلات الاتية:

$$C = 386\left(\frac{v^3}{(P_E)^2}\right)$$

C:شدة التعرية الريحية

V :معدل او متوسط سرعة الرياح لتعرية(0.5 او 1,5 متر من سطح التربة(م/ثا).

386:عامل الظروف المحلية المختلفة في مكان التطبيق(هذا في ولاية كنساس الامريكية)

P_E:التساقط الفعال حسب معادلة ثورنثويت ،وقد تم استنباط معادلة بالاعتماد على بيانات محددة لتعبر عن نسبة P/E بدلالة درجة الحرارة والامطار وكما يلي:

$$P\ /\ (E = 0.316\ (\frac{P}{1.8T + 22})^{10/9}$$

P:متوسط الامطار الشهري(ملم)

E: التبخر الشهري(ملم)

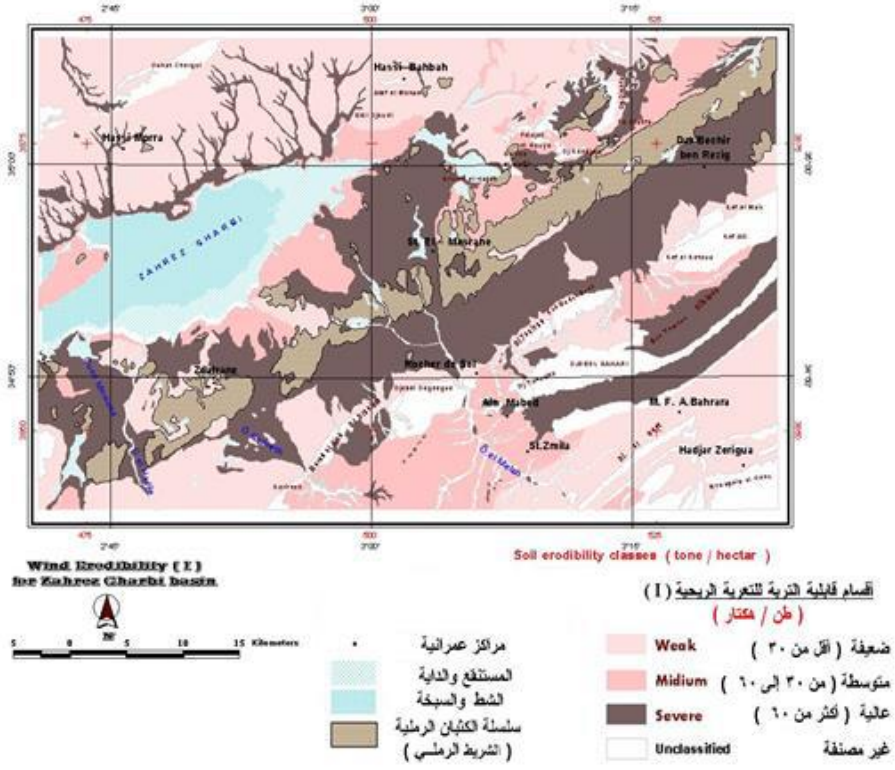
T : درجة الحرارة (مئوي) ويتم جمع القيم الشهرية للحصول على المعدل لسنوي،ويضرب في 10 لاعطاء دليل PE.

$$P\ /\ (E = 3.16 \sum_{v-1}^{12} (\frac{P}{1.8T + 22})^{10/9}$$

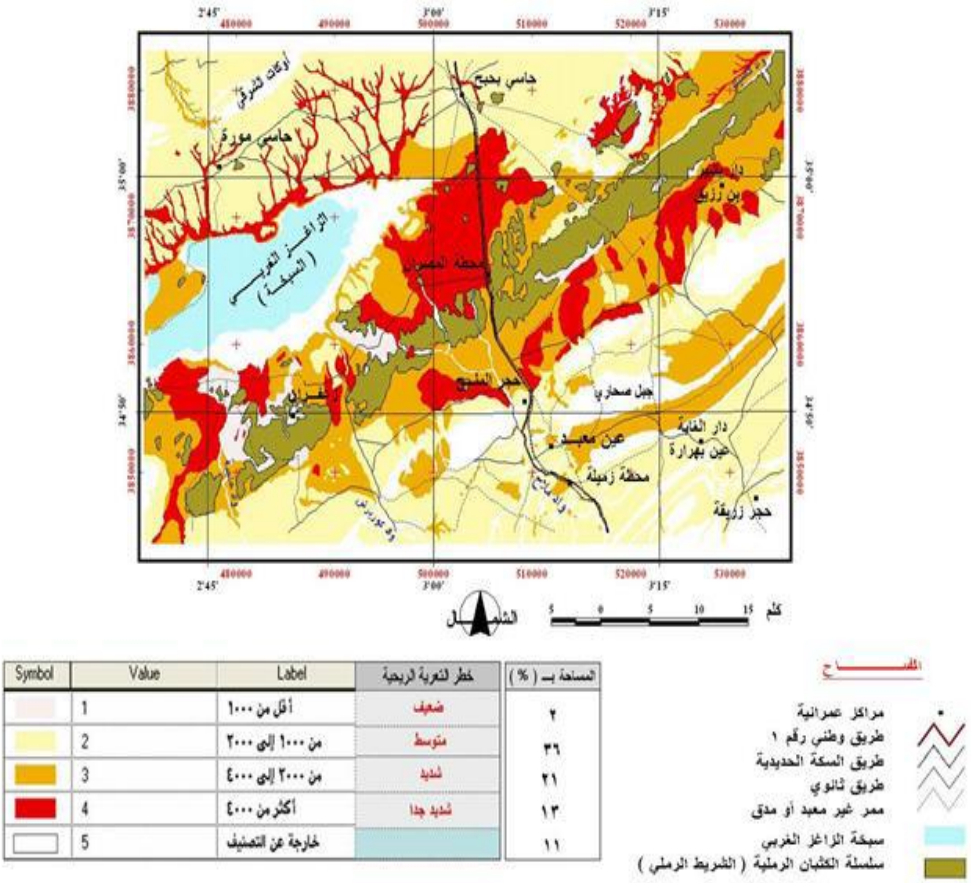
وقد اعد جيبل جدولا لتحديد درجات التعرية كما في الجدول(1-6)والذي يتم مقارنة النتائج التي يتم الحصول عليها بالقيم التي يضمها.

قيمة التعرية الريحية	صفة التعرية الريحية
اقل من 17	تعرية قليلة جدا
35-18	تعرية قليلة
71-36	تعرية متوسطة
150-72	تعرية شديدة
اكثر من 150	تعرية شديده جدا

وقد اظهرت الداراسة التي اجراها د.الياس بالعيد على منطقة الزاغر الغربي في الجزائرعن شدة التعرية في منطقة الدراسة، والتي كانت كما في الشكل(8-6)خريطة تبين قيم التعرية في منطقة الدراسة والتي تراوحت بين الشديدة والقليلة.



كما اوضح في دراسته مواضع مخاطر التعرية حسب الشدة والمساحة،الشكل(9-6)خريطة تبين مواضع مخاطر التعرية.[3]



Symbol	Value	Label	خطر التعرية الريحية	المساحة بـ (%)
	1	أقل من ١٠٠٠	ضعيف	٢
	2	من ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠	متوسط	٣٦
	3	من ٢٠٠٠ إلى ٤٠٠٠	شديد	٢١
	4	أكثر من ٤٠٠٠	شديد جدا	١٣
	5	خارجة عن التصنيف		١١

المبحث الثالث- قياس التعرية المائية بشكل مباشر:

أن قياس التعرية عملية معقدة تكتنفها الكثير من الصعاب ومع ذلك جرت عدة محاولات لقياسها في أماكن مختلفة من العالم, وكان التركيز على التعرية المائية وخاصة الجارية والناتجة عن سيول الزخات المطرية او مياه الانهار, ومن خلال تجارب حقلية ومختبريه وكما يأتي:

اولا-القياسات الحقلية:

يعتمد قياس التعرية حقليا على طرق بسيطة ولكن غير دقيقة, كما لايمكن تعميم النتائج على جميع المناطق في العالم لتباين العوامل التي تتحكم في التعرية من مكان لاخر.

وعلى أية حال لا يوجد بديل عن ذلك ويمكن الاستفادة من النتائج في المناطق المتشابهة الظروف والعوامل المؤثرة على التعرية, ومن الطرق المتبعة في التجارب الحقلية ما يأتي:

1-استخدام طريقة الاوتاد:

تعتمد الطريقة على استخدام أوتاد حديدية او خشبية متساوية الطول تثبت في المناطق التي يراد قياس التعرية فيها وتوزع على تلك المساحة بأبعاد متساوية وتكون الأجزاء البارزة منها فوق الارض متساوية الارتفاع, وبعد فترة زمنية محددة يراد قياس التعرية المطرية او المائية خلالها, طويلة أم قصيرة أي قد تكون خلال فصل مطير او لمدة سنة اوعدة سنوات, إذ تعمل المياه الجارية على تعرية الطبقة السطحية من تكوينات تلك المنطقة فينخفض منسوبها فينتج عن ذلك زيادة طول الوتد الظاهر فوق الارض وبدرجات متفاوتة حسب قوة التعرية وطبيعة صلابة التكوينات, اذ تتركز التعرية في المناطق الأقل صلابة.

ومن خلال حساب الفرق في ارتفاع الأوتاد قبل وبعد التعرية ومن ثم جمع تلك الفروقات وتقسيمها على عدد الأوتاد يمكن معرفة معدل التعرية في تلك المنطقة خلال الفترة الزمنية المحددة للقياس.

فعلى سبيل المثال كان عدد الأوتاد 50 وكان الفرق في ارتفاعها قبل وبعد التعرية كلأتي:

18 وتد الفرق في القياس 2سم مجموع الفرق 36سم .

16 وتد الفرق في القياس 1,5سم مجموع الفرق 24سم.

16 وتد الفرق في القياس 2,5 سم مجموع الفرق 40سم.

.: مجموع الفرو قات 100سم وعليه معدل التعرية = $\frac{100}{50}$ = 2سم

وتعد هذه الطريقة سهلة التطبيق وتعطي مؤشرات واضحة عن التعرية في المناطق التي تتعرض لها على نطاق واسع.

2- طريقة المقارنة:

يستخدم اسلوب المقارنة لبيان شدة التعرية في منطقتين إحداهما مغطاة بالنبات وأخرى خالية منه,او بين منطقتين مختلفتين في الانحدار ومتشابه في التكوين وذات مساحات متساوية, ويتم توجيه المياه المارة فوق تلك المناطق نحو خزانات تتجمع فيها تلك المياه وما تحمله من رواسب

جرفتها من المناطق التي مرت عليها،وبعد توقف الجريان يتم جمع الرواسب في كل حوض وقياس كميتها بوحدة قياس الحجوم مثل سم^3 اوم^3 ,ومن المقارنة بين كمية الرواسب المتجمعة في حوض كل منطقة يتضح أي المناطق اكثر تعرضا للتعرية،وهي الأكثر رواسب,فعلى سبيل المثال كان مقدار الرواسب المتجمعة من المنطقة الأولى التي مساحتها 50 م^2 $\frac{1}{2}$ م^3 أي معدل التعرية 1سم,أما المنطقة الثانية وهي نفس المساحة ألا أن كمية الرواسب المتجمعة $\frac{1}{4}$ م3 أي معدل التعرية 5,. سم وعليه يكون الفرق في التعرية بين الاثنين 5،0سم.[4]

ثانيا -استخدام المحطات التجريبية:

أجريت تجارب متنوعة على التعرية في محطات تجريبية ثابتة ومتغيرة,ففي الثابتة اوالدائمة يكون الاعتماد على وحدات تجريبية محددة بحواجز وذات مساحات معلومة,ودرجة انحدار وطول منحدر ونوع تربة متشابهة أو مختلفة حسب الغرض من التجربة,ويتم استخدام عدد من الوحدات التجريبية حسب الهدف من تلك التجربة,وعلى العموم يكون على الأقل وحدتين لكي تجري المقارنة بينهما.

ولغرض التعرف على طبيعة التعرية في ظل نوعين من المحاصيل الزراعية على الأقل وفي كل حالة يستخدم نوعين من الأراضي وفي كل مرة تكون الحاجة الى أربع وحدات,وبتكرار التجربة مرتين تكون الحاجة الى ثماني وحدات تجريبية أبعاد كل وحدة بين 1,8X22 م وX50 2,5 م,وتصنع حواف تلك الوحدات التجريبية من المعدن أو الخشب وتكون غير نفيذة وغير قابلة للتآكل وارتفاعها ما بين 15و20 سم فوق سطح التربة, ويوجد في نهاية كل وحدة تجريبية أحواض لتجميع المياه الحاملة للرواسب,ومن ثم تجميع تلك الرواسب ومعرفة حجمها في كل وحدة, ومن ثم المقارنة بين تلك الوحدات التي يقع كل واحد منها تحت تأثير عامل معين من العوامل المؤثرة في التعرية,فيتضح أيهما اكثر تأثيرا.[5]

ثالثا- قياس عام للتعرية المائية

تعتمد بعض الدراسات العامة للتعرية على بعض المؤشرات التي تدل على نوع التعرية،منها كمية الرواسب التي تحملها مياه الانهار وتتجمع أمام السدود وخاصة أوقات الفيضان،والتي

تعبر عما تفقده أحواض الانهار من رواسب بواسطة التعرية خلال فترة زمنية محددة والتي على ضوئها يمكن تقدير ما يفقده الحوض من رواسب, ومقدار انخفاض سطح الارض بصورة عامة والمشاكل المتربة على ذلك.

وكان من نتائج الدراسات عن الانهار أن انهار جنوب شرق أسيا تتميز بمعدلات تعرية عالية ومن المتوقع انخفاض أحواضها بمعدل 2,7ملم سنويا, كما في حوض النهر الأصفر.

اما في الولايات المتحدة الأمريكية فيقدر بحوالي 24.,. ملم سنويا.

كما يمكن قياس الترسبات المتجمعة أمام السدود المقامة على الانهار ومن خلال مقارنة الخرائط الكنتورية للخزانات عند إنشائه وبعد فترة من الزمن فيظهر الفرق بينهما في ارتفاع قاع الخزان وهذا يعني أن الرواسب ناتجة عن تعرية الحوض,وقد طبقت تلك الطريقة على خزان بحيرة ميد على نهر كلورادو التي حجزت فيها المياه من عام 1935لغاية 1948فتبين أن الرواسب التي تجمعت عند بداية البحيرة وصل سمكها الى 73م وعند السد 30م , اذ بلغت كمية الرواسب التي وصلت البحيرة خلال تلك الفترة 1775مليون طن, أي بمعدل 127 مليون طن سنويا.

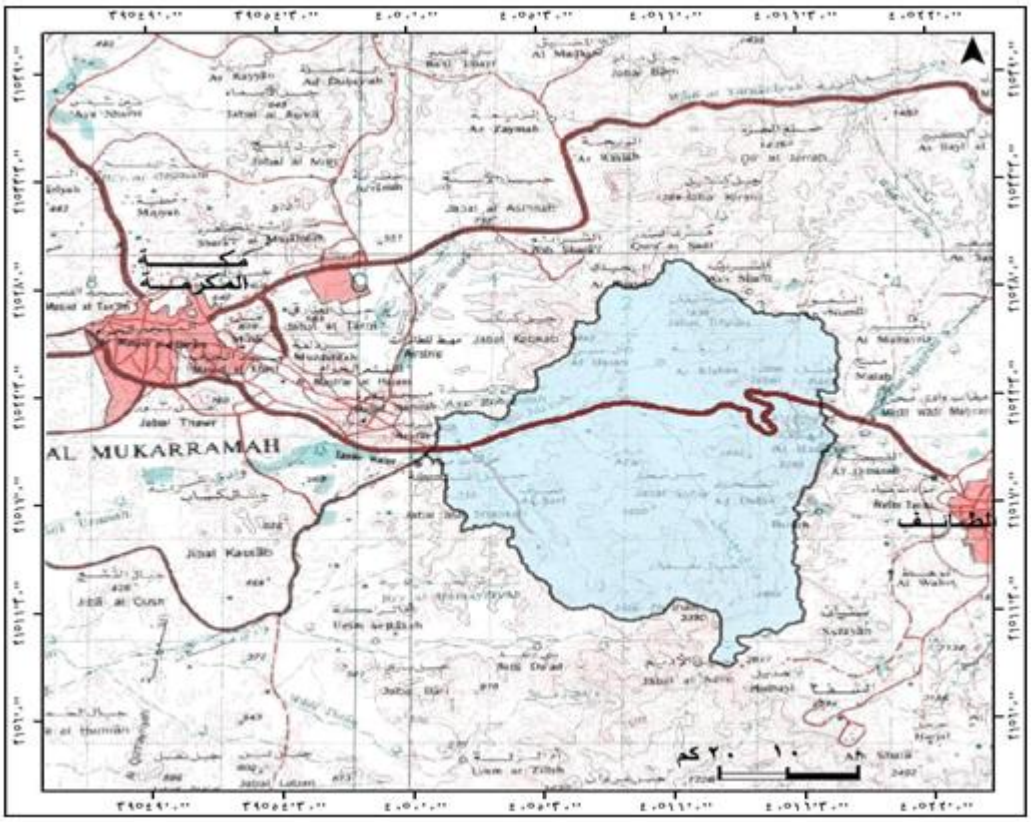
كما اعتمد الباحثون طرق أخرى لمعرفة معدل التعرية وهي ألدلتوات الناتجة عن الارساب النهري مثل دلتا نهر نيفي أمام ساحل كاليفورنيا،كان حجم الترسبات 56كم^3 ناتجة عن تعرية تعرض لها حوض النهر الذي تصل مساحته الى6500كم^2 ,وتم تقدير الفترة الزمنية التي تكونت خلالها الدلتا فقدرت بحوالي 15 ألف سنة,ويكون معدل التعرية حوالي 6,. ملم سنويا.(6)

المبحث الرابع-قياس التعرية المائية في المناطق الصحراوية

تتعرض المناطق الصحراية الى تعرية شديدة جدا عند حدوث زخات مطرية شديدة وتستمر لفترة زمنية طويلة تصل الى بضع ساعات او يوم او اكثر،اذ تحدث تعرية غطائية في المناطق المنبسطة،وتعرية اكثر شدة في المسيلات المائية،واشدها في الاودية والاخاديد العميقة،وقد تم قياس التعرية بانواعها في تلك المناطق باستخدام الوسائل المختلفة،بعضها ميدانيا وبشكل مباشر،واخرى باستخدام التقنيات الحديثة واعتماد مؤشرات معينة لها علاقة بالتعرية،ومن بين تلك الدراسات دراسة د.سعد ابو راس الغامدي في السعودية،تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير

مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

يقع حوض وادي نعمان الى الشرق من مكة المكرمة بنحو ٢٥ كم، اذ يشغل مساحة تبلغ ٦٨٢ كم^{٢} ، شكل(10-6)موقع منطقة الدراسة .



ويتخذ الحوض شكلاً قريباً من المثلث، قاعدته نحو منابعه في الشرق،ويبلغ معامل الشكل للحوض0،46، ونسبة استدارته 0,47،مما يعكس تأثر الطبيعة البنيوية الانكسارية للحوض في تشكيل حدود تصريفه،وأن الحوض لا زال نشطاً في دورته التعروية.

وقد تم تطبيق المعادلة الاتية:

$$W= T*h * \pi*\sqrt{Z^3} *F$$

W المعدل السنوي لتعرية التعرية (م^{3}/كم^{2}/السنة)، معدلات التعرية السنوية الضعيفة تقل عن ٥٠٠ م /كم /السنة

T معامل الحرارة والذي$0.5^{(0.1to+0.1)}$ T= اذ ان to المعدل السنوي لدرجة الحرارة.

H المعدل السنوي للأمطار (ملم).

F مساحة منطقة الدراسة (كم^{2}). z معامل التعرية،ويحسب معامل التعرية باستخدام المعادلة الآتية:

$$z= Y*Xa*(\Phi+\sqrt{Ja})$$

اذ ان:

Y معامل قابلية التربة للتعرية

Xa معامل حماية التربة .

Φ معامل تطور التعرية وشبكة التصريف

Ja معدل انحدار التضاريس في منطقة الدراسة (٪).

وتستخرج قيم معاملات معادلة رقم (٣) من جداول طورت بواسطة جافريلوفيك في الأصل.

وقد تم اعتماد مستويات التعرية تبعا لقيمة معامل التعرية (Z)،كما في الجدول رقم(2-6).

جدول رقم (2-6). فئات مستويات التعرية تبعاً لقيمة معامل التعرية (Z).

مستوى التعرية	معامل التعرية	متوسط القيمة
شديد جدا	101,0 فأكثر	٢٥,١
شديد	٧١,٠ – 100	٨٥,٠
متوسط	٤١,٠ – ٧٠,٠	٥٥,٠
خفيف	٢٠,٠ – ٤٠,٠	٣٠,٠
خفيف جدا	٠١,٠ – ١٩,٠	١٠,٠

المصدر: (Ostric and Horvat, 2008).

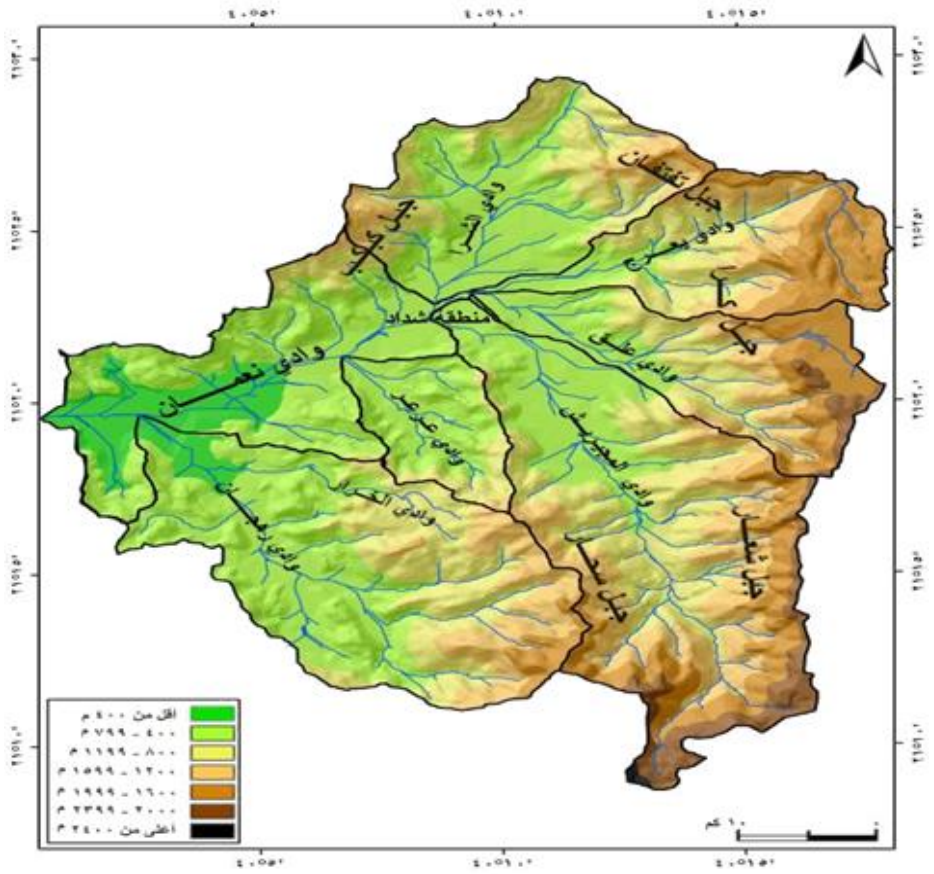
اما جدول رقم(3-6)فيبين العوامل الوصفية التي تستخدم في تقدير قيمة معامل التعرية،أي العوامل التي تؤثر على التعرية في أي مكان.

جدول رقم (3-6). العوامل الوصفية المستخدمة في تقدير قيمة معامل التعرية.

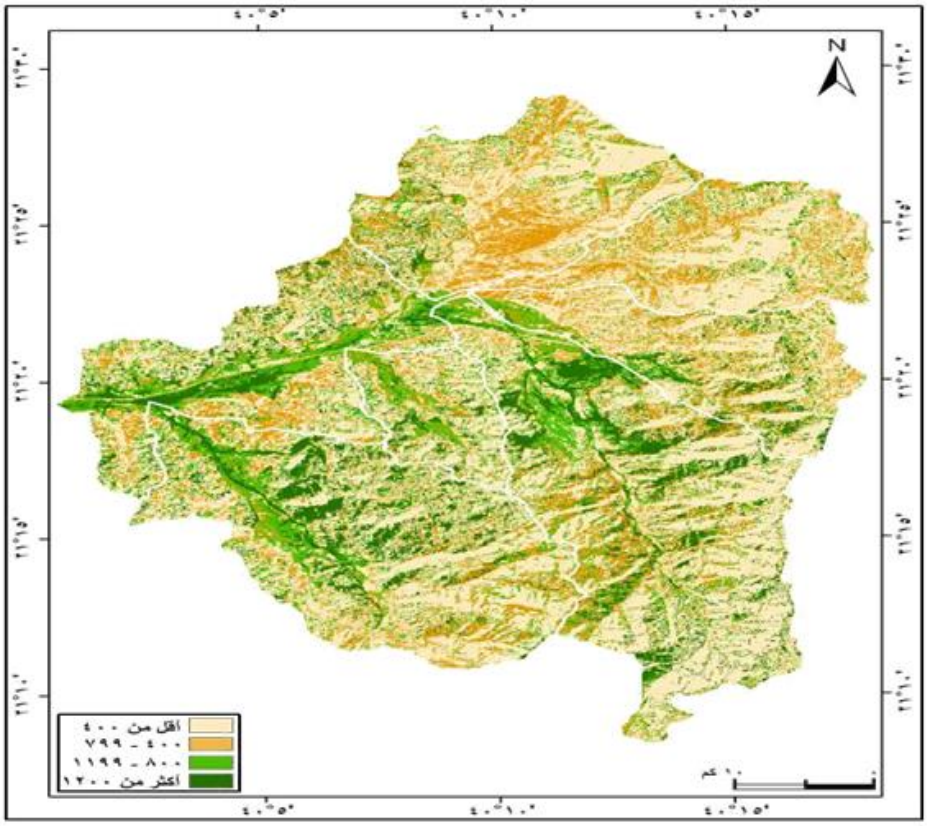
معامل قابلية التربة للتعرية	Y
صخور صلبة شديدة المقاومة	0,3-0,1
صخور ذات مقاومة متوسطة	0,5-0,3
صخور ضعيفة المقاومة	0,6-0,5
ركام حطامي ورواسب خشنة وترب صلصالية	0,8-0,6
رواسب رملية ناعمة وترب لا مقاومة لها	1,0-0,9
معامل حماية التربة	**Xa**
غابات مختلطة كثيفة – متوسطة الكثافة وأحراج	0,2-0,05
غابات صنوبرية وجنبات متبعثرة وأجمات على جوانب القنوات المائية	0,4-0,2
مراع وغابات أو جنبات متضررة	0,6-0,4
مزارع ومراع متضررة	0,8-0,6
أراض جرداء	1,0-0,8
معامل تطور التعرية وتطور شبكة التصريف	**Φ**
تعرية ضعيفة في حوض التصريف	0,2-0,1
تعرية في القنوات المائية بين 20 و50% من حوض التصريف	0,5-0,3
تعرية في الانهار، والأخاديد، والإرسابات الفيضية، وتعرية كارستية	0,7-0,6
50-80%من حوض التصريف تحت تأثير التعرية والانزلاقات الأرضية	0,9-0,8
جميع حوض التصريف تحت تأثير التعرية	1,0

المصدر: بتصرف عن (Stefanidis and Kalinderis, 2008; Zorn and Komac, 2008).

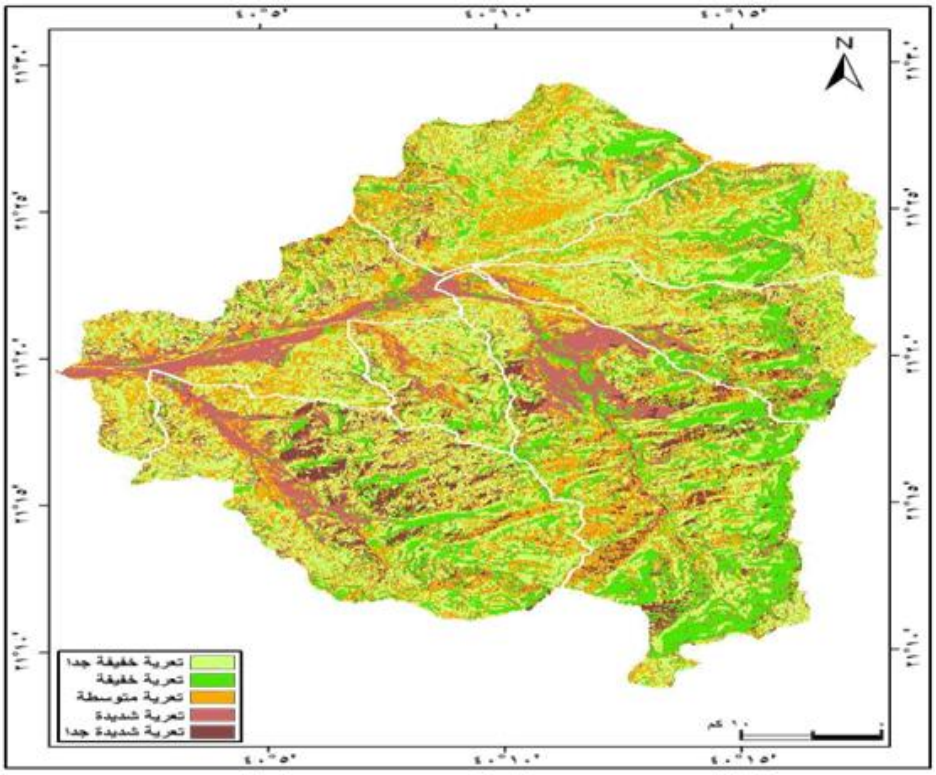
ويتضح من الشكل(11-6)خريطة الوضع التضاريسي في منطقة الدراسة،والتي تتضمن مرتفعات يصل ارتفاعها الى 2400م،ومناطق اخرى منخفضة تصل الى 400م،وهذا ما ساعد على سرعة جريان مياه الامطار وانتقالها بسرعة من مكان لاخر ضمن الحوض،مما ادى الى حدوث تعرية شديدة في بعض المواضع.



وقد شهدت منطقة الدراسة عمليات تعرية مختلفة تراوحت ما بين شديدة جدا وخفيفة جدا،شكل(12-6) خريطة تبين التعرية في منطقة الدراسة.



وتبين من الدراسة ان المعدل السنوي للتعرية المائية في الحوضهو ٥٢٨ م٣/كم٢/سنة، أي نحو ٥,٠ ملم من الطبقة السطحية للتربة سنويا، أي أن التعرية بمستوى متوسط،إلا أن هناك تفاوت بينأجزاء الحوض في معدلات التعرية السنوية، فقد تراوحت قيم (W)بين ٨ م٣/كم٢/سنة،و٥٠٣٢ م٣/كم٢/سنة،وجميع القيم العالية تتركز في الرواسب الفيضية على جانبي المجرى الرئيس وفي وسط وجنوب حوضي رهجان واليرش،شكل6-13)خريطة توضح خصائص التعرية في منطقة الدراسة.(7)



المبحث الخامس-قياس التعرية الاخدودية:

اولا-استخدام اسلوب القياس الحقلي

تتعرض بعض المناطق وخاصة الصحراوية الى عمليات التعرية الاخدودية خاصة في المناطق ذات التكوينات الطينية السميكة والتي تتوفر فيها مجاري او مسيلات مائية تتجمع عندها المياه وتكون ذات انحدار يصل الى حوالي 4˚ فتؤدي سرعة الجريان الى ارض المجرى لتحولها الى تكوينات طينية بسبب تشبعها بالمياه،فتتركز شدة التعرية في قاع المجرى فيتعمق بشكل واضح ،شكل(14-6)بداية التعرية الاخدودية.



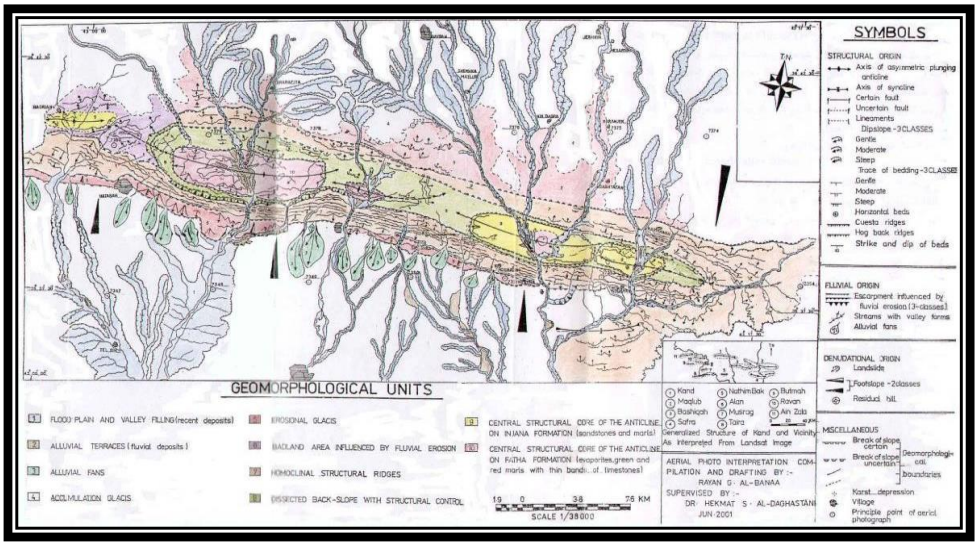
وتعمل المياه الجارية على ازالة الترب الضعيفة التماسك من القاع والضفاف،فتتحول تلك المجاري المائية البسيطة الى حفر عميقة وواسعة تسمى اخدود،شكل (15-6) صورة لاخدود.



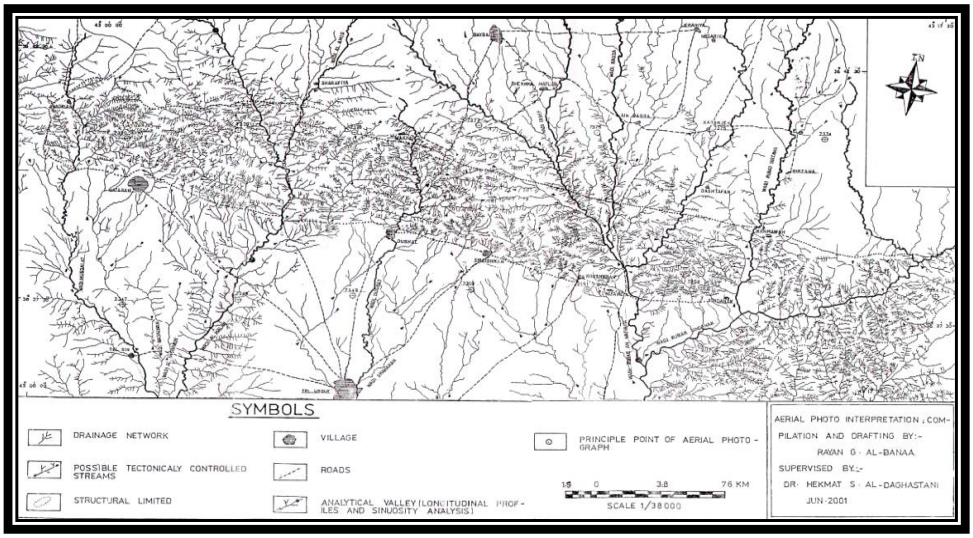
ويمكن قياس مساحة الاخدود من خلال قياس طول وعرض الحفرة ،وضربهما ببعض،مثال طول الاخدود 50م وعرضه3م،(50×3= 150 م2)وقد تحتاج عمليات قياس التعرية الاخدودية الى اتخاذ عدد من الخطوات منها تحديد ابعاد منطقة الدراسة والفترة الزمنية،أي التعرية خلال سنة او اكثر،ويتم وضع علامات دلالة ثابتة تبين نطاق عمليات التعرية التي حدثت خلال المدة المحددة، مثال منطقة تعرضت الى عمليات التعرية وكان طولها 50م وسعتها 3م وعمقها 2م،فيكون حجم التعرية خلال الفترة المحددة =50×3×2= 300م3 من الرواسب تمت ازالتها بواسطة التعرية المائية.

ثانيا-استخدام الاستشعار عن بعد ونظام surfer في قياس التعرية الاخدودية

شهدت الدراسات الجغرافية ثورة كبيرة في مجال التقنيات الحديثة التي تستخدم في تحليل البيانات والمعلومات الكمية والنوعية،فقد كان للاجهزة والمعدات وبرامجيات الحاسوب المختلفة الدور الفاعل في النهوض بالبحث الجغرافي عامة والجيومورفولوجي خاصة،وقد تم استخدام الاستشعار عن بعد في قياس التعرية الاخدودية والتي كانت مهملة الى وقت قريب في الدراسات الجيمورفولوجية،وسنعرض دراسة حول ذلك للدكتور محمد يونس سليم من جامعة الموصل،اذ تم الاعتماد على خريطة شبكة صرف المياه السطحية (1: 38000) المعدة باستخدام الصور الجوية،شكل(16-6)خريطة جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.



اما الشكل (6-17) خريطة تبين المجاري المائية في منطقة الدراسة،والتي تنشط فيها عمليات التعرية حسب العوامل المؤثرة فيها.



وقد عمل بيرجسما(Bergsma , 1983) على تصنيف التعرية الأخدودية إلى سبعة درجات وذلك لكونه ملائما لتصنيف التعرية الأخدودية والجدول رقم (6-4) يوضح النظام المتبع في التصنيف.

درجة التعرية	طول الأخدود م/كم
1	400-1
2	**1000- 401**
3	1500- 1001
4	2700- 1501
5	3700- 2701
6	4700- 3701
7	أكثر من 4700

إن الأسلوب المتبع في مثل هذا التحليل هو تقسيم خريطة شبكة المياه السطحية إلى شبكة من الوحدات المساحية وإعطاء الشبكة حروف وأرقام للمحورين السيني والصادي من اجل تحديد مواضع الوحدات المساحية، يتبع ذلك حساب أطوال الأخاديد في كل موضع أو وحدة على الشبكة

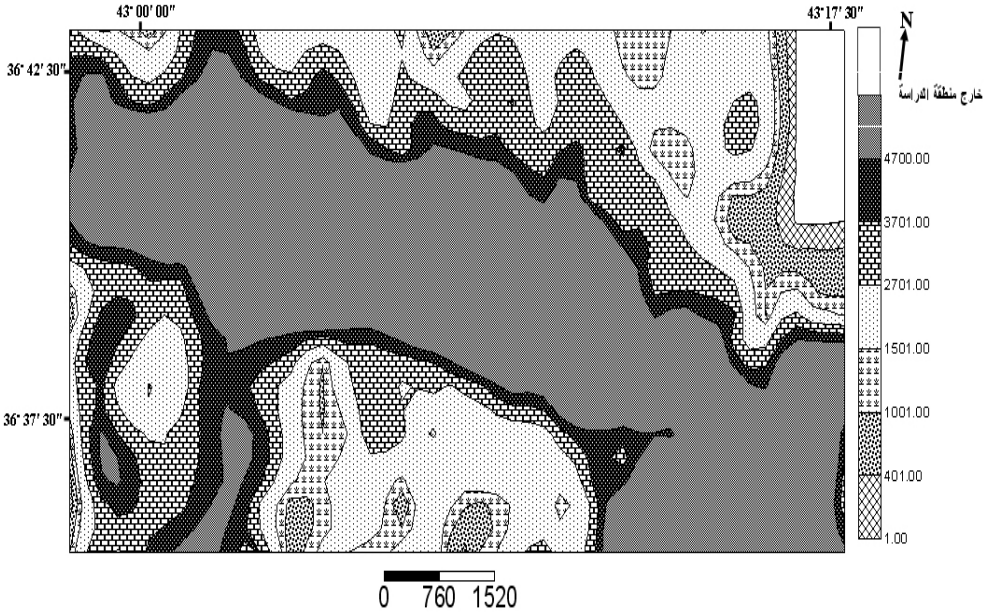
باستخدام عجلة قياس المسافات الأفقية والمنحنية ،اذ أن القيمة المقروءة تمثل طول الأخدود لوحدة المساحة (م/كم^2)، وبعد أن تم حساب أطوال الأخاديد لكل المواضع المشمولة بالدراسة تم حساب التعرية الأخدودية لكل موضع باستخدام العلاقة التالية:-

$$\frac{\text{اطوال الاخاديد في الموضع/م}}{\text{كم/ 2الموضع}}$$

بعد ذلك نظمت قيم التعرية الناتجة حسب درجات التعرية السبعة وما تشمله كل درجة تعرية من مساحة ونسبتها المئوية بالنسبة لمساحة منطقة الدراسة جدول رقم (5-6).

درجة التعرية	عدد المواضع	المساحة كم^2	النسبة المئوية
1	7	6.3	1.80
2	29	26.1	7.48
3	22	19.8	5.67
4	62	55.8	15.98
5	64	57.6	16.50
6	46	41.4	11.85
7	158	142.2	40.72
المجموع	388	349.2	%100

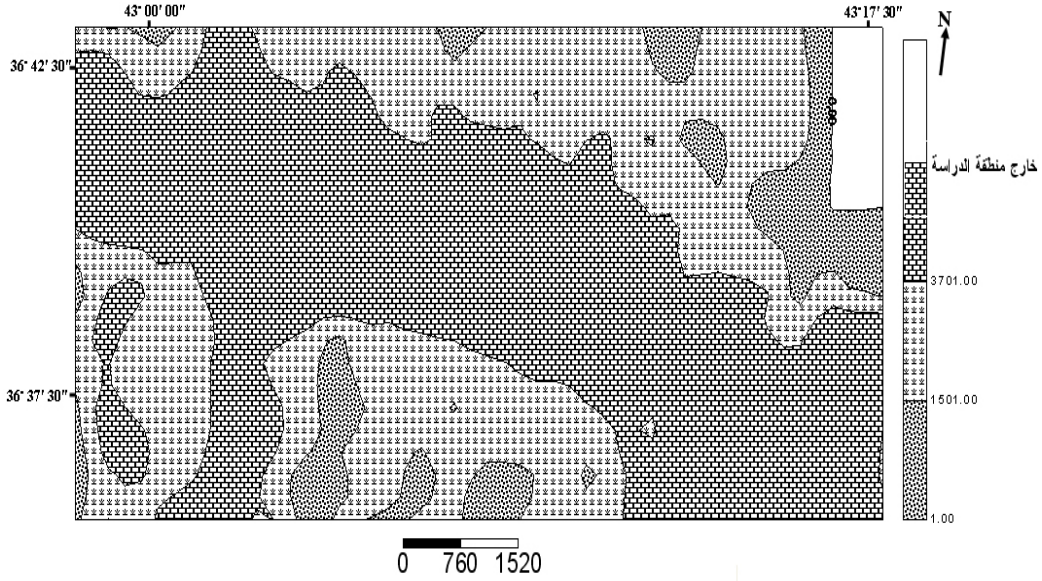
تم إدخال قيم التعرية لجميع المواضع وإحداثياتها (السيني والصادي) عن طريق الحاسبة الإلكترونية من اجل إعداد خارطة كنتورية تمثل درجات التعرية السبعة بإستخدام النظام الحاسوبي (Surfer 32) لمعالجة هذه البيانات،وقد تم الحصول على الشكل (6-18) خريطة تمثل درجات التعرية في منطقة الدراسة بإستخدام تدرج لوني عشوائي يتناسب مع الفئات أعلاه.



وقد تم تقسيم درجات التعرية السبع إلى ثلاث انطقه بالاعتماد على توزيع النسب المئوية للمساحات المبينة في الجدول رقم (5-6)،إذ شمل النطاق الأول والذي يمثل نطاق التعرية الخفيفة على الدرجات(1 ، 2 ، 3) والذي شكل نسبة (14.95%) من المساحة الكلية،أما النطاق الثاني فقد شمل الدرجات التعرية (4 ، 5 ، 6) وهو يمثل نطاق التعرية المتوسطة ويشكل نسبة (44.33%) من المساحة الكلية، في حين شكل النطاق الثالث الذي يمثل التعرية الشديدة والمتمثل بالدرجة (7) نسبة (40.72%) من المساحة الكلية،وجدول(6-6) يبين النطاقات الثلاث من التعرية الأخدودية لمنطقة الدراسة .

درجة التعرية	نوعها	المساحة	النسبة المئوية
3,2,1	خفيفة	52.2	14.95
5,4	متوسطة	113.4	44.33
7,6	شديدة	183.6	40.72
المجموع		349.2	%100

وفي ضوء هذا التقسيم الثلاثي لنطاقات التعرية أدخلت قيم التعرية المشمولة بكل نطاق من الأنطقة الثلاث إلى الحاسبة وباستخدام نظام (Surfer 32) وقد تم إعداد شكل(6-19) خريطة تمثل نطاقات التعرية الثلاث وتوزيعها على منطقة الدراسة.[8]

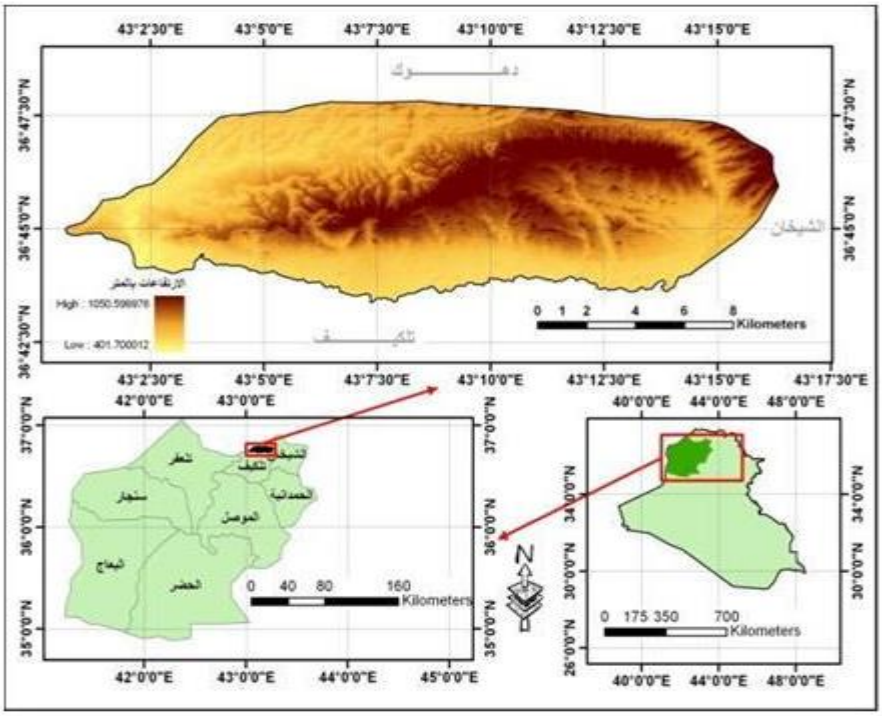


المبحث السادس-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في قياس التعرية المائية

تستخدم نظم المعلومات الجغرافية في قياس عمليات التعرية،ومن بين تلك الدراسات ما قام به كل من د.اسباهية يونس وزميلها،في دراسة المنطقة الواقعة بين الموصل ودهوك.

اولا-موقع منطقة الدراسة وخصائصها الطبيعية

تقع منطقة الدراسة شمال مدينة الموصل وجنوب مدينة دهوك،وتبلغ مساحتها اكثر من 137كم2،شكل(20-6)موقع منطقة الدراسة.



اما مناخيا فان معدل درجات الحرارة السنوي حوالي 19°م،ومجموع كمية الامطار سنويا يصل الى 535ملم.

ثانيا- قياس التعرية

تتركز التعرية في المنحدرات التي تكون فيها المجاري المائية عميقة وضيقة بهيئة حرف V ،اذ تكون التعرية الرأسية نشطة في تلك المجاري،وقد تم تطبيق المعادلة الاتية:

$$AE = \frac{\sum L}{A}$$

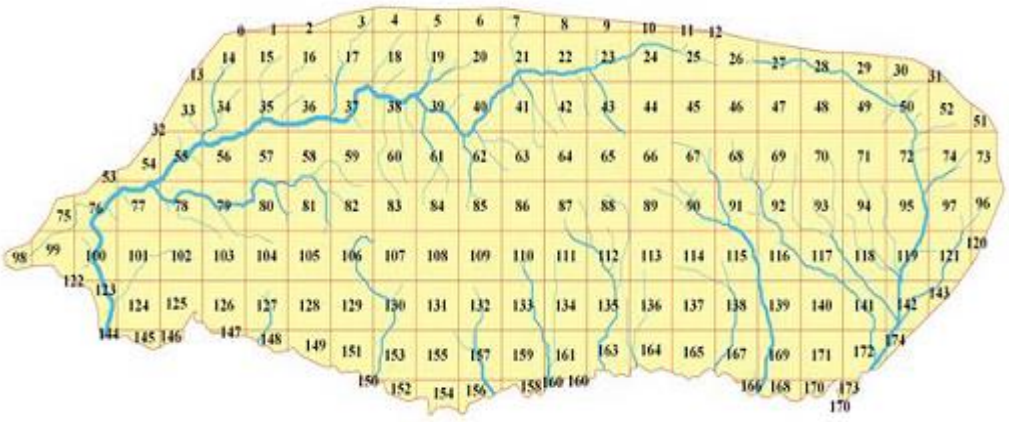
اذ ان :

AE معدل التعرية م/كم2

L مجموع أطوال الأخاديد/م.

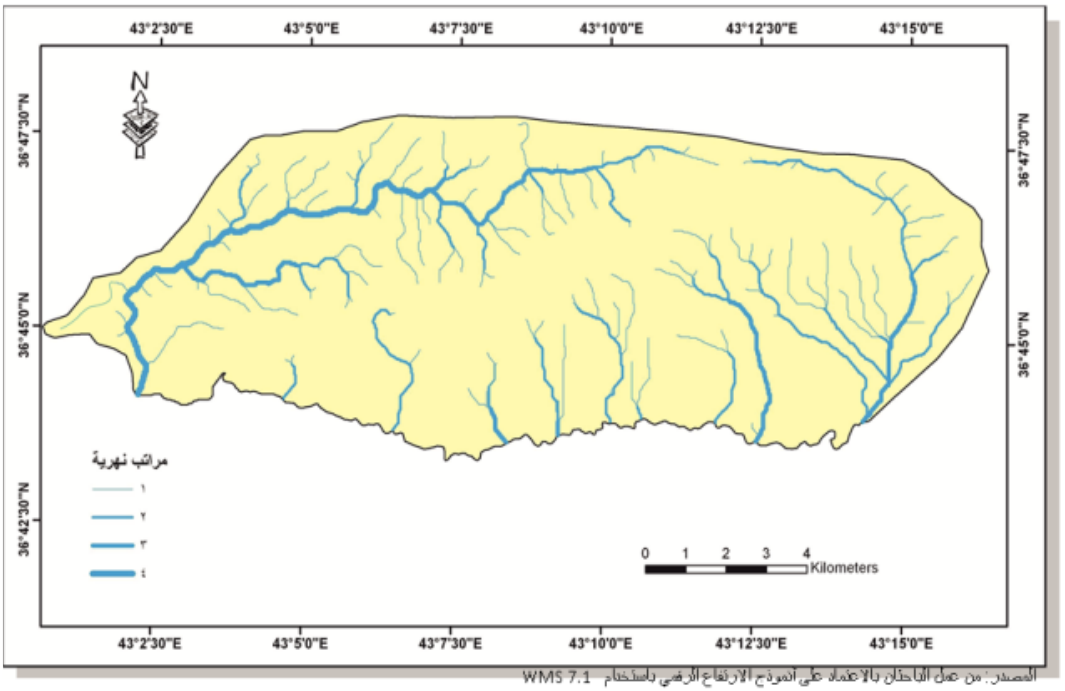
A مساحة الوحدة الواحدة /كم2

وقد تم تقسيم منطقة الدراسة الى وحدات متساوية المساحة واعطاء كل وحدة رقم خاص به،شكل (6-19)تقسيم منطقة الدراسة الى وحدات.



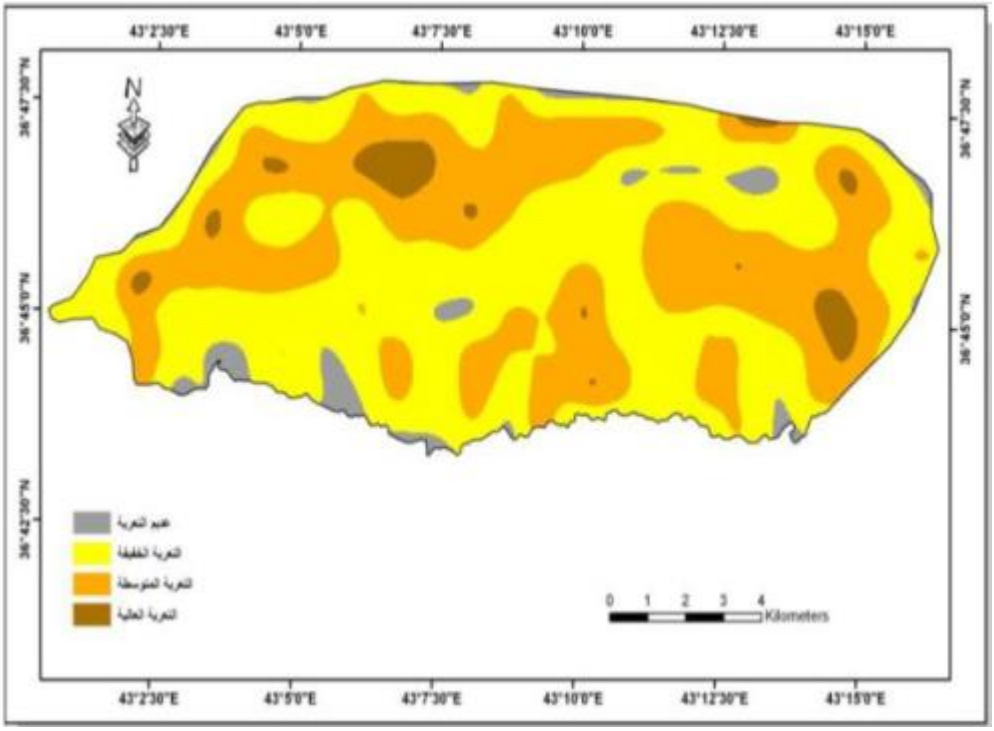
ويتضح من الشكل(20-6) المجاري المائية في منطقة الدراسة:

الخارطة (3) شبكة المجاري المائية



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي باستخدام WMS 7.1 برنامج

وقد تم استخدام برنامج Arc GIS 9.3 لحساب كمية التعرية في منطقة الدراسة،شكل(6-21)خريطة تبين دراجات التعرية في منطقة الدراسة.



وقد تم اعتماد درجات التعرية حسب نظام(Bergsma 1982)،كما في الجدول رقم(6-7)

معدلات التعرية م/كم2	نوع التعرية	درجة التعرية
0	عديم التعرية	0
400-1	قليلة جدا	1
1000-401	قليلة	2
1500-1001	متوسطة	3
2700-1501	عالية	4
3700-2701	عالية جدا	5
4700-3701	شديدة	6
اكثر من 4700	شديدة جدا	7

وقد كانت النتائج التي تم التوصل اليها في منطقة الدراسة كما في الجدول رقم(6-8)،اذ احتل الموضع الرابع المرتبة الاولى من درجات التعرية،ويليه الثالث والخامس على التوالي.[7]

درجة التعرية	عدد المواقع	مجموعة المساحات /كم2	المساحة %	مجموعة أطوال الأخاديد /كم	النسبة المئوية %
0	43	18.673	13.6	0	0
1	19	17.021	12.4	2.737	1.6
2	26	22.346	16.3	16.448	9.7
3	32	28.44	20.7	35.276	20.7
4	43	38.992	28.3	78.823	46.2
5	11	10.952	8	33.45	19.6
6	1	1	0.7	3.78	2.2
المجموع	175	137.4	100	170.5	100

المبحث السابع-قياس التعرية البشرية

يعد الانسان عامل مهم في تغيير شكل الارض الطبيعي،لولاه لبقي كل شيء في الطبيعية كما خلقه الله سبحانه وتعالى،الا ان متطلبات الحياة تحتاج الى ان يستغل ما اتاح الله له من خيرات لا تعد ولاتحصى،لذا عمل على تسوية الارض لزراعتها ومد العمران عليها،وحفرها ليستغل ما متاح من معادن وصخور وغيرها،هذا يعني انه ساهم بشكل فاعل في خفض مستوى مساحات شاسعة من الارض، ورفع مستوى مساحات اخرى.

ان قياس تلك العمليات ليس صعبا،فيمكن تحديد المساحة التي تم استغلالها وحفرها الى عمق معلوم،وبعملية حسابية بسيطة يتم التعرف على كمية التربة والصخور المنقولة من المكان،على سبيل المثال تم حفر مساحة طولها 200م،وسعتها 50م،وبعمق 5م،النتيجة يضرب الطول في العرض نحصل على المساحة(200 X 50=10000 م2)،أي هكتار عراقي،اما كمية المواد المزالة فتساوي الطول في السعة في العمق(200X 50 X 5=50000م3).

ويمكن حساب مساحة ومستوى ارتفاع الارض التي تم تغطيتها بالمواد التي نقلت من المساحة السابقة،ومن خلال قياس ابعاد المكان واخذ قياسات عدة للارتفاع فيتم الحصول على معدل ارتفاع،لانها في الغالب لا تتم تسويتها،بل تكون على شكل اكوام متقاربة في الارتفاع،على سبيل المثال طول المساحة المغطاة 400م،سعتها 200م،المساحة ستكون 400X 200= 80000 م2،اما الارتفاع على سبيل المثال تم قياس عشرة مواضع،عند اركان المساحة،ومواضع اخرى،وكانت

القياسات تتراوح ما بين 2م لخمسة مواضع و2،5 للخمسة مواضع الاخرى ،فتكون النتيجة 2 X 5=10،و2،5 X5=5،12،5،المجموع 5،22÷10=2،25م معدل ارتفاع المنطقة المطمورة.

ان نشاط الانسان متنوع لذا يحتاج كل منها اسلوب معين لمعرفة ما عمل على ازالته واضافته،مثلا مقالع الصخور او الرمال،التي يتم ازالة طبقات واسعة وعميقة تصل الى عدة كيلومترات،لانها تستخدم في مجالات عدة،لذا قد تؤدي الى ازالة معالم مناطق كاملة،كانت هضبية او تلالية تحولت الى حوضية منخفضة،شكل(21-6)مقلع صخور تحول من هضبة الى منخفض عميق.



اما استغلال الرمال فهو لايقل تأثيرا عن مقالع الصخور،فقد تحولت مقالع الرمال من هضاب وتلال الى منخفضات تصل عدة امتار تحت منسوب الارض المحيطة بها،شكل(22-6)صورة لمقلع رمل.



مراجع الفصل السادس

1- John Leys,Wind Erosion Monitoring and Modeling Techniques in Australia,2001.

2- Landscape scale measurements of wind erosion of volcanic materials in the Hekla area. desember 2010

3-د.الياس بالعيد، التعرية الريحية وفقدان الطبقة السطحية المنتجة من التربة باستخدام نظام المعلومات الجغرافي، حوض الزاغز الغربي بمنطقة السهوب الجزائرية، حالة دراسية،بحث منشور في مجلة *Journal of Remote Sensing and GIS, Vol. 1, Issue 1, 2013*،

4-د.خلف حسين علي الدليمي،علم شكل الارض التطبيقي،ط1،دار صفاء للنشر والتوزيع،عمان-الاردن 2012،ص233.

5- د.عبد المنعم بلبع ود.ماهر جورجي نسيم ؛ تصحر الأراضي في الوطن العربي, منشأة المعارف ألا سكندرية 1990ص 97.

6- د.محمد سامي عسل؛ الجغرافيا الطبيعية, مكتبة ألا نجلو المصرية 1983ص317.

7- د.سعد ابو راس الغامدي في السعودية،تطبيق نموذج جافريلوفيك لتقدير مخاطر التعرية المائية في حوض وادي نعمان بوسائل تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

8- د.محمد يونس سليم؛دراسة التعرية الاخدودية لتركيب قند شمال غرب العراق،بحث منشور على موقع الانترنت www.arabgeographers.net.

9- أ.د.اسباهية يونس محسن،ومحمد ابراهيم غثوان، التعرية المائية بدلالة الشبكة التصريفية في منطقة القوش باستخدام تقانة منظومة المعلومات الجغرافية(GIS),

بحث منشور في مجلة *Journal of Remote Sensing and GIS, Vol. 1, Issue 1, 2013*.



الفصل السابع

السواحل والشواطيء البحرية دراسة حقلية

المبحث الأول- تعريف وتصنيف السواحل والشواطئ
المبحث الثاني- الموقع و الخصائص الطبيعية لساحل الاثرون
المبحث الثالث-الخصائص الجيومورفومترية لشاطئ البحر المتوسط في منطقة الاثرون
المبحث الرابع-الاشكال الارضية الشاطئية
المبحث الخامس- اثر عناصر المناخ على الشاطيء
المبحث السادس- التضاريس الأرضية الساحلية وطبيعة انحدارها
المبحث السابع- تنوع الصخور وبنيتها وتركيبها
المبحث الثامن- التراكيب الصخرية الأولية والثانوية
المبحث التاسع- حركة مياه البحار والمحيطات
المبحث العاشر-اثر الامواج على الشواطىء
المبحث الحادي عشر- اثر المياه الجوفية على الشواطيء.
المبحث الثاني عشر- اثرمصبات الأنهار على الشواطيء(خارج منطقة الدراسة)
المبحث الثالث عشر-اثر التعرية الجليدية على الشواطيء.(خارج منطقة الدراسة)
المبحث الرابع عشر- اثر النشاط البايلوجي على الشواطيء.
المبحث الخامس عشر-اثر حركات القشرة الأرضية وتغير مناسيب مياه البحر على الشواطيء .
المبحث السادس عشر- اثرطبيعة الرف القاريعلى الشواطيء.
المبحث السابع عشر- اثر النشاط النشاط البشري على الشواطيء
المبحث الثامن عشر-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة السواحل والشواطيء.

المبحث الأول- تعريف وتصنيف السواحل والشواطئ

توجد تصانيف متنوعة للسواحل والشواطئ ألا انه قبل الدخول في تفاصيلها لابد من توضيح المقصود بالساحل والشاطئ,فالساحل coast يعني اليابس الذي يمتد بمحاذاة مياه البحار أو المحيطات,ويمثل خط الساحل الحد الفاصل بينهما,أي يمثل أعلى نقطة تطولها مياه البحر عند حدوث الأمواج العالية ,أما الشاطئshore فيمثل المنطقة الواقعة ضمن نطاق تأثير مياه البحر أو المحيط,ويقسم إلى قسمين شاطئ أمامي ويضم الجزء الذي يقع ضمن نطاق أدنى مستوى لمياه الجزر واعلى مستوى لمياه المد,وشاطئ خلفي ويشمل الجزء الواقع بين أعلى مد وخط الساحل,أما خط الشاطئ فيمثل الحد الفاصل بين الماء واليابس في الظروف الاعتيادية, أي دون تعرض المياه إلى حركة مد أو جزر أو أمواج أو تيارات بحرية.

وقد ظهرت تصانيف عدة للشواطئ والتي تتضمن مظاهر متنوعة ناتجة عن تأثير عوامل مختلفة,وقد نتج عنها تنوع في الشواطئ,لذا صنفت إلى ما يأتي:

1- شواطئ غارقة

تتعرض بعض المناطق إلى الغمر بسبب ارتفاع مناسيب المياه أو هبوط تلك المناطق فتظهر شواطئ جديدة تختلف في مظاهرها عما كانت عليه في السابق,وتضمن هذا النوع من الشواطئ أنواع ثانوية عديدة حسب طبيعة التضاريس الأرضية التي شملها الغمر من أودية ومصبات انهار ومرتفعات وسهول,لذا يتخذ الشاطئ أوضاعا متنوعة.

2- شواطئ ظاهرة

يسود هذا النوع في المناطق التي تعرضت إلى ارتفاع في القشرة الأرضية ويشمل المناطق المحاذية لليابس,أو بسبب انخفاض مناسيب مياه البحار والمحيطات,اذ تتخذ المياه مستوى جديد ينتج عنه ظهور مناطق كانت تحت المياه فأصبحت ألان جزءا من اليابس,كما أنها تمثل شاطئ جديدة يختلف عما كان عليه في السابق,ويحمل هذا النوع أثار البحر,أما النوع السابق فيحمل آثار اليابس,وعلى العموم يكمن التباين في تلك الشواطئ في نوع التضاريس وطبيعة تكويناتها ،والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة التي تعرضت لها في الأزمنة الجيولوجية المختلفة,وقد يكون

بعضها عبارة عن شواطئ شديدة الانحدار وأخرى بطيئة أو معتدلة الانحدار ,أي قد يكون منبسطا أو مرتفعا.

3- شواطئ محايدة

تعني الشواطئ المحايدة أنها لاعلاقة لها بتغير مناسيب المياه ولا بالساحل القاري, مثل الدلتوات الناتجة عن الارساب النهري,اذ تقوم الأنهار في بعض المصبات ببناء دلتوات ويتحول مجرى النهر إلى عدة فروع تمر ضمن الدلتا,كما يتكون مثل تلك الشواطئ بسبب البراكين التي يصل صهيرها إلى الشواطئ البحرية ويغطي جزءا من تلك الشواطئ فيتخذ وضعا متميزا من حيث الشكل والتكوين يميزه عما يحيط به, كما يتكون هذا النوع من الشواطئ نتيجة الإرساب الجليدي ,أوالشعاب المرجانية.

4- شواطئ انكسارية

تتعرض القشرة الأرضية في بعض المواضع الشاطئية إلى الانكسار فتهبط الكتلة المنكسرة بشكل تام أو جزئيا,وفي كل الحالات يتغير شكل الشاطئ عما كان عليه وتتغير كل المعالم التي كانت ظاهرة قبل الانكسار فيتخذ الشاطئ وضعا وشكلا جديدين،وربما يتحول من شاطئ متعرج متباين الانحدار إلى شاطئ جرفي يميل للاستقامة.

5- الشاطئ المركب

يتكون هذا النوع من الشواطئ من اتحاد اثنين أو اكثر من الأنواع السابقة فتظهر نوعية جديدة تحمل خصائص تختلف عن الأنواع التي تكونت عنها.[1]

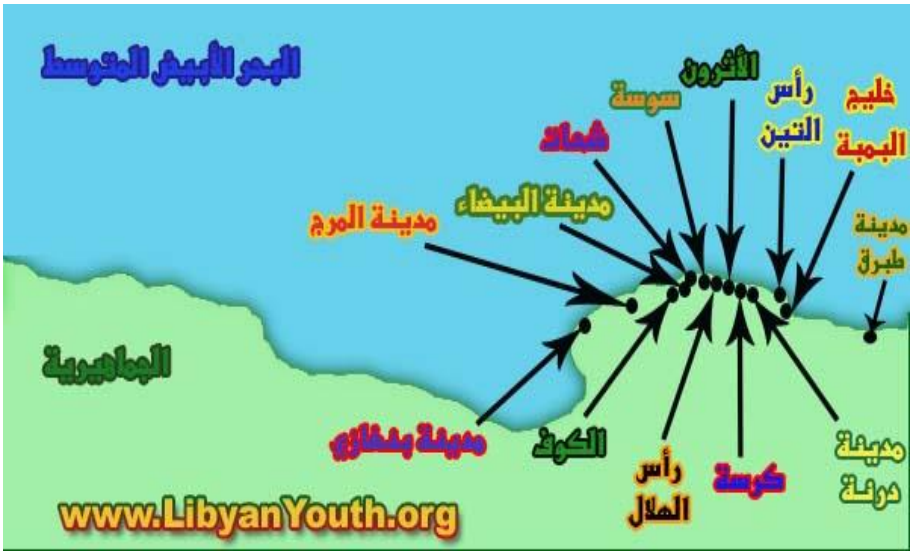
ان دراسة السواحل والشواطىء البحرية تختلف باختلاف الهدف من الدراسة،ولغرض اعطاء القاريء والباحث في مجال دراسات علوم الارض، لذا سيتم استعراض بعض البحوث التي تناولت تلك الموضوعات،منها بحث د.خلف حسين الدليمي العوامل المؤثرة في شاطىء البحر المتوسط في منطقة الاثرون شمال شرق ليبيا،وبحث د.الطيب بومعزه دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة وتتبع تطور السواحل البحرية،دراسة تطبيقية على الساحل المتوسط شرق المغرب.

المبحث الثاني- الموقع و الخصائص الطبيعية لساحل الاثرون

أولا- الموقع

تقع الاثرون في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا في منطقة الجبل الأخضر, شمال غرب مدينة درنه بحوالي 30كم, وجنوب شرق رأس الهلال حوالي 10كم.

أما فلكيا فتقع عند خط طول 9-30-22 شرقا ودائرة عرض 43-53-32 شمالا,الخريطتان (7-1و2) توضحان موقع منطقة الدراسة.[2]



شكل (2-7) يبين موقع الاثرون الطبيعي والفلكي



ثانيا- الخصائص الطبيعية

1- جيولوجية المنطقة

تتكون منطقة الاثرون من صخور رسوبية مختلفة وقد سميت التكوينات الجيولوجية في تلك المنطقة بتكوين الاثرون وذلك لتمييزها عن بقية التكوينات الأخرى,والذي يضم أنواع من الصخور ومن أهمها ما يأتي:

أ- صخور رسوبية جيرية بيضاء دقيقة التبلور وعلى شكل طبقات متباينة السمك يتخلل بعض تلك الطبقات عدسات من الصوان,ومن أنواع الصخور الغالبة في تلك المنطقة الطباشيرية البيضاء التي تعود إلى عصر الكريتاسي,ويصل سمكها في بعض الأماكن حوالي 44م وخاصة المنطقة الواقعة جنوب الساحل.[3]ويقل هذا السمك عند الشاطئ ليصل إلى حوالي10م,اذ تنحدر الأرض نحو الشاطئ,ويظهر تباين في سمك طبقات هذا النوع من الصخور وخاصة عند شاطئ البحر،فيتراوح ما بين بضعة أمتار إلى بضع مليمترات,وغالبا يكون بشكل متدرج من الأسفل إلى الأعلى, أي تتركز الطبقات السميكة في الأسفل والرقيقة في الأعلى،وقد ساعد ذلك على نشاط عمليات التعرية والتجوية في تكوينات الشاطئ.

ب- صخور المارل,وتظهر بشكل واضح عند الشاطئ في بعض المواقع التي تختفي فيها الصخور الطباشيرية,والمارل من الصخور الرسوبية الفيزيائية،والتي تحتوي على نسبة عالية من المعادن الطينية لذا فهي اقل صلابة من الطباشيرية ولها القابلية على الذوبان في الماء مما أدى ذلك إلى تراجع الساحل في أماكن وجودها بشكل واضح عما يجاورها.

ت-الصخور الرملية,وتنتشر ضمن تكوينات الساحل وبشكل متناثر وعلى نطاق محدود,وتعد من الصخور الرسوبية الميكانيكية أو الفيزيائية الصلبة مقارنة بالأنواع الأخرى,ومن خصائص تلك الصخور أنها تكون كتليه وليست طبقية،لذا تكون في وضع غير متجانس مع ما يحيط بها من صخور أخرى,وهذا اسهم في قلة مقاومة مثل تلك التكوينات لعمليات التعرية والتجوية في الشواطئ.

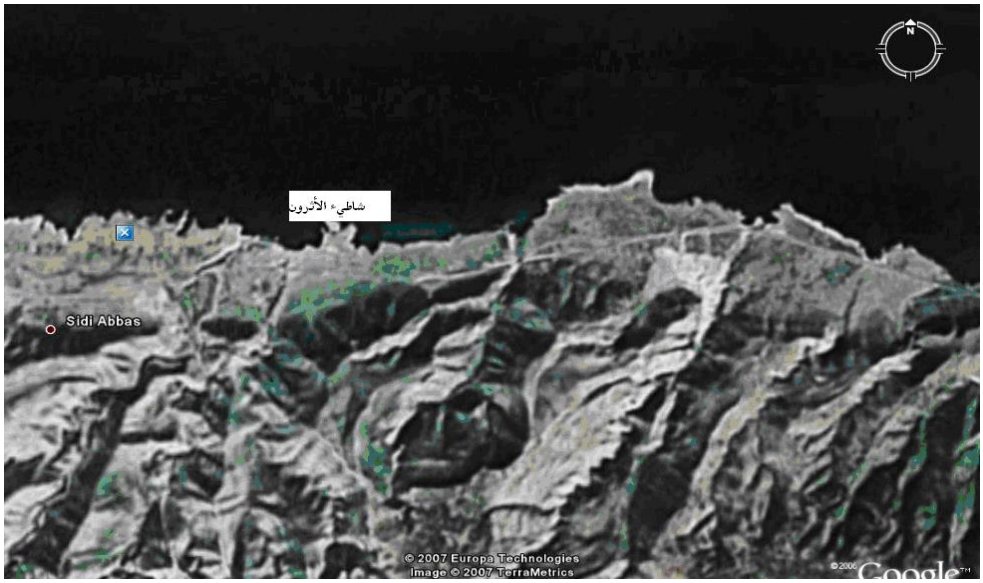
ث- تكوينات العصر الرباعي, تنتشر تلك التكوينات على نطاق واسع والتي تمثل احدث أنواع التكوينات لذا فهي تغطي التكوينات السابقة وبسمك متباين من مكان لاخر,ويتراوح سمكها في تلك المنطقة مابين 2 إلى 6م,وقد يكون بعضها على شكل متكتلات صلبة اوبريشا والبعض الأخر على شكل مزيج من الترب ومفتتات وقطع الصخور غير المتماسكة,وهذا النوع تتكون منه الدالات المروحية المنتشرة في تلك المنطقة على نطاق واسع لوجود مرتفعات قريبة من الشاطئ,والتي أدت السيول إلى جرف كميات كبيرة من قمم وسفوح تلك المرتفعات ونقلتها إلى الأسفل في الأزمنة الجيولوجية الماضية وخاصة في عصر البلايستوسين الذي يسمى العصر المطير في المناطق الاستوائية والمدارية والمعتدلة,وبالعصر الجليدي في شمال الكرة الأرضية ,وكان لتلك التكوينات دورا في تغير شكل الشاطئ لضعف تماسكها ,خاصة وأنها تشكل طبقة سميكة في معظم مناطق الساحل.

ج- الحجر الطيني,ينتشر هذا النوع على نطاق محدود يصل إلى حوالي 200م خاصة عند مصبات الأودية القديمة,اذ يتكون الحجر من ترب طينية حمراء قليلة التماسك وبسمك يصل إلى حوالي 3م وترتكز على صخور رسوبية صلبة,وقد تراجعت تلك التكوينات أمام عمليات التعرية والتجوية بشكل ملحوظ ،بحيث تحولت إلى ألسنة مائية ضمن الشاطئ.

ح- صخور التف,وهي من الصخور الرسوبية التي تتكون عند المساقط المائية والناتجة عن تكوينات كلسية وعضوية وذات مسامية عالية,ويوجد هذا النوع من الصخور على نطاق محدود جدا عند مصب وادي قديم كان يصب بالبحر على شكل شلال,وتكون تلك الصخور متوسطة الصلابة مقارنة بالأنواع الأخرى لذلك كانت عمليات التعرية والتجوية فيها واضحة.[4]
ومن الجدير بالذكر أن بنية تكوينات المنطقة تتخذ أشكالا مختلفة بعضها منتظم والبعض الأخر غير منتظم,كما يظهر عدم التجانس بين أنواع الصخور،وقد ساعد ذلك على قلة مقاومتها أمام العمليات الجيومورفولوجية التي تعرضت لها.

2- طبوغرافية المنطقة:

تتضمن منطقة الدراسة مظاهر جيومورفولوجية مختلفة,اذ تطل على منطقة الدراسة حافة المصطبة البحرية الثالثة التي تشرف على الساحل البحري ويصل ارتفاعها بشكل عام حوالي 250م, وتمتد بشكل موازي للساحل وتتخللها قمم صغيرة هرمية الشكل في بعض الأماكن,وعلى العموم تكون على شكل سلسلة ذات حافة صخرية شديدة الانحدار,وتمتد بشكل مستمر لمسافة تصل مئات الأمتار في أماكن أخرى,وأنها ذات سفوح شديدة الانحدار نحو الساحل،وتصل زاوية انحدارها إلى اكثر من 80˚ في معظمها,واهم ما يميز تلك لمنطقة تلك المنطقة أن الحافة تمتد على شكل قوس,اذ تبتعد عن الشاطئ في وسط منطقة الدراسة،وتقترب منه في بدايته الغربية,وتلتقي مع الشاطئ في الجهة الشرقية من تلك المنطقة(عند منطقة تسمى محليا حوض الكلب),وعلى العموم لا تزيد المسافة في ابعد نقطة بين الحافة والشاطئ عن 1600م.
ويقطع تلك الحافة أودية كبيرة من أهمها الاثرون وماليا والمعالم والكلعز, بلاضافة إلى أودية صغيرة أخرى تنحدر من تلك الحافة أو تقطعها,كما تضم المنطقة عدد من الدالات المروحية بمساحات مختلفة بعضها واسعة ويصل امتدادها إلى الساحل,وأخرى صغيرة تقع أسفل تلك الحافة,ويقطع بعضها أودية والبعض الأخر تنتهي عندها أودية صغيرة تنحدر من مرتفعات الحافة,أو تنتهي عندها مسيلات مائية تنحدر من سفوح تلك الحافة، شكل (3-7) صورة جوية توضح طبيعة الوضع الطوبوغرافي في منطقة الدراسة.



ويتضح من الصورة امتداد المرتفعات قرب ساحل البحر في منطقة الدراسة ،كما يوضح الشكل (7-4)صورة تبين طبيعة امتداد المرتفعات للجزء الغربي من منطقة الدراسة.



وقد نتج عن وجود تلك المرتفعات تحرك كميات كبيرة من رواسب العصر الرباعي نحو الساحل, بحيث وصل سمكها في بعض المواضع غرب منطقة الدراسة أكثر من 4م.

وقد اسهم هذا الوضع الطوبوغرافي بشكل فاعل في تغير شكل الشاطئ في تلك المنطقة.

3- الخصائص المناخية:

تفتقر منطقة الدراسة الى محطة مناخية، لذا تم اعتماد بيانات محطة مدينة درنه المناخية،والتي تبعد عنها حوالي30كم جنوب شرق الاثرون،وتقع على ساحل البحر،وهي ذات خصائص مناخية مشابهة لمنطقة الدراسة تقريبا,ويمكن استعراض كل عنصر من عناصر المناخ بشكل مختصر وكما يأتي:

أ- الحرارة,يميل مناخ المنطقة الى الاعتدال بشكل عام،لوقوعها تحت تأثير البحر،لذا يكون المدى الحراري قليل سواء بين الليل والنهار أوالصيف والشتاء,فقد ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف ليصل معدلها بشكل عام العظمى إلىْ34 م ،والصغرى حواليْ18م ,أما شتاءا فالعظمى ْ17م والصغرىْ7م,ويتضح من ذلك أن المدى اليومي ليس كبيرا مقارنة بالمناطق الصحراوية، ويصل حواليْ16 م شتاء وْ10م صيفا,وبين الصيف والشتاءْ17م.

ب- التساقط, تتعرض الاثرون إلى تساقط الأمطار في فصول الخريف والشتاء والربيع وبشكل متذبذب من فصل لاخر ومن سنة لأخرى,وقد تكون في بعض الأحيان على شكل زخات مطرية شديدة ولفترت قصيرة,ويصل معدل كمية الأمطار الساقطة إلى حوالي 540ملم سنويا وتتركز في نهاية الخريف واشهر الشتاء وبداية الربيع.[5] وقد

كان للموقع البحري وارتفاع الحافة الجبلية دور كبير في ارتفاع كمية التساقط في تلك المنطقة مقارنة عما يسقط جنوب شرقها، والتي تقل فيها معدلات المطر الى نصف ما يسقط على الاثرون ،مثل أم الرزم والتميمي.

وتعمل الأودية والمسيلات المائية المنتشرة في منطقة الدراسة بكثرة على نقل مياه الأمطار الساقطة إلى البحر،والقليل منها يتسرب إلى باطن الأرض لشدة الانحدار وقصر المسافة,وحتى المياه المتسربة في باطن الأرض هي الأخرى تتجه نحو البحر بسبب انحدار الأرض وما تتضمنه الطبقات الصخرية من فواصل وكسور وفوالق تساعد على حركة المياه الجوفية نحو البحر.

وبسبب الموقع البحري لا تتعرض المنطقة إلى تساقط الثلوج التي تتعرض لها المناطق الواقعة إلى الغرب منها مثل شحات على بعد حوالي 50 كم والتي تقع على ارتفاع حوالي 700م وتبعد عن البحر حوالي 5كم.

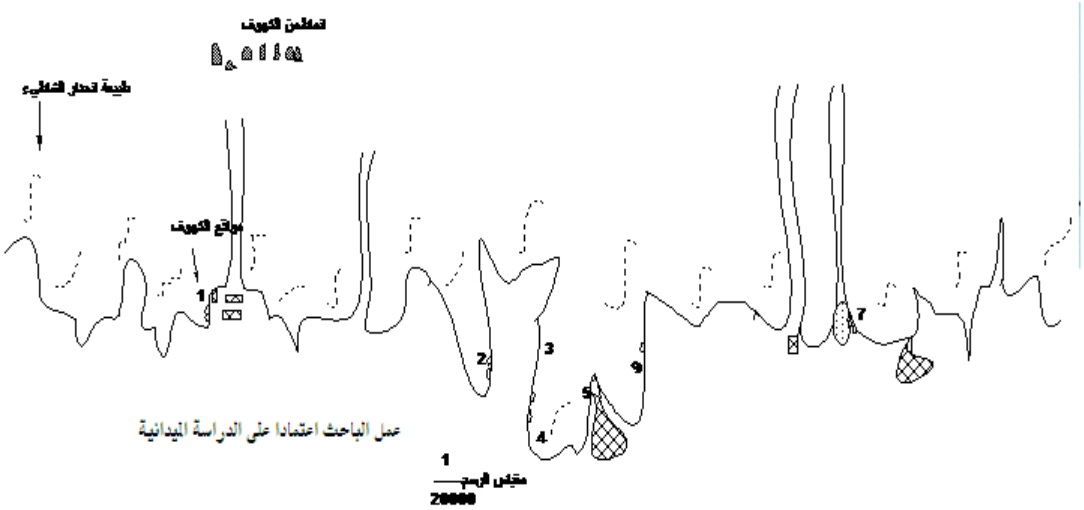
ت- الرياح, تسود المنطقة رياح شمالية وشمالية غربية بنسبة كبيرة، والاتجاهات الأخرى بنسبة قليلة, كما تختلف سرعة تلك الرياح من فصل لاخر ومن شهر لاخر,اذ تزداد في فصلي الشتاء والربيع,وتتراوح ما بين 9,2كم/ ساعة في شهر آب (الثامن) و15كم/ساعة في شهر آذار(الثالث).[6] ويكون لتلك الرياح الأثر الكبير في تغير شكل الساحل لأنها تهب من جهة البحر نحو الساحل وبشكل متعامد عليه،لذا تدفع بالأمواج نحو تلك السواحل مما يترتب على ذلك زيادة عمل الأمواج،والتي يزداد نشاطها مع سرعة الرياح.

المبحث الثالث-الخصائص الجيومورفومترية لشاطئ البحر المتوسط في منطقة الاثرون

تختلف طبيعة الشواطئ من مكان لاخر وعلى مسافات قصيرة,ويعود ذلك إلى نوع العوامل التي أسهمت في تكوينها,وعند ملاحظة الشواطئ بصورة عامة في العالم يتضح أن هذا الاختلاف واضح جدا,على سبيل المثال الشواطئ الجنوبية الغربية والجنوبية من أمريكا الجنوبية وعلى امتداد اكثر من 1500كم,يظهر الشاطئ متعرج جدا،ويضم إعداد كبيرة من الجزر وأشباه الجزر على امتداد تلك المسافة, فضلا عن التعرجات والمظاهر الشاطئية المتنوعة,وكذلك الحال السواحل الكندية الغربية على جهة المحيط الهادي،هي الأخرى شديدة التعرج,كما تتكرر الحالة في سواحل النرويج الغربية أيضا,ومناطق أخرى كثيرة في العالم.[7]

وقد تمت دراسة شاطئ منطقة محددة لغرض إظهار التفاصيل الدقيقة,اذ تزداد التفاصيل مع صغر منطقة الدراسة وتقل مع سعة المساحة,وتمثل المنطقة جزءا من شاطئ البحر المتوسط في شمال شرق ليبيا في منطقة الجبل الأخضر,والصورة الفضائية السابقة بينت بشكل واضح المظهر العام للشاطئ في تلك المنطقة،وما يتضمنه من تعرجات ومظاهر,والوضع التضاريسي العام,والتي من خلالها يمكن استنباط الكثير من المعلومات المتعلقة بتلك المنطقة.

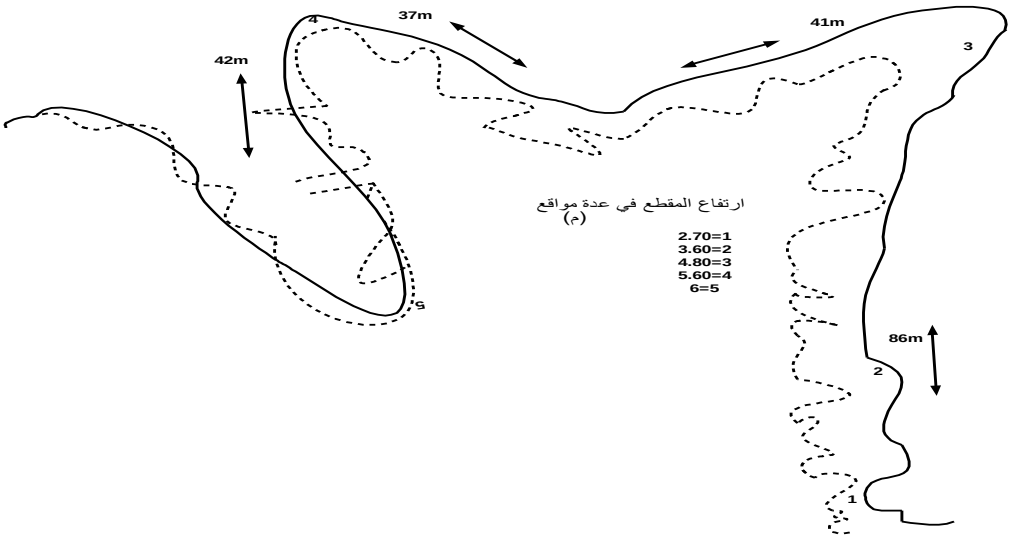
إذ يتميز الشاطئ البحري في تلك المنطقة بشدة تعرجه وبشكل متميز عن غيره من المناطق الأخرى المحيطة به,شكل (5-7) مخطط يوضح طبيعة الشاطئ في منطقة الدراسة.



ويتضح من المخطط التغير الكبير في شكل الشاطيء بفعل تظافر عمل عدة عوامل أسهمت في أحداث تغيرات واسعة في الشاطئ بمرور الزمن,اذ توجد ألسنة من اليابس تمتد في مياه البحر،وأخرى مائية تمتد ضمن اليابس,ويظهر تراجع الشاطئ بشكل متميز عما كان عليه في بعض المواضع ,اذ تكونت امتدادات مائية على نطاق كبير ضمن اليابس، وتصل إلى اكثر من 100م,وتنتهي هذه الامتدادات الواسعة بألسنة ثانوية ضيقة ذات نهايات مدببة نحو اليابس، وباتجاهات مختلفة نحو الغرب والجنوب,شكل (6-7)صورة لمنطقة التراجع,ويتبين من المخطط أن المنطقة تعرضت لعمليات جيومورفولوجية شديدة وباشتراك عدة عوامل أدت إلى تراجع الشاطئ في بعض الأماكن اكثر من 100م .



ومن الملاحظ أن مقطع منطقة التراجع يكون لها مظهران أحدهما خارجي يعبر عن الشكل العام لتلك المنطقة ,والثاني داخلي ويوضح طبيعة التغيرات التي شهدتها الطبقات الواقعة تحت السطحية والتي تقع تحت تأثير عمل الأمواج,لذا تظهر أكثر تعرجا من الخارجية,شكل (7-7) مخطط يوضح المظهران الخارجي والداخلي لمقطع التراجع الشرقي في منطقة الدراسة.



ومن الجدير بالذكر أن آثار التراجع واضحة في المناطق التي تراجعت أمام عمليات التعرية والتجوية من خلال ما تركته من كتل صخرية بارزة فوق الماء أو تحته ولكن على أعماق ضحلة تظهر تلك الكتل الصخرية واضحة, ويتكون الشاطئ في تلك المنطقة من جرف شديد الانحدار أي قائم الزاوية، ويصل ارتفاعه مابين 3م في بداية التراجع و7 م عند نهايته من جهة اليابس,ويعود الاختلاف في ارتفاع الشاطئ إلى طبيعة انحدار الأرض نحو البحر,اذ يزداد الانحدار في بعض الأماكن ويقل في أماكن أخرى,وقد وصلت درجة الانحدار ْ32 بمحاذاة جرف التراجع الشرقي, وتقع نقطة القياس الأولى قرب بداية التراجع والثانية عند نهايته,أي على مسافة تزيد على 100م طولا ,الشكلان(9-8-7) صورتان لموضع التراجع الشرقي من جهتيه.

شكل(8-7)الجهة الغربية



شكل(9-7)الجهة الشرقية

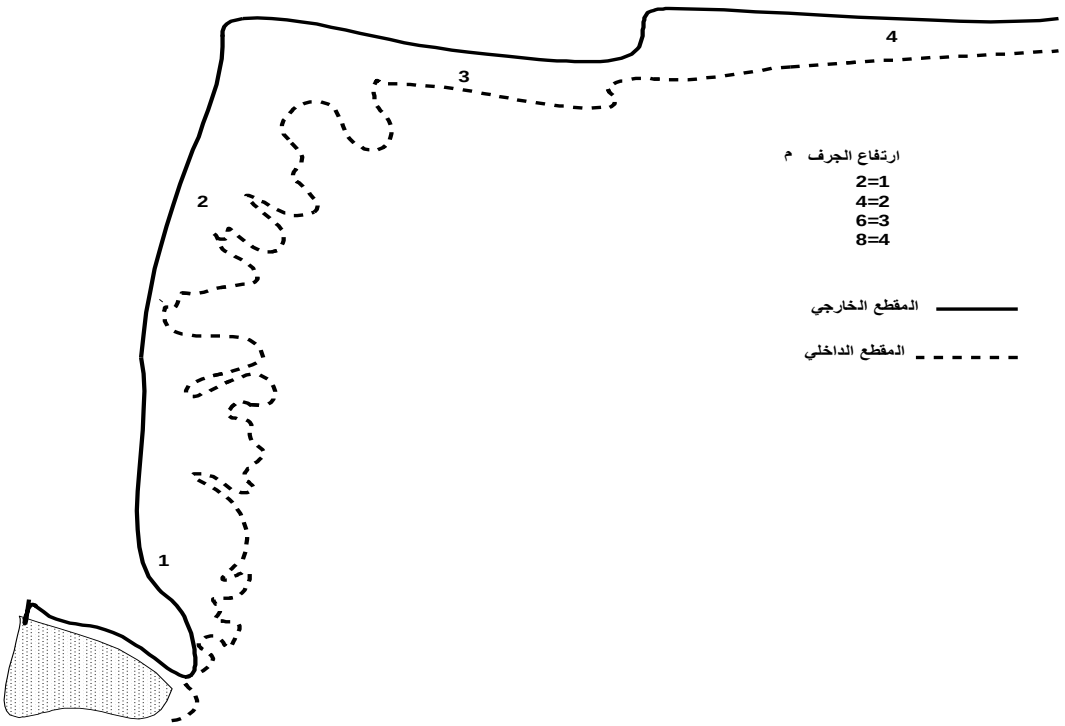


ويتضمن مقطع التراجع عدد من الكهوف بأشكال مختلفة,شكل (10-7) صورة تبين بعض أنواع الكهوف البحرية أمام وادي الكلعز .



ويتضح من الصورة إن بعض تلك الكهوف مقوس الشكل أو نصف دائري وخاصة الكهوف التي تتكون في مواضع الطيات,والبعض الأخر مستطيل أو مثلث الشكل حسب امتداد الطبقات الصخرية ،ونوع التراكيب التي أسهمت في تكوينها,ويتضح ذلك في الشكلين السابقين(7-8-9) ايضا,ومن الملفت النظر أن اتجاه تلك الكهوف عكس اتجاه امتداد الشاطئ واتجاه الأمواج,اذ تتجه معظمها شرق غرب أو غرب شرق أو جنوب غرب او شمال شرق,والسبب يعود إلى طبيعة امتداد الطبقات الصخرية وما تتضمنه من تراكيب تحكمت بنوع وإبعاد تلك الكهوف,اذ تتجه محاور الطيات بشكل موازي لامتداد الشاطئ، وكذلك امتداد الفوالق والكسور بنفس الاتجاه ,ويصل ارتفاع بعض تلك الكهوف حوالي 2,5م وسعتها حوالي 2,7م وطولها حوالي 4م، والبعض الأخر اقل من تلك الأبعاد أو أكثر.

ويظهر إلى الغرب من هذا التراجع بحوالي 200م تراجع أخر يختلف بعض الشيء عنه في المظهرين الخارجي والداخلي,شكل (11-7) مخطط لمقطع التراجع المجاور.



ويعود ذلك إلى تنوع التكوينات من حيث البنية والتراكيب الأولية والثانوية,اذ تراجع الشاطئ في هذا المكان بمسافة مقاربة لتراجع المقطع الأول ألا أن المظهر الخارجي والداخلي للمقطع يختلف

عنه في طبيعة التعرج الذي يقل في هذا المقطع سواء الداخلي أو الخارجي,كما يتباين التعرج في نفس المقطع من مكان لاخر،إذ يزداد في الشاطئ المتعامد على امتداد الشاطئ العام ويقل في الجهة الأخرى,ويعود ذلك إلى نوع التكوينات وطبيعة امتدادها ونوع التراكيب الأولية والثانوية التي تتضمنها صخور تلك المنطقة,وتتنوع الصخور في الجهة الأولى مثل الصخور الرسوبية الرملية والصخور الجيرية والمتكتلات,كما تختلف الصخور في سمك طبقاتها،اذ تكون قليلة السمك في الجهة المتعامدة،وقد لاتصل إلى 1سم في بعض الأماكن وعلى شكل طبقات رقيقة وتضم فوالق وكسور أسهمت في إضعافها إمام قوى التعرية والتجوية.

في حين يكون سمك الطبقات كبيرا في الجهة الموازية لامتداد البحر وتصل إلى 2م أو اكثر, ويتميز الجرف البحري في هذا المقطع بارتفاعه مقارنة بالنوع السابق،اذ وصل إلى حوالي 8م في نهاية التراجع,أي هنالك 6م فرق بين بداية التراجع ونهايته,شكل (12-7)صورة تبين موضع التراجع الغربي.



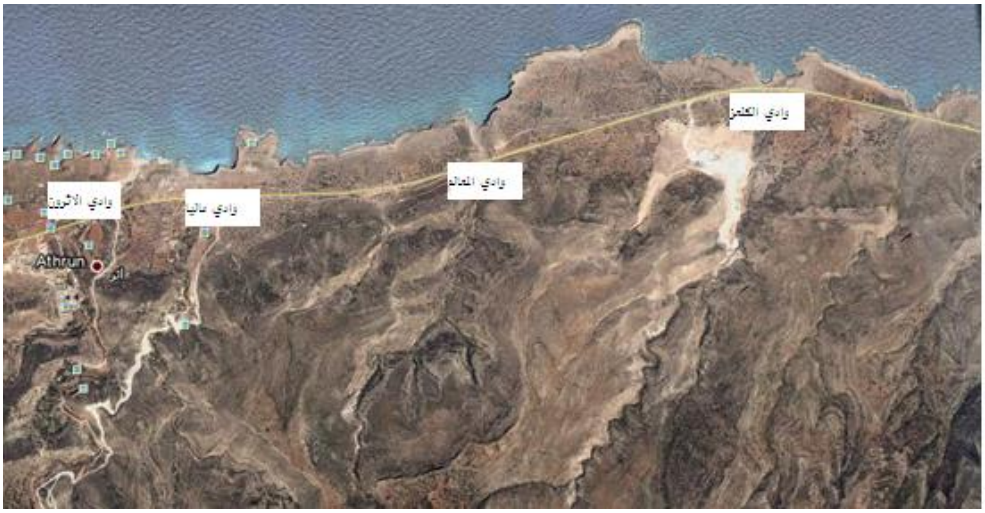
ويمتد بين المقطعان المتراجعان لسان من اليابس ولكنه غير متصل،اذ عملت التعرية المائية والتجوية على فصل جزء منه على شكل جزرة صغيرة تحيط بها المياه من عدة جهات, كما موضح في شكل (12-7),اذ يظهر امتداد كتلة اليابس بين المقطعين,ويبدو أنه أكثر تماسكا وصلابة من المناطق التي تراجعت من حوله,ويعود ذلك إلى طبيعة بنية الطبقات الصخرية ونوع التراكيب التي تتضمنها تلك الطبقات،ألا إن تلك الكتلة من اليابس لم تكن واحدة بل تضم تراكيب

ثانوية وخاصة الفوالق وأسطح الانفصال التي أسهمت في قطع جزء من تلك الكتلة وحولتها إلى شبه جزيرة تحيط بها المياه من عدة جهات عدا جزء بسيط جنوب شرقها.

المبحث الرابع-الاشكال الارضية الشاطئية

اولا-مصبات الأودية:

يقطع امتداد الشاطئ عدة أودية هي الاثرون وماليا والمعالم والكلعز،والتي تنتهي بمصبات مختلفة بعضها واسع مثل وادي الاثرون وأخرى ضيقة مثل وادي ماليا وأم المعالم,والبعض ينتشر عند مصباتها رواسب مثل وادي الاثرون وأخرى بدون رواسب مثل وادي ماليا وأم المعالم,وبعض الأودية تنحدر نحو البحر بشكل تدريجي حتى المصب مثل الاثرون,والبعض الأخر ينتهي بجرف شديد الانحدار يشبه الشلال مثل وادي والكلعز في الجهة الشرقية من منطقة الدراسة,والذي ينتهي بجرف صخري يصل ارتفاعه اكثر من 3م ويقطع امتداد الكتل الصخرية فالقان كبيران الأول يصل اتساعه حوالي 1م والثاني حوالي 2م وبعمق يصل إلى أكثر من 3م,شكل (13-7) صورة فضائية تبين طبيعة الأودية في منطقة الدراسة.



ثانيا-الأقواس البحرية:

يتضمن الشاطئ بعض الأقواس البحرية وخاصة إلى الغرب من وادي الاثرون,ذا يوجد قوس كبير يصل ارتفاعه أكثر من 3م وسعته أكثر من 2,5م, شكل(14-7) صورة للقوس,وقد كان للتراكيب الأولية والثانوية التي تضمنتها صخور الشاطئ دورا كبيرا في تكون تلك المظاهر،ويتضح من

الصورة ان التكوينات الصخرية تضم فوالق وكسور وأسطح انفصال وأنواع متباينة من الصخور في التكوين والبنية والسمك.



ثالثا-السنة اليابس والماء:

يتضمن الشاطئ السنة من اليابس تمتد أمام الشاطئ في أوضاع مختلفة بعضها ذات رؤوس مدببة وأخرى مستطيلة أو مقوسة الشكل,وقد تكون ضيقة لا تتجاوز سعتها ما بين 3- 5م, والبعض الأخر يصل إلى حوالي 50م أو أكثر,كما هو الحال في مناطق التراجع،والتي يصل فيها إلى حوالي 100م،كما توجد الألسنة غرب وشرق منطقة الدراسة ومتداخلة مع الألسنة المائية،شكل(14-7) السنة من اليابس والماء.



أما الألسنة المائية فتمتد ضمن اليابس بأوضاع مختلفة بعضها ضيقة لا تتجاوز5م ومسافة تصل إلى اكثر من50م وعمق يصل إلى حوالي12م ,مثل اللسان الموجود مقابل قرية الاثرون, وربما يمثل امتداد لفالق كبير أو مصب وادي عميق اندثرت معالمه بمرور الزمن،ولسان شمال غرب قرية الاثرون اقل طولا وأكثر سعة من السابق،ومقارب له في ارتفاع الضفاف الا ان مياهه اقل عمقا، كما يوجد لسان أخر في نهاية منطقة الدراسة الشرقية ويصل طوله إلى حوالي 10م وسعته حوالي3م وعمقه اقل من 8م,شكل (15-7)صور توضح الألسنة المائية مقابل قرية الاثرون وشمال غربها وشرقها,والبعض الأخر من الألسنة المائية يكون واسع وضحل مثل مصبات بعض الأودية ومنها مصب وادي الاثرون,وتمثل مناطق التراجع المارة الذكر السنة مائية كبيرة يصل طولها إلى أكثر من 100م وسعته أكثر من 100م.



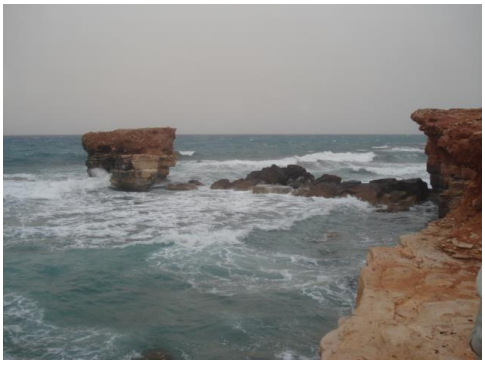






رابعا-الموائد الصخرية البحرية:

يضم الشاطئ بعض أشكال الموائد الصخرية المشابهة للموائد الصخرية الصحراوية,والتي عملت التعرية المائية على قطعها عن الشاطئ الذي يتراجع عنها،اذ تقاوم عمليات التعرية لصلابتها مقارنة بما يحيط بها فتبقى شاخصة أمام الشاطئ، فتحيط بها المياه من جميع الجهات,شكل (7-16) صور لموائد بحرية,ومن الجدير بالذكر أنها تختلف،في شكلها ومساحتها وارتفاعها من مكان لأخر حسب نوع الصخور والتراكيب التي تتضمنها،ففي الصور المتعلقة بتلك الموائد تظهر الصورة الأولى واضحة المعالم،فقد عملت التعرية المائية على تأكل الجزء السفلي منها حتى أصبح اقل سعة من الجزء العلوي،وان شكلها العام يميل إلى الدائري،اما النوع الثاني فيبدو أنها عبارة عن كتلة صخرية يحيط بها فالق ضيق وعميق،كما عملت التعرية المائية على إزالة الطبقات الصخرية التي تعلوها،فظهرت اقل ارتفاعا من الحافة الصخرية القريبة منها.





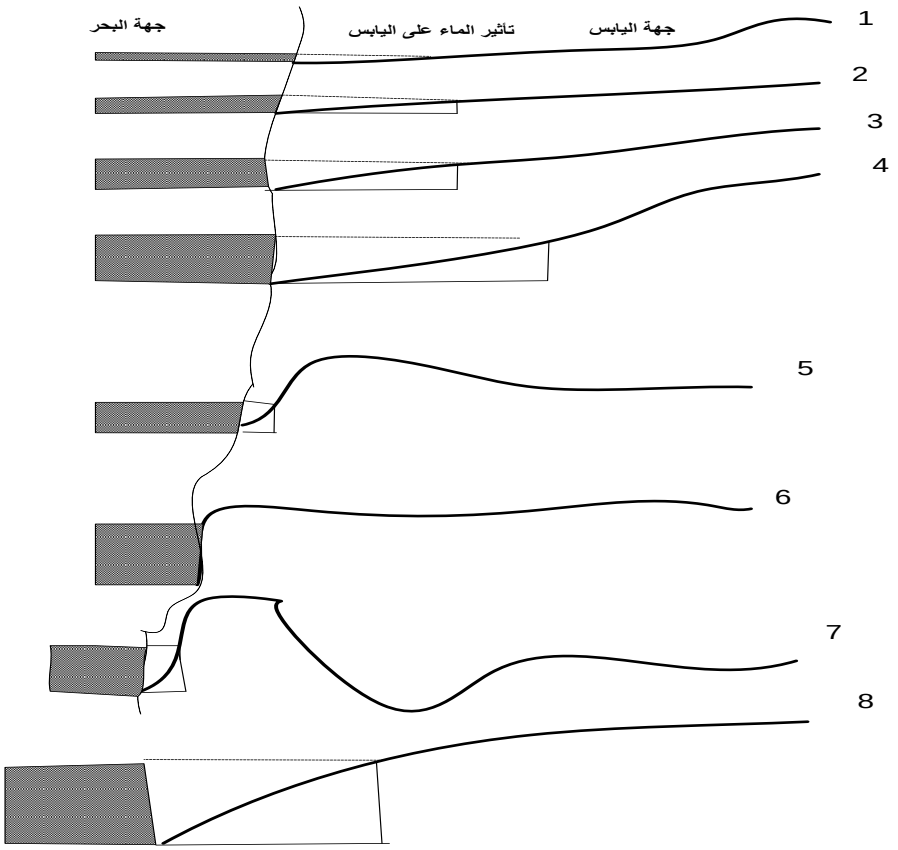
خامسا- الأجراف البحرية:

إن لطبيعة انحدار الأرض وطبيعة امتداد التكوينات الشاطئية من صخور مختلفة صلبة وضعيفة ،واثر العمليات المختلفة أدى إلى تراجع الشواطئ الأمامية،فتراجع الشاطئ كثيرا في بعض المناطق كما مر ذكره،لذا ساد في منطقة الدراسة ظاهرة الأجراف البحرية القائمة الزاوية والشديدة الانحدار، والتي ويتراوح ارتفاعها مابين1م وأكثر من18م ،وفي شرق الاثرون يصل الجرف البحري إلى حوالي 70م ،اذ تنتهي المرتفعات بالبحر،ويظهر ذلك واضحا من خلال الأشكال التي تم استعراضها سابقا،شكل(17-7أ)اجراف بحرية.





ويتضمن الشاطئ مناطق معتدلة ومتوسطة الانحدار، حسب طبيعة انحدار اليابس نحو البحر,لذا ظهرت بعض المناطق على شكل مقعر،وأخرى بشكل محدب،اوعلى شكل مدرج, وتم توضيح ذلك في مقطع الشاطئ سابقا,كما يوضح الشكل (17-7ب) مخططات لأنماط من أنواع الانحدارات السائدة في منطقة الدراسة.[8]



المبحث الخامس- اثر عناصر المناخ على الشاطيء

يؤثر المناخ في الشواطئ بصورة مباشرة وغير مباشرة وكما يأتي:

اولا- التغير الحراري, تتعرض السواحل بصورة عامة إلى تغير حراري يومي وفصلي ألا أن المدى الحراري يكون اقل مما فوق اليابس البعيد عن الساحل، لوقوع تلك المناطق تحت تأثير البحر،اذ تكتسب المياه الحرارة وتفقدها ببطأ مقارنة باليابس الذي يكتسبها بسرعة ويفقدها بسرعة,وعليه يكون تأثير الحرارة على صخور الشواطئ محدودا وحسب نوع المعادن التي تتكون منها تلك الصخور ومعامل تمددها الحراري,فقد تكون بعض تلك المعادن ذات معامل تمدد حراري عال فيتأثر بالتغير الحراري، حتى وان كان اقل مما في المناطق اليابسة,وقد يسهم ذلك في تقشر الأجزاء الخارجية من الصخور,أو يؤدي إلى تشققها,فيساعد ذلك على زيادة عمليات

التعرية والتجوية سواء بواسطة الأمطار أو مياه البحار التي تدفع بها الأمواج العالية نحو الشواطئ فتغطي مساحات واسعة منها,ويكون لتلك العملية بمرور الزمن دورا فاعلا في تطور الشواطئ,ويظهر اثر ذلك واضحا في منطقة الدراسة فرغم قلة المدى الحراري الذي يتراوح مابين 10° م و16 °م,اذ توجد صخور متقشرة وطبقات صخرية متكسرة على نطاق واسع,والتي كان لها اثر فاعل في تطور الشاطئ في تلك المنطقة.

ثانيا- الأمطار, تؤثر الأمطار في الشواطئ بشكل فاعل مهما كانت كميتها,وقد يصل متوسط كمية الأمطار الساقطة فوق منطقة الدراسة اكثر من 500ملم سنويا لذا يكون لها تأثير كبير على الشواطئ,وتكمن أثارها في الجوانب آلاتية:

1- تعمل المياه المتجمعة في الأودية التي تصب في البحر على تعرية ما يقع أمامها من تكوينات الشاطئ وحسب كمية المياه الجارية فكلما زادت كمية التصريف ازداد التأثير,كما يكون لنوع مكونات الساحل دور في ذلك,فإذا كانت صخور صلبة والمصب عبارة عن قناة ضيقة يكون التأثير مقتصرا على تجمع الرواسب الخشنة أمام المصب,ويحدث العكس إذا كانت التكوينات هشة أو ضعيفة التماسك إذ تزداد عمليات التعرية والتجوية وتتسع مصبات تلك الأودية,كما يكون للكتل الصخرية التي تجلبها السيول معها دور في تنشيط عمليات التعرية,وهذا ما يسود في منطقة الدراسة،اذ يتسع مصب وادي الاثرون في حين يضيق مصب وادي المعالم والمسافة بينهما لاتزيد عن 300م.

وقد يكون لطبيعة ارتفاع المصب دور في عملية التعرية،فقد تكون بعض مصبات الأودية على شكل جروف شديدة الانحدار وعلى ارتفاع يتجاوز 3م، لذا يتحول إلى مساقط مائية عند سقوط الأمطار تعمل على تعرية الكتل الصخرية التي تمر من فوقها والتي تأخذ بالتراجع بمرور الزمن وبشكل واضح عما يجاورها,وهذا واضحا عند مصب وادي والكلعز شرق الاثرون,أوقد تكون المصبات عبارة لسان مائي تنحدر نحوه الأودية بشكل تدريجي,فتلقي المياه ما تحمله من رواسب خشنة وناعمة في تلك المصبات فتعمل الأمواج على نقل الرواسب الناعمة وتبقى الخشنة منها تتحرك حركة موضعية ضمن نطاق اللسان المائي بتأثير الأمواج,لذا تتحول إلى قطع ملساء أو ناعمة ذات نهايات مقوسة بسبب شدة الاحتكاك فيما بينها أو مع صخور القاع والجوانب.

2- تسرب جزء من مياه الأمطار في الشقوق والمسامات التي تتضمنها مكونات الشواطئ،والتي تعمل على تنشيط عمليات التعرية والتجوية في تلك الأماكن وتؤدي إلى توسيع الشقوق والكسور بمرور الزمن فتضعف تلك التكوينات وتتراجع نحو اليابس تحت تأثير أي عملية أخرى مثل الأمواج,ويزداد نشاط تلك المياه إذا تضمنت ملوثات ثاني أو كسيد الكابون فترتفع حموضة تلك المياه والتي تتفاعل مع كربونات الكالسيوم التي تتكون منها الصخور الرسوبية فتعمل على تحللها,وقد تتجمع تلك المياه في الحفر الصغيرة التي توجد على سطح الأرض وتعمل على إذابة مكوناتها فتتوسع تلك الحفر فتتحول إلى مناطق وعرة بأشكال صغيرة الحجم يسميها البعض بالحرافيش,ويظهر ذلك واضح في منطقة الدراسة التي تتعرض إلى أمطار غزيرة في بعض المواسم, كما أنها تقع في مهب الرياح الشمالية والشمالية الغربية القادمة من أوربا والتي تحمل معها الملوثات الصناعية, علما أن المسافة لاتزيد عن 500كم,وقد تمت ملاحظة ذلك ميدانيا عند زيارة تلك المنطقة وكان الجو ممطرا،وكانت المياه الناتجة عن التساقط غير نقية,ويظهر ذلك على زجاج السيارة وبلون يميل إلى السواد وبشكل واضح جدا,وقد تكررت تلك العملية مرتين في نفس المكان,ويلاحظ اثر الأمطار في المسامات والشقوق والحفر في كل منطقة الدراسة.

كما يكون لمياه الأمطار المتسربة في الطبقات الصخرية الباطنية دور في التأثير على الشواطئ.

ومن الجدير بالذكر أن الثلوج التي تتساقط على بعض شواطئ البحار والمحيطات والتي تدخل في الشقوق والفواصل تعمل على تفككها من خلال زيادة حجم الكتل المتجمدة إلى تسع أضعاف حجمها الطبيعي, وكذلك عند ذوبانها تساعد على تسرب المياه في الشقوق وخلال أسطح الانفصال ,ألا أن ذلك لا يحدث في منطقة الدراسة.

ثالثا- الرياح, تؤثر الرياح على الشواطئ بصورة مباشرة وغير مباشرة,اذ يرتبط تكون الأمواج بشدة الرياح كلما زادت سرعتها كبرت الأمواج وزاد نشاطها,كما يكون لتغير اتجاه الرياح اثر على الشواطئ لأنها ستغير في اتجاه الأمواج ومن ثم مواضع تأثيرها في الشاطئ,ويكون للرياح الدور الفاعل عندما تدفع بالأمواج إلى داخل الشقوق والكسور التي تتضمنها صخور الشاطئ, ويظهر ذلك واضحا في منطقة الدراسة التي تتعرض إلى الرياح بشكل متعامد على الشاطئ وتكون متباينة السرعة والاتجاه,حيث تصل أقصى سرعة للرياح حوالي 15كم/ساعة وخاصة في

فصل الربيع,كما تكون الاتجاهات الغالبة هي الشمالية والشمالية الغربية والغربية وتليها الاتجاهات الأخرى بنسب اقل.

المبحث السادس- التضاريس الأرضية الساحلية وطبيعة انحدارها

تتباين تضاريس السواحل من مكان لاخر وضمن منطقة محددة كما هو الحال في منطقة الدراسة التي تتميز بتنوع مظاهر السطح وضمن نطاق يمتد حوالي 5كم ,اذ توجد مرتفعات ووديان ودالات مروحية واراضي منبسطة,كما تضم تلك المنطقة أربعة أودية متباينة في مصباتها من حيث السعة والارتفاع والرواسب,وموزعة على امتداد تلك المنطقة,وهي الاثرون وماليا و المعالم والكلعز,ويظهر اثر تلك الأودية واضحا في شكل الشاطئ في منطقة الدراسة من خلال نوعية تلك الأودية من حيث سعة المصب وطبيعة انحداره والمظاهر المتكونة عند مصباتها مثل الكهوف عند مصب وادي الاثرون والكلعز,والأبراج أو الموائد الصخرية عند مصب وادي المعالم , والأجراف الصخرية عند مصبات الكلعز وماليا,وكذلك انتشار الرواسب الخشنة عند مصب وادي الاثرون,ويتضح من ذلك أن تلك الأودية أسهمت بشكل فاعل في تغير شكل الشاطئ,الشكلان (7- 19,18)يبينان اثر الأودية على شاطئ البحر المتوسط شرق منطقة الدراسة حوالي 100كم(منطقة التميمي والبطنان).





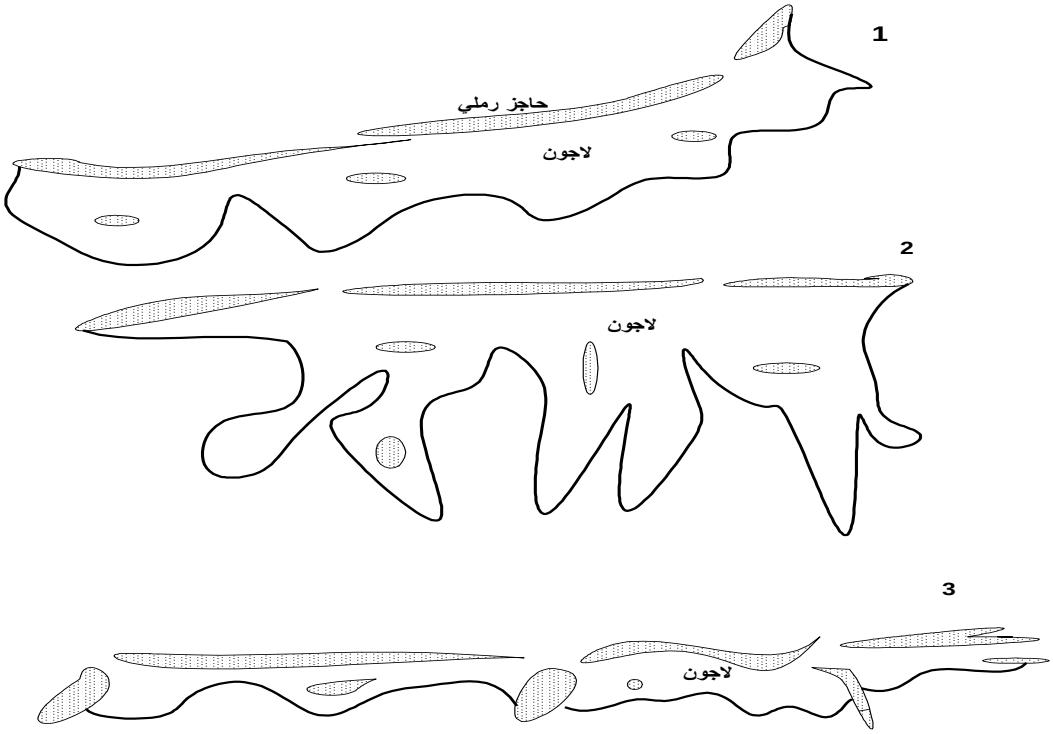
ومن المظاهر السائدة في منطقة الدراسة المرتفعات التي تمتد على شكل سلسلة مقوسة تقطعها بعض الأودية,ويصل ارتفاعها إلى حوالي250م,وتقترب تلك المرتفعات من الشاطئ حتى تصبح جزءا منه في بعض الأماكن فشكلت جرفا عاليا شديد الارتفاع وخاصة في الجهة الشرقية من

منطقة الدراسة, في حين تبتعد غرب وادي الاثرون وتصل إلى حوالي 1,6كم,وتنحدر تلك المرتفعات نحو البحر بشدة بحيث تصل زاوية الانحدار في معظم السفوح اكثر من80˚, وساعد ذلك على زيادة سرعة جريان المياه على سفوح تلك المرتفعات والتي تصل إلى البحر بسرعة مع قلة الكميات الضائعة منها بواسطة التسرب أو التبخر,وتتضمن معظم تلك السفوح مسيلات مائية واضحة,وتنتهي بعض تلك المسيلات بدالات مروحية بعضها واسعة والبعض الأخر صغيرة المساحة.

وقد انعكست نوعية تلك التضاريس على طبيعة انحدار الساحل نحو الشاطئ والذي اتخذ أوضاعا مختلفة حسب طبيعة الانحدار,فظهرت أنماط متنوعة تبدأ من شواطئ معتدلة الانحدار وأخرى متوسطة الانحدار ومن ثم شديدة الانحدار والتي تمثل اكبر نسبة.

وقد تسبب الانحدار الشديد للمرتفعات في تحرك كميات كبيرة من الرواسب في العصر المطير (البلايستوسين) والتي غطت التكوينات الصخرية الأصلية بطبقة سميكة من تلك الرواسب وصلت إلى اكثر من 5م في بعض المواضع, والتي تسمى ترسبات العصر الرباعي,ومن أنواعها المتكتلات والبريشا.(9)

وتكون بعض السواحل على شكل سهول واسعة ومنبسطة يعلو بعضها مستوى البحر ،والبعض الأخر بمستواه,مثل سهل بنغازي الذي يمتد بمحاذاة ساحل البحر المتوسط اكثر من مائة كم وعلى نطاق واسع,وقد يؤدي انخفاض بعض الأجزاء إلى غمرها بمياه البحر عند حدوث الأمواج العالية عن طريق الفتحات التي يتضمنها الشاطئ,وقد تبقى تلك المياه بشكل دائم ولكن بارتفاع وانخفاض مستمرين,وعلى العموم تبقى المياه ضحلة والتي تسمى في بعض المناطق باللاجون,وتتخذ تلك اللاجونات أوضاع مختلفة بمحاذاة الساحل بعضها ضيقة وطولية الشكل والبعض الأخر يمتد على نطاق واسع في اليابس,وأخرى على شكل لاجونات متعددة ومتجاورة,الشكلان (7-20أ-ب)مخطط لأنواع من اللاجونات وصورة.





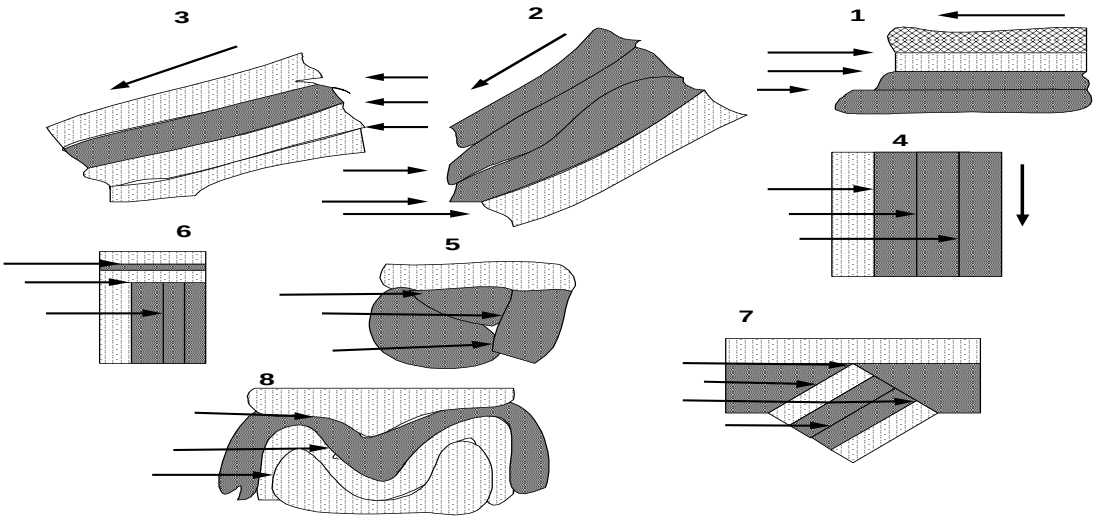
وتوجد تلك الظاهرة في مدينة بنغازي الليبية وشرقها,اذ تنتشر مساحات واسعة من المستنقعات والسبخات في أماكن عدة من المدينة,وتكون بشكل متقطع،اذ تغمرها المياه عند حدوث الأمواج فقط ,وتتعرض المياه إلى التبخر تاركة الأملاح على الأرض فتتحول إلى ارض ملحية بيضاء اللون في بعض الأماكن, وتستغل لاستخراج ملح الطعام,وفي أماكن أخرى تكون الأملاح مختلطة

بالشوائب وتميل إلى الداكن،وهي غير صالحة للاستعمال, وفي أماكن أخرى, ترتفع فيها مناسيب المياه الجوفية إلى السطح دون أن تغمرها مياه البحر من السطح,وقد تعمل تلك المياه على إذابة الأملاح من باطن الأرض ورفعها إلى السطح فتتجمع على شكل طبقة سميكة أورقيقة من الأملاح البيضاء كما هو الحال في ساحل البحر المتوسط في منطقة رأس التين أقصى شمال شرق ليبيا,وقد يطلق على مثل تلك الحالات السبخات,وقد تكون تلك الأملاح كثيرة الشوائب وتظهر بلون أخر,وقد تساعد حرارة المناخ وحركة الرياح إلى تبخر المياه من سطح تلك المناطق فتتصلب وتنكمش فيتجعد سطحها وتظهر وكأنها محروثة,وتنفصل الطبقة العليا عن السفلى لذا تهبط تحت القدم عند السير عليها,وتنتشر هذه الظاهرة في أماكن عدة من شواطئ البحار والمحيطات ولكنها غير موجودة في منطقة الدراسة,وتنتشر ظاهرة السبخات على امتداد الساحل الليبي بين العنقورية وبنغازي بالتداخل مع ظاهرة اللاجونات.

المبحث السابع- تنوع الصخور وبنيتها وتركيبها

اولا- بنية الصخور:

تعد بنية الصخور من العوامل المهمة جدا والتي لها الدور الفاعل في تغير شكل الشواطئ,اذ تتخذ تلك الصخور أوضاعا مختلفة وضمن مساحة محدودة قد لا تتجاوز بضع أمتار,ويعود ذلك إلى الظروف التي حدثت فيها عمليات الترسيب وما رافقها من حركات التوائية وهبوط وارتفاع أثناء عمليات الترسيب أو بعدها,والتي انعكست آثارها على طبيعة امتداد الطبقات الصخرية فاتخذت أشكالا مختلفة,وقد شهدت منطقة الدراسة تلك التغيرات فظهرت الصخور في أوضاع متباينة,شكل (7-21) مخططات تبين أنواع الأوضاع التي تتخذها صخور القشرة الأرضية.



ومنها ما يأتي:

1- طبقات صخور أفقية, تتخذ بعض أنواع الصخور وضعا أفقيا في امتدادها,وقد تتعامد الأمواج في اتجاهها على أسطح انفصال تلك الطبقات وما تتضمنه من كسور,فتعمل على تعرية واذابة مكونات تلك الصخور وخاصة الضعيفة منها,ويظهر ذلك واضحا في منطقة الدراسة في مواضع عدة,وقد تباين التأثير من مكان لاخر حسب نوع تلك الصخور.

2- طبقات صخرية مائلة نحو المياه فيتركز تأثير الأمواج في أسطح الانفصال على نطاق ضيق وعلى سطح الطبقة العليا وضمن نطاق اكبر,ويظهر هذا النوع في المناطق التي توجد فيها طيات كبيرة بحيث تتخذ أجنحتها وضعا مائلا في امتداد طبقات صخورها باتجاه قاع البحر,كما هو الحال في مقاطع التراجع المارة الذكر،والضفة الشرقية من مصب وادي والكلعز, وقد يمثل هذا النوع من الصخور أجنحة طيات كبيرة تنتشر في المناطق الشاطئية وتمتد باتجاه المياه ،والتي تتصدى لعمليات التعرية,ألا أن تلك العمليات تتركز في أجنحة الطيات الجانبية عبر اسطع الانفصال فتتحول الى كهوف.

3- طبقات مائلة نحو اليابس, تتخذ بعض الطبقات الصخرية وضعا أخر في امتدادها ويكون باتجاه معاكس للوضع السابق أي نحو اليابس وخاصة في مناطق تواجد الكويستا,وفي مثل هذه الحالة يكون تأثير الأمواج على الطبقة السفلية اكثر من غيرها، كما تؤثر على الجهة العليا من تلك

الصخور عند حدوث الأمواج العالية, ويوجد هذا النوع على نطاق محدود في منطقة الدراسة وخاصة الجهة الشرقية منها.

4- طبقات ذات امتداد رأسي, تتخذ بعض الصخور وضعا فريدا في امتدادها من الأعلى إلى الأسفل بشكل قائم وكأنها بناء تظهر فيه الطبقات بجانب بعضها وبشكل منتظم,فتؤثر الأمواج في الفواصل أو أسطح الانفصال الواقعة بين تلك الطبقات والكسور التي تتضمنها, ويظهر هذا النوع في مناطق تراجع الساحل في المقاطع التي مر ذكرها.

5- طبقات تمتد باتجاهين أفقي وعمودي,توجد طبقات صخرية في وضع متباين،اذ تمتد طبقات بشكل عمودي وتعلوها طبقات تمتد بوضع أفقي,فتتركز التعرية والتجوية في أسطح الانفصال التي تقع بين تلك الطبقات,وقد أدى انتشار هذا النوع من التكوينات الصخرية إلى تكون كهوف مستطيلة الشكل كما هو الحا ل في المقطع الأول من التراجع الشرقي.

6- كتل صخرية غير منتظمة الشكل والامتداد ,تتخذ بعض الصخور وضعا غير منتظم بعضها مستطيلة وأخرى دائرية أو مثلثة أو مربعة,كما أنها متباينة في وضعها أما بشكل مائل أو أفقي, ويسود هذا النوع في منطقة القوس الصخري في الجزء الأوسط من منطقة الدراسة,ويكون تأثير التعرية في مواقع الانفصال بين تلك الكتل.

7- طبقات صخرية مائلة تغطيها طبقات أفقية, تتعرض بعض الطبقات الصخرية إلى الانكسار فتبقى إحدى الكتل بارزة وتهبط الأخرى وعندما تحدث عملية ارساب لاحقة تغطي تلك التكوينات السابقة وتتخذ تلك التكوينات الجديدة وضعا أفقيا,وقد تتعرض تلك الطبقات إلى عمليات تعرية وتجوية في عدة مواقع تعمل على كشف تلك التكوينات فتظهر بشكل غير متوافق,وتمثل تلك التكوينات مواقع تركز عمليات التعرية والتجوية والتي ينتج عنها تكون بعض المظاهر في الشواطئ مثل الكهوف,كما هو الحال في الصخور الواقعة عند مصب وادي الكلعز والاثرون.

8- طبقات صخرية متموجة تغطيها صخور أفقية,يعني ذلك وجود طيات مقلوبة مغطاة بطبقات صخرية, يسود هذا النوع في الجهة الشرقية من مصب وادي الاثرون وفي صخور مقطع التراجع الأول ومواقع أخرى في الجهة الشرقية من منطقة الدراسة,وقد نتج عن تلك الصخور تكون

كهوف دائرية الشكل,شكل (22-7)صور توضح بعض النماذج لسمك وامتداد الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة.



ثانيا- التركيب المعدني للصخور

تتباين الصخور في تركيبها المعدني من نوع لاخر وهو المعيار الذي تم تصنيفها على أساسه, إلى نارية ورسوبية ومتحولة,وحتى ضمن النوع الواحد توجد أنواع ثانوية تختلف في نسب المعادن المكونة لها وفي نسجتها, وتعتمد صلابة الصخور ومقاومتها لعوامل التعرية على تركيبها المعدني وخصائصها الفيزيائية كالمسامية والنفاذية, ففي منطقة الدراسة توجد صخور رسوبية مختلفة كيميائية وفيزيائية مثل الصخور الرسوبية الجيرية والتي تشكل اكبر نسبة من مكونات الشاطئ تصل إلى حوالي 65% ,وتليها ترسبات العصر الرباعي وتصل نسبتها إلى حوالي25%, والصخور الرملية والطينية والصوان تشكل حوالي 10% .

وتتباين تلك الصخور في سمكها في الموضع الواحد وفي الأماكن المختلفة,وقد تم قياس سمك تلك الطبقات عند الضفة الغربية من وادي الاثرون فكان سمك تلك الطبقات البالغة11 طبقة بين2,5سم و

120سم ,أما في منطقة التراجع الأولى فقد بلغ سمك الطبقات مابين 5ملم و45 سم,أما في منطقة التراجع الثانية فقد بلغ سمك تكوينات العصر الرباعي حوالي 4م وسمك الصخور الجيرية حوالي 4م,ومن خصائص ترسبات العصر الرباعي أنها قليلة التماسك رغم سمكها لذا فأنها تنهار بسرعة عندما تتعرض الصخور التي ترتكز عليها إلى عمليات التعرية والتراجع, لذا فرصة تكون الكهوف في مثل تلك التكوينات محدودة جدا,وتتباين تلك الصخور في استجابتها لعمليات التعرية والتجوية حسب طبيعة تركيبها الكيميائي وسمك الطبقات ومدى التجانس بين تلك التكوينات,حيث تكون الصخور الطينية أسرع استجابة لتلك العمليات، ويظهر ذلك واضحا في المنطقة الواقعة إلى الغرب من وادي الاثرون والتي تشكل فيها الصخور الطينية نطاقا محدودا من مكونات الشاطئ فتعرضت إلى عمليات التعرية والتجوية أدت إلى تراجع الشاطئ بشكل واضح عما يحيط بتلك المنطقة, وتليها المتكتلات ثم الصخور الجيرية والمارل.

ومن الجدير بالذكر أن الصخور الرملية والمتكتلات لا تتخذ وضعا طبقيا في امتدادها بل تكون كتليه الشكل,وعليه لا تتوافق مع الأنواع الأخرى في الامتداد,وهذا ما يضعف مكونات الشاطئ في مثل تلك المواضع, كما هو الحال في الجهة الشرقية من موقع التراجع الثاني,اذ توجد فيه صخور رملية ومتكتلات وصخور جيرية,وعليه تركزت عمليات التعرية في أسطح الانفصال التي تقع بين تلك الكتل.

المبحث الثامن- التراكيب الصخرية الأولية والثانوية

تتضمن الصخور تراكيب أولية وثانوية لها دورا فاعلا في تغير شكل الشاطئ ألا أنها لم تحظى بأهمية كبيرة في اغلب الدراسات التي تناولت دراسة الشواطئ, ولغرض إعطاء هذا العامل أهمية كبيرة لذا سيتم تناول كل نوع من تلك التراكيب على حده وكما يأتي:

اولا- التراكيب الأولية

وتضم ما يأتي:

1- التطبيق المتوافق

تتخذ الطبقات الصخرية وضعا متوافقا في امتدادها الأفقي في بعض الأماكن,أي تكون على شكل طبقات تمتد في وضع متوازي ويفصل بينها أسطح انفصال واضحة,وقد تكون تلك الطبقات متقاربة

السمك أو متباينة,أوتكون متشابهة النوعية أوغير متشابهة,وقد لا يقتصر التوافق على الامتداد فقط بل حتى على نوع البلورات أو المعادن المكونة لتلك الطبقات إذ تكون الخشنة في الأسفل والمتوسطة في الوسط والناعمة أوالصغيرة في الأعلى,أي قد يكون عدم توافق بالتدرج في حجم الحبيبات من الأسفل إلى الأعلى,ولكن يوجد توافق في طبيعة الامتداد الأفقي المتوازي, وتوجد هذه الخصائص في صخور منطقة الدراسة وفي معظم المواقع وخاصة في شرق الاثرون عند وادي الكلعز، والمناطق الواقعة إلى الشرق منه,ويعد هذا النوع من التراكيب اقل استجابة لعمليات التعرية في الطبقات السميكة واكثر استجابة في الطبقات الرقيقة.

2- التطبيق غير المتوافق

تتخذ بعض الطبقات الصخرية تركيبا غير متوافقا في مواضع عدة,ويحدث ذلك لعدة أسباب منها عدم التوافق في التطبيق أي تكون بعض الطبقات في وضع مائل وأخرى في وضع مستوي,أو يكون عدم التوافق في نوع الصخور مثل صخور نارية وسط صخور رسوبية,أو طبقات صخرية تعرضت إلى حركات التوائية أو رفع أو هبوط فادت إلى انكسارها أو التواءها وتعرضت إلى عمليات ترسيب لاحقا فتتكون طبقات جديدة تغطي القديمة ولكن غير متوافقة معها في الامتداد, وربما حتى في النوع, كما يحدث عدم توافق في الطبقة الواحدة عندما تتكون بفترات مختلفة,أي تحدث عملية ترسيب وتعقبها عملية انقطاع لفترة طويلة ثم فترة ترسيب لاحقة وبشكل متكرر فيحدث انقطاع في الطبقة الواحدة وتكون على شكل قطع متعددة رغم ظهورها على شكل طبقة واحدة مستقيمة,وينتج عن عدم التوافق ضعف مقاومة عمليات التعرية والتجوية التي تتركز في تلك التكوينات فتؤثر فيها بشكل واضح ,وقد شهدت منطقة الدراسة هذه الحالة في عدة مناطق منها منطقة القوس ومنطقتي التراجع الأولى والثانية,وكانت من العوامل التي أسهمت بشكل فاعل في تراجع تلك المناطق,شكل(23-7) يبين عدم توافق بين الطبقات,كما يوجد عدم توافق في نوعية الصخور حيث توجد طبقات من صخر الصوان أو الجيرت ضمن الصخور الرسوبية الأخرى وكان هذا التداخل اما على شكل طبقة رقيقة ولمسافة قصيرة أو كتلة ضمن الطبقات الصخرية ,وتعمل على أضعاف تلك الطبقات لعدم تجانس تلك الصخور.



ثانيا- التراكيب الثانوية:

توجد تلك التراكيب بأنواعها في منطقة الدراسة وهي ما يأتي:

1- الفواصل أو أسطح الانفصال:

وتعني السطوح الفاصلة بين الطبقات الصخرية سواء كانت الصخور متشابهة أو مختلفة في النوع والتكوين,إذ تمثل حدود فاصلة بين طبقة وأخرى,وتظهر تلك الفواصل عندما تحدث عملية ترسيب وتتكون طبقة ويتوقف الترسيب لفترة من الزمن ثم يعود الترسيب مرة أخرى, وقد تكون الرواسب مشابهة للسابقة أو مختلفة عنها,وفي كل الحالات لا يحدث تجانس بين الرواسب السابقة وللاحقة وتبقى المنطقة الفاصلة بين الطبقتين واضحة, وتعد تلك الأسطح مواضع ضعف في الطبقات الصخرية تتركز فيها عمليات التعرية والتجوية مما يؤدي إلى تفكك الصخور بمرور الزمن حسب قوة التأثير,ويظهر ذلك واضحا في منطقة الدراسة،اذ تكثر الطبقات وبسمك مختلف, فكثرت أسطح الانفصال بينها وتسبب ذلك في ضعف تلك الطبقات وترجعها أمام العمليات المختلفة فأسهمت في تراجع الشاطئ بشكل واضح في بعض المناطق وخاصة التي تتميز بتعدد الطبقات المكونة لها وقلة سمكها, مثل منطقتي التراجع الأولى والثانية،والتي تتكون من عدد كبير من الطبقات الرقيقة التي لا يتجاوز سمك بعضها 10ملم, لذا تراجعت بشكل كبير مقارنة بالمناطق الأخرى,شكل(24-9) صور تبين أسطح الانفصال بين الطبقات الصخرية في منطقة الدراسة.



2- الصدوع:

تعد الصدوع أحد أنواع الكسور التي تتعرض لها الطبقات والكتل الصخرية والتي لا يترتب عليها تحرك الكتل المنكسرة,إذ تظهر الطبقة المتصدعة وكأنها كتلة واحدة لعدم حدوث انفصال بين الكتل المنكسرة,وتكون الصدوع على شكل خطوط دقيقة أو رفيعة جدا تظهر على أسطح الطبقات أو الكتل الصخرية,وربما لايمكن رؤيتها بالعين المجردة في بعض الصخور وخاصة الدقيقة التبلور,وتتكون الصدوع بسبب عدة عوامل منها الحركات التكتونية وعمليات الشد أو الضغط الضعيفة,وتمثل الصدوع مواطن ضعف في تلك الصخور والتي تساعد العمليات العرية والتجوية على تأكل الصخور في تلك المواضع,وتتضمن صخور منطقة الدراسة صدوع واضحة وغير واضحة في أماكن مختلفة.

3- الكسور:

تتعرض الطبقات والكتل الصخرية إلى عمليات الكسر والتي يترتب عليها تحرك الكتلة المنكسرة عن الكتلة الأساسية أفقيا أوعموديا تاركة فراغا فيما بينهما,و تزحف بشكل ملامس تماما للكتلة الأساسية دون أن تترك فراغا واسعا بين الكتلتين,وعلى العموم تتباين الفراغات ما بين 1ملم إلى عدة سنتمترات, وتتضمن معظم صخور منطقة الدراسة كسور بمختلف أشكالها والتي أدت إلى تحول الكتل الكبيرة من الصخور إلى كتل صغيرة,وتظهر الكسور بشكل واضح في الطبقات الصخرية الأقل سمكا والتي يتراوح سمكها مابين اقل من 1سم و30سم,وتعد منطقة القوس غرب وادي الاثرون من المناطق التي تظهر فيها الكسور بشكل واضح.

وللكسور دور كبير في زيادة العمل الجيومورفولوجي في صخور الشواطئ, فقد ساعدت على تراجع تلك المناطق التي تتركز فيها عن غيرها من الصخور التي تقل فيها تلك الكسور,شكل (7-25) يبين بعض أنواع الكسور في الطبقات الصخرية.



4- الفوالق:

تعد الفوالق من الظواهر الشائعة في الطبقات الصخرية ألا أنها اقل انتشارا من التراكيب الأخرى ,وتعني الفوالق وجود شقوق كبيرة بين الطبقات الصخرية تمتد لمسافات طويلة تصل إلى مئات الكيلومترات في بعض الأحيان,وتصل سعتها مابين 20سم وبضع أمتار,وعمقها بقدر سمك الطبقات التي تفصل بينها, وربما تعود تلك الفوالق في نشأتها إلى الحركات الأرضية الشديدة والزلازل التي تعرضت لها القشرة الأرضية بمرور الزمن, وتكون الفوالق في الغالب في الطبقات تحت السطحية وغير ظاهرة ألا في المناطق التي تعرضت فيها الطبقات السطحية إلى الإزالة فتظهر الفواق ظاهرة على السطح في تلك المواقع,وقد تكون الفوالق مملوءة برواسب تجمعت فيها من الطبقات المحيطة بها أو نقلتها المياه التي تمر عبرها من أماكن أخرى,وتكون تلك الرواسب هشة قليلة التماسك لذا لا تقاوم عمليات التعرية والتجوية التي تتعرض لها,وفي بعض الأحيان تكون خالية من الرواسب فتجري فيها المياه أو القار أوالنفط,حيث تنتقل تلك السوائل من مكان لاخر عبر تلك الفوالق,وكثيرا ما تعد مناطق الفوالق في المناطق الصحراوية غنية بالمياه الجوفية,على أية حال تنتشر الفوالق ضمن طبقات الصخور الساحلية وبسعة وأعماق

مختلفة،وقد أسهمت بشكل فاعل ومتميز عن غيرها من العوامل الأخرى في تغير شكل الشاطئ ،ويظهر ذلك واضحا في عدة مواقع من منطقة الدراسة, ففي الجهة الشرقية من المنطقة ,وتحديدا جنوب شرق وادي الكلعز يوجد فالق سعته حوالي 2م وعمق حوالي 3م, ويمتد تحت تكوينات العصر الرباعي التي يصل سمكها حوالي 3م ،وقد تركزت عمليات التعرية في الفالق الذي يمتد نحو اليابس بشكل متعامد على الشاطئ فادى إلى تراجع الشاطئ في تلك المنطقة على شكل لسان مائي بطول حوالي 50م وعرض حوالي 11م,ومما زاد في هذا التراجع تعامد الأمواج باتجاه امتداد الفالق, كما توجد الفوالق عند مصب وادي الكلعز وتمتد بشكل موازي لامتداد الشاطئ ،وقد عملت المياه الجارية في الوادي في مواسم الأمطار على إزالة الطبقات التي تغطي تلك الفوالق فظهرت واضحة، اذ يمتد فالقان بشكل متوازي ولا يفصل بينهما ألا مسافة لاتزيد عن5م في ويختلفان السعة،إذ تبلغ سعة الأول حوالي 1م في حين تبلغ سعة الثاني اكثر من 2م وعمقهما حوالي 3م,وقد أدى وجودهما إلى تراجع الشاطئ واتساع نطاق التعرية على جانبي المصب بشكل واضح عند جهتي الوادي,كما نتج عنهما تكون عدد من الكهوف في الجهة الشرقية من مصب الوادي, ومن المواقع الأخرى التي يوجد فيها فوالق هي منطقة القوس غرب وادي الاثرون، وقد ساعد امتداد الفالق في تكون القوس,كما توجد فوالق أخرى في منطقتي التراجع والتي تظهر واضحة من خلال تركز عمليات التعرية ببعض المناطق على شكل السنة طولية وعميقة وضيقة،شكل (26-7) صور لبعض الفوالق في منطقة الدراسة.







5-الطيات:

وهي عبارة عن تموجات أو انثناءات في الطبقات الصخرية ناتجة عن تعرضها للحركات الالتوائية عبر الأزمنة الجيولوجية المختلفة مثل حركة ما قبل الكامبري والهرسينية والكليدونية والالبية التي تعرضت لها القشرة الأرضية, أو حركات الرفع والهبوط التي أدت إلى تغير الامتداد الأفقي للطبقات الصخرية فظهرت فيها ثنيات مقعرة وأخرى محدبة وبأوضاع مختلفة أي تنوعت تلك الطيات,وقد تغير وضع الصخور في تلك الطيات بالنسبة للمناطق المحيطة بها من حيث وضع الامتداد والاتجاه فانعكست أثار ذلك على طبيعة مقاومة تلك التراكيب للعمليات المختلفة,اذ أصبحت مناطق الطيات من المواضع الضعيفة المقاومة لذا تركزت فيها عمليات التعرية على نطاق واسع فتكونت فيها الكهوف وخاصة الطيات ذات الأجنحة الكبيرة,والبعض الأخر تراجع بشكل كبير,ومنطقة الدراسة من المناطق التي توجد فيها العديد من الطيات بأشكال مختلفة ومنها المتساوية الأجنحة والتي تشبه حرف M وتظهر في مناطق التراجع ومصب وادي الاثرون الأول في الجهة الشرقية,وقد نتج عن وجود الطيات تكون عدد من الكهوف المقوسة الشكل,شكل(27-7)يوضح بعض أنواع الطيات في منطقة الدراسة.



6- الفجوات:

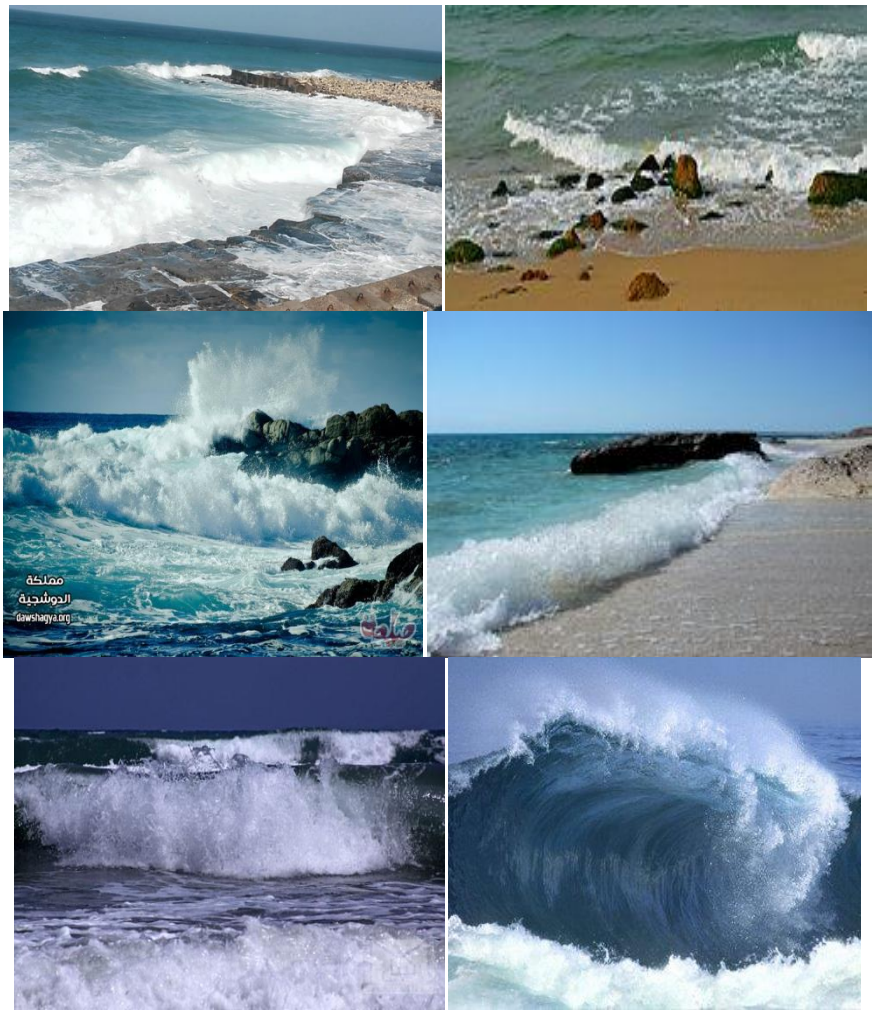
تضم الصخور فجوات مختلفة وخاصة الرسوبية, بعضها مملوء بالرواسب وأخرى خالية من الرواسب وربما يمثل بعضها متحجرات لحيوانات أو بقايا نباتات,وعلى العموم تكون اقل صلابة من الصخور,لذا تعد تلك الفجوات مواضع ضعف في الصخور والتي تتركز فيها عمليات التعرية والتجوية, وتضم صخور منطقة الدراسة هذا النوع من التراكيب والتي ساعدت على تأكلها وتعريتها بشكل واضح مقارنة بغيرها,وتتخذ تلك الفجوات أوضاعا مختلفة بعضها تكون حفر صغيرة في وسط الكتل أو الطبقات الصخرية والبعض الأخر على شكل قنوات صغيرة تمتد لمسافة قد تصل إلى بضع سنتمترات,والبعض من الفجوات مملوءة بترسبات ملحية أو معادن, أو تكون خالية وتتجمع فيها المياه في مواسم سقوط الأمطار.

كما يحدث تداخل بين أنواع الصخور,مثل صخور رسوبية جيرية تتضمن عدسات من صخور الصوان أو صخور رملية.(9)

المبحث التاسع- حركة مياه البحار والمحيطات:

تعد التضاريس الأرضية في أي مكان هي ناتج تفاعل الغلاف الصخري مع أغلفة الأرض الجوية والمائية والحيوية,وهنا يأتي دور عمل المياه في تغير شكل الشاطئ واضحا وفعالا,وتعتبر الأمواج اكثر فاعلية من حركات المد والجزر والتيارات المائية, ويتباين تأثيرها حسب قوتها وطبيعة انحدار الشاطئ وتكويناته,وقد تصل قوة تأثير الأمواج في بعض الأماكن وخاصة التي تتعرض إلى الأعاصير إلى حوالي 14 ألف طن على المتر المربع,وتقل في الأمواج الاعتيادية وقد لاتزيد في بعض الأحيان عن 3000طن/م^2 ,ويتجسد عمل الأمواج بما يأتي:

اولا-التعرية,ينتج عن قوة اندفاع الأمواج نحو الشواطئ تعرية ما يمكن أزالته حسب انحدار تلك الشواطئ ونوع مكوناتها وما تتضمنه من تراكيب،وارتفاع تلك الشواطئ,الاشكال (7-28) صور توضح العلاقة بين نوع الشاطئ وحركة الامواج ونطاق تأثير المياه.



ويمكن استعراض عملها حسب انحدار الشواطئ وكما يأتي:

1- شواطئ معتدلة الانحدار, تتعرض الشواطئ القليلة الانحدار إلى اندفاع المياه نحو اليابس فتغطي مساحة واسعة وخاصة في الأمواج الكبيرة, وربما تصل إلى اكثر من 50م, وتقل تلك المسافة ولا تتجاوز عدة أمتار في الأمواج الاعتيادية, فإذا كانت المنطقة صخرية سيؤدي توغل المياه إلى التغلغل ضمن الشقوق وأسطح الانفصال التي تتضمنها الصخور,وتعمل على تجوية

الطبقات العليا الهشة منها,كما يكون لقوة اندفاع الأمواج فوق تلك التكوينات ورجوعها وبشكل متكرر يوميا دور كبير في تأكل تلك التكوينات وخفض مستواها بمرور الزمن.

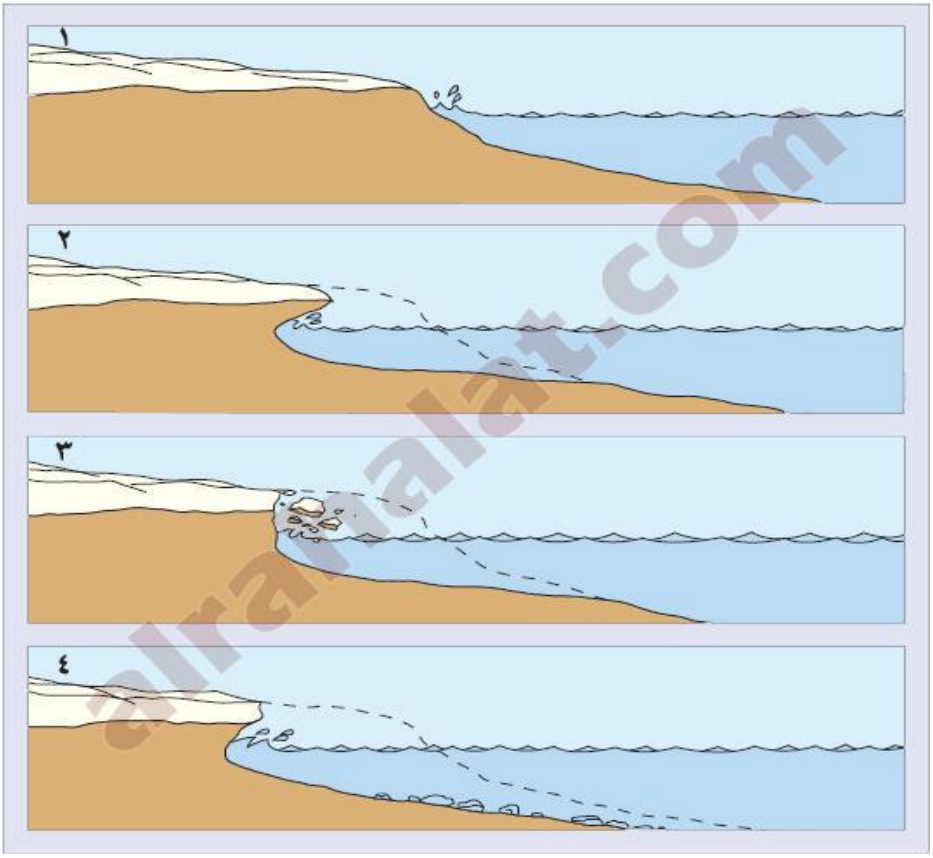
أما إذا كانت تلك الشواطئ رملية فان الأمواج سوف تعمل على تحريك تلك الرمال نحو اليابس عند قدومها ونحو الماء عند رجوعها,وقد تعمل تلك الأمواج على دفع كميات كبيرة من الرمال عند حدوث أمواج عالية اذ ان ما يرجع منها اقل من الذي تدفعه,وقد ساعد ذلك على تكوين البلاجات التي تعد افضل المواقع للأغراض السياحية.

2- شواطئ متوسطة الانحدار لاتزيد زاوية انحدارها عن10ْ,وهي عبارة عن شواطئ قليلة الارتفاع، لا يزيد ارتفاعها عن متر،ومتدرجة في الارتفاع،وغير جرفية,فعند اصطدام الأمواج بتلك الشواطئ وخاصة الشديدة يتركز تأثيرها على المنطقة التي تصدم بها ثم ترتفع المياه نحو الأعلى فتتقدم نحو اليابس لمسافة تطول أو تقصر حسب قوة الموجة ودرجة انحدار الأرض,إذ تقل تلك المسافة في الأمواج الاعتيادية ومع ازدياد درجة انحدار اليابس,وقد تعمل تلك الأمواج على تعرية المناطق التي تمرعليها وتؤدي إلى خفض مستوى الأجزاء العليا من تلك الشواطئ مما يؤدي إلى انخفاض درجة انحدارها وخاصة في التكوينات الهشة أوالضعيفة التماسك,أما إذا كانت التكوينات صخور صلبة ومتجانسة في صلابتها فيقل تأثير الأمواج فيها,أوقد تعمل تلك الأمواج على تفكك الصخور الشاطئية من خلال التأثير المباشر عليها عندما تصطدم بها فتدفع بالهواء والماء داخل الشقوق والفواصل, ومن خلال عمليات الاندفاع والتراجع بشكل مستمر تعمل على توسيعها ومن ثم تفكيك الكتل الصغيرة, وباستمرار العملية تتراجع تلك الجروف إلى الوراء,وقد تساهم المياه القادمة من جهة اليابس عبر الأودية أوالمسيلات المائية بذلك من خلال تعرية الطبقات العليا من تلك التكوينات والنفاذ في الشقوق والفواصل والمسامات العليا فتزيد من سرعة التراجع وخاصة في الصخور المتباينة الصلابة,ويظهر ذلك في مواقع عدة في منطقة الدراسة,وخاصة الجهة الشمالية الغربية.

3- شواطئ شديدة الانحدار ومنخفضة الارتفاع,ويشمل هذا النوع الشواطئ التي تكون جرفية الشكل, أي تصل زاوية انحدارها إلى 90ْألا أن ارتفاعها لا يزيد عن 2م,في هذا النوع تصطدم الأمواج بقوة،وقد ينتج عن شدة الاصطدام تراجع جزء من تلك المياه نحو البحر وارتفاع جزء

منها إلى الأعلى فوق الجرف فتندفع نحو اليابس لمسافة قد لاتكن طويلة وربما لا تتجاوز10م وحسب شدة الموجة وانحدار السطح,وقد لا يحدث ذلك في الأمواج الاعتيادية,تنكسر الموجة وتعود إلى البحر,والمهم في الأمر يتركز عمل الأمواج في تلك الجروف فتعمل كما أشرنا في الفقرة السابقة على تعرية وتجوية مكونات تلك الجروف حسب درجة استجابتها لتلك العمليات, والتي يترتب عليها تكون بعض المظاهر التي يتضمنها الشاطئ كالكهوف والجروف البحرية والأقواس والألسنة المائية والموائد الصخرية والمسلات,كما هو الحال في منطقة الدراسة.

4- شواطئ شديدة الانحدار ومرتفعة,ويضم هذا النوع الجروف الشديدة الانحدار والارتفاع والتي يزيد ارتفاعها عن 2م,وتكون على نوعين الأول جروف قائمة الزاوية والتي ينتج عن ارتطام الأمواج بها ارتفاع المياه إلى الأعلى مع الحافة ثم تنكسر إلى البحر دون أن تصل إلى سطح الجرف ألا على نطاق محدود جدا عند حدوث الأمواج الشديدة تقفز كتل مائية صفيرة أو كبيرة حسب قوة دفع الموجة إلى أعلى الجرف،كما هو الحال في أقصى شرق منطقة الدراسة والتي يصل فيها ارتفاع تلك الجروف حوالي8 م,أما النوع الثاني فيكون عبارة عن جروف شديدة الانحدار ألا أنها اقل انحدارا من النوع السابق وتصل إلى اقل من˚85 وتتمثل بسفوح بعض المرتفعات التي تنتهي بالبحر,فعند ارتطام الموجة بتلك الشواطئ ترتفع فوق تلك السفوح ثم تتراجع بشكل اعتيادي دون انكسارها,ويسود هذا النوع الى الشرق من منطقة الدراسة,اذ تنتهي حافة المرتفعات بتلال صغيرة عند الشاطئ،شكل(29-7)مخطط يبين العلاقة بين الامواج والشواطيء المرتفعة.



المبحث العاشر-اثر الامواج على الشواطىء

اولا-التعرية

1- يتبع الاختلاف في طبيعة الشواطئ وحركة الأمواج تباين عملها,ويكون كما يلي:

الشواطيء الجرفية اكثر تأثرا من الانواع الاخرى,إذ تؤدي قوة ارتطام الأمواج فيها إلى دفع الهواء والماء بقوة داخل الشقوق والفواصل مما يسبب توسعها وتفكك الكتل الصغيرة منها ,ويتركز عمل الأمواج في الطبقات السفلى وخاصة الضعيفة الصلابة,لذا تتطور الأشكال المختلفة التي تضمها الشواطئ, كما يكون لحركة الماء ألدورانية إلى الأعلى ثم الانكسار إلى البحر اثر في تكوينات الشاطئ،إذ تندفع تلك المياه بقوة كبيرة نحو الأجزاء العليا من الجروف فتعمل على تأكل وتفكك الأجزاء الضعيفة وبشكل مستمر.

2- الشواطيء المرتفعة المتدرجة الارتفاع ، تندفع الأمواج فوق تلك السفوح دون حدوث ارتطام شديد فتضعف سرعتها بشكل تدريجي مع الصعود حتى تصل إلى مسافة معينة حسب قوة الموجة

وشدة الانحدار فتعود إلى البحر,وفي مثل هذا النوع يكون نشاط الأمواج متركزا في الشقوق والكسور التي تضمها صخور تلك الشواطيء،وتكون عمليات التجوية والتعرية اقل نشاطا مما في النوع السابق,لذا تكون اقل تأثرا بعمل الأمواج,وتظهر تلك الأنماط السابقة في منطقة الدراسة على امتداد الشاطئ وبشكل متميز في الجزء الشرقي منها .

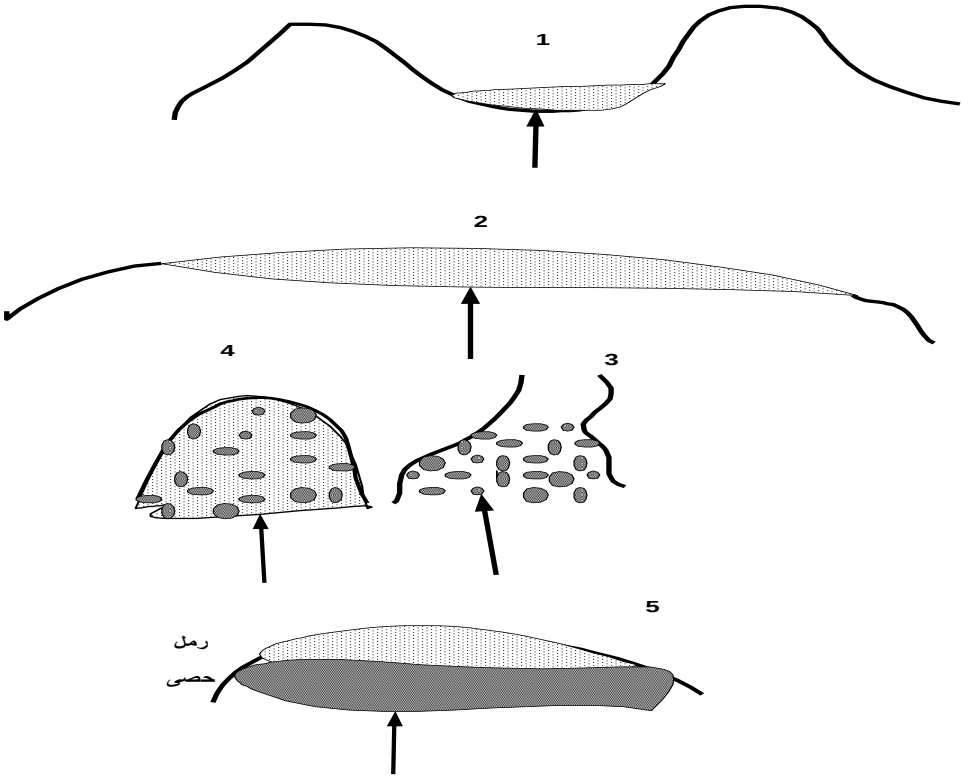
ثانيا- التجوية

ينتج عن عمل الأمواج عمليات تجوية كيميائية في مكونات الشواطئ ،والتي تؤثر فيها وتساهم في تغيرها ,ويتعلق ذلك بنوع مياه البحر وما تحتويه من معادن وطبيعة التركيب المعدني للصخور والتي قد ينتج عنها تأثير بعض المعادن والمواد المذابة في الماء على بعض مكونات الصخور من خلال أذابتها أو الاتحاد معها فتقلل من مقاومتها,وخاصة عندما تتركز تلك العمليات في الفواصل والشقوق فتعمل على أضعاف تماسك الكتل الصخرية وتمهد الطريق لعمليات التعرية اللاحقة,وقد تنحصر تلك العمليات في الأجزاء العليا من الشواطئ خارج منسوب مياه البحر الاعتيادي,عندما تدفع الأمواج بالمياه إلى تلك المواقع وارتفاعها إلى منسوب معين وتتراجع تاركة المياه المندفعة في الحفر والفواصل والشقوق والتي تسبب تجوية فيزيائية وكيميائية في الوقت نفسه,فتعمل على أضعاف تماسك تلك الصخور,وقد تشهد منطقة الدراسة هذا النوع من تلك العمليات على نطاق واسع.

ثالثا-عمليات القشط والتبرية, تعمل الأمواج على تفكيك وتكسير بعض الكتل الصخرية وتحويلها إلى قطع صغيرة تسهل دحرجتها بواسطة الأمواج فتعمل على دفعها باتجاه الشاطئ عند القدوم وأعادتها معها عند الرجوع,وينتج عن ذلك اصطدام تلك الكتل بمكونات الشاطئ وبقوة,مما يؤدي إلى تكسر وقشط الأجزاء الظاهرة منها وهذه العملية تتكرر بشكل مستمر ويزداد عملها في الأمواج العالية,وقد تسهم تلك العملية في نشاط عمل الأمواج في تلك المواضع التي تتعرض لها, وتنتشر هذه الظاهرة عند مصبات الأودية أيضا عندما تجلب السيول معها قطع من الصخور وتتجمع عند مصبات تلك الأودية, كما تؤدي حركة الكتل إلى بري وصقل الصخور التي تصطدم بها في الشاطئ وأمامه,ويظهر ذلك عند وادي الاثرون الأول والثاني.

رابعا- قوة الهبوط, تندفع الأمواج نحو الشواطئ بقوة فينتج عن ذلك ارتفاع كتل كبيرة من الماء في بعض المواضع نتيجة لشدة الاصطدام فتهبط بشدة فوق الشاطئ, مما يؤدي إلى دفع كمية من المياه في الشقوق والحفر فتعمل على تعريتها وتجويتها ومن ثم أضعاف تماسكها بمرور الزمن, في حين يرجع قسم من تلك المياه إلى البحر,وقد ينتج عن تلك العملية فصل الكتل الضعيفة التماسك وصغيرة الحجم عن بعضها وجرفها نحو البحر,وهذا شائع في منطقة الدراسة في بعض المواضع وخاصة شرقها،اذ تندفع المياه بقوة في أوقات ارتفاع مستوى الأمواج فتطول أعلى الشاطئ فتظهر أثارها واضحة في تلك الأماكن.[10]

خامسا-الآثار الارسابية,لا يقتصر اثر الأمواج على عمليات التعرية والتجوية بل يكون لها دورا كبيرا في عمليات الارساب من خلال ما تجلبه من رمال وقطع صخرية وتدفع بها نحو الشاطئ فتتجمع بكميات متفاوتة من مكان لاخر,وقد يظهر انتشار الرمال بشكل واضح في بعض المناطق المعتدلة الانحدار والتي تطولها الأمواج وتغمرها بشكل مستمر ولمسافة قد تصل إلى اكثر من 100م ،وتتحول تلك المناطق إلى رمال,والتي تمثل بلاجات يرغب السكان في ارتيادها وتتركز عندها الأنشطة السياحية,كما تعمل الأمواج على دفع الكتل الصخرية والرمال عند مصبات بعض الأودية فتتخذا شكلا متميزا ضمن الشواطئ,الاشكال (29-7)مخططات الرواسب الشاطئية وصورها.


1
2
4
3
5
رمل
حصى





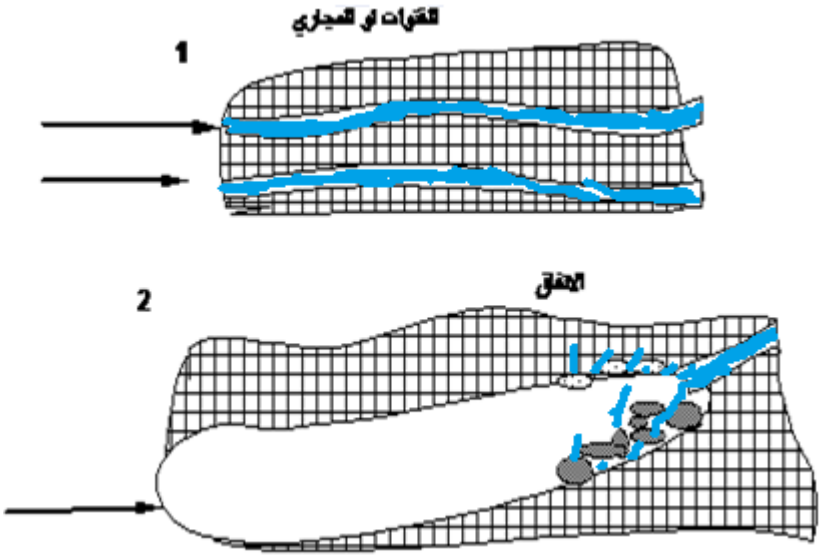






المبحث الحادي عشر- اثر المياه الجوفية على الشواطيء.

تعد المياه الجوفية من العوامل المؤثرة في تغير شكل الشاطئ في عدة أماكن وخاصة التي تنحدر نحوها المناطق المجاورة كما هو الحال في منطقة الدراسة,اذ تنحدر المياه الجوفية نحو تلك الشواطئ عبر الفوالق والفواصل والكسور,وفي كثير من الأحيان تأتي من مسافة بعيدة,حسب طبيعة التضاريس المجاورة وميل الطبقات الصخرية والتراكيب الثانوية التي تتضمنها,وقد تنتهي المياه أما بقاع البحر وقرب الشاطئ أو تنتهي عند خط الشاطئ وتختلط بمياه البحر,أو في نهاية بعض الكهوف العميقة الممتدة نحو الساحل,أو تنتهي تلك المياه عند جروف بحرية مرتفعة أو شاطئ قليل الانحدار,كما هو الحال في شمال غرب منطقة الدراسة شرق مخيم رأس الهلال السياحي,وتنعكس طبيعة الشاطئ على عمل تلك المياه,إذ تعمل تلك المياه على توسيع القنوات والمجاري التي تسلكها بين طبقات الصخور وخاصة عند مصباتها مما يؤدي ذلك إلى فسح المجال أمام الأمواج للتوغل ضمن تلك الممرات بشكل تدريجي حتى تتقدم ضمن الشاطئ,وقد يظهر ذلك أما على شكل أنفاق طويلة تمتد نحو اليابس كما هو الحال في منطقة الدراسة،اذ يوجد نفق طويل يصب في مؤخرة أحد الكهوف,وأدت تلك المياه إلى أضعاف تماسك الكتل الصخرية في مؤخرة الكهف وانهيار بعضها في القاع خاصة وان المصب المائي الجوفي كان في الجهة العليا من مؤخرة الكهف,وقد تتدفق المياه في تلك الممرات،أما بشكل متقطع أي في فصل سقوط الأمطار أو بشكل دائم,وفي هذا المكان بشكل متقطع,وقد كان تراجع النفق واضح باتجاه مجرى المياه الجوفية،ويرتفع في مؤخرته عن مقدمته،شكل (30-7) مخططات توضح طبيعة عمل المياه الجوفية في الشواطئ.



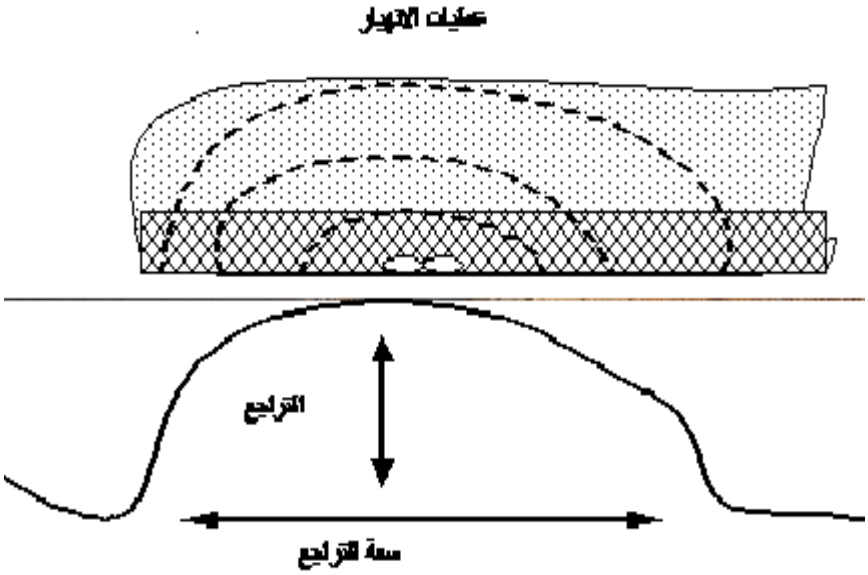
أما الأثر الأخر فيظهر عند الأجراف المرتفعة التي تظهر عندها المياه الجوفية مباشرة,وخاصة الأجراف التي تتكون من صخور هشة،كما في شمال غرب منطقة الدراسة الذي ظهرت فيها عين ماء جارية وضمن تكوينات من صخور المارل تعلوها ترسبات العصر الرباعي وعلى ارتفاع يصل ما يقارب خمسة أمتار,شكل(31-7) منطقة التراجع بسبب المياه الجوفية.



وقد عملت مياه العين على إذابة طبقة صخور المارل وعلى نطاق واسع والذي أدى بدوره إلى انهيار طبقة ترسبات العصر الرباعي السميكة والهشة التي تعلوها,وقد ينتج عن عملية الانهيار

حجز المياه بين الكتلة المنهارة وتكوينات الشاطئ الأصلية فأدى ذلك إلى رفع منسوب المياه في تلك التكوينات فأتسع نطاق تأثيرها في إذابة كتلة اكبر من الأولى ومن ثم انهيارها,وتتكرر تلك العملية عدة مرات ضمن الموضع فيتراجع الشاطئ في هذا الموضع بشكل واضح عما يحيط به ,لذا تحولت المنطقة التي حدثت فيها هذه العملية إلى منطقة مقوسة أو دائرية الشكل ضمن اليابس, متراجعة بشكل واضح,شكل (32-7) مخطط يوضع عملية التراجع،اذ تصل سعة المنطقة المتراجعة حوالي40م وبطول حوالي50م,وقد عملت الجهات المسئولة على الاستفادة من تلك المياه في عمل خزانات لتجميعها وضخها إلى المراكز السكانية القريبة منها لسد النقص في كمية المياه.

يتضح من ذلك أن المياه الجوفية المتسربة إلى الشواطئ تؤثر فيها من عدة جوانب بشكل مباشر وغير مباشر فتسهم في تطورها.[11]

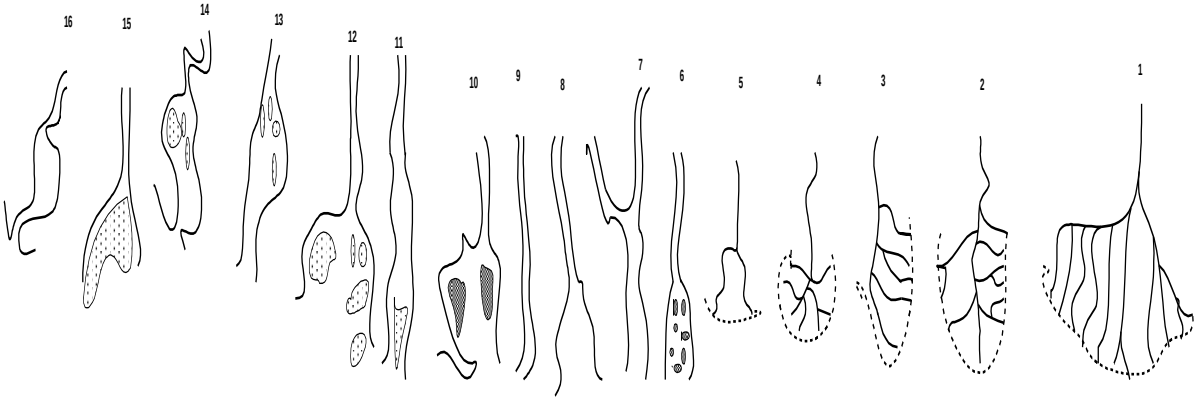


المبحث الثاني عشر- اثرمصبات الأنهار على الشواطيء(خارج منطقة الدراسة)

تعد مصبات الأنهار من العوامل المهمة التي عملت على تغير شكل الشواطئ في مناطق عدة من العالم ومنها الشواطئ اللبنانية التي تقطعها عدة انهار تصب في البحر المتوسط تصل إلى حوالي 12 نهرا,كما يظهر اثر ذلك في شمال شرق أمريكا الشمالية وخاصة شواطئ خليج هدسن الذي

تصب فيه عدة انهار,ومن الجدير بالذكر أن منطقة الدراسة لا توجد فيها انهار ألا أنها كعامل مؤثر في الشواطئ لابد من دراستها.

وتتخذ مصبات الأنهار أشكالا مختلفة تنعكس أثارها على طبيعة الشاطئ في تلك المواقع,ولو تتبعنا ذلك لوجدنا أن تنوع تلك المصبات يصل إلى أكثر من عشرة أنواع,وهذا ناتج عن طبيعة تضاريس وتكوينات الشواطئ والعمل النهري والبحري من تعرية وارساب, شكل (33-7) مخططات لبعض أنواع مصبات الأنهار .



ويمكن الإشارة إلى أهمها باختصار وكما يأتي:

اولا- مصبات دلتاوية:

توجد عند مصبات بعض الأنهار دلتوات ناتجة عن الإرسال النهري المستمر عند الشاطئ, وتتكون تلك الدلتوات عند توفر ظروف معينة مثل قلة عمق مياه البحر أمام المصب وكثرة الرواسب التي يجلبها النهر وضعف الأمواج التي تتعرض لها تلك المصبات,وتتخذ تلك الدلتوات أشكالا مختلفة بعضها مستطيل مثل دلتا نهر الميسيسيبي في أمريكا الشمالية الذي يصب في خليج المكسيك,ويتفرع النهر ضمن الدلتا إلى 10 فروع ,وأخرى تكون مقوسة نحو البحر وتقطعها فروع عدة كما هو الحال في دلتا نهر النيجر الذي يصب في خليج غانة غرب أفريقيا والذي يتفرع في تلك الدلتا إلى 11فرعا,وكذلك نهر الاورونيكو في فنزويلا شمال أمريكا الجنوبية والذي يتفرع في دلتاه إلى 7 فروع تصب في خليج المكسيك, ونهر لينا في سيبيريا شمال أسيا والذي يصب في بحر لاتيف والذي تشبه دلتاه رجل الطير ويتفرع إلى 7فروع, أما نهر النيل فهو الأخر

ينتهي بدلتا واسعة يقطعها فرعان مع وجود عدد من البحيرات الشاطئية واللاجونات التي تمتد عند نهاية الدلتا من جهة البحر.

ثانيا- مصبات تعرية وإرساب:

تظهر عند بعض مصبات الأنهار جزر صغيرة قد تكون ضمن نطاق البحر أو ضمن نطاق مجرى النهر قبل المصب,اذ تتميز تلك المصبات بسعتها وقلة انحدارها, وأدى ذلك إلى خفض سرعة جريان المياه مما زاد من عمليات الإرساب, فتكونت تلك الجزر والتي حال دون اتصالها ببعضها تكون قنوات مائية تمر من بينها وتجري بها المياه بسرعة لضيقها مقارنة بالمجرى فتحول سرعة تلك المياه دون حدوث عمليات ترسيب في تلك القنوات,ويعد نهر ألامزون في أمريكا الجنوبية من الأمثلة على ذلك,وقد تظهر الشواطئ في تلك المصبات في وضع مختلف عما في المصبات الأخرى.

ثالثا- مصبات على شكل قنوات واسعة وطويلة تمتد عبر اليابس لمسافة قد تصل مابين مئات الأمتار وبضع كيلومترات, مثل نهر أوب في سيبيريا.

رابعا- مصبات انهار مخروطية الشكل, أي واسعة من جهة المصب وضيقة من جهة المجرى أو اليابس, ويظهر هذا النوع واضحا عند مصبات عدد من الأنهار في جنوب وشرق آسيا.

خامسا- مصبات انهار على شكل قناة طويلة وضيقة وعميقة وذات جوانب شديدة الانحدار,وقد يصل امتدادها في اليابس عدة كيلومترات وتسمى تلك القنوات الفيوردات,وتظهر على نطاق واسع شمال غرب أوربا في النرويج والسويد.

سادسا- مصبات انهار على شكل خلجان كبيرة, تتضمن البعض منها جزر مثل نهر سانت لورنس في أمريكا الشمالية الذي يصب في خليج سانت لورنس.

سابعا- مصبات انهار على شكل أحواض مستطيلة تمتد لمسافة قصيرة قد لاتزيد عن مئات الأمتار وذات جوانب شديدة الانحدار وتكون عميقة, وتسمى في بعض الأماكن بالرياس وخاصة في شمال غرب أوربا .

ثامنا- مصبات انهار متضرسة,وتظهر تلك المصبات في المناطق ذات التضاريس المنخفضة وذات تكوينات متباينة صلبة وهشة,فتعمل المياه على تعرية الأجزاء الهشة وتبقى الصلبة في

مكانها على شكل تلال واضحة المعالم عند الشاطئ,وقد تتكون مثل تلك المصبات في المناطق التي تعرضت إلى حركات تكتونية صاعدة أو هابطة غيرت في معالم تلك المواقع من خلال رفع مناطق وغمر أخرى.

تاسعا- مصبات نهرية قرنية الشكل أو سيفيه,أي تشبه قرن الماعز الكبير أو السيف,ويسود هذا النوع في بعض المصبات التي تتفرع إلى فرعين ويفصل بينهما جزر تكون مدببة الرأس من جهة البحر ومقوسة تشبه القرن,وقد تتخذ بعض جهات الساحل نفس الوضع، أي قرنية الشكل .

عاشرا- مصبات انهار منتفخة الشكل,اذ يتحول مجرى النهر قبل أن يصب في البحر إلى ما يشبه البحيرة أي يتسع كثيرا, ثم يضيق عند دخوله البحر(يشبه وضع معدة الإنسان),ويكون بعضها واسع من الخلف وضيق من الأمام.

وقد تكون تلك الانتفاخات واسعة خليجية الشكل,اذ يتحول مجرى النهر قبل أن يصب في البحر إلى خليج واسع,ويصب بالبحر بقناة قد تكون واسعة أو ضيقة حسب طبيعة تكوينات تلك الأماكن.[12]

المبحث الثالث عشر-اثر التعرية الجليدية على الشواطيء.(خارج منطقة الدراسة)

تعرضت الكرة الأرضية إلى التعرية الجليدية وبشكل متميز في الزمن الرابع عصر البلايستوسين ,وخاصة شمال الكرة الأرضية وظهرت أثار ذلك واضحة في المظاهر التي تركتها عمليات التعرية الجليدية بسبب تحرك كتل جليدية كبيرة من سفوح المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة وبصورة مستمرة، وعلى فترات عدة استمرت إلى نهاية العصر الجليدي فحفرت أودية عميقة متميزة عن الأودية التي كونتها المياه الجارية في المناطق الصحراوية,وقد تميزت بعمقها وضيقها وشدة انحدار سفوحها,وقد استمر تقدم الكتل الثلجية من المناطق المرتفعة نحو المناطق المنخفضة حتى وصلت إلى البحار والمحيطات,اذ بلغ طول بعض تلك الأودية حوالي 160كم، كما هو الحال في سواحل النرويج والسويد,ونظرا لانخفاض مستوى تلك الأودية دون مستوى سطح البحر أدى ذلك إلى تقدم مياه البحر فيها فتحولت إلى ما سمي بالفيوردات,الشكلان(34-7)صور الفيوردات.




كما توجد ظاهرة أخرى تشبه الفيوردات ألا أنها أكثر سعة منها واقل عمقا وطولا وتسمى بالريا أو الرياس,الشكلان(7- 35)صور الرياس.




وعليه أسهمت عمليات التعرية الجليدية بشكل فاعل في تغير شكل الشاطئ في المناطق التي تعرضت لها وخاصة شمال الكرة الأرضية.

المبحث الرابع عشر- اثر النشاط البايلوجي على الشواطيء.

يضم النشاط البايلوجي اثر كل من الحيوان والنبات في الشواطئ البحرية, فيما يلي وصف مختصر لكل نوع:

اولا- الأحياء المائية التي يعيش قسم منها عند الشاطئ،وقد تعمل على حفر مأوى لها فيه ويكون على شكل حفرة قد تكون عميقة أو ضحلة حسب نوع الحيوان وطبيعة مكونات الشاطئ,الشكلان (7-36)صور لاحياء شاطئية.





وربما يستغل الشقوق التي تتضمنها الطبقات الصخرية,وفي كل الحالات فانه يسهم في توفير الظروف لعمليات التعرية والتجوية في تلك الأماكن التي تتواجد فيها، لأنها تساعد على تقدم المياه في تلك الحفر فتتوسع تدريجيا وربما تتطور إلى أنفاق أو ممرات ضمن مكونات الشاطئ، فتتركز فيها تلك العمليات على نطاق أوسع فيتراجع الشاطئ,أو تتكون فيه أحد المظاهر الشاطئية ,وقد لوحظ وجود بعض الحياء الصغيرة منتشرة على نطاق محدود في منطقة الدراسة.

ثانيا- انتشار النباتات فوق الشواطئ فيكون لها تأثيران أحدهما إيجابي والآخر سلبي, ويتمثل الإيجابي على أن جذور تلك النباتات تعمل على تثبيت مكونات الشواطئ وخاصة الضعيفة التماسك مما يقلل من اثر العمليات المختلفة فيها,أما الجانب السلبي فيكمن في امتداد جذور الأشجار الكبيرة في فواصل وشقوق الطبقات الصخرية فتعمل على توسيعها فتسمح للمياه بالتوغل في أعماق تلك الطبقات فتنشط عمليات التعرية والتجوية بشكل مستمر فيتراجع الشاطئ في تلك المواضع ,وقد تنتشر بعض الأشجار والشجيرات في الجزء الغربي من منطقة الدراسة والتي كان لها تأثير محدود في الحد من تأثير بعض العوامل التي يتعرض لها الشاطئ،الشكلان(7-)صور اشجار على الشواطيء.




ثالثا-الشعاب المرجانية وما ينتج عنها من صخور في الأماكن الملائمة لعيش المرجان,اذ تكونت صخور مرجانية أدت إلى تغطية الصخور الأصلية فتكونت شواطئ متميزة عما حولها في الشكل والتركيب,وتسمى بالشواطئ المرجانية,الشكلان(37-7)صور شواطيء مرجانية.




وكان لهذا العامل الدور الفاعل في الحد من العمليات الجيومورفولوجية في تلك المواقع ,وقد شكلت الصخور المرجانية حاجزا أو درعا أمام العمل الجيومورفولوجي للماء وحالت دون وصوله إلى الصخور الأصلية, وينتشر وجود المرجان في أماكن محددة من المناطق المدارية والمعتدلة لأنه يحتاج إلى ظروف معينة من حيث الحرارة والملوحة والعمق.

المبحث الخامس عشر-اثر حركات القشرة الأرضية وتغير مناسيب مياه البحر على الشواطيء .

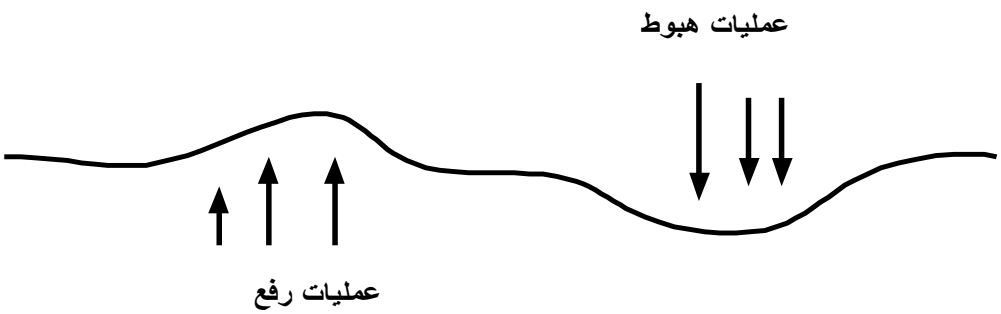
اولا-اثر الحركات الارضية

1-الحركات الالتوائية

تعرضت القشرة الأرضية إلى حركات مختلفة منها حركات التوائية مثل حركة ما قبل الكمبري والحركة الهرسينية والحركة الكاليدونية والحركة الالبية,ونتج عن تلك الحركات تغير في مظهر الأرض لأنها عملت على رفع مناطق وخفض أخرى, حتى أخذت الأرض مظهرها العام فيما بعد,وقد انعكست أثار تلك التغيرات على الشواطئ البحرية فتعرضت كأي جزء من الكرة الأرضية إلى تغيرات نتيجة لعمليات الرفع والهبوط فادت إلى ارتفاع شواطئ وانخفاض أخرى, ويظهر اثر ذلك واضحا في التراكيب الأولية والثانوية التي تتضمنها صخور الشواطئ مثل ميل الطبقات وانكسارها وعدم انتظام امتدادها, ووجود الفواق والطيات,والتي لها الدور الفاعل في تغير الشواطئ.

2-الحركات التكتونية

تعرضت القشرة إلى الأرضية إلى حركات تكتونية صاعدة وهابطة آدت إلى خفض مناطق ورفع أخرى,وقد أدى ذلك إلى رفع بعض الشواطئ المغمورة بالماء فأصبحت جزءا من اليابس أو بالعكس أدت إلى هبوط بعض السواحل فغمرتها المياه,وفي كل الحالات تغير الشاطئ في تلك المواضع عما كان عليه,وتظهر أثار تلك الحركات واضحا في منطقة الدراسة من خلال ما تتضمنه صخور الشاطئ من تراكيب تدل على تعرضها إلى حركات التواء ورفع وهبوط, شكل (7-38) حركات الرفع والهبوط,وقد تضمنت منطقة الدراسة عدد من الطيات والكتل الصخرية المائلة وكتل أخرى معرضة إلى الانكسار,وهذا يعني إن المنطقة تعرضت إلى حركات تكتونية أسهمت في تغير وضع الطبقات الصخرية والتي انعكست أثارها على شكل الشواطئ.

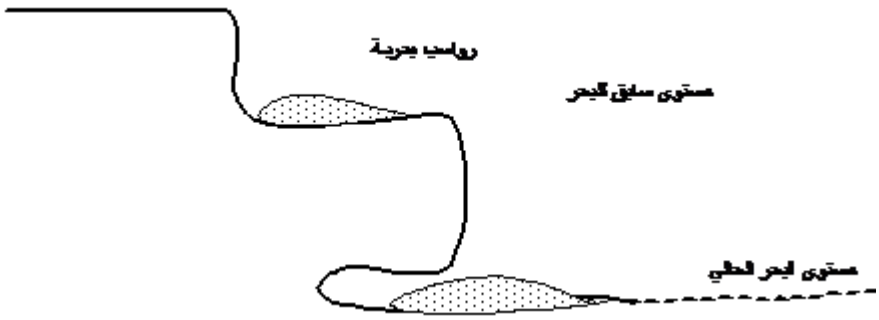


ثانيا- تغير مناسيب المياه.

1- تعرضت مناسيب مياه البحار إلى التغير بشكل مستمر,وهذا التغير باتجاهين هما:

تراجع مياه البحر بمرور الزمن لتغير مناخ الأرض نحو الجفاف،ومن ثم قلة المياه المنصرفة نحو البحر،لذا أخذت مياه البحار بالتراجع تاركة وراءها المصاطب البحرية التي تمثل المستويات السابقة لمياه البحار,وكان هذا التراجع بطيئا لذا خلفت تلك المصاطب الارسابية بمستويات مختلفة تصل الى مئات الأمتار,كما هو الحال في منطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا التي تقع ضمنها منطقة الدراسة,اذ توجد ثلاث مستويات من المصاطب،كان الفرق بين مصطبة وأخرى اكثر من 200م.

2-ارتفاع مناسيب المياه وانخفاضها على مر العصور الجيولوجية,وأهمها ما حدث في عصر البلايستوسين في الزمن الرابع وهو من العصور الحديثة,إذ تعرض شمال الكرة الأرضية إلى الجليد والأجزاء الأخرى إلى الأمطار ولفترة طويلة تصل آلاف السنين,لذا سمي هذا العصر بالجليدي في شمال الكرة الأرضية وبالمطير في المناطق الأخرى,وتشير الدراسات الجيولوجية إلى أن العصر كان على شكل فترات أي فترة ثلوج تليها فترة ذوبان,أو أمطار يليها جفاف,وتم تسمية تلك الفترات في شمال الكرة الأرضية بالرس والفورم والمندل والجينز, فعند انخفاض درجات الحرارة وتجمد المياه ينخفض منسوب المياه في البحار وفي فترة ارتفاع الحرارة تذوب الثلوج فترتفع مناسيب مياه البحر فتتخذ مناسيب أعلى من المستوى السابق, وقد تنشط عمليات التعرية عند هذا المستوى الجديد حسب طبيعة مكونات الشاطئ فتتكون مظاهر مختلفة, منها ارض مستوية على شكل مسطبة,وقد تحمل تلك المياه معها بعض الرواسب وترسبها عند المستوى الجديد وتتركها عند انخفاض مستوى المياه فوق المصاطب الصخرية,شكل (39-7)مخطط يبين تغير مناسيب مياه البحار وأثارها على الشاطئ.

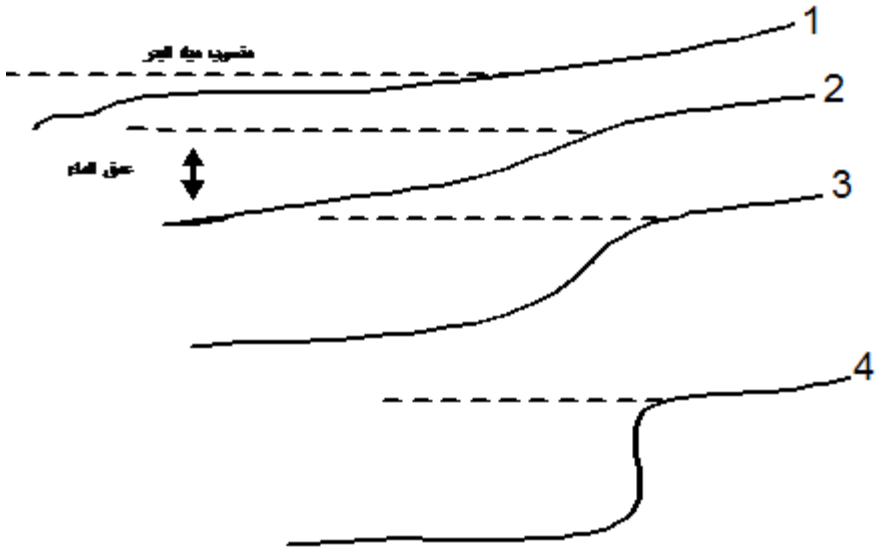


وتمثل تلك العمليات شواهد على تغير مناسيب المياه,ويعد الفيضان الذي حدث في عهد نوح عليه السلام من الشواهد التي وضحها لنا القرآن,اذ غطت المياه جميع الكرة الأرضية عدا الجبال العالية ,ومن الشواهد الواضحة على ذلك وجود الرمال النهرية في أعماق الصحراء، ووجود المتحجرات من الأحياء المائية في طبقات الصخور,وقد كان لتلك العملية الأثر الكبير في تغير شكل الشواطئ بمرور الزمن.

المبحث السادس عشر- اثرطبيعة الرف القاري على الشواطيء.

أن تأثير الرف القاري يكون واضحا في عمل الأمواج,فعندما يكون الرف ضحلا قليل العمق أمام الشاطئ يؤدي ذلك إلى أضعاف قوة الموجة ،ومن ثم قوة تأثيرها بمكونات الشاطئ.

أما إذا كان الرف القاري عميقا سيؤدي ذلك إلى استمرار الأمواج بكل قوتها فيكون تأثيرها في الشواطئ كبيرا,وقد يؤدي تراجع الشواطئ وعلى نطاق واسع يصل إلى مئات الأمتار،وقد يترتب على ذلك تكون رف قاري جديد ضحل جدا وحسب نوع مكونات الشاطئ ،فيعمل على أضعاف قوة الأمواج ومن ثم قلة تأثيرها,كما هو الحال في منطقة الدراسة ،إذ تكون مناطق التراجع ضحلة المياه،وقد لا يزيد عمقها عن 2م كما هو الحال في المقاطع التي تمت الإشارة أليها في الفقرات السابقة,وتكون المياه ضحلة جدا وتوجد بعض الكتل الصخرية ظاهرة فوق سطح الماء أمام تلك الشواطئ,وعلى أية حال يتخذ الرف القاري أوضاعا مختلفة منها الضحلة ومنها متوسطة العمق وهذا ما يسود في تلك المنطقة.[12] وبعضها عميقة جدا وربما يختفي الرف في بعض المناطق عندما يصل عمق المياه إلى اكثر من 200م,شكل (40-7) مخططات لأشكال الأرصفة القارية .



المبحث السابع عشر- اثر النشاط النشاط البشري على الشواطيء

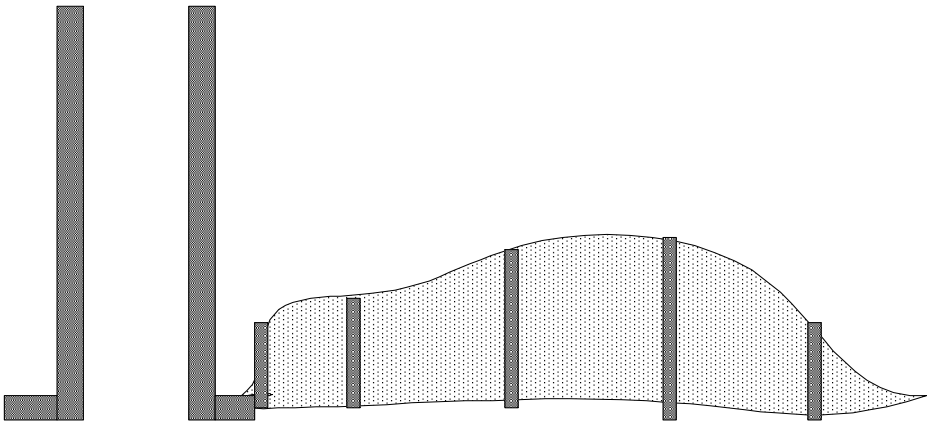
يعد الإنسان من العوامل المؤثرة في تغير الشواطئ من خلال تدخله المباشر ولتحقيق إغراض عدة منها لحماية النشاط البشري الواقع على تلك الشواطئ فيعمل على وضع كتل كونكريتية ضخمة أو بناء جدار كونكريتي على طول السواحل وخاصة في المناطق الحضرية لمنع تقدم التعرية نحو اليابس أو لغرض إقامة مواقع ترفيهية،أوللاستفادة من بعض الشواطئ مثل مناطق البلاج,الشكلان (7-41) صور للنشاط البشري على الشواطيء.





اذ يحاول الإنسان تثبيت الرمال الساحلية في مكانها ومنعها من التحرك ,ويتم بناء حواجز كونكريتية تتعامد على الشاطئ وتحصر بينها الرمال للحد من انتقالها إلى أماكن أخرى,الشكلان

(7-42أ-ب)مخطط وصور بعض الأنشطة التي يمارسها الإنسان على الشواطئ,وقد يسهم ذلك في تغير شكل الشاطئ الأصلي,ففي منطقة الدراسة تم تسوية بعض المناطق لغرض الاستفادة منها في المجال الترفيهي .



حواجز رملية شاطئية قناة لرفع مناسيب المياه عند المد

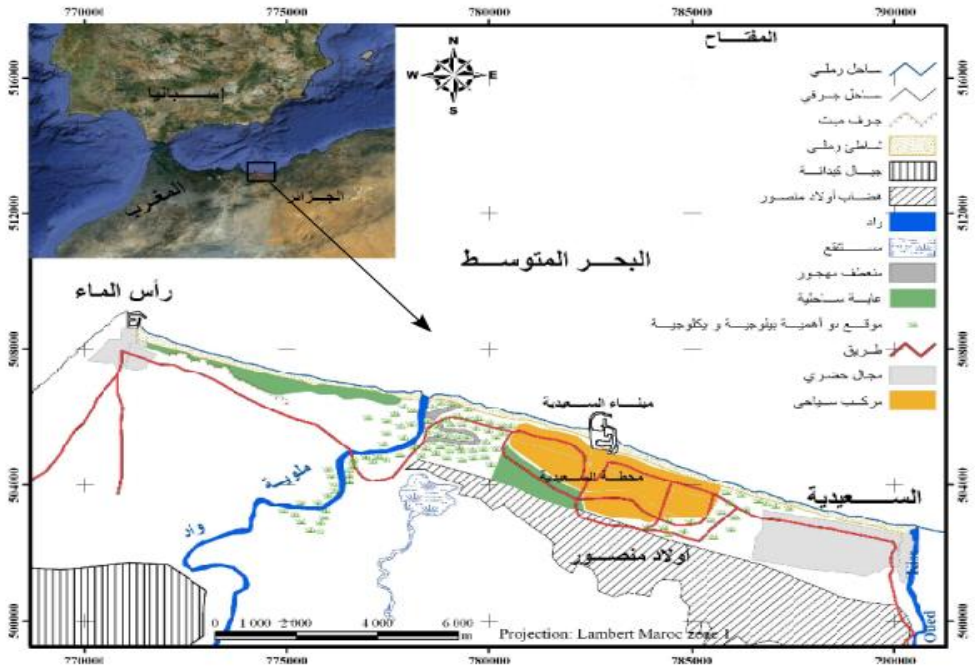


المبحث الثامن عشر-استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة السواحل والشواطيء.

استخدمت نظم المعلومات الجغرافيا والاستشعار عن البعد في دراسة شواطيء البحار،ولغرض تناول الموضوع بشكل تطبيقي لذا تم اعتماد البحث المعد من قبل د.الطيب بومعزة في دراسة جزء من شاطيء البحر المتوسط شرق بلاد المغرب العربي،وتم اختيار فترة محددة من الدراسة وهي مابين 1988 و2008.

اولا-موقع منطقة الدراسة

يقع ساحل السعيدية – رأس الماء في أقصى الشمال الشرقي للمغرب على مسافة 20 كلم، يحده من الجهة الشمالية البحر الأبيض المتوسط و من الجنوب سهل تريفة ومن جهة الشرق وادي كيس الذي يمثل الحد الطبيعي بين المغرب والجزائر,ومن الجهة الغربية جبال كبدانة،والتي تعد امتدادا لسلسلة جبال الريف،شكل(43-7).

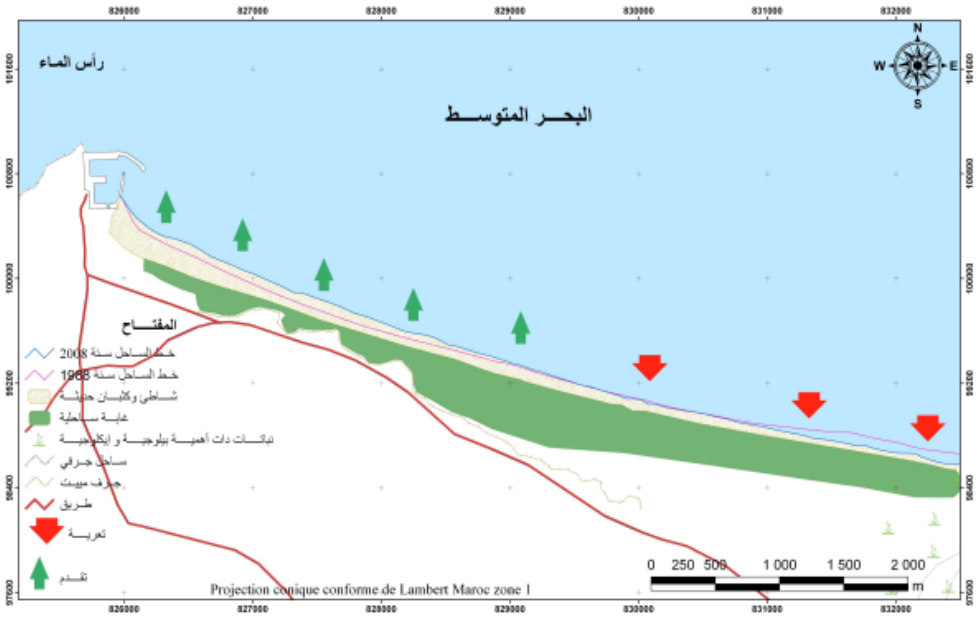


ثانيا-التطور المرفولوجي لخط الساحل بين 1988 و 2008

تشير صور القمر الصناعي لـ 2008 إلى وضعية جد مختلفة لساحل السعيدية –رأس الماء مقارنة مع الوضعيات السابقة،اذ توجد تغيرات مساحية كبيرة قد حدثت خلال السنوات الأخيرة بسبب التوسع العمراني ومشاريع سياحية ومنشأت بحرية،في المقابل شهدت العناصر البيئية الهشة تراجعا خطيرا خاصة المواضع ذات الأهمية البيولوجية والايكولوجية لمصب ملوية وغابة تازكرارت.

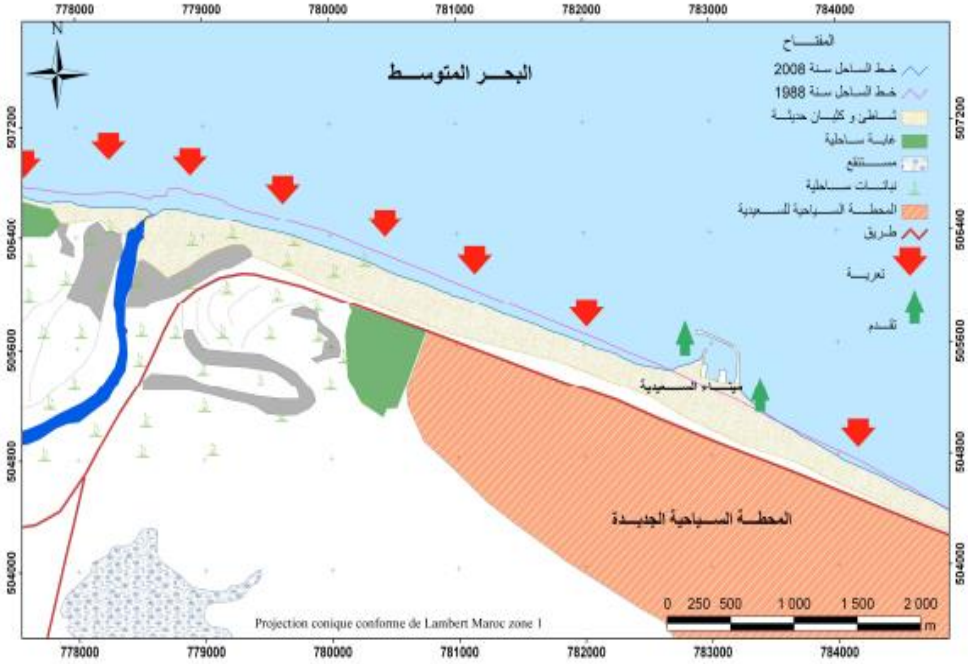
إن دراسة طبيعة ساحل السعيدية-رأس الماء من خلال صورة القمر الصناعي لـ 2008 ومقارنتها بالوضعية السابقة يتضح منها تقدم خط الساحل في بعض المناطق مثل النطاق الممتد

بين رأس الماء والجرف الميت لقمقوم الباز،شكل(44-7)، لكن في المقابل تشهد الأجراف الباقية تراجعا مستمرا لخط الساحل.

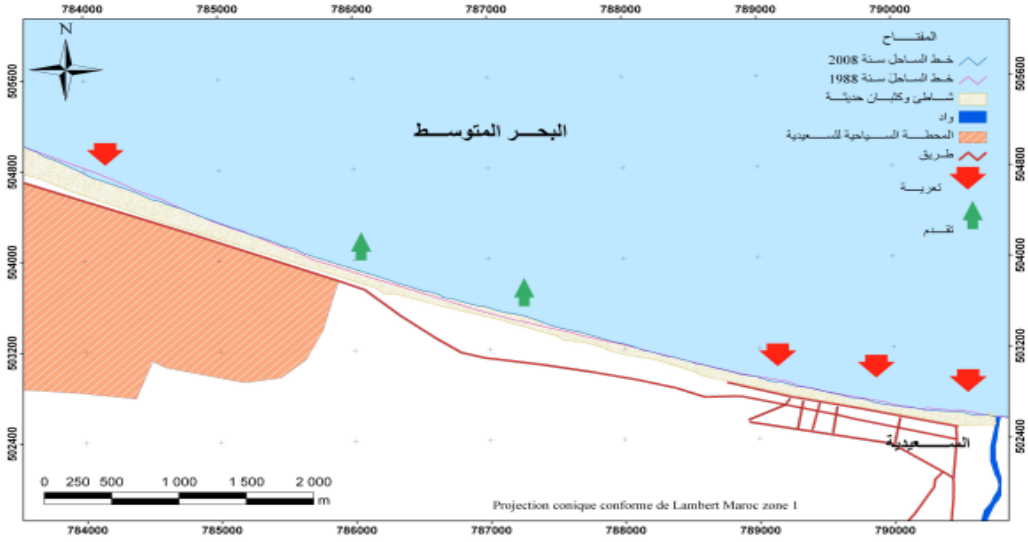


فيما يخص مصب ملوية،فقد شهد بدوره تراجعا واضحا جدا لخط الساحل باستثناء منطقة ميناء السعيدية الذي ادى إنشاءه سنة 1997 إلى اضطرابات قوية لخط الساحل، فعلى الجانب الغربي للميناء شهد خط الساحل تقدما حوالي 240م،وعلى الجهة الشرقية 230م ،شكل(45-7).

ان هذه التغيرات مرتبطة بالأساس ببناء الميناء وسط منطقة رملية حيوية،مما جعله يقف كحاجز أمام انتقال الرواسب باتجاه الشرق والغرب،وبالتي يشهد بدوره ترملا خطيرا،الأمر الذي يتطلب ازاحة الرمال المتجمعة عدة مرات خلال السنة.

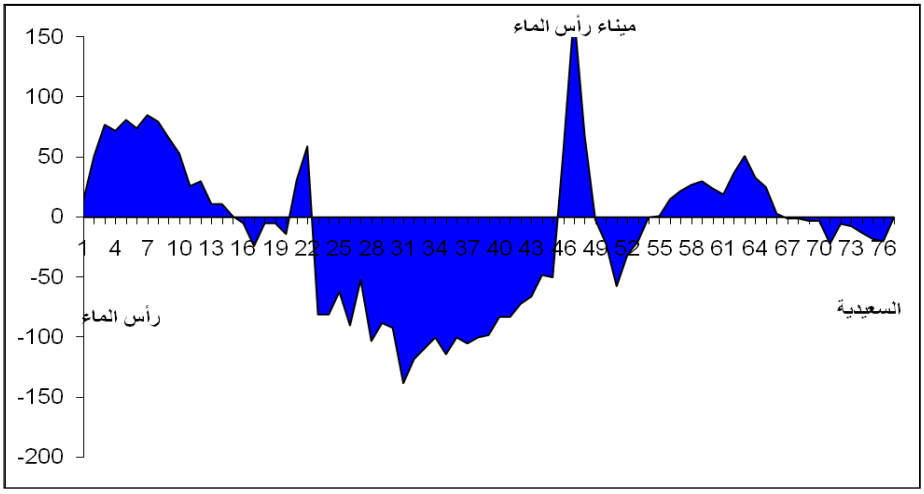


فيما يتعلق بمنطقة السعيدية فإن خط الساحل تعرض خلال هذه الفترة الى التراجع بشكل مستمر،مما يعكس التأثير السلبي لبعض المشاريع على دينامية الساحل،خصوصا انتشار النوادي والمطاعم على حساب الكثبان الرملية التي تغذي الشاطئ، كذلك بناء ميناء السعيدية الذي سيعمل على حجز الرمال المتنقلة باتجاه السعيدية والمحطة السياحية،شكل7-46).



ثالثا- تطور خط الساحل من خلال المقاطع العرضية المستخلصة بين 1988و2008

إن دراسة وتحليل منحنى تطور المقاطع العرضية للفترة ما بين 1988-2008 تشير إلى تغيرات مكانية كبيرة حدثت خلال هذه الفترة، بحيث تم انجاز مجموعة من المشاريع الكبرى في السنوات الأخيرة مثل ميناء السعيدية على مسافة 6 كلم غرب مدينة السعيدية،وميناء المحطة السياحية الجديدة على مساحة تزيد عن 700 هكتار،وهذه التطورات كان لها تأثير واضح على دينامية الساحل، بحيث ظهر تراجعا قويا لخط الساحل على مستوى الموضع ذو الأهمية البيولوجية والايكولوجية لمصب نهر الملوية وعلى مستوى السعيدية،ويتضح بالمقابل حدوث تقدما كبيرا لخط الساحل على مستوى ميناء السعيدية،كما تظهر صور القمر الاصطناعي، بحيث يلاحظ تجمع كبير للرواسب على الجهة اليمنى واليسرى للميناء وصل إلى مايزيد عن 300 متر،شكل (47-7).[13]



مصادر الفصل السابع

1- Arthur.N.strahler,Physical geography, four Edition,gohn wiley,canada,1975.p553-554.

2- www.gooole earth.com

3- محطة أرصاد أبو مسافر الجوية في مدينة درنه,بيانات غير منشورة.

4- د.جودت حسنين جودت,أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية,ج2 ط1 منشورات جامعة قار يونس,1975,ص18.

5- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2006/1/12.

6- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2006/4/15 .

7- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2006/5/21 .

8- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2006/6/18 .

9- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2007/1/6

10- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2007/1/15

11- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة في 2007/2/3

12-أطلس العالم لعام 2004 ,خريطة العالم الطبيعية

13- د. الطيب بومعزة ،دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة و تتبع تطور السواحل البحرية ،الساحل المتوسطي الشرقي بالمغرب دراسة تطبيقية.




الفصل الثامن

المنخفضات الصحراوية دراسة حقلية

منخفض الجغبوب شمال شرق صحراء ليبيا دراسة تطبيقية

المبحث الأول- الموقع والنشأة

المبحث الثاني- العوامل التي أسهمت في تكون مظاهر السطح

المبحث الثالث –الاشكال الارضية في منخفض الجغبوب

تعد المنخفضات من المظاهر الطبيعية الصحراوية،والتي توجد بكثرة في الصحراء الافريقية ،ومن اهمها: 1-منخفض القطارة 2-منخفض سيوة 3-منخفض الريان 4-منخفض الفرافرة 5-منخفض الداخلة 6- منخفض الخارجة 7-منخفض الجغبوب.

كما توجد في الصحراء الغربية من العراق،ومنها: 1-منخفض الكعرة 2–منخفض الحبانية 3–منخفض الرزازة 4-منخفض الثرثار5-منخفض بحر النجف6-بحيرة ساوة.

وتتميز تلك المنخفضات بتنوع الاشكال الارضية التي لا توجد في الاشكال الارضية الاخرى،فهي فضلا عن كونها شكلا تضاريسيا الا انها تضم عدد كبير من الاشكال الارضية،وقد تم اختيار منخفض الجغبوب في شمال شرق ليبيا لكونه يمثل متحفا يضم انواعا كثيرة من الاشكال الارضية.

المبحث الأول- الموقع والنشأة

أولا- الموقع

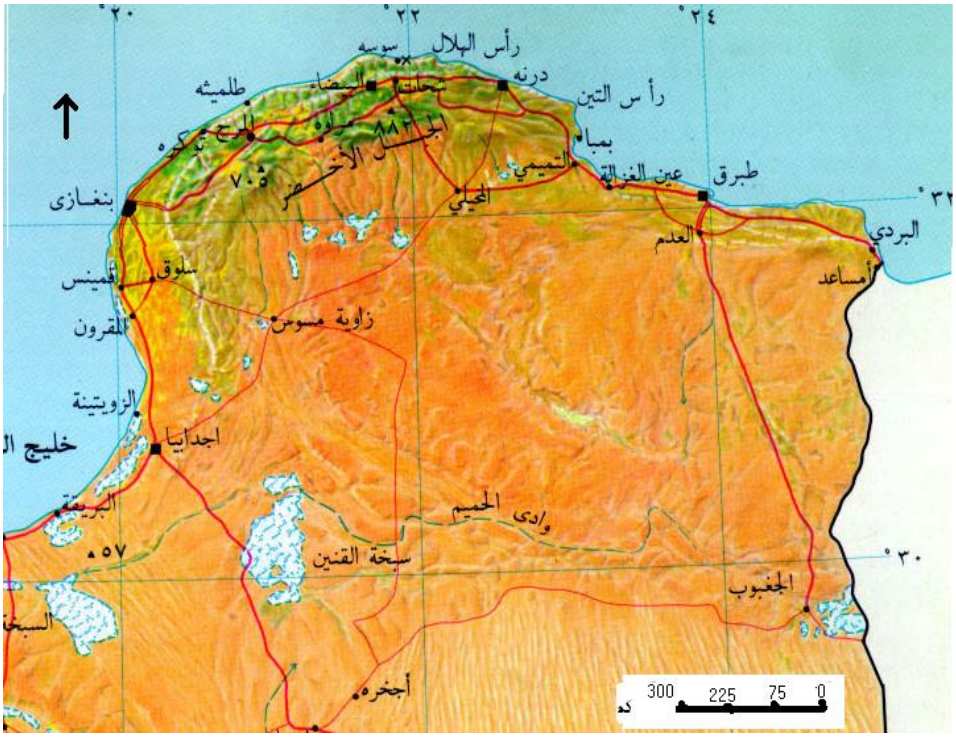
يقع منخفض الجغبوب جنوب مدينة طبرق على مسافة 280كم في أقصى شمال شرق صحراء ليبيا قرب الحدود المصرية ,ويمثل امتدادا لعدد من المنخفضات (الواحات) التي تقع على نفس الامتداد شرق غرب,مثل سيوه في مصر وجالوا و أوجلة ومراده في ليبيا, ويقع إلى الجنوب من المنخفض بحر الرمال العظيم.

أما بالنسبة للإحداثيات الجغرافية فيقع بين دائرتي عرض 3-40-29و5-50-29شمالا,وبين خطي طول 18-30-24و9-8-25شرقا.[1], الشكلان (1-8أ-ب) خريطتان توضحان موقع منخفض الجغبوب الإداري والفلكي.

ويشغل المنخفض مساحة تصل إلى حوالي 650كم^2 ,اذ يصل امتداده شرق غرب حوالي 47كم وشمال جنوب حوالي 14كم, ويصل عمق بعض أجزاء المنخفض إلى حوالي 29م تحت مستوى سطح البحر.[2]



خريطة (1-8ب) موقع منخفض الجغبوب الفلكي



ثانيا- نشأة المنخفض:

توجد عدة آراء متباينة حول نشأة المنخفض, بعضها يشير إلى انه يعود إلى عمليات تكتونية تعرضت لها المنطقة في أواسط الزمن الثالث وأوائل الزمن الرابع,عندما كانت الهضبة البرقاوية تنحدر نحو المنخفض فتنصرف المياه السطحية والباطنية نحو ما يسمى بالدرع البحري القديم،وهو عبارة عن لسان بحري طويل يمتد عبر اليابس من جنوب اجدابيا باتجاه الشرق حتى منخفض الجغبوب,ونتيجة لحدوث حركات تكتو نية أدت إلى رفع المناطق المحيطة بخليج سرت فادى ذلك إلى انقطاع اللسان البحري عن البحر وانحسر بمرور الزمن عن منطقة الجغبوب, وفي دراسة واقع الحال الذي عليه الأن لا توجد دلائل واضحة تثبت هذا الرأي،خاصة وان المسافة بين المنخفض وخليج سرت طويلة تصل إلى حوالي 700كم.

أما الرأي الأخر فيشير إلى أن تلك المنخفضات تكونت بفعل عوامل متشابهة باطنية وخارجية, لأنها تقع على نفس الامتداد وتحمل نفس الخصائص.

والرأي الأقرب الى الواقع هو الذي يشير إلى أن تلك المنخفضات تعود إلى أحداث تكتونية وجيولوجية أعقبتها عمليات جيومورفولوجية,ناتجة عن التغيرات المناخية في الزمن الرابع ،عصر البلايستوسين,اذ شهدت تلك المناطق عصرآ مطيراً استمر لفترة طويلة من الزمن وعلى شكل فترات متقطعة.[3] وقد رافق ذلك عمليات جيومورفولوجية واسعة وحركات أرضية أدت إلى رفع مناطق وانخفاض أخرى,كما أسهمت عمليات التعرية والإرساب في تغيير مظهر الأرض في العديد من المناطق, وبشكل متفاوت من مكان لآخر,ويظهر ذلك واضحا في منخفض الجغبوب أكثر من المناطق الأخرى, من خلال ما تركته عوامل التعرية والإرساب من أشكال متنوعة لا تزال قائمة,ولايمكن للعمليات الجارية في الوقت الحاضر من القيام بها,اذ يمثل المنخفض متحفا جيومورفولوجيا رائعا يضم أنواعا مختلفة من الأشكال الأرضية.

ومن دراسة طبيعة امتداد تلك المظاهر والوضع العام للمنخفض يمكن التحقق من أن المنخفض تكَون بفعل حركات تكتونية أدت إلى هبوط المنخفض عما يحيط به, ثم تلا ذلك عمليات جيومورفولوجية على نطاق واسع عملت على تشكيل سطحه بمظاهر متنوعة.[4]

ويتضح من المعالم العامة للمنخفض وكأنه يمثل فالقا طويلا وواسعا,وقد هبطت الأرض ضمن حدوده فتكونت حافات شديدة الانحدار في اغلب جهات المنخفض,وتوجد مياه جوفية بغزارة ,اذ توجد عدة عيون جارية تغذي البحيرات المنتشرة في المنخفض,وهذا يعني أن تلك المياه تحركت ضمن فالق طويل نقلها إلى المنخفض من أماكن أخرى غزيرة المياه، لانحداره بهذا الاتجاه, فضلا عن انخفاضه حوالي 30م دون مستوى سطح البحر ،فادى إلى ظهور المياه الجوفية في قاع المنخفض أو قرب السطح,وقد تم قياس منسوب تلك المياه في شمال المنخفض الذي تسود فيه ارض سبخة فكانت على عمق 50سم,وقد ساعد ذلك على زراعة أشجار النخيل في الجزء الأوسط منه الذي تتوفر فيه تربة صالحة للزراعة,وعلى نطاق واسع,شكل (8- 2أ وب) صورتان توضحان جانب من أشجار النخيل في المنخفض ,وكما هو معلوم فان المنخفض يقع ضمن الصحراء التي يقل فيها سقوط الأمطار,ومهما كانت كميتها لا يمكن أن تسهم برفع مناسيب المياه الى المستوى الذي عليه في المنخفض .





الدراسة الميد انية 2006/1/14

المبحث الثاني- العوامل التي أسهمت في تكون مظاهر السطح

أولا- عمليات التجوية:

تعد التجوية من العوامل الخارجية التي تتعرض لها التكوينات السطحية من القشرة الأرضية فتعمل على تفكيك أو تفتيت بعض الأجزاء التي تؤثر فيها دون نقلها من مكانها, وتحدث عمليات التجوية بنوعيها الفيزيائية والكيمائية في منخفض الجغبوب وذلك لتوفر الأرض الرطبة في قاعه والتعرض الى ظروف الجفاف لكونه جزءآ من الصحراء ,وفيما يلي استعراض مختصر لعمليات التجوية:

1-التجوية الفيزيائية أو الميكانيكية:

تعني التجوية الفيزيائية تفتيت أو تفكيك بعض أجزاء الصخور نتيجة لتعرضها إلى عمليات معينة لا علاقة لها بتركيبها الكيميائي,وتحدث هذه الظاهرة على نطاق واسع في المنخفض وتعود إلى العوامل آلاتية:

أ-التغير الحراري:

يقع منخفض الجغبوب في المنطقة الصحراوية والتي تشهد تغيرا كبيرا في درجة الحرارة سواء بين الليل والنهار ام الصيف والشتاء، فيكون المدى الحراري كبيرا,,فقد وصلت درجة الحرارة العظمى في أحر الشهور وهو الشهر السادس(حزيران) 44.4ْم والصغرى 14.8 ْم,أي يصل المدى الحراري بين الليل والنهار حوالي 30ْم,وقد شهدت بعض الشهور مدى حراري اكبر من ذلك, مثل الشهر الرابع ،كانت العظمى 39 ْم والصغرى 7.4ْم,أي كان المدى الحراري حوالي 32ْم.

أما المدى الحراري بين ابرد الشهور واحرها فكان 23ْم,اذ بلغت الحرارة العظمى في شهر واحد 21.4ْم وفي الشهر السادس 44.4ْم, جدول (1-8) درجات الحرارة.[5]

جدول (1-8) معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في منخفض الجغبوب للفترة مابين 1978و2006 .(مئوي)

الشهر	الدرجة العظمى	الدرجة الصغرى	المدى الحراري
1	21.4	1.7	19.7
2	27.7	1.8	25.9
3	32.1	4	28.1
4	39.8	7.4	32.4
5	41.6	11.3	30.3
6	44.4	14.8	29.6
7	44.1	16	28.1
8	40.2	16.7	23.5

24.4	16	40.4	9
26.6	10	36.6	10
24.9	5.4	30.3	11
22.8	1.3	24.1	12
	8.9	35	المعدل السنوي

المصدر: محطة الأرصاد الجوية في الجغبوب,بيانات غير منشورة

ان هذا التباين الكبير في درجات الحرارة تنعكس اثاره بشكل متباين على الصخور حسب تركيبها المعدني,اذ توجد معادن ذات معامل تمدد حراري مرتفع وأخرى منخفض,والصخور بشكل عام رديئة التوصيل للحرارة، لذا يتركز التأثير في الأجزاء العليا منها,ويكون واضحا في الصخور التي تتضمن معادن معامل تمددها الحراري مرتفعا,فتتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة وتتقلص عند انخفاضها وبدرجات متفاوتة حسب معامل تمدد كل معدن,والتي تتركز في الأجزاء الخارجية من الصخور فينتج عن ذلك حدوث عمليات ضغط وتخلخل في تلك الأماكن فتسبب تشقق في أسطح تلك الكتل الصخرية,وفي منخفض الجغبوب تتعرض الصخور لهذه الظاهرة بشكل مستمر في الليل والنهار والصيف والشتاء،لذا تظهر الأجزاء العليا من صخور المنخفض متكسرة، وعلى شكل قطع متباينة الأحجام مابين صغيرة لا تتجاوز بضع سنتمترات وأخرى تصل إلى أكثر من متر,وخاصة على أسطح الميسات التي تنتشر في المنخفض على نطاق واسع,وقد تظهر بعض الحفر الصغيرة واضحة على بعض المنحدرات بسبب عمليات التجوية المستمرة0،شكل(3-8)صور تبين اثار التجوية





ب- تبلور الأملاح:

تعد من الظواهر التي تحدث في منخفض الجغبوب ظاهرة تبلور الأملاح والتي تتركز في مسامات الصخور وما تتضمنه من فواصل وشقوق،خاصة الأجزاء العليا من تلك الصخور,اذ يكبر حجم تلك البلورات فتولد ضغطا على ما يحيط بها من الصخور فتعمل على تفكيكها.

2-التجوية الكيميائية :

تحدث التجوية الكيميائية نتيجة لتفاعل غازات الغلاف الجوي مثل ألأوكسجين وثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء مع عناصر ومعادن الصخور, ومن أنواع التجوية الكيميائية التي تحدث في منخفض الجغبوب ما يأتي:

أ- عملية الأكسدة:

تحدث عمليات الأكسدة نتيجة لاتحاد الأوكسجين مع بعض المعادن والعناصر,وهذا ما يظهر واضحا في منطقة الجغبوب،اذ يغلب على بعض الأجزاء العليا من الصخور اللون المائل إلى الاحمرار لحدوث عملية أكسدة للمعادن الحديدية عند توفر الرطوبة والهواء,او يميل اللون في بعض الأحيان إلى السواد لوجود عناصر عضوية تغلب على الحديدية,وهذا النوع هو الغالب في المنخفض,اذ يظهر واضحا على أسطح الميسات العليا المعرضة للرطوبة والرياح,وينتج عن تغير التركيبة المعدنية والبنية لتلك الأجزاء عدم تجانسها وتماسكها فتتعرض إلى التفتت والتشقق بسهولة.

ب- التميؤ:

المقصود بالتميؤ اتحاد الماء مع بعض العناصر أو المعادن التي تتكون منها الصخور فيكبر حجمها وتتمدد فتولد ضغطا على الصخور التي تحيط بها فتعمل على تفككها وإضعاف تماسكها,وقد تتحول أسطح بعض الميسات إلى كتل صخرية متباينة الإحجام وتتخذ أوضاعا غير منتظمة,وتعد الصخور الطينية من أكثر أنواع الصخور تأثرا بذلك لاحتوائها معادن لها القابلية على امتصاص الماء فيكبر حجمها فتعمل على تشقق وتفكك الصخور,وهذا ما يحدث في المنخفض,اذ تنتشر الصخور الطينية على نطاق واسع, ومنها المارل الذي يعد من الصخور الضعيفة التي تتأثر بالعمليات الخارجية من تجوية وتعرية,والتي تعمل على تشققها وتفتيتها فتتحول إلى مواد ترابية ناعمة,وقد ساعدت هذه العملية في تكون الكهوف, شكل (4-8) يوضح نماذجا من مظاهر التجوية في المنخفض,اذ ظهرت

حفر مختلفة الأحجام على احد سفوح المنحدرات الشمالية من المنخفض كما في الصورة الأولى,في حين توضح الصورة الثانية تجمع المواد المجواة على شكل أكوام أسفل المنحدر مكونة ما يشبه التالوس او السكري .[6]



الدراسة الميدانية 2006/3/20

ثانيا-عمليات التعرية:

يقصد بالتعرية تفتيت وتفكيك التكوينات السطحية من صخور وتربة ونقلها إلى مكان آخر,وكشف ما يقع تحتها من تكوينات.

وتقوم بعمليات التعرية عدة قوى مثل المياه الجارية السطحية والجوفية والرياح وأمواج البحار وفعل الجليد,وفي منخفض الجغبوب أسهمت العديد من تلك القوى في تشكيل أنواع مختلفة من مظاهر السطح,ومن أهم عمليات التعرية في المنخفض ما يأتي:

1- التعرية المائية:

تؤثر المياه الجارية في المناطق الجافة تأثيرا واضحا رغم قلة الأمطار الساقطة,إلا أنها عندما تسقط على شكل زخات مطرية شديدة ولفترة قصيرة ينتج عنها سيولا جارفة تحمل كل ما يقع أمامها من مفتتات وأتربة وقطع صخرية صغيرة تزيد من شدة تعرية تلك المياه في المناطق التي تمر عليها وخاصة قاع الأودية وضفافها,وقد تسهم عدة عوامل في زيادة قدرة المياه الجارية على التعرية في المناطق الصحراوية منها ما يأتي:

أ-تساقط الأمطار على شكل زخات شديدة ومركزة في مناطق معينة فتقل نسبة الضائعات المائية بالتبخر والتسرب,في حين تزداد كمية المياه الجارية وسرعتها على السطح مما يؤدي إلى رفع

قدرتها على التعرية وحمل وتحريك المواد من المفتتات والكتل الصخرية الصغيرة,وتعد التعرية المائية السطحية محدودة في منطقة الجغبوب لقلة الأمطار الساقطة والتي لا تتجاوز 3ملم شهريا خلال فترة رصدها, جدول (3-8).[7]

جدول (2-8) متوسط الأمطار الساقطة للفترة مابين 1978-2006

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
كمية الامطار (ملم)	2,9	0,5	0,8	0,9	0,2	0	0	0	0	0,1	0,5	2,7

المصدر:محطة الأرصاد الجوية في الجغبوب

ب- تعمل عمليات التجوية الواسعة في المناطق الصحراوية على تفكك الأجزاء الخارجية من الصخور والتربة,والتي تقوم السيول بجرفها بسهولة ونقلها إلى أماكن أخرى حسب سرعة الجريان وزمن استمراره,وتتركز تلك العملية في بطون الأودية وسفوحها,وفي الكسور التي تفصل بين الكتل الصخرية,وهذا ما يحدث في الأجزاء الشمالية الغربية والغربية من المنخفض بشكل متميز.

ت- قلة الغطاء النباتي في المناطق الصحراوية,لذا تكون سرعة الجريان عالية في تلك المناطق لعدم وجود عائق نباتي يحد من ذلك,ففي منخفض الجغبوب يتركز النبات الطبيعي عند ضفاف البحيرات والمناطق المحيطة بها التي ترتفع فيها مناسيب المياه الجوفية,ويقل الغطاء النباتي او ينعدم خاصة عند الحافات المحيطة بوسط المنخفض والمناطق المرتفعة من الأشكال الأرضية التي يضمها .

وعليه أسهمت التعرية المائية بشكل فاعل في تطوير مظاهر السطح في المنخفض وعلى مر العصور,وبصورة متميزة في الزمن الرباعي عصر البلايستوسين,اذ شهدت المناطق المعتدلة والمدارية والاستوائية عصرا مطيرا استمر لفترة طويلة من الزمن وعلى شكل فترات متقطعة, أي فترة مطيرة تعقبها فترة جفاف,وقد نتج عن ذلك قدرة المياه الجارية من شق مجاريها في المناطق الصحراوية متجهة من المناطق المرتفعة نحو المناطق المنخفضة ولمسافات طويلة تصل إلى مئات الكيلومترات،وتتمثل بالأودية المنتشرة في معظم المناطق الصحراوية,والتي لا تستطيع عوامل التعرية الحالية من عملها,والسهول التحاتية والميسات والتلال المنفردة والأحواض والأبراج،وغيرها من المظاهر التي تنتشر في المنخفض,ويبدو أن المنخفض كان يمثل حوضا لتصريف مياه المناطق المحيطة به ويظهر ذلك واضحا من طبيعة التعرية التي تعرضت لها مظاهر السطح وخاصة

الميسات،وقد اتخذت شكلا مغزليا او طوليا عند حافات المنخفض باتجاه قاع المنخفض,وهذا يؤكد أن المياه كانت تمر من جوانبها فعملت على تعريتها من تلك الجوانب التي تمر بها,و يوجد ذلك عند الحافة الجنوبية والغربية والشمالية من المنخفض،اذ تنتشر الميسات بكثرة في تلك الجهات وبأشكال مختلفة,فضلا عن تطور أشكال أرضية أخرى متنوعة بسبب التعرية المائية مثل الموائد الصخرية والأبراج والكهوف.

2-عمل المياه الجوفية:

يمثل منخفض الجغبوب حوضا لتصريف المياه نحوه من المناطق المحيطة به،ومنها المياه الجوفية,لذا ارتفعت مناسيب تلك المياه بشكل كبير في قاع المنخفض,وغطت مساحة كبيرة منه, إلا أن المياه أخذت بالانحسار عن بعض المناطق الأقل عمقا بمرور الزمن فتحولت إلى سبخات,كما تكونت بعض العيون التي مازالت جارية وتزود البحيرات المنتشرة بالمنخفض بالمياه,وقد أسهمت المياه الجوفية عندما كانت مناسيبها مرتفعة في العمليات الجيومورفولوجية التي تعرضت لها تلك المنطقة من خلال عمليات التعرية والإذابة التي تتعرض لها الطبقات الصخرية التي مرت عبرها تلك المياه,والمتباينة في صلابتها ومساميتها وتراكيبها,اذ ساعدت أسطح الانفصال والكسور والفوالق على جريان تلك المياه ضمن الطبقات الصخرية فعملت على إذابة التكوينات القابلة للإذابة بالماء مثل الصخور الملحية,وتعرية التكوينات الضعيفة الصلابة والتماسك, وقد مهد ذلك لعمليات التعرية الأخرى،كالمياه الجارية والرياح والتجوية,كما ساعد على حدوث عمليات السقوط والانزلاق والزحف وخاصة على السفوح والمنحدرات,وتنتشر تلك الظواهر في بعض أجزاء منخفض الجغبوب,وخاصة الشرقية والجنوبية الشرقية,ويمكن ملاحظة العديد من المجاري المائية الباطنية عند بعض الحافات التي تعرضت إلى التراجع خاصة قرب البحيرات,ومن الجدير بالذكر أن عمل المياه الجوفية كان في العصور المطيرة على نطاق واسع وبشكل فعال لا يمكن مقارنته بالوقت الحاضر لغزارة المياه الباطنية في ذلك الوقت.[8]

3-التعرية الريحية:

تعد الرياح من العوامل التي أسهمت في وجود العديد من الأشكال الأرضية في المنخفض,ويعتمد ذلك على سرعة الرياح واتجاهها,والرياح السائدة بشكل عام في المنخفض هي الرياح الشمالية الغربية

والغربية,وقد سجلت أعلى سرعة للرياح هي 35عقدة /ساعة,وعلى العموم متوسط سرعة الرياح مابين 6.5 و4م/ثا, جدول (3-8).[9]

جدول (3-8) معدلات سرعة الرياح في منخفض الجغبوب للفترة مابين 1978و2006 (م/ ثا)

الشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
السرعة	4	5	6,1	5,6	6,5	5,7	6,2	5,2	4,9	4,4	4	4,2

المصدر: محطة الأرصاد الجوية في الجغبوب-بيانات غير منشورة

وتظهر آثارها واضحة في المنخفض، اذ عملت على تطور بعض المظاهر بشكل واضح وخاصة الموائد الصخرية والأبراج من الميسات,والتي تتكون من طبقات صخرية متباينة الصلابة وتظهر آثار التعرية واضحة في الجهات الشمالية من تلك المظاهر,فقد عملت التعرية الريحية على تراجع الطبقات السفلى الأقل مقاومة،وبقيت الطبقات العليا على شكل مظلة في بعض الموائد والميسات ,والتي لا تزال موجودة,والبعض الأخر أدت سرعة تراجع تلك الطبقات السفلى وطول وثقل الطبقات العليا إلى انهيارها،والتي لا ترتكز على شيء يحملها،فتحولت إلى كتل صخرية تنتشر أسفل الظاهرة.

ومن الجدير بالملاحظة أن تركز التعرية الريحية في الأجزاء السفلى لا يعود إلى ضعف تلك الطبقات فقط بل بسبب قوة الرياح وما تحمله من مفتتات وحصى ورمل وكتل صخرية تقوم بدحرجتها فتصتدم بتلك الأجزاء وبشكل مستمر،وإضعاف ما تتعرض له الأجزاء العليا, لذا يكون عملها متميزا في تلك الأجزاء.

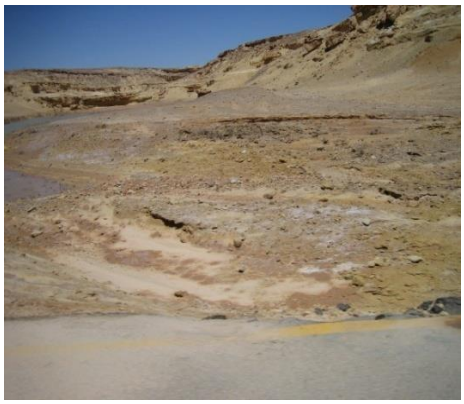
كما نتج عن التعرية الريحية أيضا تكون الأسطح المصقولة خاصة في مناطق الصخور الجيرية الممتدة على مساحة واسعة,اذ أدت الرياح الشديدة إلى تحريك مفتتات الصخور والحصى وكتل الصخر الصغيرة فعملت على تعرية الطبقات الهشة العليا من الصخور وتركت الصلبة فأصبحت على شكل أسطح ملساء خالية من الأتربة والمفتتات, وهذا ما يو جد في بعض أرجاء المنخفض وخاصة الجنوبية منها .

ومن الظواهر الأخرى المرتبطة بعمل الرياح ما يسمى صحراء السرير أو الحماد،اذ تقوم الرياح بنقل الرمال والأتربة الناعمة وترك الكتل الخشنة فتظهر الأرض منبسطة الشكل يغطيها الحصى والجلاميد وبأشكال والوان مختلفة، اسود واحمر ورصاصي وبني وابيض،ومعظمها من صخور الصوان التي تعرضت إلى عمليات التعرية والصقل من جميع الجهات فتحولت إلى ملساء, يوجد

هذا المظهر في الجهة الجنوبية من المنخفض تحت الحافة الجنوبية,الشكلان (5-8أ-ب)صور بعض مظاهر التعرية في الجغبوب.

كما يرتبط بعمل الرياح الكثبان الرملية في المنخفض التي تنتشر بأشكال مختلفة 0





ثالثا- العمليات التي تحدث على السفوح والمنحدرات

تتعرض السفوح والمنحدرات إلى عمليات مختلفة حسب شدة الانحدار ونوع التكوينات وصلابتها والمناخ السائد والقوى المؤثرة فيها,ومن تلك العمليات السائدة في الجغبوب ما يأتي:

1-عمليات السقوط:

تتعرض السفوح الشديدة الانحدار والتي تزيد درجة انحدارها على 70ْو تتكون من صخور غير متماسكة,اذ تتحرك بعض الكتل المنفصلة من أعلى السفوح إلى أسفلها,وتكون تلك الحركة أما حرة دون أن تمس السفوح التي تحتها كما هو في الانحدارات الجرفية التي تكون قائمة الزاوية، أو تتحرك بشكل متدحرج فوق السفوح إلى أسفلها كما في السفوح التي يقل انحدارها عن90ْ, وفي منخفض الجغبوب يحدث النوعان,وتحدث عمليات السقوط في جوانب الميسات والحافات الصخرية،والتي تتعرض إلى عمليات التعرية والتجوية فتعمل على تفكك الكتل الصخرية فتتحرك نحو الأسفل وتتجمع في بعض المناطق على شكل تلال صغيرة أسفل المنحدر فتسمى السكري أوالتالوس,والبعض الأخر تكون عبارة عن كتل صخرية متناثرة أسفل السفوح,وتظهر هذه العملية على نطاق واسع في الجهات الغربية والشمالية والجنوبية من المنخفض.

2-الانزلاق:

تحدث هذه الظاهرة في السفوح التي يقل انحدارها عن°70,وتنشط في التكوينات التي تتكون من طبقات صخرية مائلة باتجاه الانحدار,وذات تراكيب مختلفة,اذ تتحرك كتل صخرية كبيرة من أعلى السفوح إلى أسفلها,وفي بعض الأحيان لاتصل إلى الأسفل بل تستقر وسط السفح ,وتنتشر هذه الظاهرة في أماكن عدة من منخفض الجغبوب وخاصة السفوح الشمالية والغربية منه,الشكلان (6-8أ-ب) بعض مظاهر سقوط وانزلاق الكتل الصخرية في منخفض الجغبوب.[10]





رابعا- الوضع الجيولوجي:

أظهرت عوامل التعرية التي تعرض لها المنخفض منذ الأزمنة الجيولوجية القديمة العديد من المكاشف الصخرية التي توضح طبيعة الصخور التي يتكون منها المنخفض,كما هو الحال بالنسبة للحافات،وخاصة الجنوبية التي تعد أعلى حافة في المنخفض والتي تعرضت إلى عمليات تعرية أظهرت كل أنواع الصخور في هذا المكان وعلى ارتفاع يصل إلى حوالي 100م,وكذلك الميسات المنتشرة في المنطقة تعد من المكاشف الصخرية الجيدة,وعلى العموم تنتشر في المنخفض الصخور الرسوبية بأنواعها المختلفة,وقد أجرى مركز البحوث الصناعية دراسة لجيولوجية المنخفض وتم تصنيف الصخور إلى تكوينين هما:

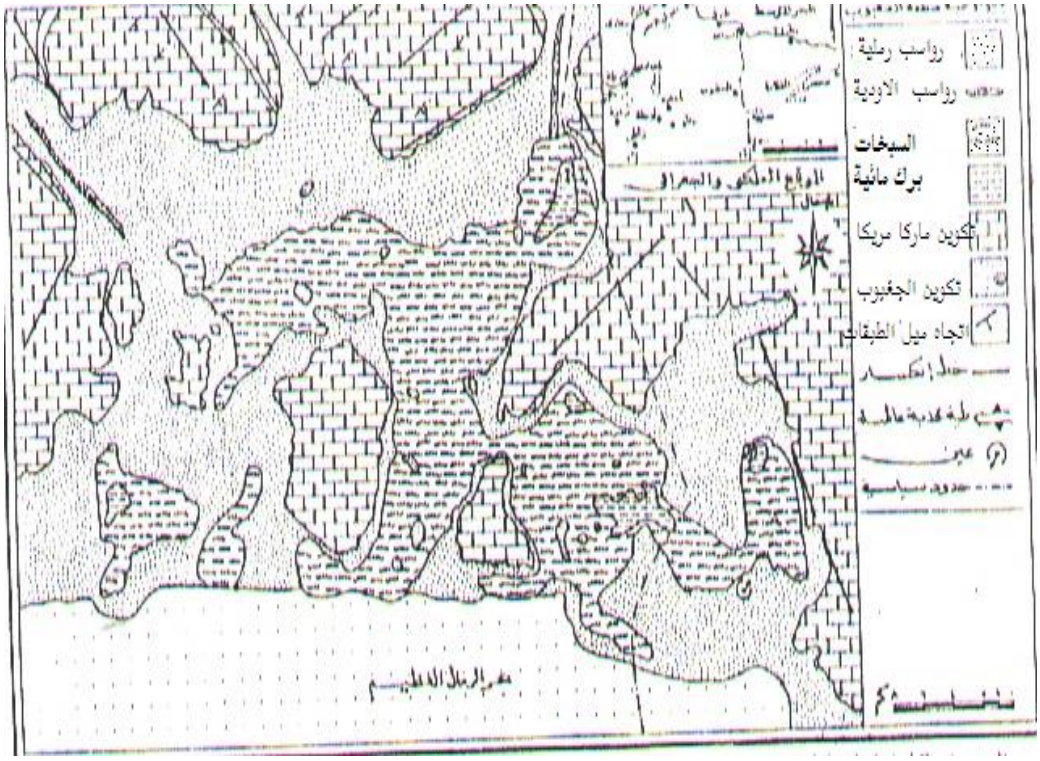
1- تكوين الجغبوب:

يعود هذا التكوين إلى الميوسين الأوسط والمتأخر,ويضم تكوينات الميسات والتلال المنتشرة في المنخفض,ويكون لونها بين الأبيض والمائل إلى الاصفرار,ويتكون من طبقات متعاقبة مختلفة السمك تتراوح مابين بضع سنتمترات إلى عدة أمتار,وتضم الصخور الجيرية الطباشيرية والجيرية العضوية والجيرية الدلومايتية,مع الصخور الطينية مثل المارل والرمل،شكل(7-8)مكشف صخري يبين بعض انواع الصخور في منخفض الجغبوب.



2- تكوين مارمريكا:

يظهر هذا التكوين بشكل واضح شمال المنخفض في الجزء العلوي من حافاته,ويتألف من صخور جيرية طباشيرية بيضاء اللون,وصخور المارل والرمل.[11] شكل (8-8) خريطة جيولوجية لمنخفض الجغبوب.



المصدر: الإدارة العامة للبحوث الجيولوجية والتعدين الليبية عام1984

ومن التكوينات المنتشرة في منطقة الجغبوب تصلب نخيل وتحولها الى كتل صخرية ولكن حافظت على طبيعة مكونات جذع النخلة والتي تكون على شكل خلايا طولية الشكل ونحيفة،شكل(9-8)نموذج من النخيل المتحولة الى صخور.



خامسا-التراكيب الأولية والثانوية في الصخور:

تضم صخور المنخفض تراكيب أولية تعود إلى طبيعة تكوينها وتراكيب ثانوية مكتسبة تعود إلى تأثيرات بيئية خارجية وباطنية من مناخ وحركات تكتو نية والتوائية,وفيما يأتي استعراض لتلك التراكيب في منطقة الدراسة:

1-التراكيب الأولية:

توجد في منخفض الجغبوب التراكيب الأولية بأنواعها ومنها ما يأتي:

أ- التطبيق المتقطع:

يوجد هذا النوع من التراكيب في الطبقات الصخرية التي تتخذ وضعا مائلا في امتدادها او على شكل كتل صغيرة غير متماسكة رغم أن مظهرها العام يبدو طبقة واحدة,لذا يسمى هذا النوع في بعض الأحيان التطبيق الكاذب,ويحدث هذا النوع من التراكيب في المناطق التي تعرضت إلى فترات ترسيب متقطعة,ويكون التطبيق متشابها في بعض الأحيان من حيث نوع الرواسب وحجمها,مما يجعل الفواصل بين تلك الطبقات غير واضحة ,في حين تكون الرواسب مختلفة في أماكن أخرى فتظهر الفواصل بين الطبقات واضحة,ويوجد هذا النوع من التراكيب في عدة مواقع من المنخفض وخاصة الجنوبية والجنوبية الشرقية.

ب- عدم التوافق:

تتخذ الطبقات الصخرية في اغلب الأحيان وضعا غير متوافقا في امتدادها, اذ يكون بعضها ممتدا بصورة أفقية وأخرى بصورة مائلة,والبعض الآخر بشكل غير منتظم على شكل كتل صخرية في أوضاع متباينة,كما توجد تداخلات في بعض الطبقات,أي توجد كتل صخرية صغيرة من صخور معينة في طبقات او كتل صخرية كبيرة من نوع آخر,وتختلف تلك الكتل الصغيرة عن الكبيرة من حيث تركيبها الكيميائي.

وتنتشر تلك الظواهر في أرجاء منخفض الجغبوب,وتسهم تلك التراكيب في تنشيط عمليات التعرية والتجوية.

2-التراكيب الثانوية:

تتضمن صخور منخفض الجغبوب العديد من التراكيب الثانوية منها ما يأتي:

أ-الفواصل أو أسطح الانفصال،والتي تفصل بين الطبقات الصخرية,وبما أن المنخفض يتكون من عدة طبقات صخرية متباينة التركيب والسمك،لذا تظهر أسطح الانفصال واضحة بين تلك الطبقات وخاصة عند مكاشف الطبقات المتمثلة بالحافات الصخرية وسفوح الميسات,وقد كان لتلك الظاهرة الدور الفاعل في تنشيط العمليات الخارجية، والتي تمخض عنها تكون الأشكال الأرضية المتنوعة .

ب- الثنيات أو الطيات:

توجد الثنيات في الطبقات الصخرية الحديثة التكوين التي تعرضت إلى حركات أرضية أدت إلى التوائها فظهرت على شكل تحدبات وتقعرات واضحة,وتكون تلك الثنيات على أنواع عدة حسب طبيعة امتداد الطبقات الصخرية والعمليات التي أثرت فيها,وتوجد تلك التراكيب في جهات عدة من المنخفض وخاصة الشرقية والشمالية الشرقية منها,إذ تظهر عند الحافات المحيطة بالمنخفض.

وتشير الدراسات الجيولوجية إلى وجود طية كبيرة يمثل محورها قاع المنخفض في الجزء الجنوبي الشرقي منه.

ت- الفوالق:

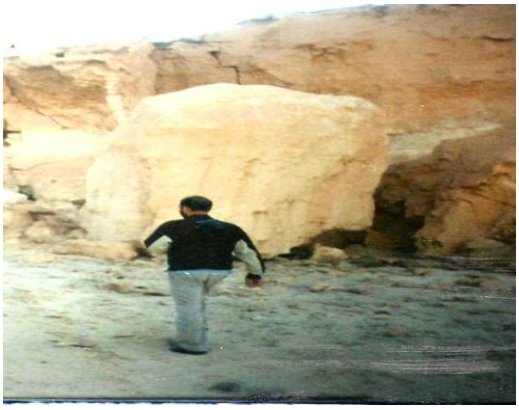
تظهر الفوالق في المناطق التي تتعرض إلى حركات أرضية مختلفة فتعمل على حدوث انكسار في الطبقات الصخرية قد يكون لمسافة طويلة أوقصيرة،ويترتب على ذلك تحرك إحدى الكتل المنكسرة عن الأخرى فيتكون فراغ بينهما وفي الغالب لا يكون ظاهرا في الطبقات السطحية,وقد تمر عبره المياه،وبمرور الزمن يمتلأ بكتل صخرية صغيرة ومفتتات مختلفة غير متجانسة سريعة التعرية والتجوية,وقد تهبط في بعض الأحيان الطبقة العليا فتملأ معظم قاع تلك الفوالق, ومن خلال الوضع العام لمنخفض الجغبوب يبدو انه يتضمن بعض الفوالق وخاصة في الجهة الشرقية منه،اذ تظهر مجاري العيون على مسافة طويلة في المنخفض يصل طول الظاهر منها أكثر من 30م, وتتبع تلك المجاري امتدادت الفوالق في المنطقة.

ث- الكسور:

تتعرض الطبقات الصخرية إلى الانكسار تحت تأثير عوامل خارجية وداخلية,فتتحرك بعض الكتل الصخرية المنكسرة أفقيا أو رأسيا عن الكتلة التي انفصلت عنها ولمسافات متقاربة أو متباعدة,وقد تحدث في بعض الأحيان كسور على نطاق واسع في الكتلة الصخرية تعمل على

تجزئتها إلى كتل صغيرة غير متماسكة تضعف من صلابة تلك الصخور,على أية حال تسود الانكسارات على نطاق واسع في صخور منخفض الجغبوب والتي كان لها الأثر الكبير في تركز العمليات المختلفة في الصخور، فعملت على تفكيكها،شكل (10-8) صور لبعض مظاهر الكسور في منخفض الجغبوب.[12]






المبحث الثالث-المظاهر السطح في منخفض الجغبوب

أولا- التلال

تعد التلال من المظاهر المنتشرة في المنخفض وهي على ارتفاعات منخفضة لا تزيد عن 50م وتكون هرمية الشكل وذات قمم مستديرة وسفوح شديدة الانحدار وتميل إلى الانتظام, وتكون منفردة أو على شكل مجموعات متقاربة أو سلسلة متصلة,وان ما يميزها عن الميسات إن قممها ذات مساحة صغيرة مقارنة بقاعدتها التي تكون واسعة,وتعد التلال المنفردة من الأشكال المتبقية في المناطق التي تعرضت إلى عمليات التعرية،اذ تمثل تكوينات أكثر صلابة

من التي تحيط بها فتقاوم عمليات التعرية, وتظهر تلك التلال في شمال المنخفض على ارتفاع لا يزيد عن 15م,كما توجد في الجهات الأخرى على ارتفاعات متباينة,شكل (11-8) تلال وميسات صغيرة.





ثانيا-الميسات :

الميسات عبارة عن مرتفعات مستوية السطح وذات سفوح شديدة الانحدار ويكون سطحها واسعا,وتعد من بقايا هضبة واسعة تعرضت إلى عمليات التعرية المائية التي جعلتها هضاب ذات مساحات صغيرة تسمى الميسات,وتعد تلك الظاهرة من أكثر الظواهر انتشارا في المنخفض في كل جهاته,وبأشكال مختلفة مربعة ومستطيلة ومغزلية ودائرية, ومنفردة ومزدوجة,ومرتفعة ومنخفضة ,وفي كل الأحوال لا يزيد ارتفاعها عن 30م, شكل (12-8) أنواع من الميسات في الجغبوب.







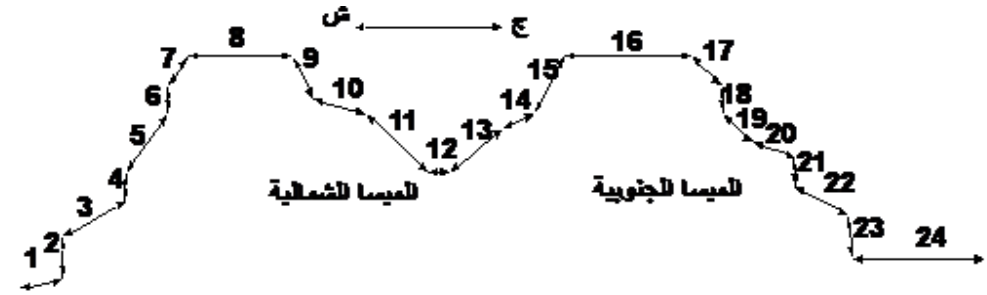
وقد تم أجراء قياسات لبعض الميسات في شمال وجنوب وغرب المنخفض وكانت كآلاتي:

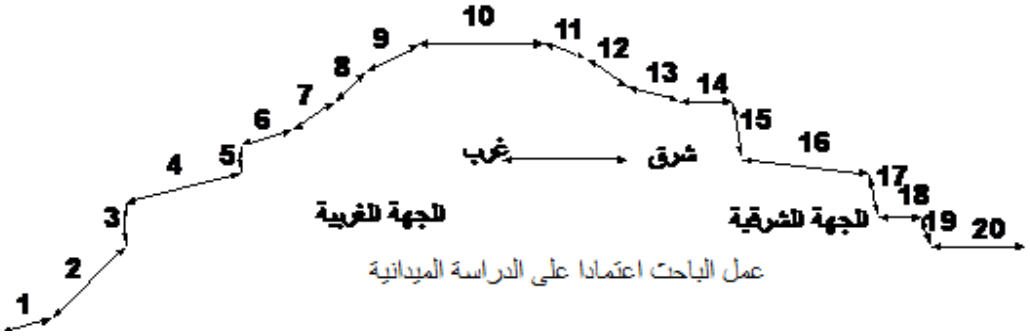
1- ميسا جنوب المنخفض:

يوجد في جنوب المنخفض عدد كبير من الميسات بأنواعها،وقد تم اختيار إحدى الميسات المزدوجة والممتدة باتجاه شمال جنوب لقياس عناصرها المختلفة,والمتمثلة بما يأتي:

أ- قياس عناصر الانحدار من جميع الجهات ورسم مقاطع عرضية:

ان عملية قياس عناصر الانحدار تساعد على معرفة نوع السفح في جهة القياس,منتظم أم غير منتظم, محدب,مقعر,جرفي الشكل ام مدرج,فإذا كان منتظما فان عملية قياس المنحدر تتم بسهولة،اذ يقاس طول المنحدر وزاوية الانحدار ومن هذا كله يمكن التعرف على عناصر أخرى,أما إذا كان غير منتظم يتم تحديد نقاط التغير على طول المنحدر وتقاس المسافة بين نقطة وأخرى,كما تقاس زاوية الانحدار بين تلك النقطتين,ففي الميستين المزدوجتين التي تمت دراستهما كانت السفوح غير منتظمة لذا تم تحديد نقاط التغير في كل جهة وعلى امتداد الميستين,فظهر المخطط العام لمقطع القياس باتجاه شمال جنوب،كما في الشكل (8-13),وكانت المسافات وزوايا الانحدار بين نقطة وأخرى كما في الجدول (4-8)





عمل الباحث اعتمادا على الدراسة الميدانية

جدول (4-8)يبين طول مقاطع التغير وزاوية الانحدار.

المقطع الأول شمال جنوب،الجهة الشمالية من الميسا الشمالية.

رقم مقطع التغير	المسافة / م	زاوية الانحدار
1	21	36˚
2	4.40	90˚
3	10	42˚
4	2.20	90˚
5	8.50	60˚
6	1	90˚
7	3	80˚

8 طول سطح الميسا من الشمال إلى الجنوب18.5م,وشرق غرب15 م.

9	3	60˚ الجهة الجنوبية من الميسا الشمالية
10	4	6˚
11	11.5	28˚

12	2	0
13	8.5	30˚ الجهة الشمالية من الميسا الجنوبية
14	3.5	2˚
15	5	48˚
16 طول سطح الميسا شمال جنوب25م وشرق غرب 12.5م		
17	5.9	64˚
18	1.1	90˚
19	6.3	36˚
20	6.7	4˚
21	2.4	90˚
22	10	2˚
23	2.8	90˚
24	5.1	4˚
25	16	0

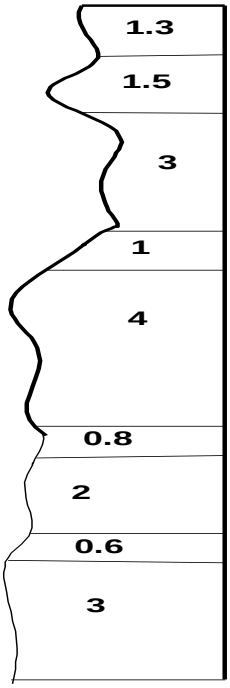
المقطع باتجاه غرب شرق وتبدأ من أسفل الجهة الغربية كما في الشكل (8-13)

1	4.6	38˚
2	17	4˚
3	4	90˚
4	11.2	4˚
5	4.2	6˚
6	1.8	90˚
7	6.4	2˚
8	4.2	6˚
9	3.9	40˚

10	8.7	42˚
11	15	4˚
12	5	0 الجهة الشرقية من الأعلى
13	5.5	42˚
14	8.4	10˚
15	5.5	75˚
16	20	10˚
17	3	70˚
18	4	30˚
19	1	60˚
20	30	44˚

ب-طبيعة بنية وتركيب الطبقات الصخرية

تعد المقاطع الطولية للتكوينات الصخرية التي تتكون منها الظاهرة من المعلومات المهمة في الدراسات الجيومورفومترية,وقد اتضح من الدراسة الميدانية أن الميسا تتكون من تسع طبقات متباينة السمك والتركيب وتتراوح ما بين 0.60سم و 4 م, شكل (14-8)مخطط يوضح سمك الطبقات الصخرية المكونة للميسا بالمتر.



عمل الباحث اعتماد على القياسات الميدانية بتاريخ 2006/1/14

وتتباين تلك الطبقات في نوعها,اذ تضم صخورا رسوبية مختلفة ،ويتم التعرف على نوعها حسب قدرة الباحث على تمييز وتشخيص بعض انواع الصخور اعتمادا على بعض الخصائص العامة من اللون والنسجة والتبلور,في حالة عدم توفر إمكانات للتحليل،فكانت خصائصها كما يلي:

1-طبقة سمكها 1.30م صخور رسوبية ترتفع فيها نسبة الكالسيت والمعادن الحديدية التي تعرضت إلى الأكسدة فتحول لون تلك الطبقة إلى الأحمر القاتم أو الأسود,وتقع في أعلى التكوين.

2-طبقة سمكها 1.50م صخور جيرية يميل لونها إلى البياض.

3-طبقة سمكها 3م وقد تكون طباشيرية لأنها بيضاء اللون وضعيفة المقاومة لعمليات التعرية والتجوية ,اذ تضم شقوقا وكسورا،ومتراجعة عن التي تحتها وخاصة من الجهة الشمالية المعرضة للرياح والرطوبة أكثر من الجهات الأخرى.

4-طبقة سمكها 1م من صخور المارل,والتي تعد صخورا قليلة الصلابة وتستجيب لعمليات التعرية والتجوية وتتحول المواد المجواة إلى طبقة من التربة والمفتتات تحمي التي تحتها من تلك العمليات أو تحد منها.

5-طبقة سمكها 4م وتتكون من صخور رسوبية من نوع الكوكوينا التي تحتوي على متحجرات من الأحياء المائية التي لم تتوفر لها الظروف المناسبة لتتحول إلى صخور دقيقة التبلور,وتعد من الصخور الضعيفة التماسك لذا تراجعت على نطاق واسع ,وقد أسهمت الشقوق التي تتضمنها تلك الصخور في أضعافها.

6-طبقة سمكها 0.80سم وتتكون من المارل.

7-طبقة سمكها 2م وتتكون من صخور رسوبية تشبه الدلومايت صلبة.

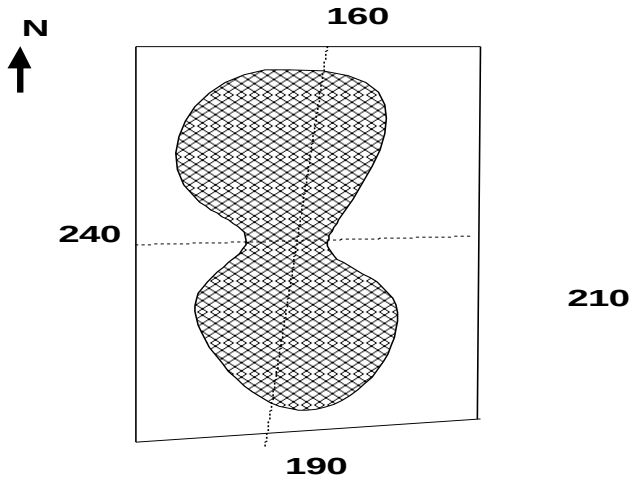
8-طبقة سمكها 0.60سم تتكون من الطفل

9-طبقة سمكها حوالي 3م من المارل والتي تمثل الطبقة السفلى في التكوين وتغطي الجزء السفلي منها طبقة سميكة من المفتتات والتي حولت الجزء السفلي من الميسا إلى منحدر معتدل.

وقد اتضح من الدراسة الحقلية وعمليات القياس إن السفوح الشمالية والغربية أكثر تغيرا من الجنوبية والشرقية لأنها من جهة هبوب الرياح والتي تعمل أيضا على دفع الأمطار عند سقوطها نحو تلك الجهات فينشط العمل الجيومورفولوجي فيها من تعرية وتجوية أكثر من الجهات الأخرى.

ت- قياس حدود امتداد الظاهرة من جميع الجهات:

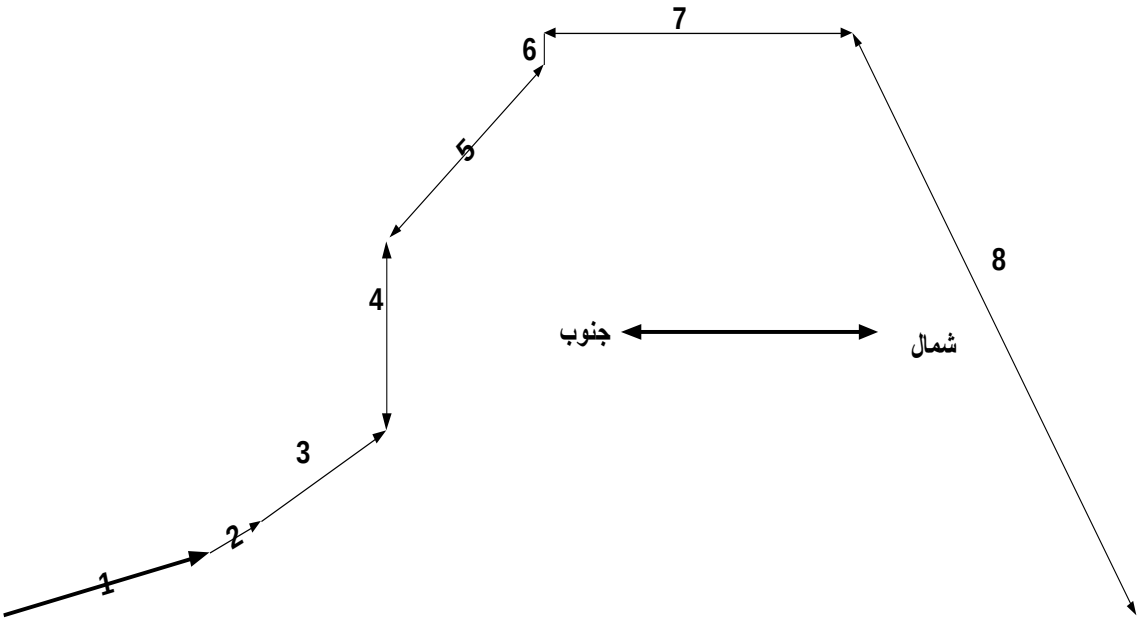
تحتاج عمليات الرفع المساحي تحديد امتداد الاشكال الارضية من جميع الجهات،والتي تمثل بداية القياس من الاسفل ونهايته من الاعلى،عند عمل خطوط كنتورية للظاهرة,اوتحديد نقاط بداية قياس المقاطع السابقة بالنسبة للقياسات الجانبية,وقد كانت تلك القياسات هي 160م من الشمال, 190م من الجنوب,210م من الشرق,240م من الغرب, شكل (15-8) يبين الحدود الخارجية للظاهرة،والتي يبدأ منها القياس,ويمكن من خلال القياسات السابقة واستخدام احد طرق عمل الخطوط الكنتورية تمثيل الميسات بواسطة تلك الخطوط,والتي من خلالها يمكن التعرف على الأماكن الشديدة أوالبطيئة أوالمعتدلة الانحدار.



عمل لباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية

2- ميسا غرب المنخفض:

ان ما يتميز به منخفض الجغبوب هو تنوع الأشكال الأرضية,وتنوع الظاهرة الواحدة أيضا,ومنها الميسات لذا تم اختيار نوع أخر من الميسات ذات خصائص تختلف عن النوع السابق,وتقع في الجهة الغربية منه,اذ تختلف في شكلها واتجاهها عن السابقة,أنها تمتد باتجاه غرب شرق بشكل مستطيل،طولها 24م,وهي مغزلية الشكل,اي ضيقة عند الأطراف وواسعة في الوسط,اذ كان وسطها 7م وطرفها الغربي4 م والشرقي 3م, وكانت سفوحها الجنوبية غير منتظمة،لذا تم تحديد نقاط التغير على طوله من الأعلى إلى الأسفل,فظهرت ستة مقاطع تم قياس أطوالها وزوايا انحدارها,أما الجهة الشمالية فكانت منتظمة الانحدار شكل (16-8)مقطع عرضي للميسا شمال جنوب,وكانت نتائج القياس كما في الجدول (8-5)



جدول (5-8) خصائص الميسا في الشكل (8- 16)

رقم مقطع التغير	المسافة / م	زاوية الانحدار
-1	8	24˚
-2	3	38˚
-3	11.5	30˚
-4	5	90˚
-5	10	48˚
-6	1	90˚
-7	7	0 (سطح الميسا)
-8	38	75˚ الجهة الشمالية من الميسا

ويتضح من الدراسة الحقلية لتلك الميسا إن الجهة الجنوبية منها تضم تراكيبا صخرية من شقوق وكسور ساعدت على تركز العمليات في تلك الجهة أكثر من الشمالية التي تميزت بشدة انحدارها وقلة التراكيب فيها,لذا بقيت تلك الجهة منتظمة الانحدار,بينما الجهة الجنوبية غير منتظمة وتتضمن حافات جرفيه الشكل كما موضح في المقطع أعلاه.

وينتشر في الجهة الغربية من المنخفض العديد من الميسات متباينة في أشكالها وأحجامها وطبيعة انتشارها,فبعضها متناثر والبعض الآخر متجمع,ويمكن ملاحظة ذلك على يمين الطريق الواصل إلى بحيرة الفريدغة جنوب غرب المنخفض.[13]

ثالثا- البيوتات و الأبراج:

تتكون تلك الأشكال نتيجة لتعرض بعض الميسات إلى عمليات تعرية بشكل مستمر فتقل مساحتها بالنسبة إلى ارتفاعها فتظهر طولية الشكل وذات جوانب شديدة الانحدار وذات سطح مستوي مربع او مستطيل الشكل سميت البيوتات,وفي بعض الأحيان تكون عالية ونحيفة فتسمى الأبراج لأنها تشبه أبراج المراقبة,وتوجد تلك الظواهر في المنخفض في جنوبه وغربه ووسطه,شكل (8-15) صور توضح أنواع من البيوتات والأبراج,وقد تم قياس أبعاد الشكلين فكان ارتفاع البيوتات 2,6م وطولها 3,2م وعرضها 2,1م,ويبدو أن الشكل كان اكبر من ذلك إلا إن جزءا كبيرا منه تعرض إلى عمليات التعرية فانهار، كما موضح في الشكل(8-17).





أما الشكل البرجي فكما موضح في الصورة فهو ذا قاعدة واسعة مستطيلة الشكل بلغ طولها 7,3م وعرضها 2,6م,أما ارتفاع الشكل فكان من فوق القاعدة 3,8م,ومن أسفل القاعدة فيصل إلى أكثر من 8م,ومن الجدير بالذكر إن عمليات التعرية والتجوية مستمرة في هذا الشكل، وربما ينهار الجزء العلوي منه خلال فترة قصيرة لا تتجاوز بضع سنوات,وذلك لتنوع تكويناته من الصخور ووجود تراكيب ثانوية ضمن الطبقات المكونة له ونشاط عمليات التجوية.

رابعا- الموائد الصخرية:

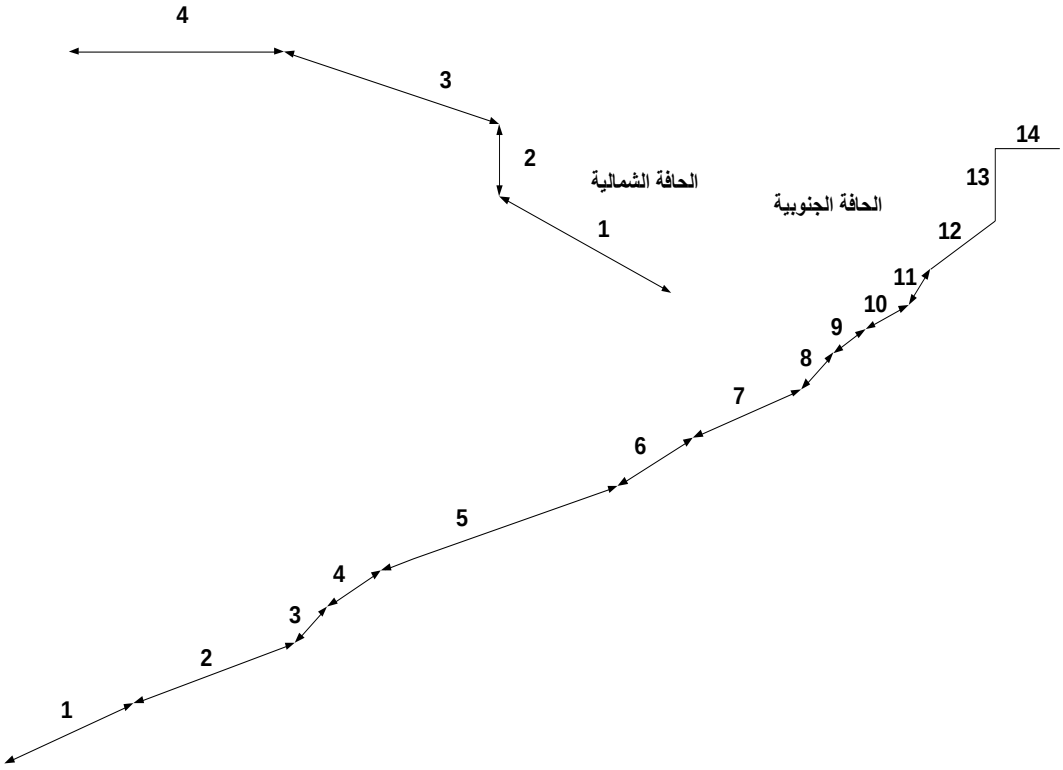
تعد الموائد الصخرية من الظواهر التي تنتشر في المنخفض,والناتجة عن تعرض بعض الميسات الصغيرة التي تتكون من طبقات صخرية متباينة الصلابة إلى عمليات التعرية والتجوية التي تتركز في الطبقات السفلى منها,وخاصة التعرية الريحية,التي تؤدي إلى تآكل تلك الطبقة وتراجعها فتبقى التي فوقها ممتدة بشكل حر,أي يكون السطح واسعا والأسفل ضيقا في وضع يشبه المائدة,وبأشكال مختلفة بعضها يميل إلى الاستدارة والبعض الآخر يميل إلى الاستطالة,وقد جرى قياس إحدى الموائد التي تقع شمال غرب المنخفض,شكل (18-8) صور تبين أنواع من الموائد في المنخفض،وقد كان سطح المائدة الأولى 4 x5م وارتفاعها 4م وسعة قاعدتها السفلى 1,5م,كما توجد الموائد في جنوب المنخفض في وضع آخر غير المألوف،اذ عملت التعرية على قطع الجزء العلوي من المائدة فبقي الجزء السفلي منها على شكل كتلة دائرية يصل ارتفاعها إلى حوالي متر,وكذلك يوجد نوع آخر عبارة عن كتلة كبيرة مربعة الشكل طول ضلعها حوالي 2م.





خامسا- الحافات الصخرية:

تتضمن المرتفعات المحيطة بالمنخفض حافات صخرية شديدة الارتفاع ,وتمت ملاحظة ذلك في الجهة الجنوبية والشمالية الغربية والغربية,وقد بلغت المسافة وزاوية الانحدار في الحافة الشمالية الغربية من الأعلى إلى الأسفل المسافة(مقطع3) 6م والانحدار 28˚,أما مقطع 2 فكانت المسافة 3,5م وزاوية الانحدار90˚,وكان طول الأخير 27م وزاوية الانحدار36˚,شكل (19-8) مقاطع طولية توضح طبيعة الحافات في جنوب وشمال المنخفض .



وقد كانت الحافة الجنوبية أكثر ارتفاعا من الشمالية, وكان ارتفاع المقطع العلوي 5.5م وزاوية الانحدار90ْ,والى الأسفل من تلك الحافة يمتد سفح غير منتظم الانحدار ويتضمن حوالي 12 نقطة تغير،كما موضح في الشكل السابق,أما الحافة الشمالية فأنها اقل ارتفاعا من الجنوبية، اذ بلغ ارتفاعها اقل من 2م ,وكان امتدادها محدودا مقارنة بالنوع السابق,وقد تم قياس عناصر تلك الحافات من حيث المسافة وزاوية الانحدار فكانت كما في الجدول (6-8).

جدول(8-6) قياس عناصر الحافة الجنوبية

المقطع الجنوبي:

رقم مقطع التغير	المسافة / م	زاوية الانحدار
-1	**50**	**14˚**
-2	70	8˚
-3	12.5	24˚

-4	18	10˚
-5	110	6˚
-6	34	38˚
-7	47	20˚
-8	29	30˚
-9	12.5	66˚
-10	7.5	26˚
-11	8.5	52˚
-12	25.5	24˚
-13	5.5	90˚
المقطع الشمالي :		
1	7	˚21
2	1,8	˚90
3	6	˚5

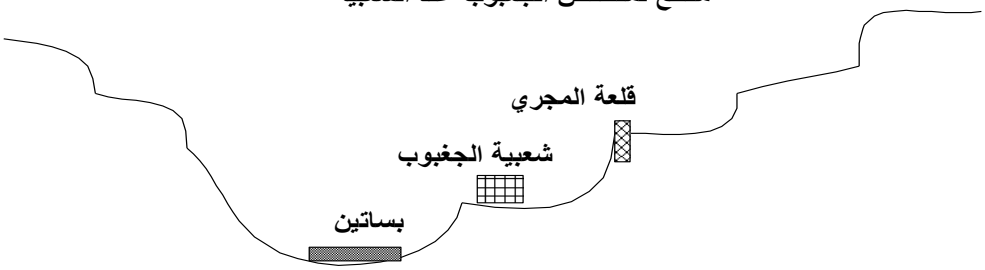
وتنتشر الحافات في أماكن عدة من المنخفض ومنها شرق المنخفض، كما في الشكل (8-20) صورة لحافة صخرية.



سادسا- الأحواض :

يضم منخفض الجغبوب عددا من الأحواض بعضها يظهر من خلال الشكل العام للمنخفض الذي يكون على شكل مستويات متدرجة من الأعلى إلى الأسفل وكأنها أحواض بمستويات مختلفة,وقد يصل هذا الاختلاف بين مستوى وآخر أكثر من 10م,ويقل عن ذلك في مواقع أخرى,أي يكون المنخفض على شكل مدرجات أو مصاطب من أعلى المنخفض إلى أسفله, شكل (8-21)مخطط لمقطع عرضي للمنخفض في جهته الشمالية الغربية.

مقطع لمنخفض الجغبوب عند الشعبية



كما تضمن المنخفض أحواضا واسعة المساحة تحيط بها هضاب صغيرة وميسات,وذات جوانب شديدة الانحدار,ويقع اكبر تلك الاحواض في الجهة الجنوبية من المنخفض ويصل عمقه حوالي أربعة أمتار، وتغطي أرضه السبخات ونبات القصب والحلفا لارتفاع مناسيب المياه الجوفية في قاعه، ويصل طوله حوالي4 كم وسعته أكثر من 1كم,شكل (8-22)جانب من حوض في المنخفض.



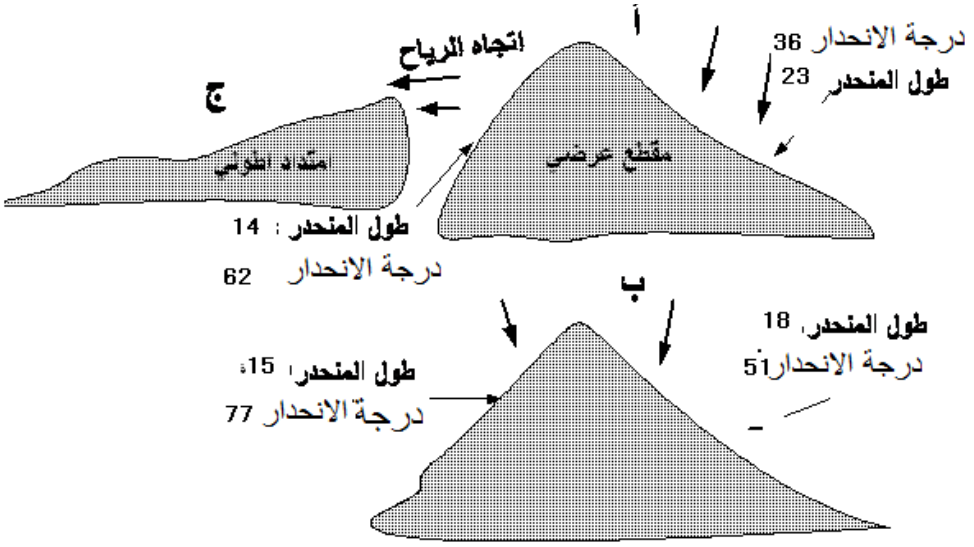
سابعا- الكثبان الرملية:

يقع المنخفض شمال بحر الرمال العظيم، لذا تعمل الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية على نقل كميات كبيرة من الرمال إلى المنخفض, تزداد شدتها مع شدة الرياح,وقد نتج عن ذلك ظهور أشكال مختلفة من الكثبان الرملية في جنوب غرب المنخفض,مثل الكثبان الهلالية والمستعرضة والسيفية والهرمية التي تحيط ببعض النباتات الطبيعية, والضلالية التي تجمعت عند سفوح بعض المنحدرات,وقد تم قياس أبعاد بعض أنواع الكثبان الرملية,ومنها الكثيب المستعرض الذي يوجد جنوب مساكن الجغبوب,والذي بلغ طوله حوالي 300م،يمتد باتجاه شمال غرب وجنوب شرق ويزداد ارتفاع الجهة الغربية منه عن الشرقية لتعرض الغربية إلى عمليات الترسيب أكثر من الشرقية لأنها تمثل بداية الكثيب الذي تترسب عنده حبيبات الرمل الخشنة،أما الناعمة فتستمر إلى نهاية الكثيب,في حين تمثل الجهة الشرقية نهاية الكثيب,وتراوحت ارتفاعاته مابين حوالي 5م في بدايته وحوالي 1م في نهايته,كما كانت الجهة الجنوبية الغربية اقل انحدارا من الشمالية الشرقية,إذ بلغت زاوية الانحدار ˚36 وطول السفح 23م,أما الجهة الشمالية الشرقية فكانت زاوية الانحدار ˚52 والمسافة الأفقية 14م,إذ تمثل السفوح الأولى جهة قدوم الرمال،لذا يظهر سطحها متموج بشكل خفيف، شكل (23-8) صور لكثبان رملية في منطقة الجغبوب .

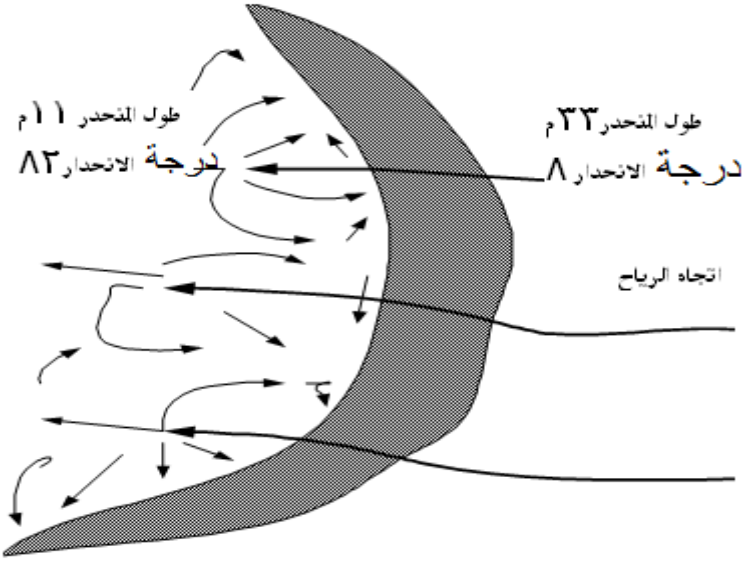





كما يوجد كثيب رملي مستعرض جنوب غرب المنخفض،والذي تم تمثيله بمخطط كما في الشكل(24-8),اذ بلغ طول منحدره الغربي 18م ودرجة الانحدار51ْ,اما الجهة الثانية الشرقية فطول المنحدر 15م ودرجة الانحدار77ْ.



ومن أشكال الكثبان الرملية كثيب هلالي يقع جنوب المنخفض والذي تم قياس أبعاده فكانت من جهة هبوب الرياح طول المنحدر33م ودرجة الانحدار 8˚ ،اما الجهة الأخرى فكان طول المنحدر 11م ودرجة الانحدار 82˚ ،شكل (25-8)مخطط للكثيب الهلالي.



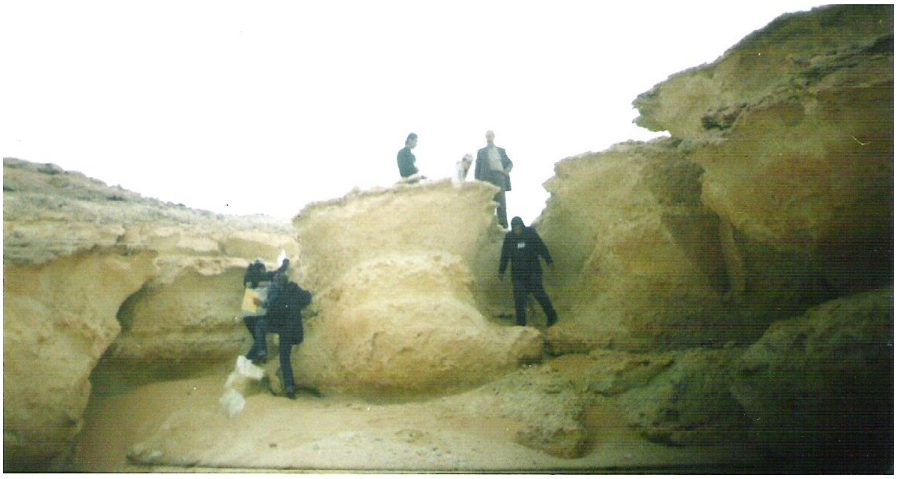
وينتشر في جنوب غرب المنخفض ظاهرة النيم, وهي عبارة عن حواجز رملية صغيرة لا يتجاوز ارتفاعها بضع سنتمترات تمتد بشكل متوازي ومتعامدة على اتجاه الرياح,شكل(8-26)ظاهرة النيم.



ثامنا- الكهوف:

تعد الكهوف من الظواهر المنتشرة في المنخفض ولكن على نطاق محدود,وتتركز في الجهة الجنوبية والجنوبية الشرقية وبالقرب من المساكن,وهي كهوف منخفضة الارتفاع وواسعة الامتداد وتوجد في الطبقة الصخرية السفلى المتكونة من المارل الذي يعد أحد أنواع الصخور الضعيفة الصلابة,حيث تضم شقوقا وفواصلا كثيرة ساعدت على تركز عمليات التعرية والتجوية فيها, في حين تمثل الصخور التي تقع فوقها صخور رسوبية أكثر صلابة واقل استجابة لعمليات التعرية والتجوية,وتتجه تلك الكهوف نحو الشمال والغرب حيث مصدر الرياح,وقد تم قياس أحد تلك الكهوف فكان ارتفاعه 75سم وعرضه 3.5م في المدخل,ويضيق في الداخل إلى 1.5م,وقد أدت عمليات التعرية والتجوية وضعف سقوفها إلى انهيار بعضها,كما يوجد في بعض الأماكن من المنخفض حفر كارستية،شكل (27-8)نماذج من كهوف في منخفض الجغبوب.





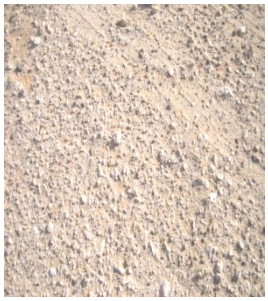
تاسعا- ارض السرير و الحماد:

السرير عبارة عن ارض منبسطة يغطيها الزلط أو الحصى (الصوان) بأحجام وألوان مختلفة حمراء وسوداء وبيضاء والتي تعرضت إلى عمليات التعرية والتذرية والصقل فتحولت إلى ملساء ناعمة الملمس,وقد عملت الرياح على نقل المفتتات الصغيرة والأتربة من تلك المناطق وبقيت التكوينات الخشنة,وتوجد ارض السرير في جنوب المنخفض قرب الحافة الجنوبية.

ويوجد بالقرب من ارض السرير بقايا لأحياء مائية مترسبة بكميات كبيرة وبشكل غير متماسك,وهي ظاهرة فريدة من نوعها.

وتوجد نماذج أخرى من ارض الحماد تكون عبارة عن ارض مستوية واسعة المساحة وتغطيها طبقة من الترب الناعمة والحصى الناعم.

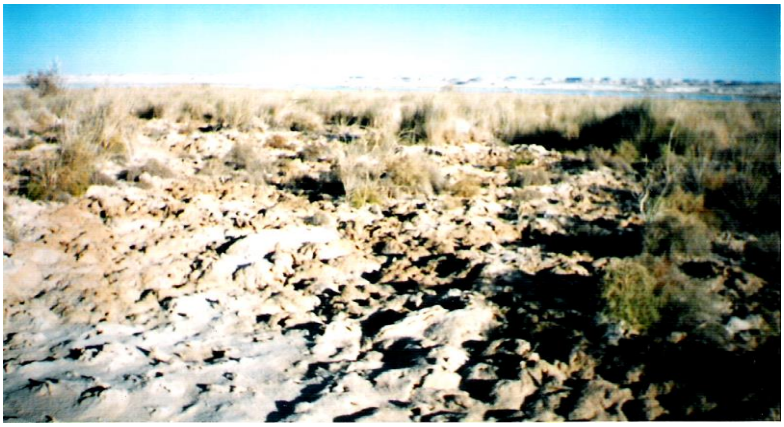
أما الحماد فهي ارض منبسطة واسعة تتكون من صخور صلبة عملت التعرية على إزالة ما فوقها من أتربة ومفتتات صغيرة,وينتشر هذا النوع على نطاق محدود جدا وخاصة شمال المنخفض,شكل (28-8)نماذج من ارض السرير والحماد في منخفض الجغبوب.


عاشرا- السبخات :

وهي عبارة عن تكوينات ملحية ناتجة عن ارتفاع مناسيب المياه الجوفية التي تعمل على إذابة الأملاح الموجودة في باطن الأرض ورفعها إلى السطح ,أو نتيجة لجفاف مياه البحيرات أو انحسارها عن بعض المناطق فتجف المياه وتترك الأملاح,وتظهر بشكل يشبه الأرض المحروثة تميل إلى اللون الأسمر الغامق أو الأصفر أو الأبيض,وتتكون أملاح السبخات من كلوريدات المغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكبريتات الكالسيوم,وقد تكون الطبقة العليا أكثر صلابة من التي تحتها وذلك لتعرض الطبقة العليا إلى الجفاف بسبب تبخر ما فيها من مياه نتيجة لحركة الرياح والحرارة,أو لانخفاض منسوب المياه, وتكون قشرية الشكل في الغالب ويوجد فراغ بين القشرة الخارجية والطبقة التي تحتها,وقد تكون القشرة الخارجية صلبة ويمكن المشي فوقها,أو تكون ضعيفة وتنخسف تحت القدم, وهذا النوع ينتشر في وسط المنخفض وفي الجهة الشرقية والغربية منه قرب البحيرات,ويوجد نوع أخر يختلف عن السابق,وتظهر الأرض مستوية تغطيها طبقة ملحية تميل إلى الاصفرار أو البياض,ويظهر هذا النوع في الجهة الشمالية من المنخفض وعلى مساحة واسعة,وتكون طبقاتها العليا هشة,شكل (29-8) صور لجزء من السبخات في شمال شرق المنخفض.





إحدى عشر - المسيلات المائية والأودية الصغيرة:

يتضمن المنخفض مسيلات مائية عند بعض المنحدرات وخاصة شمال المنخفض,والتي تنقل المياه إلى أسفل المنحدر,اذ تصب في أودية صغيرة(قصيرة وضيقة)والتي تنقل المياه إلى مناطق منبسطة،وتنحدر نحو وسط المنخفض,ونظرا لقلة التساقط فوق المنخفض، لذا تكون العمليات الجيومورفولوجية المائية من تعرية وإرساب محدودة في تلك الأودية ,شكل(30-8) صور مسيلات مائية وأودية صغيرة في المنخفض.



اثنا عشر - البحيرات:

يوجد في منخفض الجغبوب عدد من البحيرات تتوزع في أطرافه ووسطه,وهي متباينة في مساحتها وعمقها,ويبدو من الآثار والمعالم المحيطة بتلك البحيرات أنها كانت تشغل مساحة واسعة جدا وكان منسوبها أعلى بكثير عما عليه الآن,الا ان مناسيبها انخفضت بمرور الزمن،

ويعود ذلك إلى قلة المياه التي تصل أليها,إذ يوجد حاليا عدد من العيون يمكن ملاحظة بعضها قرب شواطئ البحيرات أو على مقربة منها،ومن تلك البحيرات ما يأتي:

1-بحيرة الملفا

تقع بحيرة الملفا في أقصى شرق المنخفض قرب الحدود المصرية على بعد 27 كم تقريبا عن قرية الجغبوب,وتحيط بتلك البحيرة حافات شديدة الانحدار من الجنوب والشمال,والتي تظهر عندها أثار مناسيب المياه في الفترات الماضية, كما يمتد إلى الغرب من البحيرة مساحة واسعة من الأراضي السبخة,وتتباين أعماق تلك البحيرة التي تشغل مساحة تصل إلى بضع كيلومترات وتتراوح ما بين اقل من 1م وحوالي 10م,ويعيش في البحيرة بعض الأحياء المائية والطحالب ومنها الأسماك,شكل (8-31) صور لجانب من بحيرة الملفا.





2-بحيرة الفريدغة:

تقع بحيرة الفريدغة في أقصى الجزء الجنوبي الغربي من المنخفض على بعد حوالي 18 كم عن مساكن الجغبوب,وتشغل تلك البحيرة مساحة واسعة, ويقع إلى شمالها مساحة واسعة من الأرض السبخة,كما أنها تعرضت من جهتها الجنوبية إلى زحف الكثبان الرملية من بحر الرمال الذي يجاورها من الجنوب,ويبدو ان البحيرة أيضا تعرضت إلى الانحسار بمرور الزمن،اذ توجد آثار المناسيب السابقة لمياه البحيرة عند الحافات المحيطة بها من الغرب والشرق, وتوجد عدة عيون لا تزال تغذي البحيرة, ويعيش في البحيرة أيضا عدد من الأحياء المائية ومنها الأسماك.

ومن الملاحظ أن النباتات التي تنمو على شواطئ تلك البحيرة اكبر من النباتات التي تنمو على شواطئ بحيرة الملفا,مثل نبات القصب والطرفة والبلبال,شكل (32-8) جانب من بحيرة الفريدغة.

كما توجد بحيرات أخرى اصغر من البحيرتين السابقتين ومنها بحيرة العريشية التي تقع جنوب شرق مساكن الجغبوب.[13]



خصائص مياه البحيرات

تم اختبار عينات من مياه منخفض الجغبوب بتاريخ 2004/11/11 بمختبرات شركة ستروي كسبورات,وشمل الفحص ما يأتي:

*نسبة الحموضة PH 8.4

*التوصيل الكهربائي MS/cin 5560

*الأملاح الذائبة T.D.S 3550 جزء بالمليون(النسبة المسموح بها1500)

* كربونات الكالسيوم $CaCo_3$ 140

* النترات NO3 20

*الفلوريدات F 0.4

*الكالسيوم Ca 155

*المغنيسيوم Mg 362 (النسبة المسموح بها 150)

* الكلوريدات CI 1000(النسبة المسموح بها600)

*الكبريتات SO_4 450 (النسبة المسموح بها400).[14]

ثلاثة عشر- بعض المظاهر الفريدة في الجغبوب

يضم منخفض الجغبوب عددا كبير من المظاهر الجيومورفولوجية الفريدة مثل الكتل الصخرية المائدية الشكل في البحيرات,والأقواس الصخرية,كما يضم نخيلا متحجرة بمظهر فريد من نوعه,فضلا عن النخيل المنتشرة في المنخفض ومنها النخلة الملتوية,شكل(33-8) بعض المظاهر الفريدة في الجغبوب.






مصادر الفصل الثامن

1- د.عبد العزيز طريح شرف,جغرافية ليبيا,مطبعة المصري ,الإسكندرية ,ط1/ 1963,ص139.

2-قياس الأبعاد من قبل الباحث اعتمادا على خريطة المنخفض.

3-د.جودت حسنين جودت,أبحاث في جيومورفولوجية الأرض الليبية,منشورات جامعة قار يونس,جزء2,1975,ص16.

4-الدراسة الميدانية لمنخفض الجغبوب للفترة ما بين 2006/1/14و2006/3/20.

5-محطة الرصد الجوي في الجغبوب ,بيانات غير منشورة.

6- الدراسة الميدانية 2006/1/14

7-الدراسة الميدانية 2006/3/20

8-الدراسة الميدانية(أجريت القياسات من قبل الباحث ميدانيا باستخدام الكلانوميتر وشريط القياس).

9-محطة الرصد الجوي في الجغبوب,مصدر سابق

10-الدراسة الميدانية لمنخفض الجغبوب للفترة ما بين 2006/1/14و2006/3/20..

11-د.محمد مجدي تراب,تحليل منحدرات الهوامش الشمالية والغربية لمنخفض الجغبوب بليبيا,بحث منشور في مجلة الجمعية الجغرافية العربية التي تصدرها الجمعية الجغرافية المصرية,العدد 36سنة 2000,ج2 ص273-274 .

12-دراسة ميدانية(تم قياس الأبعاد من قبل الباحث موقعيا).

13-دراسة ميدانية لمنخفض الجغبوب في 2006/1/14 .

14-دراسة ميدانية لمنخفض الجغبوب في 2006/1/18 .

15-أمانة اللجنة الشعبية للمرافق,بلدية درنه,المختبر المركزي للمياه, تقرير عن الفحص الكيماوي الدوري للمياه, رقم العينة 136الجغبوب , تاريخ التحليل 11/11/ 2004 .



الفصل التاسع

دور الانسان في تغيير مظاهر سطح الارض

المبحث الأول - تأثير الانسان المباشر على سطح الأرض

المبحث الثاني- تأثير الإنسان غير المباشر على سطح الأرض

يعد الانسان عاملا اساسيا في تغيير معالم سطح الارض،فقد عمل على طمس معالم كثير من مظاهر السطح من تلال وهضاب واودية،لممارسته انشطة متنوعة،فقد تحولت تلال مرتفعة الى ارض مستوية،وتحولت هضاب الى ارض منخفضة،اوالعكس،ارض منخفضة الى مرتفعة،او تغطية المظهر الطبيعي بنشاط معين،رغم هذا التأثير الكبير الا ان الدراسات الجيومورفولوجية لم تولي هذا الجانب اهمية كبيرة،وتم التطرق اليه بشكل سطحي،لذا تم تناول هذا الجانب لتوضيح الاثر الكبير للانسان على مظاهر السطح بشكل مباشر وغير مباشر.

المبحث الأول - تأثير الانسان المباشر على سطح الأرض

حاول الإنسان استغلال ما متوفر من إمكانات على سطح الأرض لتحقيق الاستقرار والأمان والرفاهية والتطور,وقد تحقق ذلك بمرور الزمن حتى وصل إلى قمة التطور التكنولوجي والتقني وفي كافة ميادين الحياة العمرانية والاقتصادية,والذي يهمنا في هذا المجال تأثير الإنسان الناتج عن استغلال الموارد والثروات والإمكانات المتاحة على سطح الأرض وفي باطنها وعلى نطاق واسع, مما أدى ذلك إلى تغير معالم سطح الأرض الطبيعية,وفيما يلي أهم الأنشطة التي مارسها الإنسان وأدت إلى تغير معالم سطح الأرض بصورة مباشرة.

أولا- عمليات البحث والاستخراج:

تعد عمليات البحث واستخراج الموارد الطبيعية من الأعمال التي أدت إلى تغير مظهر سطح الأرض عما كان عليه ويتضح ذلك من خلال ما يأتي:

1- استخراج الفحم

يعد الفحم من أول مصادر الطاقة التي تم استغلالها,اذ يوجد في أماكن محددة وعلى أعماق وبكميات مختلفة,حيث يوجد البعض منها قرب سطح الأرض والبعض الأخر على أعماق كبيرة ويتطلب استخراجه عمل أنفاق لمسافات طويلة,وفي كل الأحوال لابد من إزالة طبقات سميكة من الأتربة والصخور لغرض الوصول إلى الفحم,ويتم نقلها إلى الأماكن المجاورة او أماكن أخرى,فينتج عن ذلك تخفيض مناطق الاستخراج ورفع المناطق التي ترمى فوقها المواد المزالة من منطقة الاستخراج,وقد تترك المناجم القديمة التي يقل فيها أنتاج الفحم فتتحول الى حفر عميقة او على شكل كهوف عميقة,شكل (1-9)صور تبين عمليات استخراج الفحم.



2-استخراج المعادن المختلفة

تحتاج عمليات استخراج المعادن من باطن الأرض إلى عمليات حفر واسعة للحصول على اكبر كمية ممكنة من المعادن,حيث يتم رفع الطبقات التي تغطيها مهما كان عمقها،ثم استغلال المعادن المطمورة,فينتج عن ذلك تكون حفر واسعة ومنخفضة,كما ينتج عن المواد المزالة تكون تلال صغيرة في الأماكن التي ترمى فيها,شكل (9- 2) استخراج الذهب بالطرق البسيطة في الكونغو.



ثانيا- قلع الصخور

تعد الصخور من الموارد الطبيعية التي تستغل في مجالات شتى عمرانية وإنشائية وصناعية,لذا يجري استغلالها على نطاق واسع في مناطق تواجدها,اذ تستخدم الصخور في البناء وفي أنتاج مادة الاسمنت والبورك،وفي تبليط الطرق,لذا يتم قلع كميات كبيرة من تلك الصخور،فتحولت مناطق استغلاله إلى منخفضات تتجمع فيها مياه الأمطار,بعد أن كانت بعض المناطق تلالية الشكل تحولت

إلى حوضية اقل ارتفاعا مما يحيطها,ويتخلل بعضها أكوام صغيرة من الصخور المتكسرة والمفتتات الناعمة والخشنة,شكل(9- 3)عمليات قلع الصخور وأثارها.



وقد كان لاستخدام المتفجرات في قلع الصخور في منطقة العكبة جنوب مدينة هيت الاثر الكبير في حدوث تشققات كبيرة في الكتل الصخرية عند نهاية الهضبة المطلة على وادي النهر،شكل (9-4)الشقوق الناتجة عن تفجيرات استخراج الصخور .



ثالثا استغلال الحصى والرمل

الحصى والرمل مواد أساسية في عمليات البناء وتبليط الطرق، لذا يتم استخدامهما على نطاق واسع,وتوجد تلك المواد في آماكن وأوضاع مختلفة,اذ يوجدان في بطون الأودية وضفاف الأنهار والمدرجات النهرية وحافات الهضاب الصحراوية,إي بعضها مدفون تحت طبقات من الطين او الكلس وضمن مناطق تميل إلى الانبساط,فعند استغلالها يتم حفرها وعلى أعماق تصل في بعض الأحيان أكثر من10م,فتتحول تلك المقالع إلى أحواض كبيرة ذات ضفاف جرفية الشكل ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية والتجوية،لذا تتعرض إلى عمليات الانهيار بشكل مستمر,وكذلك الحال

الرمال والحصى المتواجد في الأودية،فقد يتم استغلال كميات كبيرة منها فتتحول تلك المناطق إلى حفر عميقة عما يحيط بها.

أما النوع الأخر الذي يتواجد عند حافات الهضاب فان عملية استغلالها يتطلب إزالة ما فوقها من طبقات ومن ثم استغلال الحصى والرمل بحيث تزال مناطق واسعة كانت مرتفعة فيؤدي ذلك إلى تخفيضها ومن ثم تراجع الحافة في مثل تلك المناطق على نطاق واسع، بحيث يغير من معالمها الأصلية,شكل (5-9)عمليات استغلال الحصى والرمل.





رابعا- تخطيط المشاريع الهندسية:

1- تخطيط العمران:

يعد النمو العمراني من الأنشطة الفعالة التي مارسها الإنسان بمرور الزمن والتي نتج عنها ظهور مدن كبيرة تستوعب ملايين البشر,والتي استحوذت على مساحات واسعة من الأرض بسهولها وهضابها وجبالها ووديانها,وقد عمل الإنسان على قطع السفوح او إزالة التلال او تعديل الأراضي المتموجة او عمل المدرجات او حفر الإنفاق,ومن ثم أقامة الأبنية بارتفاعات شاهقة ومنها ناطحات السحاب على ارتفاع أكثر من 400م,ثم الانتشار على مساحات تصل إلى ألاف الكيلومترات في المدن الكبيرة او المليونية,كل ذلك أدى الى طمس المعالم الأساسية لسطح الأرض.

وقد بدأ ذلك واضحا بعد قيام الثورة الصناعية وإنتاج الآلات والمعدات التي تستخدم في حفر وإزالة الطبقات الصخرية,كما كان لاختراع وسائل النقل التي وفرت على الإنسان اختصار الزمن والراحة وسهولة الحركة، مما أدى إلى توسع العمران.

كما كان لزيادة السكان وحاجتهم إلى الأنشطة المختلفة دورا في زيادة مساحة العمران بشكل مضطرد.

فعندما يتجول الإنسان في ربوع المدينة لا يشاهد مظاهر طبيعية وإنما يتطلع في الأبنية من حيث ارتفاعها وفنها المعماري,وكل ما يلمسه من مظاهر السطح هو أما المرور عبر وادي او سفح مرتفع معين,أما المظهر الطبيعي الأساسي للأرض فلم يبق له اثر واضح,اذ غطته الأبنية والطرق والحدائق. وهذا الأمر لم يقتصر على العصر الحديث فقط بل حتى في العصور القديمة عمل الإنسان على استغلال الإمكانات المتاحة وأقام مدن في أماكن مختلفة من العالم لا تزال آثارها شاخصة إلى يومنا هذا,وتعد الجبال أول مظاهر السطح التي استغلها الإنسان لغرض السكن,مستغلا ما تتضمنه من كهوف او حفر سفوحها وترتيبها بما ينسجم وسد حاجته,شكل(6-9)يبين انواع الجبال التي تم استغلالها.





بعد ان زاد عدد السكان بمرور الزمن اخذ الإنسان بالبحث عن مكان أخر يتوفر فيه متطلبات الحياة الأساسية مثل الماء والغذاء والأمن,فاتخذ من القلاع التي تقع قرب المياه موطنا له,فأحاطها بسور وشيد الأبنية فوقها,فاخذ يزحف نحو الجهات التي تتوفر فيها إمكانات للتوسع,وقد أسهم ذلك في تغير المظهر العام للمكان الذي شغله,وبمرور الزمن تطور العمران وزحفت المدن على مساحات واسعة من الأراضي,اذ تمت تسوية الأراضي المتموجة مما أدى الى إزالة التلال المنخفضة وتحويلها إلى ارض منبسطة,والذي لم يكن احد من الجيل اللاحق على علم بما حدث،وقد يتصور ان الأرض هي منبسطة أصلا,كما يتم في كثير من مدننا العربية قطع سفوح المرتفعات او تسويتها لغرض استغلالها ومما تجدر الإشارة أليه ان توسع العمران لا يقتصر أثره على المناطق التي يقام عليها العمران، بل يشمل مناطق أخرى وهي المواقع التي توجد فيها المواد التي تستخدم في البناء من صخور وطين وجص واسمنت,وهذه المواد يتم استغلالها من آماكن معينة فأدي ذلك إلى تغير مظهر الأرض في تلك الأماكن,وفي الغالب يعمل على تخفيضها.

2-تخطيط طرق المواصلات

أن تخطيط طرق المواصلات من الجوانب المعقدة لكونها ظواهر خطية وتمر عبر مظاهر وتكوينات مختلفة ولمسافات تصل ألاف الأميال,لذا يترتب على مدها أحداث تغيرات في مظهر السطح الذي تمر فوقه,اذ يتم حفر المناطق المرتفعة او حفر نفق خلالها,او رفع مستوى المناطق المنخفضة,وفيما يلي استعراض لكل نوع من طرق النقل:

أ-طرق السيارات

تعد طرق السيارات من أكثر طرق المواصلات انتشارا ومرونة والتي تربط بين التجمعات السكانية الصغيرة والكبيرة,اذ تمد تلك الطرق بأطوال وسعات مختلفة,وتحتاج إلى إجراءات تسوية الأرض وتعديلها من خلال قطع المناطق المرتفعة ورفع المناطق المنخفضة,وقطع سفوح المرتفعات بأوضاع مختلفة منها زجزاجية وأخرى حلزونية او الامتداد مع السفح من الأسفل الى الأعلى,وقد ينتج عن ذلك تغير في طبيعة المواضع التي تمر بها تلك الطرق,شكل (7-9)صور تبين طبيعة امتداد الطرق في المناطق الجبلية.



ب-سكك الحديد

تمد سكك الحديد في اتجاهات محددة ولا تمتلك القطارات مرونة في حركتها,وتحتاج إلى سكة تسير في اتجاه معين على مستوى واحد ولا يتضمن التواءات وإنما انحناءات بسيطة,كما تشيد السكك على

مستوى مرتفع عما يحيط بها,لذا يحتاج مدها أحداث تغيرات كبيرة في مظاهر السطح التي تمر ،كما تحتاج إلى عمل أنفاق في المناطق المرتفعة,وقد تحتاج عملية مد السكك الحديدية الى عبرها عمليات واسعة تعمل على تغيير مظهر الأرض في المواضع التي تشغلها،شكل (8-9)صور لجانب من سكك الحديد.




ت-تخطيط المطارات

تحتل المطارات مساحة واسعة من الأرض لغرض تأمين مدرجات أقلاع وهبوط,وكلما كانت مهام المطار واسعة يحتاج إلى مساحة اكبر,فالمطارات العالمية أكثر سعة من الإقليمية والمحلية,لذا تستحوذ على مساحة واسعة من الأرض تقيم عليها أبنيتها ومدرجاتها الطويلة,فيتم طمس كل المظاهر الأرضية التي وقعت ضمن ارض المطار،شكل (9- 9) صورة لمطار مدني كبير.




خامسا-استغلال الشواطئ والسواحل البحرية

تعد السواحل من المناطق التي يتركز فيها نشاطا بشريا كبيرا وفي كافة المجالات الاقتصادية والعمرانية والسياحية,لذا عمل الإنسان بما في وسعه للتوسع في نشاطاته وللحد من تأثير عمل الأمواج على تلك المواقع من خلال القيام بما يأتي:

1-أدى النشاط الذي مارسه الإنسان الى أخفاء المظهر الطبيعي لبعض الشواطئ وخاصة في المناطق التي أقيمت عليها موانئ عملاقة تتضمن أرصفة واسعة لاستقبال السفن الكبيرة,مع أقامة عدة منشات لهذا الغرض مما أدى ذلك الى أخفاء كل المعالم الأساسية لتلك المنطقة،شكل (9-10)صور لبعض السواحل المستغلة .





2-عمل الإنسان على مواجهة تراجع الشواطئ في المناطق الحضرية الواقعة على السواحل,ومن خلال عمل أرصفة كونكريتية سميكة ومرتفعة,او عمل كتل كونكريتية توضع أمام الشاطئ لمنع تأثير الأمواج عليه من خلال الحد من سرعتها وكسر قوتها وتشتيتها قبل الارتطام به,او وضع كتل صخرية كبيرة تؤدي نفس الغرض الذي تقوم به الكتل السابقة.

3-أقامة حواجز عمودية تحول دون تحرك الرمال من الشواطئ,لغرض المحافظة على البلاجات التي تمثل أفضل المناطق السياحية على شواطئ البحار والمحيطات.

4-أقامة محطات توليد الطاقة الكهربائية من أمواج المد العالية,ومن خلال أقامة سدود لتنظيم تدفق المياه بما يساعد على أدارة التوربيانات المولدة للطاقة,وقد أدى ذلك الى تغير المظهر الطبيعي للشاطئ في تلك الأماكن.

5-استغلال بعض الأرصفة القارية الضحلة المياه لأغراض الزراعة من خلال أقامة سداد تعمل على عزل تلك الأجزاء ومن ثم تجفيفها واستغلالها في الزراعة,وتعد هولندا من الدول الرائدة في هذا المجال،اذ عملت على تجفيف مساحات واسعة من البحر واستغلتها في النشاط الزراعي,وقد أسهمت تلك العملية في تغيير المظهر الطبيعي للشاطئ البحري في تلك المناطق.

سادسا- النشاط الزراعي

يعد النشاط الزراعي من أكثر الأنشطة التي يمارسها الإنسان لتوفير قوته,لذا يحتاج الى أراض واسعة,كما يمارس هذا النشاط في كل المناطق السهلية والهضبية والجبلية والأودية ,وفيما يلي وصف لكل مكان:

1-المناطق السهلية:

تعد السهول الفيضية من أكثر السهول استغلا للأغراض الزراعية لخصوبتها،وهي ناتجة عن الإرساب النهري,اذ تكون ذات تربة خصبة وتميل إلى الاعتدال نسبيا,الا إنها تضم مدرجات نهرية وبحيرات هلالية ناتجة عن تغير مجرى النهر,ففي الغالب يعمل الإنسان إلى تسوية الأرض فيعمل على إزالة تلك المدرجات والبحيرات,وبذلك تختفي المعالم الطبيعية التي كانت في تلك الأماكن,كما يتم شق قنوات الري والبزل ضمن تلك الأراضي فتزيد من طمس تلك المعالم الأصلية،شكل (11-9)صور توضح الزراعة في المناط السهلية.





2-الهضاب:

ان استغلال الهضاب يتركز في اتجاهين الأول استغلال حافاتها المطلة على الأنهار او السهول الفيضية,فقد يتم تسوية أجزاء منها وتحويلها الى زراعية فيتغير مظهر الأرض في تلك الأماكن,اما

الاتجاه الثاني فهو استغلال المنخفضات والواحات التي تضمها تلك الهضاب فيتم إجراء تعديلات في شكلها العام فيتغير مظهرها الطبيعي،شكل (12-9)صور تبين الزراعة في المناطق الهضبية والصحراوية.





3-الجبال:

ان التكيف مع البيئة بشكلها الطوبوغرافي ووضعها المناخي دفع بالإنسان إلى استغلال الإمكانات المتاحة وخاصة في المجال الزراعي,اذ عمل الانسان على تحويل سفوحها الى مدرجات متعددة استغلها في زراعة المحاصيل الملائمة لمناخ المنطقة,وبذلك استطاع ان يغير الصورة الطبيعية لتلك السفوح ,شكل(9- 13)صورة تبين استغلال السفوح الجبلية.





4-الأودية:

تنتشر الأودية في المناطق الجبلية والصحراوية,وقد تم استغلال بعض سفوحها للإغراض الزراعية,وهذا يحتاج الى أجراء تسوية للتربة وإزالة الصخور بما يؤمن زراعة تلك الأماكن بعيدا عن خطر السيول التي تتعرض لها الأودية,كما تتعرض بعض السفوح الى عمليات انهيار وانزلاق

وزحف تعمل على تدمير ما يقع أسفلها،وينتج عن ذلك تغير الشكل العام لتلك السفوح،شكل (14-9) صور تبين استغلال سفوح وبطون بعض الأودية بالزراعة والسكن.



سابعا- النشاط الصناعي

إن أقامة المصانع يحتاج إلى مساحة واسعة من الأرض وخاصة الصناعات الكبيرة والثقيلة،لذا تقام بعيدا عن التجمعات السكانية،ولغرض أقامة منشئاتها المختلفة لابد من أجراء تعديل وتسوية للأرض,وفي بعض الأحيان تحتاج إلى عمل تلال ترابية على ارتفاع عدة أمتار،او إلى حفر أحواض عميقة في الأرض ,ففي كل الأحوال تعمل على تغيير الصورة الأساسية للأرض،ومن الأمثلة على الصناعات لتي تحتاج مساحات كبيرة السيارات،اذ تشغل مساحات واسعة تصل الى أكثر من 20كم2 ،لغرض انجاز صناعة السيارة لمرورها بعدة مراحل،وفي النهاية تحتاج الى ساحة واسعة جدا تصل عدة كيلومترات لغرض عرض السيارات المنتجة،شكل (9- 15)يوضح جانب من مصانع السيارات في ألمانيا والصين .



ثامنا-المواقع والعمليات العسكرية:

تحتاج القوات العسكرية مساحات واسعة من الأرض لا قامة معسكرات وممارسة تدريبات عسكرية ،ونظرا لتعدد الصنوف، لذا احتلت مواقع متناثرة في إرجاء الدولة لترتيب وتنظيم معداتها المتنوعة،ففي أوقات السلم تتخذ المعسكرات الدائمة مواقعا لها بعيدا عن التجمعات السكنية ،وتكون آلياتها ومعداتها مكشوفة,اما في العمليات العسكرية فلابد من عمل مخابئ سرية تحت الأرض او عمل حفر وسواتر ترابية لغرض سرية العمل العسكري,لذا ينتج عن ذلك تغيير في مظهر سطح الأرض من خلال حفر أماكن وجمع أكوام من التراب في أماكن أخرى،شكل (16-9)صور تبين معسكرات ثابتة ومواقع عمليات.





تاسعا- جمع وطمر النفايات:

إن عملية التخلص من النفايات تكون بطرق عدة منها الحرق والدفن والتدوير او إعادة الاستخدام، عملية الطمر تحتاج الى حفرة عميقة ترمى فيها النفايات ثم تدك بالة ثقيلة عدة مرات ثم تطمر بغطاء من التربة التي تم استخراجها وبالتأكيد لم يعاد مظهر الأرض كما كان عليه،حيث تظهر منطقة الطمر منخفضة وأماكن رمي ترب الحفرة مرتفعة ،لذا يتغير مظهر الأرض في تلك المناطق،وفي كثير من الأحيان تترك النفايات على شكل أكوام كبيرة وكأنها تلال صغيرة وعلى مساحات واسعة من الأرض فتغير في المظهر العام للأرض في تلك الأماكن،شكل (17-9)صور توضح أكوام النفايات في بعض المدن العراقية.




المبحث الثاني- تأثير الإنسان غير المباشر على سطح الأرض

أولا- التدخل في شؤون الأنهار

1-السدود التحويلية

2-السدود الاحتجازية والتنظيمية

3-السداد الترابية الجانبية

ثانيا-التدخل في شؤون البيئة

1-التلوث

2-تغيير الغطاء النباتي

ثالثا-التغير المناخي

رابعا- التجارب النووية

أولا- التدخل في شؤون الأنهار

ان تدخل الإنسان في شؤون الأنهار ناتج عما يأتي:

1- السداد الترابية الجانبية

2-السدود التحويلية

3-السدود الاحتجازية والتنظيمية

تعد السهول الفيضية الواقعة على جانبي مجرى النهر مسرح لعملياته المختلفة,اذ عمل النهر بمرور الزمن على جلب كميات كبيرة من الرواسب ورسبها فوق تلك المناطق في مواسم الفيضانات ,فتكونت طبقة من الرواسب الغرينية والطينية تصل الى عدة أمتار في بعض المناطق,وتمثل أخصب الترب,لذا

تمثل أفضل مناطق تستغل في مجال الزراعة,وحاول الإنسان الاستقرار في مثل تلك المناطق رغم المخاطر التي يتعرض لها وهي فيضان النهر في مواسم معينة،شكل (9- 18)صور تبين النواظم والجسور والسداد واستغلال الضفاف.







وبمرور الزمن عمل على أقامة السداد الترابية على ضفاف تلك الأنهار لمنع مياه الفيضان من غمر مناطق السهول الفيضية,والتي كان النهر يصول ويجول فيها من خلال تغيير مجراه من مكان لأخر ضمن تلك السهول,ومن الشواهد على ذلك البحيرات الهلالية التي تركها النهر في مواقع مجاريه القديمة,والتي كانت تمثل منعطفات النهر في تلك الأماكن,وكذلك المدرجات النهرية التي خلفها النهر عند نهاية السهول او ضمن قعر المنعطفات العميقة.

وعند أقامة تلك السداد الترابية منعت النهر من ممارسة نشاطه السابق وأصبحت ساحة عمله قناة المجرى والشريط الضيق بين السدة وقناة النهر،والذي قد يكون ضيقا في بعض الأماكن اقل من 50 متر فقط,أي تركزت عمليات التعرية والإرساب في نطاق القناة, مما أدي ذلك الى زيادة عدد الجزر والمنعطفات في مجرى النهر,وتركزت عمليات التعرية في الضفاف عند ارتفاع مناسيب المياه في مواسم الفيضان,وقد تكون عمليات تعرية شديدة وسريعة وخلال فترة قصيرة أدت الى إزالة السدة الترابية وغمر المناطق التي تقع وراءها,على أية حال بمرور الزمن تمت تقوية تلك السداد وتم عمل

جسور ونواظم وخزانات في سبيل السيطرة على تصريف الأنهار والحد من تجاوزها على المناطق المحيطة بالمجرى,وقد أسهم ذلك فضلا عن منع المياه من الخروج خارج القناة أدى الى تنظيم كمية التصريف بعد السد وجعلها بكميات متقاربة معظم أيام السنة,وقد انعكست أثار ذلك على العمل النهري بعد السد,ونتج عنها ما يأتي:

1-ان نظام التصريف قبل أنشاء السدود كان يعمل بشكل متوازن فيما يخص عمليات التعرية والإرساب,ويكمن ذلك في ظهور الجزر خلال موسم الصيهود او انخفاض مناسيب المياه وسرعتها وتختفي في موسم الفيضان عندما ترتفع مناسيب المياه وتزداد سرعتها,لذا لا يستقر منها في مجرى النهر الا القليل منها لظروف معينة,اما في ظل التغيرات التي حصلت فلا يوجد فرق في كمية التصريف الا بنسبة قليلة لا يمكن ان تعمل على تعرية وإزالة الجزر التي ظهرت في مجرى النهر,وبمرور الزمن تغطي تلك الجزر النباتات والأشجار الطبيعية التي تزيد من مقاومتها لعمليات التعرية، فتعمل على تثبيتها في مجرى النهر، كما ازداد عدد تلك الجزر فتحول المجرى إلى جدائلي الشكل,أي تحول الى قنوات صغيرة تمر بين تلك الجزر,مما قلل ذلك من الطاقة الاستيعابية للنهر أوقات الفيضان،وهذا ما حدث في نهر الفرات بعد سد حديثة.

2-يعمل النهر على نقل كميات كبيرة من الرواسب تصل إلى أسفل المجرى يستفاد منها المزارعون في زيادة خصوبة أراضيهم,وتكرر هذه العملية سنويا في موسم فيضان النهر يتم سقي الأراضي بمياه محملة بالرواسب، فتحصل الأرض على طبقة من الرواسب الغرينية والطينية والرملية بنسب مختلفة تعمل على تجديد خصوبة الأرض وزيادة أنتاجها,الا انه بعد أنشاء السدود والخزانات حالت حون وصول تلك الرواسب الى الأراضي الزراعية لأنها تحجز أمام السد وتتكدس بكميات كبيرة قد تعمل على تقليل قدرة الخزان على استيعاب كمية كبيرة من المياه فتقلل من كفاءة أداءه,وتشير الدراسات ان حوالي 125 مليون طن من الرواسب كان يجلبها نهر النيل الى الدلتا سنويا قبل اقامة السد العالي,اما بعد قيامه فقد انخفضت الى حوالي 25 مليون طن فقط والباقي يحتجزها السد امامه.

3-ادى تركز الرواسب في قاع المجرى إلى ارتفاع مستواه بالنسبة للمناطق المجاورة، مما أدي ذلك إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتأثيرها على النشاط البشري الواقع قرب مجاري الأنهار.

4-عمل مسنات في بعض المواقع التي تتعرض للتعرية للعمل على تغير اتجاه تيار المياه الذي يتركز في بعض المواضع من الضفاف فيعمل على تعريتها وتراجعها على نطاق كبير يؤدي إلى تدمير ما يوجد من منشآت وعمران في تلك المواقع,وربما لا يتم ضبط عمل تلك المسنات فينتقل التيار بدلا من وسط النهر إلى الضفة الأخرى فيعمل على تأكلها فتتكرر المشكلة.

ثانيا- التدخل في شؤون البيئة

1-تغيير الغطاء النباتي

تعرض الغطاء النباتي إلى التغير بمرور الزمن,اذ تعرضت مناطق واسعة من الغابات الى الإزالة لغرض استغلال الأرض في أنشطة أخرى عمرانية او زراعية او صناعية,او لغرض استغلالها في الوقود,على أية حال مهما كان الهدف النتيجة واحدة هي القضاء على المساحات الخضراء والتي ينتج عنها تحول تلك المناطق الى مظهر أخر غير شكلها الطبيعي,وربما تنشط فيها عمليات التعرية والتجوية فتسهم في تغير طبيعة سطح الأرض في تلك المناطق بمرور الزمن وخاصة في مناطق السفوح.

وقد تكون العملية عكس ذلك يعمل الإنسان على زرع الأشجار في مساحة واسعة من الأرض وعلى السفوح او في المناطق الصحراوية فيتغير المظهر العام لتلك المناطق,اذ تقل التعرية والتجوية في تلك المناطق فتتم المحافظة على تلك المناطق,ومن ثم تغيير مظهرها العام نحو الأحسن اذ تمثل المناطق الخضراء الشكل التي يطمح الإنسان التمتع بجماله ومنظره.

2-التلوث

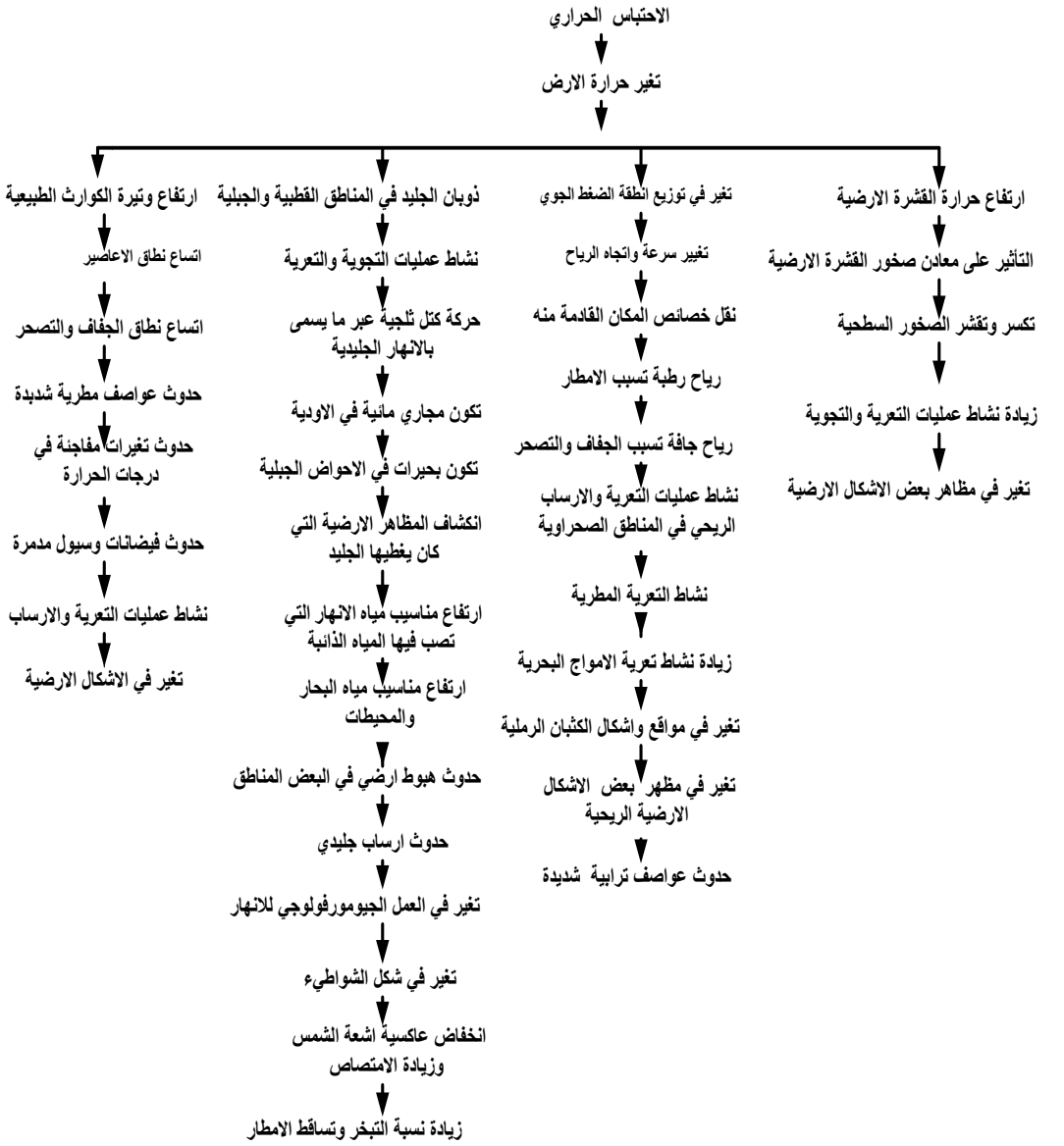
تعد الثورة الصناعية بداية لمرحلة جديدة في حياة الإنسان،والتي كان لها الأثر الفاعل على الحياة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية,وقد كان لاختراع الإله الأثر الكبير في التوجه نحو استغلال الموارد المتاحة وبشكل غير مقنن،وخاصة عندما غزت الدول الصناعية الدول الفقيرة وعملت على استغلال خيراتها بكل الطرق والأساليب دون الانتباه للنتائج التي ستتركها تلك العملية,واتسع نطاق ذلك الاستغلال الجشع بمرور الزمن، إلى ان تحولت بعض المناطق من العالم الى مداخن تطلق الى الجو ملايين الأطنان من المواد تنقلها الرياح إلى مسافات طويلة تصل مئات الكيلومترات,وقد تختلط مياه الإمطار بتلك الملوثات فتحولها الى أمطار حامضية لها القدرة على التفاعل مع بعض المعادن في

المناطق التي تتساقط عليها فتعمل على أذابتها,ومنها المعادن التي تتركب منها الصخور مثل كربونات الكالسيوم والصوديوم والكبريتات والكلوريدات,فتعمل على أضعاف تماسك تلك الصخور وتقلل من مقاومتها للتعرية والتجوية,وهذا ما يمكن ملاحظته في أماكن عدة من العالم,ومن الآثار التي تتركها تلك العملية تحول بعض المناطق الصخرية الى ارض وعرة تضم حفر صغيرة وكبيرة وأشكال ظاهرة بأوضاع مختلفة,بحيث تكون تلك المنطقة ذات مظهر وعر،شكل (19-9) صور تبين التلوث الهوائي الناتج عن النشاط الصناعي.




ثالثا- التغير المناخي

أن التغير المناخي الذي بدأت بوادر أثاره واضحة في كل أنحاء العالم ستكون له انعكاسات كبيرة على مظاهر سطح الأرض، مخطط رقم(1-9) يوضح أثار التغير المناخي على سطح الأرض، لما سيترتب على ارتفاع درجات الحرارة من تغيرات في نظم عناصر المناخ المختلفة،اذ يترتب على ارتفاع درجات الحرارة تغير في الضغط الجوي ومن ثم تغير في اتجاه وسرعة الرياح،ويتبعها تغير في الرطوبة والتساقط.



كما ينتج عن ارتفاع الحرارة زيادة نسبة ذوبان الثلوج سواء في القطبين او فوق الجبال،ويترتب على الذوبان انكشاف أشكال أرضية كانت مطمورة تحت الثلوج،كما تتحرك كتل ثلجية من أعلى المرتفعات نحو الأسفل فيزداد نشاط التعرية الجليدية،وينتج عن ذوبان الجليد تكون مجاري مائية أيضا تسهم في عمليتي التعرية والإرساب، فتظهر أشكال متنوعة غير مألوفة من قبل،وقد يترتب على ذوبان الثلوج تزويد الأنهار التي تقع تلك الجبال ضمن أحواضها بالمياه فيحدث فيضان في تلك الأنهار فينشط عملها

الجيومورفولوجي من تعرية وإرساب فينتج أشكال تعروية وارسابية متنوعة، كما يترتب على التغير في درجات الحرارة تغير في توزيع الرطوبة والتساقط، فتتحول مناطق من رطبه الى جافة فينشط فيها عمل الرياح، فتظهر أشكال أرضية غير موجودة من قبل،وتسود الرطوبة في مناطق جافة فينشط فيها العمل الجيومورفولوجي للمياه الجارية من تجوية وتعرية فتغير في مظهر سطح الأرض،ومن نتائج التغير المناخي ان تغير درجة الحرارة ارتفاعا او انخفاضا سيؤثر على معادن صخور القشرة الأرضية حسب معامل التمدد الحراري لكل معدن،اذ تكون بعض المعادن ذات معامل تمدد كبير يتأثر بارتفاع درجات الحرارة المتوقع وهو 2˚ مئوية وسيسهم في تكسر صخور القشرة الأرضية فيقلل من مقاومتها لعمليات التعرية والتجوية،ومن نتائج ذوبان الثلوج الحالية تكون بحيرات في الأحواض التي تضمها المرتفعات الجبلية مما سيغير في طبيعة السطح في تلك المناطق،شكل(20-9) صور توضح بعض معالم ذوبان الثلوج،ومن الآثار الأخرى للذوبان هو ان تكرار عمليتي الذوبان الانجماد ستكون لها أثار كبيرة على نشاط عمليات التجوية والتعرية في الفواصل والكسور التي تتضمنها الطبقات الصخرية.





رابعا- القنابل والتجارب النووية:

مارست العديد من الدول نشاطا نوويا في باطن الأرض وعلى سطحها وتحت المياه,والذي انعكست أثارها على سطح الأرض من خلال ما رافق تلك الأنشطة من كوارث مثل الزلازل والبراكين والتي أدت الى تغير معالم سطح الأرض في تلك المناطق،اذ يترتب على حدوث الزلازل والبراكين العديد من المظاهر المختلفة التي تغطي المظهر الحقيقي لسطح الأرض في تلك

المواقع،شكل(9- 21)صور تبين بعض انواع الانفجارات النووية،وقد توضح الصور بعض التجارب النووية في العالم ومنها التجربة الفرنسية في الصحراء الجزائرية.





وقد نتج عن استخدام الأسلحة النووية من قبل امريكا في اليابان وخاصة هورشيما وناكازاكي إلى طمس معالم السطح البشرية والطبيعية،شكل (9- 22)خريطة تبين موقع المدينتين.



وقد أدت الآثار الناتجة عن قوة الانفجار وشدة الحرارة الى تدمير كل ماهو موجود على سطح الأرض من أبنية وأشجار وطرق،ومن الجدير بالذكر ان أثار تلك القنابل تبقى الاف السنين،شكل (9-23)يوضح اثار القنبلة النووية على احد الجسور،اذ تم تدمير جميع الدعامات الحديدية.



مصادر الفصل التاسع

1- مصادر المعلومات الأساسية استنباط واستنتاج الباحث والمستمدة من الخبرة العلمية في مجال التخصص.

2- الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة محافظة الانبار

3- مصادر الصور:

أ-استخراج الفحم www.ua.all-biz.info

ب-استخراج الذهب www.myportail.com

ت-طرق السيارات www.e7swhm.com

ث-السواحل www.ih4.ggpht.cm

ج-السدود www.aniahm.geeran.com

ح-التلوث الصناعي www.sul-999.com

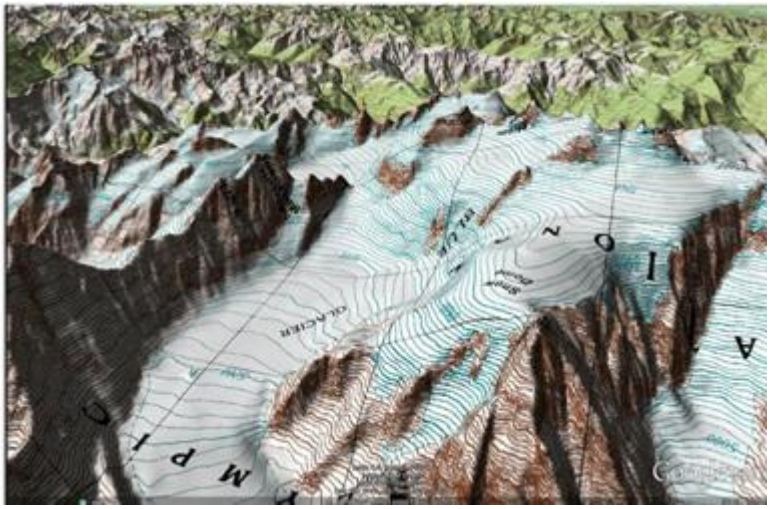
خ-ذوبان الثلوج www.dw.word.de

د-الأسلحة النووية www.libyanyouths.com

ذ- الواحات الصحراوية www.hail-b3dhaiye.com

ر- التصوير الفوتوغرافي من قبل الباحث أثناء الدراسة الميدانية

ز-استخدام برنامج google earth



الفصل ألعاشر
اعـداد خـرائـط الاشـكال الارضـية

المبحث الاول-انواع الخرائط الطبيعية.

المبحث الثاني-تمثيل الاشكال الارضية على الخريطة.

المبحث الثالث- الرموز وعلامات الدلالة

المبحث الرابع- تمثيل الاشكال الارضية بالخرائط

المبحث الاول-انواع الخرائط الطبيعية.

تعد الخريطة الادات الاساسية للباحث العلمي في كل المجالات،اذ تجسد ما يوجد على سطح وباطن الارض ما يوجد من ظواهر طبيعية وبشرية،وتعد الخرائط الطبيعية الاساس لكل الدراسات،والتي تمثل الوضع التضاريسي لكل منطقة،وطبيعة التكوينات من تربة وصخور،وما حدث من عمليات تعرية وارساب،ومخاطر جيولوجية وجيومورفولوجية في المنطقة.

ومن اهم انواع الخرائط الطبيعية ما يلي:

1-الخرائط الطوبوغرافية،وتعبر عن الوضع الطوبوغرافي للمنطقة التي تمثلها تلك الخريطة ،أي توضح المرتفعات والهضاب والوديان والسهول،سواء تمثيلها بالخطوط الكنتورية او اللون او المجسم او التضليل،وتكون بمقياس رسم مناسب لاظهار التفاصيل التي تتضمنها الخريطة وتعبر عن الواقع الارضي.

2-الخرائط الجيولوجية،وهي خرائط تمثل مكونات القشرة الارضية من الصخور في منطقة الدراسة،وتعبر عن طبيعة التوزيع الافقي والعمودي للتكوينات الصخرية،ويعبر عنها باللون او الرموز،ومنها ما يضمن توزيع المعادن في باطن الارض،وتستخدم رموز خاصة بالمعادن.

3-خرائط الترب ،تعني تلك الخرائط بتوزيع التربة في منطقة الدراسة،حسب النوع،ويتم تمثيلها باللون او الرموز،وقد تعبر عن التوزيع الافقي والعمودي للتربة.

4-الخرائط الهيدرولوجية،وهي خرائط توضح طبيعة المجاري المائية في منطقة الدراسة ،وحسب مراتبها من الاصغر الى الاكبر،وتوضح مجاري الانهار واوديتها ،وتبين منسوب المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

5-خرائط الانحدارات،تبين تلك الخرائط شدة واتجاه انحدار الارض سواء للارض المنبسطة او السفوح،فيتضح منها المواضع المستقرة وغير المستقرة،والمخاطر التي تتعرض لها بعض السفوح في منطقة الدراسة.

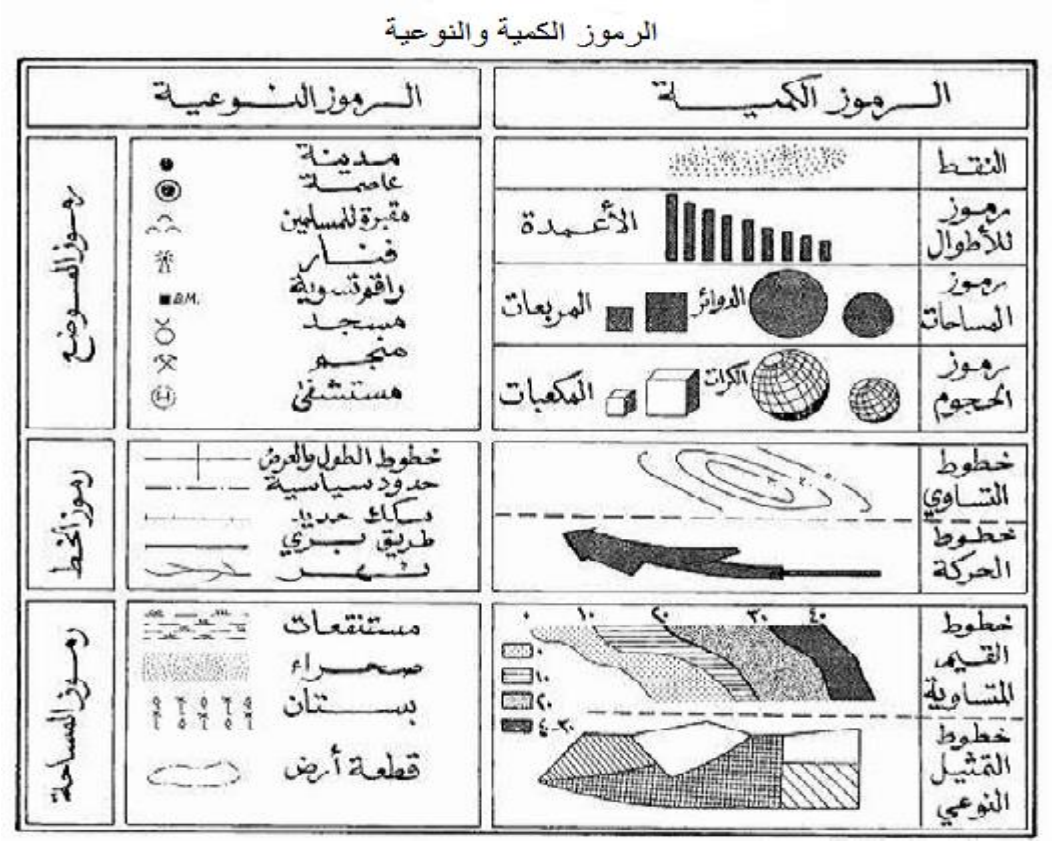
6-خرائط جيومورفولوجية ،تتضمن معلومات عن الاشكال الارضية والعمليات التي تحدث في منطقة الدراسة،او نوع التكوينات السطحية ،أي انها تضم معلومات متنوعة لخريطتين او اكثر مما ذكر اعلاه.

7-خرائط جيوهيدرولوجية،تتضمن تلك الخرائط معلومات عن مظاهر وانحدار سطح الارض وشبكة المجاري المائية،وتكوينات السطح،ومناسيب المياه الجوفية،والمناطق التي تتعرض للفيضان.

المبحث الثاني-تمثيل الاشكال الارضية على الخريطة.

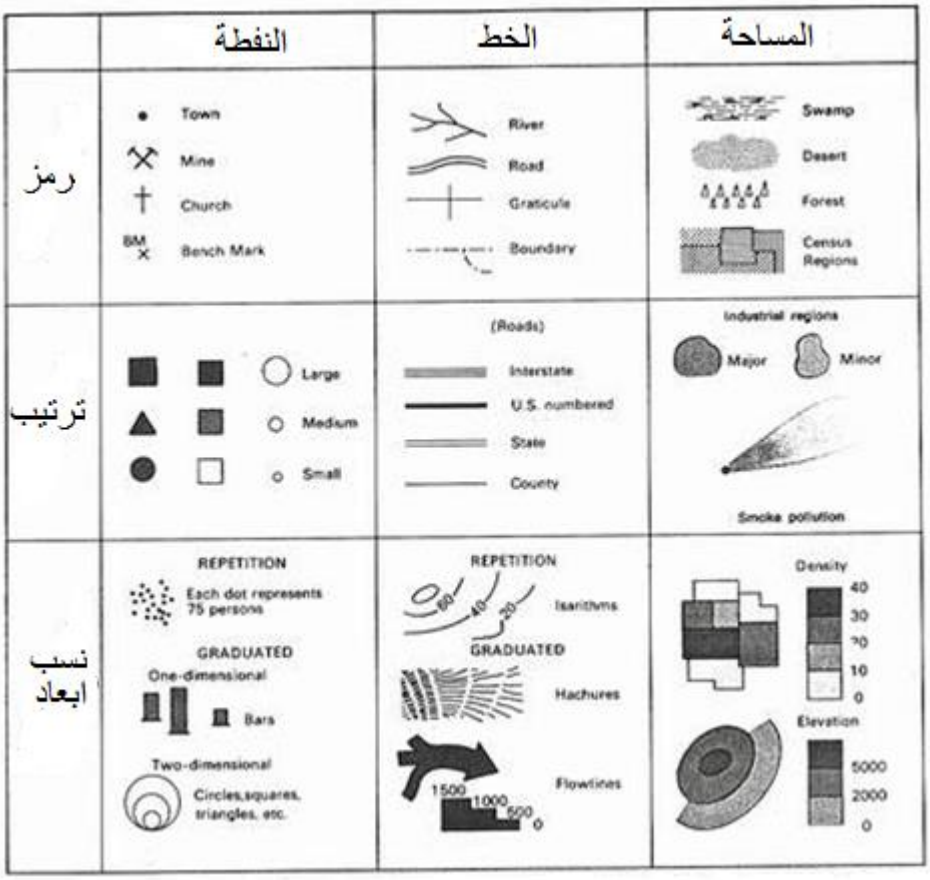
اولا-الرموز الكمية والنوعية.

ان تمثيل الخرائط يكون اما نوعيا او كميا،أي اما توصيف عام للاشكال الارضية،او كميا باستخدام لغة الارقام للتعبير عن عناصر مظاهر سطح الارض،وتستخدم لهذين النوعين رموز نوعية وكمية،شكل10-1)انواع الرموز الكمية والنوعية.



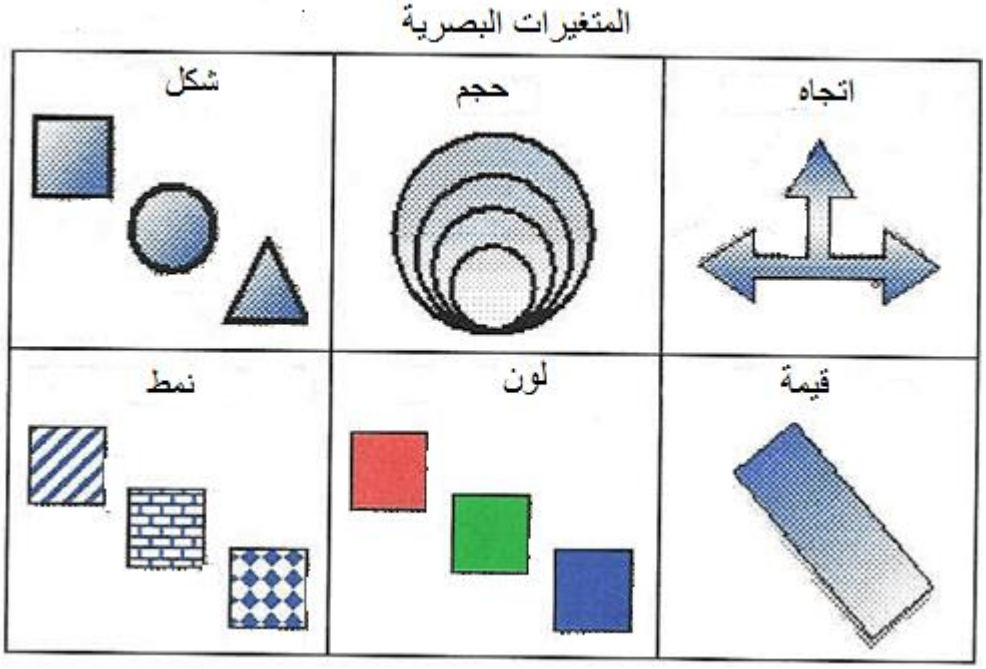
2-التمثيل النقطي والخطي والمساحي.

يستخدم التمثيل النقطي والخطي والمساحي لتمثيل مظاهر السطح حسب ما تقتضيه الحاجة،اذ يتم تمثيلها رمزيا او ترتيبيا او نسبة ابعاد،ويكون نقطي او خطي او مساحي،شكل(2-10)يبين التمثيل النقطي والخطي والمساحي.



3-تمثيل المتغيرات البصرية.

ان تمثيل مظاهر السطح يمكن ان يكون شكليا وحجميا واتجاهيا،ونمطيا ولونيا وتقيما،بحيث يعبر عن مكونات الخريطة بشكل واضح،شكل(3-10)المتغيرات البصرية.[1]

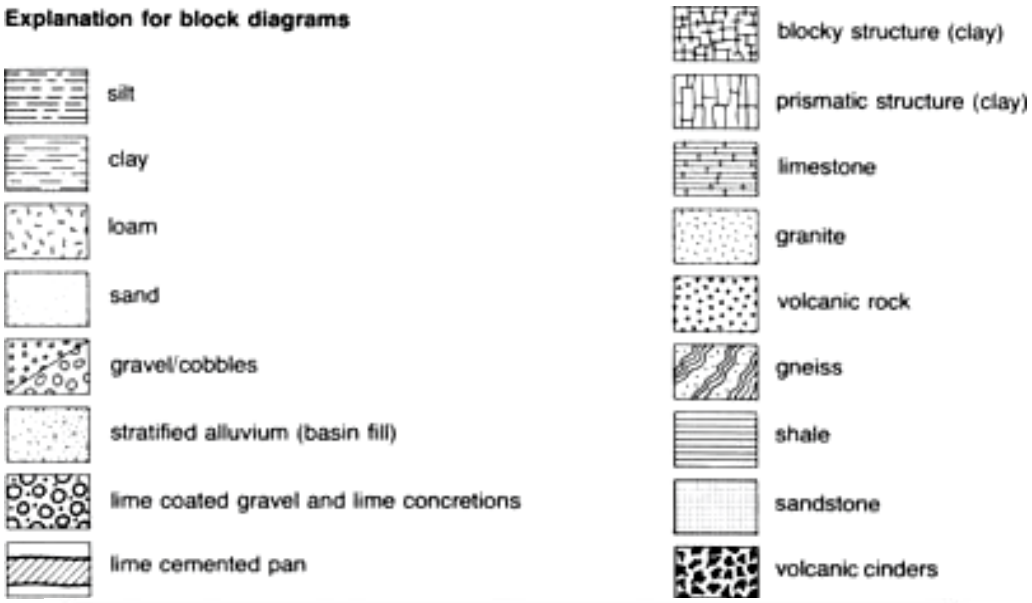


المبحث الثالث- الرموز وعلامات الدلالة

ان اعداد الخريطة يكون وفق اسس وعناصر ورموز تم الاتفاق عليها وتحديدها دوليا،وعليه سيتم عرض بعض تلك الرموز والألوان التي يتم اعتمادها في اعداد خريطة لتمثيل مظاهر سطح الارض،ومنها:

اولا-استخدام الرموز الخطية والنقطية والشكلية:

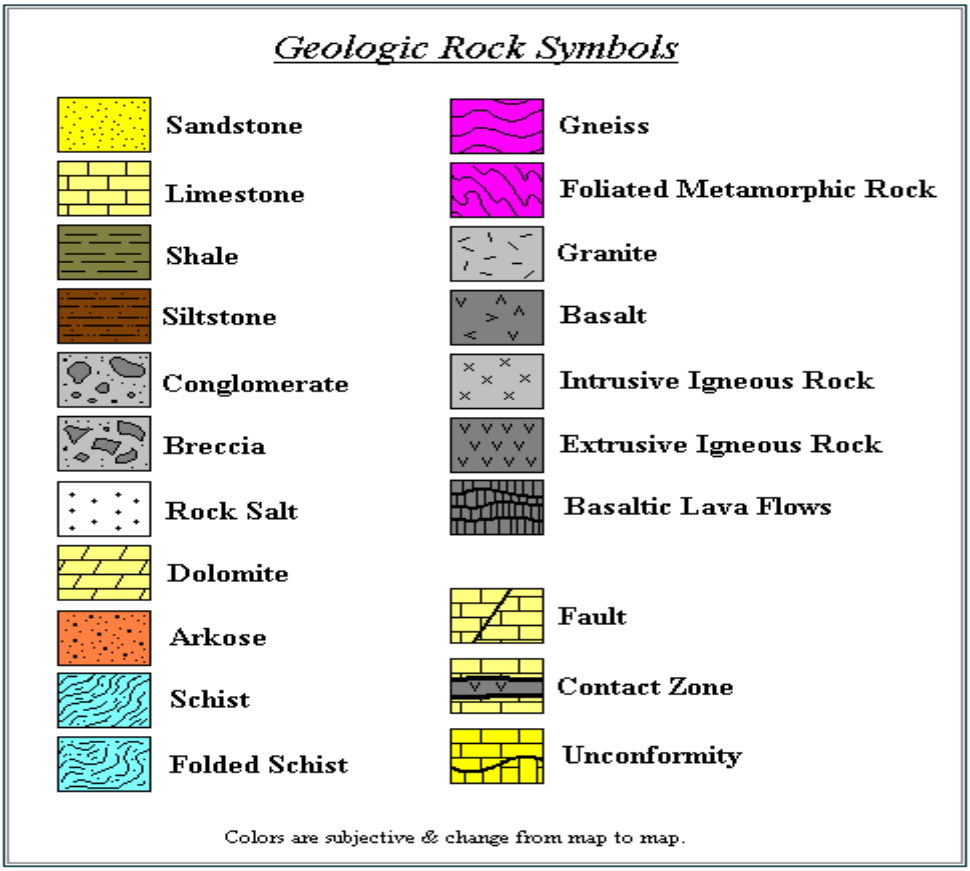
تستخدم الخطوط والنقاط والدوائر والمربعات والمستطيلات بأحجام مختلفة غير ملونه لتمثيل مكونات القشرة الارضية من ترب وصخور في اعداد الخرائط الجيولوجية والإشكال الارضية ،الشكلان(4-10)انواع الرموز.

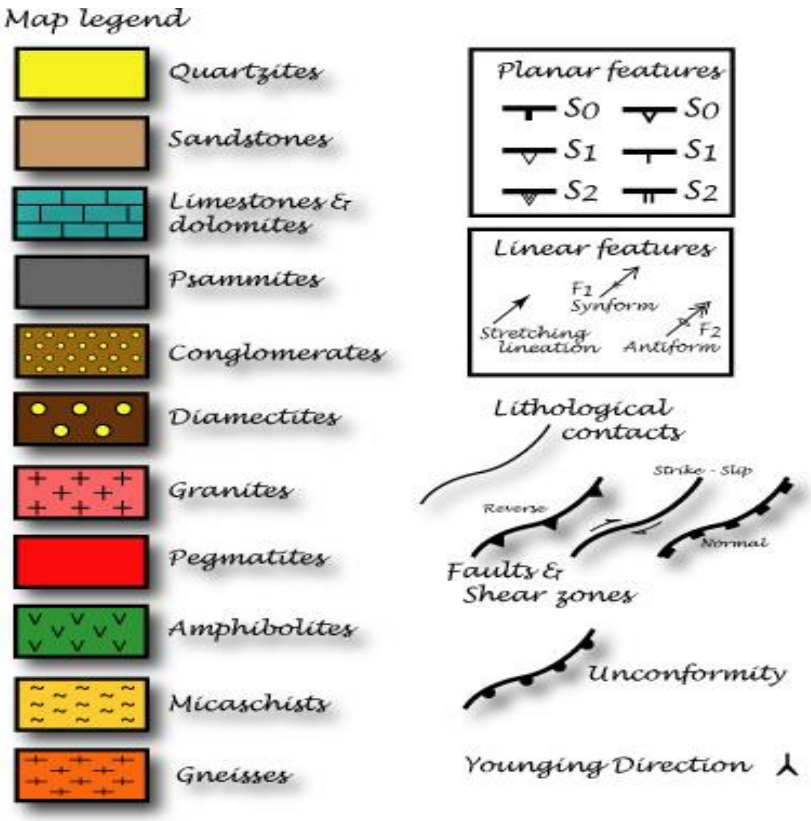


SYMBOL	LITHOLOGY	SYMBOL	LITHOLOGY
	Breccia		Limestone
	Conglomerate		Dolostone
	Sandstone		Volcanic rocks
	Siltstone		Plutonic rocks
	Shale		Plutonic rocks
	Coal		Metamorphic rocks

ثانيا-استخدام الالوان والرموز الدلالية:

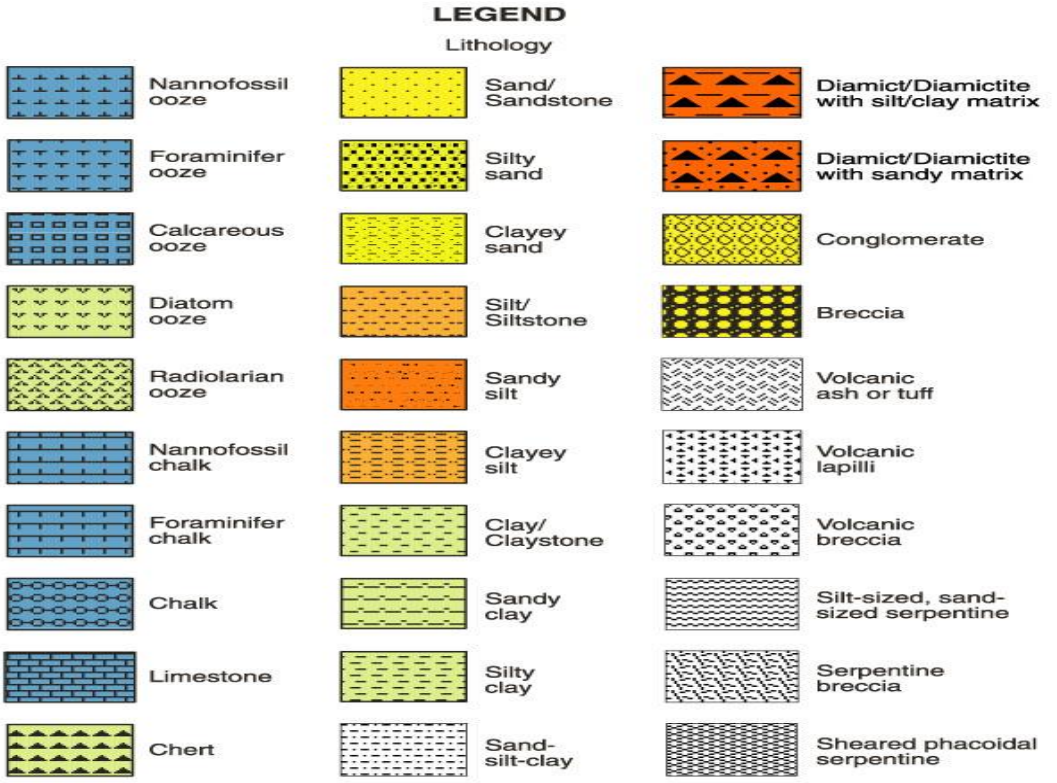
تستخدم الالوان والرموز الدلالية في تمثيل مكونات القشرة الارضية وما تتضمنه من تراكيب،الشكلان(5-10)الالوان والرموز الدلالية التي تستخدم في اعداد الخرائط الطبيعية.

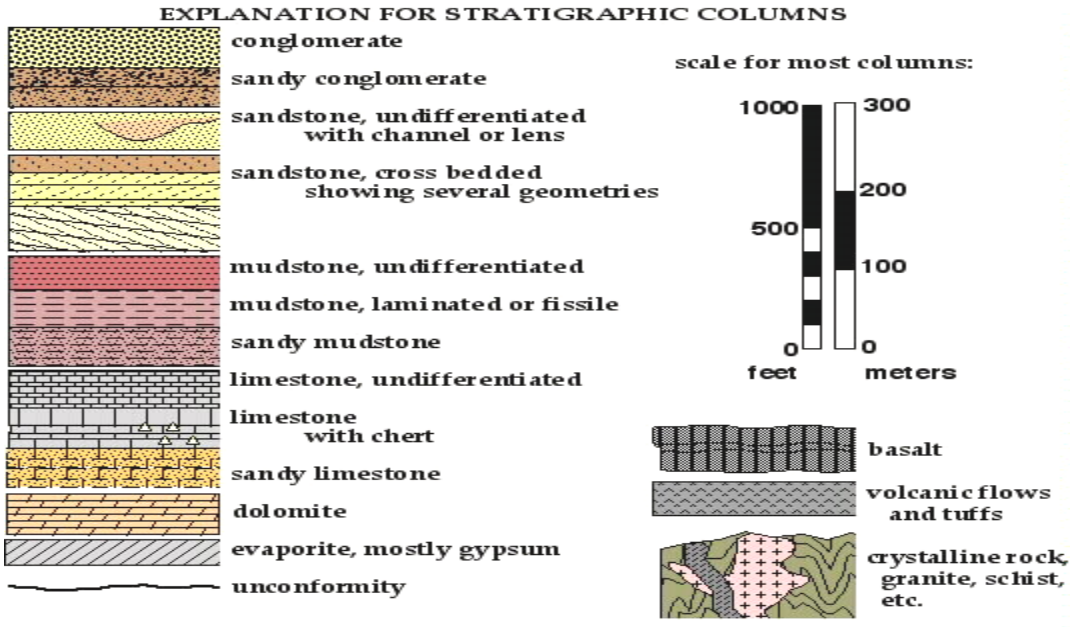

Geologic Rock Symbols
Sandstone
Limestone
Shale
Siltstone
Conglomerate
Breccia
Rock Salt
Dolomite
Arkose
Schist
Folded Schist
Gneiss
Foliated Metamorphic Rock
Granite
Basalt
Intrusive Igneous Rock
Extrusive Igneous Rock
Basaltic Lava Flows
Fault
Contact Zone
Unconformity
Colors are subjective & change from map to map.



ثالثا-استخدام الالوان والإشكال الهندسية والتضليل:

تستخدم الالوان والاشكال الهندسية والتضليل في تمثيل المعادن المكونة للقشرة الارضية،سواء كانت منفردة او ممزوجة ببعضها،الشكلان(6-10)انواع الالوان والاشكال الهندسية والتضليل.

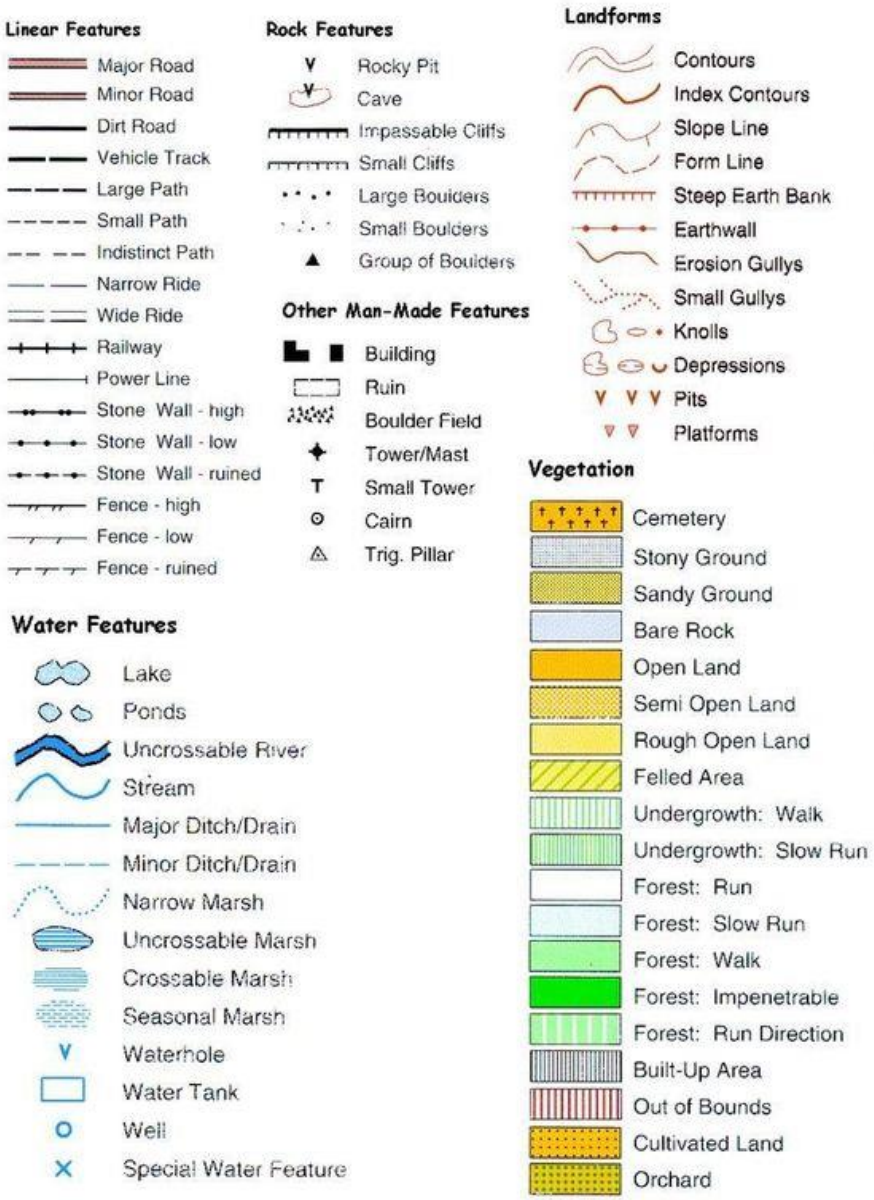




note: on columns, color shown for rock unit approximates outcrop color

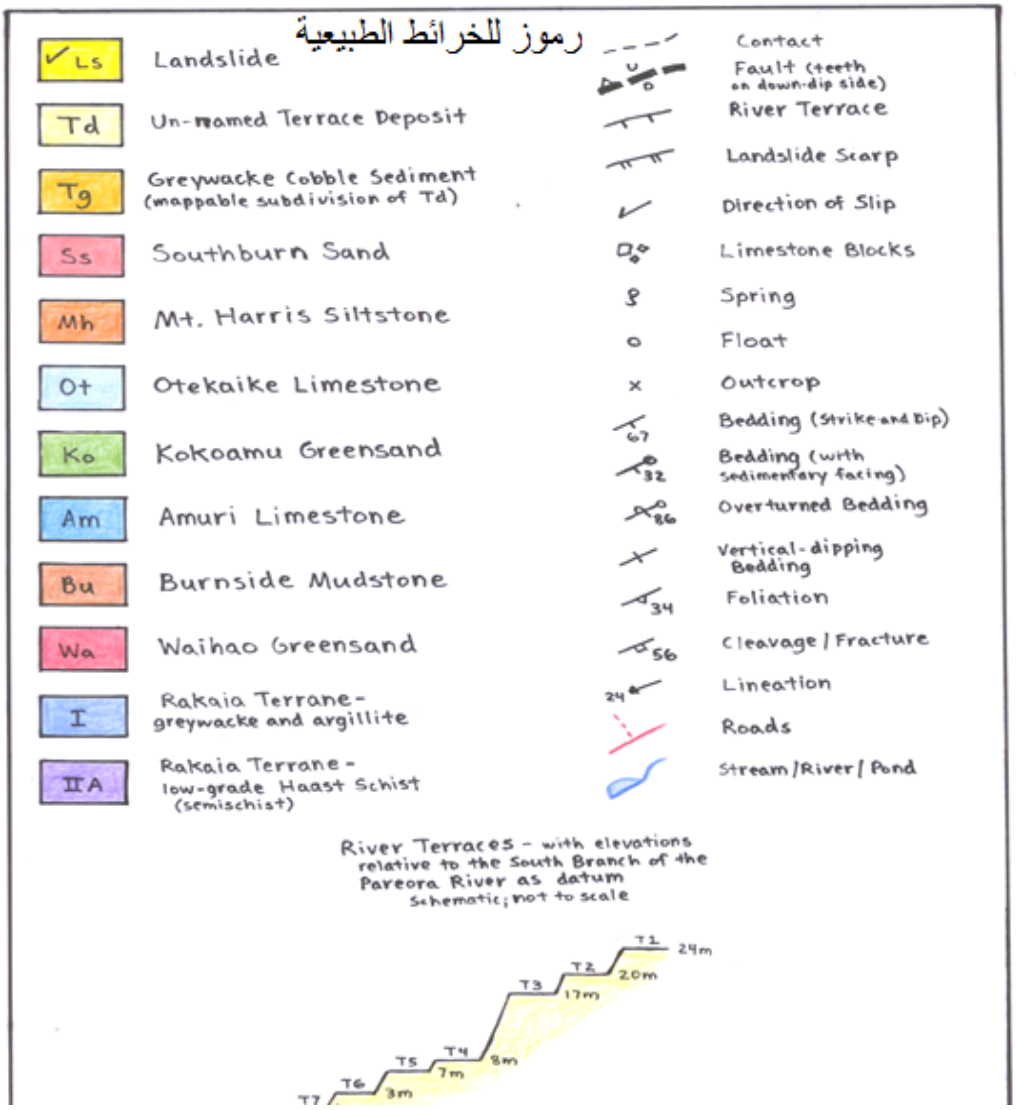
رابعا-استخدام الرموز الخطية والشكلية والألوان:

تستخدم الرموز الخطية والشكلية لتعبر عن الظاهرات التي تضمها القشرة الارضية،اذ تستخدم خطوط تحمل علامات معينة للدلالة على ظاهرة ما،او استخدام رمز معين للدالة على ظاهرة ما،وقد تستخدم الالوان بشكل مستقل او مع الرموز للتعبير عن معدن او نبات اواي ظاهرة، شكل(7-10)الرموز خطيه وشكليه والوان.



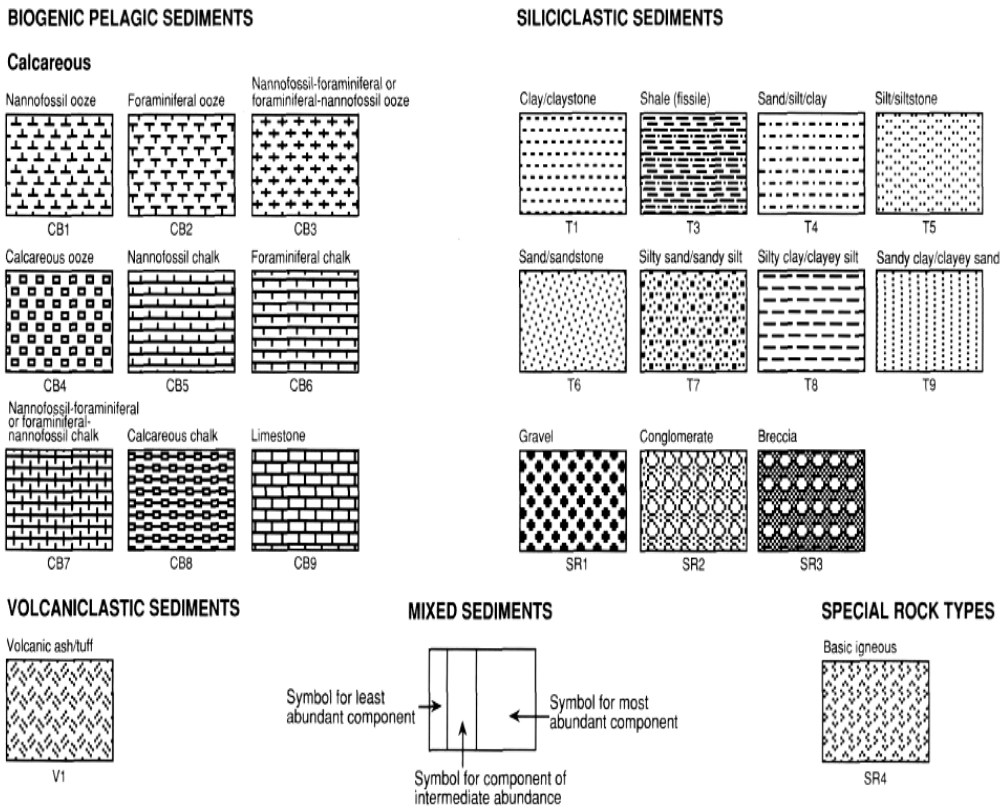
خامسا-استخدام الالوان والحروف والرموز الدلالية:

تستخدم الالوان والحروف للدلالة على تكوينات القشرة الارضية،وتستخدم الرموز الدلالية والخطية للتعبير عن بعض الظاهرات الطبيعية والتراكيب الاولية والثانوية،شكل(8-10)انواع الرموز.



سادسا استخدام الرموز والأرقام بدون الوان:

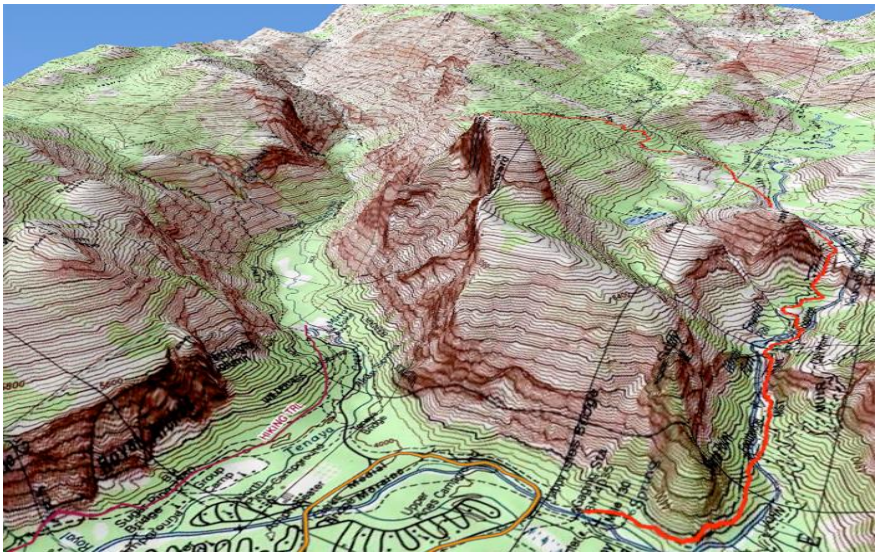
يعتمد بعض الباحثين اسلوب الرموز البسيطة من الخطوط والنقاط والإشكال الهندسية،ويتم اعطاء رموز وارقام لكل شكل لتعبر عن تكوينات معينة، شكل(9-10)الرموز من الخطوط والنقاط والإشكال الهندسية والرموز والأرقام.



المبحث الرابع- تمثيل الاشكال الارضية بالخرائط

اولا- التمثيل بالخطوط الكنتورية

الشكلان(10-10) خرائط كنتورية تمثل مظاهر سطح الارض





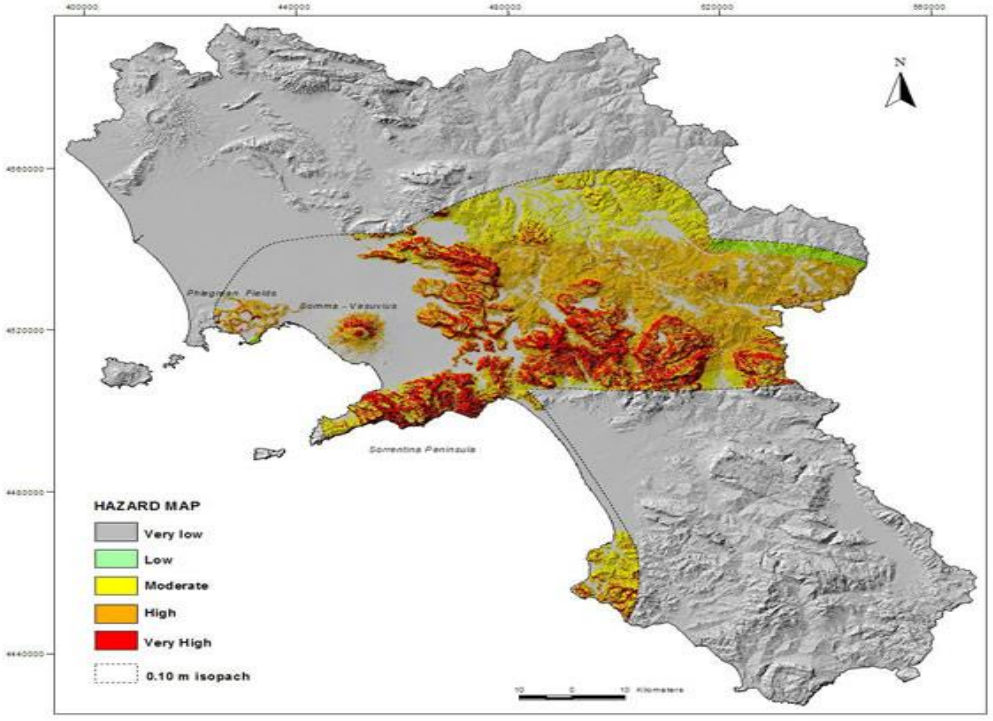
ثانيا-التمثيل بالأشكال المجسمة

شكل(11-10)مجسم يمثل مظاهر السطح



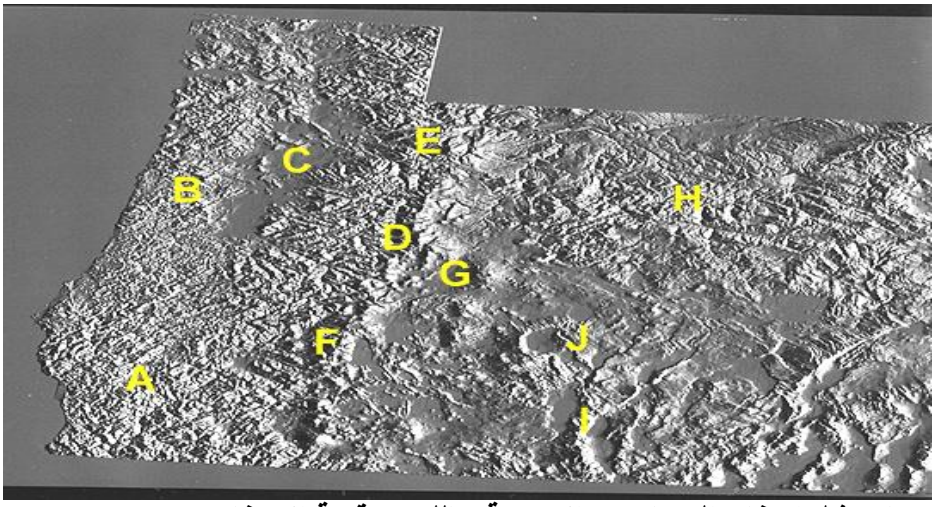
ثالثا-التمثيل بالإشكال المجسمة والألوان

شكل(12-10)اشكال مجسمة وملونة توضح مظاهر سطح الارض



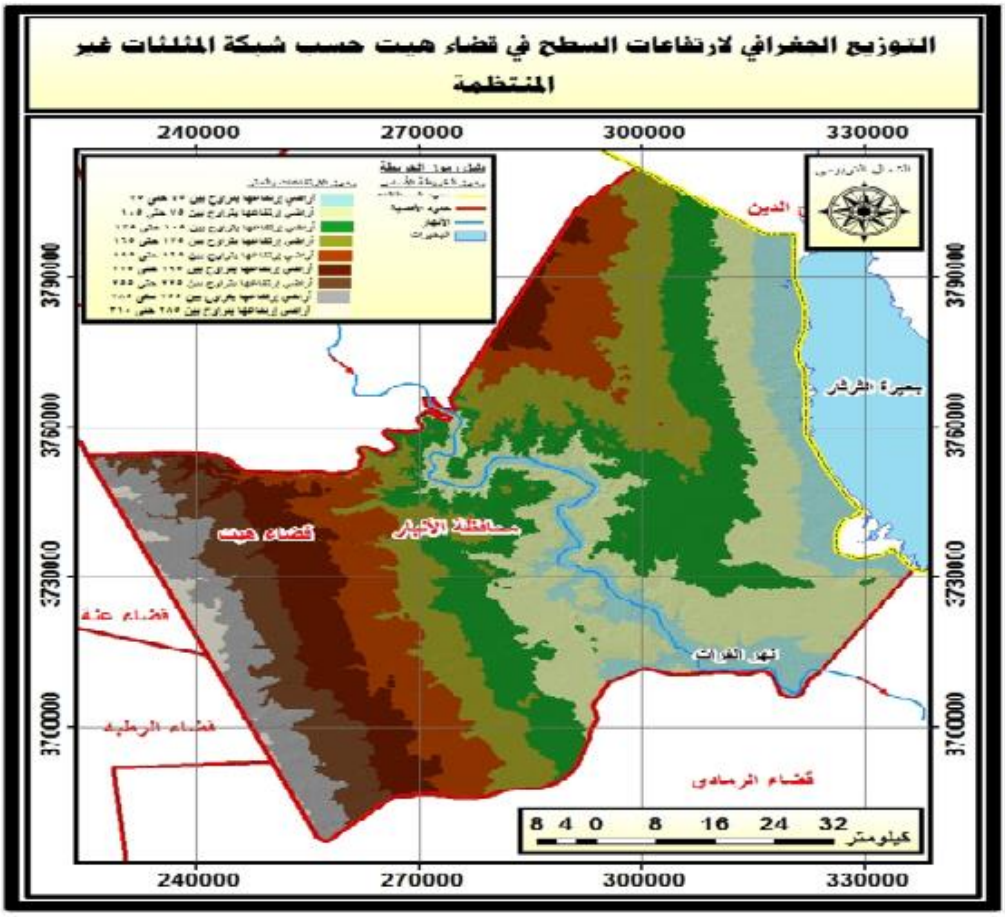
رابعا-التمثيل بالاشكال المجسمة والحروف

شكل(13-10) تمثيل سطح الارض بشكل مجسم مع الحروف



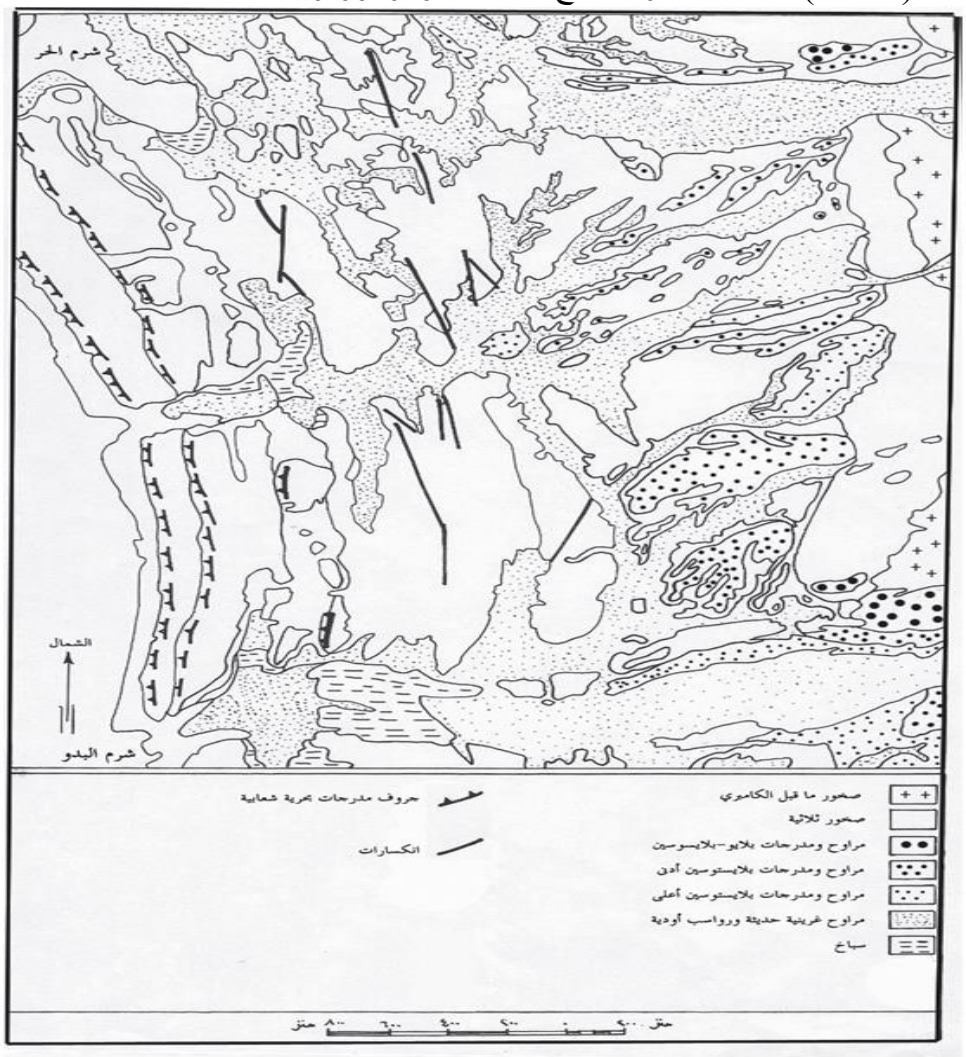
خامسا-تمثيل ارتفاع التضاريس الارضية باللون وقيمة الارتفاع

شكل(14-10) مظاهر السطح باللون وقيمة الارتفاع



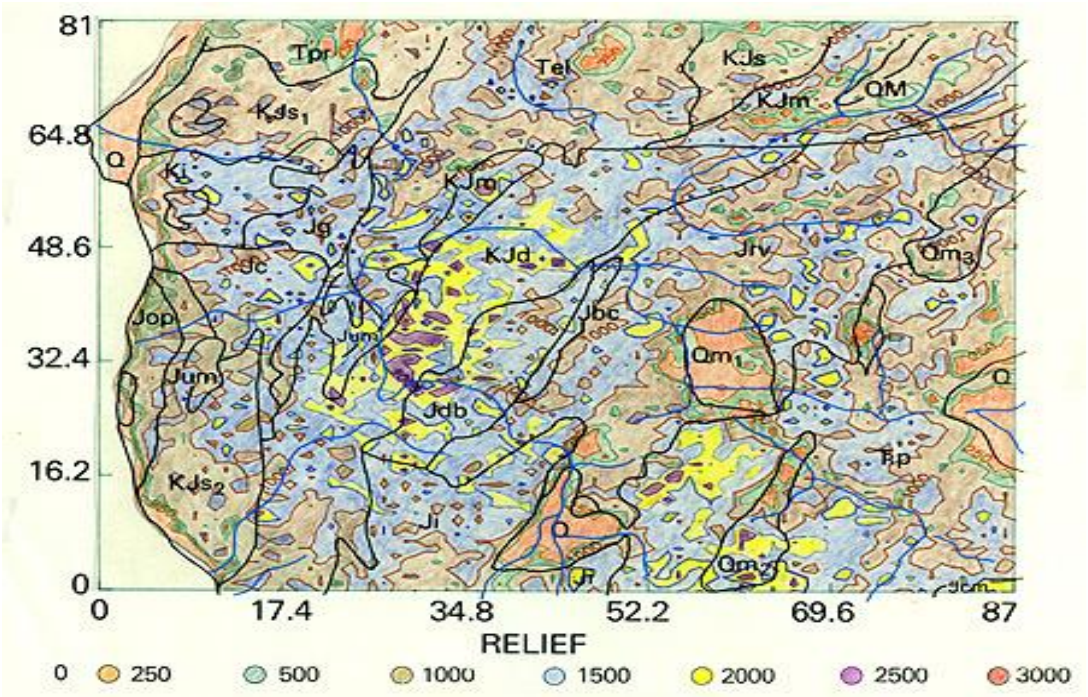
سادسا-التمثيل بالتضليل والرموز والعلامات

شكل(15-10) تمثيل مظاهر السطح بالتضليل والرموز والعلامات.



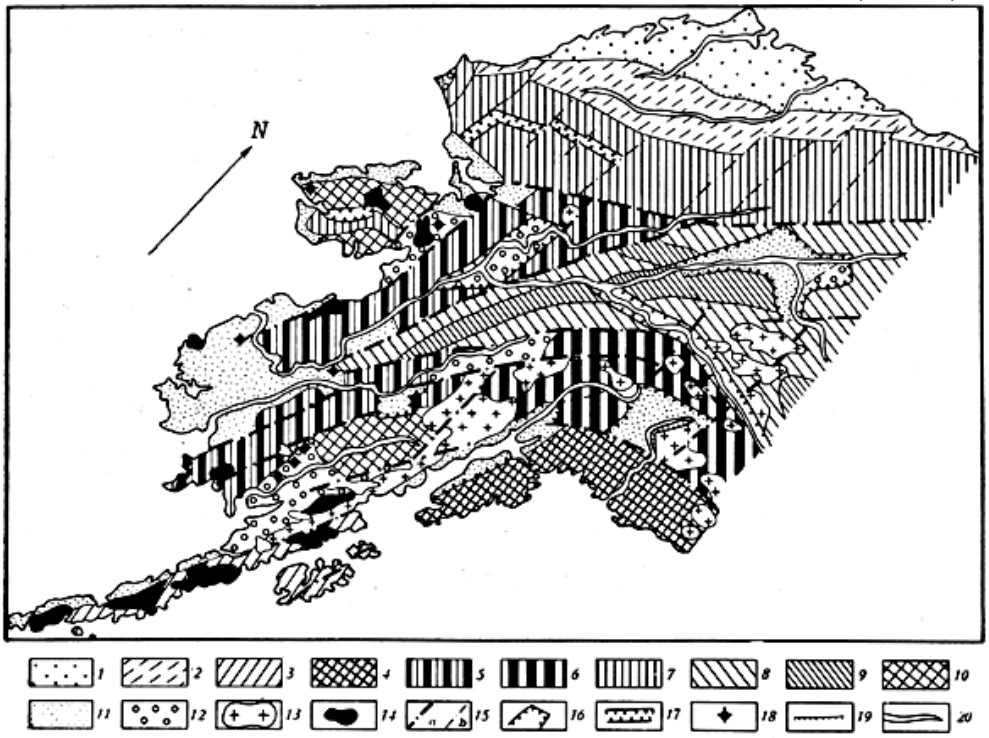
سابعا-التمثيل باللون والرمز والرقم

شكل(16-10) مظاهر السطح بالالوان والرمز والرقم.



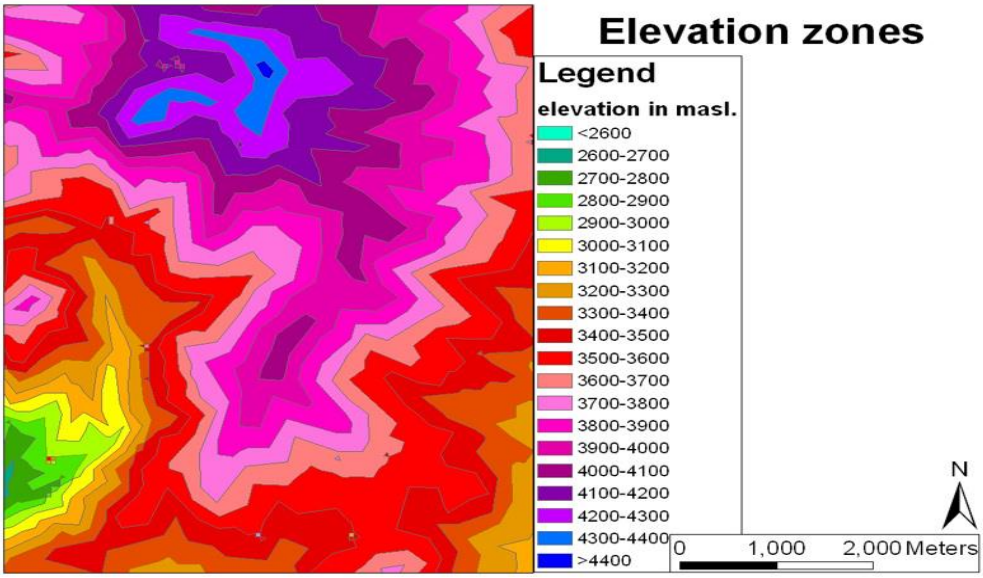
ثامنا- التمثيل بالتضليل بخطوط ونقاط وعلامات دلالة باللون الاسود

شكل(17-10) التمثيل بالخطوط والنقاط وعلامات الدلالة وباللون الاسود.

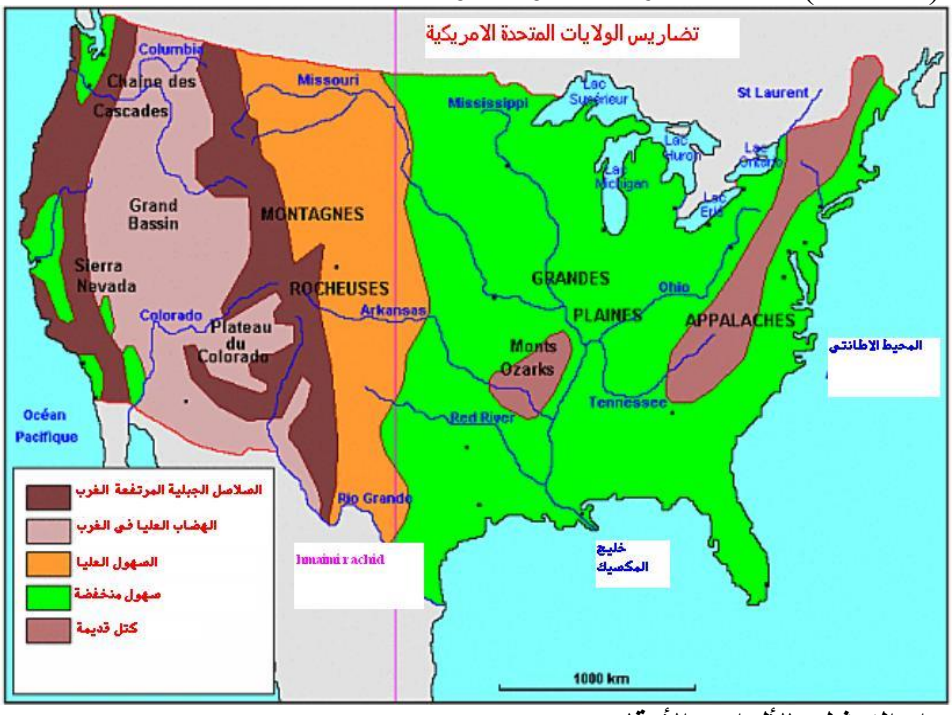


تاسعا- التمثيل بالالوان الكمية والنوعية

شكل(18-10أ) تمثيل التضاريس بالالوان الكمية

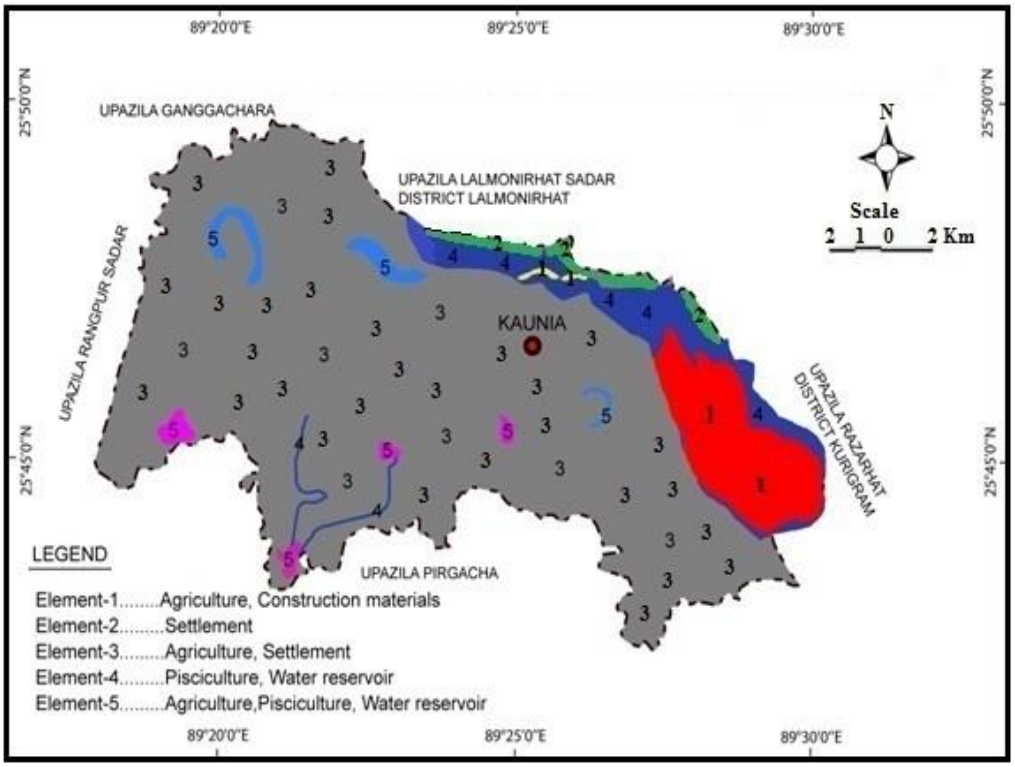


شكل(18-10ب) تمثيل التضاريس بالألوان النوعية



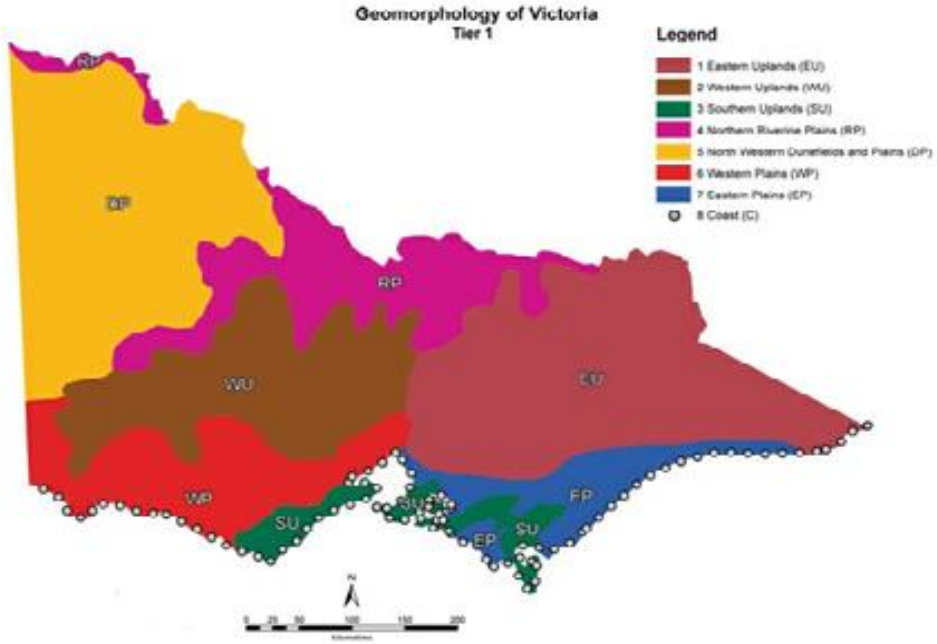
عاشرا- التمثيل بالألوان والأرقام

شكل(19-10)تمثيل سطح الارض بالألوان والأرقام.



احد عشر-التمثيل بالألوان والرموز بالحروف

شكل(20-10)تمثيل سطح الارض بالالوان والحروف.



اثنا عشر-تمثيل التعرية بالألوان

شكل(21-10)تمثيل التعرية بالالوان.

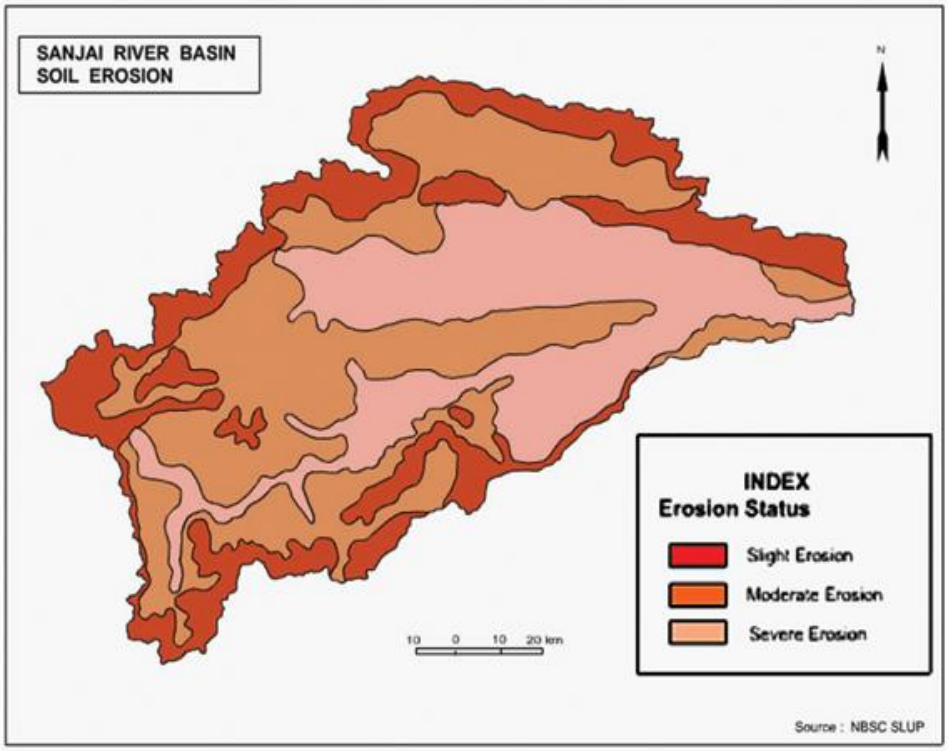
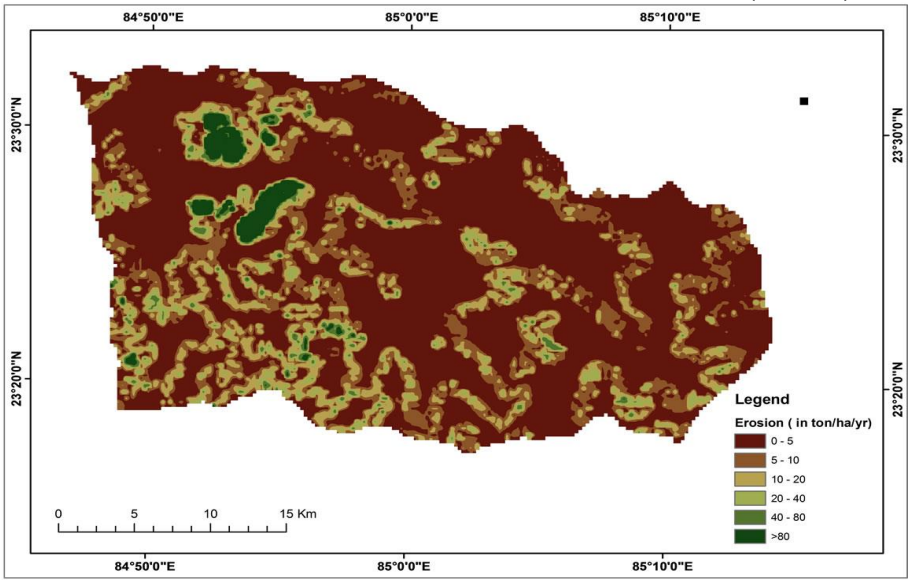


FIGURE 6: Sanjai River Basin – Soil Erosion

ثلاثة عشر-تمثيل التعرية باللون والدرجة

شكل(22-10)تمثيل التعرية باللون والدرجة.



اربعة عشر-تمثيل احواض الانهار

شكل(10-23)تمثيل مظاهر السطح في حوض النهر.

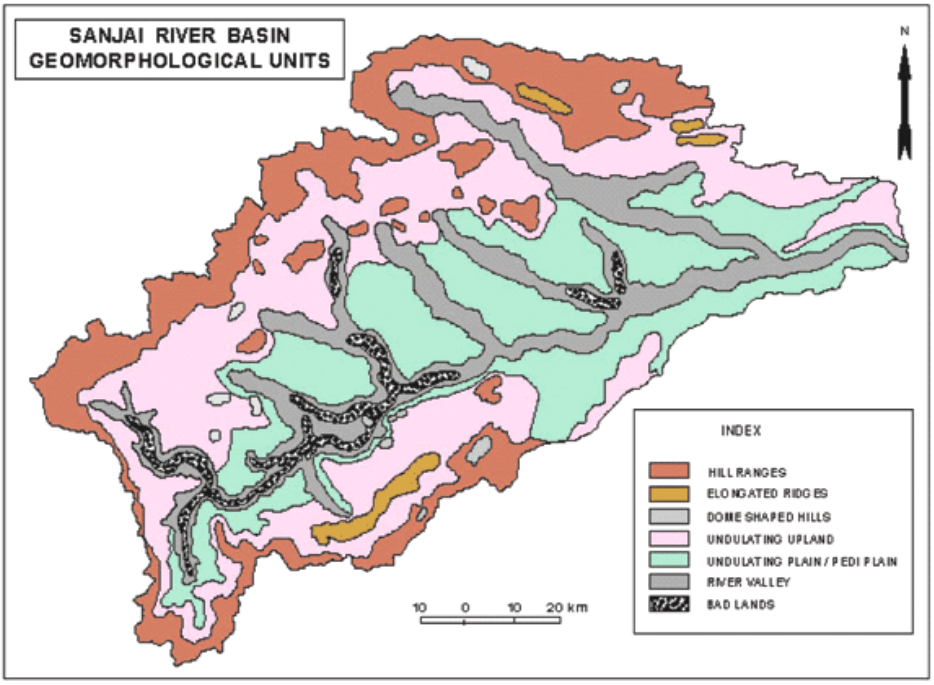


FIGURE 3: Sanjai River Basin – Geomorphological Units

خمسة عشر- تمثيل درجة الانحدار بالألوان

شكل(10-24)تمثيل انحدارات المنطقة بالوان تعبر عن درجة الانحدار.

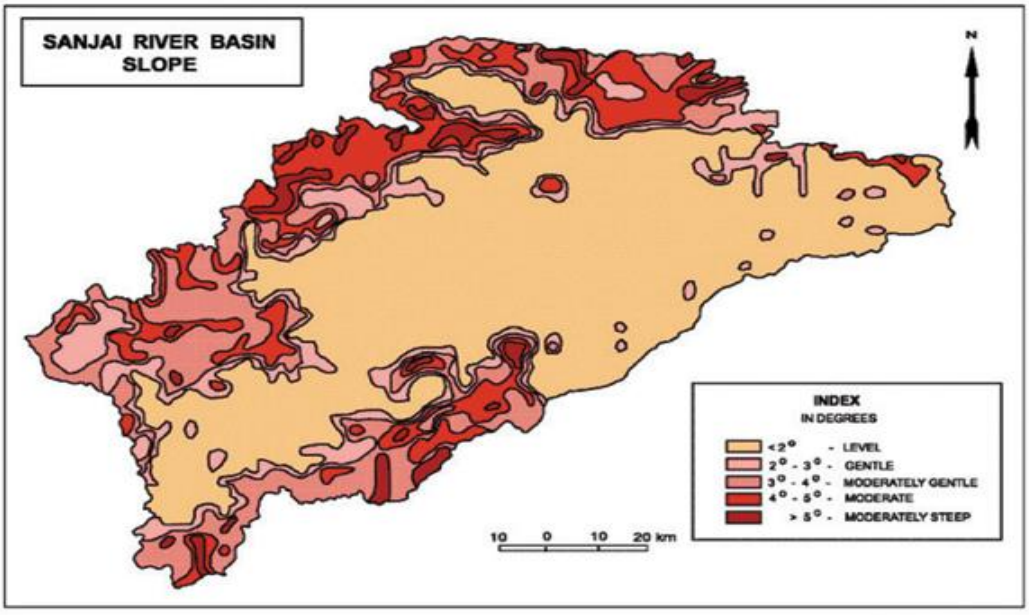
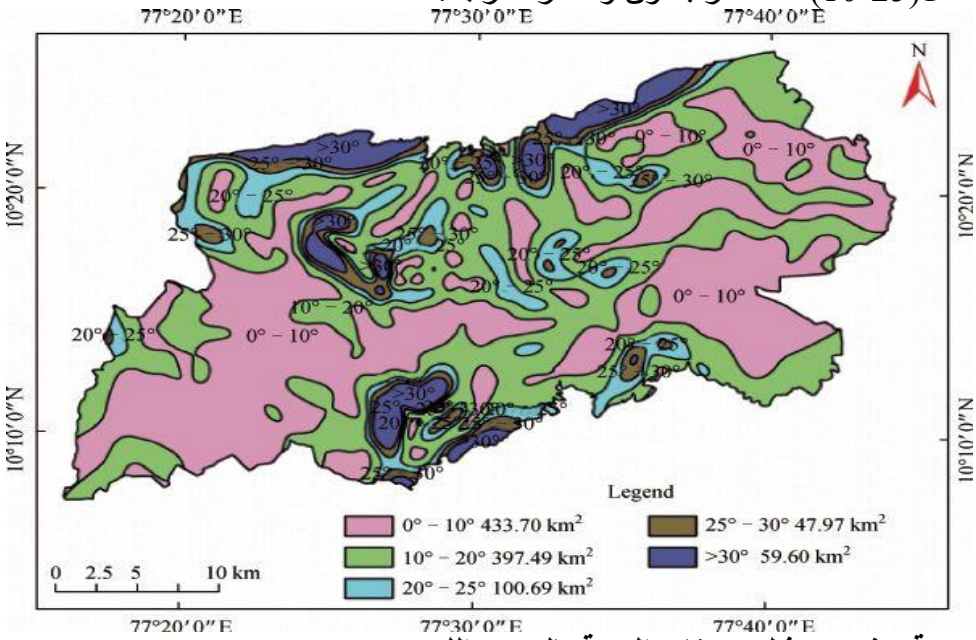


FIGURE 4: Sanjai River Basin – Slope

ستة عشر-تمثيل الانحدار باللون ومقدار الدرجة

شكل(25-10) الانحدار باللون ومقدار الدرجة.



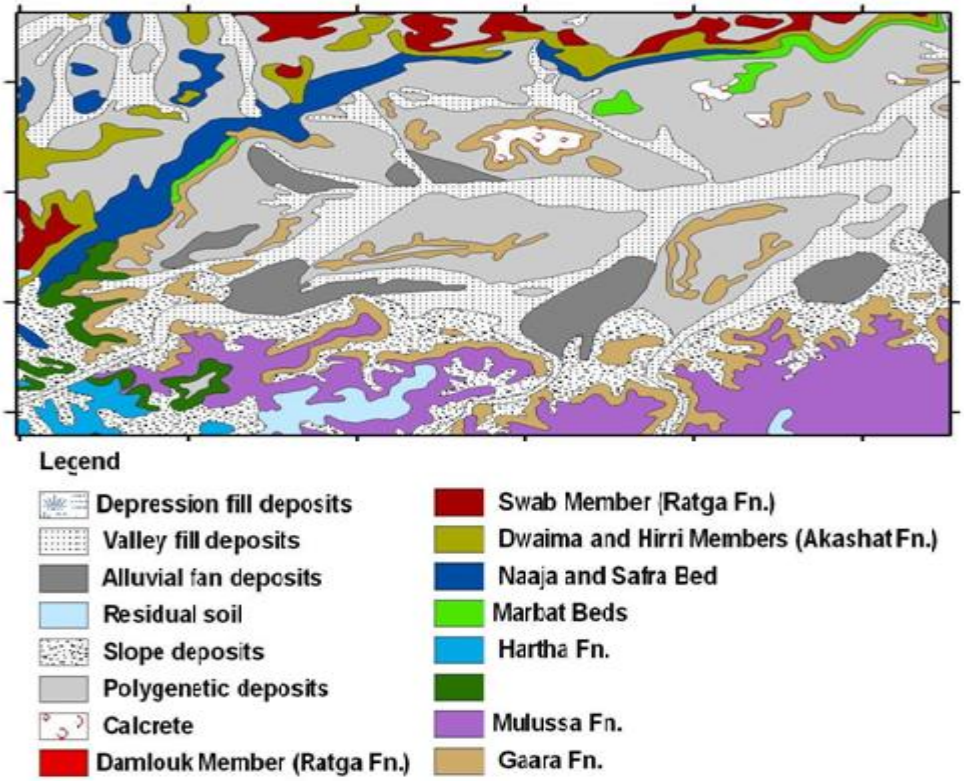
سبعة عشر- تمثيل مكونات التربة بالرمز واللون

شكل(26-10) عمود يمثل مكونات التربة حسب حجم الحبيبات

MAJOR DIVISIONS 1	2	LETTER 3	SYMBOL HATCHING 4	SYMBOL COLOR 5	NAME 6
COARSE-GRAINED SOILS	GRAVELS AND GRAVELLY SOILS	GW		RED	GRAVEL OR SANDY GRAVEL WELL GRADED
		GP			GRAVEL OR SANDY GRAVEL POORLY GRADED
		GM		YELLOW	SILTY GRAVEL OR SILTY SANDY GRAVEL
		GC			CLAYEY GRAVEL OR CLAYEY SANDY GRAVEL
	SANDS AND SANDY SOILS	SW		RED	SAND OR GRAVELLY SAND WELL GRADED
		SP			SAND OR GRAVELLY SAND POORLY GRADED
		SM		YELLOW	SILTY SAND OR SILTY GRAVELLY SAND
		SC			CLAYEY SAND OR CLAYEY GRAVELLY SAND
FINE-GRAINED SOILS	SILT AND CLAY SOILS (LOW LIQUID LIMIT)	ML		GREEN	SILTS, SANDY SILTS, GRAVELLY SILTS, OR DIATOMACEOUS SOILS
		CL			LEAN CLAYS, SANDY CLAYS, OR GRAVELLY CLAYS
		OL			ORGANIC SILTS OR LEAN ORGANIC CLAYS
	SILT AND CLAY SOILS (HIGH LIQUID LIMIT)	MH		BLUE	MICACEOUS SILTS, DIATOMACEOUS SOILS, OR ELASTIC SILTS
		CH			FAT CLAYS
		OH			FAT ORGANIC CLAYS
FIBROUS ORGANIC SOILS		Pt		ORANGE	PEAT, HUMUS, AND OTHER ORGANIC SWAMP SOILS

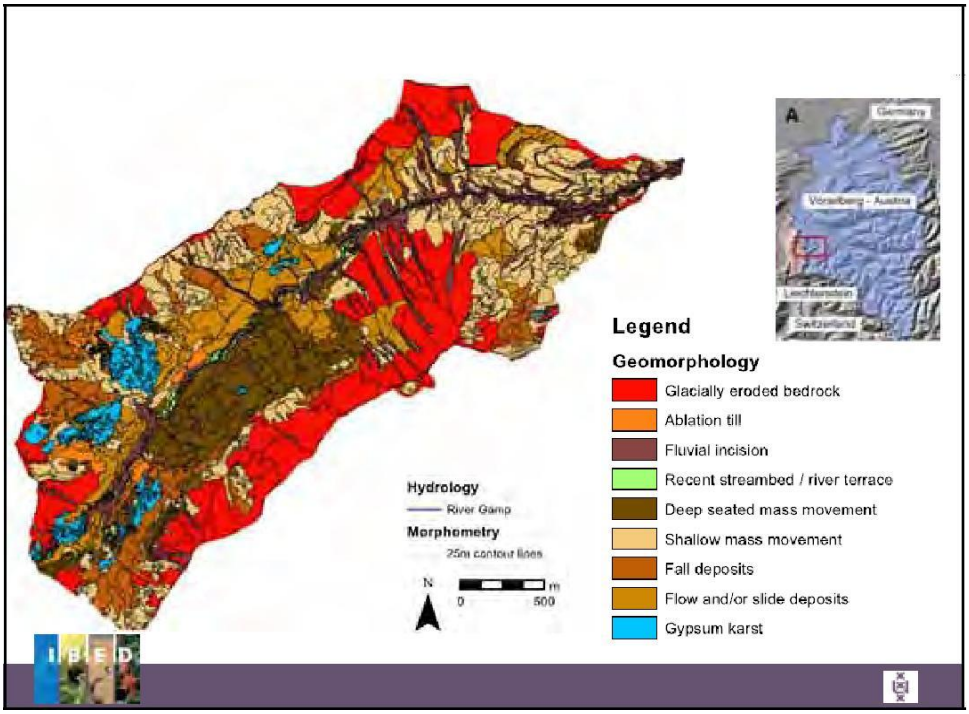
ثمانية عشر-تمثيل المنخفضات الصحراوية

شكل(27-10)تمثيل المنخفضات الصحراوية(منخفض الكعرة).



تسعة عشر- تمثيل تكوينات الاودية الجافة بالألوان

شكل(28-10) تمثيل تكوينات الاودية الجافة بالالوان.



عشرون- تمثيل السواحل والشواطئ

شكل(29-10)تمثيل السواحل والشواطيء بالالوان والرموز

