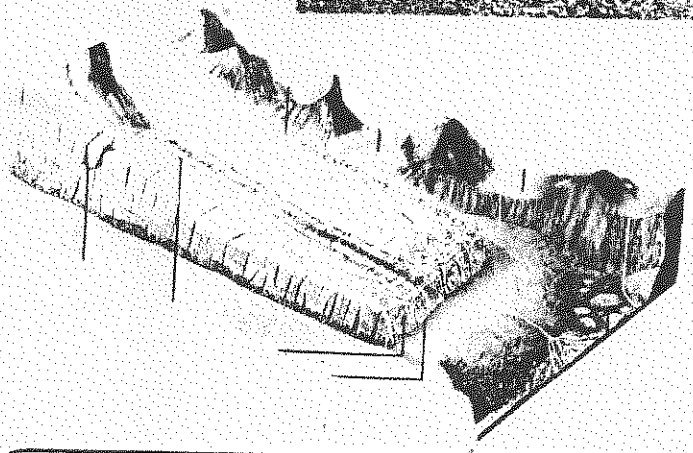
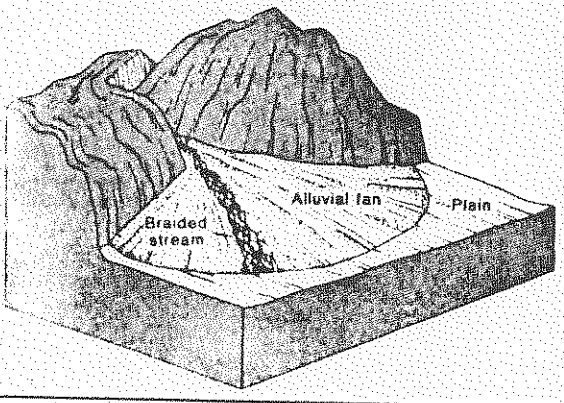
وزارة التعليم االعالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية
كلية التربية





تأليف

د. تغلب جرجيس داود

أستاذ مساعد

قسم الجغرافية - كلية التربية - الجامعة المستنصرية

المقدمة

توسعت وتطورت المعارف والعلوم وتغيرت مناهج دراستها واصبحت تؤكد على الجانب العملي وتسعى لتزويد الطلبة بالمعلومات العملياتية ذات العلاقة بالجانب التطبيقي وربط العلم بالحياة والمجتمع .

ورغبة في ترسيخ قواعد النهضة العلمية التي يطمح المجتمع العراقي الوصول اليها ، اعادت وزارة التعليم العالي والبحث العلمي النظر في مناهج ومفردات المواد التي تدرس في الجامعات العراقية لتواكب التطور الحاصل في المجتمعات الاخرى والعمل على اعداد كتب تزود طلبتنا الاعزاء (قادة المستقبل) بمعلومات وتقنيات يستفيدون منها في الجانب المهني التطبيقي بالاضافة الى المعرفة النظرية الاكاديمية .

لقد ساهم الجغرافيون في العراق في نشر المعرفة في حقل الجيومورفولوجيا حيث نشروا ابحاثاً والفوا كتباً كما اعدت رسائل ماجستير واطاريح دكتوراه تناولت دراسة وتحليل اشكال سطح الارض في العراق ، ولقد كان للمرحوم استاذنا (د . وفيق حسين الخشاب) دوراً كبيراً في هذا المجال ، وكانت تلك الاهتمامات تفتقر على الاساس النظري وفق المنهج الكلاسيكي الذي اعتمده وليم موريس ديفز ، بينما كان الاهتمام بالجانب التطبيقي محدوداً وباستثناء محاولة وحيدة لتأليف كتاب في الجيومورفولوجيا التطبيقية عام ١٩٧٨ .

لقد تغيرت طبيعة الدراسات الجيومورفولوجية ومجالاتها في النصف الثاني من القرن العشرين وانتقلت من التأكيد على دراسة دورة التعرية لاشكال سطح الارض الى تحليل التوازن الديناميكي للعلاقة بين اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية واثر النشاط البشري على تلك العمليات ودور الانسان بآعتباره عاملاً جيومرفولوجيا يساهم في تنوع اشكال سطح الارض وتباين تطورها من وقت لاخر ومن مكان لاخر .

ويؤكد المجال التطبيقي لعلم اشكال سطح الارض على استخدام طرق التحليل الجيومورفولوجية في تخطيط البيئة وادارتها وايجاد الحلول للمشاكل المتعلقة باستعمال الارض ، لذا تنوعت وتباينت الدراسات التطبيقية نظراً لتنوع البيئات الجيومورفولوجية وتعدد العوامل والعمليات الجيومورفولوجية .

ويتطلب المجال التطبيقي لعلم اشكال سطح الارض ، استخدام تقنيات منظورة لها علاقة بعلوم اخرى ، وتنسيق جيد مع نتائج الدراسات التجريبية لتلك العلوم للتعويض عن النقص الحاصل في الاحصاءات والبيانات الضرورية لتحليل العلاقة بين اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية ، ليستطيع الباحثون من تفسير وتحليل وتعليل المتغيرات البيئية المختلفة في اشكال سطح الارض المترتبة على استعمال الارض واستغلالها ، وهذا يتطلب تغييراً في اسلوب التدريس وفي المناهج الدراسية المعتمدة ليتمكن طلبة المستقبل من الاطلاع على التقنيات الضرورية للدراسات التطبيقية وتطوير امكاناتهم المهنية لتوفير فرص عمل جديدة عوضاً عن الاهتمام بالدراسات الاكاديمية الصرفة .

وتقسم الدراسات التطبيقية الى نوعين :-

١- ابحاث متقدمة تهدف الى الاحاطة بالمشاكل البيئة وجمع المعلومات ذات العلاقة لتطوير منطقة معينة ضمن عقود تبرم مع الجهات المعنية . ان مثل هذه الدراسات تتطلب اعداد دراسات عميقة وخلال فترة قصيرة ، وبرامج مراقبة لتحديد نشأة اشكال سطح الارض وتوزيعها ومراقبة عمليات التعرية والارساب ونستدعي من الباحث ان يكون متمتعاً بخبرة جيومورفولوجية واسعة وقدرة عالية على استقراء سطح الارض ووضع الحلول للمشاكل قيد الدراسة ، وقد تحتاج الى اعداد نماذج نظرية معقدة وخرائط جيومورفولوجية تفصيلية ، وخرائط استعمال الارض توضح الاماكن المحتمل تعرضها للكوارث الطبيعية او تحديد الاراضي الملائمة او الغير الملائمة للزراعة او السكن او النقل . . . الخ .

٢- ابحاث اكاديمية ذات اهداف علمة ، وتتضمن تطبيق طرق علمية لوضع الحلول لمشاكل البيئة على الرغم من افتقار الباحثين للمعلومات او الامكانات التقنية والمؤهلات اللازمة للدراسة والتحليل .

لقد اكد الفصل الرابع من الكتاب على بعض الوسائل المكتبية او الميدانية الاساسية التي لابد لطالب الدراسات الاولية الجامعية من التعرف عليها والالمام بها لتطوير قدراته البحثية والمهنية لتحليل اشكال سطح الارض واعداد الخرائط الجيومورفولوجية ولتعميق مفهوم واهمية الدراسات التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض ، في حين تناول الفصل الاول المفاهيم النظرية لعلم اشكال سطح الارض واهميته التطبيقية ، مع التأكيد على القوى والعمليات التي تساهم في نشأة وتطور سطح الارض والعلاقة بين الشكل والعملية الجيومورفولوجية بما يتفق والمجالات التطبيقية العديدة لعلم اشكال سطح الارض التي فصلت في الفصل الثاني من الكتاب ، ونظرا لاتساع البيئة الجيومورفولوجية وتنوعها ، فلقد اقتصرت الدراسة على اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية الملائمة لبيئة الوطن العربي .

كما تناول الفصل الرابع الطرق المتبعة لاعداد الخرائط المورفولوجية والخرائط الجيومورفولوجية وخرائط تصنيف الاراضي وتقييمها وامكانيات استخدام تقنيات الحاسوب في هذا المجال .

لقد اعتمد عند اعداد الكتاب على مصادر ومراجع عربية واجنبية كما زود بخرائط واشكال بيانية ليستفيد منها الطالب عند تحليل اشكال سطح الارض وتفسيرها ، لقد جاءت مفردات الكتاب مطابقة لمفردات منهج مادة علم اشكال سطح الارض التطبيقي الذي اقرته الهيئة القطاعية لطلبة المرحلة الثالثة لاقسام الجغرافية لكليات التربية في جامعات القطر واستجابة للامر الاداري المرقم ١١٨٨ والمؤرخ في ١٩٩٩/٤/٢٩ المتضمن بتكليفي لتأليف الكتاب .

ولقد كان الهدف من تأليف الكتاب رفد المناهج الدراسية في اقسام الجغرافية بما ينمس ويطور قدرات الطلبة

المهنية والنظرية ، ان الرصانة والقوة العلمية للمواضيع الدراسية واهميتها ضمن حقول المعرفة تكمن فيما تقدمه من فائدة وخدمة للمجتمع ، لذلك يجب ان لا تفتقر مهمة الجامعات من تدريس مادة الجغرافية على اعداد مدرسين اكاديميين مزودين بثقافة نظرية عامة ، بل تزويدهم بمعارف تفيدهم في مجالات وتخصصات مهنية اخرى .

الحمد لله الذي يسر امري لاعداد هذا العمل المتواضع ، ولا يسعني وانا اكمل انجاز الكتاب من التوجه بالشكر والتقدير الى وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / الهيئة القطاعية / كليات التربية ، لدعمها في اعتماد الكتاب وطبعه .

واتقدم بالشكر الجزيل الى أ . د . صباح محمود محمد عميد كلية التربية / الجامعة المستنصرية بتشجيعه المستمر والمتواصل لانجاز الكتاب . كما اتقدم بالتقدير الى رئاسة قسم الجغرافية في كلية التربية / وزملائي اعضاء الهيئة التدريسية لمساندتهم ودعمهم وتعاونهم لاعداد مسودات الكتاب واذكر منهم المدرس اياد علي فارس الذي نفذ الخرائط والاشكال البيانية .

واتقدم بالشكر الجزيل الى السيد شعبان صدام الامارة مدير الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة وموظفي الدار واخص بالذكر ، السيدة خيرية هاشم مسؤولة المتابعة ، والانسة سكنه عبد اللطيف مسؤولة قسم التنضيد الضوئي والانسة زينب يوسف مسؤولة قسم المونتاج لجهودهم في طبع الكتاب واعداده خلال فترة قصيرة .

واخيراً ، لابد من تسجيل اعتزازي باحبتي الذين وقفوا معي ، ضحوا براحتهم من اجلي ، الى مملكتي الصغيرة (زوجتي وابنتي) .

والله ولي التوفيق

المؤلف

آب / ٢٠٠٢

قائمة المحتويات

العنوان	الصفحة
الفصل الاول مفهوم علم اشكال سطح الارض التطبيقي ، مناهج دراسته وعلاقته بالعلوم الاخرى واهميته	٥
المبحث الاول القوى المؤثرة في تكوين اشكال سطح الارض [الطاقة الشمسية ، حرارة باطن الارض ، الجاذبية الارضية] . مصادر الطاقة واشكال سطح الارض ، ارتفاع سطح اليابس وتغير مستوى سطح البحر ، التغيرات المناخية	١٧ - ٢٦
المبحث الثاني اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية والانسان	٣٠ - ٣٣
المبحث الثالث مناهج الدراسة لعلم اشكال سطح الارض التطبيقي	٣٤ - ٤٠
طريقة الفرض المسبق . الطريقة الاستنتاجية والاستقرائية ، منهج النظم في الدراسات الجيومورفولوجية ، النظام المفتوح ، مفهوم البداية الجيومورفولوجية .	
المبحث الرابع علاقة علم اشكال سطح الارض التطبيقي بالعلوم الاخرى	٤١ - ٤٥
المبحث الخامس الاهمية التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض .	٤٦ - ٧٤
١- التخطيط العمراني المدني والريفي . [ملائمة الارض لبناء المدينة . العلاقة بين توسع المدينة واشكال سطح الارض . دور الجيومورفولوجيا في تخطيط المدينة وتنظيم بيئة الريف] .	
٢- الانشاءات الهندسية ، [طرق النقل البرية ، بناء السدود والخزانات] .	
٣- استكشاف الثروات الاقتصادية [المحاجر ، مقالع مواد البناء ، صناعة الخرسانة ، تمييز رواسب خامات المعادن واستغلالها . المكامن النفطية] .	
٤- اهمية اشكال سطح الارض للدراسات العسكرية	
٥- دراسة الترب وادارة الاراضي الزراعية .	
الفصل الثاني مجالات الدراسة لعلم اشكال سطح الارض التطبيقي	٧٥
المبحث الاول عمليات التجوية . مفهوم التجوية . ضوابط التجوية [صفات الصخور . الغلاف الغازي . عناصر البيئة المحلية]	٧٨ - ٨٥
المجالات التطبيقية للتجوية	
المبحث الثاني احواض الانهار . نظام المياه الجارية . جيومورفولوجية احواض الانهار . الفيضانات ، التوازن الديناميكي للانهار . النشاط البشري واحواض الانهار	٨٦ - ١١٩
المبحث الثالث منحدرات سطح الارض . شكل المنحدرات . القوى والعمليات الجيومورفولوجية	١٢٠ - ١٣٧

العنوان	الصفحة
العاملة على المنحدرات . تطور المنحدرات ، الانسان وتطور المنحدرات	
المبحث الرابع الرياح واشكال سطح الارض . اشكال الارساب الريحي ، العمل الجيومورفولوجي للرياح ، الارساب بواسطة الرياح	١٣٨ - ١٤٦
المبحث الخامس انغساف سطح الارض ، تماسك واندماج مواد سطح الارض ، سحب الموائع من باطن الارض وانغساف سطح الارض ، الانغسافات الارضية وظاهرة الكارست ، اشكال سطح الارض المرافقة لظاهرة الكارست . الانغسافات الارضية من ذوبان الجليد .	١٤٧ - ١٥٩
الفصل الثالث وسائل البحث لدراسة علم اشكال سطح الارض التطبيقي	١٦١
المبحث الاول الدراسات المكتبية [الخرائط الجيولوجية ، خرائط وتقارير التربة ، معلومات هيدرولوجية ، الاستشعار عن بعد ، الخرائط الطبوغرافية ودلالتها الجيومورفولوجية ، اعداد القطاعات التضاريسية ، التحليل المورفولوجي لاحواض الانهار ، شكل القناة النهرية	١٦٥ - ٢٠٢
المبحث الثاني الدراسة الميدانية والمختبرية	٢٠٣ - ٢٥٣
الدراسة الجيولوجية . دراسة التربة [قطاع التربة وافاقها]. الحبيبات الخشنة . المنحدرات [قياس شكل المنحدر وتحليل قراءات قياس شكل المنحدر] . احواض الانهار [قياس حركة الماء في الانهار ، قياس التصريف المائي . استقراء التصريف المائي ، قياس المواد الصلبة والمذابة] . دراسة البيئة الحيوية	
الفصل الرابع اعداد الخرائط النهائية ، نظام المعلومات الارضي . تصنيف الاراضي وتقييمها .	٢٢٥
المبحث الاول اعداد الخرائط النهائية [الخارطة المورفولوجية والخارطة الجيومورفولوجية]	٢٥٧ - ٢٦٥
المبحث الثاني نظام معلومات الاراضي [نظام المعلومات الجغرافية]	٢٢٦ - ٢٧٦
المبحث الثالث تصنيف الاراضي [المصطلحات المستخدمة لتصنيف الاراضي ، طرق تصنيف الاراضي ، امثلة عن نظم تصنيف الاراضي ، المجالات التصنيفية لتصنيف الاراضي]	٢٧٧ - ٢٨٥
المبحث الرابع تقييم الاراضي [اهداف تقييم الاراضي ، مراحله ، دور الجيومورفولوجيا في تقييم الاراضي .	٢٨٦ - ٢٩٢
المبحث الخامس بعض المناهج المقترحة لتقييم الاراضي	٢٩٣
قائمة المصادر	٣٠٣
الملاحق	٣١١ - ٣٣٤

قائمة الخرائط والاشكال البيانية

الرقم	العنوان	الصفحة
١	العلاقة بين تغير منسوب سطح البحر والمقطع الطولي للنهر واشكال سطح الارض	٢٧
٢	العلاقة بين البناء الجيولوجي للطبقات الصخرية والشذوذ في شبكة الصرف النهري	٦٦
٣	مسالك المياه خلال التربة	٩٠
٤	المنحنى البياني للتصريف المائي للغطاءات الفيضية والمياه المتحركة خلال التربة وماء الاساس	٩٣
٥	تتابع المواضع الضحلة والعميقة على امتداد مجرى النهر	٩٧
٦	خصائص جريان المياه وشكل الترسبات في الالتواء النهري	٩٨
٧	منحنى هيلستروم ، العلاقة بين معدل سرعة المياه الجارية في الانهار وسرعة التعرية ، حجم المواد المنقولة وسرعة الترسيب	١٠٠
٨	اجزاء المنحنى البياني للتصريف المائي للنهر خلال فترة الفيضان	١٠٣
٩	العلاقة بين شكل حوض النهر والمنحنى البياني للتصريف المائي	١٠٥
١٠	العلاقة بين كثافة الصرف النهري والمنحنى البياني للتصريف المائي	١٠٦
١١	العلاقة بين اتجاه الرياح المسببة لسقوط الامطار وذروة التصريف المائي خلال الفيضان	١٠٦
١٢	تطور الالتواءات النهرية لقناة نهر دجلة بين المدائن والصويرة بعد قطع التواء المدائن .	١١١
١٣	العلاقة بين نمط استعمال الارض والعمليات الجيومورفولوجية المائية وحجم الترسبات المنقولة لانهار الولايات المتحدة للفترة ١٨٢٠ - ١٩٨٠	١١٤
١٤	اجزاء المنحدرات الارضية	١٢٢
١٥	القوى المؤثرة على حركة الكتل والاجسام المستقرة فوق المنحدرات	١٢٥
١٦	تصنيف حركة مواد سطح الارض	١٢٩
١٧	الانماط الشائعة للارساب الريحي	١٤٠
١٨	العلاقة بين سرعة الرياح وعملية النقل وحجم الحبيبات المنقولة	١٤٢
١٩	اشكال سطح الارض المتخلفة عن اذابة الصخور الكلسية وعلاقتها بالتصريف المائي وعسرة الماء	١٥٥
٢٠	اشكال سطح الارض لظاهرة الكارست كما تبدو عند تحليل منظر ارضي باستخدام جهاز الابصار المجسم	٥٧

الرقم	الموضوع	الصفحة
٢١	العلاقة بين البناء الجيولوجي واشكال سطح الارض البنيوية	١٦٦
٢٢	العلاقة بين ارتفاع وانحدار سطح الارض وتطور التربة على مرتفعات مدارية لمناخ الغابات المدارية المطيرة	١٦٨
٢٣	تمثيل سطح الارض باستعمال خطوط الكفاف ونقاط المناسيب	١٧٥
٢٤	خارطة طبوغرافية تفسر اشكال سطح الارض بدلالة خطوط الكفاف	١٧٨
٢٥	خارطة خطوط الكفاف لظاهرة الميسا والشواهد الصخرية	١٧٩
٢٦	خارطة خطوط الكفاف لظاهرة الكويسنا	١٧٢
٢٧	خارطة خطوط الكفاف التواءات المحدبة والمقعرة	١٨٣
٢٨	خارطة خطوط الكفاف لمخاريط بركانية وانسياب اللافا	١٨٥
٢٩	خارطة خطوط الكفاف لانزلاق ارضي	١٨٦
٣٠ . ٣١ . ٣٢	خرائط خطوط كفاف لدورة التعرية لمجاري مائية	١٨٨ - ١٨٩
٣٣	خارطة خطوط كفاف لمروحة غرينية	١٩٠
٣٤	خارطة خطوط كفاف لحافة صخرية تقطع مجرى نهر	١٩٢
٣٥	انماط الصرف للقنوات النهرية	١٩٣
٣٦ أ ، ب	استخراج معدل انحدار القطاعات ومعدل اتساع القطاعات التضاريسية	١٩٥
٣٧	المنحنى الكلينوغرافي لحوض نهر العظيم	١٩٦
٣٨	تحديد مراتب الانهار واعدادها ، اطوالها ، كثافة الصرف النهري	٢٠٢
٣٩	ابعاد القناة النهرية	٢٠٢
٤٠	قياس محاور وابعاد الحبيبات الحصى الخشنة	٢١١
٤١	اداة قياس ابعاد الحبيبات الخشنة المنتظمة الشكل	٢١١
٤٢	مخطط Zingg لتصنيف الحبيبات وفق اشكالها	٢١٦
٤٣	مخطط Powers للمقارنة البصرية لتحديد استدارة الحبيبات	٢١٦
٤٤	تحديد موقع القطاع التضاريسي على الخارطة الطبوغرافية في الدراسة الميدانية	٢٢٠
٤٥	قراءة انحدار سطح الارض من الدراسة الميدانية	٢٢٠
٤٦	ميزان ابني Abney level	٢٢٠
٤٧	قياس ابعاد المنحدرات الارضية من قياس زاوية الانحدار خلال المشاهدات الحقلية	٢٢٤
٤٨	استخراج تقوس المنحدر	٢٢٤

الرقم	الموضوع	الصفحة
٤٩	تحليل شكل المنحدر من قراءة زاوية الانحدار	٢٢٤
٥٠	اجزاء المقطع العرضي لقناة النهر لقياس سرعة الماء في الانهار	٢٣٣
٥١	منحنى المعايرة لمعدل العلاقة بين التصريف المائي ومنسوب الماء في النهر	٢٣٥
٥٢	وحدة وصف النظام المائي للانهار	٢٣٦
٥٣	المنحنى البياني لاستقراء تكرر الفيضان	٢٤١
٥٤	قنينة لجمع عينات الماء من الانهار	٢٤٤
٥٥	رموز الخارطة المورفولوجية	٢٥٩
٥٦	نموذج لخارطة جيومورفولوجية	٢٦٢
٥٧	المفاهيم الاساسية والرموز المكونة لمنظومة المعلومات الجغرافية	٢٧١
٥٨	خرائط تقييم الاراضي لحوض نهر Pleasant باستخدام الحاسوب :	
	أ- تضاريس ومنحدرات سطح الارض	٢٧٥
	ب - استجابة التربة للتعرية	٢٧٥
	جـ - المجاري المائية وحركة الماء فوق سطح الارض	٢٧٦
	د - الاماكن المحتمل تعرضها لتعرية تربة شديدة من تأثير العوامل السابقة	٢٧٦
٥٩	خارطة النظم الارضية لمنطقة كانابا / استراليا [نموذج لتصنيف الاراضي للسهول الفيضية]	٢٨٤
٦٠	خارطة النظم الارضية لمنطقة سوجري / استراليا [نموذج لتصنيف الاراضي المرتفعة]	٢٨٥
٦١	العلاقة بين عدد الانهار ومراتب حوض النهر [ملحق ٥]	٣٢٩

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
١	معدلات الرفع التكتوني لمناطق غير متأثرة بالزحف الجليدي	٢٥
٢	اسباب انهيار السدود في الولايات المتحدة للفترة ١٧٩٩-١٩٤٤	٥٨
٣	الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة الرابعة / صخور رملية	٩٤
٤	الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة الرابعة / صخوركلسية	٩٤
٥	الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة السادسة / منطقة جافة	٩٤
٦	العلاقة بين حجم الترسبات المنقولة ونمط استعمال الارض	١١٣
٧	امثلة عن التغيرات في احواض الانهار ناجمة عن النشاط البشري	١١٦
٨	تصنيف اشكال الارساب الريحي	١٣٩
٩	نسب التعرية الكيمياوية لقطاعات مختلفة من الصخور الكلسية	١٥٤
١٠	العاكسية Alpedo لمواد مختلفة ضمن الظروف الطبيعية	١٧٠
١١	وصف انتشار الحجارة في التربة	٢٠٧
١٢	نموذج لحفظ المعلومات لمسح القطاع الطولي للمنحدرات من الدراسة الميدانية	٢٢٢
١٣	مزايا وعيوب طرق قياس التصريف المائي	٢٢٧
١٤	ذروة التصريف المائي اليومية للمياه الجارية / نهر اڤون/ انكلترا	٢٤٠
١٥	حجم المواد الصلبة المعلقة والمواد المذابة المنقولة في العالم	٢٤٢
١٦	التربة المفقودة للاراضي مزروعة بمحاصيل مختلفة	٢٥١
١٧	الموازنة المائية لثلاثة احواض انهار في سنغافورة خلال فيضان كانون الاول ١٩٦٩	٢٥٢
١٨	الثابت المائي وعمق المجموعة الجذرية لبعض النباتات والمحاصيل الزراعية	٢٥٣
١٩	مراتب المنحدرات ، شدة الانحدار الحرجة ونمط استعمال الارض	٢٦٠
٢٠	امثلة عن انواع المعلومات القابلة للتطبيق في نظم معلومات الارض	٢٧٢
٢١	البناء الهرمي للوحدات الارضية المستخدمة في تاليف خرائط نظم الاراضي	٢٧٩
١-٩	ملحق [٢] وصف الصخور وفق [الوانها ، اقطار حبيباتها ، سطوح اللاتقطاع ، متانتها ، المواد التي تملأ الفراغات البينية ، درجة التجوية] .	٣١٢ - ٣١٧
١-٧	ملحق [٤] وصف التربة وفق [حجم وشكل المكتلات ، تلاحم التربة ، اللدونة القصوى ، انتشار بقايا النباتات ، مقدار كاربونات الكالسيوم كاربونات الكالسيوم ، افاق التربة ، حجم الحبيبات بمقياس / ملم ، مايكرومتر ، Phi ∅] .	٣٢٠ - ٣٢٤

قائمة المخططات البيانية

الرقم	العنوان	الصفحة
١	العلاقة بين قوى المقاومة وقوى الحركة والعمليات الجيومورفولوجية	١٨
٢	العوامل الرئيسة المؤثرة على تعرية ونقل الترسبات على سطح الارض	٢٩
٣	العلاقة بين عناصر النظام المائي لاحواض الانهار	٨٩
٤	تصنيف العوامل المسيطرة على الفيضانات	١٠٧
٥	دور الانسان في تغيير العمليات الجيومورفولوجية المائية وشكل القناة النهرية	١١٢
٦	القوى والعمليات المسببة لحركة مواد سطح الارض	١٢٧
٧	عناصر البيئة المؤثرة على تفتيت مواد سطح الارض وحركتها	١٣٦
٨	العمليات المسببة لانخساف سطح الارض	١٤٨
٩	مراحل اعداد الخرائط للدراسات التطبيقية لاشكال سطح الارض	١٦٤
١٠	تصنيف خرائط المعلومات عن سطح الارض	٢٦٧
١١	خرائط العوامل المميزة والمؤثرة على تقييم الاراضي والمشتقة من خرائط العوامل الاساسية لموضع الطمر الصحي/ كونكنيكيت - امريكا	٢٦٩
١٢	المراحل المتتابعة لتحليل نظام معلومات الاراضي عن تعرية التربة باستخدام الحاسوب	٢٧٤
١٣	عوامل ومراحل تقييم الاراضي	٢٨٩
١٤	تصنيف اراضي الولايات المتحدة الامريكية	٢٩٥

قائمة الصور الفوتوغرافية

الرقم	العنوان	الصفحة
١	بعض ادوات الدراسة الميدانية للتربة والصخور	٢٠٤
٢	تنظيم وتحديد ابعاد القناة النهرية وحصر انسياب الماء خلالها	٢٢٩
٣	مسيلات مائية اصطناعية لتنظيم تصريف الماء	٢٢٩
٤	سداد اصطناعية بشكل حرف V لتحديد منسوب الماء	٢٢٩
٥	محطة قياس منسوب الماء ، شاخصة مائية	٢٣٠
٦	مظهر اراضي يوضح المراتب الرئيسة والثانوية لاستعمال الارض وقدرتها الانتاجية	٢٩٩

قائمة الملاحق

الرقم	العنوان	الصفحة
١	قياس الانزلاقات الارضية	٣١١
٢	جداول [١-٩] مصطلحات وصف الصخور	٣١٢ - ٣١٧
٣	قياس مفصولات التربة باستخدام طريقة التسحيح	٣١٨
٤	جداول [١-٧] مصطلحات وصف التربة	٣٢٠ - ٣٢٤
٥	تمرين عملي عن القانون الاول للتحليل المورفومتري لاحواض الانهار	٣٢٥
٦	رموز تمثيل اشكال سطح الارض لتأليف الخرائط المورفولوجية والجيومورفولوجية	٣٣٠

الفصل الاول

مفهوم علم اشكال سطح الارض التطبيقي ومناهج دراسته واهميته

المبحث الاول : القوى المؤثرة في نشأة اشكال سطح الارض

المبحث الثاني : اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية والانسان

المبحث الثالث : مناهج الدراسة لعلم اشكال سطح الارض التطبيقي

المبحث الرابع : علاقة علم اشكال سطح الارض التطبيقي بالعلوم الاخرى

المبحث الخامس : اهمية الدراسة التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض

المبحث الاول
القوى المؤثرة في نشأة اشكال سطح الارض

المقدمة

يهدف علم الجيومورفولوجيا الى دراسة اشكال سطح الارض ، تمييزها ، نشأتها وتوزيعها الجغرافي ، والعوامل والعمليات التي ساهمت في تشكيلها وتطورها .

وتتحدد اشكال سطح الارض في مكان ما من العلاقة المعقدة بين أغلفة الارض (الغلاف الغازي والغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الحيوي) والمتغير من مكان لاخر ومن وقت لاخر . ان اشكال سطح الارض تمثل العلاقة المتشابكة بين :-

١- قوى المقاومة المتمثلة في البناء الجيولوجي والتي تقاوم عمليات التغيير .

٢- قوى الحركة المتمثلة في المناخ ، الجاذبية الارضية ، حرارة باطن الارض ، والقوى الاخرى الناشئة من باطن الارض والمتحكمة في العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تغير البناء الجيولوجي . يمكن صياغة العلاقة بين القوى السابقة جيومورفولوجيا :-

البناء الجيولوجي + العوامل والعمليات الجيومورفولوجية = اشكال سطح الارض

قوى المقاومة + قوى الحركة

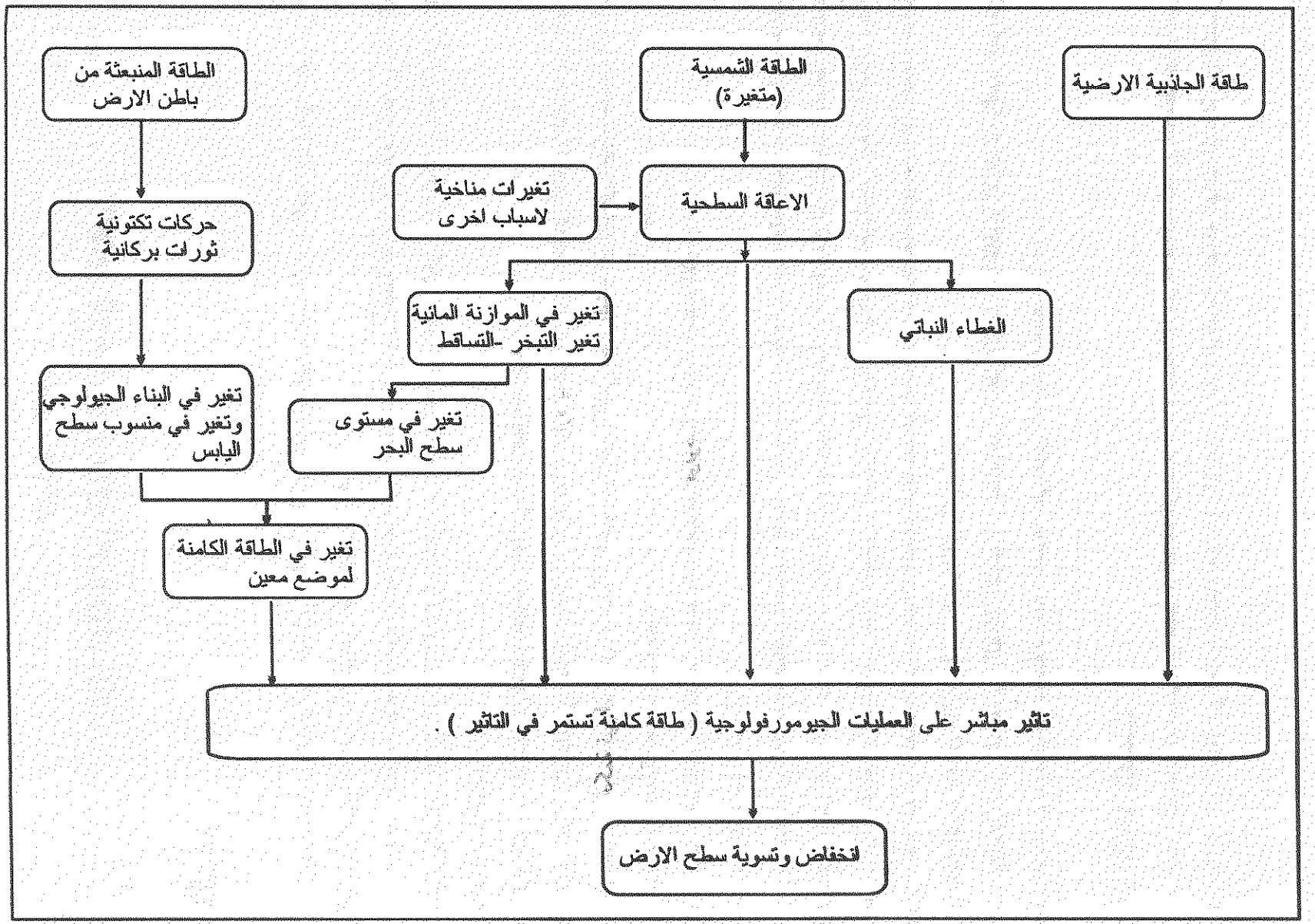
وتتمثل قوى المقاومة بخصائص الصخور والبناء الطبافي لمواد سطح الارض ، وتختلف الصخور في صفاتها الكيميائية والفيزيائية (في عناصرها الكيمياوية وفي نسجتها ومناخها .. الخ) ومن ثم تستجيب بانماط مختلفة وبمعدلات متباينة لقوى الحركة من مناخ وعمليات التجوية والتعرية . ان البناء الجيولوجي لبعض اشكال سطح الارض يحدد مقدار ومعدل تاثير العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل طبوغرافية المكان من خلال تحديده متانة مواد سطح الارض ومدى مقاومتها للتفكك والنقل والارساب .

وتتمثل قوى الحركة في (الطاقة الشمسية . طاقة حرارة باطن الارض ، الجاذبية الارضية) وتحدد العوامل والعمليات الجيومورفولوجية واختلاف مدى تاثيرها على قوى المقاومة (مخطط -١-) .

١:١- الطاقة الشمسية

يعتبر الاشعاع الشمسي من مصادر الطاقة الرئيسة لحرارة سطح الارض والغلاف الغازي المحيط بها والذي يزيد بمقدار (٧٠٠٠ مرة) عن الحرارة المنبعثة من باطن الارض . وعلى الرغم من الطاقة الهائلة المنبعثة من الشمس

مخطط (١): العلاقة بين مصادر الطاقة والعمليات الجيومورفولوجية .



Clifford Embelton and John Thornes , Editors process in Geomorphology , Edward Arnold , London , 1979 , p. 18 .

والتي تساوي (١٠ كالوري/سم٢/ثانية) والذي يدعى بالثابت الشمسي Solar Constant ، الا ان الارض تستلم جزء ضئيل منه والذي لا يتجاوز (٣٠ر٠° - ٣٥ر٠) كالوري/سم٢/دقيقة ، ويختلف هذا المقدار من مكان لاخر على سطح الارض لاختلاف عمليات الامتصاص والانعكاس الارضي للاشعة الشمسية ، وحالة الغلاف الغازي المحيط بالارض ولاختلاف زاوية سقوط اشعة الشمس . لذلك يختلف :-

١- توزيع درجات الحرارة على سطح الارض ما بين خط الاستواء والقطبين وان الطاقة الشمسية الحرارية هي الطاقة الحركية للغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الحيوي . وهي العامل المتحكم في العمليات الديناميكية للغلاف الغازي واختلاف المناخ على سطح الارض ، كما انها الطاقة المحركة لدورة الماء في الطبيعة .

ان المحيطات تعتبر ماكنة بخارية ضخمة بسبب الطاقة الحرارية المخزونة فيها والتي تسبب تحول المياه (حالة سائلة) الى بخار (حالة غازية) بعملية التبخر ويصعد في الغلاف الغازي ليتحول لانخفاض درجة حرارته الى امطار بعملية التكاثف تسقط على سطح الارض . ان الطاقة الحرارية للشمس تعمل على اعادة توزيع الرطوبة والمياه على سطح الارض ، كما تؤثر بشكل غير مباشر على توزيع الغطاء النباتي كما ونوعا .

٢- كمية ونوعية الطاقة الشمسية التي تستلمها او استلمتها الارض عبر العصور الجيولوجية وكانت سببا لحدوث التقلبات المناخية . لقد كانت الطاقة الشمسية المنبعثة عن الشمس ثابته ، الا ان مقدار الطاقة التي تستلمها الارض او تنعكس منها ، اختلفت كثيرا ، بين فترة واخرى . لقد مرت الارض بدورات مناخية لفترات قصيرة امدها (١٠ - ١٠٠ سنه) ولفترات متوسطة تصل الى (الف سنه) في اعقاب العصور الجليدية الاخيره ، بالاضافة الى تغيرات مناخية ما بين (١٠٠٠ - ١٠٠٠٠) سنه تخللت العصور الجليدية ، واخيراً تغيرات طويلة تزيد عن مليون سنه خلال العصور الجيولوجيه .

ومن الناحية الجيومورفولوجيه ، فان الطاقة الحرارية للشمس المسببه للاختلاف الطقس والمناخ لفترات قصيرة ام طويلة ، تؤدي الى اختلاف الغطاء النباتي وعمليات تكون التربة والنظام المائي ، وهي جميعا تتفاعل مع الغلاف الصخري للقشرة الارضية وتؤثر فيه حيث تتباين نوع وسرعة عمليات التجوية والتعرية واختلاف اشكال سطح الارض وتباين تطورها من مكان لاخر ومن وقت لاخر .

حيث ان المياه المتنقلة من نظام لاخر ضمن دورة الماء في الطبيعة ما بين الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري بتأثير الطاقة الشمسية كبير جدا ، ومن وجهة نظر جيوموفولوجية فان الامطار الساقطة على سطح الارض تتحرك بشكل مياه جارية او بشكل ثلاجات لتعود ثانية الى المحيطات بتأثير الجاذبية الارضية وبقدر حجمها (٣٧ كم٣) سنويا وتختزن طاقة تقدر من الناحية النظرية (١٠٢٩ واط) والتي تستهلكها في التعرية الجزء اليابس من الكرة الارضية ونقل الترسبات المتخلفة عن تعرية سطح الارض البالغ معدل ارتفاعه ٨٠٠م فوق مستوى سطح البحر .

١ : ٢- طاقة حرارة باطن الارض :

تتولد من باطن الارض طاقة حرارية مصدرها :

١- النشاط الاشعاعي للنظائر المشعة وتحطمها $^{238}4$, $^{235}4$, ^{232}Th , ^{40}K والتي تعتبر من اهمها وتتركز في الصخور النارية المتوسطة القاعدية والصخور الگرانيتية للقشرة الارضية للغازات ، والتي تستطيع توفير $\frac{٢}{٣}$ متوسط الطاقة الحرارية المنبعثة الى سطح الارض ، كما ان الثلث الباقي مصدره طبقة المانتيل .

٢- الطاقة الحرارية الناجمة عن عمليات الاحتكاك وتحطم صخور القشرة الارضية الناجمة عن المد الارضي .

٣- الطاقة المنبعثة عن دوران الارض حول نفسها وحول الشمس .

لقد كانت دورة الارض في بداية تكونها مرة واحدة كل {٢ - ٤ ساعة} ثم تناقصت سرعة دورانها الى مرة واحدة كل {٢٤ ساعة} ، مما ادى الى تحرر وانبعاث جزء من طاقتها الكامنة بمقدار (٥ر١ × ١٠^{٣١} جول) والتي يتبدد جزء كبير منها بتأثير مد الشمس والقمر ، الا ان جزءاً صغيراً يقدر بـ {١٠٪} من الطاقة السابقة يساهم في رفع درجة حرارة الارض .

وعلى كل حال ، تعتبر الطاقة المنبعثة من باطن الارض ضئيلة مقارنة بالحرارة المستلمة من الشمس مباشرة . وتنتقل حرارة باطن الارض الى سطحها بعمليتين التوصيل والحمل . ان عملية التوصيل بالحرارة الباطنية ضئيلة وبطيئة لان المعادن السيليكية المكونة لصخور القشرة الارضية رديئة التوصيل للحرارة . وتعتبر طريقة الحمل الوسيلة الرئيسة لانتقال الحرارة الباطنية وتظهر في انتشار قيعان المحيطات ، كما ان تيارات الحمل تعتبر المسؤولة عن التوزيع المتساوي للحرارة الباطنية تحت سطح الارض الى الاعمق من طبقة الحرارة الثابته * بغض النظر عن اختلاف توزيع النظائر المشعة ، المصدر الرئيسي لحرارة باطن الارض .

وعلى كل حال ، من وجهة نظر جيومورفولوجية وجيولوجية يلاحظ ما يلي :-

١- ان انتقال الحرارة من باطن الرض يمارس دوراً مهما في تحديد الاشكال الطبوغرافية الرئيسة للكرة الارضية . ان انتقال الحرارة يعتبر الطاقة المحركة لعمليات الرفع العمودي تحت سطح الارض مسببه عمليات الرفع التكتوني وعمليات بناء السلاسل الجبلية الرئيسة واعادة توزيع الكتل الصخرية المختلفة وتحدد مقدار قوى المقاومة ، كما تتحكم في حجم الاحواض المحيطية وتحديد مستوى سطح البحر .

---

* طبقة الحرارة الثابته : طبقة من القشرة الارضية ، تبدأ عندها درجات الحرارة بالارتفاع التدريجي مع ازدياد العمق دون ان تتأثر بالمدى الحراري اليومي والسنوي للغلاف الغازي . تقع هذه الطبقة على عمق ٢٨ - ٣٦م تحت سطح الارض في اوربا . وعلى عمق ١٥م في المناطق البركانية {علي عبد الكريم . الجغرافية الطبيعية - جامعة البصرة ١٩٦٩ ص٨٤} .

٢- تشير الادلة الجيولوجية الى ان الحرارة الباطنية هي السبب لصفة اللدونة لباطن الارض وهي المسؤولة عن النشاط التكتوني للقشرة الارضية . ان الحركة العمودية للقشرة الارضية الى الاعلى وعكس اتجاه الجاذبية الارضية قد وصل مداه في بعض الاماكن الى ما يزيد عن {٣٠٠٠ م} خلال {٢٠ - ٣٠ مليون سنة} الاخيرة كما حدثت عمليات ازاحة افقية بلغ مداها عشرات الكيلومترات او اكثر عند زحزحة القارات .

لقد قدرت الطاقة الحرارية المنبعثة عن الموجات الزلزالية بمقدار {١٨١٠ جول/سنه} وان عملية رفع {١ م} لكتلة صخرية بكثافة {٢ر٨} ولمساحة {١٠ كم٢} تستهلك طاقة يصل مقدارها {٢ر٧ × ١٠^١٩ جول} . لذلك ، فان حرارة باطن الارض كافية لحدوث النشاط البركاني والزلزالي وحركات الرفع والهبوط التكتونية التي ساهمت في بناء الجبال ولكنها تتحول الى طاقة كامنه في اشكال سطح الارض عند موضع حدوثها ومن ثم تصبح غير موزعة بالتساوي على سطح الارض ، فعلى سبيل المثال ، ان الحرارة المنبعثه من الحافات الفقرية للمحيطات اعلى من الحرارة المنبعثة من الخنادق المحيطية ، وهذه الاخيرة تزيد عن الحرارة المنبعثة من قيعان المحيطات . اما على سطح القارات ، فان متوسط الحرارة المنبعثة عن الدروع القارية اوطأ من الحرارة المنبعثة من النطاقات الجبلية الحديثة التكوين مثل الهملايا والالب ، او الحرارة المنبعثة عن النشاط البركاني .

٣- ان الطاقة الحرارية الباطنية تتبدد عند وصولها سطح الارض دون ان يعيقها جسم ما باستثناء الغطاءات الجليدية في الجهات المعتدلة والقطبية وتستهلك حرارة باطن الارض في المناطق المعتدلة في اذابة الجليد عند قاعدته وموضع اتصاله بسطح الارض ويتحول الى ماء يساعد على انزلاق الجليد وحدوث التعرية الجليدية .

١ : ٤ الجاذبية الارضية

هي احدى القوى الطبيعية المؤثرة على جميع الاجسام ، وهي احدى خواص المواد .

ان جميع الاجسام يجذب بعضها بعضا . ان قوى الجاذبية تمثل محصلة ثلاثة قوى مجتمعة :-

أ- قوى الجذب بين الارض والاجسام الاخرى على سطحها وتؤثر عموديا وبزاوية قائمة مع مستوى سطح البحر .

ب - قوى جذب كلا من الشمس والقمر ، وهي قوى جاذبية ضئيلة {٠٠٠٠١/ ٠٠٠٠

$$\text{ق . ج} = \frac{\text{ك١} \times \text{ك٢}}{\text{ف٢}}$$

حيث ان :

ق.ج = قوة الجاذبية الارضية

ك١ : ك٢ = كتلة الجسمين المتجاذبين

ف٢ = مربع المسافة الفاصلة بينهما

وعلى هذا ، فان الجاذبية بين جسمين تمثل (فعل ، ورد فعل) بينهما ، وان كل جسم يسلط قوى تجاه الجسم الاخر تتناسب مع حجم كتلتهما وباتجاه معاكس يزداد مع قصر المسافة بينهما . الا ان الذي له اهميته في الدراسات الجيومورفولوجية :-

١- ان الجاذبية الارضية تسلط قوى على مواد سطح الارض مسببه تعجيل حركة المواد والتي تمتلك كتلة ، سواء كانت مياه جاريه او مفتتات ترابية او صخرية تغطي سطح الارض ، ويعبر عن تلك العلاقة بالمعادلة التالية :-

$$\text{ق ج} = \frac{\text{ج} \times \text{ك}}{\text{ف٢}}$$

حيث ان :

ق ج = قوة الجاذبية الارضية المسلطة على الجسم

ج = ثابت الجاذبية الارضية = ٩٨٠ غال

الغال = (١سم /ثابته في الثانيه) اي (٩٨٠سم/ثابته في الثانيه)

ك = كتلة الجسم . ان كتلة الارض = ٥٩٧٧ × ١٠^٢٤ كغم × ٥ر٥١٧ متوسط كثافة مواد الارض

٢- ان قوى الجاذبية الارضية ليست ثابته او متساوية (على الرغم من الافتراض السابق) ولكنها تتباين بمقدار ضئيل جدا يساوي (٥ر٠٪) ما بين خط الاستواء والتطبيق لان الارض اهليجية وليست تامة التكور ، حيث ان المناطق القطبية اقرب الى مركز الارض ويقل عندها تأثر القوة الطاردة المركزية ، ويزداد تأثير الجاذبية الارضية بينما يقل باتجاه خط الاستواء لتصل عنده الى (٩٧٨ غال) في حين تبلغ (٩٨٣ غال) عند القطبين ، علما ان هذا الفرق في تأثير الجاذبية الارضية له تأثيرات جيومورفولوجية يعتد بها .

٣- تختلف الجاذبية الارضية بمقدار الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، حيث يتناقص تاثير قوى الجاذبية بمقدار (١ غال) كلما ارتفعنا (٣٠٠٠ م) عن مستوى سطح البحر لذلك ، فان الفرق في الجاذبية الارضية بين مستوى سطح البحر واعلى قمة جبلية يناهز (٣ر٠٪) .

وعلى الرغم من ضآلة الفرق في الجاذبية الارضية بين خط الاستواء والقطبين ، او بين مستوى سطح البحر والمرتفعات ، الا ان له اهمية في تحليل العمليات الجيومورفولوجية ، حيث ان قوى الجاذبية الارضية المسلطة على جميع الاجسام بمقدار تتناسب مع كتلة تلك الاجسام والتي يطلق عليها (طاقة الموضع) او طاقة الارتفاع (Embelton , 15) .

وطاقة الموضع هي طاقة كامنة في جسم سطح الارض او في الامطار الساقطة عليها وتتحول الى طاقة حركية في المياه الجارية في الانهار والجداول والتي تستهلكها عند الاحتكاك بقاع الانهار او ضفافها او عند اضطراب حركة الماء . كما ان طاقة الموضع للجاذبية الارضية توفر الطاقة المحركة للثلاجات والتي تتراوح (٢ر٠ = ٥ر١ واط) عندما تكون سرعة الثلاجة (٥ م - ١٠٠ م) في السنه .

٤- ان قوى جذب الشمس والقمر للارض ، وعلى الرغم من ضآلتها بالنسبة للجاذبية الارضية ، الا ان تأثيرها مهم في تغيير مستوى سطح البحر وارتفاع منسوب الماء وانخفاضه بالمد والجزر والذي يبلغ مداه (صفر - ١٥م) وتزود المياه بطاقة اضافية تتوزع عموديا وافقيا على امتداد سواحل البحار والمحيطات وتساهم في التعرية الشاطئية لسواحل القارات .

كما يحدث مد في القشرة الارضية بمقدار (٣ر٠م) على الجانب الارضي المواجه للقمر والذي يمارس تاثيرا في نشاط الحركات الارضية اذا كانت الطبقات الارضية غير مستقرة تكتونياً .

١ : ٥ مصادر الطاقة واشكال سطح الارض

تتباين مصادر الطاقة الثلاثة فيما بينها في مقدار تأثيرها على العمليات الجيومورفولوجية وتكوين اشكال سطح الارض من فترة لاخرى او من مكان لاخر .

لقد اتضح من الفقرة (١ : ٢) عن تباين في مقدار الاشعة الشمسية التي تستلمها الارض وعن حدوث تقلبات مناخية دورية اختلف مداها خلال العمر الجيولوجي للارض رافقها تغيير في نشاط العمليات الجيومورفولوجية ، بينما لم يحدث تغيير ملحوظ في مقدار او نوع التأثير المنبعث من المصادر الاخرى للطاقة (حرارة باطن الارض والجاذبية الارضية) وعلى الاخص من اواسط الزمن الثلاثي وخلال الزمن الرابع حين تشكلت اشكال سطح الارض الكبرى المعروفة ، الا ان توزيع هذين المصدرين يتباين من مكان لاخر ، فهو ينشط في مناطق البراكين والحركات الارضية والنشاط التكتوني ، بينما توجد جهات اخرى مستقرة من الكرة الارضية ، كما ان المناطق التي تتأثر بعمليات رفع نشطة في عصرما قد تكون مستقرة في عصر اخر وهذا يؤدي الى تغيير وتباين في انماط ومعدلات العمليات الجيومورفولوجية الناجمة عن ازدياد وتقلص في ارتفاع سطح الارض .

ان الطاقة التي تعتبر مصدر نشاط العمليات الجيومورفولوجية ، تتغير من وقت لاخر لتغير مستوى الطاقة الكامنة . عند تجدد مصادر الطاقة عند حدوث رفع تكتوني او عند تغير مستوى سطح البحر بتأثير الحرارة الباطنية او حدوث زيادة في التساقط او عند انخفاض درجة حرارة الغلاف الغازي ، كما يتغير نمط العوامل والعمليات

الجيومورفولوجية (المائيه ، الثلاجات ، الرياح ...الخ) كما يتباين معدل تأثيرها عند تباين حجم التصريف المائي ، حجم الثلاجات ، معدلات التجوية وانواعها ... الخ .

كما ان تناقص الطاقة الكامنه عند انخفاض سطح الارض بالعمليات التحاتية يصاحبه تناقص في الطاقة الكامنه للمياه الجاريه او الثلاجات او لحركة مواد سطح الارض يعقبه تناقص في معدلات التعرية ، بالاضافة الى ذلك ، ان انخفاض سطح الارض يصاحبه تغيير في المناخ ونقص في كمية الامطار . وعلى كل حال ، ان طبيعة مصادر الطاقة ومقدار تأثيرها وتباينه يبدو من :-

١- ارتفاع سطح اليابس او تغيير مستوى سطح البحر .

٢- التغيرات المناخية

١ : ٥ : ١ ارتفاع سطح اليابس وتغير مستوى سطح البحر

يعزى تغير مستوى سطح اليابس او البحر الى عوامل تكتونية او مناخية . ان العوامل التكتونية تتمثل في ارتفاع او هبوط في القشرة الارضية ، ان معدل الرفع ليس ثابتا ، وقد يزيد عن (٥٠ ملم/ سنه) . {Schumm , 1963} .

وتتمثل العوامل التكتونيه :

أ- النشاط التكتوني الذي يسبب تغير مستوى سطح البحر ، كما ان حركة القارات وتبدل احواض المحيطات وبناء النظم الجبلية تحت سطح الماء في المحيطات تساهم جميعا في تغيير مستوى سطح البحر .

ب- التوازن الاستاتيكي الذي يغير من مستوى سطح البحر او سطح اليابس من خلال عمليات التعرية والترسيب . ففي المناطق التي تشتد فيها عمليات التعرية وازالة الصخور ، من الجبال العالية ، وقد تسبب في حدوث رفع كبير لاعادة التوازن لقشرة الارضية (جدول -١-) كما يساهم تجمع الترسبات في قيعان البحار والمحيطات في ارتفاع مستوى الماء (قبل حدوث الرفع التكتوني) في الوقت الذي يكون رفع مستوى اليابس متقطعا وليس مستمرا .

جدول (-١-) معدلات الرفع التكتوني لمناطق غير متأثرة بالزحف الجليدي

الموضع	مقدار الرفع التكتوني
جبال سانتامونيك / كاليفورنيا	٤٤ سم /سنه
جبال سانتا جبرائيل / كاليفورنيا	٧٠ سم / سنه
جبال هملايا	٥٠ سم / سنه
سهل السند والكنج	١١ سم / سنه

المصدر

Schumm , S. A. Disparity Between Present of DenudaHon and Orogeny , Geological Survey Professional Paper . 454 - H - U. S. A. 1963 .

جـ- عوامل مناخية تتعلق بحجم المياه المخزونه على سطح اليابس في وقت ما بشكل جليد والتي تبلغ (٢٪) من مياه الكرة الارضية ، وان ٩٨٪ من الجليد الذي يغطي سطح الكرة الارضية مخزون في گرينلند والقارة القطبية الجنوبية ، ويساهم ذوبان الجليد في رفع مستوى البحار الى اكثر من ٥٠م عن مستواه الحالي .

ومن جهة اخرى ، ساهم حدوث العصور الجليدية الى انخفاض مستوى سطح البحار بمقدار ١٤٥م ، وان الغطاءات الجليدية ادت الى هبوط وقتي او محلي للقشرة الارضية بسبب ثقل الجليد الجاثم فوقها ، وعند ذوبان الجليد بدأت القشرة الارضية في تلك المواضع بالارتفاع لاعادة التوازن الاستاتيكي للكرة الارضية ، ان الاراضي التي كانت مغطاة بالجليد قبل (١٠٠٠٠ سنه) لازالت في حالة ارتفاع في الوقت الحاضر بالنسبة لمستوى سطح البحر وبمعدل (١ - ٣ ملم) في السنه ، وقد تصل الى (١٠ ملم/سنه) في خليج بوثينا ، وبمقدار (٥ ملم / سنه) للسواحل الشمالية لبحيرة سوبيرير في امريكا الشماليه .

ان التأثير الجيومورفولوجي لعمليات الرفع والهبوط وتغيير مستوى سطح اليابس والماء على اشكال سطح الارض ليس بسيطا ، وان ارتفاع سطح اليابس يزيد من الطاقة الكامنه لسطح الارض ، وقد لا يكون له تأثير على العمليات الريحيه او على العمليات الباطنيه الا انه ، من المؤكد ، يزيد من تأثير العمليات المائية {Thornes , 1979} .

ان ارتفاع مستوى سطح البحر او انخفاض سطح اليابس عند مصبات الانهار يحدد مستوى القاعدة للنظام النهري وينسحب تأثيره على الجزء الاسفل من حوض النهر وقد يساهم في حالة توفر الترسبات الكافية الى بناء الدلتا عند المصب والتي تمتد اراضيها داخل اليابس ليتكون مقطع طولي جديد للنهر ليعود التوازن الى النظام النهري .

ويحدث العكس عند انخفاض منسوب الماء او ارتفاع سطح اليابس عند مصب النهر ، ولكن تطور او تغير الجزء الاسفل من النهر يعتمد على انحدار الاراضي التي يجري فوقها المياه عند الساحل ، ان الانحدار القليل للقناة النهرية يؤدي الى استمرار عمليات الترسيب لاستمرار تناقص طاقة النهر على حمل الترسبات ، ويسبب شدة انحدار مجرى النهر عند المصب الى تجدد نشاط النهر لازدياد طاقته على النحت والتعرية وتكون نقاط تجديد في المقطع الطولي للنهر ، يرافقه تكوين المدرجات احيانا ، كما تشتد انحدار جوانب وادي النهر وتزداد الطاقة الحركيه لتضاريس حوض النهر (شكل - ١ -) .

١ : ٥ : ٢ التغيرات المناخية :

لقد تعرضت الكرة الارضية خلال الزمن الجيولوجي الرابع الى تغيرات مناخية في درجات الحرارة ، كما اختلفت توزيع الامطار من مكان لاخر ومن فترة لاخرى . لقد تغيرت الانماط المناخيه وحدثت عصور جليديه تخللتها فترات دفيئة في العروض الوسطى والعليا من المناطق الرطبه ، بينما تناوبت فترات الجفاف والامطار في العروض الدنيا رافقها اتساع او تقلص في النطاقات المناخية .

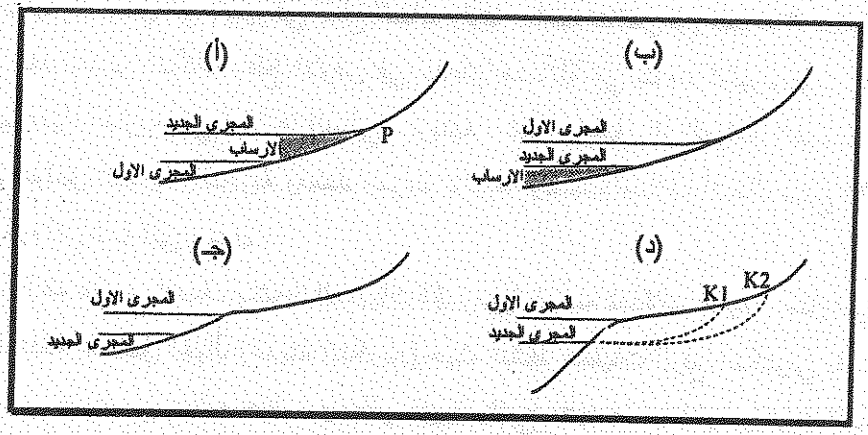
ان التغيرات السابقة كان لها تأثيرات جيومورفولوجيه هامة ، ونجم عنها تنوع في عوامل التجرية والتعرية التي ساهمت في تشكيل سطح الارض خلال الفترات الجليديه او الفترات الفيئة التي تخللتها ، حيث تنتشر اشكال لسطح الارض ناتجة عن التعرية الجليدية او التعرية الجليدية - المائية في جهات العروض الوسطى والعليا ، بينما تنتشر في العروض الدنيا ، اشكال لسطح الارض تشكلت بفعل الامطار الغزيرة التي كانت تسقط خلال الفترات المطيره مكونه مجاري مائيه ، بالاضافة الى اشكال ارضيه اخرى تشكلت خلال الفترات الجافة .

ويتفق معظم الباحثين على ان الجبال في المناطق الرطبه المداريه والشبه المدارية تعتبر من المناطق النشطة جيومورفولوجيا ، وان العمليات النحاتيه النشيطة يرافقها نشاط تكتوني وعمليات رفع لسطح القشرة الارضية .

وعلى كل حال ، اذا كانت اشكال سطح الارض واختلاف الظواهر التضاريسية قد تأثرت بالتركيب الصخري ونظام بنية الطبقات ، فان مناخ وتضاريس المكان يساهمان في تحديد العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تمارس تأثيرها في الاختلاف وتفاوت معدلات تطوره او تغيره .

ان العوامل الباطنيه قد ساهمت في تحديد نظام بنية الطبقات ونمط امتداده والخصائص الفيزيائيه والكيمياويه للصخور ، سواء كانت ناريه ام متحولة ام رسوبيه صلابتها او ليونتها ، متانتها ومقدار مقاومتها للعمليات التحاالتحابته ، ومما لا شك فيه ، عن وجود اشكال لسطح الارض ترتبط ارتباطا وثيقا بالبناء الجيولوجي ، ويقتصر دور العمليات الجيومورفولوجيه على تعديل مظهرها الخارجي ، مثل المخاريط البركانيه والحافات الصخريه والانكسارية والمدرجات الصخرية ...

شكل(١): العلاقة بين تغير مستوى سطح البحر والمقطع الطولي للنهر واشكال سطح الارض .



(أ). يمثل ارتفاع مستوى سطح البحر التدريجي وهبوط سطح اليابس عند مصب النهر يؤدي الى انخفاض المجرى الاسفل للنظام النهري ، ان الترسبات المنقولة تتجمع مكونة دلتا عند المصب تبدأ من مقدمة موضع الهبوط (P) . النظام النهري الى الاعلى منها لا يتأثر بالعمليات الجيومورفولوجية . لان طاقة النهر الى الاسفل من (P) تناقصت لانخفاض درجة انحدار القناة النهرية .

(ب). هبوط مستوى سطح البحر وارتفاع سطح اليابس يؤدي الى تغيرات قد لاتكون منقضة لما حصل في حالة (أ) وان التغيرات تنحدر على مقدار انحدار النهر على امتداد خط الساحل . اذا كان الانحدار يقل عن المنسوب السابق ويصاحبه انخفاض في طاقة النهر واستمرار عمليات الترسيب عند المصب .

(جـ) . يمثل حالة افتراضية لهبوط قاع النهر لم يرافقه تغير في طاقة النهر .

(د). تغير في منسوب النهر وهبوط قاع النهر صاحبه زيادة في طاقة النهر تؤدي انحدار اشد في المقطع الطولي للنهر ينتقل نحو المجاري العليا للنظام النهري وتكوين نقاط تجديد K2, K1 يرافقها تكوين مدرجات نهرية ، تصبح جوانب وادي النهر اشد انحدار ويزداد تضرس حوض النهر وتزداد طاقته على النحت والارساب .

المصدر : Cliff , Embelton and Brian Whalley , Energy , Forces , Resistance and Response , Process in Geomorphology , Edward Arnold , 1979 , p. 20.

ومن جهة اخرى ، فان المناخ والتضاريس يمارسان دورا مهما في تحديد نوع التعرية ومعدلاتها ، ان تغير مستوى سطح اليابس والماء ، والتغيرات المناخية التي تعزى الى تباين الطاقه الشمسية وطاقة حرارة باطن الارض من وقت لاخر ومن مكان لاخر ، كانت سببا في اختلاف توزيع الطاقه الضروريه لنشاط العوامل والعمليات الجيومورفولوجيه وتباينها . وان تغيير المناخ قد سبب تغييرا في مستوى سطح البحر ، وان انخفاض سطح اليابس بالعمليات التحاتية قد يؤدي الى تغيير في المناخ السائد ولربما صاحبه تناقص في كميات الامطار الساقطة .

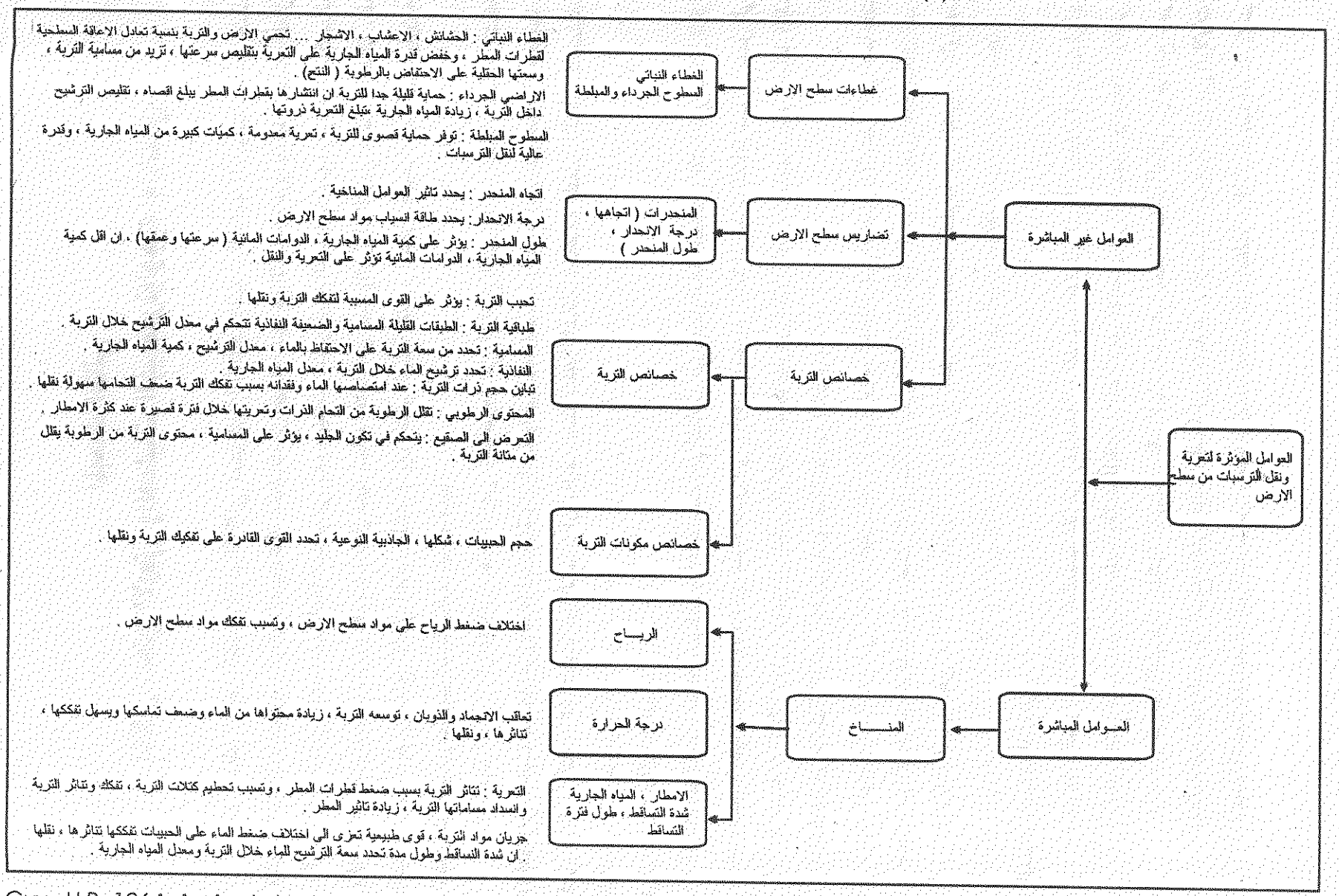
لذلك ، فقد تتباين اشكال سطح الارض في مناطق متماثلة في بنائها الجيولوجي ، نظرا لاختلافها عن بعضها في كمية المياه الجاريه وفي غطائها النباتي ، تربتها ، شدة رياحها . ان العوامل الطبيعية مجتمعة لها تأثير كبير في تحديد عوامل التعرية والتجوية ومعدل وسرعة تاثيرها وتسبب اختلاف اشكال سطح الارض . لذلك يمكن تقسيم سطح الكرة الارضية الى بيئتين :

١- بيئات ذات طاقة عاليه وتتصف بنشاط العمليات الجيومورفولوجيه بمعدلات عاليه ، مثل المرتفعات في المناطق المدارية والمعتدلة (سلاسل الجبال الحديثة التكوين) حيث تنشط عمليات الرفع التكتوني باستمرار لوجود طاقة باطنية للارض وتضاريس عاليه جدا ، وامطار غزيرة وثلوج متجمعة او ذائبة ونشاط للتعرية المائيه وحركة الثلاجات والتي ترتبط بالنظام المناخي السائد .

٢- بيئات ذات طاقة واطئة وتتصف بضعف العمليات الجيومورفولوجية وان تطور اشكال سطح الارض يكون بطيئا كما هو الحال في الاراضي الحارة الجافة لصحراء شمال افريقيا المتسمة بالجفاف الشديد وقلة ارتفاع سطح الارض حيث تتغير اشكال سطح الارض بمعدلات واطئة (باستثناء الكثبات الرملية) .

ويوضح (المخطط - ٢ -) العوامل والقوى التي تساهم في تفتيت ونقل مواد سطح الارض من التربة والمفتتات الصخرية . لذلك ، فان الدراسات في حقل الجيومورفولوجيا التطبيقيه تتطلب معلومات عن تضاريس واشكال سطح الارض ، المناخ ، الغطاء النباتي ، التربة .

مخطط (٢) : العوامل الرئيسة المؤثرة على تعرية ونقل الترسبات من سطح الارض



Guy , H.P. ,1964, An Analysis of some Storm period variables affecting stream sediment transport , U.S. Geol. Survey prof. 4625.

المبحث الثاني
اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجيه والانسان

يعتبر سطح الارض القاعدة المشتركة التي تستوطنها الكائنات الحيه ، النباتيه والحيوانيه ، ومن ضمنها الانسان (الغلاف الحيوي) . ان العلاقة بين تلك الكائنات من جهة او بينها مع الاغلفة الاخرى للكرة الارضية (الغازي ، الصخري ، المائي) معقدة ومتشابكة تساهم في نشوء بيئات تتباين فيها العمليات الجيومورفولوجيه الكيميائيه والفيزيائيه والبيولوجيه وتكوين نظم بيئيه لكل منها سماته الخاصة من حيث (الهواء ، الارض ، الماء ، الطاقة ، نمط الحياه) ، حيث يعتبر سطح الارض القاسم المشترك بين النظم البيئية تلك ، لتتطور طبيعيا وبشكل متوازن مع العمليات الجيومورفولوجيه الديناميكيه الجاريه فيها .

ومن جهة اخرى ، ان اشكال سطح الارض وعناصرها هي المواضع التي يمارس عليها الانسان نشاطه الاقتصادي ، حيث يستغل مواردها الاقتصادية والزراعية والحيوانيه والمعدنيه والمائيه .. ويبني مدنه وقراه فوقها ، فهي موطن سكناه ، مما يتطلب من الانسان ان يكيف نفسه لتلك الاشكال الخاضعة للتغير والتطور بالعمليات الطبيعيه الجيومورفولوجيه .

ان من سمات عالمنا المعاصر :-

١- الزيادة الهائلة في اعداد السكان وارتفاع مستواهم المعاشي في بعض انحاء العالم . لقد تجاوز سكان الكرة الارضيه (٦ بليون نسمة) ويزدادون بنسبة تصل الى (١ر٧٪) سنويا ، كما ان معدل كثافة السكان يصل الى (٤٠ نسمة / كم٢) وعلى الرغم من تباين الكثافة السكانيه من مكان لاخر ، ولكنها تناهز احيانا الاف الاشخاص في (الكم٢ الواحد) وبشكل يفوق طاقة الارض الانتاجيه .

٢- ازدياد الهجرة من الريف الى المدينة وظهور المدن الكبيرة لرغبة السكان في التجمع والاستقرار في مساحات صغيرة من الارض وبكثافة عالية ، حيث يشكل سكان المدن ٣٩٪ من سكان العالم ، ويفوق عدد سكان المدن في الولايات المتحدة عن ٧٤٪ من سكانها ، وان تاريخ بعض المستوطنات البشرية في الشرق الاوسط يعود الى ما قبل ٥٥٠٠ سنه في وادي الرافدين ، وادي النيل وباكستان والهند والصين .

ان السمات السابقة ادت الى :-

أ- ازدياد الطلب على الموارد الطبيعية للارض وعناصرها ، لقد عمد الانسان الى الاستغلال الكثيف لموارد الارض والتي تتسم بكونها محددة وقابلة للنفاذ . لقد اضطر الانسان الى استيطان واستغلال اراضي حدية في ظروفها الطبيعية وبيئتها الحيوية . لقد اقيمت مدن في بعض اصقاع العالم في مواضع غير ملائمة فرضتها ضرورات الموقع والتي كانت حاسمة في اختيارها . ان مدينة (نيواورليانز) في الولايات المتحدة اقيمت عند مصب نهر المسيسيبي ، ميناء رئيسا يخدم اقليم المنطقة ، الا ان موضع المدينه يتسم

بكونه فقير في معطياته الطبيعيه {معرض للفيضان ، ارتفاع منسوب الماء الجوفي ، عدم ملائمة الارض للبناء} .

لقد دفعت الظروف الاقتصادية والاجتماعية سكان المدن الى استيطان مناطق ساحلية لا يزيد ارتفاعها عن {١٠ قدم} عن مستوى سطح البحر ، او استيطان السهول الفيضية المعرضة لخطر الفيضان ، ان ما يزيد عن {٢٠٠٠ مدينه} عدد سكانها {١٥ الف نسمة} تم انشاءها في اراضي السهول الفيضية في الولايات المتحدة . كما عمد الانسان الى بناء سدود وخزانات في مواضع غير مستقرة تكتونيا .

ب- ازدياد تدخل الانسان في البيئة الطبيعية ، من تغيير نمط العمليات الجيومورفولوجيه واشكال سطح الارض . لقد اضطر الانسان لسد حاجاته المختلفة الى الاستعمال الواسع النطاق والمتنوع لسطح الارض من خلال اقامة المشاريع الاروائيه واستثمار الموارد الطبيعية وشق طرق النقل او انشاء المدن والمجمعات السكنيه الريفية ... الخ والتي ادت الى تغيير العمليات الطبيعية الفيزيائية والكيميائية للبيئة الطبيعية او تسريع رتيرة حدوثها بمعدلات تفوق المعدل الطبيعي لتطورها واختلال التوازن الديناميكي بين عناصر البيئة الطبيعية لسطح الارض من جهة ، وبين الطاقة الكامنه للارض {العمليات الجيومورفولوجية} من حيث حجمها ومعدل تأثيرها ، نتج عنه ظواهر سلبية لا حصر لها في بقاع مختلفة من العالم بلغت مرحلة الكوارث الطبيعية .

فعلى سبيل المثال ، ساهم ازالة الغطاء النباتي من الاشجار لحوض نهر صغير في ولاية كولورادو . الى زيادة متوسط التصريف المائي بمقدار ١٣٪ في السنه ، كما ارتفع متوسط كميه المياه الجاريه خلال ذروة الفيضان بمقدار ٥٪ في السنوات اللاحقة . في حين ساهم اعادة تشجير {٨٠ ايكر} في وادي تنسي Tennessi الى هبوط ذروة التصريف المائي بمقدار ٩٪ في حوض اخر .

وعلى العموم ، ان مقدار تاثر الانسان على البيئة سطح الارض لم يكن متساويا ويمكن تمييز ثلاثة انماط بيئية {كليو ، ١٩٨٠} :-

أ- بيئات لا يؤثر فيها الانسان بدرجة واضحة .

ب- بيئات يؤثر فيها الانسان جزئيا .

ج- بيئات خاضعة لتاثير الانسان بمعدلات عاليه .

وتشمل المجموعة الاولى : المناطق القطبية والشبه القطبية والصحاري الحارة الجافة والمناطق الجبلية والتي يقل فيها كثافة السكان عن {شخص / كم٢} حيث يضعف النشاط البشري .

ويزداد تدخل الانسان في بيئته كثيرا في المجموعتين الثانيه والثالثه ، حيث الكثافات السكانيه متوسطة او عالية ، كما ان جزءا خضعت لاستغلال الانسان من عصور ما قبل التاريخ وحتى الوقت الحاضر ، وهي الاراضي التي تتسم بانها بيئات ذات طاقة عالية وتتصف بنشاط العمليات الجيومورفولوجيه .

لقد كانت المجتمعات البشرية ، سابقا ، صغيرة وكانت الكوارث الطبيعية من فيضانات او حركة مواد سطح

الارض محدودة في تأثيرها في نطاق تلك المجتمعات وحاليا ازداد افراد المجتمعات البشرية بأعدادهم واخذوا يستوطنون مساحات واسعة يعتمد بعضها على البعض الاخر ، واصبحت الكوارث الطبيعية المحلية النشاة اكثر شمولية في تأثيرها . فمثلا ، ان الطمر الصحي للنفايات او لمخلفات مواد الطاقة في مكان ما ، ينتقل تأثيره بواسطة حركة المياه السطحية والجوفيه الى مكان اخر ، مما يتطلب تنظيم سيطرة الانسان على بيئته وسطح الارض ، واصبحت الحاجة ماسة لدراسة احتمالات تغيير وتطور اشكال سطح الارض واتجاهاته من خلال :-

١- الفهم الكامل للعمليات الجيومورفولوجيه من تعرية وتجوبة .... ان العملية الجيومورفولوجيه وسيلة لنقل الطاقةالكامنه من نظام طبيعي ثانوي الى نظام طبيعي ثانوي اخر ، وهي تؤدي دورها ضمن نظام طبيعي عام ، يتضمن تبديلا في موضع الطاقة يبدو في حركة المواد المختلفة على سطح الارض ، يرافقه تغيير شكل سطح الارض .

ان الانسان بتدخله في البيئه الطبيعية ساهم في اختلال التوازن الديناميكي للبيئة ، لذلك ، فان الاستغلال الامثل للارض يتطلب معلومات كاملة وتفصيلية عن النظام الطبيعي الذي تمارس التعرية او التجوبة تاثيرها ضمنه والعلاقات المعقدة والمتغيرة بين عناصر البيئة الطبيعية .

٢- دراسة الاتجاهات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية التي توجه حياة السكان . ان الانسان جزء من النظام البيئي ويمارس تاثيره على العلاقات الديناميكية لعناصر النظام الطبيعي ومنها اشكال سطح الارض لمكان ما .

ويتحدد مقدار تاثير الانسان بعدد السكان وثقافتهم واحوالهم الاقتصادية والاجتماعية حينما اضطر الى استخدام التقنيات الحديثة واستعمال الاراضي الحدية لتغيير شكل سطح الارض بشكل متزايد ضد مصلحة الانسان بالاستخدام المخرب للارض وتسارع عمليات التعرية ، التلوث ، استخدام الاراضي الزراعية الجيدة في مشاريع الاسكان ... الخ .

لقد اصبح من الضروري التاكيد على دراسة نمط استجابة الانسان لبيئته وتحسين موقفه منها بالاستعمال الجيد والتعاون مع عناصر البيئة دون ان تحداها . عليه ان يكون معتدلا في طلباته ، يحفظ ويصون موارده الطبيعية ومنها الارض وليس استغلالها والحصول على المنفعة منها فقط : (ان الانسان يرث بيئة طبيعية جيدة ، الا انه يسيء استعمالها) . ان الانسان بتغييره شكل سطح الارض وبتدخله في العمليات الجيومورفولوجيه يجد نفسه امام مشاكل غير متوقعه : ان مباشرة الحراثة بموازاة خطوط الارتفاع المتساوية بدلا من الحراثه مع انحدار سطح الارض ساهم في تقليص تعرية التربة ، لكنه زاد من سرعة تعرية الشواطيء لقلة الرواسب المنقولة اليها بواسطة الانهار ، كما ان الانشاءات الهندسية على الشواطيء لحمايتها من التمت الساحلي وقد تساهم في نقل طاقة الامواج البحرية الى الشواطيء المجاورة لتمارس تأثيرها بصورة اشد ، وهي مؤشرات على عدم الفهم الكامل لطبيعة عمل وتأثير عوامل التجوبة والتعرية وعلاقاتها مع بعضها .

وعلى كل حال ، لقد ازداد اهتمام الباحثين من مختلف الاختصاصات لوضع دراسات تهدف الى صيانة عناصر

نظم البيئة الطبيعية ومنها الارض لغرض السيطره على الكوارث الطبيعية التي يتعرض لها الانسان وتقليص اثارها ، بالاستعمال العقلاني للارض وبشكل ينسجم مع عناصر البيئة الاخرى (الهواء ، الماء ، الكائنات الحية) ، ومن خلال ربط البحث الاكاديمي النظري للمفاهيم الاساسية لعلم اشكال سطح الارض بالدراسات التطبيقية التي تهدف الى تقييم اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجيه التي تساهم في تشكيلها او تغييرها ودور الانسان في عملية التغيير ، والذي ساهم في توضيح الاهمية العملية للدراسات الجيومورفولوجيه واستحداث فرع جديد من المعرفة ، يعرف (علم اشكال سطح الارض التطبيقي او - الجيومورفولوجيا التطبيقيه) .

واللذي يعرف :

العلم الذي يهتم باستخدام المقاييس لمسح اشكال سطح الارض وتحديد ابعادها ، قياس العوامل والعمليات الجيومورفولوجيه التي ساهمت في نشأتها وتحليل العلاقة بينها ، وتطبيق تلك البيانات لتقييم الموارد الطبيعية ومنها الارض ومراقبة التغييرات الحاصلة فيها لغرض التنبؤبالمشاكل التي تجابهها ، ووضع الحلول لها والتخطيط لاستعمالها بما يتفق مع مكوناتها الطبيعيه .

المبحث الثالث
مناهج الدراسة لعلم اشكال سطح الارض التطبيقي

لقد اعتمدت الدراسات الجيومورفولوجيه طريقتان للبحث والتحليل لاشكال سطح الارض رافقتا تطور الفكر الجيومورفولوجي الحديث في اواخر القرن التاسع عشر وخلال القرن العشرين ، هما : طريقة الفرض المسبق ، الطريقة الاستنتاجية او الاستقرائية .

٢ : ١ طريقة الفرض المسبق :

تعتمد هذه الطريقة منهاج البحث التاريخي لدراسة شكل سطح الارض ومراحل تطوره . فهي تفترض شكلا معينا لسطح الارض تعود نشأته لاصول خاصة ، ثم تجمع الحقائق الاساسيه عنه من الملاحظات والبيانات الميدانيه لتصنف وتقارن مع البيانات المفترضة لفحص مدى تطابقها او تباينها ، ويبقى الفرض المسبق متحكما في المناقشة لاثبات الحقائق بين الحالة القائمة والحالة المفترضة {King , P. 16}.

وتعتبر نظرية وليم مورس ديفز عن نشأة وتطور اشكال سطح الارض تطبيقا لهذه الطريقة ، حين افترضت ان تطور اشكال سطح الارض مر في دورة تعرية من ثلاث مراحل {الطفولة والشباب ، والنضج ، الشيخوخة} وان تطور كل مرحلة يتأثر بثلاث متغيرات {البناء الجيولوجي ، العملية الجيومورفولوجية ، الزمن} . حيث يفترض :-

١- تصنيفا مسبقا لاشكال سطح الارض وتطورها خلال ثلاث مراحل لاختلاف الزمن .

٢- حكما مسبقا نمطُ التعرية يأكل مرحلة من مراحل تطور اشكال سطح الارض .

وبعبارة اخرى ، ان يفز يفترض مسبقا اصل نشأة اشكال سطح الارض وكيف كانت في الماضي لتصبح نقطة البداية لتتبع مراحل تطورها وتحليلها خلال الدورة الجيومورفولوجيه ويحدد نمط التعرية في كل مرحلة ليستدل على نتائج الدراسة من مقدمات معروفة عن الظواهر السائدة ، حيث وضعت اوصاف خاصة لشكل سطح الارض لكل مرحلة ، ومن ثم يصبح {الماضي مفتاح الحاضر} عكس المبدأ الجيومورفولوجي المعروف {الحاضر مفتاح الماضي} . {Ritter .P 15} .

٢ : ٢ الطريقة الاستنتاجيه او الاستقرائيه

تعود بدايات هذه الطريقة الى جلبرت ، ثم اعتمدت في نهاية الاربعينات وبداية الخمسينات من القرن العشرين في كتابات {هورتن ، ستريلر ، شوم ، نشورلي ..} ان هذه الطريقة لا تفترض شكلا مسبقا لسطح الارض ، ولكنها تؤكد على تفسير العمليات الجيومورفولوجية . فهي تعمد الى فرز العوامل والعمليات

الجيومورفولوجيه وتصنيفها لتحديد تأثيرها في تكوين اشكال سطح الارض ، ونمط استجابة تلك الاشكال للعمليات الجيومورفولوجية من خلال : التاكيد على معرفة العمليات المسببه للتغيير ونمط التغير ومعدله واثره على تطور اشكال سطح الارض .

وتفترض العمليات الجيوموفولوجية وتستنتج من الملاحظات الميدانيه ومن ثم تصنف وترتب حسب علاقتها بالظاهرة الجيوموفولوجيه ، ثم تقاس ، لتفرز حسب اهميتها باستخدام التحليل الاحصائي للتاكد من صحة الفرضيات من عدمها . ان تبني الطريقة الاستنتاجيه لتحليل اشكال سطح الارض يتضمن دراسة ثلاث عناصر :- {Ritter . pll}

أ- تحديد العوامل والعمليات الجيوموفولوجيه بدقة ، لتوضيح علاقتها مع تطور اشكال سطح الارض .

ب- ابراز الاختلافات في حجم وتكرر العمليات الجيوموفولوجية من وقت لاخر ومن مكان لاخر .

جـ- الدراسة الميدانية العميقة عن العلاقة بين الشكل والعملية ، وعمل نماذج في المختبر مع الاخذ بنظر الاعتبار اختلاف ظروف المختبر عن الحقل .

ان اعتماد الطريقة الاستنتاجية لتحليل اشكال سطح الارض يكمن في :-

أ- تتطور اشكال سطح الارض بسبب التاثير المتبادل بين البناء الجيولوجي والعملية الجيومورفولوجيه ، وان علاقة عامل الزمن {طال ام قصر} بعملية التطور ليست لها اهمية تذكر ما دامت العوامل المسيطرة على نشأة الشكل وتطوره ثابته غير متغيرة . هذه العوامل مرتبطة بالنشاط التكنوني او تغير المناخ {Hack , 1957} .

ب- ان دراسة اشكال سطح الارض وتطورها يتطلب تحديد {الاسباب والاثار} . ان الاثار {عند يفز} محتفظ بها في الصخور ، ويصبح تحديد السبب هو الهدف الذي يحدد طريقة البحث والاستقصاء في الدراسة الجيومورفولوجيه ، ولكن تلك الدراسات تفتقر للرؤيا الواضحة عن طريقة تاثير العامل الجيومورفولوجي وسلوك العملية الجيومورفولوجية لعدم معرفتها بطريقة عمل النظم الطبيعية نظرا للعلاقة المعقدة بين عناصرها .

ان الاستدلال عن الاسباب عملية يسيرة ويمكن تحسسها ، الا ان الصعوبة في تفسير الاثار او ادراكها او التنبوء بنمط استجابة الشكل لتلك المؤثرات او الاسباب . فعلى سبيل المثال : ان وجود التواء نهري {شكل} هو واحد لاثار التعرية المائيه {السبب} وهو هدف الدراسة ضمن المنهج التاريخي . ولكن الاهم من ذلك ، هو تتبع نمط الاستجابة للعمليات الجيومورفولوجية من دراسة نمط سلوك الماء وكيف يؤثر على الصخور من خلال التاكيد على ؛ {لماذا ، وكيف اصبح الماء سبب هذا التأثير واختلاف الاشكال من مكان لاخر في زمن ما} .

لقد كان للتغيرات المناخية في العصر الحديث من الزمن الجيولوجي الرابع تاثرا عنيفا على نظم البيئة الطبيعية وساهمت في اختلال توازنها ، ولكن تفسير اثارها مهمة شائكة للعلاقة المعقدة بين عناصر العمليات الجيومورفولوجيه ، نظرا ، لاختلاف نمط استجابة النظم النهرية او حركة مواد سطح الارض {جريان طيني ، زحف

تربة ، انزلاق صخري ...} للتغيرات المناخية . حيث لوحظ عن حدوث مثل تلك العمليات عند سقوط امطار شديدة نسبيا ، ولكن ذروة التساقط عند حدوثها اقل بكثير من عشرات المرات التي سبقتها عندما كانت الامطار اكثر شدة وعنفا .

٣- ان اعتماد طريقة الفرض المسبق لنشأة اشكال سطح الارض او تطورها جعلت من الدراسة الجيومورفولوجيه موضوعا اكاديميا ينحصر هدفه في اعطاء معلومات نظرية او مفاهيم اساسية عن اشكال سطح الارض وتطورها ليست ذات علاقة وثيقة بالمشاكل البيئية التي يلاحظها الطالب في بيئته والتي يتعايش معها الانسان . وعلى العكس من ذلك ، عند اعتماد الطريقة الاستنتاجية والتاكيد على دراسة العوامل والعمليات . ان اشكال سطح الارض في مكان ما ظاهرة ديناميكية متغيرة بتاثير تلك العوامل والعمليات ومنها الانسان ودوره في الاخلال بهذا التوازن الديناميكي بتدخله وتغييره في نوع العمليات ومدى تاثيرها ، وانها جميعا تعمل ضمن نظام طبيعي تتحرك عناصره بصيغ ميكانيكية خاصة ، وتتطلب :-

١- قياس اشكال سطح الارض وتحديد ابعادها .

٢- قياس العملية الجيومورفولوجية ، من خلال قياس العامل الجيومورفولوجي {السبب} ، قياس حركة المواد والاجسام الخاضعة لتاثيره . وبعبارة اخرى ، ان تحليل اشكال سطح الارض تتطلب دراسات ميدانية لتحديد العوامل وقياسها ، قياس ابعاد شكل سطح الارض مع الاهتمام بالدراسات التجريبية والقياس المختبري لخصائص مواد سطح الارض باستخدام بعض الصيغ المتبعة في الفيزياء او الكيمياء واعتماد التحليل الاحصائي لتوضيح العلاقة بين عناصر الشكل مع بعضها من جهة ، والعلاقة بين الشكل والعمليات الجيومورفولوجية من جهة لاخرى ، مما ادى الى اعتماد منهج النظم في الدراسات الجيومورفولوجية {Chorely , 1962 , 1971} .

٢ : ٣ منهج النظم في الدراسات الجيومورفولوجية

النظام مظهر طبيعي لشكل من اشكال سطح الارض {نظام رئيسي} له حدود واضحة يتكون من عناصر {نظم ثانوية} منفصلة عن بعضها ، علاقاتها متوازنة فيما بينها ، وكل نظام ثانوي يتكون من اجزاء خاصة به تكون علاقاتها متوازنة هي الاخرى . ان النظم الثانوية واجزائها مرتبة وفق تسلسل هرمي ، كل منها يؤدي عملا او وظيفة طبيعية معينة ينتج عنها شكل النظام الرئيسي في مكان ما من سطح الارض . ويميز الباحثون بين نوعين من النظم النظام المغلق ، والنظام المفتوح {جاد ، ١٩٧٨ ، King , 1968 . Chorely , 1971} .

٢ : ٣ : ١ النظام المغلق

ومثل نظام طبيعي لسطح الارض له حدود واضحة ؛ بداية ونهاية واضحتين لايحدث خلاله تغيير او تجديد في الطاقة او مواد سطح الارض . ان مفهوم الدورة الجيومورفولوجية (التي جاء بها ديفز) يعتبر من النظام المغلق ، وتتمثل بدايته في ارتفاع سطح الارض ، لا يحدث عندها تعرية على الرغم من توفر طاقة قصوى ، ثم تأخذ

التضاريس بالانخفاض وتتناقص الطاقة ريحيا حتى يصل سطح الارض والطاقة الى ادنى مستوياتها في نهاية الدورة والمتمثلة بتكون السهل التحاتي .

وفي النظام المغلق : تعتبر الظروف التي كانت قائمة عند نشأة النظام هي المتحكمة في تحقيق التوازن عند استواء سطح الارض عند نهاية النظام . وبعبارة اخرى ، من الصفات الذاتية داخل النظام والتي ورثها عن ظروف نشأته وعلى الاخص مقدار الطاقة والفترة الزمنية التي انقضت على ظهوره وتجدد ظروف التوازن المتحقق في نهاية الدورة الجيومورفولوجية . ان تحليل اشكال سطح الارض ضمن النظام المغلق يعني دراسة تاريخ المنطقة باتباع الطريقة التاريخية للبحث من جهة ، كما يتضمن صفة الحتمية في تفسير تاثير البيئة عند نشأة شكل سطح الارض او تطوره ، مما يجعله مناسبا لدراسة اشكال سطح الارض القديمة النشأة الغير المتأثرة بالبيئة الحالية .

٢ : ٣ : ٢ النظام المفتوح

نظام طبيعي لمظهر ارضي يتالف من نظم رئيسة ، نظم ثانوية تجري داخله عمليات تجدد الطاقة ونقل المادة ليتحقق التوازن وحالة الاستقرار عند تساوي دخول وخروج الطاقة ، لينضبط شكل سطح الارض الذي يرافق انضباط العمليات الجيوموفولوجية ليصبح النظام في حالة توازن ديناميكي بين عناصره واجزاءه .

ان حوض النهر {نظام رئيسي} مستقل له ابعاده وشكله ، ويتكون من عناصر ثانوية منفصلة عن بعضها ذات علاقة متبادلة فيما بينها {منحدرات . وديان . قنوات نهرية . سهول فيضية . ترب ...} : وكل نظام ثانوي يتكون من اجزاء او عناصر صغيرة {آفاق الترب . مقاطع عرضية او طولية للقنوات النهرية . مقاطع عرضية للوديان ..} . تتطلب القياس وتحليل ابعادها لتحليلها جيومورفولوجيا .

ان النظام المفتوح يساعد على :

١- تحديد العلاقة الوثيقة بين {الشكل والعملية} واللتان هما اساس الدراسة الجيومورفولوجية ، وان تحديد عناصر النظام الرئيسي واجزاء وعناصر النظم الثانوية يؤدي الى تحديد العوامل والعمليات الجيومورفولوجية بشكل دقيق وقياس وضبط التوافق والانسجام بين عناصر النظام الواحد . ان علاقة الشكل بالعملية {في النظام المفتوح} في حالة توازن دقيق بين قوى المقاومة وقوى الحركة المتوافقه فيما بينها عند لحظة القياس ، وتكون في حالة استقرار .

ان كل نظام يستجيب للمتغيرات او المؤثرات الخارجية بنسب وصيغ متغيرة وينعكس هذا التغير على العناصر الاخرى {النظم الثانوية الاخرى} التي تتغير بدورها بمديات مختلفة خاصة عند انتقال الطاقة او المادة بين النظم الثانوية ضمن الرئيسي لتسبب تغيير في النظام باجمعه . فمثلا :

ان تغير عمليات تكون التربة {نظام التربة} تؤدي الى تغيير آفاقها {نسجة التربة وخصائصها الكيمياوية} . ومن ثم تمتد الى حركة مواد سطح الارض في {نظام الوديان} او في {نظام السهول الفيضية} . ان حركة المفتتات تؤدي

الى تغيير شكل الوديان ، كما ينتقل تاثيرها الى (نظام القنوات النهرية) بعمليات الترسيب ، حيث تتغير اجزاء النظام الاخير (المقاطع الطولية او المقاطع العرضية للقنوات) ، ويستمر مسلسل التغير منتقلا بين عناصر النظام ليتحقق التوازن الديناميكي للنظام ويتنظم حوض النهر (النظام الرئيسي) .

٢- يبرز صفة التنوع لاشكال سطح الارض لتعدد وتنوع الاستجابات للمؤثرات الخارجية ومن ثم الى اختلاف اشكال سطح الارض (راجع ٢ : ٢) .

٣- انه اكثر ملائمة لدراسة اشكال سطح الارض المعاصرة والتي في حالة توافق مع الظروف البيئية السائدة حاليا .

٤- ان النظام المفتوح يؤكد على العلاقات المكانية بين عناصر النظام الرئيسي (النظم الثانوية واجزاءها) والتي تؤدي الى التباين والاختلاف داخل التنظيم الهرمي للنظام ، على عكس النظام المغلق الذي يؤكد على الحتمية في تفسير تطور اشكال سطح الارض ، وحتمية تماثل اجزاء النظام بمرور الزمن ، وحتمية استواء سطح الارض في نهاية الدورة الجيومورفولوجيه مما يجعل تطبيقاته لا تنسجم مع مناهج الدراسات الجغرافية التي تهمل مفهوم الحتمية عند دراسة البيئة وتاثيرها على النشاط البشري لاقاليم سطح الارض .

وعلى كل حال ، ان النظم الجيومورفولوجية معقدة في نشأتها وتطورها ، تخفي الكثير من الحوادث والعمليات التي ساهمت في تكوينها وخاصة الانسان في الوقت الحاضر لذلك لا يوجد نظام نظري يستطيع تفسير بناء النظم الطبيعية ، ولكن يمكن القول :

١- ان النظام المغلق يصلح لتحليل اشكال سطح الارض القديمة التكوين والبطيئة التطور في الوقت الحاضر ذات الطاقة الواطئة ، مثل اشكال سطح الارض في الصحاري الحارة القليلة التأثر من تدخل الانسان .

٢- ان النظام المفتوح يصلح لتحليل اشكال سطح الارض الخاضعة للتغير والتطور ضمن النظم المناخية الحالية ولتأثير ظروف البيئة في الجهات المعتدلة او الحارة الرطبة ذات الكثافة السكانيه المعتدلة او العالية .

ومن جهة اخرى يقسم النظام المفتوح الى اربعة انواع تختلف في بناءها

وهذه الانواع :

أ- نظام الشكل Morpholgical System والذي يهتم بدراسة العلاقات بين صفات شكل سطح الارض .

ب- نظم استجابة العمليات Process - Response System والذي يهتم بتحديد العلاقة بين الشكل والعملية ، كما يشمل دراسة العلاقة بين العمليات مع بعضها .

جـ- نظم Cascading System يدرس انتقال المادة او الطاقة بين النظم الثانوية او اجزاء النظام الثانوي الداخله في تركيب النظام الرئيسي بواسطة ادوات تعمل على تنظيم النظام .

د- نظم السيطرة Controlling System وهو يحدد ويفرز الادوات المنظمة في العمليات الجيومورفولوجية التي تسبب تغييرات في توزيع الطاقة او في كتلة المواد داخل النظام تؤدي الى اختلال العلاقة المتوازنة داخل نظام الشكل ونظم استجابة العمليات .

ان النظام الاخير يؤكد على دور الانسان في تغيير العلاقات المكانية لنظم الاستجابة للعمليات وتؤدي الى

تغيير شكل سطح الارض ، وهو ما تهتم به الدراسات الجغرافية من جهة ، ومن جهة اخرى ، يمكن تقييم الدراسة التطبيقية لاشكال سطح الارض ضمن نظم السيطرة ، ان عملية صنع القرار داخل النظام الاقتصادي والاجتماعي تعتبر من عناصر التدخل في نظام استجابة العمليات الطبيعية ، وان تدخل الانسان يؤدي الى استمرار عمليات التغيير في نظم اشكال سطح الارض ، ولقد ساهم تدخل الانسان في البيئة سابقا الى تغييرها وتحطيم بنيتها الداخلية . وان دور الجيوموفولوجية يكون :-

١- استكشاف نماذج او موديلات تصور العلاقة بين عناصر النظام واجزاءه يمكن من خلالها التنبوء بالتأثير المحتمل الناجم عن تدخل الانسان والمخطط له مسبقا على النظام وشكله .

٢- الاستكشاف الجيد للنظم الارضية من خلال تحديد العوامل والادوات التي تنظم العلاقات بين عناصر النظام وبنيته الداخلية لتعيين الحد الفاصل لبداية التغير الجيومورفولوجي Threshold .

٢ : ٤ مفهوم البداية الجيوموفولوجية : Geomorphic Threshold

ويعني تحديد المرحلة الحرجة في استقرار عناصر البيئة وتؤدي الى بداية تغير لاشكال سطح الارض نتيجة لظروف حرجة :- النظام الارضي والناشئة عن تغير بنيته الداخلية او تغيرات في المؤثرات الخارجية مثل تغير مستوى سطح اليابس والماء ، المناخ ، تغير نمط استعمال الارض من قبل الانسان .

ويبدأ تغير البنية الداخلية لشكل سطح الارض (على سبيل المثال) عند حدوث قطع لالتواء نهري واستقامة المجرى نتيجة لتطور التعرية الجانبية عند رقبة الالتواء ، بينما تعزى بداية التغير في نمط المجرى المائي لمؤثرات خارجية عند تغير المناخ وزيادة التصريف المائي وسرعة المياه الجارية داخل القناة النهرية ادت الى نشاط التعرية الجانبية وحدوث قطع لالتواء نهري واستقامة المجرى او تحول المجرى الملتوي الى مجرى ضفائري .

ان اعتماد مفهوم المرحلة الحرجة للتغير الجيوموفولوجي يساعد على تفسير التغير المفاجيء في عمليات التعرية والارساب الملازمتين للتطور الطبيعي للمظاهر الارضية ، عندما تكون بداية التغير الجيوموفولوجي لها علاقة بعوامل محلية او الصفات الخاصة لمواضع معينة من سطح الارض .

وهناك ادلة من تحويرات محدودة في العوامل الجيمورفولجية يصاحبها تغييرات كبيرة في حجمها ، في حين ، مناطق معينة من سطح الارض تعرضت لمؤثرات شديدة غير نظامية نجم عنها تحويرات طفيفة في اشكال سطح الارض ، ولكنها مهدت السبيل في نشوء ظروف عدم استقرار جيومورفولجية ساهمت في تغيرات وتحويرات مهمة في اشكال سطح الارض لاحقاً ، لان مواد واشكال سطح الارض في موضع ما تستجيب بانماط مختلفة في شدتها تجاه عوامل متماثلة في شدتها وتؤدي الى اختلال توازن عناصر النظام الارضي بعمليات التعرية في مكان دون اخر .

لذلك ان المهمة الاساسية للدراسات التطبيقية للجيومورفولوجية تعيين مواضيع عدم الاستقرار لعناصر اشكال سطح الارض ، وصياغة معايير لتحديد مفهوم عدم الاستقرار وتعيين حدود الظروف الحرجة لبداية التغير الجيومورفولوجي لكل بيئة ولجميع الحالات الممكن تصورها من العلاقة بين البناء الجيولوجي والعملية الجيومورفولجية للتنبوء بالتغيرات اللاحقة في اشكال سطح الارض والتي لها اهميتها في ادارة الاراضي واستغلالها لتحديد الكوارث الطبيعية والتنبوء بقرب وقوعها [Schumm, 1979] .

المبحث الرابع
علاقة علم اشكال سطح التطبيقي بالعلوم الاخرى

ان ازدياد سكان الارض وارتفاع مستواهم المعاشي ، وزيادة الطلب على الارض واستغلالها الكثيف رافقه زيادة التأكيد على حماية عناصر بيئة الارض ، واصبحت الحاجة ماسة لمعلومات عن العوامل والعمليات الجيومورفولجية التي تساهم في نشأة اشكال سطح الارض وتطورها او تغيرها والتي تتحرك بتأثير قوى مصدرها اغلفة الارض [الغازي ، الصخري ، المائي ، الحيوي] .

ان ادارة البيئة ومنها الارض بشكل فعال تعتمد على مقدار ضخم من المعلومات والاحصاءات نظراً للعلاقات المتداخلة والمعقدة بين عناصر البيئة ، مما لفت انتباه الكثير من الباحثين من مختلف الاختصاصات [هندسة ، زراعة ، جيولوجيا علم المياه ، بحار ومحيطات ، فيزياء ، كيمياء ، جغرافية ، جيومورفولوجيا] ، فمن خلال التنسيق الجيد لنتائج تلك الدراسات وتصنيفها لتكون القاعدة الضرورية من المعلومات التي تستند اليها برامج ابحاث ادارة البيئة الطويلة الامد بتحديد انماط استعمال الارض والتقليل من كلفة صيانتها ، برصد العمليات الجيومورفولوجية ومراقبة التغيرات المتأثرة بها على المدى البعيد لضمان استقرار سطح الارض ليصبح تغييرها محدود وبمعدلات واطئة وضمن الحدود الطبيعية .

ان البدايات الاولى للدراسات التطبيقية لاشكال سطح الارض تمتد الى بداية القرن الحالي ، ولقد برزت بوضوح في الفصل الثاني والعشرون من كتاب اسس الجيومورفولوجيا لمؤلفه تورنبري ١٩٥٤ ، وفي كتابات تشير منها الى [Cooke and Doornkamp, 1974. Cooke , 1976 Douglas, 1. 1976] الا ان الابحاث التطبيقية للجيومورفولوجيا لا زالت قليلة بسبب [J. R. Hails, 1977] :-

١- ان الدراسات الجيومورفولوجيا لا تزال تحضى باهتمام محدود جداً في ثقافة المختصين بالعلوم الاخرى ذات الصلة بادارة البيئة من هندسين ، مهندسين زراعيين ، علم المياه ... وعلى الرغم من ادراك بعض هؤلاء المختصين ، اهمية الدراسات الجيومورفولوجية في ادارة البيئة .

٢- ان الجيومورفولوجين عموماً لا زالوا متحفظين من استخدام خبراتهم لحل مشاكل البيئة او المساهمة في ادارتها ، وظلوا يمارسون اهتماماتهم الاكاديمية لافتقارهم الى المهارات والتقنيات الخاصة باستخدام الاجهزة ومراقبة العمليات الجيومورفولوجية او عند القيام بمسح اشكال سطح الارض والحصول على المعلومات والبيانات اللازمة التي يمكن الاعتماد عليها لاعداد بحث او دراسة تطبيقية والتوصل الى تنبؤ دقيق صحيح عن التغيرات المحتملة لسطح الارض .

٣- ان الكثير من الابحاث المنجزة في مجال الدراسة التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض كانت ابحاثاً سرية او محدودة التداول ولاغراض عسكرية ، كما هو الحال في الولايات المتحدة الامريكية .

٤- تعدد الوكالات والهيئات الحكومية والدولية المساهمة في اعداد الدراسات عن البيئة ومنها الارض ، والتي تعمل مستقلة بعضها من الاخر ، فاصبحت المعلومات والاحصاءات التي تتطلبها برامج الابحاث التطبقية عن الارض والمتوفرة في الكتب والادبيات العلمية قليلة ومبعثرة وغير متوفرة بالقدر الذي يسمح بتطبيقها لاغراض المراقبة والتنبؤ بالمشاكل المحتمل تأثر سطح الارض على المدى الطويل الامد .

لقد ادرك المختصون في العلوم الاخرى ومن مختلف الاختصاصات ، اهمية دراسة سطح الارض ، واخذت كل فئة او اختصاص تساهم في دراسة جانب من اشكال سطح الارض وتحديد مدى الاستفادة منها ، كل في ميدان اختصاصه ، مما ساعد على التعرف على المكانة العلمية والعملية لعلم اشكال سطح الارض ، مثل دراسات الجيولوجيا الهندسية ، علم المياه ، الجيولوجيا الاقتصادية ، التربة ، العلوم العسكرية ، علم البحار ... واصبح واضحاً اهمية مشاركة المختصين من الجيومورفولوجيين في فرق الدراسة والتي تضم مثل تلك الاختصاصات ، حيث يستطيع الجيومورفولوجين من الجغرافيين المساهمة في هذه الدراسات على الرغم من قلة التدريب والمهارات التي يتمتعون بها ، حيث تتوفر لديهم امكانات بحثية خاصة لخصها [Embelton and Others 1979] .

١- القدرة على التحليل المكاني لتوزيع الظاهرة او مجموعة الظواهر الجيومورفولوجية في وقت معين والتي تبدو عند اعداد الخرائط واستعمالها وتحليلها والقدرة على ملاحظة واستكشاف العلاقات المكانية للظواهر من مقارنة توزيعها على خارطتين او اكثر .

٢- القدرة على تغيير مقياس المقارنة بين الظواهر والناجم عن اختلاف حجم المشكلة الخاضعة للدراسة ، كالتمييز بين الموضع والموضع ، وهو سبق جغرافي منذ امد بعيد ، فمن الاهمية التعرف على حجم المشكلة المطلوب دراستها والعوامل المؤثرة التي حددت موضعها والتي قد تكون اسبابها من خارج الموضع ومن مناطق اخرى ، مثل حدوث الفيضانات والانهيارات الارضية وتأثيراتها والناجمة عن ظروف خارجية تؤثر على الموضع . وقد تكون الحالة معكوسة حين تؤثر حالة الموضع على المناطق المجاورة المحيطة به . ان التغير الذي يصيب موضعاً ما ، تمتد اثاره عاجلاً ام اجلا الى الاجزاء المجاورة محدثة تغييرات بيئية واسعة النطاق .

٣- القدرة على فهم البعد الزماني وتباين الظواهر واختلافها من وقت لاخر ، وعلى الشخص المهتم بالدراسات التطبيقية ان يتمتع بالقدرة على تميز ظواهر سطح الارض وتصنيفها فيما اذا كانت قد نتجت عن عمليات جيومورفولوجية قديمة او عن عمليات حديثة ، كما تبدو حاجة الباحث الماسة الى فهم وادراك وتميز ما يلي :-

أ- حجم الظاهرة واحتمال تكرر حدوثها على فترات زمنية متباعدة ومقدار الفترة الفاصلة لتكرر حدوثها ، مثل [حجم الفيضانات وتكرر حدوثها] .

ب - معدلات التغيير في سطح الارض تحت تأثير العوامل الطبيعية الحالية مثل [معدلات التعرية] .

جـ - التنبؤ عن احتمال تجدد نشاط العمليات الجيومورفولوجية القديمة بسبب الاستعمال اللاعقلاني للارض من قبل الانسان وتدخله في العمليات الطبيعية مثل [زحف التربة البطيء] الناجم عن عدم استقرار مواد سطح الارض الذي يعقب العمليات الانشائية عند شق الطرق او بناء السدود والخزانات ... الخ ، وبعبارة

اخرى ، تعيين حدود بداية التغير الجيومورفولوجي للنظام الارضي .

د - القدرة على استخدام المرتسمات والصور الجوية والخرائط . ان واحد من مصادر القوة في دراسات الجيومورفولوجيين من الجغرافيين يكمن في قدرتهم على استعمال الخرائط والمرتسمات البيانية والصور الجوية . فاذا اكتسبوا مهارات من الدراسات الميدانية والقدرة على اختيار تقنيات متنوعة لتحليل المعلومات عن اشكال سطح الارض الحالية لوضع الخطط لتقييم المشاريع المستقبلية ، فيما اذا استطاع الباحث الجغرافي من تطوير قدراته وقابلياته في استخدام التحسس النائي لتحليل الصور الجوية والفضائية واستخدام التقنيات الحديثة في مراقبة العمليات الجيومورفولوجية ومتابعتها واستعمال التحليل في المختبرات والتحليل الاحصائي والحاسوب لتهيئة قاعدة لنظام معلومات عن الارض يستفاد منه في الدراسة والبحث .

ان دراسة سطح الارض والانسان تعتبر الميدان المشترك للدراسات الجغرافية والجيومورفولوجية . ان سطح الارض والعمليات التي تساهم في تشكيله والمختلفة من مكان لاخر ومن وقت لاخر تجعل من الدراسات الجغرافية مصدراً مهماً للمعلومات المفيدة من العوامل المسببة للتغير ومنها الانسان واثرها على البيئة عند تحديد طبيعة سطح الارض ، درجة انحدارها وصلاحيتها للزراعة ، الرعي وتحديد مواضع المدن واقامة المنشآت ، التوزيع الجغرافي للامراض ذات العلاقة بمكونات سطح الارض . ان الدراسات الجغرافية تساعد على توفير النظرة الشمولية لتفسير وتحليل المتغيرات البيئية المختلفة عن استعمال الارض وتحديد النمط الامثل لاستغلالها .

ان للدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية علاقة وثيقة بالدراسات الجيولوجية ، ان الاخيرة تهتم بدراسة صخور القشرة الارضية + نظام بنائها وخصائصها الفيزيائية والكيميائية والمعدنية ، بينما تهتم الدراسات الجيومورفولوجية لمعرفة العلاقة بين البناء الصخري واشكال سطح الارض ، والعمليات الجيومورفولجية التي ساهمت في تشكيله .

وتهتم الدراسات الجيولوجية بدراسة العلاقة بين البيئة الجيولوجية واماكن وجود الثروات الاقتصادية ، بينما تساعد الدراسات الجيومورفولوجية عند دراسة الظروف المناخية التي كانت سائدة اثناء عمليات ترسيب وتجمع المفتتات الترابية والحصوية والتي اصبحت مواضع هامة لاستغلال الثروات الاقتصادية بطريقة التعدين الموضعي من ذهب وفضة وبلاتين .

وتوجد علاقة بين الجيولوجية الهندسية والجيومورفولوجية التطبيقية ، ان الاخيرة تحدد شكل سطح الارض والعوامل والعمليات السائدة في المواضع المختارة لانشاء السدود والخزانات او مد طرق النقل البري او بناء المطارات وحفر الانفاق عند تحديد الاماكن المعرضة لحركة مواد سطح الارض لاجل تثبيت المنحدرات او تحديد جبهة التجوية لما لها من تأثير كبير في تحديد المناطق الصالحة للانشاءات الهندسية .

كما تبدو العلاقة بين الموضوعين عند دراسة تأثير انشاء المشاريع السابقة في تغيير نوع العمليات الجيومورفولوجية او وتيرة حدوثها لمنع حدوث الكوارث الطبيعية ان العلاقة بين الموضوعين تبرز في

مجال دراسة ثالث هو الجيومورفولوجيا الهندسية .

وتوجد علاقة متبادلة بين الدراسات الهيدرولوجية [علم المياه] والجيومورفولوجية التطبيقية . وتهتم الدراسات الهيدرولوجية بدراسة دورة الماء في الطبيعة والنظم الثانوية المتكونة منها . ان دورة الماء في الطبيعة تعني [حركة الماء بحالاته السائلة والغازية والصلبة] في الغلاف المائي والغازي والصخري والحيوي للقشرة الارضية . ان المياه السطحية الجارية [الانهار] او المياه الجوفية والتي هي من مكونات نظام دورة الماء في الطبيعة ولها علاقة وثيقة بالنظم الاخرى ، وهي التساقط وماء التربة ، التبخر - النتح . ان العلاقة الديناميكية بين نظم دورة الماء في الطبيعة تساعد عند دراستها على :-

١- فهم النظام المائي للانهار وحجم التصريف المائي وتكرره والتي لها علاقة وثيقة بعمليات التعرية المائية وحجم الترسبات المنقولة وعمليات الترسيب ومعدلاتها واشكال سطح الارض المرتبطة بها ، ومن ثم فهم نشأة الانهار ، تطورها وتغيرها ، وعلاقتها بالنشاط البشري من جهة ، ومن جهة اخرى فهم دور الانسان في تعديل العمليات الجيومورفولوجية المائية وتطور اشكال سطح الارض التي نشأت بتأثير العمليات المائية من اجل تقييمها وتحديد نمط استعمالها ، مثل اراضي السهول الفيضية المعرضة لخطر الفيضانات والتي تعتبر من وجهة نظر جيومورفولوجية مناطق غير امنة لاستيطان الانسان بشكل دائم او لانشاء المدن او تأسيس المصانع باستثناء اطرافها الخارجية .

٢- ان دراسة نظام المياه الجوفية ، وحركة الماء الجوفي في الاراضي التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست والمشاكل العملية التي يعاني منها سكان المدن والمناطق الريفية في تلك الاراضي عند استخدام الاحواض الطبيعية لجمع النفايات او المياه القذرة من المصانع والبيوت في تجاويف تحت سطح الارض مسببة تلوث المياه الجوفية او تسارع عمليات التعرية المائية بالاذابة وما يرافقها من انهيارات ارضية عند الاستعمال الغير الملائم للارض .

٣- دراسة العمليات الجيومورفولوجية المائية للاقاليم الجافة والشبه الجافة حيث مخاطر التعرية كبيرة لاسباب عديدة ، ومن ضمنها نظام الامطار الساقطة .

ويستفيد الباحثون في مجال علم التربة من الدراسات الجيومورفولجية لتحديد عمليات تكونها . ان التربة من مخلفات التجوية وهي قد تكون ساكنة في موضعها او منقولة من مناطق اخرى ، وان الدراسات الجيومورفولوجية تساعد على تتبع اصلها ونشأتها ومراحل تكونها والتنبؤ بالتغيرات المحتمل تعرضها لها . ان التربة تتأثر بحركة مائها ، والنباتات تمتص الماء والمواد الغذائية من التربة ومن ثم تعود ثانية الى التربة عند موت النباتات وتحللها فتتغير نسجة التربة وبناءها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء او تصريفه خلال افاقها ، ومن متانتها وقدرتها على مقاومة عمليات التعرية ، وقد يعاد ترسيبها في المجاري السفلى للانهار وتغير نظام المياه الجارية السطحية او تكوين اخاديد وتقليص سمك التربة مع المنحدرات ومن تم تغيير نمط استعمال الارض .

وتستفيد العلوم العسكرية من الدراسات الجيومورفولوجية لسطح الارض لتحديد المواضيع المناسبة لبناء المنشآت العسكرية فوق او تحت سطح الارض ، حركة القوات المسلحة الراجلة والالية ، وضع الخطط العسكرية

المناسبة لارض المعركة وعلى القيادات العسكرية ان تكون على علم باثر مورفولوجية سطح الارض والمتغيرات المتوقعة فيه على قدرة وكفاءة العسكري والالة الميكانيكية اثناء المعركة ، لذلك ظهر فرع جديد للدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية يعرف [الجيومورفولوجية العسكرية] [ابو العينين ١٩٩٠] .

وللدراسات الجيومورفولوجية علاقة بعلم البحار والمحيطات ان كلا الموضوعين يهتمان بالتعرف على شكل السواحل البحرية وعوامل نشأتها وتطورها وتوزيع الرواسب البحرية وتذبذب مستوى سطح البحر وعلاقته بتطور الساحل ومشكلة تطور تآكل الشواطيء وتراجعها بالتعرية البحرية وعلاقتها بالعمليات الجيومورفولوجية على اليابس من سطح الارض وحجم الترسبات المنقولة من اليابس الى الساحل والمرتبطة بنمط استعمال الاراضي . كما يستفاد من الدراسات الجيومورفولوجية لتحديد مواضع بناء الموانىء او المنتجعات الساحلية .

المبحث الخامس
الاهمية التطبيقية لدراسة علم اشكال سطح الارض

تهدف الدراسات التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض الى تقييم اشكال سطح الارض وتحديد ملائمتها في بيئاتها المختلفة لاستعمالها من قبل الانسان ، وتوثيق المخاطر الناجمة عن تدخل الانسان في تغيير وتيرة العمليات الجيومورفولوجية .

ونظراً للمجال التطبيقي الواسع لعلم اشكال سطح الارض ، فلقد تم التأكيد [ضمن مفردات المنهج المقرر] على المجالات التطبيقية التالية :-

١- التخطيط العمراني المدني والريفي ، عند تحديد مواضع بناء مراكز استقرار السكان وسكناهم .
٢- تخطيط مواضع بناء المشاريع [السدود والخزانات ، طرق النقل ، المطارات] .
٣- استكشاف الثروات الاقتصادية .
٤- تقييم الاراضي للدراسات العسكرية .
٥- دراسة الترب وادارة الاراضي الزراعية .

٥ : ١ التخطيط العمراني المدني والريفي

يؤدي بناء مدينة جديدة ، او توسع مدينة قديمة الى تغيير شكل سطح الارض في موضع المدينة او موقعها . ان تصميم الطرق ومنشآت المدينة يؤدي الى تكوين منظر ارضي جديد وتحوير هائل في بنية مواد سطح الارض . ان انشاء المدينة يؤدي الى تغيير شكل سطح الارض خلال انشاء المدينة وبعدها ، حيث ان :-

١- بناء المدن وتوسعها يؤدي الى ازالة وتغيير الاشكال القديمة من سطح الارض في موضع البناء من خلال عمليات ردم المنخفضات ، تجفيف البحيرات والمستنقعات ازالة قمم المرتفعات وتسوية وتمهيد المنحدرات من سطح الارض ... الخ . كما يؤدي الى استحداث اشكال ارضية جديدة على سطح الارض عند شق الانهار والقنوات او تحويل مجاريها ، بناء السواتر والسداد عند شق طرق النقل ، وتعلية ضفاف الانهار ، تنظيم مواقع تصريف مياه الامطار .

٢- يؤدي بناء المدن وتوسعها الى تغيير العمليات الجيومورفولوجية من خلال تغيير النظام المائي للتربة او تحت سطح الارض ، عند حفر اسس المباني ، واعمال الدك ورص التربة ، انشاء شبكة مجاري المياه ، نصب وسائل الخدمات العامة ، اعادة توزيع الغطاء النباتي او ازالته ، تغيير نظام درجات الحرارة لسطح الارض او تحتها ، ان بناء المدن يؤدي الى نشوء بيئة جيومورفولوجية جديدة واشكال سطح الارض جديدة غير متوافقة احيانا مع العمليات الجيومورفولوجية الجديدة او القديمة وتلحق اضراراً بالبيئة على المدى القريب او البعيد .

لقد نشأت وتطورت اشكال سطح الارض بعمليات طبيعية [تحت ، نقل ، ارساب] خلال فترات قصيرة أم طويلة ، حدثت في فترات سابقة وفي بيئات مغايرة للبيئة الجديدة بعد انشاء المدينة ، وقد تكون تلك الاشكال مدفونة تحت التربة السطحية وتبدو مستقرة ومتوازنة مع ظروف البيئة لسطح الارض من حرارة وامطار وتصريف مائي .

ان بناء المدينة وازالة الافاق العليا للتربة ، يؤدي الى تغيير عناصر البيئة الجيومورفولوجية - كلا او جزء منها - واختلال التوازن البيئي ، وظهور معوقات جيومورفولوجية تعيق اعمال البناء وتسبب انهيار المنشآت العمرانية خلال او بعد استعمال بناء المشاريع ، وقوع خسائر مادية وبشرية مما يتطلب اختيار تقنيات هندسية لتجاوزها ، قد تزيد من كلفة البناء ، ولكن عدم ادراك تلك المعوقات يلحق اضراراً فادحة بالانسان . مما يتطلب :-

١- دراسة ملائمة الارض لبناء مدينة او ملائمة مواضع معينة داخل المدينة لبناء منشآت خاصة .

٢- دراسة تأثير توسع المدينة على التربة وشكل سطح الارض بعد استكمال اعمال البناء .

٥ : ١ : ١ ملائمة الارض لبناء المدينة :-

تختلف اعمال تخطيط المدن باختلاف البيئات الجيومورفولوجية :

اولاً : المناطق الشبه القطبية

وتشمل اراضي سيبريا وشمال امريكا الشمالية والتي تسود فيها تجوية فيزيائية ناجمة عن حدوث الصقيع شتاءاً وتعاقب التجمد والذوبان تؤدي الى تغير الصفات الفيزيائية للتربة وخاصة الافاق السفلى منها ساهمت في تكوين ظاهرة التربة المضلعة ، والاسفين الجليدي وما ينجم عنهما من انخساف لسطح الارض او انسيابات ترابية وطينية تؤثر على المنشآت المدنية ، بسبب :-

١- ازالة الطبقات العليا للتربة ، كشف الطبقات السلفي وتعرضها لتغيرات الغلاف الغازي .

٢- تسريع عمليات الاذابة للجليد تحت سطح الارض ، وتغلغل المياه الى الطبقات السفلى اسفل جبهة التجوية ومايرافقها من ازاحة لمواد سطح الارض وعدم استقرارها ومن ثم الى عدم استقرار المنشآت المدنية . ويزداد تأثير البيئة الجديدة للمدينة في المدن الكبيرة المزودة منشآتها بتقنيات حديثة [مشاريع طاقة كهربائية والتدفئة المركزية] تزيد من سرعة ذوبان الجليد تحت سطح التربة وعدم استقرارها مما يتطلب :-

١- التنقيب وكشف للطبقات المتجمدة ومناطق الاسفين الجليدي تحت سطح الارض .

٢- رسم خرائط جيومورفولوجية توضح امتداد وسمك الطبقات المتجمدة وتوزيعها وتحديد عمق جبهة التجوية والعمليات الجيومورفولوجية بين الطبقات المتجمدة والتربة السطحية للتنبؤ بالتغيرات المحتملة قبل وقوعها .

٣- تصميم منشآت لا تكون اساساتها على تماس مباشر بالطبقات الدائمة التجمد ، وقد تستخدم مواد عازلة حصوية سميكة فاصلة بينهما .

٤- عدم ابتعاد الاشخاص عن الطرق الممهدة او المبلطة اثناء تنقلهم في تلك الاصقاع .

ثانياً : المناطق المغطاة بالترسبات الجليدية

تغطي الرواسب التي تخلفت عن الزحف الجليدي اجزاءاً واسعة من شمال اوربا وامريكا الشمالية وقارة اسيا ، وهي على نوعين :-

١- رواسب جليدية مائية بشكل طبقات من مواد طينية او غرينية رملية او حصوية نقلتها المياه المتخلفة عن ذوبان الجليد وتجمعت في البحيرات والمنخفضات الارضية .

٢- ترسبات جليدية [ركامات .....] تحتوي على مواد طينية وكتل صخرية متفاوتة في احجامها وخصائصها الفيزيائية مختلطة مع بعضها .

لقد تجمعت الرواسب من كلا النوعين فوق سطوح قديمة . كما تتصف الرواسب بمساميتها ونفاذيتها العالية تسمح للمياه بالتسرب خلالها لتجري تحت المواد المترسبة او خلالها . لذلك ، يرافق انشاء المدينة او توسعها فوق هذه الترسبات عملية تغيير اتجاه حركة التصريف المائي او يزداد حجمه في مواضع معينة ، ويترتب على ذلك :-

أ- حدوث انزلاقات ارضية او انخساف مواضع معينة من سطح الارض .

ب - ازدياد كمية الترسبات المنقولة الى الانهار يصاحبها تغير شكل القناة النهرية او امتدادها : ومن ثم حدوث الفيضانات .

ان نشوء المدينة او توسعها في هذه المناطق يتطلب :-

أ- توفير معلومات عن البناء الطباقي لسطح الارض من خلال اعمال [سبر الاغوار] كثيفة جداً :

٢- تقييم الترسبات الجليدية وتحديد صفات الفيزيائية لموادها .

٣- التأكد من استقرار سطح الارض عند شق طرق النقل او بناء السواتر الترابية والمطارات .

ثالثاً : مناطق سهول الفيضية :-

تتسم اراضي السهول الفيضية بانبساطها ، تكونت من تجمع ترسبات الانهار اثناء الفيضانات ، تكون اراضي كتوف الانهار المجاورة للقناة النهرية مرتفعة بالنسبة للاراضي للجهات البعيدة على جانبي النهر المنخفضة تشغلها المستنقعات وتعتبر مخازن طبيعية لتجمع مياه الفيضان .

وتتصف القناة النهرية بالتواءها ، يرافق ذلك ظواهر جيومورفولوجية [التواءات نهرية ، بحيرات هلالية ...] .

ان تمييز اشكال سطح الارض للسهول الفيضية يعتبر امرا ضرورياً لتنظيم استعمال الارض حيث ، تعتبر ضفاف الانهار مواضع ملائمة لاختيار المدن ، لان الارض عالية فوق مستوى النهر ، معتدلة الانحدار ، جيدة التصريف - الا ان تطور المدن وتوسعها يرافقه ازدياد الطلب على الاراضي المنبسطة المجاورة لذلك تتقلص مساحة مخازن تجمع مياه الفيضان ويؤدي الى تكرر الفيضان وبمناسيب عالية ، وكذلك تكوين برك ومنخفضات تتجمع فيها المياه مما يشكل خطورة كبيرة على الوحدات السكنية القريبة منها .

ان تنظيم بيئة السهل الفيضي تتطلب ما يلي :-

١- تنظيم القناة النهرية وانشاء سواتر ترابية على امتداد النهر وسد الثغرات في الضفاف الطبيعية لتقليل احتمال حدوث الفيضان .

٢- تنظيم عمليات خزن المياه وتصريفها للاراضي المنبسطة واعادتها الى النهر خلال فترات زمنية لخفض ذروة الفيضان وتقليص اخطارها .

٣- تحديد المنطقة المحتمل تعرضها للفيضان ، لغرض التحطيط العقلاني لاستعمال اراضي السهل الفيضي وتأليف خارطة لمناطق السهل الفيضي توضح المناطق المحتمل تعرضها للفيضان كل [سنة ، ٥ سنوات ، ٢٠ سنة ، ٥٠ سنة ....] . ويساهم الجيومورفولوجيين باعداد تلك الخرائط عند تحديد [شكل القناة ، درجة الانحدار ، علاقتها بمستوى الفيضان ، وتقسيم مناطق السهل الفيضي حسب مقتضيات التطور المدني] [مناطق سكنية ، زراعية ، رعوية ، صناعية ، سياحية ...] .

رابعاً : المراوح الفيضية :

تنشأ المراوح الفيضية من تجمع الترسبات المنقولة بواسطة الأنهار عند قدمات المرتفعات للتغير المفاجيء في انحدار سطح الارض وبطء جريان المياه وتنتشر المياه على جانبي القناة مخلفة ترسبات تتجمع بشكل مخاريط او مراوح ، وعند التقاء عدة مراوح من بعضها تتكون سهول [البهادة او البجادة] .

تتصف الترسبات للسهول المروحية باختلاف احجامها ذات مسامية ونفاذية عالية . وتغير القنوات النهرية مواضعها باستمرار لقلة عمقها ، وبالاخص عند سقوط الامطار التي تتصف بكونها مفاجئة شديدة لفترات قصيرة في الاقاليم الجافة والشبه الجافة . ان نهر [كوسي Kosi] في جبال هملايا ، يغير مجراه لمسافة ١٩ كم / سنة احياناً ويقل عمقه بمقدار ٣٠ سم سنوياً من تجمع الترسبات في قاعة .

وتشكل جهات المراوح الفيضية اماكن ملائمة للزراعة لتوفر المياه الجوفية القريبة عن سطح الارض ، يجب اختيار مواضع المدن والقرى البعيدة عن اخطار الفيضان وذلك :-

١- اختيار الاماكن المعتدلة الانحدار من المروحة الفيضية والبعيدة عن الاراضي المنبسطة المستوية المتأثرة بالفيضانات السنوية .

٢- دراسة المناخ وتحليل صفات التساقط وخاصة في الاقاليم الجافة والشبه الجافة .

٣- ترك اراضي خالية من اسكان بين حدود المدينة والقناة النهرية ، تعتبر خزان تجمع مياه الفيضان .

٤- ترك القناة النهرية مفتوحة في نهايتها لمنع تجمع المياه داخلها وتصريف المياه الفائضة .

خامساً : المنحدرات من سطح الارض

يميل الانسان الى استيطان والسكن على سفوح المرتفعات [لقلة تلوث الهواء ، ومناظرها السياحية ، الابتعاد عن المناطق المزدوجة .. الخ] ، لكن تتصف المنحدرات بعدم استقرارها وتأثرها بحركة مواد سطح الارض بين فترة واخرى بتأثير الجاذبية الارضية . ان هذه الحركات تعتبر عمليات طبيعية اذا كانت الفترة الفاصلة بين حركة واخرى طويلة نسبياً ، الا انها تكون سريعة مفاجئة احياناً وتلحق اضراراً مادية وبشرية .

ويؤدي بناء المستوطنات البشرية الى سرعة عمليات انهيال مواد سطح الارض ، لانها تساهم في :-

١- تفكك التربة السطحية ومواد سطح الارض وتغيير نسجتها وبناءها .

٢- تغيير نظام تسرب المياه وترشحها خلال التربة العمودية والافقية ، ويؤدي الى تغيير حركة الماء تحت سطح الارض . ان بناء المساكن وتبليط الطرق يؤدي الى زيادة نسبة المياه السطحية واحتمالات حركة مواد سطح الارض .

ان ادارة اراضي المنحدرات تتطلب :-

١- فحص الخرائط الجيولوجية ، القيام بالدراسات الميدانية للتأكد من الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة والصخور ، نظام بنية الطبقات ، خاصة اذا كانت الصبقات الصخرية متباينة في صفاتها ، عندما تستقر طبقات من صخور رملية صلبة سميكة فوق طبقات صخرية طينية اكثر لدونة واقل سمكاً واستقراراً من الاولى .

٢- دراسة تضاريس ومورفولوجية المنحدرات وتعيين درجة انحدارها .

٣- دراسة المناخ وكميات التساقط وشدتها ونظام سقوطها .

٤- اعداد خرائط جيومورفولوجية للمنحدرات [درجة الانحدار والعمليات الجيومورفولوجية] لتحديد درجة استقرارها ، وتحديد المخاطر الناجمة عن عمليات البناء لتنظيم العمران ، حيث تقسم المنحدرات الى مراتب وتحديد نمط البناء لكل منها [دور من طابق واحد ، وحدات سكنية ، اماكن بناء المصانع ...] ، ومنع اعمال البناء على المنحدرات التي يزيد انحدارها عن مستويات معينة .

لقد انشأت هونك كونك على اراضي منحدرة من تكوينات لصخور نارية كثيرة الشقوق والفواصل ، تتعرض الى اعاصير مدارية ، تتسرب مياه الامطار الغزيرة تحت سطح الارض ، وساهمت اعمال البناء في زيادة كمية المياه المتسربة واتسعت جبهة التجوية وشملت الطبقات الصخرية العميقة نسبياً ، ادت الى تكرر حالات الانزلاقات الارضية التي يتعرض لها موقع المدينة .

سادساً : اراضي الكارست ومناطق الانخسافات الارضية

تؤدي عمليات الاذابة للصخور الكلسية والاراضي التي تنتشر بها ظاهرة الكارست او سحب المياه الجوفية والنفط او الغاز الطبيعي من باطن الارض الى انخساف وهبوط التربة والمفتتات السطحية لانضغاطها مع بعضها .

وتؤدي اعمال البناء وثقل المنشآت المدنية التي يرافق نشوء المدينة او توسعها الى زيادة معدل هبوط سطح

الارض والذي يكون متباينا ومن مكان لاخر داخل موضع المدينة ويشكل عائقاً امام توسعها كما يحدد اتجاه امتداد المدينة ، ان ادارة المناطق المعرضة لهبوط وانخساف سطح الارض تتطلب :-

١- المراقبة الدورية ولفترات متعاقبة لمنسوب سطح الارض ، تثبيت مقدار انضغاط مواد سطح الارض وعلاقته وصفات مواد سطح الارض .

٢- تنظيم استعمال الاراضي المعرضة للانخساف وتجنب النشاطات التي تزيد من انضغاط مواد سطح الارض ، وتخصيص تلك الاراضي للخدمات العامة [مواقف سيارات ، ساحات عامة ، .... الخ] .

٣- تقليص اثار الانخسافات الارضية الناجمة عن سحب النفط او الغاز الطبيعي من تحت سطح الارض ، باعادة ضخ الماء او الهواء الى الابار .

٤- دراسة خصائص الطبقات الصخرية ونظام بنا ها ، ومراقبة توزيع الماء الجوفي وحركته ومساراته في المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست .

لقد تعرضت مواقع مدن عديدة [لوس انجلوس ، طوكيو ، البندقية] الى هبوط وانخساف لسطح الارض . لقد اصبحت البندقية تحت مستوى سطح البحر لاسباب معقدة تعود الى ظاهرة التوازن الاستاتيكي لدلتا (نهر البو Po] من الترسبات التي يلقيها النهر سنوياً عند مصبه في البحر الادرياتي ، وبسبب عمليات سحب الغاز الطبيعي من تحت سطح الارض .

لقد تعرضت اجزاء من مدينة بانكوك / تايلند الى انخسافات ارضية بمعدل ١٤,٤ سم / سنة ، ادت الى زيادة تكرر الفيضانات وبمناسيب عالية ، عند استمرار معدل الانخساف الحالي ستصبح المدينة دون مستوى سطح البحر خلال فترة قصيرة .

٥ : ١ : ٢ العلاقة بين توسع المدينة وشكل سطح الارض

ساهم الانسان عند انشاء المدينة او توسيع مدينة قديمة في تكوين اشكال جديدة لسطح الارض من خلال .

١- بناء اشكال لسطح الارض من ملء المنخفضات عند تجفيف الاهوار والمستنقعات والبحيرات ، او اتخاذ منخفضات قديمة مواضع للطمر الصحي ورمي النفايات . وكذلك عند بناء السواتر او السداد الترابية لمد طرق النقل .

٢- تكوين منخفضات ، حفر عند ازالة مواد سطح الارض التي ترافق اعمال التعدين وحفر المناجم او استخراج الحصى والرمل من المقالع للاستفادة منها في اعمال البناء .

١- اشكال سطح الارض البنائية

أ- طمر النفايات في المنخفضات القديمة او تحت سطح الارض وهي من السمات المميزة لبيئة المدينة في الدول الصناعية ، لقد اوضحت دراسات عديدة للنتائج السلبية التي ترافق اعمال طمر النفايات عند تعرضها لعمليات الاذابة والتحلل بواسطة المياه الجوفية وتؤدي الى تلوث التربة بمواد سامة وتعتبر خصائصها

الكيميائية والفيزيائية ، وقد تنغلق منافذ حركة الماء في التربة عند تغير بنائها ، مما يعرضها الى انزلاقات ارضية تلحق اضراراً مادية وبشرية .

وتسهم الدراسات الجيومورفولوجية في اعداد البحوث لاستصلاح اراضي الطمر الصحي واعادة مظهرها الطبيعي القديم واستعمالها مواضع سياحية في اغلب الاحيان .

ب - استصلاح الاراضي عند تجفيف المستنقعات والبحيرات الداخلية او المناطق الساحلية المعرضة للانغمار بمياه البحار مثل مناطق البولدر في هولنده ، الاراضي الساحلية ، سنغافورة ، استراليا ، ميامي ، فلوريدا .

تتطلب عمليات استصلاح دراسة دقيقة لسمات اشكال سطح الارض القديمة ، وخاصة الكثبان الرملية والسهول الرملية في الجهات الشاطئية ، ان النشاط البشري وبناء المدن والمنتجعات الساحلية يتطلب ازالة الكثبان والارسابات الرملية ، ويغير من جيومورفولوجية السهول الرملية ويختل التوازن الديناميكي للجهات الساحلية بين عمل الامواج البحرية وحركة الرمال وتوزيعها ، لقد ساهمت اعمال البناء الى سرعة تعرية الشواطيء وانهيار وحدات سكنية للعديد من المناطق الساحلية .

٢- اشكال سطح الارض الناتجة عن اعمال الحفر وازالة مواد سطح الارض :

أ- يتطلب بناء المدينة او توسعها ، توفير مواد البناء من رمال وحصى ومن مناطق قريبة لانخفاض قيمتها ولا تتحمل نفقات النقل الباهضة ، لذلك تنتشر مقالع استجراجها قريباً من المدن ، وتتكون حفر مختلفة الاتساع تشوه المنظر الارضي المحيط بموقع المدينة وتؤدي الى طمس معالم سطح الارض ، وقد تستغل لانشاء مجمعات سكنية ، طرق نقل ... بعد استكمال اعمال التسويات الترابية ، وتتغير البيئة المحلية القديمة .

وتستخرج الرمال والحصى من مقالع الترسبات الشاطئية او من قيعان الانهار او من مقالع جافة على سطح اليابس ، والذي يتطلب الحذر والتخطيط الدقيق عند استعمالها .

١- يؤدي استغلال ترسبات قيعان الانهار الى زيادة تعرية قاع ، ضفاف الانهار وخاصة عند ارتفاع مناسيب المياه ، وتزداد حمولة النهر من الترسبات المعلقة وتتغير البيئة الحيوية للانهار ، كما يتغير شكل وحجم القناة النهرية في المجاري السفلى للنهر .

٢- ان استخراج الرمال بكميات كبيرة من شواطيء البحار يؤدي الى اضطراب حركة المواد الرملية من الشواطيء واليها بواسطة الامواج البحرية ، وتزداد شدة التعرية الشاطئية وعمليات الترسيب للرمال عند مدخل الموانيء كما تضعف مقاومة السواحل للتعرية بتأثير الامواج المرتطمة بها .

٣- يؤدي استغلال مقالع الرمال والحصى الجافة على اليابس الى تغيير مسار حركة الماء الجوفي ، وتخريب الاراضي الزراعية ، كما حدث في جمهورية مصر العربية . وفي سنغافورة ، تم تحويل اراضي زراعية للسهول الفيضية المخصصة لمزارع تجارية لانتاج المطاط الى مقالع للرمال ، فنقصت مساحة المزارع . وان عمليات الاستخراج

العشوائية والغسل الغير المنظم للترسبات ، ساهم في تجهيز الانهار بكميات من الرواسب الناعمة ، وزادت معدلات الفيضان وتكررها للاراضي الواطئة . لقد قدرت مساحة الاراضي المتضررة من اعمال الحفر والتعرية [٣ كم٢] من من مساحة سنغافورة البالغة [٣٥٧ كم٢] .

ان استخراج الرمال ومواد البناء من الاراضي المحيطة بالمدينة يتطلب :-

١- اعداد خرائط لمناطق الترسبات الرملية والحصوية .

٢- تنظيم عمليات استصلاح الارض بعد انتهاء اعمال استخراج الرمال والحصى واستغلال اراضيها للخدمات العامة [مرافق سياحية ، خزان للمياه ، مواقف للسيارات ..] .

ب - شق الانهار والقنوات المائية لاعمال الري والبزل او لتصريف مياه الفيضان بعيداً عن المدينة وحمايتها . ان هذه المشاريع تتضمن بناء جسور ، شق للطرق ، بناء سواتر الانهار ، اعادة تنظيم مجاري المياه القذرة والوسائل الاخرى المدفونة تحت سطح الارض ان هذه المشاريع تعني :

١- تغيير شكل سطح الارض ، وتغيير نمط تصريف المياه السطحية والجوفية وتغيير مساحة الاراضي التي تغمرها مياه الفيضان زيادة او نقاناً .

٢- تغيير البيئة الحيوية للكائنات الحية .

٣- تغيير نمط استعمال الارض .

ان المشاريع السابقة قد يرافقها تغييرات بيئية شديدة ، وان وضع الحلول لمشكلة بيئية قد يؤدي الى انبثاق مشاكل بيئية جديدة بسبب العلاقة المعقدة بين العمليات الجيومورفولوجية مما يتطلب من المشرفين على ادارة ارض المدينة اخذها بنظر الاعتبار لتنظيم المدينة .

٥ : ١ : ٣ دور الجيومورفولوجيا في تخطيط المدينة

ان المهمة الاساسية عند ادارة ارض المدينة تتطلب اعداد خارطة للتغيرات الجيومورفولوجية وتقييم ارض المدينة وتحديد المعوقات ذات العلاقة بالتربة والتي تقف عائقاً امام توسع المدينة ، ومدى ملائمتها لاستعمالات خاصة .

ففي بولندا ، تم تنفيذ مسوحات للبيئة الطبيعية لتأليف خارطة عن تطور المدينة من خلال اعداد خرائط [التضاريس ، الجيولوجيا ، النظام المائي ، التربة ، المناخ ، القدرة الانتاجية للارض] ، ورسم نطاقات توضح اتجاه تطور المدينة وتوسعها ، مدى ملائمة الارض لكثافة سكانية عالية ام منخفضة ، مناطق سياحية ، نشاط تجاري وصناعي ... الخ ، كما تضمنت كل خارطة ، المعوقات التي تجابه توسع المدينة [مستوى الماء الجوفي ، ظاهرة الكارست ، منحدرات شديدة غير مستقرة ، اشعاع شمسي ... الخ .

وفي الولايات المتحدة اعدت مصلحة صيانة التربة دليلا لتنظيم ارض المدينة [نمط استعمال الارض ، معوقات التربة في التخطيط الحضري] . من خلال مسح التربة وتحديد المشاكل التي تمنع الاراضي من اداء وظيفتها ، كأن

تكون مواضع للطمر الصحي ، تعرضها للفيضان ، مشاكل اخرى تؤدي الى نشاط التعرية او زيادة الارساب .

لقد قسمت الاراضي لاغراض التخطيط الحضري الى خمس فئات :-

١- اراضي لا تتضمن معوقات طبيعية وتربة نفاذة تلائم انشاء محميات سكنية معقدة [بيانات كبيرة ، ذات سقوف واسعة المساحة ، تحيطها اراضي مبلطة مرصوفة لتصريف مياه الامطار الغزيرة .

٢- اراضي تتضمن معوقات طبيعية محدودة ، كأن تكون منحدرات ذات تربة ضحلة نفاذة معرضة لتعرية محدودة تؤثر على تصميم الابنية وتفرض على المخططين متطلبات خاصة للتأكد من استقرار سطح الارض خلال فترة البناء او بعدها لتصبح ملائمة لتوسع المدينة بانشاء منازل منفصلة عن بعضها او شبه منفصلة .

٣- اراضي تتضمن معوقات طبيعية معتدلة كأن تكون اراضي مضرسة ذات تربة نفاذة ، يمكن السيطرة على هذه المعوقات باعداد تصاميم لمشاريع البناء وتبني تقنيات خلاصة تضمن استقرار سطح الارض بانشاء منازل بكثافة واطئة ، كأن تكون مساحة قطعة الارض الواحدة [٧٠٠ م٢] .

٤- اراضي تتضمن معوقات طبيعية حادة يصعب تجاوزها ذات تربة ضحلة كأن تكون منحدرات تصلح لانشاء منازل متفرقة منعزلة عن بعضها ، كما تتطلب مسح تفصيلي لموضع بنائها وتوفر معلومات وافية لبناء الاسس المرافق السكنية :

٥- اراضي لا يمكن استعمالها للتخطيط الحضري لمعوقات طبيعية شديدة ، تعرضها للفيضان او للتعرية ، تصلح حالياً لاغراض السياحة ، مدن العاب ، مواقف سيارات وتعتبر اراضي احتياطية يمكن تطويرها في المستقبل .

وتدعم الاجراءات السابقة قوانين او تعليمات من السلطات التنفيذية ، تمنع السكان من استغلال الارض لغير ما خصصت له ، وعدم انشاء مساكن او مستوطنات بشرية في مواضع تتسم بخطورتها .

٥ : ١ : ٤ دور الجيومورفولوجيا في تنظيم بيئة الريف

تعاني المناطق الريفية في الصحاري الحارة الجافة من مشاكل جيومورفولوجية ناجمة عن :-

١- تعرية التربة بواسطة الرياح .

٢- هبوط سطح الارض [الانخساف الذي يرافق سحب المياه الجوفية] .

٣- تشقق التربة في اراضي البلايا ومن التعرية الاخدودية للمرتفعات .

اولاً : تعرية التربة [التعرية الريحية] في الصحاري الحارة حيث تنتشر الكثبان الرملية من المشاكل الرئيسة التي تمنع استيطان هذه الاراضي ، كما تلحق تلفاً للمنشآت الصناعية والزراعية من تدفق الرمال .

لقد اتبعت بعض الوسائل للسيطرة على التعرية الريحية تهدف الى استقرار الرمال ومنع انتقالها باستخدام وسائل مختلفة . الا ان تلك الوسائل ليست ناجحة على المدى البعيد ، كما انها غير اقتصادية ، مثل :

١- حفر خنادق طولية او مستعرضة تتقاطع مع حركة الكثبان الرملية تسبب تفتت انحداراتها .

٢- استخدام التشجير وزراعة انواع من النباتات لتثبيت الرمال وتحسين البيئة الطبيعية ، الى انها باهضة التكاليف .

٣- استخدام التزفيت ، استعمال نفوط خفيفة قادرة على النفاذ خلال التربة لتثبيت الرمال .

٤- استخدام الاسيجة وتبليط السطوح المغطاة بالرمال .

ثانياً : تعرية التربة بواسطة المياه الجارية

تعتبر تعرية التربة [تعرية القطعة ، والتعرية الاخدودية] من الاشكال الشائعة في المناطق الحارة الجافة والشبه الجافة ، تؤدي الى خفض القدرة الانتاجية للارض الزراعية ولقد طبقت وسائل وقائية منها :-

١- زيادة كثافة الغطاء النباتي للحد من التعرية ، واستصلاح الاراضي الزراعية .

٢- تنظيم عمليات الرعي .

٣- بناء منشآت ري [سداد وخزانات للسيطرة على حركة المياه الجارية وتقليص الترسبات المنقولة] .

لقد فشلت التدابير السابقة الى حد كبير في تقليص التعرية او تخفيفها لاسباب عديدة [نقص المعلومات عن التصريف المائي ، نقص المعلومات عن العمليات الجيومورفولوجية ذات العلاقة في المناطق المطلوب استصلاحها . وبسبب عدم استجابة الغطاء النباتي بعمليات النمو العوامل مناخية وعدم سقوط الامطار الكافية .

٤- تحسين ادارة الحقول الجافة المغطاة بالحشائش وتوفير حماية للحقول الزراعية .

٥- القيام بدراسات ميدانية مكثفة للمناطق الجافة وفهم العمليات الجيومورفولوجية ومعدلاتها والتشخيص الدقيق لاسباب التغيرات البيئية التي تمهد السبيل لتعرية التربة .

ثالثاً : تشقق التربة وانتشار الاملاح في الارض .

٥ : ٢ تخطيط مواضع المشاريع الهندسية

يتطلب بناء معظم المشاريع الهندسية الى دراسة وتحليل اشكال سطح الارض وبناءها الجيولوجي ، والعمليات الجيومورفولوجية الحالية ، كما يتطلب دراسة التاريخ الجيومورفولوجي للموضع ، وتقييم مواد سطح الارض ، تحديد المعوقات التي تواجه عمليات البناء والتكيف معها او تجاوزها ، في حين يؤدي اهمالها الى وقوع اضرار فادحة .

وتهدف المشاريع الانشائية الى تقديم خدمات للمجتمع ورفع المستوى الاقتصادي او الحضاري للانسان عند بناء السدود والخزانات ، شق طرق النقل ... الخ . ومن جهة لاخرى ، ويؤدي بناء تلك المشاريع الى تغيير النظام الطبيعي للارض في منطقة انشاءه ويمتد تأثيره الى الاماكن المجاورة وظهور مشاكل بيئية . مما يتطلب فهم العلاقات المتداخلة والمعقدة للعمليات الجيومورفولوجية وخصائص مواد سطح الارض للمحافظة على التوازن البيئي

وديمومة المشروع .

٥ : ٢ : ١ طرق النقل البرية

يهدف انشاء طرق النقل البرية [طرق المرور السريع] الى ربط المراكز المدنية وتسهيل نقل الاشخاص وتوريد البضائع خلال فترة قصيرة وبكلفة منخفضة . ويتحدد امتداد الطريق ، طوله ، بشكل سطح الارض وبناءها الصخري ، خاصة الطرق التي تخترق المناطق المضرسة ، لقد تم شق طريق بري في دولة النيبال ، جبال هملايا بين داران - دانكوتا بطول [٩٥ كم] ، في حين تبلغ المسافة الفاصلة بين المدينتين [١٨ كم] ، وان الزيادة في طول الطريق جعلته يخترق مناطق متباينة جيومورفولوجيا :

ويعمد المهندسون عند بناء الطريق الى :-

١- تبليط الطبقة السطحية من الاسمنت بسمك [١٥ سم] ، او طبقة من الحصباء والغار ، ويعتمد سمكها على ازدحام وسائط النقل ، وخاصة وسائط النقل الثقيلة من شاحنات ، حافلات ...

٢- طبقة اساس ممهدة من الحصى والرمل الممزوج جيداً وبسمك قد يصل الى [٦٠ سم] تستقر فوق طبقة من الترب المشبعة بالماء .

٣- طبقة اساس ثانوية Subgrade ممهدة من مواد رخيصة الثمن توضع اسفل الطبقة الثانية [طبقة الاساس] ، وقد تستعاض عن هذه الطبقة باعمال تمهيد اولية للصخور والتربة الاصلية ، لذلك تسبق الاعمال السابقة ما يلي :

١- سبر المكان الذي يجتازه الطريق وتحديد خواص التربة ومواد سطح الارض لطبقة الاساس الثانوية والتي تسيطر على تصريف المياه تحت سطح الارض وتؤثر على عمر الطريق وديمومته ونفقات صيانته . ان عمر الطريق يتحدد من :-

أ- صفات المواد المستعملة في بناء الطبقتين العليا وطبقة الاساس .

ب - نسجة التربة لطبقة الاساس الثانوية ، نظام تصريف المياه خلالها ، واللذان يتطلبان تقييماً جيداً وعملاً ضرورياً قبل البدء ببناء الطريق بتحليل افاق التربة التي تعكس التاريخ الجيومورفولوجي والعمليات الجيومورفولوجية القديمة والحديثة .

ويستحسن اختيار الطريق لمناطق ذات تربة نسجة خشنة الحبيبات وتتسم بانخفاض مستوى الماء الجوفي ، حين تؤدي التربة ذات النسجة النعمة من طين وغرين الى عرقلة حركة المياه خلالها ، يتطلب سحب المياه الجوفية من فاق التربة السفلى الذي يرافقه سحب المفصولات الناعمة من طين وغرين ، واتساع الشقوق والفواصل البينية وزيادة احتمالات انخساف سطح الارض والذي يتطلب تسوية سطح الارض واتخاذ الوقاية اللازمة .

٢- ان اجتياز الطريق لمناطق تنتشر فيها ظاهرة الكارست يتطلب اعمال دك الارض او حقنها بمواد لاحمة غير مسامية [طينية] لا تتأثر بالاذابة عند زيادة سمك مواد سطح الارض وتلاحمها وتفادي انخساف سطح الارض

عند ارتفاع مناسيب الماء الجوفي .

٣- ان اجتياز الطريق لمناطق الارساب الجليدي [الاسكرز ، الكام ، الدرملن ، الركامات] والتي تتصف بنفاذيتها العالية بنسجتها الخشنة ، مما يتطلب اعمال الدك والحصى للمواد الترابية لزيادة تماسكها .

كما يجب تجاوز الطريق لمناطق الارسابات البحيرية القديمة والتي تتصف بلدونتها العالية وتعرضها للانضغاط عند مرور الشاحنات الثقيلة ، ويتطلب استخراج المواد الترابية القديمة واستبدالها بمواد اخرى لها القدرة على مقاومة الضغط المسلط عليها .

٤- عند اجتياز الطريق لمناطق مضرسة سديدة الانحدار معرضة لانزلاقات ارضية سريعة وانهيارات : مما يتطلب تجنب اجتياز المواضع الغير المستقرة ، حقن جانبي الطريق بمواد لاحمة وخفض نسبة رطوبة التربة واختيار المناطق القليلة الانحدار او بموازاة خطوط الارتفاع المتساوية لتقليل درجة انحدار الطريق .

ان استخدام اجراءات الوقاية [دك ارض المفتتات الترابية والصخرية او حقنها بمواد لاصمة ، اعمال التسوية الترابية] يجب ان يتم بحذر ، حيث :-

١- تؤدي الى تغيير مواقع خطوط تقسيم المياه السطحية والجوفية ، تغيير كمية المياه الجارية السطحية ، تحويل مسارات المياه الجوفية بسبب انخفاض مسامية التربة نفاذيتها ، تقليص منافذ الماء الجوفي ، تغيير مسارات الغطاءات الفيضية السطحية ، وتغيير معدلات التعرية الكيميائية والفيزيائية ومناطق حدوثهما .

٢- ان بناء طريق بري عبر الاراضي المضرسة يتطلب اعمال قص وتسوية سطح الارض او بناء سداد صناعية عبر الاراضي المنبسطة لرفع منسوبها ، ذات جوانب منحدرة ، ويؤدي الى كشف اراضي جديدة لا تتوافق خصائصها مع البيئة وتضعف قوى المقاومة وتزداد احتمالات الانزلاقات الارضية .

٥ : ٢ : ٢ السدود والخزانات

يهدف بناء السدود والخزانات الى تحقيق اهداف عديدة من تحكم في نظام المياه الجارية ، السيطرة على الفيضانات ، توليد الطاقة الكهربائية ، تنظيم الري ويتطلب انشاء السدود اختيار مواضع مناسبة تتصف :- Thorunbury 1954 .

١- منطقة حوضية ذات حجم مناسب قادرة على استيعاب مياه الفيضان من تقدير الذروة القصوى المحتملة بفيضان حوض النهر [Probable Maximum Flood, P.M.F] وتحديد فترات الرجوع والتكرار للفيضانات العظمى ولفترات طويلة تمتد الى [١٠٠ سنة] او اكثر تتناسب مع عمر الخزان . وهذه الدراسات تعتمد على تحليل الخصائص الديناميكية للتساقط وخاصة العواصف المطرية الشديدة ، تحديد ذروة التساقط .

ان عدم توفر المعلومات السابقة او التقديرات الخاطئة كانت سبباً لفشل مشاريع ضخمة . لقد كان التصميم الاساسي لخزان Cherry Creek] كولورادو يهدف الى استيعاب [١ر٢ × ٨١٠ م٣] من المياه ، لذورة تصريف فيضان [٥٠٦٠ م٣/ثانية] اعتمدت الى دراسات عن الامطار الساقطة قبل عام ١٩٣٥ . لقد اتضح فشل

المشروع عام ١٩٦٥ ، عندما عجز عن استيعاب [٥٥ر٢ × ٨١٠ م٣] من المياه لتصريف بلغت ذروته [٥٢٨ر١٠ م٣/ثانية] وبزيادة قدرها ٢٤٪ عن الطاقة الاستيعابية المقدرة للتصميم الاساسي .

٢- منفذ مائي ضيق يتصف بتركيب جيولوجي من صخور صلبة يوفر اسس بناء سليمة للخزان وبتكاليف رخيصة . لقد فشلت وانهارت مشاريع خزن عديدة لضعف البناء الجيولوجي المشيدة فوقه ، وعدم معالجته بطرق سليمة ، التي تتطلب .

أ- تحليل البناء الصخري وترتيب الطبقات ونظام الفواصل والشقوق والتي تسمح بتسرب المياه المخزونة وتغير نظام حركة المياه الجوفية وتؤدي الى انزلاقات للطبقات الصخرية التي بها قدرة على امتصاص الماء مسببة انهيار السد .

ب - فحص عمق جبهة التجوية وامتدادها ، على ان تتغلغل اعمال التنقيب عميقاً وكشف خصائص التجوية في منطقة بناء جسم السد والاراضي المجاورة له .

٣- توفر المواد اللازمة للبناء قريباً من موقع المشروع وخاصة المواد المستخدمة لبناء السداد للتسويات الترابية .

٤- منافذ جانبية لتصريف المياه الفائضة عن طاقة الخزان عند ارتفاع مناسيب المياه . ان عدم توفر المنافذ الملائمة كان سبباً لفشل ٤/١ مشاريع خزن في المياه في العالم [Langbein and Hoyt 1959] .

٥- التأكد من عمر الخزان ، من تحديد كمية الرواسب من المواد المعلقة ومواد القاع والتي تتجمع في قاع الخزان ، ومن قياس طاقة الخزن للمشروع .

وعلى كل حال ، لقد فشلت العديد من مشاريع خزن المياه لاخطاء ترافق اعمال البناء ، جدول [٢] .

جدول [٢] اسباب انهيار السدود للفترة ١٧٩٩ - ١٩٤٤ في الولايات المتحدة

	السبب	٪ لعدد الحالات
١-	انهيار الاسس	٤٠٪
٢-	منافذ ومخارج مائية غير ملائمة	٢٣٪
٣-	اخطاء ترافق اعمال البناء	١٢٪
٤-	اسس غير منتظمة	١٠٪
٥-	اخطاء ترافق بناء السداد الترابية وانزلاقها	٥٪
٦-	مواد بناء رديئة	٢٪
٧-	اخطاء ناجمة عن استعمال الخزان	٢٪
٨-	الحروب	٣٪
٩-	الهزات الارضية	١٪

المصدر : John . E. Costa Surficial Geology p. 283 .

=ويتضح ان ٩٦٪ من حالات الفشل تعود لاخطاء بشرية ترافق اعمال البناء وادارة المشروع ، بينما كانت ١٪ من الحالات تعزى لاسباب طبيعية لا علاقة للانسان بها [هزات ارضية] ، كما ان ٣٪ من الحالات نجمت عن الحروب .

لقد اتجهت الدراسات التطبيقية للجيومورفولوجية الى اعداد خرائط جيومورفولوجية لتحديد المواضع المناسبة لبناء المشاريع وهندسة الطرق [فرحان ١٩٧٨] للتعرف على :-

١- خصائص السطح لمنطقة المشروع لتقييمها واختيار الموضع المناسب وتجنب الاراضي الغير المستقرة والمهددة بنشاط عمليات التعرية والتجوية وحركة مواد سطح الارض .

٢- تحديد مدى تأثير الاراضي المجاورة على المشروع الهندسي وخاصة الاراضي المعرضة للانزلاقات الارضية لقد اقيم سد [Baldwin Hille] / لوس انجلوس عند اطراف حقل لانتاج النفط بدأ بالانتاج منذ عام ١٩٢٤ . لقد ادى استخراج النفط عام ١٩٦١ الى انخساف الارض بمقدار [١٠ م] عند موضع الخزان والى انهيار السد بسبب عمليات التعرية المستمرة من تسرب الماء من جسم الخزان على امتداد صدع في البناء الجيولوجي .

لقد تحرك الصدع بضعة سنتمرات مسبباً صدعاً في الطبقة الطينية المكونة لبطانة الخزان ، لقد تسرب الماء خلال الشقوق على امتداد الصدع وانبثق كعامل تعرية في موضع السداد الترابية للسد ، كما تسبب في انخساف الارض بمقدار [٣ م] في حقل النفط المجاور الذي يبعد بمقدار ١ كم الى الغرب من الخزان .

٣- تحديد انماط تصريف المياه السطحية لتحديد عامل الامان من دراسة عمليات التجوية والتعرية المائية ودراسة نظام حركة المياه الجوفية وتحديد اماكن الهبوط الموضعي الناجمة عن عمليات الاذابة التي ترافق ظاهرة الكارست .

لقد فشل مشروع خزن المياه سد نهر May قرب قرية قونيه / تركيا بسبب ضعف الدراسة الجيولوجية . لقد اقيم المشروع فوق تكوينات من ترسبات فيضية سمكها [١٥ - ٢٠ م] تغطي طبقة من صخور كلسية . لقد صمم المشروع لخزن المياه بطاقة [٤٣ × ١٠ ٦ م٣] ، بدأت اعمال خزن المياه في شباط ١٩٦٠ ، وانتهت في نيسان من نفس العام ، وفي شهر حزيران كان الخزان جافاً ، فارغاً ، حيث تسربت المياه من قاعه ، وظهر عوضاً عن الماء مجموعة من المنخفضات المغلقة والبالوعات الكبيرة .

٤- دراسة التاريخ الجيومورفولوجية للمكان وتحديد انماط انحدار سطح الارض وعلاقتها بالمواد الصخرية والترابية لسطح الارض .

ويعتبر انهيار سد [Vaions / ايطاليا] في شترين الاول ١٩٦٣ من اعظم الكوارث عن انهيار الخزانات المائية ، بسبب عدم دراسة التاريخ الجيومورفولوجي والعمليات الجيومورفولوجية القديمة والحديثة . لقد انهار السد عن انزلاق هائل لمواد سطح الارض ازاحت الماء المخزون خلف السد .

يقع الخزان في جبال الالب الايطالية ، يشغل التواء مقعراً لانه ترسبات جليدية - مائية تخلفت عن انزلاقات

وتعرية جليدية قديمة تستقر فوق طبقات كلسية سميكة متداخلة مع طبقات صخرية طينية ، كما لوحظت شقوق وفواصل في طبقة صخر الاساس خلال اعمال البناء . ويجري نهر Vaiont في ممر مائي بشكل حرف V وتشير صفات البناء الجيولوجي والتاريخ الجيومورفولوجي لموضع بناء السد الى عدم نجاح للمشروع . ان الحجم الهائل من المياه المخزونة ادت الى تشبع الطبقات السفلى الطينية بالماء وزيادة الضغط المسامي للماء وضعف قوى المقاومة للصخور ، ومن ثم حدث انزلاق هائل لمواد سطح الارض بحجم [٢٤٠ مليون م٣] من الصخور نحو الخزان واحتلت منطقة طولها [٢ كم] ، عرضها [١ر٦ كم] وبسمك يزيد عن ١٥٠ م ، ملأت الخزان وازاحت المياه المخزونة ، تدفقت بعد انهيار السد بمنسوب ٧٠ م .

٥ : ٢ : ٣ استكشاف الثروات الاقتصادية

اولاً : تعيين محاجر ومقالع مواد البناء

تستخدم الترسبات السطحية من الصخور والحصى والرمال في استعمالات مختلفة وخاصة في اعمال البناء . وتتأثر الصخور بعمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية وتغير من صفاتها وتؤثر على متانتها وديمومة البناء .

١- الگرانيت ، ويستعمل في تجميل واجهات الابنية . ويزداد الطلب التجاري على الصخور الگانيتية عندما تكون الطبقات الصخرية للمقالع .

أ- تتكون من كتل صخرية كبيرة قريبة من سطح الارض وغير متأثرة بالتجوية .

ب - تكون الصخور متماثلة اللون .

جـ - ان يكون البناء الجيولوجي لشرائح الگرانيت من الفواصل والشقوق ملائماً لاعمال استخراج الصخور . ان كثرة الشقوق والفواصل تؤدي الى تحطم الكتل الصخرية الكبيرة ، قطع صغيرة غير لائمة لاعمال البناء ، بينما يؤدي قلة الشقوق والفواصل الى صعوبات في عمليات استخراج الصخور .

د - مراقبة المناجم اثناء اعمال استخراج الصخور ، حيث تتأثر صفائح الگرانيت وظاهرة الانفصال عن بعضها عند تأثرها بعملية التجوية بالتوسع الناشيء عن ازالة الضغط وتصدع الطبقات الصخرية او تمددها افقياً .

٢- الصخور الرملية ، صخور تتكون من الحام ذرات بحجم حبيبات الرمل ، بمواد لاصمة يتحدد الطلب على الصخور الرملية لاعمال البناء بمتانتها ، التي تتحدد من نسجتها ، صفات المواد اللاصمة والتي تؤثر على نفاذيتها . ان الصخور المسامية قليلة المتانة ، كما ان المواد اللاصمة الكلسية او اكاسيد الحديد تضعف من مقاومتها للتجوية .

٣- الرخام : صخور كلسية متحولة تستعمل الكتل الكبيرة لتجميل واجهات الابنية والذهب التذكارية . ترتفع القيمة التجارية للرخام لالتحام ذراته تجعله مقاوماً للتجوية .

٤- حطام الصخور Crushed Stone : لقد ازداد الطلب على حطام الصخور لاعمال البناء مع ازدياد الطلب على

الحصى والرمال لعمل الخرسانة [الكونكريت] ، ويستخدم حطام الصخور ، لرصف الطرق ، لفرش قاعدة خطوط قضبان سلك الحديد ، لردم الفراغات البينية عند بناء السدود ، دعم السداد الترابية بحجارة متكسرة ... وتتطلب اعمال البناء ان يكون حطام الصخور:-

أ- خشناً ، متيناً ، مقاوماً للنحت والتجوية ، مسامية واطئة ، لا يحتوي على مواد تستجيب للتفاعل الكيمياوي .

ب - تتصف الحجارة المستخدمة في دعم السداد الترابية للخزانات ، ان تكون قوية متينة غير قادرة على امتصاص الماء ، ذات زوايا حادة تساعد على الاستقرار فوق المنحدرات ، لا تقل اقطارها عن ١٧ سم ، كثافتها النوعية ٢ر٧ لتقاوم عمليات ازاحتها بواسطة مياه الامواج .

وتستخدم الرمال والحصى في مجالات مختلفة ، وتستعمل الرمال مواد اولية في صناعات عديدة [زجاج ، اصباغ ...] ولكن استعمالها الرئيسي مع الحصى لعمل الخرسانة .

وتتخلف الرمال والحصى عن عمليات التجوية والتعرية لصخور القشرة الارضية ، ويعتمد استغلالها على من خواصها المعدنية والصخرية واقطار حبيباتها ، وسمك الترسبات وامتدادها ، وتحدد الرمال بذرات المواد التي تبلغ اقطارها [٦ر. - ٢ر. ملم] ، وتتراوح اقطار حبيبات الحصى [٢ - ٤ ملم] . ويستخرجان بكميات كبيرة من شواطىء البحار والمحيطات ، الا ان معظم موارد الرمال والحصى مصدرها المقالع الجافة على سطح اليابس [قيعان الانهار ، الترسبات الفيضية ، المراوح الغرينية ، اكوام الهشيم [الثالوس] ، الكثبان الرملية في الصحاري الحارة ، الارسابات الجليدية] . ان استعمال تلك الترسبات يتحدد بصفاتها التي لها علاقة باصولها الجيومورفولوجية :-

١- ان الترسبات الفيضية من الحصى والرمال تكون ممزوجة مع ترسبات ناعمة من الطين والغرين ، وتكون غير متجانسة فيزيائياً وكيميائياً .

٢- تكون ترسبات المراوح الغرينية من الحصى ذات زوايا حادة ، مختلفة في احجامها وخاصة ترسبات راس الدلتا ، بينما تكون ترسبات اكوام الهشيم [الثالوس] كبيرة الحجم نسبياً ، الا ان كمية الترسبات محدودة ولا تشغل مساحات واسعة .

٣- تحتوي ترسبات الكثبان الرملية في الصحاري الحارة الجافة على رمال ، ولكنها تفتقر الى الترسبات الحصوية ، ومن ثم لا تكون الترسبات متنوعة في محتواها من المفصولات .

٤- تنتشر محاجر الرمال والحصى في مناطق الارساب الجليدي ، وتختلف صفات مفصولات الرواسب باختلاف شكل الترسبات ، ان رواسب الاسكرز تحتوي على نسبة عالية من الحصى من مختلف الاحجام ، ولكن بكميات محدودة ، لان تلال الاسكرز صغيرة المساحة متفرقة وتتصف ترسبات احكام من حبيبات متفاوتة ، بعضها كبير الحجم وبعضها من حبيبات ناعمة .

٥ : ٢ : ٤ صناعة الخرسانة

الخرسانة مزيج لمواد حصوية ورملية مع الماء والسمنت . تبلغ نسبة مواد الحصى والرمل ٧٠٪ من حجم الخرسانة ، ٨٠٪ من وزنها . وتعتمد متانة وقوة الخرسانة على صفات الرمال والحصى المعدنية ، الكيميائية ، الفزيائية ، حيث يتطلب ان تكون :-

١- نقية خالية من الشوائب والمواد الناعمة الحبيبات من طين وغرين ومواد عضوية والتي تؤدي الى ضعف تلاحم حبيبات الخرسانة ، لان حبيبات الطين تنفتح وتتقلص عند ترطيبها بالماء او تجفيفها منه مسببة تشقق الخرسانة .

٢- تماثل احجام حبيبات الرمل والحصى ، وتؤدي الحبيبات المتجانسة الحجم الى زيادة مساحة الفراغات البينية والتي تمتلىء بالسمنت ، وللحصول على مزيج متماثل من الحصى والرمل ، يتم نخل المواد الرملية والحصوية .

٣- ان تكون حبيبات الحصى والرمل كروية الشكل خشنة السطح ان الحبيبات المسطحة الطولية لا تتلاحم وتندمج مع بعضها جيداً ، وان الحبيبات ذات الزوايا الحادة تحتاج الى المزيد من السمنت لتتلاحم مع بعضها وتعطي متانة للخرسانة .

٤- متانة حبيبات الحصى والرمل وعدم تأثرها بتجوية فيزيائية او كيميائية ، وقلة الشقوق والفواصل في حبيبات الحصى . ان تجمعات الحصى ذات الشقوق والفواصل او المسامية العالية تمتص نسبة عالية من السمنت وتمتزج لتكون خرسانة خلال فترة قصيرة ، ولكن تصلب محلول الخرسانة لاحقاً تؤدي الى توسع الشقوق ، ضعف المواد اللاحمة المحصورة في الفراغات والشقوق .

ويجب ان تكون تجمعات الحصى والرمل خالية من المواد وضعيفة المتانة السهلة التفتت والانسحاق ، مثل الصخور الطينية والطفل والمايكا ، خالية من المواد التي تحتوي على معادن الكبريتيد مثل صخور البايرايت التي تتأثر بعملية التأكسد والتميؤ عند اندماجها بالخرسانة وتؤدي الى تكوين فجوات او مناظر غرينية في الخرسانة .

ويجب ان تكون تجمعات الحصى غير مكسوة باملاح او طين ، وان تكون الرمال خالية من الاملاح ، المتخلفة عن التجوية الفيزياوية او الكيمياوية مما يتطلب غسل ونخل الحصى والرمل قبل استعمالهما ، لان الاملاح تسبب هدم المنشآت الكونكريتية وهي ظاهرة شائعة في المناطق الحارة الجافة لتراكم الاملاح على سطح الارض المستخدمة في الاعمال الانشائية التي تتجمع بسبب ارتفاع المياه الجوفية المالحة بالخاصية الشعرية والتي تتحد مع المواد الانشائية مسببة تلفها .

يتضح مما سبق ، ان الترسبات الفيضية الناعمة لا تصلح لعمل الخرسانة ، كما ان الترسبات الرملية في الصحاري الحارة تفتقر الى الحصى وقد تكون نسبة الاملاح مرتفعة فيها بينما ترتفع نسبة الحصى الكبير الحجم في ترسبات المراوح الغرينية ليصبح غير ملائم لعمل الخرسانة مما يتطلب عمل مزيج صناعي من حطام الصخور والرمل ، ونخله وغسله للحصول على مزيج بمواصفات جيدة ، على ان يسبقها :-

١- اعداد خرائط جيومورفولوجية لمناطق الترسبات الحصوية والرملية الممكن استغلالها وتقييمها وتحديد خواصها واصولها الجيومورفولوجية وصيانتها والمحافظة عليها .

٢- تخطيط وتنظيم استغلال المواد الحصوية والرملية مثل او اثناء عمليات استخراجها .
٣- استصلاح المقالع بعد نفاذ الرواسب على ان تكون عمليات الاستصلاح مدروسة ومخطط لها [اغراض زراعية ، مواقف للسيارات ، بحيرات طبيعية ..] .

ثانياً : تمييز رواسب خامات المعادن واستغلالها اقتصادياً .

يستفاد من تحليل اشكال سطح الارض وتتبع تطورها لاستكشاف الثروات المعدنية حيث :-

١- ان تجمع بعض خامات المعادن يرتبط باشكال جيومورفولوجية خاصة .
٢- ان اشكال سطح الارض تفسر البناء الجيولوجي الذي ساعد على تجمع بعض المعادن تحت سطح الارض .
٣- ان فهم التطور الجيومورفولوجي لمنطقة معينة يفيد في تقييم الظروف الطبيعية التي ساعدت على تجمع المعادن او زيادة تركيزها .

١- اشكال سطح الارض والترسبات المعدنية

أ- يؤدي تراكم خامات المعادن الصلبة الى تكوين اشكال بارزة من سطح الارض نظراً لصلابتها ومقاومتها للتعرية والتجوية مقارنة بالصخور المحيطة بها ، فتبدو اشكال سطح الارض بهيئة تلال او حافات صخرية او عروق ناتئة ، مثل رواسب الرصاص والزنك في منطقة Broken Hill ، في استراليا ، عروق الكوارتز في Santa Barbara في المكسيك ، خامات الحديد في تلال مسابي في الولايات المتحدة .

ب - تتجمع بعض المواد المعدنية في احواض ومنخفضات من سطح الارض بسبب ضعف التكوينات الصخرية المتواجدة فيها وتأثرها بعمليات التجوية والتعرية . ان عملية التأكسد للكتل الصخرية تؤدي الى تقلص احجامها وتصبح غير قادرة على تحمل التكوينات الصخرية العليا فتنهار الاخيرة مكونة منخفضات التعدين ، مثل عروق الكلس في منطقة Otman في اريزونا ، ترسبات النحاس في منطقة Bisbee ، اريزونا .

٢- العلاقة بين اشكال سطح الارض والبناء الجيولوجي وتجمع خامات المعادن :

تتجمع خامات رواسب بعض المعادن قريباً من سطح الارض او فوق سطوح تعرية قديمة لتكوينات صخرية من عصر ما قبل الكمبري الى الزمن الثلاثي مثل معادن الباريت ، الفلورايت ، الرصاص ، النيكل ، المنغنيز ، اليورانيوم ، الفاناديوم ، النحاس ، والتي تتجمع عند سطوح عدم التوافق والتي تسيطر على حركة المحاليل الحاملة للمعادن المذابة وتصبح مواضع لتجمع الرواسب المعدنية وبالاخص في تكوينات الصخور الكلسية .

٣- العلاقة بين التاريخ الجيومورفولوجي والمعادن

ان العديد من خامات المعادن تعتبر من مخلفات عمليات التجوية لدورات جيومورفلوجية قديمة او حديثة . ان

دراسة التاريخ الجيومورفولوجي لمكان ما يساعد على تتبع اماكن انتشار خامات معادن الحديد والمعادن الطينية ، البوكسايت ، المنغنيز النيكل والنحاس .

تؤدي عمليات التجوية والتعرية الى تفتت الصخور وتحللها ، وحيث تتجمع مخلفاتها في المراحل الاخيرة من دورة التعرية في مواضع تواجدها وبتراكيز عالية ، او تنقلها عوامل التعرية لتتجمع في مواضع جديدة فوق سطوح محاتية Peneplain .

أ- ان خامات البوكسايت [خامات الالمنيوم] تخلفت عن تجوية شديدة للصخور القاعدية للصوان الاسواني في مناخ رطب ودرجة حرارة [٢٥° م] يؤدي الى غسل شديد لمعادن الحديد والسيليكا وتتخلف خامات البوكسايت في تكوينات العصور الجيولوجية (الكاربوني ، البزياسي ، الكريتاسي ، الايوسين .

ب - تتخلف عن تجوية الصخور النارية القاعدية والصخور الكلسية غير النقية نطاقات لخامات الحديد مثل خامات حديد بحيرة سوبيريور/الولايات المتحدة ، التي نشأت من تجوية صخور السربنتايت لعصور ما قبل الكبري ، وتجمعت خامات الحديد في فنزويلا عن تجوية صخور الشاكونايت وغسل شديد لمادة السيليكا يفوق [٢٠٠ مرة] معدل غسل خامات الحديد .

جـ - ان معظم الترسبات الطينية قد تخلفت عن تجوية كل من :-

أ- صخور كلسية - ارجيللية وهي صخور كلسية صلصالية ودولومايت .

٢- الصخور الغنية بالفيلدسبار مثل الگرانيت والذي يتخلف عن تجويته طين ، رمل ، حصو .

٣- تحلل صخور الطفل ، ان الطين يستخدم في صناعة السيراميك ، الطابوق حيث تختلف الترسبات الطينية المتخلفة عن تجوية صخور الطفل في نقاوتها ، ان طين السيراميك النقي يتكون من تجوية شديدة لصخور الطفل ويتغير الى طين الكاوولين النقي الذي يصلح لصناعة الاواني الخزفية ، بينما يتكون من تجوية غير كاملة للطفل طين الكاوولين الغير النقي الذي يحتوي على طين الديللايت الغير النقي ويحتوي على معادن الحديد ويصلح لصناعة الطابوق والانابيب الفخارية .

د - تؤدي عمليات التجوية الشديدة الى تركز مفرط لخامات بعض المعادن اسفل مقطع التجوية [راجع بحث التجوية - مجالات الدراسة الجيومورفولوجية] .

٥ : ٢ : ٥ الدراسات الجيومورفولوجية والمكامن النفطية

تتصف اراضي المكامن النفطية والغاز الطبيعي بسمات طبوغرافية ، يستدل منها للكشف عن الثروات الطبيعية تحت سطح الارض ، حيث :-

١- تتصف اراضي المكامن النفطية في لوس انجلوس / كاليفورنيا ، ساحل خليج المكسيك بتكوينات التوائية محدبة ، حافات صلبة تمتد مع مضرب الطبقات تتخللها وديان تشغل التواءات مقصرة . وقد توجد قباب ملحية محدبة تغطيها تكوينات صخرية صلبة لم تتأثر بالتعرية لحداثة تكوينها ، مثل الاراضي التي تأثرت بالحركات

التكتونية من الزمن الثلاثي .

٢- ويمكن الاستدلال عن العلاقة بين البناء الجيولوجي والشكل الجيومورفولجي لسطح الارض ، والمكامن النفطية والغاز الطبيعي تحت سطح الارض من تتبع وتحليل نمط شبكة الصرف النهري وكثافتها ونسجتها ، كما تبدو عند قراءة الصور الجوية وتحديد مواضع الشذوذ في شكلها ونمط توزيعها ، ويستعان بالدراسة الميدانية للتأكد من العلاقة بين البناء الجيولوجي والطبوغرافية المحلية . ويستطيع الجيومورفولوجيون القيام بهذه الدراسات :-

أ- يستفاد من تحليل طبوغرافية الاراضي التي تتسم بنظام الصرف الشجري الذي ينشأ ويتطور فوق تكوينات لطبقات صخرية متجانسة قليلة الميل . وعند انحراف البناء الجيولوجي يؤدي الى تطور نظم صرف محلية مغايرة ، مثل [صرف حلقي صرف مركزي ، شعاعي ، انهار عكسية] ، حيث تقترب الفروع والقنوات الصغيرة من بعضها او تنحني وتتقوس الروافد الكبيرة وتتخذ نمط خطوط منحنية او مقوسة [شكل ٢] .

وقد يكون التقوس في مجرى قناة نهر الزاب الصغير عند مروره بمحاذاة هضبة كركوك والى الشمال منها من الادلة على العلاقة بشكل سطح الارض بالمكامن النفطية لحقول نفط كركوك .

جـ - ان العديد من المكامن النفطية والغاز الطبيعي توجد فوق سطوح عدم توافق نشأت عن سطوح تحاتية قديمة لتكوينات كلسية او رملية تجمعت فوقها ترسبات وبتأثير الضغط المسلط عليها تكون النفط الذي تسرب الى التكوينات النفاذة وتجمع فيها .

٥ : ٤ اهمية الدراسات التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض للدراسات العسكرية

تهتم الدول للحصول على بيانات عن الخصائص الطبيعية لسطح الارض لاهميتها عند تخطيط العمليات العسكرية من الناحية التكتيكية والسوقية ، لعلاقة سطح الارض وتأثيره على العمليات العسكرية والذي يبرز واضحاً في التاريخ المعاصر خلال الحرب العراقية - الايرانية لمنطقة الفاو وعلى مقدار شط العرب - نهر دجلة والى مدينة العمارة ، خلال معارك الحرب العالمية الثانية التي جرت في اراضي ساحل الفلاندرز - شمال شرق فرنسا قرب دنكرك . ان المنطقة الاخيرة تتصف بسمات الجغرافية التالية :-

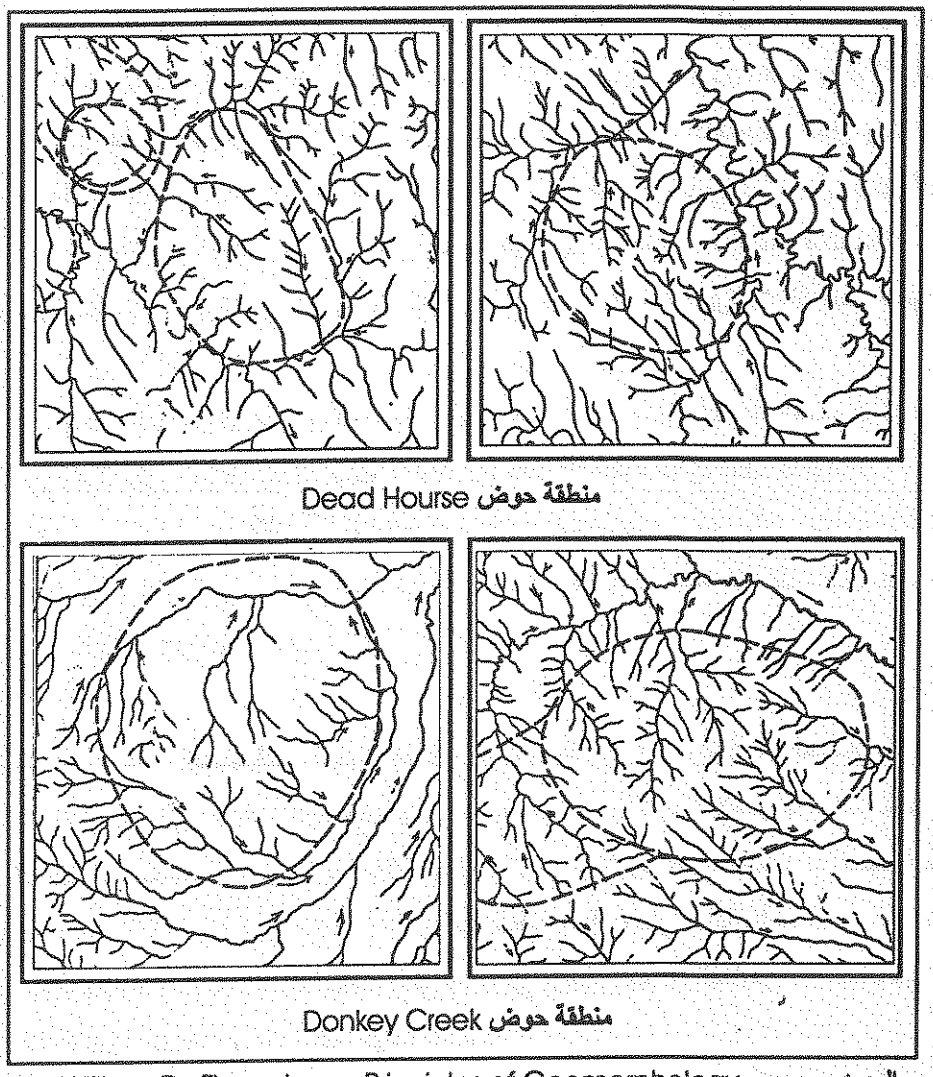
١- اراضي منخفضة ، وهي من اكثر الاراضي الاوربية في السهول الوسطى انبساطاً وانخفاضاً ذات تربة طينية ناعمة غير نفاذة ، وارتفاع مستوى الماء الجوفي .

٢- منطقة ضيقة تتحكم في فجوة الاردين وهي الطريق الوحيد الموصل بين المانيا وفرنسا بدون عوائق طبيعية .

٣- منطقة ذات كثافة سكانية عالية متطورة زراعياً وصناعياً .

لقد اختارت القوات الالمانية هذه المنطقة لغرض الالتفاف على خط ماجينو عند الهجوم على فرنسا واحتلالها ، الى ان طبيعة الارض الطينية الرخوة لم تمكن القوات الالمانية من مواصلة الهجوم بسرعة كبيرة لتنفيذ خططها السوقية ، كما لم تساعد البيئة القوات الالمانية من حفر الخنادق وبناءها لافتقارها لمواد البناء . ان العوامل السابقة ،

شكل(٢): خرائط توضح العلاقة بين البناء الجيولوجي للطبقات الصخرية والشذوذ في شكل شبكة الصرف للقنوات النهرية لحوض نهر Power/يومنك / الولايات المتحدة .



المصدر : William D., Thorunbury , Principles of Geomorphology , Second Edition , John Wiley , 1969 , P. 569 .

فسحت المجال للقوات الانكليزية من سحب قواتها عبر مضيق دوفر الى الجزر البريطانية .

وعلى العموم ، لم يهتم خبراء الجيش الالماني بدراسة اثر واهمية الخصائص الطبيعية لسطح الارض على العمليات العسكرية ، على العكس من خبراء الجيشين الانكليزي والامريكي الذين ادركوا اهمية تلك الدراسات واهميتها العسكرية سواء على ارض المعركة ، عند حفر الخنادق والمخابيء ، شق الطرق ، بناء المعابر ، حفر الابار ... او في معامل الجيش لتهيئة مستلزمات القوات المسلحة ، لقد جُند عدد كبير من الخبراء والمختصين بعلوم الارض [جيولوجيون ، جيومورفولوجيون ، جغرافيون ...] وهيأت لهم مكاتب تحت اشراف القوات المسلحة لدراسة الخصائص الارضية داخل ، خارج الحدود الاقليمية لتلك الدول ، يطلق على تلك الدراسات [نظم استخبارات الارض] .

تعتمد دراسات نظم استخبارات الارض على تفسير الصور الجوية والفضائية وتحليل الخرائط الطبوغرافية لتصنيف الاراضي حسب خصائصها الطبيعية والطبوغرافية الى اقاليم لاغراض عسكرية . وتتصف هذه الدراسات بكونها دورية مستمرة لتتبع التغيرات المحتمل حصولها في طبيعة سطح الارض لاجل تقييمها ووضع الخطط العسكرية المناسبة وتنفيذها بكفاءة عالية .

لقد طورت عدة نظم لاستخبارات الارض من قبل الولايات المتحدة ، كندا ، المملكة المتحدة ، هولندة ... الخ ، بتطبيق برامج خاصة يطلق عليها [التقييم العسكري للمناطق الجغرافية] والذي يؤكد على دراسة :-

١- العوامل الارضية .

٢- اجراء التجارب العسكرية .

٣- تصنيف الاراضي الى اقاليم عسكرية .

اولاً : العوامل الارضية ، وتهدف الى دراسة :-

١- سمات شكل سطح الارض العامة والتفصيلية من جبال وهضاب وسهول ، درجة انحدار سطح الارض ووعورته وتضرسه ، لتحديد ملائمتها للانشاءات الهندسية ، وحركة المركبات ، ان وسائل النقل لات تتمكن من الحركة على المنحدرات التي تزيد درجة انحدارها عن [٤٥] .

٢- البناء الجيولوجي [نوع الصخور ، صلابتها ، صفاتها ، البناء الطباقي] والمناطق الملائمة لحفر الابار والحصول على المياه الجوفية .

٣- خصائص التربة والترسبات السطحية ، [الخصائص الفيزيائية للتربة ، متانتها معامل اللدونة والسيولة ، علاقتها بتوزيع قوى الضغط اثناء حركة المركبات] . خصائص المواد اللازمة للانشاءات واعمال البناء .

٤- المتغيرات الهيدرولوجية ، خصائص شبكة الصرف المائي وكثافتها ونمط المسطحات المائية ، والتي تؤدي الى تقطع سطح الارض وتغير درجة انحداره وتعيق حركة المركبات ، مثل [كتوف الانهار ...] ، كما تتضمن دراسة كمية الامطار ، ونظام سقوط الامطار وتوزيعها المكاني والزماني ، مناطق الارساب المائي .

٥- الغطاء النباتي : نوعه وكثافته ، مقدار تباعده ، طول الاشجار ، قطر جذوعها وعلاقتها بحركة المركبات وحريتها في المناورة .

٦- تمييز نمط استعمال الارض ، المنشآت التي اقامها الانسان [سدود ، حواجز ، طرق ، اراضي زراعية ... الخ] .

ثانياً : التجارب العسكرية

تتم التجارب العسكرية فوق اراضي مختارة لغرض دراسة :-

١- القدرة على اجتياز الاراضي وعبورها ، سرعة خطوات الجندي فوق الاراضي الناعمة التربة ، الرملية الخشنة ، الحصوية ، الصخرية .

٢- مقدار تحمل الجندي لمشقات السفر والارتحال فوق اراضي ذات مناخ صحراوي عند انخفاض الحرارة ليلاً وارتفاعها نهاراً .

٣- سرعة الدبابات والاليات بمختلف صنوفها فوق الترب المختلفة .

٤- تحديد المناطق الصالحة لشق الطرق البرية ، تحديد المناطق الملائمة لبناء المطارات ولهبوط رجال المضلات .

٥- تحديد المناطق الملائمة لاقامة المخابىء السرية او الممرات تحت سطح الارض .

٦- دراسة الظروف المحيطة بحرب العصابات في المناطق الجبلية .

ثالثاً : تصنيف الاراضي وتقسيم العمليات العسكرية الى اقاليم او وحدات ارضية متجانسة في صفاتها الطبيعية والطبوغرافية وتحديد الخطط العسكرية المناسبة ، استخدام نتائج الدراسة لتعميمها على مناطق اخرى غير مدروسة مشابهة لمنطقة الدراسة بخصائصها الارضية باستخدام اسلوب النظائر الارضية ، حيث ان كل نظام ارضي في منطقة الدراسة له نظم ارضية مماثلة ومشابهة في مناطق اخرى من العالم . واعداد خرائط تمثل الخصائص الجيومورفولوجية والطبيعية لمنطقة الدراسة وعلاقتها بمشاريع الهندسة العسكرية .

وفي الولايات المتحدة و تم تقييم اراضي صحراء Yuma في ولاية اريزونا لاغراض عسكرية ، وتم تمثيل نتائج الدراسة واصناف الاراضي على خرائط بمقياس صغير ، ثم قورنت نتائج الدراسة مع ظروف السطح والمناخ الصحاري الجافة الحارة في العالم والتي قسمت بدورها الى اقاليم عسكرية واعداد خرائط لها تناظر مثيلتها في صحراء Yuma .

٥ : ٥ دراسة الترب وادارة الاراضي الزراعية

يقصد بالتربة عند علماء الزراعة [الذرات الدقيقة من الترسبات السطحية التي تقل اقطارها عن [٢ ملم] وتغطي سطح الارض الى عمق [١ - ٥ر١ م] تجمعت من عمليات فيزيائية [التجوية وعوامل التعرية الاخرى] تتكون من افاق بسبب [عمليات تكون التربة] والتي تؤدي الى اعادة توزيع مكوناتها العضوية والكيميائية

ومفصولاتها ، واختلاف نسجتها وبناءها ، والتي قد تشمل جميع قطاع التجوية للتربة الضحلة او الجزء الاعلى من قطاع التجوية للترب العميقة .

ان الترب التي تغطي سطح الارض حالياً ، قد تأثرت من استعمالها في الزراعة لمئات السنين ادت الى تغيير العمليات الطبيعية التي ساهمت في تكونها انتج عنها ازالتها وتعريتها وتغيير بناءها ونسجتها ، حركة المياه خلال افاقها ، ومن ثم انخفاض خصوبتها وانتاجيتها وقد تؤدي الى تسارع عمليات التعرية وتدهورها .

ولا زالت الترب في اصقاع واسعة من الكرة الارضية خصبة منتجة ، كما تمت محاولات لاستصلاح الترب والمحافظة عليها ، ولكن الزيادة الكبيرة لسكان الارض وبمعدل ٢٪ في السنة وزيادة الطلب على موارد الارض وخاصة الزراعية تتطلب :-

١- المحافظة على خصوبة التربة .

٢- تحديد عوامل تسارع التعرية Accelerated erosion واتخاذ الوسائل لتجنب ازالة التربة بعوامل التعرية .

٥ : ٥ : ١ المحافظة على خصوبة التربة

تهدف اعمال المحافظة على خصوبة التربة الى توفير المواد الغذائية المناسبة لنمو النبات ، صيانة بناء التربة ونسجتها ، والتي لها علاقة وثيقة لمخاطرات تسارع التعرية . ان النباتات تحتاج الى عناصر غذائية بكميات كبيرة من [الكاربون ، الاوكسجين ، الهايدروجين ، النايتروجين ، الفسفور ، الكبريت] ، كما تحتاج الى كميات قليلة من [البوتاسيوم ، المغنيسيوم ، الكالسيوم] ، والى كميات قليلة جداً من [الحديد ، المنغنيز ، الخارصين ، النحاس ، البورون ، المولبيديوم] ، كما يجب ان تتوفر العناصر السابقة بكمية وبشكل يسهل على النبات الحصول عليه من التربة لنموه وتكاثره والتي يمكن توفيرها - في حالة نقص تراكيزها - باستعمال المخصبات الكيمياوية .

ولا ينحصر نمو النباتات بتوفير المواد الغذائية بالتربة ، بل يتطلب : خصائص فيزياوية جيدة للتربة ، ذات بناء متفتت يوفر [تهوية جيدة ، بزل جيد ، حبيبات متماسكة] لتتمكن جذور النباتات التغلغل في التربة ، كما تساعد على غسل المواد السامة ومنع تراكمها ، ولتثبيت النباتات في الارض ، كما توفر مقداراً من الرطوبة خلال مواسم الجفاف . ويصبح اضافة المواد العضوية الى التربة امراً ضرورياً لتحسين صفاتها الكيمياوية والحيوية واستقرار صفاتها الفيزياوية وبناءها . وقد تكون التربة غنية بعناصرها الغذائية ، ولكنها قليلة العمق لا تسمح لجذور الاشجار الكبيرة بالتغلغل فيها ، وتصبح ملائمة لنمو النباتات القصيرة الجذور . وقد تكون التربة مسامية نفاذة غير قادرة على الاحتفاظ برطوبة كافية لنمو النباتات خلال موسم الجفاف ، او ان تكون التربة عميقة خصبة كالترب الطينية الا ان نفاذيتها الواطئة واحتفاضها بالماء قريباً من سطح الارض او فوقه يمنع نمو النبات ويزيد من صعوبة اعمال الحراثة والزراعة ، كما ان الترب الصخرية فوق المنحدرات الشديدة نسبياً ، تكون امكانيات استغلالها محدودة جداً .

٥ : ٥ : ٢ تسارع التعرية

تتعرض الترب لمشكلة اساسية عند تدهور خصوبتها لتغير صفاتها الفيزياوية وفقدان العناصر الغذائية الضرورية من افاقها العليا بسبب نمط الاستعمال الردىء الغير الملائم وخاصة اذا كان توازن النظام البيئي للارض والتربة هشاً ، يؤدي الى زيادة تأثير التعرية الريحية او التعرية المائية او حركة مواد سطح الارض .

فعلى سبيل المثال : تفقد التربة تحت الغابات النفضية في المناطق المعتدلة بعضاً من المواد الغذائية والمفتتات الترابية بعمليات التطور الطبيعي لسطح الارض وبسبب نمو النباتات ولكن الغابات تعمل على التوازن البيئي للتربة لان الجذور العميقة للاشجار تعيق حركة مواد سطح الارض ، كما ان بقايا الاوراق النباتية التي تغطي سطح الارض تقلل من ضغط قطرات المطر وتمنع تفتت التربة وتناثرها وجرفها بتأثير الغطاءات الفيضية ، بالاضافة الى ان بقايا النباتات تساعد على بناء تربة نفاذة قادرة على الاحتفاظ بالماء .

ومن جهة اخرى ، تؤدي عمليات قطع الاشجار واستغلال اراضيها في الزراعة الى اختلال التوازن البيئي للتربة ، لحدوث تغييرات عديدة :-

١- تعرض التربة الى تقلبات جوية شديدة [ضغط قطرات المطر ، الرياح السريعة ...] .

٢- سرعة حركة مواد سطح الارض لقلة كثافة المجموعة الجذرية التي تمسك التربة .

٣- ضعف بناء التربة او استقرارها لانخفاض نسبة المواد العضوية والغذائية .

وفي الجهات المدارية : يتخذ التوازن البيئي نمطاً اخراً ، فعلى الرغم من شدة التساقط وغزارته وقلة المواد العضوية المتحللة لشدة عمليات التأكسد والتحلل وغسل مواد سطح الارض والتي تمنع من تطور تربة غنية باكاسيد الحديد والالمنيوم ذات بناء متماسك ، فان نمو الاشجار ذات الجذور الطويلة المتغلغلة عميقاً في التربة ، تقلل من تأثير ضغط قطرات المطر على تفتيت التربة وجرفها .

ان طبوغرافية سطح الارض ، درجة انحداره ، طول المنحدر واتجاهه ، نمط استغلال الارض ، عمق التربة ونسجتها تتحكم جميعاً في توجيه عوامل التعرية ، ان التربة المعرضة للتعرية المتسارعة لا تكون مورداً طبيعياً ، لانها تفقد جزءاً كبيراً من خصائصها الفيزيائية وتصبح عملية تطورها بطيئة جداً .

اولاً : التعرية الريحية

تعتبر التعرية الريحية سبباً رئيساً لهدم وانجراف التربة في المناطق الجافة او الشبه الجافة او الجهات الجرداء من المناطق الرطبة . ان الاسباب الرئيسة لحدوثها ، وجود :-

١- تربة ناعمة مفككة .

٢- تربة جافة وسطح الارض سنوياً .

٣- رياح قوية شديدة السرعة .

وتبدأ الرياح بنقل ذرات التربة عندما تكون سرعتها ٣ كم / ساعة ، ويساهم الجفاف دوراً كبيراً في زيادة عمليات الجرف ، حينما تكون ذرات التربة مفككة ، تصبح الرياح قادرة على تحريك ذرات الترب الطينية الناعمة معلقة ، ولمسافات طويلة ، بينما تنقل ذرات الرمال الخشنة التي تزيد اقطارها عن ٤ر٠ ملم بالقفز والدحرجة . ان الرياح الجافة اكثر قدرة على نقل ذرات الترب عن الرياح الرطبة ، وتوفر الغطاءات النباتية حماية للترب ، لانها تقلل من احتكاك الرياح بسطح الارض ، كما توفر رطوبة للتربة وتزيد من تماسكها .

ثانياً : التعرية المائية

شهدت التعرية المائية في جميع انحاء الكرة الارضية ، يزداد تأثيرها على الاراضي الجرداء ، حينما يشتد تأثير ضغط قطرات المطر على تحطيم التربة وحركتها بالغطاءات الفيضية لعدم توفر الحماية لها .

ان العوامل المسببة لحدوث التعرية المائية :-

١- امطار بشكل عواصف شديدة وكثيفة .

٢- كميات كبيرة من المياه السطحية الجارية .

يتحدد حجم التعرية المائية من حجم العاصفة المطرية ، لان قطرات المطر الكبيرة الحجم لها قدرة كبيرة على تفتيت التربة عند اصدامها بالارض ، ان العواصف المطرية قابلية على تحطيم وانتشار ١٠ طن تربة/ايكر] ، ويزداد تأثير قطرات المطر مع ازدياد حجمها عندما تشتد كثافة المطر يتراوح قطر قطرات المطر في الاحوال الاعتيادية [٢٥ر٠ - ٧ ملم] ، ان طاقة قطرة المطر بقطر [٥ر٤ ملم] يزيد [٥٠٠ مرة] عن طاقة قطرة المطر بقطر [١ ملم] ، وان طاقة الامطار الساقطة بكثافة ٧٥٠ ملم / ساعة تزيد ١٠٠ مرة عن طاقة الامطار الساقطة بمعدل ٥٠٠ ملم / ساعة .

ان شدة التساقط تساهم في زيادة سرعة المياه الجارية ، وان العلاقة طردية بين حجم وكمية المياه الجارية وحجم المواد المنقولة من التربة ، كما تتكون اخاديد وجداول على سطح الارض المنحدرة ، وتنشأ تعرية القطعة في الاراضي القليلة الانحدار . وعلى العموم ان التعرية المائية اشد خطورة وتزثيراً من العرية الريحية ، لان :-

١- المياه الجارية اكثر قدرة على نقل وازالة الافاق العليا من التربة ذات الانتاجية العالية وخاصة من فوق سطح المنحدرات ، وتؤدي الى كشف الافاق السفلى من التربة ذات الانتاجية الواطئة .

٢- لا تتوفر فرصة كافية لمياه الغطاءات الفيضية للتسرب خلال التربة وخزنها والاستفادة منها خلال فترات الجفاف .

٣- زيادة مخاطر الفيضان نظراً لسرعة المياه الجارية السطحية او خلال التربة .

٤- زيادة معدل كمية الترسبات المنقولة والتي تتجمع في الخزانات او فيضان قنوات الانهار ، وتتقلص احجامها وقدرتها على خزن المياه او حركتها او تلويثها ومن جهة اخرى : ان عمليات التعرية الريحية والمائية تؤدي :-

١- خسارة التربة وخاصة الافاق العليا الغنية بالمواد الغذائية للنبات .

٢- تغير من نسجة التربة وتزداد نسجة المفتتات الخشنة وتقل خصوبة التربة .
٣- تلوث الهواء والماء .
٤- تخريب الاراضي الزراعية .

٥ : ٥ : ٣ السيطرة على التعرية والتحكم بها

تهدف السيطرة على عمليات التعرية الى صيانة التربة والمحافظة على صفاتها الفيزيائية [عمقها ، نسجتها بناءها] .

اولاً : التحكم بعمليات التعرية الريحية :

يتم التحكم بعوامل وعمليات التعرية الريحية باتباع مجموعة من الوسائل :-

١- خفض استجابة التربة للنقل بواسطة الرياح وتقليص عمليات تفككها وانخراط حبيباتها عند الحراثة من :-
أ- المحافظة على نسبة عالية من المواد الكلسية باضافة الاسمدة الكيمياوية الحاوية على مواد كلسية .
ب - المحافظة على نسبة مناسبة من المواد العضوية .
جـ - المحافظة على رطوبة التربة .
د - المحافظة على نسبة مناسبة من المحتويات الطينية .

٢- خفض سرعة الرياح قريباً من سطح الارض بزراعة مصدات الرياح او زراعة البرسيم او استخدام الاراضي مراعي توفر حماية للتربة من خطر الانجراف .

ثانياً : التحكم بعملية التعرية المائية

تعالج اعمال صيانة التربة من التعرية المائية ، بزيادة مقاومتها للانجراف من :-

١- تقليص حجم وكمية المياه الجارية وضغط قطرات المطر على سطح الارض .
٢- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه وزيادة ماء التربة وماء الاساس .

لقد كانت الوسائل المتبعة بالمحافظة على الغطاء النباتي اضافة المؤاد العضوية ، ترك طبقة من التبن [نباتات جافة] بمقدار [طن / هكتار] من الاراضي لتقليص اثار الامطار الى النصف اقامة المدرجات ، اتباع الزراعة الشريطية لخفض سرعة المياه الجارية السطحية .

ثالثاً : تحديد حدود التعرية المسموح بها :-

تعتبر عملية التعرية ظاهرة طبيعية تساهم في تكوين اشكال سطح الارض ، لا يمكن ايقافها ومنع حصولها ، ولكن يجب ان لا تتجاوز المعدل الطبيعي الذي يزيح التربة السطحية ويعيق تطورها ، وتتم السيطرة

على التعرية من :-

١- تقييم مخاطر التعرية في ظل الاستغلال السائد للارض .

٢- تقييم مخاطر التعرية ومقدار التربة المفقودة عند تغيير نمط استعمال الارض .

لقد استنبطت معادلات قياسية للتنبؤ بمعدل التعرية وكمية التربة المنقولة ويتم تعيين معدل التعرية المائية المسموح بها ، من المعادلة :-

$$A : R . K. Ls . C. R$$

حيث انّ :-

A : المعدل السنوي لحجم التربة المنقولة . طن / هكتار .

R : المعدل السنوي للتساقط .

K : قابلية التربة للتعرية .

Ls : طول المنحدر ودرجة انحداره .

C : ادارة المزرعة وتنظيم الانتاج .

R : وسائل واعمال صيانة التربة .

ويتم التنسيق بمعدل التعرية الريحية المسموح بها ، من المعادلة :-

$$E = F [I . K . C . L . V]$$

حيث أن :

E : المعدل السنوي لحجم التربة المفقودة . طن / هكتار

I : معامل قابلية التربة للتعرية .

K : معامل درجة تضرس سطح الارض .

C : معامل المناخ [سرعة الرياح ، رطوبة التربة] .

L : اتساع الحقل .

V : الغطاء النباتي .

حيث يتم التحكم بالعناصر السابقة ، اما المعطيات المناخية ويتم تقديرها من المعادلة التالية :-

$$C : \frac{V3}{[P - E]^2}$$

حيث ان :

C : معامل المناخ .

V : متوسط سرعة الرياح [ميل / ساعة] .

P - E : دليل المطر المؤثر عند ثورنثويت .

وتعتبر التعرية الريحية خطيرة في الاراضي الجافة والشبه الجافة ، حيث التوازن البيئي ضعيف بين عوامل الاستقرار الطبيعية ، وبسبب فترات الجفاف الدورية والتي تؤدي الى تدهور التوازن بالرعي المفرط والاستغلال الزراعي للاراضي الحدية .

٣ : ٥ : ٤ تنظيم استغلال الارض وتقييم قدرتها الانتاجية

يهدف تنظيم استغلال الاراضي في الزراعة الى التحكم بعمليات التعرية وفقدان التربة ، والمحافظة على عناصر البيئة وتنظيم العلاقة بينها لمنع حدوث تسارع التعرية وذلك بتصنيف الاراضي وفق قدرتها الانتاجية وتحديد نمط استعمالها [ينتناول الموضوع في الفصل الخامس] .

الفصل الثاني

مجالات الدراسة لعلم اشكال سطح الارض التطبيقي

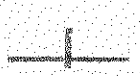
المبحث الاول : عمليات التجوية

المبحث الثاني : احواض الانهار

المبحث الثالث : منحدرات سطح الارض

المبحث الرابع : الرياح واشكال سطح الارض

المبحث الخامس : انغساف سطح الارض



تهدف الدراسة التطبيقية لاشكال سطح الارض الى تنظيم بيئة الانسان المتمثلة بالارض وادارتها من خلال تقيمها وتحديد التغيرات المحتمل تأثيرها بها وما يتركه نمط استعمال الارض من اثار عليها . ويستطيع الجيومورفولوجين من المشاركة في ادارة البرامج التمهيدية للاراضي من خلال توفير معلومات مفصلة عن تحليل البيئة الجيومورفولوجية المتعلقة باستعمال سطح الارض وعمليات التعرية والترسيب بتأثير العوامل الجيومورفولوجية المتعددة ، وتيرة حدوث العمليات الجيومورفولوجية او عند تغيرها لتقييم المخاطر والكوارث الطبيعية ذات العلاقة بسطح الارض والناجمة عن اسباب طبيعية او بشرية عند تدخل الانسان باعتباره عاملا جيومورفولوجيا يساهم في تغيير شكل سطح الارض . ان مجال الدراسة التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض :

١ - دراسة عمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية في مختلف بيئاتها لتحديد مخلفات التجوية واهميتها الاقتصادية .

٢ - دراسة احواض الانهار وابعادها المورفومتريه ، شكل القنوات النهرية وابعادها ، قياس العمليات المائية والتصريف المائي ، معدلات التعرية والترسيب المائي وما تتركه من اثار سيئة على القنوات والجداول ومجاري الانهار مسببة تغيير مجاريها او حدوث فيضانات لتقييم احجامها وتكرر حدوثها وما تخلفه من نتائج سلبية على النشاط الاقتصادي للانسان .

٣ - دراسة جيومورفولوجية الاراضي التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست لتحديد المشاكل الناجمة عن حركة المياه الجوفية وعمليات الاذابة التي تتأثر بها .

٤ - دراسة جيومورفولوجية الاراضي الحارة الجافة من تتبع حركة رواسب سطح الارض بعمليات التعرية المائية او التعرية الريحية وما يسببه التعرية الاخدودية او زحف الرمال من اثار سيئة على استغلال الاراضي الجافة ، لتنظيم استغلالها وحسن ادارتها .

٥ - دراسة منحدرات سطح الارض وقياس ابعادها وتصنيفها للتنبؤ بحركة مواد سطح الارض ومواضع حدوثها وما تتركه من اثار بيئية ذات العلاقة باستقرار المنحدرات .

٦ - دراسة جيومورفولوجية السواحل البحرية وعلاقة الامواج البحرية او نمط استعمال الاراضي الساحلية بعمليات التعرية والارساب عند السواحل وما تتركه من اثار على تطورها ونمط استعمالها .

٧ - دراسة جيومورفولوجية الصحاري الباردة والنشاط البشري في تلك الجهات .

ونظراً للمجال التطبيقي الواسع لدراسات علم اشكال سطح الارض الدراسات ستؤكد على المواضيع التالية :

المبحث الاول
عمليات التجوية

تتأثر صخور القشرة الارضية بعمليات التجوية عند تعرضها الى ظروف مناخية مختلفة عن الظروف البيئية التي تشكلت خلالها . ان صخور القشرة الارضية على درجة كبيرة من الاهمية للنشاط البشري ، فهي المادة الاساسية التي تشتق منها التربة ، كما تستعمل لاغراض البناء وتبليط الطرق في مشاريع هندسية مختلفة ... الخ .

٢ : ١ : ١ مفهوم التجوية

التجوية عملية تكسر للصخور فيزيائياً او تحللها كيميائياً ، وتشمل التجوية الفيزيائية(التبلور الملحي ، التبلور بالصقيع ، التمدد والتقلص بتأثير الاشعاع الشمسي وتباين درجات الحرارة ، الترطيب والتجفيف) . وتضم التجوية الكيميائية عمليات (الاذابة بالتكرين ، التأكسد ، الهدرجة والتميؤ بتأثير الماء) .

ويعتبر التبلور الملحي والتبلور بالصقيع من اهم عمليات التجوية الفيزيائية المسببة لتكسر الصخور وتفتتها . ان تكون البلورات الملحية داخل الصخر او على سطحه ظاهرة شائعة عند انتشار الرطوبة وتخلف الاملاح داخل الصخر او على سطحه الخارجي ، سواء كان مصدر الرطوبة والاملاح من الصخر نفسه او منقولة من مصدر آخر بالخاصية الشعرية . ان التجوية الملحية ظاهرة معقدة تتضمن اربع عمليات متداخلة .

١ - التمدد الحراري للبلورات الملحية المتكونة داخل المسامات والشقوق .

٢ - النمو الحجمي للبلورات والناتج عن ترسب املاح المحاليل المفرطة للتشبع .

٣ - ازدياد ضغط البلورات على جدران مسامات الصخر عند نمو البلورات وزيادة مساحتها السطحية .

٤ - امتصاص الماء للاملاح اللامائية .

وتسبب تلك العمليات زيادة [جهد الشد Tensile Stress] للصخور ينجم عنه دفع الصخور نحو الخارج او تقشرها .

ويعتبر نمو بلورات الصقيع سببا اخرا لتحطم الصخور الطبيعية او الصناعية كالخرسانة الاسمنتية ان الصقيع يسبب تغير حالة الماء من السائلة الى الصلبة عند درجة الصفر المئوي داخل جسم مغلق [قنينة مثلاً] وتسبب زيادة في حجمه بمقدار ٩٪ مولدة ضغطاً على جدران الصخر يعادل [اكغم / سم٢] ، عند استمرار درجات الحرارة بالانخفاض الى ما دون درجة التجمد ، فان ضغط السائل المتجمد يزداد ليصل ذروته [٢١١٠ كغم / سم٢] عند درجة حرارة [-٢٢°م] .

ان الظروف الطبيعية للصخور لا تسمح بحدوث حالة الجسم المغلق ، حيث تتباين احجام مسامات الصخور

اولاً ، ولاتصال المسامات مع بعضها ثانياً او لتواجد الهواء داخل الصخر ثالثاً ، ولعوامل اخرى .... ، الا ان ظاهرة تكسر الصخور بسبب الصقيع شائعة في المناطق المعتدلة الباردة والمناطق الشبه القطبية حيث يتكرر التجمد والذوبان ، علماً ان الصخور ذات المسامات الصغيرة اكثر تأثراً بهذه العملية من الصخور ذات المسامات الخشنة والتي تسمح للماء بالانسياب والتسرب من حدود منطقة التجوية المتأثرة بالصقيع .

وينتج عن التجوية الكيميائية تغييراً للتركيب الكيميائي للصخور تحت تأثير عمليات [التأكسد التميؤ والهدرجة ، التكربن والاذابة] . ان بعض عمليات التجوية الكيمياوية بطيئة جداً قد لا يكون لها تأثير كبير على تجوية صخور البناء ، الا ان عمليات التكربن والاذابة على درجة كبيرة من الاهمية ، ويتحدد تأثيرها بالتركيب الكيميائي والمعدني للصخور ، وقابليتها للذوبان ، وقدرة العامل المذيب على الاذابة ، مقدار تشبع المحلول بالعامل المذيب ، ومع ذلك ان المواد المتخلفة عن التجوية الكيمياوية الطويلة الامد لها اهميتها في الدراسات التطبيقية .

٢: ١ : ٢ ضوابط عمليات التجوية :

تتطلب الدراسة التطبيقية للصخور تتبع ثلاثة عوامل رئيسة تتحكم في نوع عمليات التجوية فيزيائية او كيميائية وشدتها وهي :

١ - صفات الصخور وخصائصها الطبيعية والكيميائية والمعدنية .

٢ - حالة الغلاف الغازي [درجة الحرارة ، الرطوبة والامطار : العناصر الكيميائية للغلاف الغازي] .

٣ - متغيرات البيئة المحلية [طبوغرافية السطح ، السفوح ودرجة انحدارها .الكائنات الحية نباتية وحيوانية ، التصريف المائي ومستوى الماء الجوفي ، عوامل اخرى ...] .

اولاً : صفات الصخور :

ان الصخور الطبيعية والمستخدمة لاغراض البناء تشمل الگرانيت ، الاردواز ، الصخور الرملية ، الرخام ، المفتتات الصخرية ، الصخور الكلسية ، الرمل ، الحصى ، الكلس ، السمنت ، الطابوق ، ومواد البناء اللاصقة مثل الملاط والطين .

ان اختيار الصخور يتطلب تحديد :

١ - مدى استجابة الصخور للتكسر او التحلل في مراحل التجوية المختلفة من قياس مسامية ونفاذية الصخور لتحديد حجم المسامات او الشقوق للصخور والتي تتحكم بقدرة الماء او المحاليل الملحية من التغلغل داخل الصخر ، كما يتطلب قياس معامل التمدد الحجمي للصخور بالتمدد الحراري وبتأثير الاشعاع الشمسي .

٢ - مقدار تغير صفات الصخور بسبب التجوية بقياس مسامية الصخور ، ومعامل امتصاص الماء ، قياس معامل للدونة والسيولة للصخر لتحديد جهد القص للصخور .

ثانياً : دراسة حالة الغلاف الغازي : -

تحدد حالة الغلاف الغازي نوع عمليات التجوية ، فيزيائية ام كيميائية ومعدل حدوثها ، تباينها من مكان لاخر عند اختلاف درجات الحرارة ، كمية الامطار والرطوبة . نسب مكونات الغلاف الجوي من الغازات .

ولقد تمت محاولات عديدة من قبل باحثين (Tricart and Caill ux, 1965 Leopold and Others 1964 Budel, 1963 , 1982 . Peltier 1950) لتحديد اماكن التجوية الفيزيائية والكيميائية ومداها على نطاق الكرة الارضية باعتماد معايير درجات الحرارة ومقدار الرطوبة على انهما المتغيران الرئيسان المتحكمان في عمليات التجوية ، الا ان تلك الدراسات اعتمدت تعميمات تتطلب دراسات تفصيلية دقيقة عند تطبيقها على نطاق محلي ، لان العلاقة الدقيقة بين ضوابط التجوية وعملياتها معقدة جداً ومن الصعب اشتقاق معايير مناخية تساعد على وصف تلك العمليات بشكل مرض كما يفتقر الى المعلومات التفصيلية الدقيقة التي تفي باهداف الدراسة .

فعلى سبيل المثال ان تاثير درجات الحرارة على التجوية يتطلب معلومات عن [القيم المطلقة لدرجات الحرارة ، مدى درجات الحرارة ، تكرر تباين درجات الحرارة ارتفاعا وانخفاضا ومداه] ، وبالنسبة للرطوبة [التساقط ، التبخر ، المياه الجارية ، شدة التساقط وتكرره ، فترة سقوط الامطار] .

لقد اعتمد Pelteir , 1950 عن المتوسط السنوي للتساقط والمتوسط السنوي لدرجات الحرارة لتقسيم العالم الى اقاليم مورفومناخية لعمليات التجوية الكيمياوية [ضعيفة ، متوسطة ، شديدة] على افتراض ان شدة التجوية الكيمياوية تزداد مع توفر الرطوبة وارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من نشاط التفاعل الكيمياوي وان التجوية الكيمياوية تكون نشطة في المناطق الحارة الرطبة وضعيفة في المناطق الباردة والجافة ، وهي تصميمات لا تفيد في الدراسات التطبيقية التفصيلية .

ولقد تمت محاولة لدراسة تفصيلية دقيقة لتوثيق علاقة عمليات التجوية بتحلل الصخور وتحديد مواصفات المواد الصخرية المستعملة في اكساء اسس طرق النقل لدولة جنوب افريقيا . ولقد اظهرت الدراسات الميدانية ان الصخور النارية القاعدية وعلى الاخص الدولورايت لمنطقة كارو Karroo ويمكن استخدامها في المناطق الغربية من تلك الدولة ، ولكنها غير ملائمة في المناطق الشرقية ، حيث تتأثر بتجوية فيزيائية في المنطقة الاولى ، وبتجوية كيميائية في الثانية .

لقد استخدم معيار اللدونه والسيولة لتحديد نوع التجوية ، وان الصخور تصبح غير ملائمة اذا زاد حد السيولة عن [٣٠]وحد للدونة عن [١٠] ، مع الاخذ بنظر الاعتبار المتغيرات المناخية الحالية لتعيين حدود التجوية وهي [التبخر المحتمل ، مجموع التساقط خلال ادنأ شهر ، مجموع التساقط السنوي] بتطبيق المعدلات التالية (Weinert 1965) .

$$\text{دليل المناخ } R = \frac{\text{التبخر المحتمل لشهر كانون الثاني } \{E\,J\}}{\text{مجموع التساقط لشهر كانون الثاني } \{P\,J\}} \qquad \text{معادلة (١)}$$

$$\text{معامل المطر } D = \frac{\text{مجموع التساقط لشهر كانون الثاني } \{P\,J\}}{\text{مجموع التساقط السنوي } P\,a} \qquad \text{معادلة (٢)}$$

كما اعتمد الباحث معامل رقمي {نسبة التساقط N} من العلاقة بين معامل المناخ {R} ومعامل التساقط {D} ومن الصيغة التالية :

نسبة التساقط N = معامل المناخ {R} X معامل التساقط {D } ..... معادلة (٣) .

ولقد استخدم الباحث معامل المطر {D} لرسم خارطة توزيع الامطار والمياه الجوفية لدولة جنوب افريقيا ، حيث اعتبر {D > ١} امطار صيفية ، {D < ١} امطار شتوية ، {D=١} امطار موزعة على اشهر السنة .

كما وجد الباحق من تطبيق المعادلة (٣) تعيين الحدود الفاصلة بين التجوية الفيزياوية والكيمياوية حين تكون نسبة التساقط {N=5} ، حيث تسود التجوية الكيمياوية في الجهات التي تزيد فيها نسبة التساقط عن {5}بينما تسود التجوية الفيزياوية في الجهات التي تقل فيها نسبة التساقط عن {5} .

كما وجد الباحث ان مخلفات التجوية من تحلل الصخور النارية القاعدية تكون بشكل مايكا مهدرجة {مايكا متميئة} اذا زادت نسبة التساقط عن {6} ، بينما يتكون طين المونتموريللونيت اذا تراوحت نسبة التساقط {2-5} وتخلف اطيان الكاؤولين عن تجوية الصخور النارية الحامضية .

وتؤثر مكونات الغلاف الجوي ، ونسبة الغازات فيه كثيرا في تحديد حالة الغلاف الغازي وقدرة الامطار على الاذابة ، لقد لوحظ عن ازدياد تركز ثاني اوكسيد الكاربون وثاني اوكسيد الكبريت ، الكلورايد في الهواء . لقد ازدادت نسبة ثاني اوكسيد الكربون الى {٢٧ر٠٪} بدلا من {٣٤٠ر٠٪} ، وان اتحاد الغازات مع الامطار يكون احماض مختلفة تسبب امطار حامضية لها القدرة على اذابة الصخور بمعدلات سريعة .

لقد ساهم التوسع الصناعي في زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 في هواء المدن الصناعية حيث يتخلف عن احتراق الوقود العضوي وخاصة الفحم الحجري وان هذا الغاز يتفاعل مع الاشعاع الشمسي ليكون {ثالث اوكسيد الكبريت SO_3} ويتحد الغاز الاخير مع رطوبة الهواء في الاقاليم الممطرة مكونا حامض الكبريتيك بشكل نوايات دقيقة تتجمع حولها قطرات المطر لتكون غيوم تحتوي على تراكيز عالية من الحامض السابق الذي عند سقوطه مع الامطار على سطح الارض يتفاعل مع الصخور والخرسانة ويغير من تركيبها الكيميائي والمعدني مسبباً

تحللها ، كما يبدل التركيب الكيميائي للصخور الكاربونية {الكلس $CaCo_3$} الى كبريتات او كبريتيد الكالسيوم وتتحد املاح الكلورايد المنتشرة بشكل ذرات دقيقة في الهواء مع ماء المطر لتسقط على سطح الارض بشكل حامض الهايدروكلوريك في الاماكن الرطبة الممطرة وبسبب اذابة صخور البناء كالرخام ، الصخور الكلسية ، والدولومانب ، وهكذا يتضح دور الانسان ومساهماته في زيادة وتيرة وسرعة عمليات التجوية التي تجاوزت حدودها الطبيعية .

ثالثاً : عناصر البيئة المحلية :

تساهم عناصر البيئة المحلية في تحديد نمط التجوية وشدتها {طبوغرافية الموضع ، شكل انحدار سطح الارض ودرجته ، ظروف التصريف المائي السطحي والجوفي ، حالة الغطاء الحيوي ..} بالاضافة الى شكل البناء ، ونوع المواد المستعملة في انشائه مدى تعرضه للتباين المحلي للمناخ كالسلالم الخارجية او اعمدة الدار وقواعد التماثيل ، اسس البناء ، قربها من مستوى الماء الجوفي . ان العوامل السابقة تحدد نمط التجوية السائدة ، ولابد من اختيار المواد الملائمة لاعمال البناء والتي لا تتأثر بالتجوية .

٢ : ١ : ٣ المجالات التطبيقية للتجوية

يستفاد من تحليل بيئة التجوية {خصائص بيئة الصخور ، عمليات التجوية او عواملها} لتحديد مخلفات التجوية والتي لها علاقة وثيقة بالدراسات التطبيقية .

١ - تحديد نوع الصخور المستعملة في اعمال البناء والتي تتأثر بعمليات التجوية وتغير من خصائصها . ان التجوية الفيزياوية بعملية التبلور الملحي مسؤولة عن تزهر الاملاح على سطح الصخور او الطابوق مسببه تقشرها او تكون بثور على سطحها وتشوه المظهر الخارجي للمنشآت المدنية ، وبعد سقوط القشرة الملحية يظهر الجزء الداخلي للصخور او الطابوق لتستعيد العملية نشاطها مرة اخرى . وتعتبر املاح الكاربونات والكبريتات اكثر تأثراً بهذه العمليات وتستجيب بسرعة لتغيرات درجات الحرارة والرطوبة ملحقة ضرراً كبيراً بالمباني والاعمال الانشائية .

٢ - يهتم المهندسون المدنيون عند تصميم اسس المنشآت المدنية باختيار المواد الترابية والصخرية الملائمة لهذه الاعمال بدراسة خواص ميكانيك التربة والصخور المستعملة في بناء الاسس . ان هذه المواد تتأثر بتجوية كيميائية ومن ثم تتحلل مع استمرار التجوية وتتناقص نفاذيتها وسعة الترشيح وتتغير خصائصها الاولية وتصبح غير صالحة لاعمال البناء .

ان الظاهرة السابقة تتطلب الاهتمام بدراسة {مقطع التجوية Weathering - Profile} عمودياً وتوزيع التجوية افقيا لتحديد شدتها مع التأكيد على عناصر المتانة للمواد الارضية . ويمكن تحديد درجة التجوية في الحقل

والمختبر من تتبع التغيرات في المواد الارضية ما بين سطح الارض وضخر الاساس وتعيين حدود {جهة التجوية Weathering Front} وهي الحدود الفاصلة بين الافاق المتأثرة بالتجوية عن الافاق الغير المتأثرة بها .

ويختلف شكل جبهة التجوية وامتدادها وعمقها من مكان لاخر ، والذي يعكس العلاقة بين {الظروف المناخية ، مستوى الماء الجوفي ونوعية المياه ، البناء الصخري ، نوع التجوية واختلافها من وقت لاخر} ، لذلك قد تكون جبهة التجوية عميقة في مواضع بينما تكون اقل عمقاً في مواضع اخرى مجاورة مسببة تدهور البناء والمنشآت المدنية وتكون جبهة التجوية عميقة في المواضع التي تكون موادها الترابية والصخرية اكثر استجابة للتفسخ والتحلل والتي تكون نفاذيتها عالية تسمح للامطار والمياه بالتسرب خلالها نحو باطن الارض وقد تصل الى عمق يتراوح ١٠٠م - ٣٥٠م تحت سطح الارض في الجهات الحارة الرطبة . لذلك يصبح ضروريا ملاحظة الامتداد الافقي والعمودي لجبهة التجوية ومدى انتظامه وتحديد خواص مفتتات التجوية وتوزيعها تفصيلياً من خلال : -

أ - القيام بعملية سبر الاغوار والتنقيب لفحص افاق التربة تحت سطح الارض وفق خطة منظمة وبشكل كثيف ومتقارب للحصول على معلومات مفصلة عن تجوية مواد تحت سطح الارض وقبل القيام باعمال الحفر والانشاءات المدنية .

ب - تسجيل الخصائص الجيولوجية لبنية طبقات الترابية والصخرية تحت سطح الارض .

٣ - اختيار مواد البناء من الصخور وغيرها المتماثلة فيما بينها في مدى استجابتها للتجوية . ان استخدام الصخور الكلسية مع الصخور الرملية او استخدام الملاط {الجص} كمادة لاصقة للصخور الرملية في اعمال البناء يلحق ضرراً بالابنية لان الصخور الكلسية او الجص تتأثر بتجوية كيميائية مفرطة في الاقاليم الرطبة تلحق ضرراً بالصخور الرملية عند حدود تماسهما .

٤ - تتأثر الصخور الباطنية وخاصة النارية بعملية تجوية سببها التمدد الناشيء عن التحرر من الضغط المسلط عليها عند ازالة الطبقات العليا ، وخاصة في اعمال التعدين . وتتأثر الصخور النارية الگرانيتية بشكل خاص بهذه الظاهرة بسبب بنائها حيث تتكون من صفائح صخرية قابلة للانفصال عن بعضها بسبب العملية السابقة ، ويعاني عمال التعدين بطريقة الانفاق من هذه الظاهرة لان الضغط الناشيء عن قوة التمدد تكفي لشل حركة المثاقب مسببة انثناءها اثناء اعمال التعدين مما يتطلب غلق المقالع وانفاق التعدين وتوقفها عن العمل لفترة من الزمن بعد كشف الطبقات الصخرية لتجنب الاثار السلبية لهذه الظاهرة ، كما ان قوة تمدد الصخور تسبب تطاير شضايا خلال اعمال التعدين ملحقة الاذى بالعمال . مما يتطلب دراسة سمات التجوية ومداها للانواع المختلفة من الصخور .

٥- يستفاد من دراسة عمليات التجوية لتتبع مخلفاتها في التربة والمياه . ان عمليات التجوية تؤدي الى عادة توزيع العناصر الكيمياوية تحت سطح الارض في التربة او المياه وارتفاع تراكيزها في مواضع معينة ويتناولها الانسان او الحيوان مع الغذاء النباتي ، ان المختصين بعلم الزراعة قد ادركوا عن اختلاف العناصر الغذائية في المنتوجات الزراعية او الحيوانية بسبب اختلاف الترب ، وان التركيب الكيمياوي للمأكولات او المشروبات التي

يتناولها الانسان تعزى في جزء منها الى تركيب الصخور ونوع تجويتها ، وقد تؤدي الى انتشار امراض معينة في بعض اصقاع العالم .

لقد اظهرت الدراسات عن انخفاض معدل الوفيات بأمراض الاوعية الدموية والقلبية في مناطق المياه العسرة والتي ترتفع فيها تركيز بكاربونات الكالسيوم الناجم عن اذابة الصخور الكلسية] ، ولقد تأكدت صحة العلاقة السابقة في اليابان ، الولايات المتحدة ، انكلترا ، ايرلندا ، السويد ، كندا . كما توصل الباحثون في ويلز الى ان الزنك والرصاص لها علاقة وثيقة بسرطان المعدة بينما ليس لها علاقة بسرطان الامعاء ، في حين يؤدي نقص عنصر الليثيوم الى الاختلال العقلي لدى الانسان ، كما ان نقص عنصر الحديد في التربة يؤدي الى الاصابة بمرض فقر الدم [الانيميا] في المناطق الحارة والرطبة ، مثل اثيوبيا ، حوض الامزون .

٦- تتجمع في بعض المناطق من سطح الارض خامات معدنية وبتراكيز عالية تنختلف عن عملية التجوية . ان تحلل الصخور الكرانيتية يؤدي الى تخلف معادن طينية [الكاؤولين ، الايدلايت] صالحة لصناعة السيراميك . وان تجوية الصخور البازلينية ساهم في تركز خامات الحديد في نطاق الحديد عند البحيرات العظمى في الولايات المتحدة ، كوريا ، غيانا ، كولامبيا الى ، فنزويلا تجمعت عن تجوية تربة اللاتيرايت . كما تساهم تجوية صخور البازلت والغسل الشديد للمواد القابلة للذوبان الى تجمع ترسبات البوكسايت [هيدروكسيد الالمنيوم] في ظروف مناخ مداري حار رطب .

لقد وجدت ترسبات للمنغنيز في الهند والصين والبرازيل والمغرب تختلف عن تجوية شديدة واذابة الصخور الكلس الشست وازالة ونقل لعناصر المنغنيز واعادة ترسيبها مرة اخرى بتراكيز عالية .

كما وجدت ترسبات للزنك ذات قيمة تجارية مختلطة مع ترسبات طينية تخلفت عن تجوية تكوينات من الطفل الدولاماتي ، وكما تجمعت ترسبات للزنك تحت صخور كلسية وقد تحدث تجوية عميقة واسعة وذوبان لخامات بعض المعادن لتنتقل من الافاق العليا لمقاطع التجوية واعيد ترسبها بتراكيز عالية تزيد مرتين او ثلاث مرات لتغتني طبقات من الصخور بترسبات جديدة ذات قيمة تجارية كما هو الحال لمعادن النحاس والنيكل بعملية التركز المفرط للخامات.

وتتجمع خامات النحاس بشكل املاح في كبريتات او كبريتيد . وان الشروط الضرورية لحدوث عملية التجوية والتركيز المفرط لخامات كبريتيد النحاس :

أ- معادن محتوية على الكبريت والحديد مثل [البيريت Pyrite] الذي يتكون من النحاس والحديد والذي عند اذابته يساعد على تكوين احماض مذيبة لخامات النحاس اثناء تسربها الى باطن الارض .

ب- ان تكون الصخور الاصلية نفاذة وتساعد على تسرب المياه الحاملة لمواد الاذابة .

جـ- تذبذب مستوى الماء الجوفي صعوداً وهبوطاً بصورة تدريجية بطيئة .

ويعتبر العاملان الاخيران ضروريان لحدوث ظاهرة التركيز المفرط للخامات ، وان سمك نطاق كبريتيد النحاس يعتمد على [نوعية الصخور الاصلية . التاريخ الجيومورفولوجي للمنطقة] فاذا كان مستوى الماء الجوفي عالياً

ومستقراً ، كما في الاقاليم الرطبة ذات التضاريس الواطئة ويؤدي الى تجمع نطاق كبريتيد شديد التركيز قليل السمك . اما اذا مستوى الماء الجوفي عميقاً بطيئاً في صعوده وهبوطه يؤدي الى تجميع كبريتيد مفرط التركيز سميك .

كما ان الشروط الضرورية لتجمع خامات النيكل المتخلفة عن التجوية :-

أ- تجوية صخور فوق القاعدية تحتوي على السيليكا والمغنيسيوم والنيكل .

ب- مناخ مداري اوشبه مداري مطير يساعد على اذابة وغسل السيليكا والمغنيسوم والنيكل من الطبقات العليا واعادة ترتيب المعدنين الاخيرين اسفل قطاع التجوية .

جـ- سفوح معتدلة الامتداد متموجة وليست مستوية تساعد على الترشيح الجانبي للمحاليل واعادة تجمع الخامات بتركيز مفرط .

وتؤدي عملية التجوية الشديدة بعملية الاذابة لصخور الالكونايت [طبقات صخرية كلسية سطحية] الى تجمع مفرط لخامات اليورانيوم .

المبحث الثاني
احواض الانهار

٢ : ٢ احواض الانهار

تهتم الدراسات الاكاديمية لاحواض الانهار بقياس شكل حوض النهر وشكل القناة النهرية وتحديد ابعادها وقياس العمليات الجيومورفولوجية المائية من خلال قياس نظام المياه الجارية في الحوض وقياس التصريف المائي وحركة الماء داخل القناة النهرية ، كمية وحجم الترسبات المنقولة بواسطة المياه الجارية .

ان التصريف المائي ، نوعية الماء ، والترسبات المنقولة عند موضع معين من القناة النهرية تعكس ، صفات المناخ والبناء الجيولوجي ونمط استعكال الارض ضمن حوض النهر ، مما يتطلب تحليل العلاقة بين الحوض والعمليات الجارية ضمنه واستخدام نتائج الدراسة لغرض فهم المشاكل المعاصرة ذلت العلاقة بالنشاط البشري .

لقد ازدادت اهمية الدراسات التطبيقية لاحواض الانهار وتطورت ، نظرا لازدياد ادراك الانسان لاهمية الموارد المائية بأعتبارها مصادر [للتجهيزات المائية ، للملاحة ، اماكن للراحة والتسلية ، مصائد للاسماك] من جهة ، ولكونها تشكل خطورة على حياة الانسان وثرواته الاقتصادية عند حدوث الفيضانات من جهة اخرى لاجل بناء السدود ومشاريع خزن المياه وتوليد الطاقة ، او المحافظة وصيانة بيئة الاحياء المائية ، وصيانة صلاحية المياه ونوعيتها لاستعمالات الانسان المختلفة . مما يتطلب :-

١- فهم سلوك الانهار ومدى استقرارها . ان الانهار احد اشكال سطح الارض تنشأ وتتطور بتأثير العمليات الجيومورفولولوجية المائية ، مما يتطلب قياس اشكالها والعمليات المساهمة في تكوينها وتنظيمها واختلافها من مكان لاخر ومن وقت لاخر .

٢- تتبع التغيرات الطبيعية لاحواض الانهار او للقنوات النهرية الناجمة عن تغير العلاقة بين عناصر البيئة الجيومورفولوجية [الشكل ، العملية ، مواد سطح الارض] لتباين معدلات التعرية والترسيب ، من خلال المراقبة المستمرة للعناصر السابقة للحصول على المعلومات اللازمة عن العلاقة والتفاعل بينها على المدى القصير او لفترات طويلة والذي يتطلب تحليل المعطيات والادلة التاريخية لتحديد اسباب التغير ومداه وتقييم دور الانسان في حدوثها .

٣- تطبيق نتائج الدراسة [النقطة الثانية] لغرض التنبؤ بالمشاكل المعاصرة او التي ستنشأ في المستقبل والناجمة عن النشاط البشري ، تقييم مدى تحسس عناصر النظام النهري تجاه النشاط البشري .

لقد ساهم تحول المجاري النهرية في حدوث كوارث اقتصادية وبشرية عندما تصبح بعيدة عن مراكز الاستيطان . وقد تؤدي الى تحديد اماكن التوسع الحضري كما ان التغير التدريجي او المفاجيء لمواضع القنوات النهرية بسبب عمليات التعرية والترسيب يؤدي الى تغير خط التالوك وما ينجم عنه من مشاكل حدودية بين دول الجوار ، وقد

يؤدي الى انفصال مفاجيء لقطعة ارض من دولة ما واتصالها باراضي دولة اخرى وتغيير الحدود والخارطة السياسية للدول المتجاورة .

ان مجال الدراسة التطبيقية لاحواض الانهار :

١- نظام المياه الجارية .

٢- جيومورفولوجية احواض الانهار :-

أ- التحليل المورفومتري لاحواض الانهار .

ب- انماط القنوات النهرية .

جـ- حمولة النهر من الترسبات .

٣- الفيضانات .

٤- التوازن الديناميكي لاحواض الانهار .

٥- النشاط البشري واحواض الانهار .

٢ :٢ : ١ نظام المياه الجارية

يقصد بنظام المياه الجارية : مجموع التصريف المائي للنهر لفترة معينة من الزمن [يوم ، شهر ، سنة] والذي يكافيء سمك الغطاء المائي الذي يغطي مساحة من سطح الارض تعادل مساحة حوض النهر حيث :-

$$\text{كمية المياه الجارية} = \frac{\text{التصريف المائي [م٣/ثانية]} \times ٦٠ \times ٦٠ \times ٢٤ \times \text{عدد ايام الشهر او السنة}}{\text{مساحة حوض النهر/كم٢}}$$

وتقاس كمية المياه الجارية بوحدة المساحة [ملم] عادة . اما التصريف المائي فهو حجم المياه الجارية في القناة النهرية عند محطة القياس خلال فترة من الزمن ويعبر عنه بالوحدة المكعبة / ثانية . [م٣ / ثانية ، لتر / ثانية . قدم٣ / ثانية . او غالون / يوم] .

ويعتبر كل من التصريف المائي او المياه الجارية احد النظم او عناصر النظام المائي للكرة الارضية ، ومصدرهما الامطار والثلوج ، البرد . . . الخ المتساقطة على حوض النهر ، حيث يفقد جزء منه بعملية التبخر - النتح ، وان اجزاء اخرى تمتصه النباتات او يستهلك في زيادة رطوبة التربة بعملية الاعاقة السطحية . وان الفائض منه يتسرب او يترشح عمودياً داخل التربة بالجاذبية الارضية يتغلغل داخل الطبقات الصخرية ليصبح جزءا من الماء الجوفي او يتحرك افقياً خلال افاق التربة ليعود الى النهر ومنه الى المسطحات المائية [البحار ، والمحيطات] ليستكمل دورته في الطبيعة ، لذلك فان النظام المائي للانهار يحمل صفات النظم الاخرى لدورة الماء في الطبيعة :-

١- ان حركة الماء في الطبيعة دورية . ان الطاقة الشمسية التي يمتصها الماء تتحول الى طاقة حركية ، يتبخر الماء من المسطحات المائية الى الغلاف الغازي ، ثم يتكاثف في اعالي الجو ليعود ثانية الى سطح الارض بشكل امطار والتي بعض منها يتبخر ثانية الى الغلاف الغازي او تفقده الارض بعملية النتح ، او يجري على سطح الارض بشكل انهار ليعود الى المسطحات المائية ويعيد دورته مجدداً .

٢- توجد علاقة ضمن دورة الماء في الطبيعة او بين النظم الثانوية المتكونة منها بين كمية الانطار والثلوج الساقطة [المغذيات] وكمية المياه المفقودة [التبخر ، النتح المياه الجارية ..] .

وعلى المدى البعيد ، لايوجد تغيير في حجم المياه المخزونة في نظم دورة الماء في الطبيعة الا انه وعلى المدى القصير يوجد اختلاف مابين المغذيات والمفقودات من المياه لذلك اصبحت نظم جريان المياه في الانهار متباينة من وقت لاخر ومن مكان لاخر كما اصبحت علاقاتها معقدة مع عناصر البيئة الاخرى .

دورة الماء داخل حوض النهر :

تنتقل الامطار والثلوج الساقطة على احواض الانهار الى مياه جارية ، خلال سلسلة من العمليات ، تؤدي الى خزن الماء في التربة او باطن الارض او تسمح له بالحركة على سطح الارض حيث يخزن قسم من المياه قريباً من سطح الارض او يتبخر او يعيدها الغلاف النباتي بعملية النتح الى الغلاف الغازي . ويمكن تمثيل العلاقة بين عناصر النظام المائي وفق المخطط [٣] .

أ- الاعاقة السطحية :-

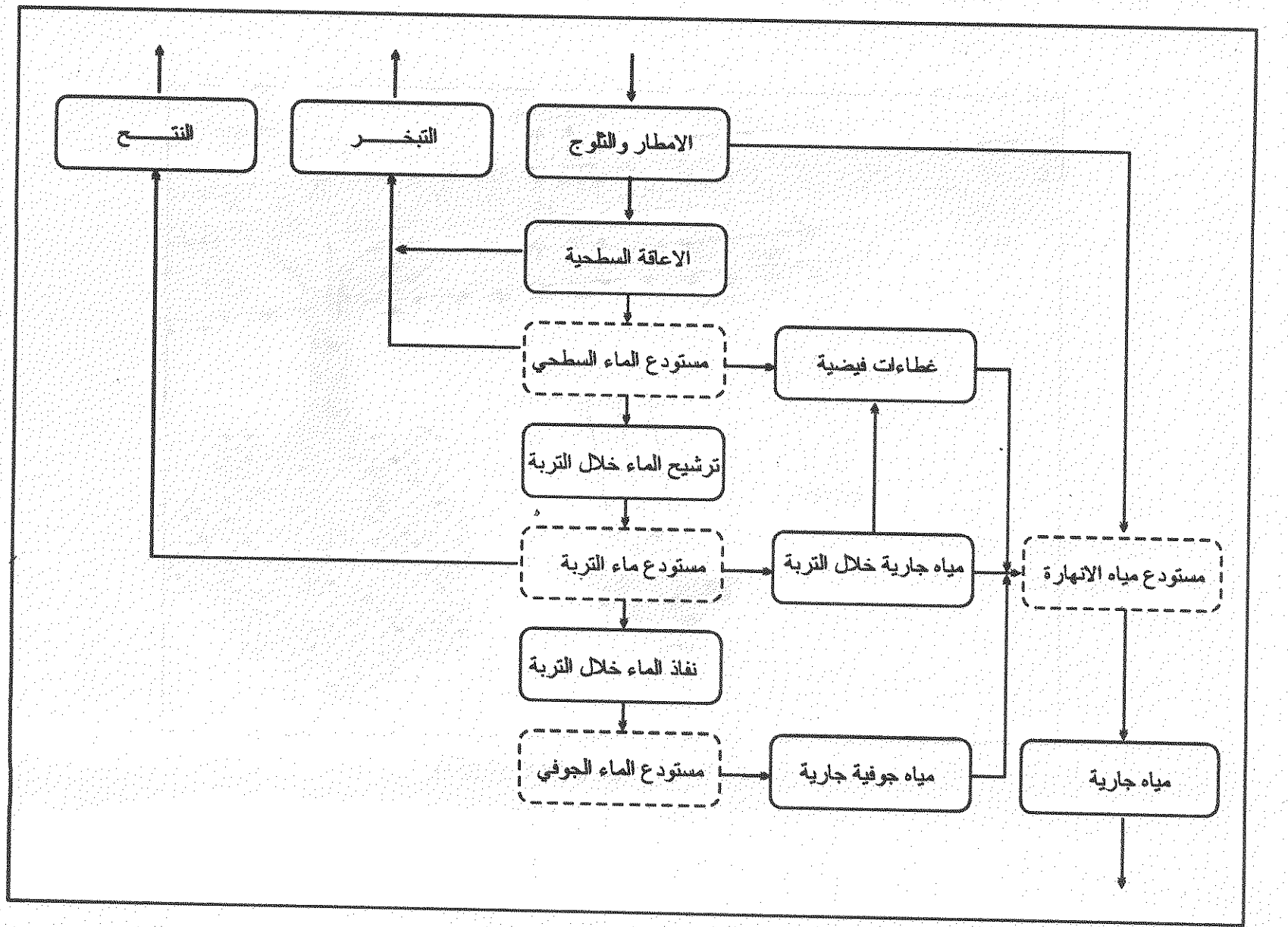
يغطي النبات الطبيعي والمحاصيل الزراعية ، خاصة في المناطق الرطبة ، مساحات من احواض الانهار . ان اغصان الاشجار واوراقها لها القدرة على اعتراض الامطار والثلوج واعاقتها من الوصول الى سطح الارض مباشرة وخزنها لفترة مؤقتة . فعند سقوط الامطار تنساب المياه على الاغصان او تتساقط خلال اوراق النبات لتصل سطح الارض ، وان نسبة كمية المياه المعاقة الى كمية الامطار الساقطة يتحدد بكمية الامطار الساقطة وكثافتها وشدتها ، وكثافة الغطاء النباتي ، حيث تتناقص كمية المياه المحتجزة كلما ازدادت فترة سقوط الامطار وازدادت شدتها ، وان المياه المحتجزة تعود الى الغلاف الغازي بعملية التبخر والتي ليس لها علاقة بنظام المياه الجارية في النهر .

ويتباين دور الغطاء النباتي في الاعاقة السطحية من فصل لاخر ، بأختلاف فصل النمو للغطاء النباتي وكثافته ، ونوعه من غابات نفضية او صنوبرية ، حشائش طويلة ام قصيرة ام محاصيل زراعية ، حيث ينخفض مقدار الامطار المفقودة من الاعاقة السطحية الى ٣٪ بمحاصيل الحبوب ، بينما تصل ٦٪ في مناطق الحشائش خلال فترة سقوط الامطار .

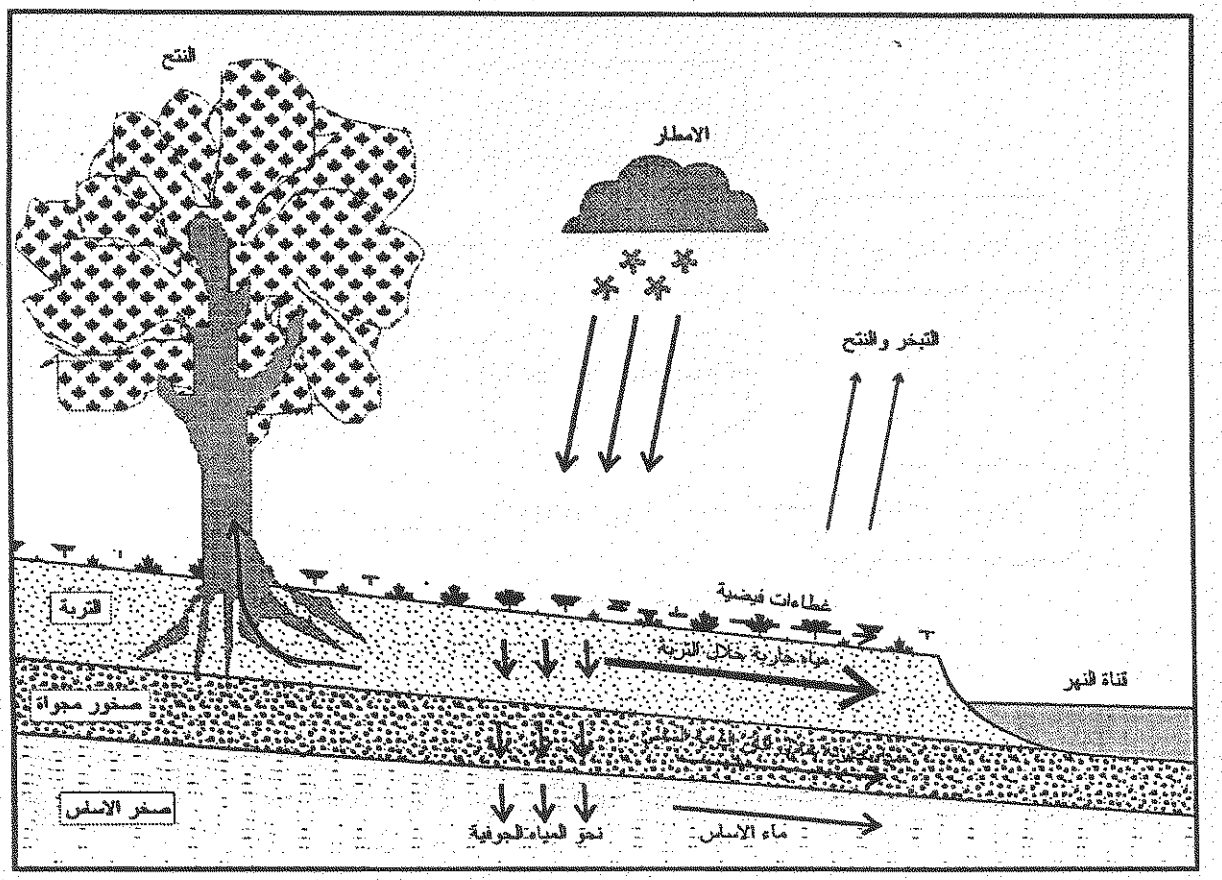
ب- حركة المياه خلال التربة والماء الجوفي

على الرغم من سقوط الامطار والثلوج مباشرة على اجزاء من حوض النهر ، الا ان جزءاً ضئيلاً منها لايعتد به يسقط مباشرة على القنوات النهرية ولايكون لها تأثير يعتد به في نظام المياه الجوفية الجارية في التصريف المائي . ان معظم تأثير الامطار مصدره الكميات الساقطة على الاراضي المحيطة بالقنوات النهرية [كبيرة ام صغيرة] وخاصة في المجاري العليا لحوض النهر وتتحرك لمسافة طويلة ام قصيرة حتى تصل الى القنوات النهرية ، وتتأثر خلال رحلتها الى جملة من التغيرات تحدد سرعتها وكميتها وبالتالي نظام المياه الجارية وحجم التصريف المائي ويوضح الشكل [٣] المسالك المحتملة لحركة الماء :-

مخطط(٣) عناصر نظام دورة الماء ضمن احواض الانهار ، تشير الخطوط السميكة الى مياه متحركة وتشير الخطوط المتقطعة الى مستودعات المياه ومواضع خزنها.



شكل(٣): مسالك المياه خلال التربة .



أ- غطاءات فيضية سطحية جارية على سطح الارض Over land flow .

ب- مياه متحركة خلال افاق التربة العليا Through Flow ، وخلال افاق التربة السفلى Inter Flow .

جـ- مياه متسربة مابين التربة وصخر الأساس يصطلح عليها ماء الاساس Base Flow .

د- مياه متحركة خلال الغطاء الصخري يطلق عليها المياه الجوفية .

ويختلف مقدار مشاركة المسالك السابقة للمياه في نظام المياه الجارية وكميتها من حوض نهر الى اخر ومن وقت لاخر للحوض نفسه بتأثير عوامل معينة :-

١- شدة التساقط وكميته .

٢- نسجة التربة وعمقها .

٣- نفاذية ومسامية البناء الصخري .

وتتحرك المياه خلال التربة والمياه الجوفية لتصل الى الانهار لتكمل رحلتها ضمن دورة الماء في الطبيعة ، ان الامطار الساقطة على سطح الارض تتسيرب عمودياً خلال مسامات التربة او الصخور وبتأثير الجاذبية الارضية تتجمع وبشكل مستودعات ومخازن للماء .

أ- مستودعات الماء السطحية وتتكثل في المنخفضات الصغيرة ام الكبيرة على سطح الارض ، حيث ينساب الماء منها مكوناً الغطاءات الفيضية ، او مجاري المياه الغير المركزة Over land Flow .

ب- مستودعات الماء في التربة .

جـ- مستودعات الماء الجوفي .

ان تجمع المياه في تلك المستودعات او حركته منها تتحكم به :-

١- قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء او الامساك به والتي تتأثر به بدورها بمعدل الترشيح للماء خلال التربة والسعة الحقلية للتربة ويتجدد كلاهما بنسجه التربة [طينية ام رملية ...الخ] وبناءها ، الرطوبة السابقة للتربة ، نمط التساقط وشدته ، نمط استعمال الارض .

وتكون معدلات الترشيح للماء خلال التربة عالية عند بداية التساقط ، ثم يتناقص تدريجياً الى مستويات ثابتة عند استمرار التساقط او ذوبان الثلوج وحينما تصبح التربة مشبعة بالماء كما تتراوح معدلات الترشيح مابين ٢ملم /ساعة في الترب الطينية الجرداء الى ١٢ملم/ساعة في الترب الرملية الجرداء ، ولكنه في الترب المغطاة بالحشائش والمراعي الدائمية الى ٥٧ ملم/ساعة .

٢- نفاذية الصخور ، ومساميتها ، حيث يعتبر الماء الجوفي من المصادر الرئيسية ـ للمياه الجارية على سطح الارض . وتتحكم نفاذية الصخور في سرعة الماء الجوفي وتتراوح من [٢٠٠٠ سم/ساعة] في التكوينات الحصرية الى [٢٠٠سم/ساعة] في الصخور الرملية ، بينما تصبح صفرا في الصخور المتماسكة مثل الكونكلومرات ، كما تبلغ سرعة المياه الجوفية [٥٨٣ سم /ساعة] في الصخور الكلسية التي تتصف بارتفاع

مساميتها الثانوية من الشقوق والتواصل التي يتحللها في بعض التكوينات الكلسية من العصر الكاربوني في انكلترا .

ويوضح شكل [٤] دور المسالك السابقة للنظام المائي لحوض نهر سقطت عليه الامطار لفترة ساعتين وبكثافة [١ر٥سم/ساعة] على ارض انحدارها [١٦°] ذات تربة ثم تصريف مياهها بفترة ٤ ايام قبل سقوط الامطار . ان دراسة وتحليل المنحنيات البيانية للتصريف المائي لها اهميتها لفهم حركة الماء في التربة ومحاولة تطوير نظم السيطرة على حالات الفيضان للانهار ، وصيانة ماء الاساس للمحافظة على ديمومة جريان الانهار خلال فترات الجفاف .

٢ : ٢ : ٢ جيومورفولوجية احواض الانهار

أ- التحليل المورفومتري لشبكة الصرف النهري

تتحرك وببطء المياه المتسربة خلال التربة او الضخور او من الغطاءات الفيضية السطحية لتتصل مع بعضها على سطح الارض مكونة قنوات نهرية محدودة الابعاد تنتظم مع بعضها في اشكال معينة مكونة شبكة الصرف النهري لاحواض الانهار ، متأثرة بمكونات الحوض من صخور وطبوغرافية وبيئة حيوية ومناخ بالاضافة الى تأثير المياه الجارية نفسها .

ان قياس وتحليل شكل حوض النهر وابعاده ، عدد قنوات النهرية واطوالها وانحدارها يساعد على فهم العلاقة بين عناصر الشكل من جهة ، وكذلك فهم العلاقة بين حركة المياه الجارية وتطور اشكال سطح الارض داخل الحوض من جهة اخرى . من خلال التحليل المورفومتري لاحواض الانهار ، والذي يهدف الى وصف شكل حوض النهر بأسلوب احصائي من استخراج عدد الانهار وقياس اطوالها ، ودرجة انحدارها ، ومساحة الاحواض ، وتصنيفها الى مراتب وتنظيم العلاقة بين المراتب النهرية وصفات شكل الحوض [راجع الفصل الثالث] .

ان شكل حوض النهر ونمط انتظام قنواته النهرية يعكس :-

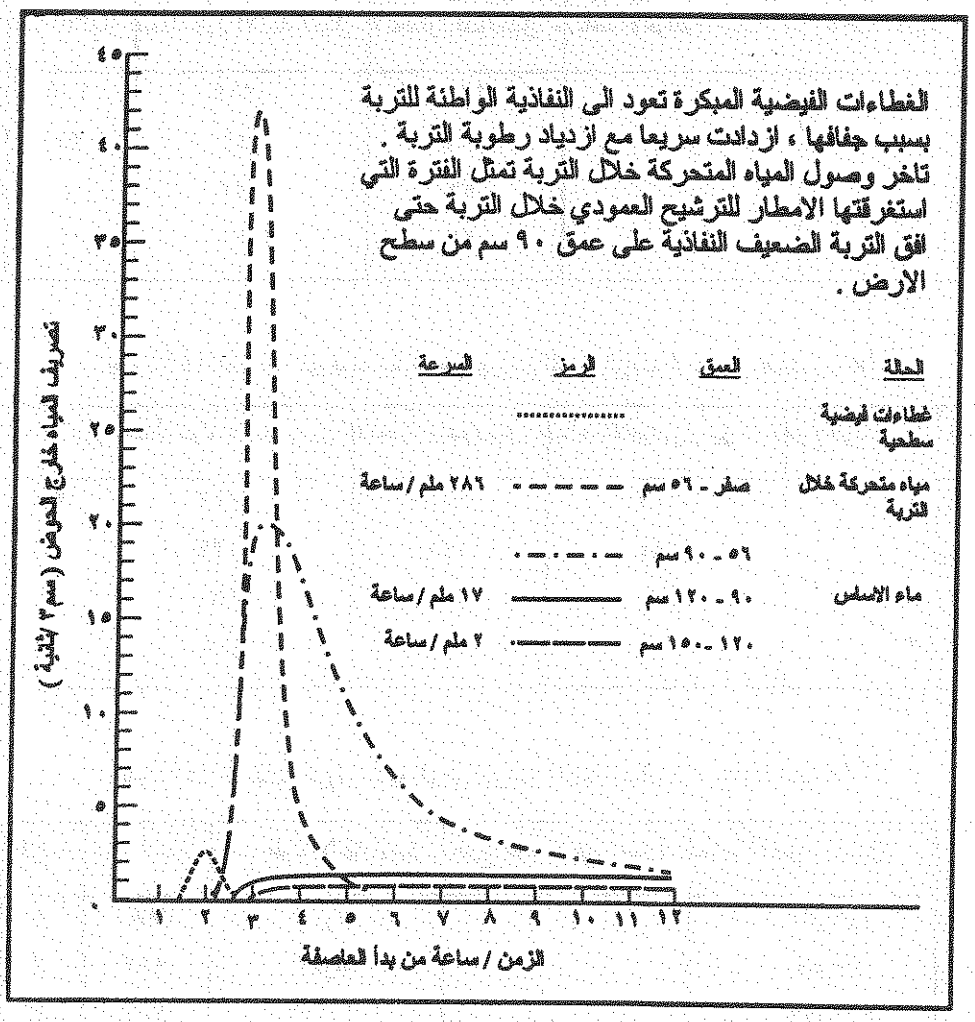
أ- البناء الجيولوجي وصفات مواد سطح الاوض من تربة وصخور .

ب- المناخ وخاصة كمية الامطار وتوزيعها السنوي ، شدة التساقط وكثافته ومقدار التبخر - النتح .

٣- البيئة الحيوية من تربة وغطاء نباتي ونمط استعمال الاوض .

ويوضح الجدولان [٣ . ٤] الصفات المورفومترية لاحواض انهار من المرتبة الرابعة لمنطقة ذات مناخ معتدل رطب . تسيطر على الحوض الاول وصخور رملية من الزمن الثالث ضعيفة النفاذية ، بينما تسيطر على الحوض الثاني صخور طباشيرية نفاذة . كما يوضح الجدول [٥] الصفات المورفومترية لحوض النهر من المرتبة السادسة في بيئة جافة .

شكل(٤) : المنحنى البياني للتصريف المائي للغطاءات الفيضية والمياه المتحركة خلال التربة وماء الاساس .



المصدر : Peter Stop , River Basin , P. 37 .

جدول [٣] الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة الرابعة / صخور رملية ×(١)

المرتبة	عدد الانهار	معدل طول الانهار/ميل	الانحدار/قدم/ميل	مساحة الاحواض/ميل٢	مجموع طول الانهار[ميل]
١	١٠٨	٠ر٢١٤	٢٢٩	٠ر٠٦١	٢٣ر١١
٢	٢٥	٠ر٤٢	١٠٤	٠ر٢٢	١٠ر٥٠
٣	٥	١ر٢٢	٥٦	١ر١٠	٦ر١٠
٤	١	٤ر١١	٢٦	٨ر٩٠	٤ر١١

جدول [٤] الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة الرابعة / صخور طباشيرية ×(٢)

المرتبة	عدد الانهار	معدل طول الانهار/ميل	الانحدار/قدم/ميل	مساحة الاحواض/ميل٢	مجموع طول الانهار[ميل]
١	٢٥	٠ر٣٢٢	٢٥٥	٠ر١٠٦	٨ر٠٥
٢	٨	٠ر٥٢٧	١٣١	٠ر٣٨٥	٤ر٢١
٣	٣	٠ر٨٦٤	٦٧	١ر٤٢	٢ر٥٩
٤	١	١ر٤٢	٣٥	٥ر١٨	١ر٤٢

جدول [٥] الصفات المورفومترية لحوض نهر من المرتبة السادسة / منطقة جافة ×(٣)

المرتبة	عدد الانهار	معدل طول الانهار/ميل	مجموع طول الانهار[ميل]	مساحة الاحواض/ميل٢
١	٣٨٨٠	٥ر٠٧		١٤٦ر٣٢
٢	٩٨٢	٨ر٥٣		٩٧ر٥٥
٣	١٨٧	٩ر١١٦		٢٣٩ر٥٦
٤	٢٩	٧ر٩١٣		٣٤٥ر٤٧
٥	٧	١٨ر٢٥		٤٢٠ر٣٩
٦	٣	٢٧ر٣		٤٢١ر٨٠
٧	١	٦		٣٠٣٢

(1,2) (*) Peterstop David hngle River Basin , London P.

(٣) * احمد عبدالله ، حوض وادي المرج - دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة . قسم الجغرافية ، كلية التربية - جامعة بغداد ١٩٩٩ .

ان الدراسات والقياسات السابقة تساعد على فهم اثر اختلاف البناء الصخري في تطور اشكال سطح الارض في مناخات متشابهة او مختلفة على ان تكون وسائل البحث من خرائط طبوغرافية او صورجوية متماثلة هي الاخرى .

كثافة الصرف النهري وتكرر الانهار

ويقصد بها طول الانهار الى مساحة حوض النهر . كما يمكن تحديدها من استخراج تكرر الانهار ويقصد به عدد الانهار الى مساحة حوض النهر . ان كثافة الصرف النهري او تكرر الانهار من السمات المورفومترية الرئيسة لدراسة حالات الفيضان وشدتها والتي تتعرض لها الانهار . ان المياه السطحية تتحرك بسرعة اكبر خلال القنوات النهرية مقارنة بحركتها تحت سطح الارض ، وكلما كانت ثافة الصرف النهري او عدد الانهار كبيراً ، ازدادت سرعة المياه الجارية السطحية كانت استجابة الانهار للتساقط سريعة وخلال فترة قصيرة حيث ترتفع مناسيب المياه للفيضان بكثافة صرف النهري عالية يكون عدد الانهار او اطوالها كبيراً بالنسبة لمساحة احواضها وتتباين كثافة الصرف النهري او عدد الانهار من حوض النهر الى اخر بسبب :-

جـ- البيئة الحيوية من تربة وغطاء نباتي ونمط استعمال الارض .

د- طبوغرافية سطح الارض ودرجة انحداره .

ب- القنوات النهرية [انماطها وابعادها] .

يقصد بنمط القناة النهرية [شكل امتداد القناة النهرية عند النظر اليها من الجو] . وتصنف القنوات النهرية من حيث اشكالها الى :-

أ- قناة مستقيمة Straight Channel .

ب- قناة ملتوية او منثنية Meander .

جـ- قناة ضفائرية Braidid Channel .

ونادراً ماتكون القناة النهرية مستقيمة . الا عند تحكم البناء الجيولوجي في امتدادها من صدوع وانكسارات ، او عندما يعمد الانسان الى شق الانهار ، حيث تجنح المياه بطبيعتها الى الالتواء والانثناء عند جريانها على سطح الارض .

وقد تتصف القناة النهرية وعلى امتداد مجرى النهر من المنبع الى المصب بجميع الصفات السابقة . وبوصف مجرى النهر عند المصب بكونه مستقيماً عندما يكون طول امتداده يزيد عشر مرات عن اتساعه . [راجع الفصل الثالث : تحديد صفات شكل القناة النهرية] .

ولقد اتضح من الدراسات الميدانية والتجريبية ، ان شكل القناة ونمطها يتأثر :-

١- حجم الحبيبات المنقولة وتوزيعهاعلى امتداد قاع النهر .

٢- حجم التصريف المائي .

٣- اتساع القناة النهرية وعمقها .

وتؤدي العوامل السابقة الى تكوين وعلى امتداد مجرى النهر قطاعات متتابعة من الاماكن الضحلة Riffles حيث تتحرك المياه سريعاً او برك عميقة ذات مياه هادئة Pools [شكل ٥] وتتجمع في المواضع الاولى ترسبات خشنة الحبيبات ، بينما تترسب في المواضع الثابتة حبيبات ناعمة ، وفي كلتا الحالتين ، ان حركة الترسبات تعكس صفات حركة المياه الجارية داخل القناة النهرية ، وهي على علاقة بالعاملين الاخرين [حجم التصريف المائي] وابعاد القناة النهرية] .

ويعتبر خط التالوك من صفات القناة النهرية ذات الاهمية في الدراسات التطبيقية . ويعرف [الخط الذي يمتد عند اعمق المواضع على امتداد المقطع الطولي لمجرى النهر] ، ويرتبط تكونه وتطوره بشكل القناة النهرية ، لعلاقة بحركة المياه السريعة داخل القناة النهرية ، صفات المواد المكونة لصفات النهر [شكل ٦] ضمن الالتواءات النهرية .

ويجنح خط التالوك عند نشأته نحو الطرف الخارجي للقناة النهرية ، حيث يشتد النحت عند موضع يقع دون محور الالتواء وباتجاه مصب النهر ، حيث يسبب ارتطام المياه السريع بقاعدة ضفاف النهر الى نشوء ظاهرة [نحر الضفاف (Under cut) ، ثم تنتقل المواد المتخلفة عن عملية النحر بواسطة التيارات والدوامات المائية بحركتها الجانبية الى الضفة المقابلة لتترسب عندها مكونة [استطاليات المجرى Poinbar] ولذلك فبينما تتأثر احدى الضفاف بعملية نحت وتراجع وتكون حركة المياه مضطربة ، وان الضفة المقابلة تتسع لاستمرار عملية الترسيب في مواضع ضحلة وذات مياه هادئة وبذلك تساهم عملية النحت والترسيب على نمو وتطور الالتواء النهري ، التي لها اهميتها عند دراسة الانهار الحدودية .

جـ- الحمولة المنقولة بواسطة المياه الجارية

يقصد بالحمولة المنقولة [الترسبات التي تفصلها المياه الجارية والمتخلفة عن عمليات التجوية والتعرية] والتي تصنف الى :-

١- مواد صلبة منقولة فوق قاع النهر Bed load .

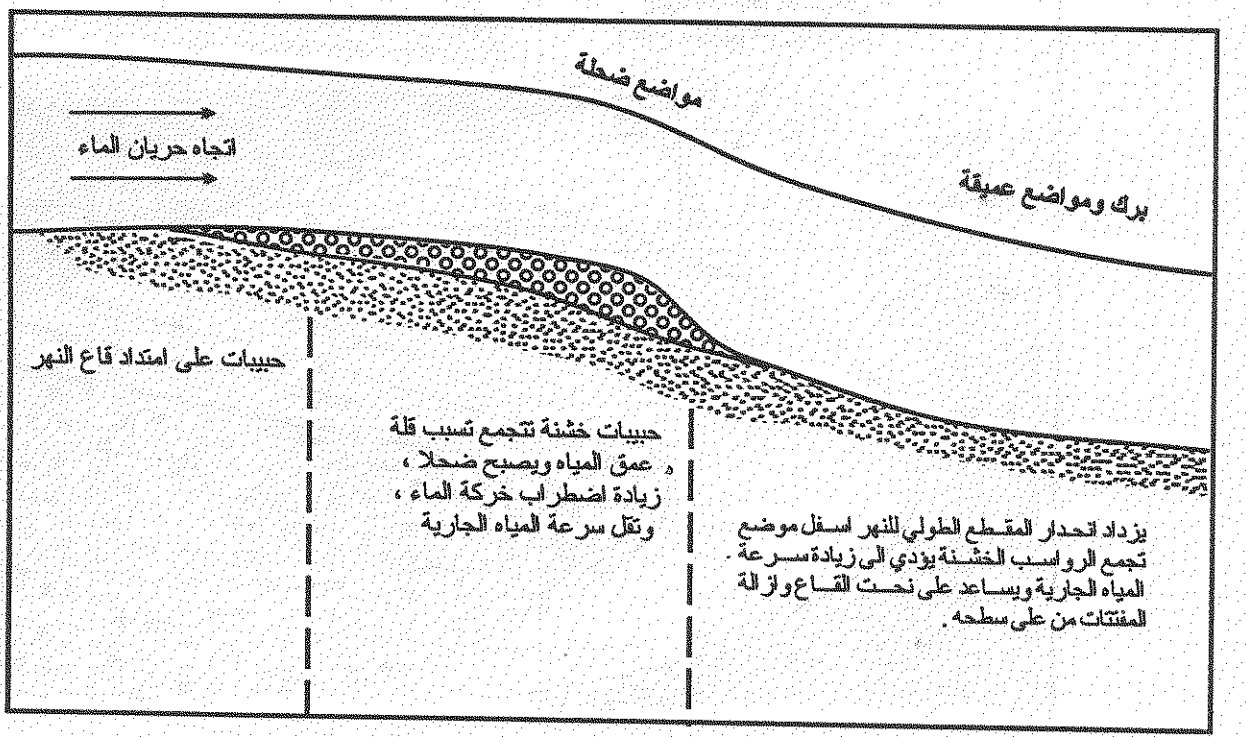
٢- مواد صلبة منقولة معلقة بالماء Sus pended load .

٣- مواد مذابة Soiute load .

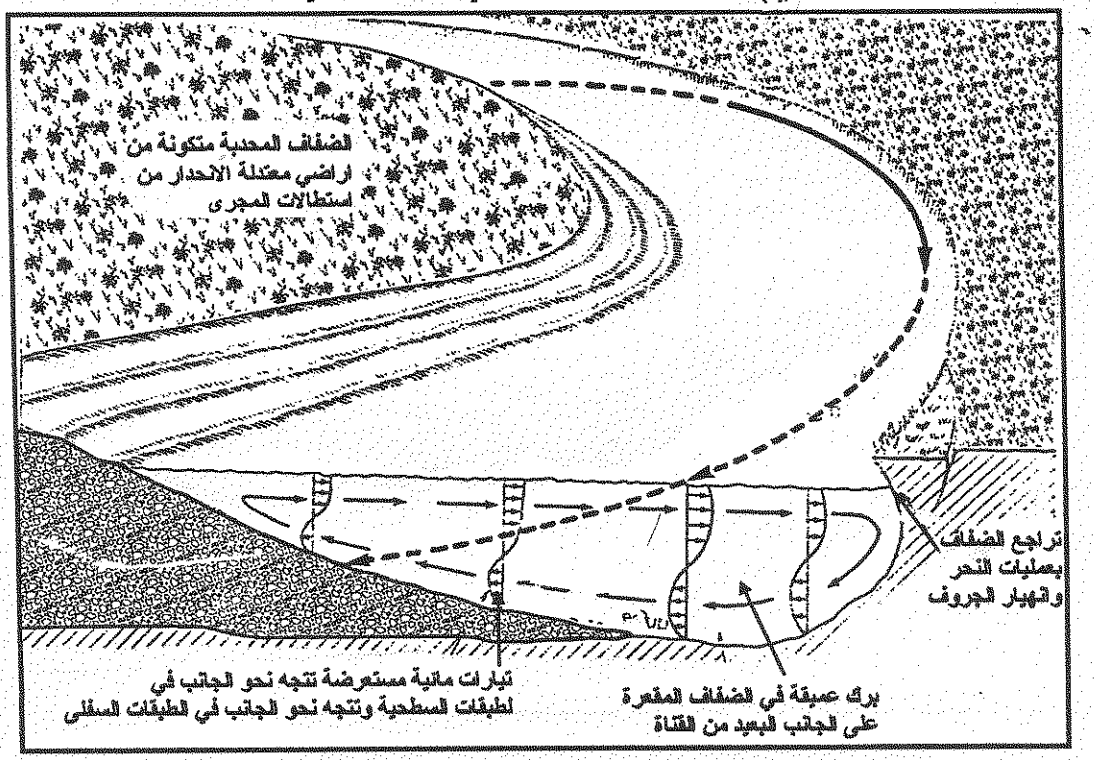
ويقصد بالمواد الصلبة [ذرات التربة او الصخور والتي تزيد اقطارها عن ٢/١ مايكرون] تنقلها المياه الجارية معلقة او تتدحرج فوق قاع النهر ، اما المواد المذابة ، فهي الاملاح التي تنقلها المياه الجارية بشكل محاليل كميائية .

وتتحكم سرعة المياه الجارية في حمولة النهر من المواد الصلبة والمذابة ، حيث يكون مهما جداً تحديد السرعة الحرجة Threshold والضرورية لنقل المواد الصلبة والقدرة على حملها . وعموماً تزداد قدرة الانهار على نقل المواد

شكل(٥): تتابع المواضع الضحلة والعميقة على امتداد مجرى النهر .



شكل(٦): خصائص جريان المياه في الالتواء النهري .



الخشنة بزيادة سرعتها ، الا ان الدراسات التجريبية اوضحت عن علاقة معقدة ومتداخلة بين حجم الترسبات واقطار الحبيبات المنقولة وسرعة المياه الجارية في حالتي التهرية والترسيب ، [شكل ٧] وعلى النحو التالي :-

١- ان الحبيبات الخشنة التي اقطارها [١٠ ملم] تتطلب سرعة تعرية بمقدار [١٠٠سم/ثانية] . بينما الحبيبات الناعمة التي اقطارها [١ ملم] تتطلب سرعة تعرية [٢٥سم/ثانية] .

وتزداد السرعة الحرجة Threshold الضرورية للمياه لنقل الذرات الناعمة التي تقل اقطارها عن [٥ر٠ ملم] ، ان ذرات العرين التي اقطارها [١٠ر٠ ملم] تتطلب لنقلها سرعة مياه [٧٠سم/ثانية] والتي تعادل ثلاثة اضعاف سرعة المياه الطويلة لنقل ذرات الرمال التي اقطارها [١ر٠ ملم] وهي اكبر بمئة مرة عن ذرات العرين ، اذ سبب هذه الظاهرة .

أ- ان ذرات المواد الناعمة تميل الى الالتحام معها بشحنات كهربائية .

ب- يكون جريان الماء وحركته هادئة فوق قيعان الانهار المكونة من ترسبات ناعمة على عكس قيعان الانهار المكونة من مواد خشنة وجلاميد وحيث تزداد مساحة سطح الحبيبات المعرضة للتعرية فتصبح حركة الماء مضطربة ، مما يفسح المجال لنقل الحبيبات الخشنة بسرعة نقل عن السرعة المطلوبة لنقل الحبيبات الناعمة والتي تكون مواد معلقة .

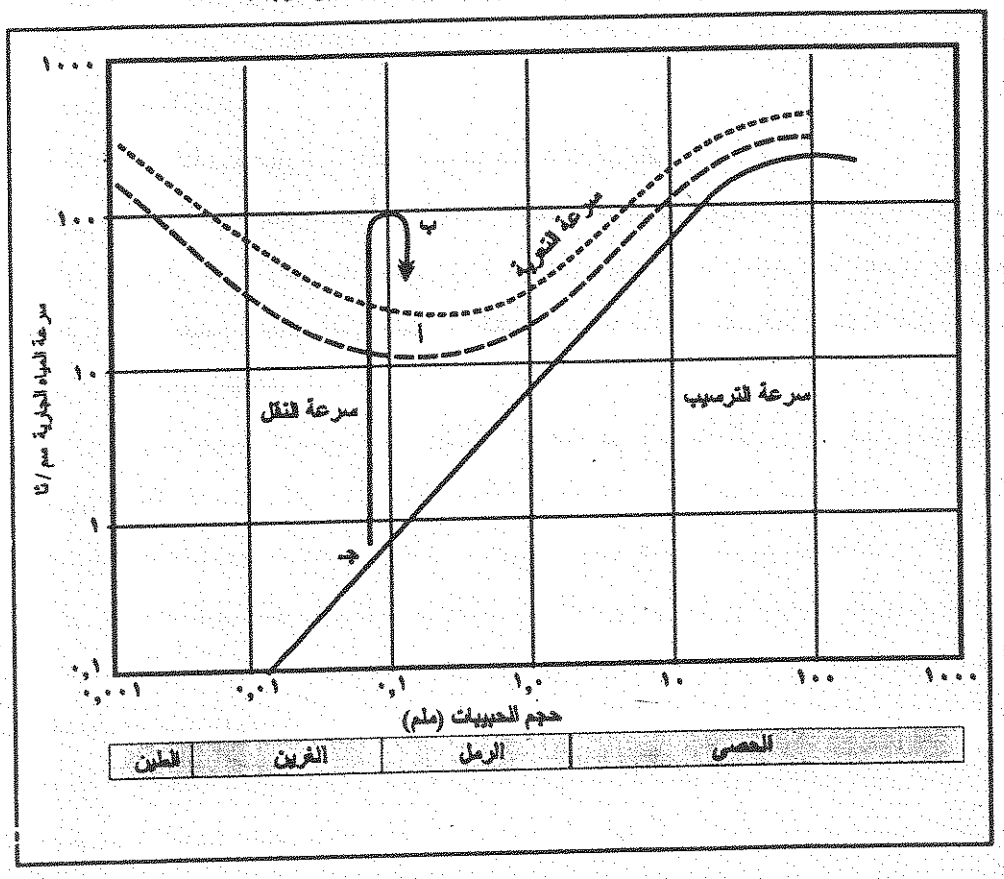
٢- ان السرعة الضرورية الحرجة لترسيب المواد المنقولة تختلف عن السرعة الضرورية للنقل والتعرية ، ان ذرات المواد التي تقل اقطارها عن [١ر٠ملم] تبقى معلقة بالماء حتى عند هبوط سرعة الماء دون [٣٠سم/ثانية] والتي كانت السرعة الضرورية للتعرية والنقل ، فهي تترسب عندما تصبح سرعة الماء [٨ر٠سم/ثانية] ، وبعبارة اخرى ، يوجد فرق كبير بين السرعة الضرورية للتعرية والنقل والسرعة الضرورية للترسيب الذرات الناعمة . بينما يكون العزق ضئيلاً بين سرعة التعرية وسرعة الترسيب الذرات الخشنة ، والتي تترسب مباشرة بعد هبوط سرعة الماء .

ان لهذه الظاهرة اهمية كبيرة لتفسير سلوك ترسب الحبيبات المختلفة في احجامها عند حدوث الفيضانات ، حيث تتجمع الحبيبات الخشنة عند ضفاف الانهار لتتناقص سرعة الماء فجأة مكونة الجسور الطبيعية [كتوف الانهار] ، بينما تتجمع الحبيبات الناعمة في الجهات البعيدة عن جانبي النهر حينما تتناقص سرعة الماء كثيراً ويصبح هادئاً مستقراً وتتكون السهول الفيضية .

٢ : ٢ : ٣ - الفيضانات

الفيضان [ارتفاع منسوب الماء وزيادة حجم التصريف المائي الى مستويات تزيد عن سعة القناة النهرية فتنساب نحو اراضي السهل الفيضي المجتورة على جانبي القناة النهرية . وتتعدد مصادر المياه المسببة لحدوث الفيضان ، فقد تكون ناتجة عن ذوبان الثلوج او سقوط امطار غزيرة او كلاهما ، وقد تمون ناتجة عن ذوبان الجليد او راتفاع الامواج عند مصبات الانهار عند السواحل لمرور عواصف مدارية ، الا ان المصدرين الاولين اكثرهما شيوعاً .

شكل (٧): منحنى هيلستروم ، العلاقة بين معدل سرعة المياه الجارية في الانهار وسرعة التعرية وحجم المواد المنقولة وسرعة الترسيب .



وتتحرك مياه الفيضان داخل القناة النهرية بشكل موجة عاصفة باتجاه المجاري السفلى للنهر ، ويتغير شكل الموجة مع تغير سرعة المياه الجارية ، انحدار القناة النهرية واتساع القناة النهرية ، وتتأثر موجات مياه الفيضانات بعمليتين متضادتين [الرفع Translation التخفيف Attenuation] ، حيث تبدو بهيئة موجات عالية متتابعة تستغرق فترات قصيرة عند تأثرها بعملية الرفع ، حينما تجري داخل قنوات مستقيمة شديدة الانحدار وبسرعة كبيرة . وعند تأثرها بعملية التخفيف تصبح واطئة متغيرة في حجمها وتستغرق فترة اطول ، حينما تجري المياه داخل قناة نهرية واسعة قليلة الانحدار وتنخفض سرعة المياه الجارية لتتجمع قرب مخرج النهر فيزداد عمقها ويستمر تصريفها بمعدلات واطئة تقل عن كمية المياه المتجمعة ، حيث تكون ذروة الفيضان واطئة وتستغرق فترة اطول .

لقد عانت البشرية ولازالت تعاني من الاثار المدمرة للفيضانات الى لازالت تشكل مايقرب من ٣٠٪ من الكوارث الطبيعية التي تواجه الانسان وتساهم في ٤٠٪ من الخسائر المادية وخاصة في اراضي السهول الفيضية للمجاري السفلى من الانهار ، حيث تتسع اراضي حوض النهر تعتبر مستودعاً للمياه الفائضة عن سعة القناة النهرية ، والتي تتطلب ادارتها واستغلالها السيطرة على مياه الفيضانات ، وهذه بدورها تحتاج الى معلومات كافية للتنبؤ بحدوثها من خلال تحديد :-

١- حجم الفيضان واحتمال حدوثه .

٢- العوامل المتحكمة في حدوث الفيضان .

٣- دور الانسان في حدوث الفيضانات وتأثيره على حجمها وتكرارها .

اولاً : حجم الفيضان واحتمال تكراره :

يقصد بحجم الفيضان Magnitude ، حجم التصريف المائي وكمية المياه الجارية خلال عاصفة مطرية . بينما تعني احتمال حدوثه Frequency تكرر الفيضان بحجم معين خلال فترة زمنية ، كأن تكون كل سنتين ، خمسة سنوات ، عشرين سنة ... الخ .

ان حجم الفيضانات وتكرارها ظاهرتان متلازمتان ، ونادراً ماتتكرر الفيضانات الهائلة الكبيرة الحجم بمناسيب عالية وتنخفض احتمالات حدوثها ، في حين يزداد احتمال حدوث الفيضانات الواطئة الصغيرة الحجم وبمناسيب واطئة تكون اكثر تكرار .

ويتم تقدير حجم المياه الجارية والتصريف المائي خلال فترة الفيضان من رسم منحنيات بيانية النظام المائي Flood Hydrograph تتسم بأختلاف اشكالها او مساحتها سواء للنهر الواحد من وقت لاخر ، او بين الانهار من مكان لاخر ، وان هذه الاشكال البيانية تمثل استجابة التصريف المائي للنهر لهطول عاصفة من الامطار ، وتشير الى تقييم العلاقة بينهما خلال الفترة التي استغرقتها هطول الامطار وارتفاع مناسيب المياه وهبوطها والفاصلة بين الذروتين «ذروة الامطار ، ذروة التصريف المائي» وتقديم حجم الامطار المؤثرة في حدوث الفيضان .

تشير مساحة المنحنى البياني الى حجم المياه الموجودة ضمن حوض النهر ، بينما يصف شكل المنحنى البياني

الى توزيع مياه الامطار خلال فترة الفيضان ، حيث يستمر حجم ماء الاساس بالنقصان مع انخفاض مناسيب المياه الى حين ابتدأ الامطار بالهطول ، وتساهم في تزويد النهر بالمياه لنبدأ مناسيبه بالارتفاع سريعاً والتي يمثلها [الطرف الصاعد] من المنحنى البياني ، والذي يشير الى الزيادة السريعة في كمية المياه السطحية الجارية وماء التربة ، وتبلغ مناسيب ذروتها بعد فترة من ذروة هطول الامطار ، ويستعمل مصطلح [الفترة الفاصلة للحوض] على الفترة الفاصلة بين الذروتين . كما تمثل قمة المنحنى البياني اكبر كمية من المياه الجارية داخل حوض النهر سببتها العاصفة المطرية .

وبعد حصول الذروة القصوى لجريان المياه ، وتوقف الامطار عن الهطول ، وبحدد حجم المياه الجارية داخل القناة النهرية وسرعتها من بالمياه المتسربة من مستودعات المياه داخل الحوض [راجع المخطط -٢-] ، حيث يبدأ التصريف المائي بالتناقص ، ويكون سريعا في المراحل الاولى لاستنزاف الموارد المائية من مستودعات خزن المياه السطحية ، ثم بتباطأ الهبوط عند استمرار تسرب المياه من المستودعات المائية من التربة السفلى والمياه الجوفية [عند انقطاع المطر] ، وحيث تتحكم المياه الجوفية في منسوب المياه الجارية . شكل [٨] .

ويتسم المنحني البياني للنظام المائي لاحواض الانهار الصغيرة بقمته العالية الحادة ، ويمتد لفترة قصيرة ، لان الموارد المائية من المستودعات المختلفة لحوض النهر تصل الى القناة النهرية وتنصرف خلال فترات قصيرة . على عكس الانهار الكبيرة التي تغذيها روافد متعددة تجري فوق اراضي مختلفة تتأثر بمناخات متباينة وبتعدد المنحنيات البيانية الممثلة للنظام المائي وتداخلها ذات قمم واطئة وتستمر لفترة اطول .

وبهدف تحليل تكرار الفيضان الى تحديد متوسط الفترة الفاصلة بين حالات ارتفاع مناسيب وحدوث الفيضان ، ويعتبر ارتفاع مناسيب المياه وانسيابها فوق ضفاف الانهار وغمرها الاراضي على جانبي النهر ظاهرة حتمية بالنسبة لحالات الفيضان الصغيرة والتي تكون اكثر حدوثاً وتكرار مقارنة بالفيضانات الكبيرة المدمرة التي تتكرر قليلاً وعلى فترات متباعدة . فكلما طالت الفترة الفاصلة بين الفيضانات كانت اكبر حجماً واقل تكراراً .

ان تحليل احتمال حدوث الفيضان يعني تحديد حجمه ، وهو من الطرق المعتمدة عند تصميم المشاريع الهندسية ذات العلاقة باستعمال المياه [سدود ، خزانات] جسور ، قنوات اروائية ..] لتحديد حجم الخزان وقدرته على استيعاب المياه ، او ارتفاع الجسور وطاقتها على مرور الماء خلالها .

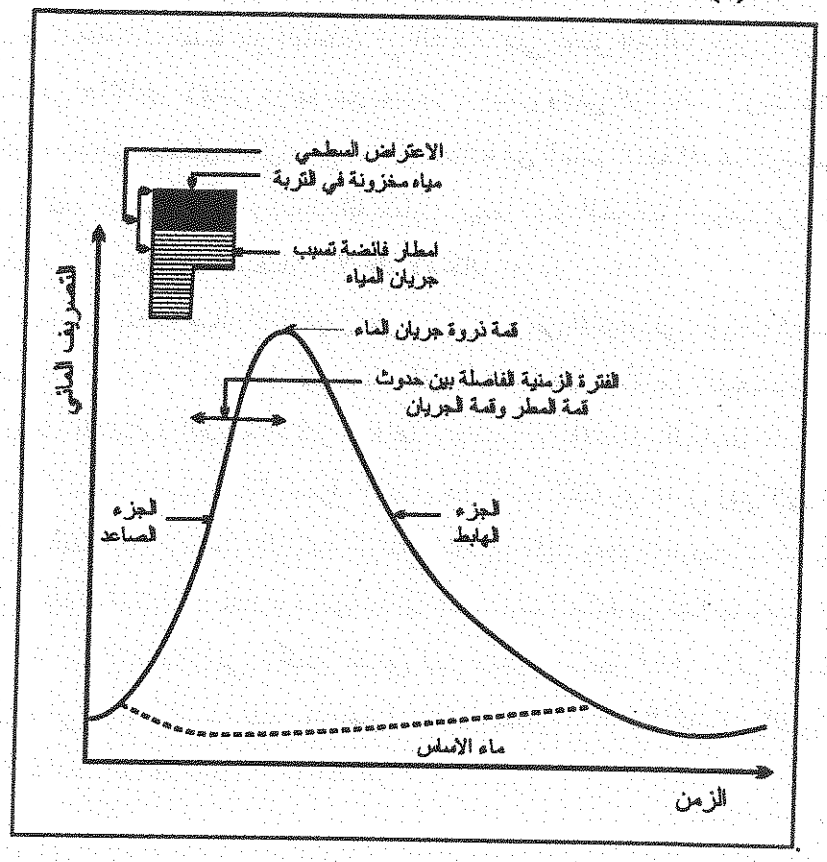
ثانياً : العوامل المسببة للفيضانات

تتداخل عوامل طبيعية وبشرية في حدوث الفيضانات ، ويوضح [المخطط ٤] تصنيفاً للعوامل المتحكمة في حدوث الفيضان وحجمه ، والتي يمكن تلخيصها :-

١- عناصر الطقس والمناخ : كمية الامطار الهاطلة ، شدتها ، الفترة التي استغرقتها ، درجة الحرارة ، التبخر-النتح

٢- السمات الجيومورفولوجية لحوض النهر والقناة النهرية [مساحة الحوض ، شكله انحداره ، كثافة الصرف النهري

شكل (٨): اجزاء المنحنى البياني للتصريف المائي للنهر خلال فترة الفيضان .



، شكل شبكة الصرف النهري ، ابعاده القناة النهرية ، درجة تضرسها ، مواد سطح الارض .

٣- نمط استعمال الارض ، الغطاء النباتي .

وعلى الرغم من محاولات قسماً من الباحثين في التأكيد على بعض العوامل دون الاخرى ، الا ان العوامل المشار اليها متداخلة في علاقاتها لايمكن عزلها عن بعضها ، ولكن وعلى كل حال ، توجد علاقة وثيقة بين شدة المطر وطول فترة سقوطه بحجم الفيضان وتكرره في مناطق نختلفة من العالم لانها المصدر الرئيسي للمياه السطحية الجارية التي تسبب ارتفاع مناسيب المياه وحدوث الفيضان . بينما تؤثر السمات الجيومورفولوجية لحوض النهر او القناة النهرية في تخفيف او زيادة شدة الفيضان ، لاحظ الاشكال [٩ ، ١٠ ، ١١] .

لقد وجد من دراسات لمنطقة جبال الابلاشبان عن تعرض احواض الانهار في الجهات الجنوبية الشرقية حيث مقدار الامطار الساقطة [١٠٠٠ - ١١٠٠ ملم/سنة] لفيضانات اخف وطأة من الفيضانات التي تتعرض لها احواض الانهار للجهات الشمالية الغربية الاكثر ارتفاعاً وتضرساً ، والامطار الساقطة اشد غزارة واكثر كمية [١٣٠٠ - ١٤٠٠ ملم/سنة] ، حيث شبكة الصرف النهري من النمط الشجري مما ي ؤدي الى تجميع المياه سريعاً من المراتب الصغيرة الى القنوات الفرعية ثم الرئيسة وارتفاع مناسيب المياه وحدوث فيضانات شديدة كبيرة الحجم .

ومن جهة اخرى تحدث فيضانات شديدة محلية بتأثير العواصف المحلية في نشأتها وامتدادها المسيطرة على مساحات محدودة . لقد حدث فيضان في انكلترا لحوض لنهر صغير مساحة [١٥ر١٠كم٢] سقطت عليه امطار بمقدار [٣٠ ملم] ادت الى رفع مناسيب المياه والتصريف المائي بمقدار [٦٥٠م٣/ثانية] والذي يعادل في حجمه اعلى تصريف مائي لنهر اخر مساحة حوضه [٤٣٢٠ كم٢] .

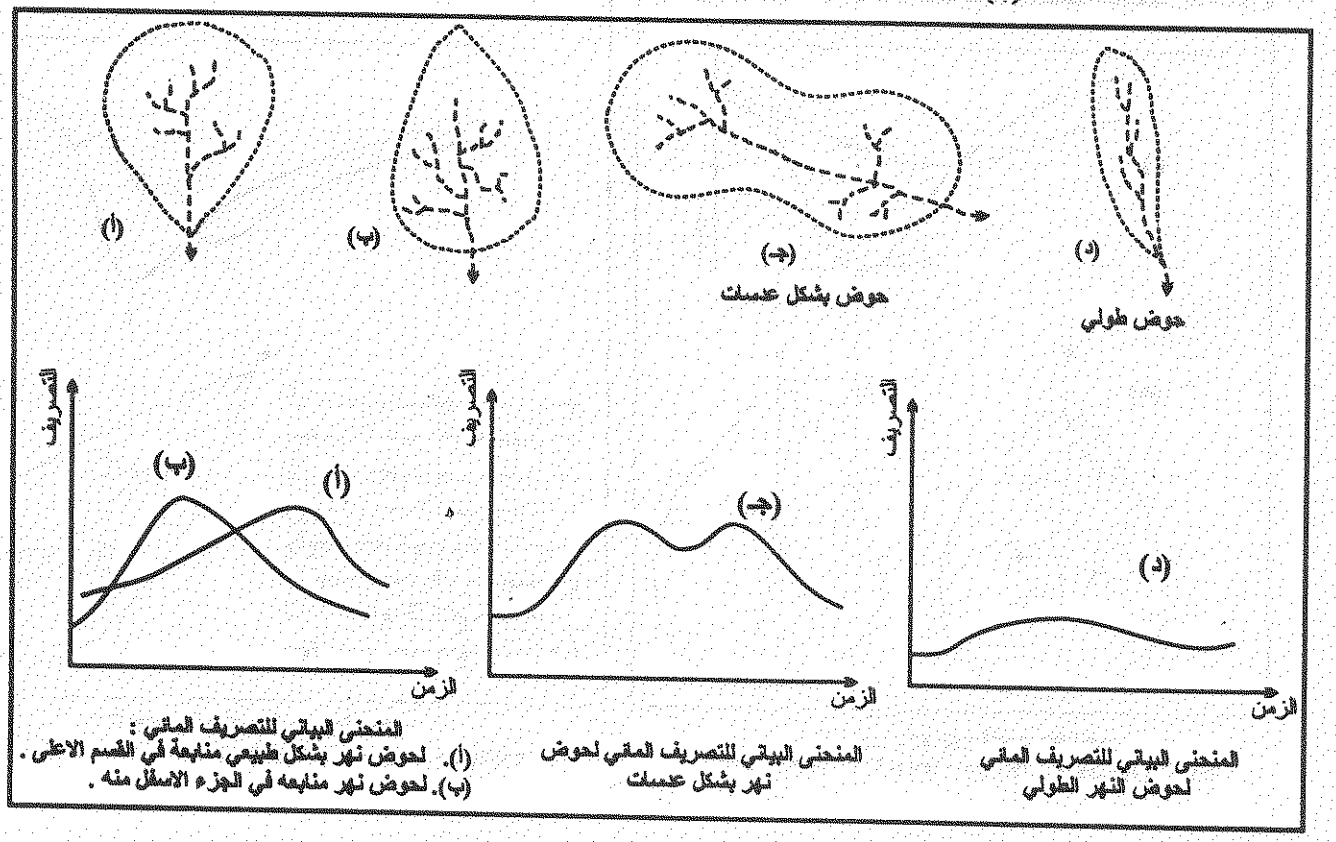
ثالثاً : الانسان والفيضانات

لقد ساهم الانسان في تكرار الفيضانات وارتفاع احجامها ، ولقد اصبحت المستوطنات في مناطق السهول الفيضية معرضة باستمرار لخطر الفيضانات نظراً للاستغلال الكثيف لهذه الاراضي ، حيث تناقص حجم مخازن ومستودعات المياه لاحواض الانهار [مخطط -٤-] . لقد اوضحت الدراسات لكل من [Wolman, 1967 , Carter , 1961 . Leopold , 1968] وغيرهم عن :-

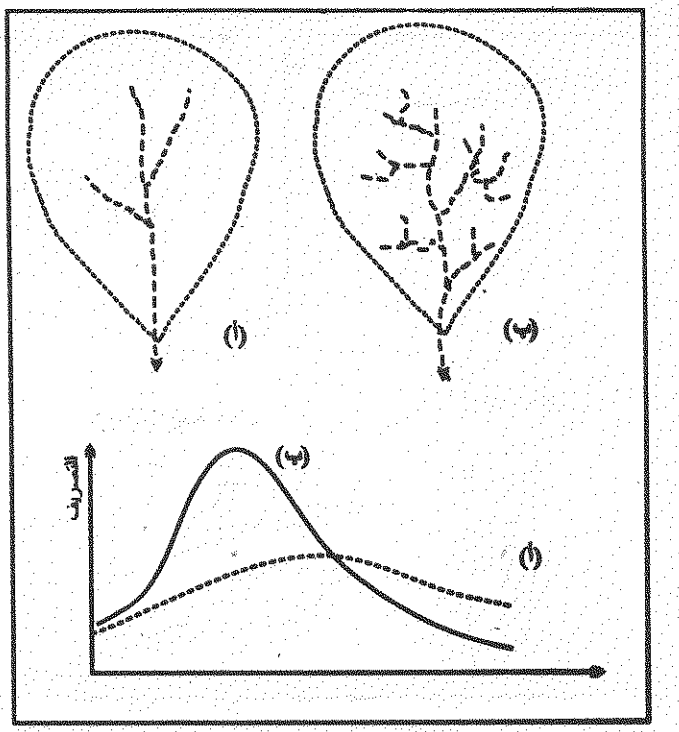
١- وجد علاقة وثيقة بين حجم الفيضان وتكرره ونسبة الاراضي المبلطة الغير النفاذة ، طول المجاري المائية لتصريف مياه الامطار داخل المدن . لقد ازداد عدد الفيضانات اربع مرات لاحواض الانهار التي اصبحت ٥٠٪ من ارضيها مبلطة غير نفاذة ، ونفذت فيها مجاري مياه لتصريف الامطار .

٢- تعمد الانهار المتأثرة بالفيضانات باستمرار ، الى تنظيم ابعاد قنواتها تستوعب المياه الفائضة ، وان قنوات الانهار الممتدة في مناطق مدنية تكون اكثر اتساعاً من قنوات الانهار الجارية في مناطق ريفية .

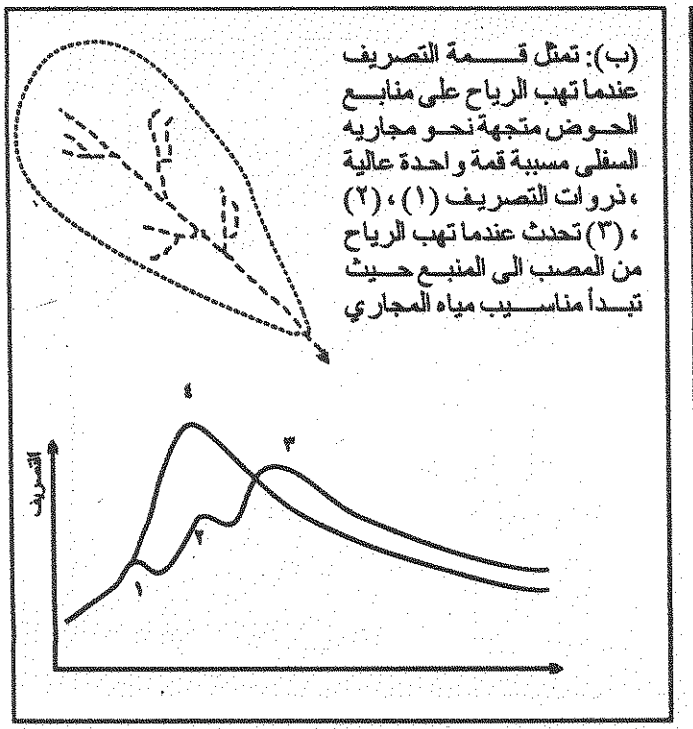
شكل (٩): العلاقة بين شكل الحوض النهري والمنحنى البياني للتصريف المائي .



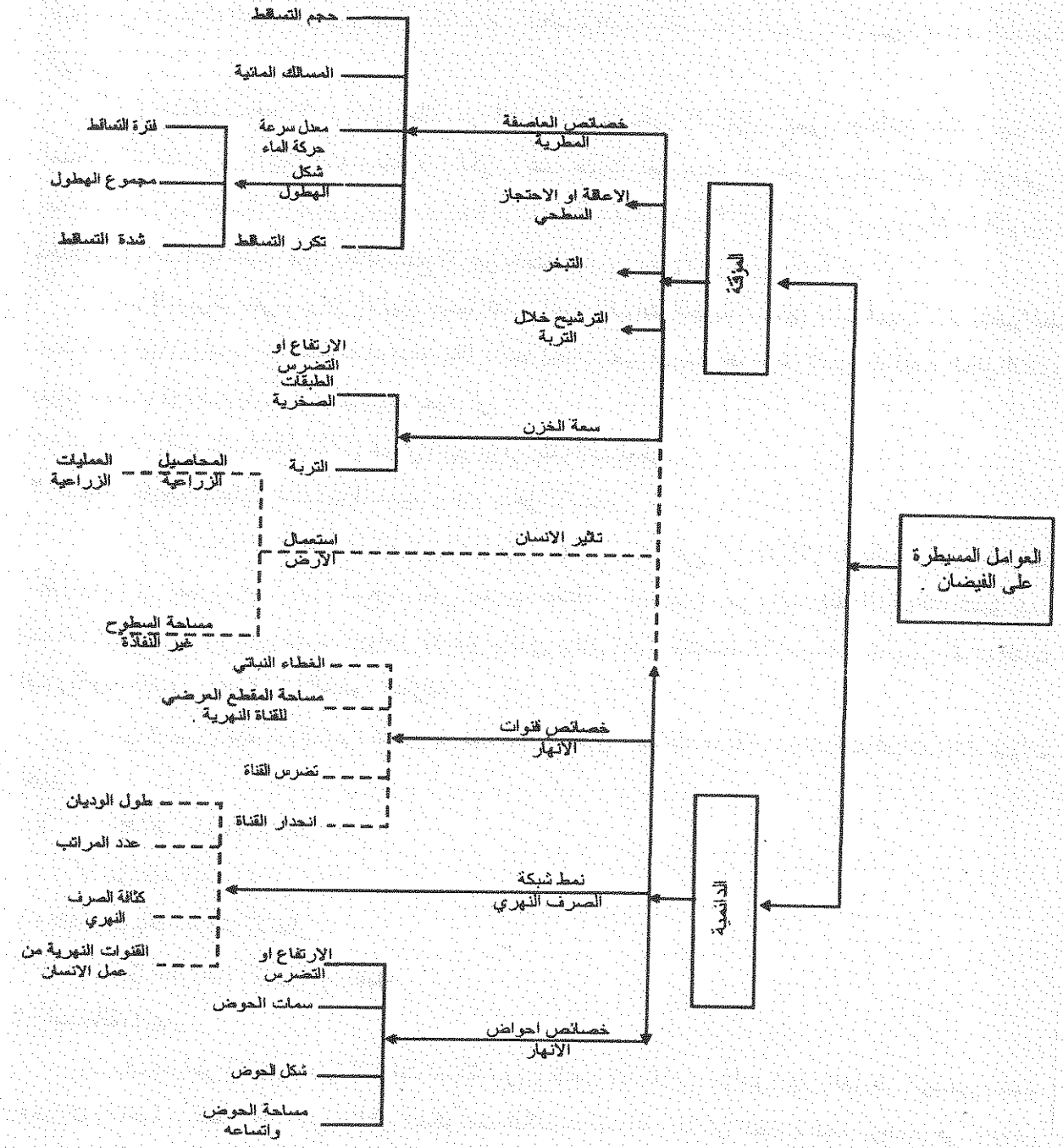
شكل(١٠) العلاقة بين كثافة التصريف النهري والمنحنى البياني للتصريف المائي خلال فترة الفيضان .



شكل(١١): العلاقة بين اتجاه الرياح المسببة لسقوط الامطار وذروة التصريف المائي خلال فترة الفيضان .



مخطط (٤) : تصنيف العوامل المسيطرة على الفيضانات .



المصدر : < John E. Costa and Victor R. Baker, Surficial Geology P. 354

٢ : ٢ : ٤ التوازن الديناميكي وتغير الانهار

تتحدد صفات اشكال سطح الارض ومنها احواض الانهار من العلاقة بين عناصر الشكل والعملية الجيومورفولوجية من جهة ، ومن جهة اخرى ، العلاقة المتداخلة للعناصر المكونة لنظام سطح الارض [البناء الجيولوجي ، صفات الصخور وانواعها ، المناخ ، الطبوغرافية ، الغطاء النباتي ، التربة ، ونمط استعمال الارض] .

تكون اشكال سطح الارض في حالة من التوازن الديناميكي [استقرار نسبي] مادامت مقدار مساهمة العناصر السابقة في تكونها ثابتة مستقرة ، لكن ، عند حدوث تغير بعض او جميع عناصر الشكل الارضي ، يصاحبه تغير في العمليات الجيومورفولوجية زيادة او نقصاناً عند تغير معدلات التجوية والتعرية واعادة الترسيب لمخلفاتهما ينجم عنها تغيير في اشكال سطح الارض واختلافها من مكان لاخر ومن وقت لاخر .

وتبدو التغيرات على احواض الانهار حينما تتغير ابعاد القنوات النهرية [عمقها ، اتساعها] ، او يتغير نمط امتداد مجاريها [ملتوية ام مستقيمة ام ضفائرية] ، كما يحدث تغير في مساحة حوض النهر وشكله او شكل النظام قنواته وعددها او اطوالها . وهذه التغيرات تعود الى :-

١- اسباب ذاتية تتعلق بالنظام المائي لحوض النهر او في بناء الجيولوجي .

٢- اسباب خارجية تتعلق بالتقلبات المناخية او عند تدخل الانسان .

ويمكن تتبع التغيرات الطارئة على احواض الانهار عند الرجوع الى الادلة التاريخية وتحليل الخرائط الطبوغرافية او الصور الجوية ومن المسح الميداني لفترات مختلفة . ان الهدف من دراسة تلك التغيرات للتنبؤ بدور النشاط البشري وتأثيره في تغيير احواض الانهار والذي يرافق تغير استعمال الارض عند تأسيس المستوطنات البشرية وبناء المدن او بعد انشاء السدود والخزانات .

ويمكن التمييز بين نوعين من التغيرات تغيرات تستغرق فترات طويلة ، وتغيرات تحدث خلال فترات قصيرة .

اولاً : تغيرات طويلة الامد :-

تتمثل هذه التغيرات في :-

١- تقلص مساحة احواض الانهار .

٢- عدم تطابق نمط القناة النهرية مع واديها .

٣- استحالة الانهار .

وتتصف احواض الانهار بكثرة القنوات الجافة ، وهي ظاهرة شائعة في احواض انهار العروض الوسطى بسبب التغيرات المناخية ، كما تتكون في مناطق التكوينات الكلسية النفاذة ، الا ان الظاهرة تبدو بوضوح في احواض الانهار ذات التكوينات الصخرية الغير النفاذة او في الجهات التي كانت رطبة سابقاً ، حيث يتكرر عدد الانهار الجافة في المنابع العليا تكونت بتأثير المناخ القديم الذي كان اكثر رطوبة عن المناخ الحالي .

ويبدو عدم تطابق نمط القناة النهرية مع واديها عندما تجري المياه في قنوات مستقيمة نسبياً او ملتوية داخل وادي اشد التواء منها حيث مدى التواء القناة النهرية اقل اتساعاً من مدى التواء الوادي الذي تجري خلاله ، ويبدو عدم تطابق القناة النهرية مع واديها الذي كانت تشغله قناة واسعة قديمة ثم تقليص النهر لاحقاً الى مجرى صغير يشغل وادياً واسعاً .

تعني ظاهرة [استحالة الانهار] تغير شكلها وصفاتها لتغير ظروف البيئة وتتمثل بوضوح فيما كان يسمى سابقاً [الاسر النهري] (Gregory , 1977) .

ان ظاهرة استحالة الانهار شائعة في المنابع العليا عندما يتطور المجرى المائي سريعاً ليقطع مجرى اخر ، ويغير نمط شبكة الصرف النهري ومساحة احواض الانهار ، يرافقه تغير في الموارد المائية لكلا الحوضين وما يترتب عليه من تبدل في عمليات التعرية والترسيب وتؤدي الى عدم التطابق بين المجاري والقنوات المائية واشكال سطح الارض التي تجري خلالها لكل من الانهار الاصلية [الأسرة] والانهار التالية [المأسورة] ، ويتمثل عدم التطابق في وجود الخوانق المائية او الالتواء الحاد لمجرى النهر المأسور ، نقاط التجديد على امتداد مجرى النهر الاسر [التالي] ، بينما تتكون الخوانق الهوائية لصغر مجرى للنهر بالنسبة لواديه والذي تغطيه ترسبات حصوية ، كما توجد القنوات الجافة في حوض النهر المأسور .

ويمكن تفسير التغيرات السابقة بسبب التقلبات المناخية . ان المناخات القديمة كانت اغزر مطراً واوفر رطوبة مما عليه حالياً ، صاحبها تغير في الغطاء النباتي ونوعه ، وعدم توفر الحماية الكافية للارض والتربة ، زاد من قدرة الامطار للتعرية . ان تغير المناخ صاحبه تغير معدلات التربة والارساب داخل القناة النهرية والتي تكون انماطها وابعادها الداخلية على علاقة وثيقة بحجم التصريف المائي ، ونوع الترسبات المنقولة وحجمها .

كما تبدو استحالة الانهار عند تغير القناة النهرية المصاحب لتغير التصريف المائي او تغير الترسبا المنقولة ، حيث تتسع او تتقلص ابعاد القناة ، ويتغير طول موجة الالتواء ومداها مع ازدياد حجم التصريف المائي ، او انخفاضه يرافقه تغير في الترسبات المنقولة . ان زيادة التصريف المائي وازدياد كمية الترسبات المنقولة يؤدي الى زيادة عمق القنة واتساعها وزيادة طول موجة الالتواء ، بينما تؤدي ظروف المناخ الجاف الى نقص حجم التصريف المائي وقلة الغطاء النباتي يصاحبه زيادة في الترسبات المنقولة واتساع القناة النهرية وقلة عمقها لتصبح ضحلة ونقص بأنشاء النهر وتصبح موجة الالتواء كبيرة .

ثانياً : تغييرات لفترات قصيرة

وتتمثل التغيرات للفترات القصيرة عند تغير نمط القناة النهرية وشكلها او موضعها لتبدل العمليات الجيومورفولوجية النهرية عند :

١- تغير التصريف المائي فتشتد التعرية عند الضفة الخارجية [المقعرة] للالتواء يزداد الارساب على الضفة الداخلية [المحدبة] عند رؤوس الحواجز [استطاليات المجرى Point bars] .

٢- حدوث قطع طبيعي او اصطناعي لالتواء نهري عند رقبة الالتواء ليصبح مجراه مستقيماً .

٣- انهيار الجسور الطبيعية القديمة لضفاف الانهار ، وبناء النهر لجسور طبيعية جديدة ، او تغير موضع القناة النهرية وحدوث زحزحة جانبية لامتدادها عبر السهل الفيضي .

ان حدوث زحزحة جانبية لموضع القناة النهرية ، عملية تدريجية غالباً ، وتتم من خلال عمليات الهدم والترسيب المتتابعة ، وهي ليست فجائية ، ولكنها على علاقة بتغيير التصريف المائي وزيادته في مواسم الفيضان او عند تدخل الانسان وتغييره نمط استعمال الارض او حدوث قطع للالتواء النهري .

ويوضح شكل [١٢] اربعة مراحل لتغير مواضع التواءات نهرية لقناة نهر دجلة للمنطقة المحصورة بين بغداد - المدائن - والصويرة ، اعقبت قطع التواء المدائن بطول [١١سم] ، الذي تم بناء على اقتراح من قبل وليم ويلكوكس في العقد الثني من القرن العشرين لتطوير الملاحة في نهر دجلة ، ولكنه ساهم في تطوير الالتواءات النهرية عند مواضع اخرى اسفل موضع القطع وخاصة التواء الحضرية والصويرة ، حيث اصبحت رقبة الالتواء الاخير نحيفة جداً ومعرضة للقطع في المستقبل وتمهد السبيل الى تغيرات لاحقة في مجرى نهر دجلة الى الجنوب منها .

٢ : ٢ : ٥ النشاط البشري واحواض الانهار

لقد طرأت على احواض الانهار خلال [٣٠٠٠ سنة الاخيرة] تغييرات كثيرة ناتجة عن النشاط البشري ، واصبح من النادر وجود انهار بشكلها الطبيعي . لقد وضع الانسان بصماته على البيئة الطبيعية لاحواض الانهار وتغيرت اشكالها والعمليات الجيومورفولوجية التي تتم ضمنها [مخطط ٥] .

ان استخدام الانسان لاحواض الانهار يبدو في اربع مجالات :

١- تغير استخدام الارض في الريف وتوسع النشاط الزراعي والرعوي .

٢- بناء المدن وانشاء المستوطنات البشرية .

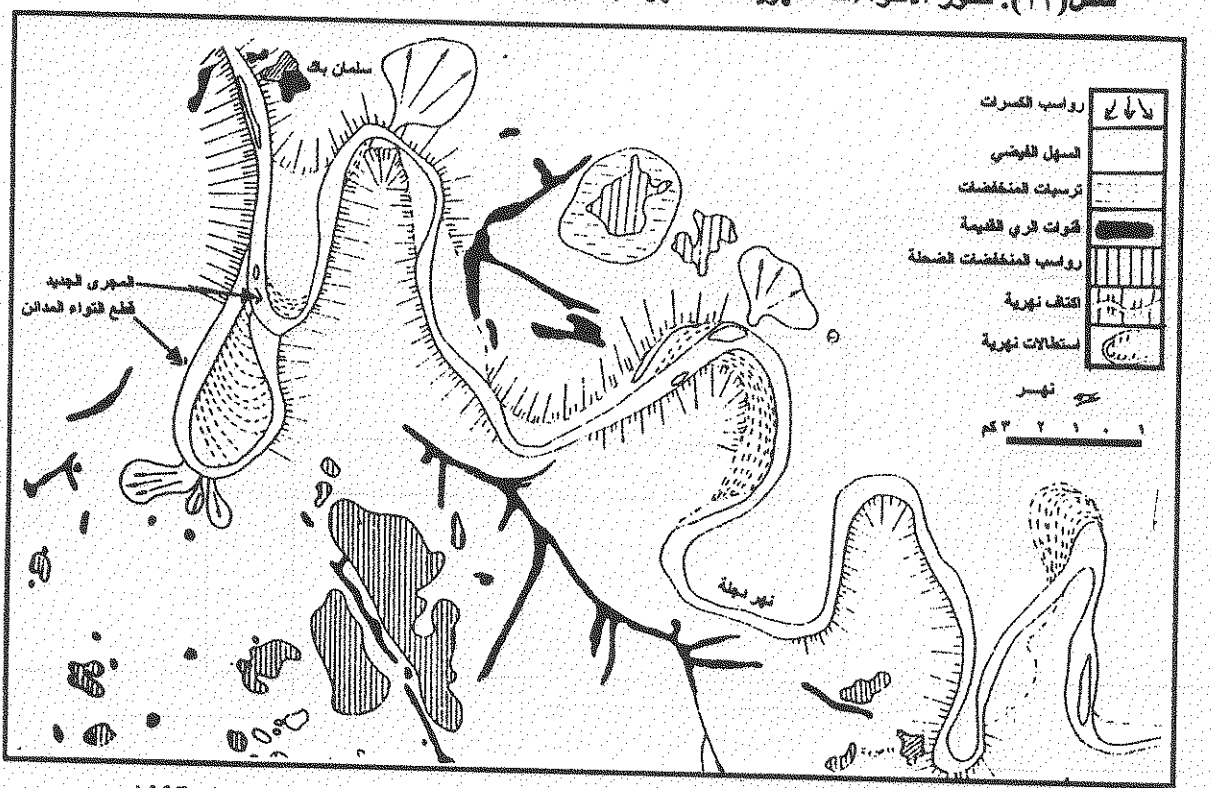
٣- تحويل المجاري المائية .

٤- انشاء السدود والخزانات .

١- ان توسع النشاط الزراعي يصاحبه قطع للغابات وهدم للغطاء النباتي الطبيعي الذي يوفر حماية التربة ، ان نشاط الحراثة والرعي المفرط يزيد من قدرة المياه على التعرية ، فتنشط التعرية الاخدودية فوق سفوح المرتفعات ، وتعرية القطعة فوق الاراضي المستوية ، ويزداد حجم الترسبات المنقولة بواسطة المياه الجارية ، وتكرر حدوث الفيضانات .

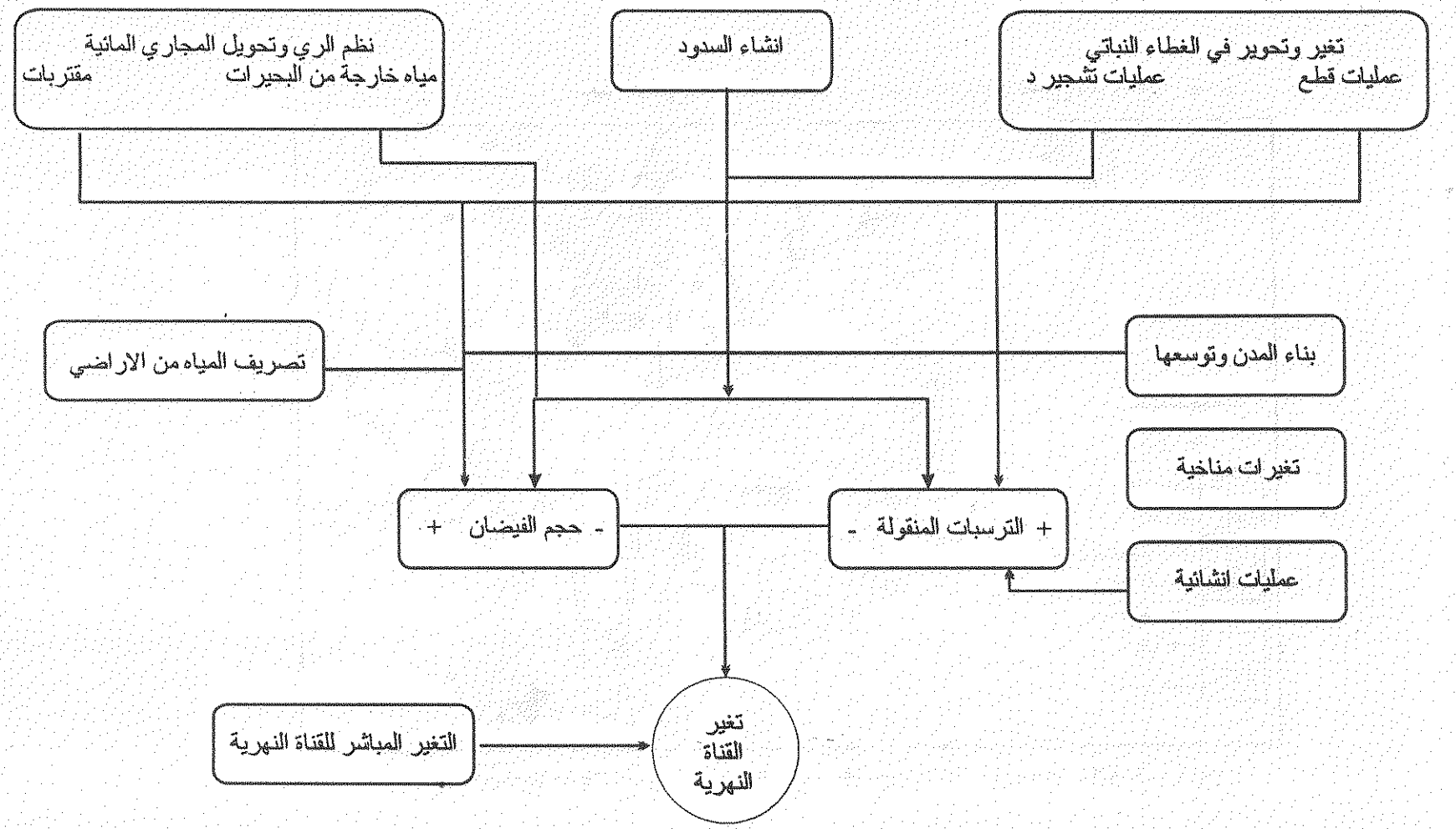
٢- يرافق توسع النشاط الزراعي زيادة طول المبازل ونشاط مشاريع تصريف المياه من التربة ، ومن ثم زيادة طول وعدد قنوات شبكة الصرف النهري وكثافتها وبالتالي ارتفاع معدل كمية المياه الجارية وحدوث الفيضانات . جدول [٦]

شكل(١٢): تطور الالتواءات النهرية لقناة نهر دجلة بين المدائن - الصويرة بعد قطع التواء المدائن .



المصدر : الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، خرائط جيولوجية لمنطقة المدائن . مقياس ١/ ١٠٠٠٠٠ ، ١٩٩٣

مخطط (٥): دور الانسان في تغيير العمليات الجيومورفولوجية المائية وشكل القناة النهرية .



المصدر :

جدول [٦] العلاقة بين نمط استعمال الارض وحجم الترسبات المنقولة

نمط استعمال الارض	حجم الترسبات المنقولة ، كغم/هكتار/سنة
اراضي مزروعة	٥٠٠
مراعي	٣٦
حقول متروكة	٣ر٠
اراضي غير صالحة للزراعة	٢ر٠
اراضي مغطاة بغابات صنوبرية	٠٥ر٠

المصدر :

Alan H. Strahler, Arthur U. Strahler, Geography and Man's Enuiroments, John Wiley and Son's, U.S.A. 1977 . P. 217 .

ويتضح من الجدول السابق ، ان حجم التربة المنقولة من الترب الزراعية يفوق [١٤ مرة] تقريباً حجم التربة المنقولة او المفقودة من اراضي المراعي ، وهذه تفقد من تربتها [١٢٠ مرة] التربة المفقودة من الحقول المتروكة ، لان عمليات الحراثة وتمهيد الارض للزراعة يؤدي الى تفتيت التربة وسهولة جرفها بالمياه الجارية او نقلها بواسطة الرياح ، كما ان الحيوانات تساهم في هدم الغطاء النباتي والذي يوفر الحماية للتربة مما يسهل من تحطيمها ونقلها او جرفها بعوامل التعرية ، على عكس الترب المغطاة بالغابات ، لان الاشجار توفر غطاء يحمي التربة من اثار الامطار ، حيث لايزيد حجم التربة المفقودة عن [٥٠ غم /هكتار في السنة] .

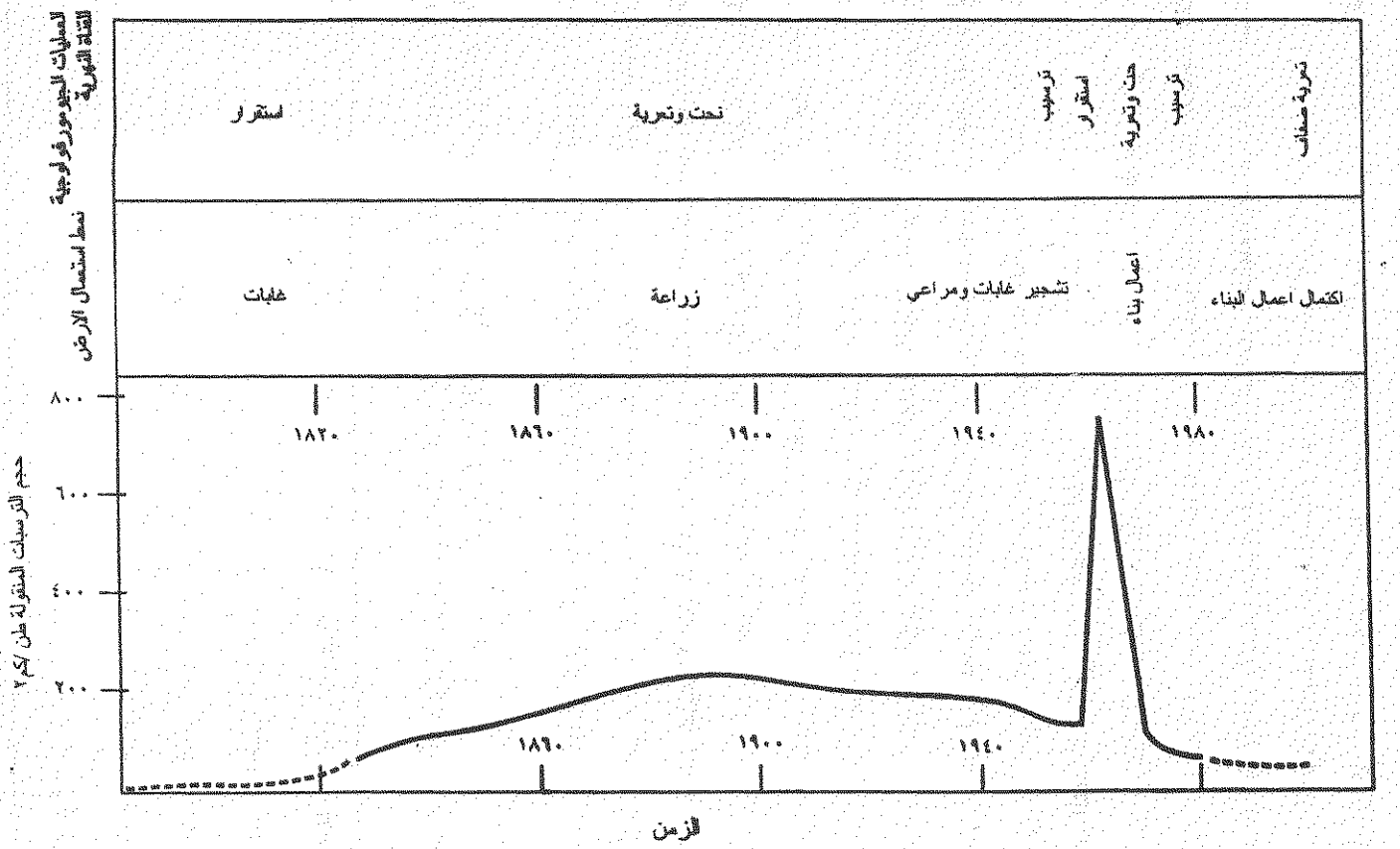
وعلى كل حال ، ان شدة التعرية في المجاري العليا للانهار يرافقها زيادة في حمولة النهر من المواد المعلقة والتي يعاد ترسيبها في المجاري السفلى للقنوات النهرية وتسبب تغيير في حجم القناة النهرية ونمطها ، وتقل كفاءتها على نقل المياه وتزداد احتمالات حدوث الفيضانات وتكررها ، كما تزداد احتمالات حدوث الجفاف وتقلص حجم التصريف المائي عند انقطاع المطر .

٣- ان بناء المدن وانشاء المستوطنات ، تطور الصناعة ، يرافقه ازالة للغطاء النباتي وهدم للتربة وتحسين نظم تصريف المياه ، وزيادة في حجم المياه الجارية وحجم الترسبات المنقولة ، كما يصاحبه تقلص مساحة الاراضي الريفية ذات التربة النفاذة واتساع مساحة الارصفة والساحات المبلطة الكتيمة ، لذا ، تستجيب الانهار للامطار سريعاً وتقصر الفترة الفاصلة بين ذروة الامطار وذروة التصريف المائي ، حدوث الفيضان .

ويوضح الشكل [١٣] العلاقة بين نمط استعمال الارض والعمليات الجيومورفولوجية المائية وحجم الترسبات المنقولة لانهار الولايات المتحدة للفترة ١٨٢٠-١٩٨٠ .

ففي مطلع القرن التاسع عشر ، عندما كانت الاراضي تغطيها مساحات واسعة من الغابات الغير المستغلة ،

شكل(١٣): العلاقة بين نمط استعمال الارض والعمليات الجيومورفولوجية - المانية وحجم الترسبات المنقولة لانهار الولايات المتحدة للفترة ١٨٢٠ - ١٩٨٠ .



كانت كمية الترسبات المنقولة محدودة لاتزيد عن [١٠٠ طن/كم٢] ، كانت قنوات الانهار تتصف بحالة النبات والاستقرار . ومع ازدياد اعداد المهاجرين وتوسع عمليات الاستيطان لاراضي الغرب الاوسط ، رافقه توسع عمليات قطع الغابات والنشاط الزراعي ، صاحبها زيادة حجم الترسبات المنقولة لتصبح في منتصف القرن التاسع عشر الى [٣٠٠ طم/كم٢] ، واستمرت الحالة السابقة طيلة القرن التاسع عشر وحتى مطلع القرن العشرين .

وخلال العقدين الثالث والرابع من القرن الماضي توسعت عمليات الرعي رافقها اعادة تشجير الغابات وزراعة حشائش العلف ادى الى نقص حجم الرواسب المنقولة الى حدود [١٠٠ طن/كم٢] واستقرار للرواسب الخشنة في قيعان الانهار ، واقتصر تأثير الامطار والمياه الجارية على جرف ونقل المواد الناعمة بسبب الحماية التي وفرها الغطاء النباتي للتربة وانخفاض سرعة المياه السطحية ، بالاضافة الى تنظيم عمليات الزراعة وحسن ادارة الاراضي باتباع الحراثة بموازاة خطوط الكفاف بدلاً من الحراثة مع انحدار سطح الارض وانشآء السدود والخزانات .

وفي اعقاب الحرب العالمية الثانية ، منذ منتصف القرن العشرين ، شهدت الولايات المتحدة توسعاً عمرانياً ، تضخم حجم المدن وازداد عددها رافقه نشاط عمليات النحت والتعرية ، وزيادة حادة في كمية الترسبات المنقولة الى مايزيد عن [٨٠٠ طن/كم٢] لان اعمال البناء ، يرافقها اعمال صفر الاسس للمنشآت المدنية ، وتفتيت للتربة ،

وزيادة في طول مجاري تصريف مياه الامطار ، ساهمت في ازدياد حجم المياه الجارية وكمية الترسبات المنقولة ، سرعان ماتناقصت وهبطت عند تباطؤ اعمال البناء والتوسع المدني في نهاية فترة السبعينات من القرن العشرين ، اعقبها نشاط عمليات نحت الضفاف والتعرية الجانبية للانهار ، بسبب :-

أ- ازدياد تأثير نظام الاعاقة السطحية لمياه الامطار ، ضمن دورة الماء في الطبيعة ، نظراً لاتساع الاراضي المبلطة المرصوفة [شوارع ، ساحات ، منشآت مدنية] ، تناقص مساحة الاراضي ذات التربة المكشوفة ، وتقلصت كمية المياه المتسربة خلال التربة .

ب- زيادة طول شبكة مجاري تصريف الامطار [زيادة طول القنوات النهرية وعددها] ، ساعدت على زيادة كمية المياه وسرعة تصريفها الى الانهار وانخفاض حمولتها من الترسبات المنقولة ، وازدياد طاقة النهر على التعرية الجانبية واتساع القناة النهرية .

لقد كان للنشاط البشري تأثير مباشر او غير مباشر في تحوير اشكال احواض الانهار او القنوات النهرية ، كما ساهم في تغيير العمليات الجيـــومورفولوجية من تعـــرية ونقل وارساب للانهار ، والذي كان متفاوتاً من مكان لاخر ومن وقت لاخر . لاحظ الجدول [٧] .

٤- ان انشاء السدود والخزانات يؤدي الى تعديل النظام المائي للانهار كما يغير من انماط النحت والارساب النهري . مخطط [٥] .

جدول [٧] امثلة عن التغيرات في احواض الانهار الناجمة عن النشاط البشري *

مكان التغير	تغيرات مباشرة	تغييرات غير مباشرة	اشكال التغيرات
شبكة الصرف النهري	شبكة قنـــوات الري		شبـكة الصرف الري
	مشاريع تصريف المياه		شبـكة الصرف الري
	مبـــازل		شبـكة الصرف الري
	مجاري تصريف مياه الامطار		شبـكة الصرف الري
القناة النهرية	تحويل النهر وتنظيم مسالكه		نمط القناة النهرية ، شبكة الصرف النهري
	تصلب الضفاف وتقويتها		نمط القناة النهرية ، شبكة الصرف النهري
الموازنة المائية	سحب المياه او اعادتها الى		نمط القناة النهرية
والترسبات	النهر . تصريف المياه القذرة		
استعمال الارض		زراعة الاراضي	شبكة الصرف ، نمط القناة النهرية وحجمها
		اعمال البـــناء	نمط القناة النهرية وحجمها
		انشاء المدن وتوسعها	شبكة الصرف ، نمط القناة ، حجم القناة
		تشجير الغـــابات	شبكة الصرف ، نمط القناة ، حجم القناة
		انشاء السدود والخزانات	نمط القناة ، حجم القناة
		تصريف ماء التربة	شبكة الصرف النهري
		الحراثـــــة	شبكة الصرف النهري ، نمط القناة
		الاسمدة والمخصبات	مواد مذابة

المصدر :

K. J. Gregory , D.E. Walling, Drainage Basin Firm and Process , Arnold, London, 1976, P. 364 .

أ- العلاقة بين انشاء السدود والنظام المائي للانهار

يهدف انشاء السدود الى السيطرة على المياه الجارية وتنظيم التصريف المائي للمجاري السفلى للانهار خلف السد من خلال حجز المياه وتصريفها لاحقاً ، والذي يؤدي :-

١- السيطرة على الفيضانات ، خفض مناسيب ذروة الفيضان .

٢- خزن المياه ، تقليل التباين الفصلي في كمية المياه الجارية في النهر لتوفير التجهيزات المائية ، أو توليد الطاقة الكهربائية .

ان ادراة الخزانات وتنظيم السيطرة على حجم المياه الجارية يتطلب الموازنة بين هدفين متضادين :- ان توفير التجهيزات المائية يحتاج الى المحافظة على الطاقة الاستيعابية القصوى للخزانات لتوفير اكبر كمية من المياه للانسان وخاصة في فصل الجفاف وتقليل التباين الفصلي .

بينما تتطلب السيطرة على الفيضانات خفض حجم المياه المخزونة الى ادنى مستوى ، ليكون الخزان قادراً على استيعاب اكبر كمية محتملة من المياه خلال ذروة الفيضان ولفترة قصيرة مؤقتة بخفض منسوب المياه الجارية ، ريثما تنصرف موجات المياه العالية .

ويتسم تأثير النشاط البشري على النظام المائي للانهار ، بثلاثة صفات :

أ- يتباين تأثير النشاط البشري من فصل لاخر ، فمثلاً ، يزداد مظاهر التوسع المدني ودور الاعاقة السطحية للسطوح المبلطة غير النفاذة في فصل الصيف دون فصل الشتاء في المناطق المعتدلة الرطبة .

في خلال فصل الصيف تسقط الامطار الرعدية بغزارة وكثافة شديدة ولفترات قصيرة في المناطق المعتدلة الرطبة ، حيث تكون التربة جافة ويبدو واضحاً دور الغطاءات الكثيفة في اعاقة تسرب المياه وحركتها خلال التربة ، وتزداد سرعة المياه الجارية السطحية ودورها في رفع مناسيب المياه وحدوث الفيضانات ، في حين تكون الخزانات والسدود مملوءة بالماء من الشتاء لمجابهة حاجات الانسان لفصل الصيف ، وتكون طاقتها على استيعاب مياه الفيضان محدودة .

اما في فصل الشتاء ، حيث تسقط الامطار بغزارة خلال فترة طويلة يرافقها ذوبان الثلوج احياناً ، تكون التربة مشبعة بالماء ويضعف دور السطوح المبلطة في الاعاقة السطحية او دور التربة في تعديل النظام المائي ، حيث يزداد تأثير الغطاءات الفيضية السطحية في ارتفاع مناسيب المياه ، كما تكون الخزانات مهيأة لاستيعاب الكميات الفائضة من المياه .

ب- يؤدي النشاط البشري الى ازدياد عدد وتكرر الفيضانات المعتدلة الحجم ، ويتناقص تأثيره على التصاريف الكبيرة الحجم . لقد تنبأ احد الباحثين [Martens,1968] ان تطور المدن واتساعها يؤدي الى تكرر الفيضانات المنخفضة المناسيب السنوية وبمقدار ٥٨٪ مع تناقص عدد الفيضانات المحتمل حدوثها كل [٢٠ سنة] بمقدار [١٧٪] .

ان حدوث الفيضانات الكبيرة الحجم الاستثنائية بخضع العوامل ليست لها علاقة بالنشاط البشري ، وتعود

اسبابها الى الامطار الشديدة التي تسقط لفترة طويلة ومن ثم توسع المدن ، وازدياد تأثيرها في سرعة جريان المياه يكون ضئيلاً ، حيث تصبح طاقة مستودعات الماء الطبيعية [على سطح الارض او في التربة والمخازن الجوفية] محدودة وليس لها القدرة على استيعاب الكمية الكبيرة من مياه الامطار .

جـ- ان تأثير النشاط البشري يكون محدوداً ومحصوراً في الموضع او الموقع الذي حدث فيه تغير استعمال الارض او قرب مكان انشاء السد او المناطق التي شملها توسع المدينة من حوض النهر ، ويتناقص تأثيره كلما ابتعدنا عن ذلك الموقع باتجاه المجاري السفلى للنهر .

ان انشاء لسدود والخزانات ي ؤدي الى حصر الترسبات المنقولة امام السد ، كما يقل حجم المياه الجارية خلف السد ، ولكن لمسافة محدودة ، واحياناً وليس في جميع الحالات ، حيث يستمر تصريف المياه للمجاري السفلى للانهار الواقعة خلف السد بمناسيب عالية ، كما هو الحال في المناطق المعتدلة الرطبة .

لقد انشأ سد Lady Power عام ١٩٦٠ على نهر Derwent ، ديربي شاير / انكلترا ، ساهم في خفض منسوب الفيضان لمرتين وبمقدار ١ر٩٤م٣ /ثانية للجهات المجاورة خلف السد ولمساحة حوض صرف [١٤٧كم٢] ، ولكن ، وعلى مساحة [٣٠ كم] اسفل السد ، حيث تبلغ مساحة الجزء المتبقي من الحوض [٧٠٠ كم٢] كان انخفاض تصريف المياه بمقدار [٥ر٥٧م٣ / ثانية] .

وعلى كل حال ، ان دور السد في السيطرة على مياه النهر يتأثر بدوره بشكل حوض النهر ونظام شبكة الصرف النهري الى الاعلى والى الاسفل من موضع بناء السد وقدرتها على استلام مياه الامطار وايصالها الى النهر .

ب- العلاقة بين السدود والعمليات الجيومورفولوجية

يؤدي انشاء السدود الى تغيير انماط النحت والارساب التي تقوم بها المياه الجارية ان اهم الاثار الجيومورفولوجية التي تنشأ عن بناء السدود [كليو ١٩٨٥]

١- الارساب امام السد .

٢- التعرية خلف السد .

٣- تآكل السواحل .

٤- الهزات الزلزالية .

الارساب امام السد :-

تنقل الانهار كميات كبيرة من الرواسب وتلقيها في المحيطات ويقدر حجم الرواسب النقولة مابين ١٥٠٠٠-٢٠٠٠٠ مليون طن سنوياً . ويؤدي حصر المياه بعد انشاء السد الى تقليص حجم المياه الجارية خلف السد وخفض سرعتها وطاقتها على نقل الترسبات والتي تتجمع امام السد ، وتترتب الحبيبات الخشنة اولاً ثم الحبيبات الناعمة ، وتتحدد كمية الرواسب وحجمها :-

١- انحدار مجرى النهر .
٢- حجم الحبيبات .
٣- حجم السد وشكله .

وتقل كمية الرواسب اذا كان المجرى المائي منحدراً ، وكان النهر ينقل ذران ناعمة بينما يزداد الارساب اذا كان النهر قليل الانحدار ينقل ترسبات خشنة ، وتزداد الطاقة الترسيبية للانهار اذا كانت السدود غير مزودة بفتحات تصريف المياه ، حيث تترسب ٩٩٪ من مجموع الحمولة المنقولة ، في حين تصل نسبة الترسبات ١٠٪ في السدود المزودة بفتحات .

ويبدأ الارساب من مسافة مئات الامتار عن جسم السد ويستمر لعشرات الكيلو مترات ، حيث يصل سمك الرواسب بضعة امتار . لقد بلغ سمك الرواسب لاحد الانهار بعد اكتمال بناءه بفترة ٣٠ سنة الى ٣م عن جسم السد ، وسمك ٢ر١م عند مسافة ١٦٠كم عند جسم السد .

وتزداد قدرة المياه الجارية خلف السد على النحت والتعرية لقاع المجرى وضفافه نظراً لالقاء حمولته من الرواسب امام السد فتتحرر طاقته وتزداد قدرته على النحت والتعرية لقاعه وضفافه لاعادة حالة التوازن الديناميكي بين عمليتي التعرية والارساب .

وتتحكم في قدرة الانهار على التعرية خلف السد :-

أ- حجم المياه المتدفقة الى النهر من الخزان وسرعتها .

ب- خصائص البناء الصخري لقاع المجرى وضفافه .

وتبدأ المياه الجارية بجرف المفتتات الصخرية من قاع المجرى ، وحينما تبدو الصخور الصلبة على سطح قاع المجرى والتي لاتستطيع المياه الجارية من تحتها ، حينئذ تبدأ الانهار بالالتواء ، وتمارس تعرية جانبية لضفاف المجرى ونحرها ، ليتسع مجرى النهر .

جـ- ان عمليات التعرية تتم بمعدلات متباينة على امتداد مجرى النهر ، وتكون على اشدها خلف السدود مباشرة ولمسافة قصيرة وتستمر لمسافة عن السد ولكن بمعدلات قليلة .

د- يختلف مقدار تخفيض قاع مجرى النهر من نهر الى اخر ، لقد بلغ عمق قاع مجرى احد الانهار ٨٠سم ، بينما كان معدل النحت لقاع مجرى اخر لايزيد عن ١٠سم .

وتبدو مشكلة تآكل السواحل عند الشواطىء التي تتجمع فيها كميات كبيرة من الرواسب جلبتها الانهار وساهمت في بناء دلتاوات وبمساعدة التيارات والامواج البحرية . الا ان بناء السدود وتعديل النظام المائي ، وتغير عمليات النحت والارساب خلف السد وامامه يؤدي الى قلة الرواسب المنقولة الى مصبات الانهار ، تنشط التعرية الشاطئية بتأثير الامواج البحرية وتتقدم البحار على حساب اليابس ، كما حدث لدلتا انهار الولايات المتحدة التي تصب في خليج المكسيك .

بالاضافة الى ماسبق ، فأن الخزانات المائية الكبيرة امام السدود وبما تحتويه من مياه هائلة الحجم تمثل ثقلاً اصطناعياً اضافياً على سطح الارض تؤدي الى حدوث هزات ارضية خفيفة بسبب ضغط الماء وهبوط القشرة الارضية عند موضع الخزان .

المبحث الثالث

٢ : ٣ منحدرات سطح الارض

المنحدر : تغير عمودي لسطح الارض عن المستوى الافقي عند ارتفاع وانخفاض سطح الارض ، لذلك تعتبر المنحدرات من اشكال سطح الارض الشائعة ، ولاينحصر تواجدها على واجهة الاراضي المضرسة والمرتفعات ، بل تشمل الاراضي السهلية ، مثل السهول العظمى المتموجة والتي تضم قيعان الوديان ، السفوح المعتدلة الانحدار بأستثناء السهول الفيضية الارسابية التي لاتزيد مساحتها عن ١٠٪من اشكال سطح الارض .

وتتكون السفوح من عنصرين الانحدار مقدار ميل سطح الارض عن المستوى الافقي ، اتجاه الانحدار نحو مكان ما ، ويقاس الانحدار بالدرجات ، ان درجة الانحدار تحدد سرعة حركة المواد ونقلها على سطح السفوح ، بينما يحدد اتجاه الانحدار الجهة التي تتحرك المواد نحوها . ان الامطار الهاطلة على سطح الارض تسيل على امتداد اشد الاراضي انحداراً او خلال التربة ، كما ان الترسبات المنقولة تتحرك فوق اشد الاماكن انحداراً لتترسب ثانية في مواضع جديدة ، ان السفوح تحدد اتجاه تأثير الجاذبية الارضية فوق اجزاء المنحدر ، ويصبح تأثير الجاذبية الارضية جانبياً بدلاً من الاتجاه العمودي الاصلي .

وتعتبر المنحدرات اماكن نشاط عمليات التجوية والتعرية والنقل والارساب . ان التجوية تسبب تفتت مواد سطح الارض ، بينما تسبب عملية النقل فصل المواد المفتتة عن اصولها ونقلها لمسافة معينة ، لتتجمع ثانية بعملية الارساب في مواضع جديدة بمساعدة الجاذبية الارضية ، لذلك تتضامن تلك العمليات مجتمعة لتحدد شكل المنحدرات . كما توجد منحدرات نشأت بتأثير التعرية ، مثل المنحدرات التي تشرف على وديان الانهار والحافات الانكسارية والحروف ، بينما توجد منحدرات نشأت عن عمليات الارساب مثل الكثبان الرملية واشكال الارساب الجليدي [الاسكرز ، الكام ، الدرملن] .

وعلى الرغم من دور العمليات التكتونية في تكوين المنحدرات الارضية ، الا ان معظمها قد تشكل بتأثير العمليات السطحية بشكل مباشر او غير مباشر [المياه الجارية ، الرياح ، الجليد ، الامواج البحرية ، التجوية] . وخاصة سفوح وديان الانهار .

وينحصر عمل القناة النهرية في شريط ضيق من الارض ، وتقوم المياه غالباً بنقل المواد المتخلفة عن سفوح وديان الانهار المطلة على القناة النهرية . ان تطور واتساع الوديان النهرية يرتبط بالعمليات النحاتية النشطة على منحدراتها ، وان وظيفة القناة النهرية ، نقل مخلفات التعرية لسفوح الوديان ، لذلك توجد علاقة وثيقة بين التعرية المائية وتطور المنحدرات ، لان القناة النهرية تمثل مستوى القاعدة المحلي للعمليات الجارية على المنحدر ، كما يعتمد تطور المنحدر على قدرة النهر من حمل الترسبات ونقلها ، ومن ثم يرتبط تطور المنحدرات بالعمليات الجارية في النهر عند قاعدتها ، وفيما اذا كان النهر يقوم بعملية تعرية ام ارساب ام في حالة توازن ، فيما اذا كانت القناة النهرية

النهرية تمارس تعرية جانبية وتتزحزح عن مواضعها ، ام تقوم القناة النهرية بتعميق مجراها بتعرية راسية لتغير موضع وعمق مستوى القاعدة المحلي . لذلك تعتبر دراسة منحدرات سطح الارض من المواضيع الرئيسة في الدراسات الجيومورفولوجية .

ان الدراسة التطبيقية للمنحدرات تشمل :-

١- شكل المنحدرات .

٢- القوى والعمليات الجيومورفولوجية العاملة على المنحدرات .

٣- تطور منحدرات سطح الارض .

٤- الانسان وتطور منحدرات سطح الارض .

٢ : ٣ : ١ شكل المنحدرات

شكل المنحدرات يعني شكل سطح الارض . ان التحليل الدقيق لشكل المنحدرات يتطلب دراسة :-

١- الشكل الذي تبدو عليه عند النظر اليها من الجو والذي يوضح على الخارطة عند رسم خطوط الكفاف .

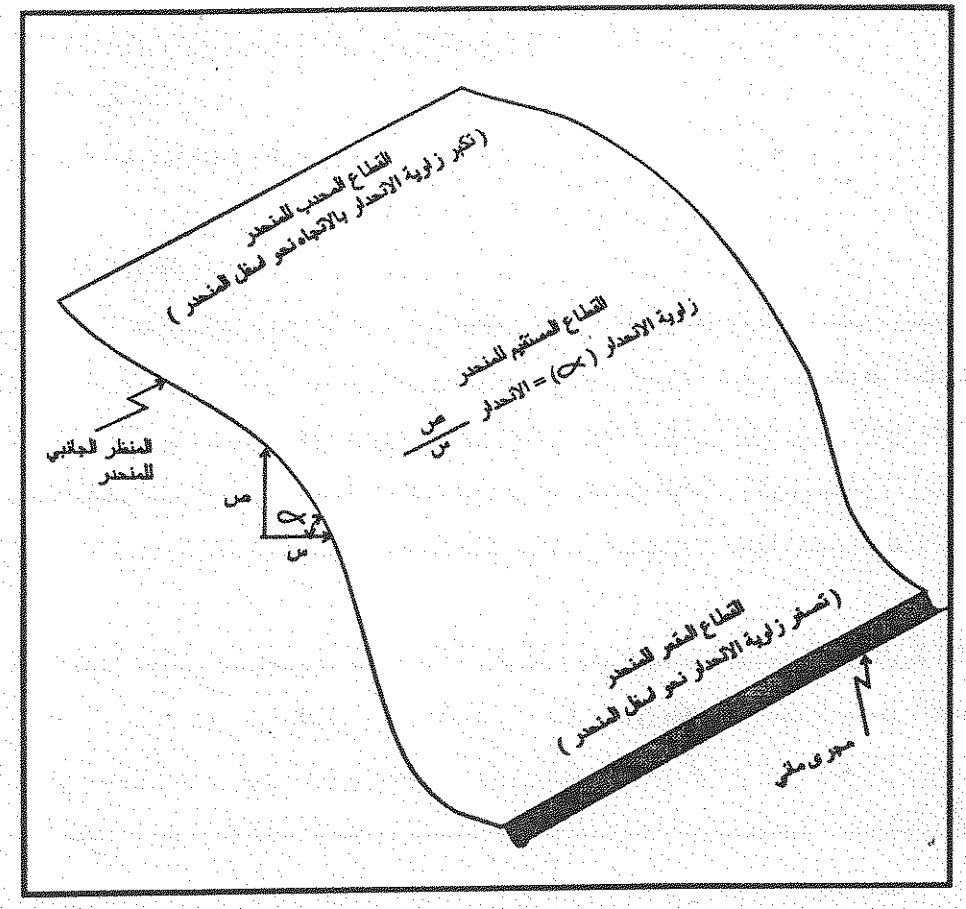
٢- شكل المظهر الجانبي عند رسم المقطع العرضي على امتداد خط القطاع التضاريسي الذي يتقاطع مع خط الانحدار بزوايا قائمة اشد الاماكن انحداراً . وتستعمل الزوايا لتمثيل انحدار وتقوس سطح الارض على امتداد خط القطاع ، كما يحدد اتجاهه باستخدام البوصلة حيث يستعمل مصطلح [واجهة المنحدر] للدلالة على الاتجاه .

وقد يكون المظهر الجانبي للمنحدرات مستقيماً او مقوساً ويبدو مستقيماً عندما تكون زاوية الانحدار ثابتة على امتداد المنحدر او جزء منه . اما التقوس في الانحدار ، فقد يكون محدباً او مقعرا ، وفي اتجاه التقوس . ويحدد التقوس من معدل التغير في زوايا الانحدار ، وليس اعتماداً من قراءة زاوية انحدار واحدة . وتشكل النتوءات البارزة لسطح الارض الواجهات المحدبة ، بينما قاعدة المرتفعات منحدرات مقعرة لاحظ شكل [١٤] .

وعلى الرغم من تواجد الاستقامة او التقوس للمنحدرات معاً وعلى امتداد المنحدر بحيث يكمل احدهما الاخر ، وتعطي للمنحدرات امتدادها وشكلها العام ، الا ان العمليات الجيومورفولوجية التي كونتها ، متباينة جداً . ان استقامة المنحدرات ترتبط بظروف التغير الجيومورفولوجي Threshold ، حيث ينضبط ويتكيف المنحدر سريعاً ، بينما يرتبط تقوس المنحدرات [التحدب والتقعر] بعوامل وعمليات مختلفة تؤثر في تطوره وتعطيه شكله المميز .

ان العمليات التي تؤدي الى تكوين المنحدرات المقوسة مقيدة بعملية [النقل] ، بينما العمليات التي تؤدي الى تكوين المنحدرات المستقيمة مقيدة [بالتجوية] ، وهذا يسبب التباين في مظهر هذين النوعين من المنحدرات . ان تطور النوع الاول من المنحدرات يتحدد بقدرة وسعة عملية النقل وتكون عملية التجوية محدودة جداً قليلة التأثير ، بينما تسود المنحدرات المستقيمة عندما تشتد التعرية والتجوية ، كما هو الحال في السفوح المطلة على

شكل (١٤): اجزاء المنحدرات الارضية .



وديان الانهار حيث ينشط انهيال مواد سطح الارض من واجهات المنحدرات بسبب شدة التعرية الراسية والتراجع الخلفي للانهار .

المنحدرات المحدبة :

تتكون المنحدرات المحدبة في الاجزاء العليا من السفوح قريباً من خطوط تقسيم المياه متأثرة بعمليتين رئيستين ز زحف التربة ، حينما يزداد سمك التربة في الجهات الرطبة ، او بتأثير قطرات الامطار الساقطة على سطح الارض القليلة الغطاء النباتي في الاراضي الجافة والشبه الجافة .

المنحدرات المقعرة :

ينشأ التقعر في الانحدار عند قاعدة المرتفعات لتوقف عمليات القص لمواد سطح الارض ، وتمثل قاعدة المنحدرات اجزاء مستقرة ومتوازنة من سطح الارض ، وهذا التوازن قد يكون سببه عمليات النقل او عمليات الارساب ، عندما تنشط عمليات غسل المنحدرات بواسطة المياه الجارية وتزداد قدرتها على نقل ذرات التربة واعادة ارسابها ، وتتحدد درجة انحدار السفوح المقعرة بنوع الترسبات ، حيث تشتد ظاهرة التقعر عندما تكون المواد المترسبة خشنة الحبيبات ، بينما تتطور المنحدرات المعتدلة التقعر عندما تكون المواد المترسبة ناعمة الحبيبات ، وفي كلتا الحالتين ، يصبح تقعر المنحدرات ليس واضحاً ، اذا كانت الارض مغطاة بالنبات الطبيعي .

المنحدرات المستقيمة :

تتكون حيث زاوية الانحدار ثابتة على امتداد المقطع الطولي للمنحدر ، ونادراً ما تكون جميع اجزاء المنحدر مستقيمة . ان الاجزاء المستقيمة بحدها اجزاء مقوسة من الاعلى ومن الاسفل . تنشأ المنحدرات المستقيمة بعدة طرق : ١- عمليات الازالة المستمرة للاجزاء الغير المستوية من سطح الارض على واجهة المنحدر ٢- عمليات التسوية للاجزاء الشديدة الانحدار بعمليات الارساب ، ٣- عمليات التعرية للاجزاء المستوية لزيادة انحدارها ، لذلك تتحكم عوامل عديدة في عمليات التعرية والارساب في تطوير المنحدرات .

تصنيف المنحدرات :

يتم تصنيف المنحدرات بناءا على تكرار زوايا الانحدار التي تحدد الاجزاء المستقيمة والمحدبة والمقعرة ، حيث تتغير زاوية الانحدار باستمرار . ويعتبر التصنيف التالي مفيداً لاغراض الدراسة الجيومورفولوجية الاكاديمية والتطبيقية [Young , 1975] :-

١- اراضي مستوية بزاوية انحدارها [٠ - ٢°] وغالباً ما تنشأ عن استقرار مخلفات التعرية والتجوية فوق سطح الارض ، ان مثل هذه المنحدرات لاتثير معوقات او مشاكل امام النشاط الاقتصادي الزراعي او عند انشاء المباني ، شق الطرق . . . الا ان الاراضي المستوية تعاني من مشاكل تصريف المياه اذا كانت مؤلفة من تربة او طبقات صخرية غير نفاذة .

٢- اراضي بسيطة الانحدار ، زاوية الانحدار [٢° - ٥°] شائعة في معظم اصقاع العالم ، تكون معوقات استعمال الارض محدودة .

٣- اراضي خفيفة الانحدار . زاوية الانحدار [٥° - ١٠°] ، يتطلب استغلالها في الجهات المدارية ، ويجب اتخاذ اجراءات الحيطة والحذر من عمليات التعرية .

٤- اراضي معتدلة الانحدار . زاوية الانحدار [١٠° - ١٨°] ، تعاني من معوقات عند استغلالها في النشاط الزراعي او لاعمال البناء ، حيث مخاطر التعرية كبيرة ، كما يمكن استعمال انواع محدودة من المكائن الزراعية

٥- اراضي شديدة الانحدار ، زاوية الانحدار [١٨° - ٣٠°] لايمكن استخدام المكننة في النشاط الزراعي والذي يتطلب اجراءات خاصة لتقليل انحدار سطح الارض بانشاء المصاطب والمدرجات ، عادة تستعمل مراعي او اراضي غابات ، وكما تزداد تكاليف اعمال البناء .

٦- اراضي شديدة الانحدار جداً ، زاوية الانحدار [٣٠° - ٤٠°] ، وتضم اشد السفوح انحداراً ، وتتحرك فوقها مخلفات التجوية والتعرية من الفتتات الصخرية ، تكون فائدتها محدودة في النشاط الاقتصادي .

٧- اراضي يزيد انحدارها عن [٤٥°] شبه عمودية وتمثل الوجه الحر Free face للمنحدرات .

وقد يضم سطح الارض اجزاء غير منتظمة في انحدارها وعلى نطاق ضيق ، تشغل مساحات محدودة من المنحدرات ، كالمدرجات الطبيعية او دروب الغنم ، وهي اراضي مستوية ضيقة جداً تمتد بموازاة خطوط الكفاف على منحدرات يزيد انحدارها على منحدرات يزيد انحدارها عن [٣٠°] قد تكون جرداء في مناطق شبه جافة او مغطاة بالحشائش في جهات رطبة .

٢ : ٣ : ٢ القوى والعمليات ومنحدرات سطح الارض

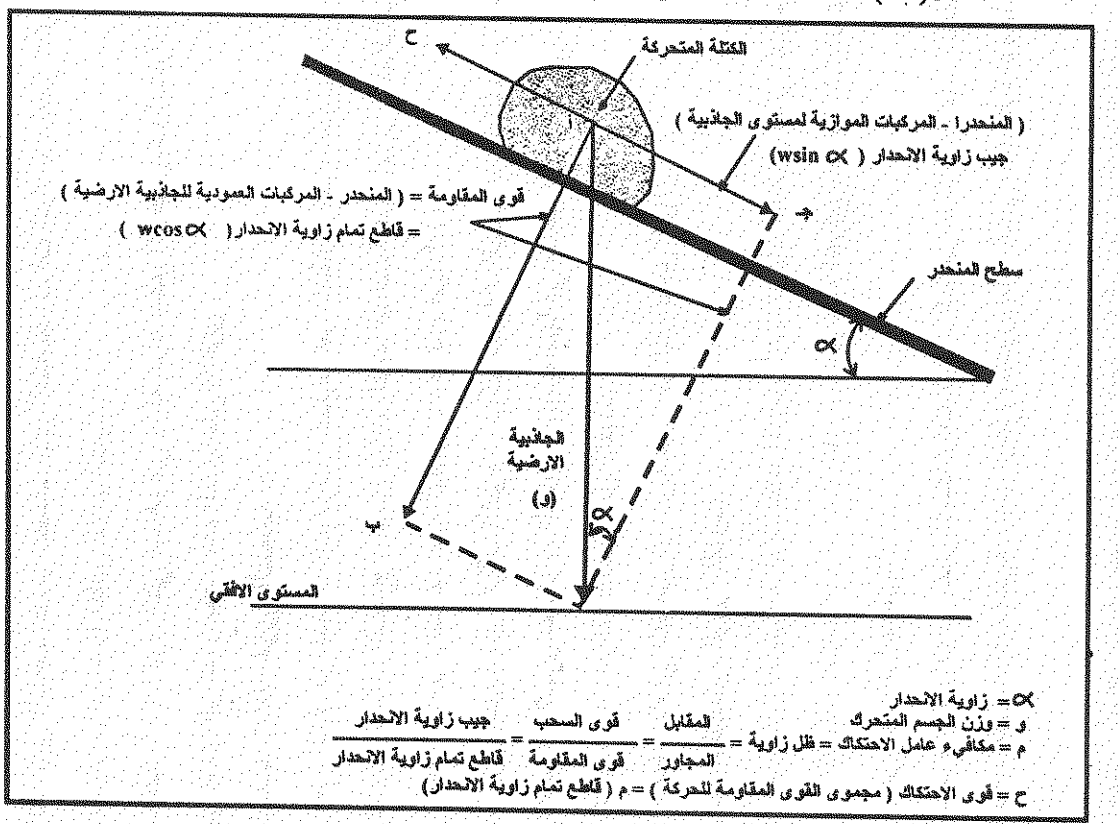
تخضع المواد [التربة ، المفتتات الصخرية] المتخلفة عن التجوية والتي تغطي سطح الارض الى ز قوى الجاذبية الارضية تؤثر عمودياً الى الداخل نحو مركز الارض مع امتداد خط الافق ، مما يؤ دي الى استقرار تلك المواد ، ومن جهة اخرى ، ان منحدرات سطح الارض تميل عن المستوى الافقي وفق زاوية انحدار محددة ، تخضع لتأثير قوى اخرى ، تقلل من تأثير الجاذبية الارضية وتسبب حركتها ، هذه القوى :

١- قوى المقاومة ، وهي التي تقاوم تأثير الجاذبية الارضية وتؤدي دورها متعامدة مع ميل منحدرات سطح الارض وناتجة عن وزن المواد .

٢- قوى السحب ، تسبب سحب المواد باتجاه ميل المنحدرات وبصورة موازية لسطح الارض نحو قدمات المرتفعات .

ويوضح الشكل [١٥] اثر القوى الثلاث على حركة مواد سطح الارض ، حيث يمثل الخط [أب] تأثير وزن المادة ويؤدي الى جذبها عمودياً مع اتجاه ميل المنحدرات ، بينما يمثل الخط [أجـ] اتجاه تأثير قوى السحب مع ميل سطح الارض . وان محصلة هاتين القوتين تؤدي الى حركة مواد سطح الارض وتتقاطع مع المنحدر ، الخط [أو] ، مع العلم ان العلاقة البسيطة السابقة اشد تعقيداً في الطبيعة .

شكل(١٥): القوى المؤثرة على حركة الكتل والاجسام المستقرة على المنحدرات.



∝ = زاوية الانحدار
و = وزن الجسم المتحرك
م = مكافيء عامل الاحتكاك = ظل زاوية = المقابل / المجاور = قوى السحب / قوى المقاومة = جيب زاوية الانحدار / قاطع تمام زاوية الانحدار

ح = قوى الاحتكاك (مجموع القوى المقاومة للحركة) = م (قاطع تمام زاوية الانحدار)

وينشأ استقرار المواد عندما تكون قوى المقاومة هي الاكبر وتصبح الطاقة الكامنة للمادة هي القوى المؤثرة . وتصبح مواد سطح الارض غير مستقرة عندما تتحول الطاقة الكامنة الى طاقة حركية وتبدأ بالتحرك نحو اسفل المنحدرات ، وقد تكون الحركة بطيئة او سريعة .

وتتمثل قوى المقاومة : قوى الاحتكاك ، قوى التماسك ، وتنشأ قوى الاحتكاك عن تباين حركة المواد المتحركة فوق بعضها ، عند حركة المواد السائلة فوق مواد صلبة ، بينما تنشأ قوى التماسك عن التصاق ذرات التربة او حبيبات الصخور فيزيائياً ام كيميائياً ، ويشتد تأثير القوى السابقة عندما تكون المنحدرات قليلة الميل .

ويزداد تأثير قوى السحب عندما تضعف قوى التماسك لذرات المواد وتنخفض تأثير قوى المقاومة عند ز تعاقب التجمد والذوبان ، التمدد والتقلص لذرات التربة ،

ويوضح المخطط [٦] القوى التي تساهم في حركة مواد سطح الارض وعدم استقرار المنحدرات ، كما يشير الى العمليات التي تؤدي الى تفوق بعض هذه القوى على الاخرى .

١- عمليات تسبب زيادة قوى السحب :

أ- ازالة بعض المواد من قدمات المنحدرات [عملية نحر الضفاف بالمياه الجارية ، تجوية الطبقات الصخرية الضعيفة عند قدمات السفوح . غسل ذرات التربة الناعمة بمياه النزيز ، فعاليات الانسان عند حفر الانفاق ، حفر المناجم ، تصريف مياه البحيرات وخزانات المياه] .

ب- اضافة اوزان جديدة من [تراكم الثلوج ، تراكم مفتتات الهشيم - التالوس ، تخزين مياه اضافية ، بسبب فعاليات الانسان عند تراكم النفايات فوق بعضها في مناطق الطمر الصحي] .

جـ- الحركات الارضية ، حركة وسائط النقل الثقيلة .

د- زيادة الضغط الداخلي للصخور او التربة عند حقن الماء داخل الارض .

٢- عوامل تسبب تخفيض قوى المقاومة .

أ- تغير الصفات الفيزيئية والكيميائية لمواد سطح الارض [عند أزدياد المحتوى المائي للتربة او الصخور ، مثل الطين ، الطفل ، المايكا ، الشست ... ، ارتفاع مستوى الماء الجوفي بعد بناء الخزانات ، وجود الفوالق ، الصدوع ، شقوق في الطبقات الصخرية .

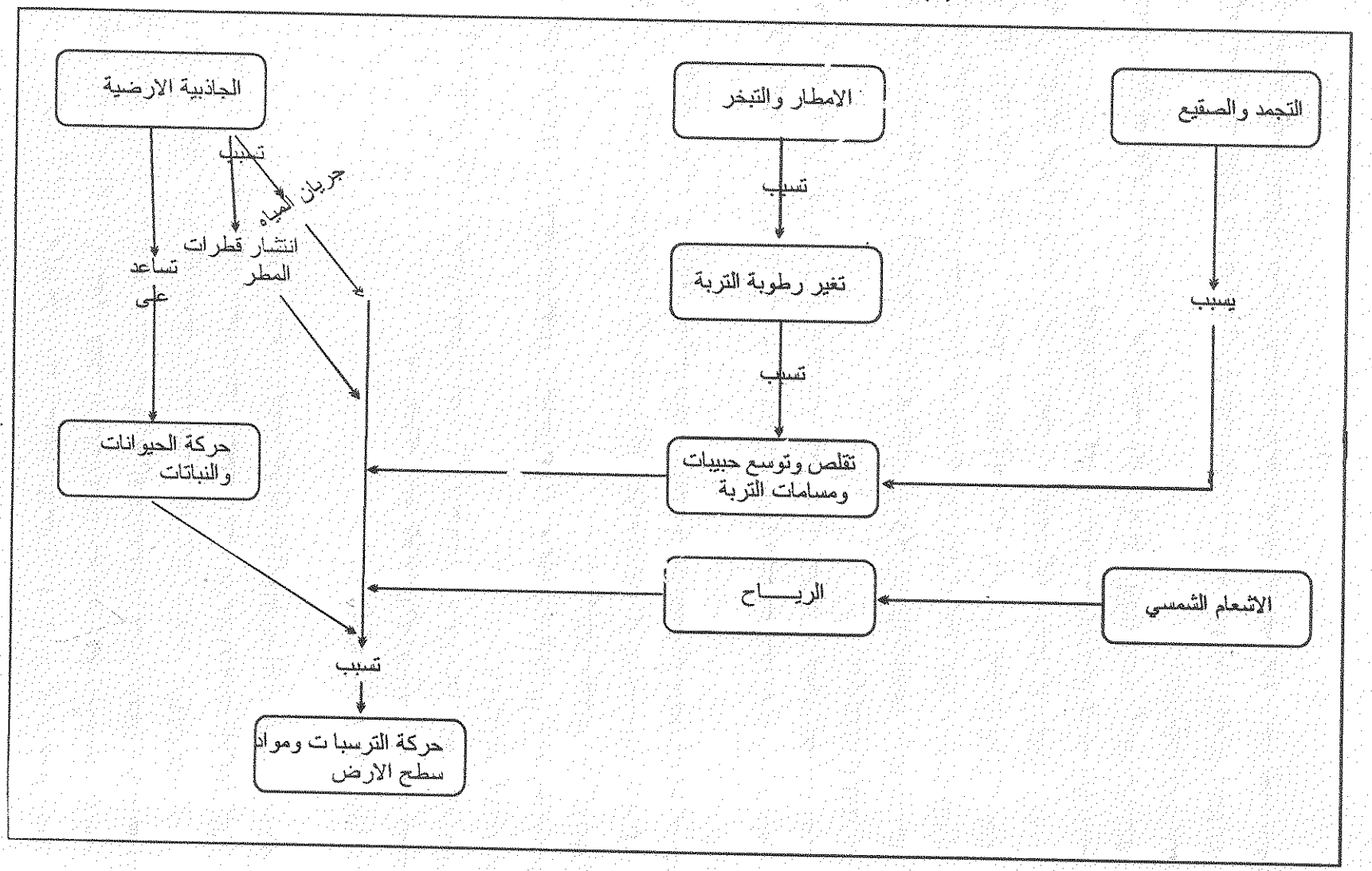
ب- التجوية وماتسببه من تغيرات في نقص تماسك ذرات المواد ، كما في حالة الطين عند تشبعه بالماء .

جـ- ازدياد ضغط الماء داخل مسامات التربة ، عند ارتفاع مستوى الماء الجوفي ، او كثرة الامطار الساقطة او بسبب فعاليات الانسان .

ويتم تحديد استقرار المنحدرات من تعيين [معامل الامان Safety Factor , Fs] .

$$\text{عامل الامان} = \frac{\text{مجموع قوى المقاومة لحركة المواد}}{\text{مجموع قوى السحب}}$$

مخطط (٦): القوى والعمليات المسببة لحركة مواد سطح الارض ..



المصدر Statham , I , Earth Surface sediment transport contemporary problems in geomorphology servies , Oxford , Clarendon press

ويتطلب تعيين عامل الامان ، قياس الصفات الهندسية لمواد سطح الارض ، تحليل اشكال سطح الارض ، البناء الصخري ، العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة الحالية والسابقة ، وعموماً ، تكون حركة مواد سطح الارض للطبقات الصخرية او المفتتات الصخرية المتماسكة اقل حدوثاً عما عليه في التكوينات الترابية والصخرية الضعيفة الالتحام . ان حركة الطبقات الصخرية تكون على امتداد عناصر الضعف في بناءها [شقوق ، فوالق ، سطوح انفصال] والتي تقلل من مقاومتها للحركة ، بينما تستجيب المفتتات الصخرية والترابية الضعيفة الالتحام [رمال ، حافة ، طين ..] عند انهيار بناءها الداخلي وتصبح غير مستقرة معرضة للحركة .

تصنيف حركة مواد سطح الارض :

تصنف حركة مواد سطح الارض الى نوعين حسب سرعتها ، هي

١- حركات بطيئة وتضم [زحف التربة ، انسياب ترابي ، زحف الركامات الصخرية ، زحف الصخور في المناطق الباردة عند اقدام المنحدرات] .

٢- حركات سريعة وتضم [الانهيارات الصخرية . انزلاق الصخور ، الانهيارات الصخرية ، الانحرافات الطينية ، الانزلاقات الرملية ، الانسياب الطيني] .

وتؤدي حركة مواد سطح الارض فوق المنحدرات الغير المستقرة الى اختلاف اشكال المنحدرات من مدرجات صغيرة تنشأ عن حركات بطيئة الى اشكال ارضية ترتبط بالحركات السريعة . وفيما يلي تعريف موجز بهذه الحركات شكل [١٦] .

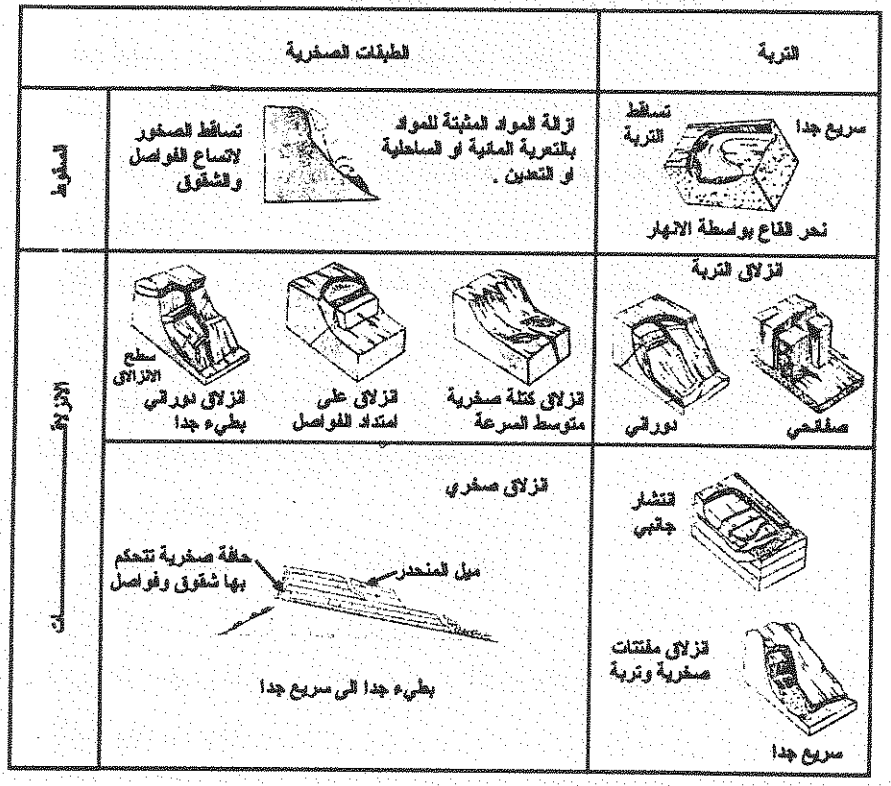
أ- زحف التربة ، حركة بطيئة جداً للتربة والمواد الناعمة الحبيبات نحو اسفل المنحدرات . تكون الحركة اكثر سرعة عند سطح المنحدر ، وتتناقص بأزدياد العمق تحت سطح الارض ، لا يكون [لسطح القص] علاقة بحركة المواد واستقرارها .

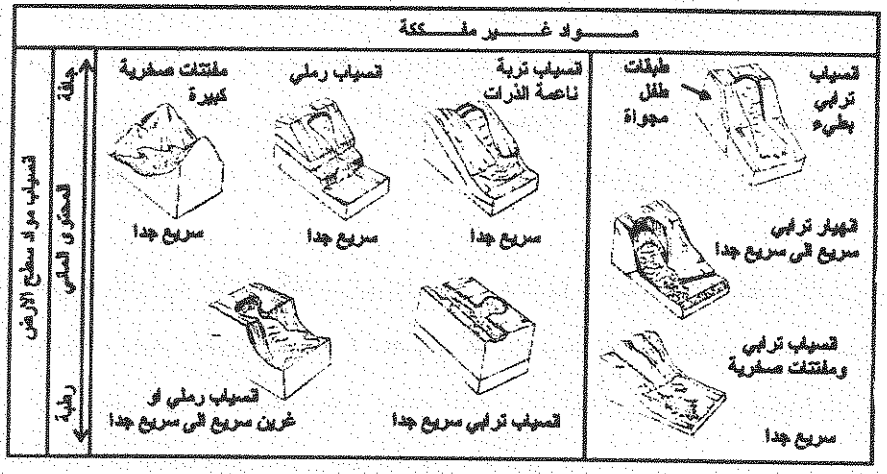
ب- انسياب التربة Solifluchtion حركة لمواد سطح الارض الترابية والتي تتأثر بتجمد محتواها من الماء في المناطق الباردة والتي تتعرض لشتاء قارص وتتناقص سرعة الانسياب مع ازياد عمق المواد لتصبح بطيئة جداً مادون عمق [٥٠سم] عن سطح الارض المنحدر . وتتراوح سرعة المواد المتحركة [١٠-١٠٠ملم]* في السنة ، وهي تختلف من منحدر الى اخر ، ومن موضع لاخر على نفس المنحدر بسبب تباين محتوى المواد الترابية من المياه ، ومدى تعرضها للانجماد .

ب- الانسياب الطيني Mudflow حركة بطيئة لمواد سطح الارض ، تزداد سرعة المواد عند ابتعاد الكتلة المتحركة عن سطح القص .

جـ- الانزلاقات الارضية Slides ، حركة سريعة لمواد سطح الارض تتحرك المواد المنزلقة بسرعة واحدة على امتداد سطح القص . وهو يحدث في الصخور الصلبة عند انسلاخ شريحة من الصخر اسفل اسفين صخري

شكل (١٦): تصنيف حركة مواد سطح الارض .





المصدر : Dole F. Ritter , Orocess Geomorphology , Brown Company , Iowa , USA , 1978 , p. 149.

على امتداد الغوالق والصدوع ، كما يحدث في الكتل الصخرية اللينة او المواد الطينية اللينة ، ولايحدث تشوه في الكتلة المنزلقة ولكن ، احياناً قد تتفكك خلال حركة الانزلاق وتتحول في المراحل الاخيرة من الانزلاق الى انسياب سطح الارض . وقد يكون سطح الانزلاق ضحلاً موازياً تقريباً لسطح الارض كما هو الحال عند انزلاق الصخور او انزلاق المفتتات الصخرية - الترابية او ان يكون سطح الانزلاق عميقاً بعض الشيء ويبدو مقعراً على امتداد سطح القص وتنـــزلق المواد بحركة دورانية او تسقط فجأة على امتـــداد السطح المقـــعر . [للمـــزيد من المعلومات الملحق -١-] .

د- تساقط الصخور Roch Fall حركة سريعة جداً لمواد سطح الارض فوق منحدرات شديدة الميل كالحروف ، وقد تكون المواد المتساقطة صخوراً ام مواد ترابية عند تعرض ضفاف الانهار الى عمليات نحر الضفاف مسببة سقوطها .

وتتباين سرعة المواد المتحركة من بضعة ملليمترات في السنة الى اكثر من [٣٠٠ كم] في الساعة عند انهيار السقوف الصلبة ولاتسبب الحركات البطيئة اضراراً تذكر ، الا ان الباحثين يؤكدون على دراسة الانزلاقات الارضية السريعة للاضرار الكبيرة التي تلحقها بالانسان والمخاطر التي تسببها للبيئة ، ودورها الكبير في تغير اشكال المنحدرات وتتابين سرعة وشكل انزلاق مواد سطح الارض بسبب :-

١- اختلاف المحتوى المائي للتربة والصخور .

٢- اختلاف صلابة حبيبات التربة والكتل الصخرية ومقدار تماسكها .

٣- شكل المنحدر وزاوية انحداره .

ويؤثر المحتوى المائي على مقدار تماسك والتحام حبيبات التربة والمواد الصخرية ، كما ان شكل الحركة وشدتها او سرعتها تختلف بأختلاف مواد سطح الارض :-

أ- المفتتات الغير المتماسكة ز تسطير زاوية الانحدار على حركة المواد الغير المتماسكة . ان الترب الجافة يكون استقرارها مساوياً لزاوية انحدارها ويضعف تماسك الحبيبات الجافة ودرجة التحامها عند امتلاء المسامات بالماء وتنتج الذرات ويقل جهد احتكاكها بسطح الارض [تقل قوى المقاومة] ، فتقل زاوية انحدارها عن زاوية استقرارها وتبدأ بالحركة بشكل غطاء صفائحي رقيق ويكون سطح القص موازياً لسطح الارض .

ب- المواد الصخرية والترابية المتماسكة ، وتسيطر على حركتها زاوية انحدار سطح الارض ومقدار ارتفاع الكتلة الصخرية ، حيث تكون شديدة الالتحام بالكتل الصخرية الاصلية ، ويبدو سطح القص مقوساً بشكل مقعر [كرسي] ويكون انزلاق مواد سطح الارض دورانياً الى الخلف . ومع ذلك ، تختلف حركة الكتل المتماسكة من مكان لاخر مواد سطح الارض ، كالأتي :-

---

* سطح القص [قطاع محدد من سطح الارض تبدو على امتداده التربة او الكتل الصخرية مفصولة عن الكتل الصلبة الاصلية] .

١- الصخور الصلبة : نارية [الكرانيت ، البازلت] او الرسوبية [صخور رملية او كلسية] الشديدة الصلابة والتماسك ، تبدو بشكل جروف مستقرة وعلى ارتفاع كبير ، تكون حركة الانزلاق السريعة للمواد الصخرية على ارتفاع ضئيل لايتجاوز بضفة امتار من سطح الارض ، حيث تسيطر سطوح الانقطاع على امتداد الكسور والفوالق والفواصل او الشقوق والتي تعتبر مواضع الضعف في مماسك مواد سطح الارض وتسيطر على اتجاه حركتها او حدوثها ومداها ، حيث يكون جهد مقاومة الصخور قليلاً ويصبح ضعيفاً عند استمرار التجوية وتسبب اتساع مواضع الضعف مسببة تساقط الصخور Rock Fall والتي تعتبر من مظاهر عدم استقرار الجروف .

وقد تحدث حركة المواد على امتداد سطوح انقطاع معتدلة الميل في انحدارها وباربعة اشكال .

أ- انزلاق شريحة من الصخور .

ب- انزلاق اسفين من الصخور عندما تلتقي مجموعتان من سطوح الانقطاع لتشكل اسفينا في الكتل الصخرية تميل نحو واجهة المنحدر .

جـ- الانزلاق المتداعي عند حدوث نحر للكتلة الصخرية الساندة لوجه المنحدر .

د- الانهيارات الصخرية الكبيرة عندما تكون سطوح الانقطاع عميقة الامتداد .

٢- التكوينات الطينية المتماسكة المطمورة والخاضعة لضغط الطبقات العليا والذي يؤدي الى خروج الماء من مسامات التربة وزيادة التحامها وتماسكها وتحدث الحركة السريعة بشكل انزلاق دوراني عميق ، اما اذا كانت التكوينات الطينية غير متماسكة وقريبة من سطح الارض ، فتكون الحركة بشكل انزلاقات ضحلة موازية لسطح القص لضعف تماسكها .

وقد تحتوي التكوينات الطينية على سطوح انقطاع بسيطة بشكل شقوق صغيرة وفواصل منتظمة تسمح لتغلغل الماء وترشحه داخل الطين ويصبح ليناً ضعيفاً في تماسكه ويزداد تأثره بالتجوية مسببة انزلاقات ارضية مماثلة لانزلاقات الصخور الصلبة .

٣- التكوينات الترابية المفتتة الناعمة الحبيبات ، مثل الترب الرملية او اكوام الهشيم المكونة من حجارة صغيرة ، ويتأثر انزلاقها وسرعتها بزاوية انحدار سطح الارض ، درجة تضرسه ، شكل المفتتات المتحركة . ان اضافة اوزان جديدة تسبب زيادة انحدار سطح الارض او بسبب عمليات التعرية وتؤدي الى انزلاق مواد سطح الارض بشكل تدفقات صغيرة نحو اسفل المنحدرات لتستقر عند زاوية انحدار واطئة .

وقد تتجمع بسبب التجوية المفتتات الترابية المتماسكة فوق تكوينات صخرية صلبة منحدرة ، حيث تتغلغل الذرات الناعمة خلال القطع الصخرية الكبيرة الحجم نسبياً عند تغلغل الماء داخل المسامات بين فترة واخرى وتسلط ضغطاً داخلياً تضعف زاوية استقرار المنحدرات ، فتتحرك مواد سطح الارض بشكل انزلاق ضحل يساهم في ازاحة الغطاء النباتي والسطح العلوي للتربة وتصبح جرداء فوق سطح المنحدرات .

٢ : ٣ : ٣ تطور منحدرات سطح الارض

يعتبر تطور منحدرات سطح الارض من الدراسات الجيومورفولوجيا الرئيسة ، وتعني [تغيير شكل المنحدر بمرور الزمن بتأثير حركة مواد سطح الارض] والتي تؤدي الى تراجع المنحدر . لقد افترضت ثلاثة نماذج لتطور المنحدرات :-

١- انخفاض المنحدر وزواله .

٢- تغير شكل المنحدر من جروف الى حافات صخرية واكوام هشيم ثم الى سفوح معتدلة الانحدار .

٣- التراجع المتوازي للسفوح* .

ويتحكم في تطور المنحدرات او تغيرها ز البناء الجيولوجي ، المناخ ، الزمن

اولاً : البناء الجيولوجي

يرتبط تطور المنحدرات بصفات البناء الصخري ونوعه او بنوع المفتتات الصخرية المتخلفة عن التعرية والتجوية للصخور . ان صفات الصخور التي تسيطر على تطور المنحدرات : متانة لصخور ، نفاذية الصخور ، قابليتها للاذابة .

ان الصخور الصلبة حتى الغير متكماسكة الحبيبات تكون مستقرة عند زاوية انحدار [٣٥°] ، بينما تكون الصخور اللينة الضعيفة كالطين غير مستقرة عند زاوية انحدار [١٠°] ، وتصبح معرضة لعملية الانزلاق ، كما هو الحال عند ضفاف الانهار ، كما تصبح المرتفعات الطينية ذات سفوح معتدلة الانحدار .

وتتحكم نفاذية البناء الصخري في عملية غسل المفتتات وجرفها من سطح المنحدرات [حركة ذرات التربة والمفتتات الصخرية بواسطة المياه الجارية المنسابة على السطح او بسبب ضغط قطرات المطر وانتشارها] . ويزداد تأثير هذه العملية في التكوينات المتخلفة عن تجوية الطين او الطفل الضعيف النفاذية ، حيث تتجمع مياه الامطار على سطح المنحدر ، على عكس الصخور الرملية او الكرانيت الخشنة الحبيبات التي يتخلف عن تجويته رمال خشنة نفاذة تسمح لمياه الامطار بالتسرب الى باطن الارض ، لذلك ، تتصف المنحدرات الطينية بكونها اقل ارتفاعاً واكثر اعتدالاً في انحدارها من المنحدرات التي تغطيها تكوينات صخرية غير نفاذة .

وتتأثر بعض الصخور بعملية الاذابة ، يتخلف عن الذوبان السريع للصخور الطباشيرية اللينة منحدرات ذات قطاعات محدبة ومقعرة ممهدة ومكورة الشكل ، بينما تتصف التكوينات الكلسية من العصر الكاربوني بمتانتها وصلابتها ويتخلف عن اذابتها جروف شديدة الانحدار واكوام هشيم عند قدمات المنحدرات .

---

* للمزيد من المعلومات راجع :-

١- الجيومورفولوجيا . سباركس [ترجمة ليلى عثمان] .

٢- اصول الجيومورفولوجيا ، ابو العينين .

ويستخدم مصطلح [المنحدرات المركبة] على المنحدرات التي يتحكم في تطورها صخور متنوعة في بنائها ، كما هو الحال عندما تستقر تكوينات صلبة من الصخور الرملية او الكلسية فوق تكوينات لينة من الطين او الطفل . ان الصخور السفلى اللينة تتأثر بتجوية عميقة ويضعف تماسكها وتتحرك مخلفاتها بعملية الانزلاق او غسل المواد وينتج عن ذلك نحر للطبقات العليا وتنهار سريعاً مكونة سفوح شديدة الانحدار تتطور وفق نموذج التراجع المتوازي ، خاصة عندما يكون البناء الطباقي افقيا او قليل الميل للتكوينات الصلبة العليا والسفلى اللينة ، وتحافظ المنحدرات على شكلها ودرجة انحدارها ، في حين يؤدي التراجع المتوازي للمنحدرات للتكوينات الصخرية الشديدة الميل الى تكوين ظاهرة البيدمنت .

وعندما تسيطر على المنحدرات تكوينات صخرية مختلفة في مقاومتها للتجوية ، وتؤدي الى تطور منحدرات مؤلفة من قطاعات متكررة [اجزاء مستقيمة شديدة الانحدار - اجزاء مقعرة] وتتطابق الاجزاء المستقيمة مع ميل الطبقات الصخرية الصلبة .

ثانياً : المناخ

يؤثر المناخ في تشكيل المنحدر وتطوره مباشرة او بشكل غير مباشر ويبدو التأثير المباشر بواسطة الامطار والمياه الجارية ، او الانجماد وحدوث الصقيع وينجم التأثير الغير المباشر عن الغطاء النباتي الذي يوفر - عند تواجده - حماية للتربة السطحية .

١- المنحدرات في الاقليم المعتدلة الرطبة

يتصف مناخ الاقاليم المعتدلة الرطبة بانخفاض درجات الحرارة سقوط امطار دائمية بكثافة واطئة ، تغطي سطح الارض غابات نفضية او حشائش توفر حماية للتربة ، فيقل دور عملية غسل مواد سطح الارض على تطور المنحدرات ، وتكون عملية زحف التربة ، عملية الاذابة المسؤولتان عن تطور المنحدرات ، بينما تكون عملية التجوية معتدلة وعملية النقل بطيئة في تأثيرهما ، لذلك يقل انحدار السفوح عن [٣٠°] ،تنتشر المفتتات الترابية والصخرية على امتداد المنحدر الذي يتصف بسفوح محدبة ومقعرة ممهدة تنخفض وتتراجع باستمرار .

ويضعف تأثير المناخ المعتدل الرطب عندما تكون المنحدرات مؤلفة من تكوينات صخرية مختلفة ويتكون بشكل واضح وجه حر شديد الانحدار .

٢- المنحدرات في الاقليم الباردة

تتصف الاقاليم الباردة بشتاء قارص تنخفض درجات الحرارة دون التجمد ، وتذوب الثلوج بحلول . فصل الربيع والصيف وتنساب المياه المذابة خلال مسامات التربة ، ويكون الغطاء النباتي قليل ومبعثر ويوفر حماية قليلة للتربة وتنشط عمليات غسل الحبيبات والانسياب الترابي لمواد سطح الارض .

تبدو المنحدرات للتضاريس الشديدة الانحدار بشكل جروف وحافات صخرية ناتجة عن تكسر التكوينات الصخرية لتكرر التجمد والذوبان وتتكون اجزاء مستقيمة للمنحدرات المائلة بزاوية ٣٠° - ٣٥° وفوق التكوينات الصخرية الصلبة .

تتكون اشكال السطح السابقة فوق منحدرات العروض العليا ، او المرتفعات العالية للعروض الدنيا .

٣- المنحدرات في الاقليم الجافة والشبه الجافة

وتتصف بمناخ حار صيفاً ، تنخفض درجات الحرارة شتاءاً وامطار قليلة ، الا انها تسقط بشكل عواصف شديدة وخاصة في الجهات الشبه الجافة الفقيرة الغطاء النباتي وتصبح عملية غسل مواد سطح الارض شديدة التأثير في تكوين منحدرات ذات سفوح شديدة الانحدار ، كما تتكون جروف لمنحدرات التلال المنعزلة او الجبال المنفردة يجاورها سفوح مستقيمة انحدارها [٣٥°] تسيطر عليها سطوح انقطاع من كتل صخرية كبيرة تخلفت عن تجوية صخر الاساس تتطور بعملية التراجع المتوازي .

كما تتكون تلال ذات قمم مخروطية او ذات حافات حادة عند تقاطع المنحدرات .

٤- المنحدرات في اقاليم السفانا

يتصف المناخ بفصل حار رطب تكون التجوية خلاله شديدة ونظراً لقلة الغطاء النباتي في بداية فصل سقوط الامطار ، لذا تسبب الامطار تحطم التربة وتتأثر المنحدرات بعمليات غسل وجرف شديد لمواد سطح الارض . حيث تتكون ظاهرة التلال المنعزلة Inselberg [تلاله منعزلة ذات سفوح شديدة الانحدار ترتفع فجأة عن سطح الاراضي المجاورة المعتدلة الانحدار . وتتصف التلال المنعزلة في اقاليم السفانا بقمتها الصخرية التي تشرف على منحدرات شديدة وتغطيها المفتتات الصخرية وتربة وكتل صخرية سقطت من الاعلى .

ان سفوح منحدرات اقاليم السفانا تتكون من [اجزاء محدبة - اجزاء مستقيمة ، اجزاء مقعرة] مع انتشار السهول المتموجة ذات المنحدرات المعتدلة تكتنفها قمم محدبة وقيعان ووديان .مقعرة الشكل .

٥- منحدرات الاقاليم المدارية الرطبة

تتصف بمناخ حار رطب ممطر طيلة العام تغطيها الغابات ، تكون عملية التجوية الكميائية شديدة جداً طيلة ايام السنة سريعة تفوق عملية نقل مخلفاتها مما يؤدي الى تجمع مخلفات التجوية تغطي سطح الارض بطبقة سميكة من المفتتات ، تتأثر لاحقا بعمليات زحف التربة او انسيابات ترابية وصخرية او انزلاقات ارضية .

تتكون منحدرات سطح الارض في المواحل الاولى من تطورها من سلاسل جبلية سفوحها شديدة الانحدار تجاورها وديان قيعانها بشكل [V]تتطور مع استمرار عمليات التجوية وحركة مواد سطح الارض الى منحدرات مؤلفة من اجزاء محدبة تمتد الى قاعدة المنحدر وتجاورها قيعان وديان تتخذ شكل سهول فيضية واسعة نسبياً .

٢ : ٣ : ٤ النشاط البشري وتطور المنحدرات

يتضح مما سبق ، ان مظهر المنحدرات يتحدد من العلاقة الدقيقة المتبادلة بين عناصر [الطبوغرافية ، العمليات الجيومورفولوجية ، المناخ ، البناء الجيولوجي والصخور والغطاء النباتي] ، ضمن البيئة المتواجدة فيها ، وان هذه المظاهر تبقى مستقرة ومتوازنة في بيئتها مادامت العناصر التي ساهمت في نشأتها مستقرة ، وهي محور الدراسات الجيومورفولوجية .

ومن جهة اخرى ، لقد استوطن الانسان المنحدرات واستعمل اراضيها في النشاط الزراعي ، حفر المناجم ، شق الطرق . . . وساهم في اضطراب التوازن الطبيعي البيئي للعلاقة السابقة . وان تغير احد عناصر المظهر الارضي يؤدي حتما الى تغييرات لاحقة في العناصر الاخرى ، وغالباً مايقود الى تغيير العمليات الجيومورفولوجية على المنحدرات زيادة او نقصاناً مما يغير من معدل تأثيرها ، مخطط [٧] .

ويساهم الانسان بشكل مباشر وغير مباشر في تغيير المنحدرات :-

١- التغيير المباشر عند بناء منحدرات جديدة عند شق طرق النقل [سيارات ، سكك حديد . .] بناء السدود والخزانات ، اعمال قص المنحدرات القائمة ، حفر المناجم ، اكوام النفايات ومخلفات الانتاج الصناعي .

٢- تغيير غير مباشر عند ممارسة النشاط الزراعي ، الرعي ، السياحة ، والنشاطات الترويجية .

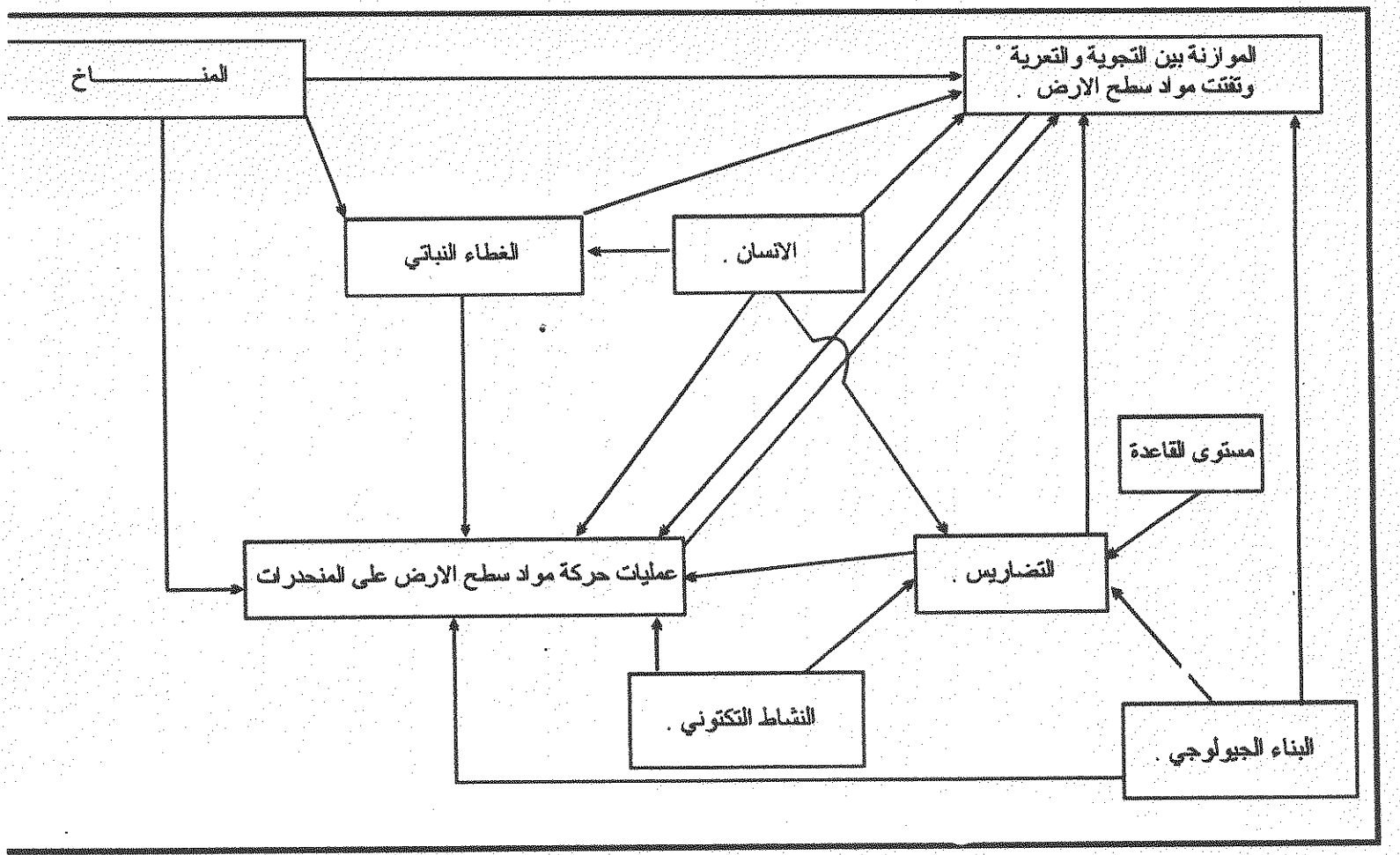
ان بناء منحدرات جديدة ، قص لمنحدرات قائمة ، يؤ دي الى ظهور اشكال جديدة لسطح الارض ، كما تتعرض الصخور والتربة التي كانت تحت سطح الارض لعمليات تجوية وتعرية ونقل للمواد الترابية والصخرية ، وتتغير صفاتها لتماثل الاشكال الطبيعية ، وتتصف المنحدرات الجديدة بسفوحها الشديدة الانحدار ، وتختلف مواصفات المواد المستعملة في بناءها عن المواد المكونة للمنحدرات الطبيعية ، ويعتمد بناءها الداخلي على المواصفات المثبتة عند تصميمها وليست لها علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة او البناء الجيولوجي القائم في نوضع بناءها ، ومن ثم لا تكون متوافقة مع البيئة الطبيعية المتواجدة فيها .

ويؤدي بناء منحدرات جديدة الى تغير النظام البيئي من قطع للغطاء النباتي ، تغير النظام المائي وحركة الماء خلال التربة والصخور ، تغير درجة انحدار سطح الارض ، والتي تؤدي الى تغيير العمليات الجيومورفولوجية ، حيث تتوقف بعض العمليات ، وتقل سرعة عمليات اخرى ، بينما تنشط عمليات جديدة غير مرغوب فيها وتتعرض المنحدرات الى انزلاق مواد سطح الارض لعدم استقرار التربة او الصخور المستعملة في بناءها .

تكمن الخطورة عند بناء منحدرات على امتداد سطح القص لاراضي تأثرت بانزلاقات ارضية سابقة ، حيث تكون متانة التربة والصخور واطئة ، وتستحث لحركة جديدة عند كشفها لظروف سطح الارض . وتزداد الخطورة ، اذا كانت عوامل التجوية نشطة وكان سطح القص يتفاطع مع الشقوق والفواصل للصخور والتربة .

ومن جهة اخرى ، لقد امتهن الانسان الزراعة على سفوح المرتفعات ، قام بتحويرها وتعديلها بمديات متفاوتة تعتمد على كثافة الاسغلال الزراعي ، بأنشاء المدرجات ، تحوير الغطاء النباتي كلياً او جزئياً ، وممارسة الرعي . ويؤ دي النشاط الزراعي الى زيادة معدلات التعرية . ان تحوير شكل المنحدرات كان سببا لزيادة سرعة عمليات

مخطط (٧): عناصر البيئة المؤثرة على تفتت مواد سطح الارض وحركتها .. .



التعرية وشدتها في اصقاع كثيرة من العالم ناتجة عن سوء العمليات الزراعية وادارة الاراضي ، والى خسارة ترب جيدة واراضي خصبة .

لقد ساهم النشاط الزراعي ، اعمال التعدين الى تراكم اكوام النفايات الصناعية وكميات هائلة من المفتتات الصخرية في مواضع مجاورة للمناجم ، سرعان ماتعرضت للانهيار مخلفة خسائر مادية وبشرية ، كما حدث عندما انهار [تل القمامة] ارتفاعه [٦٠م] يقع على منسوب ١٥٦ من مستوى قرية [Aberfan ، ويلز] عام ١٩٦٩ وادى الى قتل ١٤٤ شخصاً من سكان القرية . كما حصل لسكان القرى المجاورة لتلال النفايات القريبة من العاصمة مانيلا في الفلبين عام ٢٠٠٠ .

لذلك ، ان اعداد او تنفيذ مشاريع ناجحة فوق اراضي منحدرة او تكتنفها منحدرات ، يتطلب دراسة ميدانية دقيقة [لمواد سطح الارض ، الطبوغرافية النظام المائي ، الجيولوجيا ، عمليات تكوين المنحدرات] مع الاخذ بنظر الاعتبار معدل نشاط عمليات التعرية السطحية بعد اكتمال المشاريع حيث تكون المنحدرات الجديدة خالية من الغطاء النباتي وخاصة في المواحل الاولى بعد اكتمال اعمال البناء وتكون معرضة لتعرية اخدودية وعندما تكون المواد المستعملة في بناء ها من حبيبات رملية ناعمة او غرينية خشنة ، حيث تبرز اهمية الدراسات التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض للتنبؤ بالعمليات الجديدة المحتمل نشاطها وتفادي اضرارها .

المبحث الرابع

٢ : ٤ الرياح واشكال سطح الارض

الرياح من عناصر المناخ ، ويسبب اختلاف توزيع الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة على سطح الارض الى اختلاف نظم الضغط الجوي ينتج عنها نظم معقدة لرياح متحركة من مكان لاخر ، ويزداد تعقيداً للتباين الفصلي واليومي في توزيع الاشعاع الشمسي ودرجات الحرارة ونظم الضغط الجوي بالاضافة الى التباين المحلي في توزيع الضغط الجوي بين اليابس والماء .

وتمارس الرياح تأثيرها الجيومورفولوجي من خلال عمليات التعرية والنقل والارساب لمواد سطح الارض ، وقد تكون هذه العمليات مندمجة مع بعضها في الطبيعة وخاصة في المناطق والسبه الجافة وفي الجهات الساحلية ، حيث ساهمت الرمال التي جلبتها الرياح في تدهور الاراضي الزراعية ، كما تهدد المناطق السكنية والمنشآت الحيوية والصناعية .

٢ : ٤ : ١ اشكال الارساب الريحي

تساهم الرياح عند ارساب المواد المنقولة في بناء ظواهر مختلفة من التلال والغطاءات الرملية تناولها الباحثون بالوصف وشرحوا عملية بنائها ، ومنهم : (Cooke and Warren , 1973) ، نبيل الامسابي ، محمود عاشور ، ١٩٨٣ ، مشاعل آل سعود ١٩٨٦ ، جاسم العويضي ١٩٨٩ Embeiton and Thornes ، Gardiner and Doornkambe, 1983 ، ولي ١٩٧٨ ، الريحاني ١٩٨٤] ويوضح الجدول [٨] واشكل [١٧] الانماط الشائعة للارساب الريحي .

جدول [٨] تصنيف اشكال الارساب الريحي

الاسم	الاشكال التي تبدو عليها من الصور الجوية	الابعاد	الارتفاع
غطاءات رملية	غطاءات سطحية [سطح منبسط واسع] كما تشاهد هضيبات او اكوام التجمعات رملية		
عروق ، خطوط متوازية	خطوط طولية	٣٠٠-٥٠٠ م	٢٠ -٤٥ م
كثبان رملية هلالية	البرخان شكل [ب]		
قبة	قبة دائرية او بيضوية	٣ -٦٠٠ م	٠,١ - ١٠٠م
شكل U	قطع مكافىء [شكل جـ]		
النجمة	قمة في وسط الكثيب لها ثلاثة او اربعة اضلاع [هـ]		
كثبان طولية [السيف]	امتداد طولي لسلسلة كبان متماثلة [د]		
سلسلة ذات مظهر برخاني	سلسلة كثبان هلالية مستعرضة غير متماثلة		
تموجات رملية	تموجات رملية مستعرضة او طولية لرمال متحركة	١٠ - ٢٥ كم	٠,٢ - ٥ سم

ويتأثر بناء الاشكال السابقة بواسطة الرياح ، بعوامل عديدة متداخلة مع بعضها ، يمكن اجمالها :

١- المناخ : تساعد ظروف الجفاف وتباين درجات الحرارة على تفتت التربة ومواد سطح الارض مما يمكن الرياح من تذريه الرمال ونقلها . كما ان الجفاف يؤدي الى قلة الغطاء النباتي وعدم توفر الحماية الكافية لمواد سطح الارض ويضيف تماسكها .

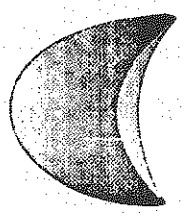
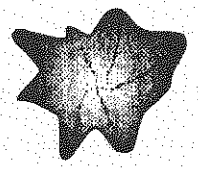
وتعتبر الرياح من عناصر المناخ الرئيسة لبناء او النقل المواد الرملية ، ولكي تقوم بعملية النقل ان لاتقل سرعتها عن ٢٠كم /ساعة وتهب في اتجاه ثابت لمعظم او جميع ايام السنة .

٢- وجود مصدر دائمي من الرمال المفككة يزود الرياح بالمواد اللازمة لنقلها او اعادة ترسيبها .

٣- قلة رطوبة الرمال وانخفاض محتواها من الماء ، يقلل التحامها وتماسكها من جهة ، ويقلل الغطاء النباتي من جهة اخرى ، ويسهل تفككها وحملها او دحرجتها على سطح الارض .

٤- قلة تضرس سطح الارض ، وعدم وجود عوائق تعرقل حركة الرياح وتضعف سرعتها او تغير اتجاهها وتؤثر على نقلها او ارسابها .

شكل (١٧) : الانماط الشائعة للارساب الريحي .

	الملاحظات	الشكل	نمط الكثيب
أ	ترسبات تمتد بشكل مستعرض لاتجاه الرياح في جهات تنتشر فيها ترسبات موارد الرمال	اتجاه الرياح	كثيب مستعرض
ب	انواع متباينة من كثبان تمتد بشكل مستعرض مع اتجاه الرياح في جهات تكون الترسبات الرملية محدودة ، ولايزيد ارتفاعها عن ٣٠م والمسافة بين الكثيب ٣٠٠ م تتجمع مع بعضها وتنفصل سنويا لمسافة ١٠ م ، قرون الكثيب تشير الى اتجاه الذي تهب نحوه الرياح		البرخان
ج	تتكون في جهات معتدلة في رياحها ، قرون الكثيب مثبتة بواسطة الغطاء النباتي ، النطاق الاوسط من الكثيب يتحرك مع اتجاه الرياح ، يبلغ ارتفاعها ٣٠ م ، شكله يماثل حرف U		كثبان بشكل قطع مكافئ
د	سلاسل من كثبان رملية يصل امتدادها الى ٢٠ كم ، وارتفاعها ١٠٠ م ذات قمة ضيقة ، تتكون في مناطق تهب في رياح شديدة قليلة الرمال نسبيا ، تتكون سلاسل الكثبان موازية لاتجاه الرياح السائدة		كثبان طولية (السيف)
هـ	تتكون من نقطة مركزية عالية مع امتدادات باتجاهات ثلاثة او اكثر يصل ارتفاعها بضعة مئات من الامتار ويبلغ قطرها بضعة كيلومترات		كثبان بشكل النجمة

المصدر :

John E. Costa and Victor R. Baker , Surficial Geology , Building with the Earth , John Wiley and Sons , 1981 . P. 157.

٢ : ٤ : ٢ العمل الجيومورفولوجي للرياح

تعتبر الرياح ، العامل الثاني [بعد المياه الجارية] المسؤولة عن تعرية ونقل وارساب مواد سطح الارض ، وقد تمارس تأثيرها بشكل غير مباشر عند تحريكها لامواج البحار والمحيطات .

اولاً : التعرية الريحية

تؤدي الرياح في تعرية سطح الارض عند احتكاكها به ، وينشط عملها عند ازدياد سرعتها واضطراب التيارات الهوائية وتصبح قادرة على رفع المفتتات الترابية الى الاعلى . وتتحدد قدرة الرياح على رفع مواد سطح الارض بمحصلة سنة قوى [الرفع ، القص ، ضغط المواد المنقولة على مواد سطح الارض ، والتي يجب ان تزيد عن قوى الجاذبين ، الاحتكاك ، التماسك] .

ان قدرة الرياح على رفع الحبيبات من سطح الارض ، تماثل تأثيرها عند رفع الطائرات في الجو والتي تزداد بازدياد سرعتها . ان سرعة الرياح المحيطة بالحبيبات المستقرة على سطح الارض تكون متباينة ، حيث :-

١- ازدياد سرعة الرياح المتحركة فوق المعوقات او الحبيبات الظاهرة على سطح الارض .

٢- اختلاف ضغط الهواء حول الحبيبات ، حيث يكون ضغط الرياح واطئاً وحركتها بطيئة خلال الفجوات المتواجدة تحت الحبيبات ، بينما تكون حركة الرياح سريعة فوق سطح الحبيبات الشديدة الانحدار ، مما يساعد على رفعها عمودياً خلال التيارات الهوائية .

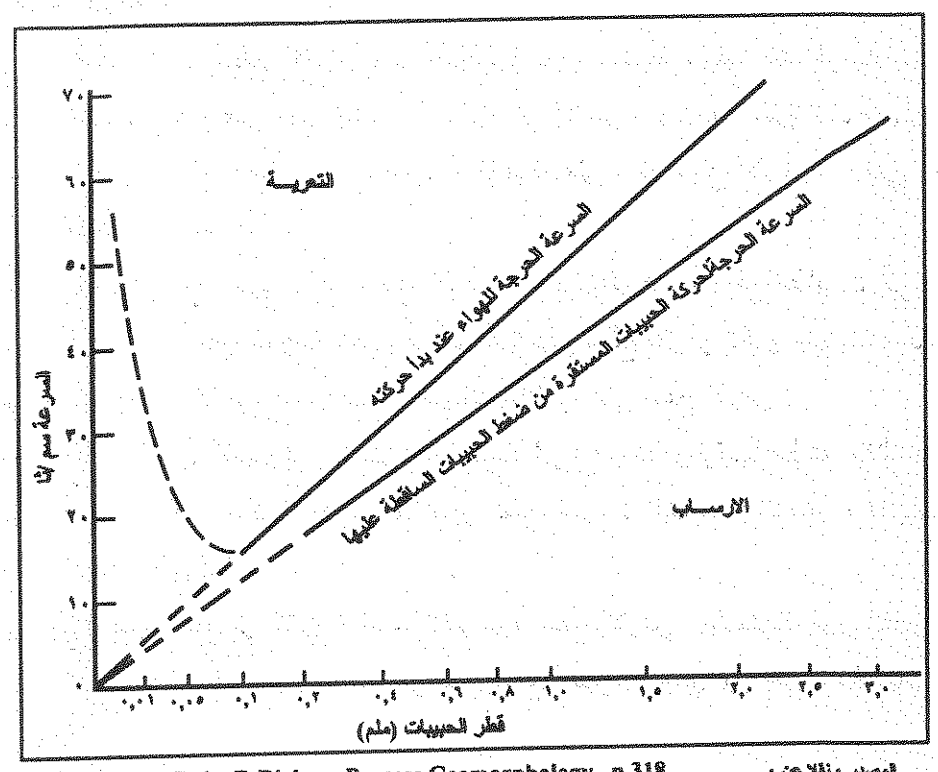
وتعتبر قوى القص للرياح من القوى المحركة لنقل مواد سطح الارض . وتستحث قوى القص ، من الفرق في ضغط الهواء بين التيارات العليا والتيارات السفلى على سطح القص ، تؤدي الى تحريك الحبيبات ودحرجتها نحو الامام تمهيداً لرفعها .

ويزداد تأثير قوى القص وقوى الرفع ، عند مرور الهواء فوق سطح مضرس فيزداد اضطراب الهواء وتتكون دوامات هوائية او تيارات نفاثة ، واحياناً تؤدي الى حدوث تقلبات في ضغط الهواء وزيادة سرعة الرياح ، ويصبح زخم دفع الهواء اكبر من قوى الاحتكاك وتزداد قدرته على فصل الحبيبات عن سطح الارض ورفعها او دحرجتها .

وتنشأ قوى ضغط المواد المنقولة على مواد سطح الارض من نقل الحبيبات وحركتها بطريقة القفز ، ويتولد من سقوطها على سطح الارض قوى ضغط ناشئة من اصطدامها بالحبيبات المستقرة مسببة تحطمها ويسهل رفع الاخيرة هي الاخرى وبقوى قص تقل ٢٠٪ عن طاقة القص اللازمة لرفع الحبيبات الاولى . ويوضح الشكل [١٨] الفرق الكبير بين الطاقة الضروية للرياح اللازمة لازاحة الحبيبات المستقرة عند بدء حركتها ، وطاقة الرياح اللازمة لنقل الحبيبات بتأثير قوى الضغط الناشئة عن سقوط الحبيبات فوقها .

وتزيد قوى الجاذبية من مقاومة الحبيبات للحركة والنقل ، وتؤدي قوى الجاذبية تأثيرها من خلال وزن الحبيبات وكثافتها النوعية والتي تساوي ٢٫٦٥ /سم٣ للحبيبات الرملية ، بينما يقل وزن حبيبات الطين والغرين عن ذلك كثيراً . وتكون العلاقة طردية بين وزن الحبيبات والسرعة الضرورية للرياح لتعرية مواد سطح الارض ،

شكل(١٨): العلاقة بين سرعة الرياح وعملية النقل وحجم الحبيبات المنقولة .



المصدر : نقلا عن :- Dale ,F. Richer , Process Geomorphology , p.318 .

توجد عمليتان مختلفتان تؤثر في عملية نقل وارساب المواد بواسطة الرياح : التعرية بواسطة الرياح والتعرية من ارتطام الحبيبات ببعضها . الاولى تشير الى حركة الحبيبات لنشاط سرعة الرياح فقط ، ، والثانية تشير الى التعرية والارساب لذرات التربة مع استمرار حركتها مع بعضها . تنشأ التعرية من اصطدام الحبيبات مع بعضها حينما تقفز الحبيبات على امتداد سطح الارض وتساهم تمزيق حبيبات اخرى التي تصطدم بها . ان السرعة الحرجة للهواء لبدء عملية التعرية اكبر من السرعة الحرجة لتعرية التربة من اصدام الحبيبات مع بعضها .

حيث تزداد السرعة المطلوبة للرياح لنقل الحبيبات مع ازدياد وزن الاخيرة .

كما تقلل قوى تماسك والتحام ذرات التربة من قدرة الرياح على التعرية ان الحبيبات الناعمة التي تقل اقطارها عن [١ر٠ ملم] اكثر تماسكا والتحاما مع بعضها من الحبيبات الخشنة ، كما ان عدم انتظام شكل الحبيبات الناعمة وبنائها الصفائحي يزيد من التحامها من قوى الاحتكاك فيما بينها ، ويقلل من قدرة الرياح على ازاحتها ، لذلك تكون مقاومة حبيبات الطين والغرين للحركة والتعرية بواسطة الرياح اكبر من مقاومة حبيبات الرمل ، كما يصعب تحريك الحبيبات الملتحمة للصخور النارية والمتحولة والصخور الرسوبية القديمة الا اذا فصلت عن اصولها الصخرية بعملية القشط abrasion .

ثانياً : النقل بواسطة الرياح

تقوم الرياح بنقل المفتتات بعد فصلها بعملية التعرية ، وتتداخل العمليتان [التعرية والنقل] بواسطة الرياح ، وتكمل احداهما الاخرى ، ولكن المفتتات المنقولة تكون في حالة حركة ، اما معلقة في الهواء ، او في حالة قفز ، او دحرجة وزحف على سطح الارض .

وتنقل المواد الناعمة الحبيبات من الطين والغرين معلقة في الهواء ، حيث تستطيع التيارات الهوائية المضطربة من رفعها بسهولة ، ويتطلب نقلها :

١- ان يكون المناخ جافاً ، وان سقوط الامطار يؤ دي الى ترسيب الرمال وتماسكها .

٢- ان يكون شكل الحبيبات صفائحياً حيث تبقى معلقة في الهواء ، ولاتنكسر عند اصطدامها مع بعضها ، عكس الحبيبات الرملية الكروية الشكل والتي تتحطم عند اصطدامها مع بعضها . حيث تتقدم سحب الغبار المنخفضات الجوية المتحركة من الصحراء الكبرى باتجاه اوربا والشرق الاوسط وعلى ارتفاع [٥ر١كم] عن سطح الارض ، وتقطع مسافات طويلة قبل ان تترسب على سطح الارض .

وتتحرك الرمال المتوسطة الحجم بعملية القفز ، بينما تتحرك الرمال الخشنة بعملية الزحف والدحرجة . ان عملية القفز للحبيبات ، حركة قذف عمودية للذرات نحو الاعلى خلال الهواء السريع الحركة لتعود ثانية بتأثير الجاذبية الارضية ، وتتأثر اثناء سقوطها بقوى السحب ، فنسقط بشكل مائل عن المستوى الافقي بمقدار [٦° - ١٢°] كما تتأثر كمية الرمال المنقولة بسرعة الرياح ، والعلاقة طردية بينهما اذا كانت العوامل الاخرى ثابتة .

وتتأثر المواد المنقولة اثناء حركة النقل بعملية فرز الحبيبات حسب اشكالها واحجامها حيث تنفصل الحبيبات الخشنة عن الحبيبات المتوسطة او الصغيرة الحجم ، كما يتم فرز الحبيبات الكروية عن الحبيبات الغير المنتظمة الشكل ، حيث تكون الحبيبات الاخيرة معرضة للرفع والنقل مجدداً بواسطة الرياح ومع ذلك ، تبقى الحبيبات الكروية معلقة بالهواء لقلة مقاومتها للحركة وتشكل نسبة عالية من الحبيبات الداخلة في بناء الكثبان الرملية .

لقد اظهرت التجارب المختبرية ، ان مقدار الرمال المنقولة يتناسب مع سرعة الرياح ، وحجم الحبيبات ، كثافتها النوعية ، كثافة الهواء الذي يتباين مع اختلاف درجات الحرارة ، صفات سطح الارض

وتضـــرسه ، ارتفاع موضع القياس عن سطح الارض . وتعتـــبر المعادلة التالية مفيـدة للـــدراسة الميدانية والدراسة المـقارنة [Hsu,1973] :-

$$Q = (4.97\ D - 0.47) \left[\frac{0.4\ (v_2 - 275)}{Z\ (g\ D)^{0.5}} \right]^3$$

حيث ان :-

Q = وزن الرمال المتحركة / طن م / سنة .

Z = ارتفاع موضع قياس سرعة الرياح / م .

D = متوسط قطر الحبيبات المنقولة / ملم .

V = متوسط سرعة الرياح في الساعة / سنة .

g = تسريع الجاذبية / ٨١ر٩م / ثانية .

ثالثاً : الارساب بواسطة الرياح

تلقي الرياح حمولتها من المواد الترابـــية ، ولكن ، لايمكن التمييز بين حالة النقل وحالة الارساب بفعل الرياح ، ان الكثبان الكبيرة الحجم تتحرك ببطء شديد ، وقد تتحرك الكثبان الرملية بعضها فوق الاخر ، وعند تلاحم الحبيبات الداخلة في بنائها تصبح جزءاً من البناء الجيولوجي للارض .

وتترسب الذرات الناعمة من حجم ذرات الطين وتتلاحم مع بعضها عند سقوط الامطار ، ولاتتخذ الترسبات الغرينية او الطينية شكلاً طبافياً عند ارسابها ، الا اذا كانت ممتزجة بالرمال ، وفي هذه الحالة لاتكون الطبقات منتظمة في امتدادها [ترسبات اللوس] والتي تكون متماسكة ملتحمة الذرات بالاصرة الايونية ، وبسبب ارتفاع محتواها من الرطوبة ، وبسبب شكلها غير المنتظم ، انخفاض نفاذيتها ، وتساهم في بناء الجروف الشديدة الانحدار عند ضفاف الانهار .

تتجمع الحبيبات الرملية المتوسطة الحجم او الخشنة بشكل طبقات متوازية ذات وجه منحدر بمقدار ٣٠° - ٤٠° بسبب انهيار الرمال الجافة او بسبب السقوط المفاجيء للكتل الرملية الضعيفة التماسك عند سقوط الامطار ، وعلى

العموم ، تتجمع الترسبات الرملية في اشكال متعددة ، راجع الجدول [٧] ، شكل [١٧] . ان الترسبات الرملية تتخذ السمات التالية : والتي تعتبر دليلا مساعداً للتعرف عليها اثناء الدراسة الميدانية :-

١- تكون اشكال سطح الارض ذات المنشأ الريحي فاتحة اللون ، متماثلة الحبيبات ذات حدود واضحة تميزها عن الاراضي المجاورة .

٢- تتباين الرواسب الرملية المتعاقبة في سمكها من بضعة سنتمترات الى مئات الامتار .

٣- تميل مقدمات الرواسب الرملية عن المستوى الافقي بمقدار ٣٠° - ٣٥° ، ويقل عن ذلك اذا كانت الرواسب قليلة السمك .

٤- يتصف السطح المائل للترسبات باستواء ، وقد يتخذ شكلاً متموجاً ، حيث يتناسب طول الموجة مع قطر الحبيبات : ٦٣٫٨ [متوسط قطر الحبيبات (ملم)] -٧٥٫٠ .

٥- تكون الرواسب من الحبيبات الناعمة جيدة الفرز والتصنيف .

٦- لايزيد حجم الحبيبات المنقولة بالرياح عن [١سم] ويتراوح حجم الحبيبات المترسبة من [٠٫٠٦ ملم - ٢ملم] للذرات الخشنة ، كما ان الذرات بقطر ٥ ملم نادرة .

٧- لايزيد نسبة الترسبات الغرينية - الطينية عن ٥٪ عن مجموع الترسبات او تكون مفقودة .

٨- تتخذ الحبيبات الرملية الكبيرة الحجم شكلاً كروياً .

٩- تكون حبيبات الكوارتز الرملية والقريبة من سطح الارض مفككة وقد تصبح ضعيفة التماسك عند التحامها بمادة الهماتايت [اكاسيد الحديد] .

١٠- تكون مادة المايكا المفقودة كلياً .

١١- ينخفض المحتوى الطيني في الرواسب الرملية ، وعند وجودها يتخذ سطح الرواسب الرملية شكلاً متموجاً (مجعداً) .

١٢- تبدو حبيبات الكوارتز الغير الملتحمة مع بعضها وعند فحصها بالمايكروسكوب ذات سطح خشن كثير التجاويف والثقوب .

٢ : ٤ : ٣ الاثار البيئية للعمل الجيومورفولوجي للرياح

تعتبر العمليات الجيومورفولوجية للرياح جزءا من النظام الطبيعي للكرة الارضية ، الا ان وتيرة حدوثها قد ازدادت في بعض اصقاع العالم وخاصة في الاراضي الجافة او الشبه الجافة للعروض الوسطى والدنيا والتي تعاني من

مشكلة زحف الرمال والتي اطلق عليها [التصحر] وتؤدي الى زحف الرمال نحو الاراضي الرطبة مسببة الى خفض انتاجيتها وافتقار النظام البيئي والذي يتخذ المظاهر التالية : [مقصود ، ١٩٨٠] .

١- تعرية الطبقة العليا من التربة عند تدمير الغطاء النباتي ونشاط التعرية الهوائية والمائية .

٢- نشاط عمليات تكوين الكثبان الرملية ، تحركها ، وتدميرها للاراضي الزراعية والرعوية ، كما حدث في العراق [شرق نهر دجلة ، شمال شرق الحلة ، الديوانية] وشبه الجزيرة العربية .

٣- زيادة عدد وتكرر العواصف الترابية ، كمية التراب المعلقة في الهواء هبوط مدى الرؤيا . لقد قدرت كمية التراب التي حملتها الرياح التجارية من منطقة الساحل الافريقي وقذفتها الى المحيط الهندي عام ١٩٦٩ بحوالي ٦ مليون طن ، كما تشير الدراسات الميدانية لمنطقة الاحساء / الجزيرة العربية ، ان حوالي ٣ ملايين متر مربع من الاراضي الزراعية قد طمرتها الرمال خلال القرنين الاخيرين [يحى ابو الخير] .

المبحث الخامس

٢ : ٥ انخساف سطح الارض

الانخساف الارضي [حركة لمواد سطح الارض عند ازاحتها عمودياً نحو باطن الارض ، بسبب ازالة المواد الحاملة لها لاسباب طبيعية او بشرية] .

تتأثر اجزاء واسعة من سطح الارض من حركة انخساف وهبوط لمواد القشرة الارضية بمعدلات مختلفة استجابة لجهد نكتوني عند حدوث التواء او انكسار لطبقات القشرة الارضية ، وعند سحب السوائل والغازات من تحت سطح الارض ، او بسبب الضغط المسلط على مواد سطح الارض من تجمع الرواسب وبكميات كبيرة في مناطق دلتا الانهار ومصباتها ، او بسبب الاذابة لمواد تحت سطح الارض . . . الخ لاحظ المخطط [٨] .

ويمكن تلخيص العمليات المسببة لانخساف مواد سطح الارض :-

١- تماسك واندماج مواد سطح الارض .

٢- سحب السوائل والغازات [الموائع] من باطن الارض .

٣- حركة المياه الجوفية .

٤- ذوبان الجليد تحت سطح الارض .

٥- الحركات النكتونية .

٢ : ٥ : ١ تماسك واندماج مواد سطح الارض .

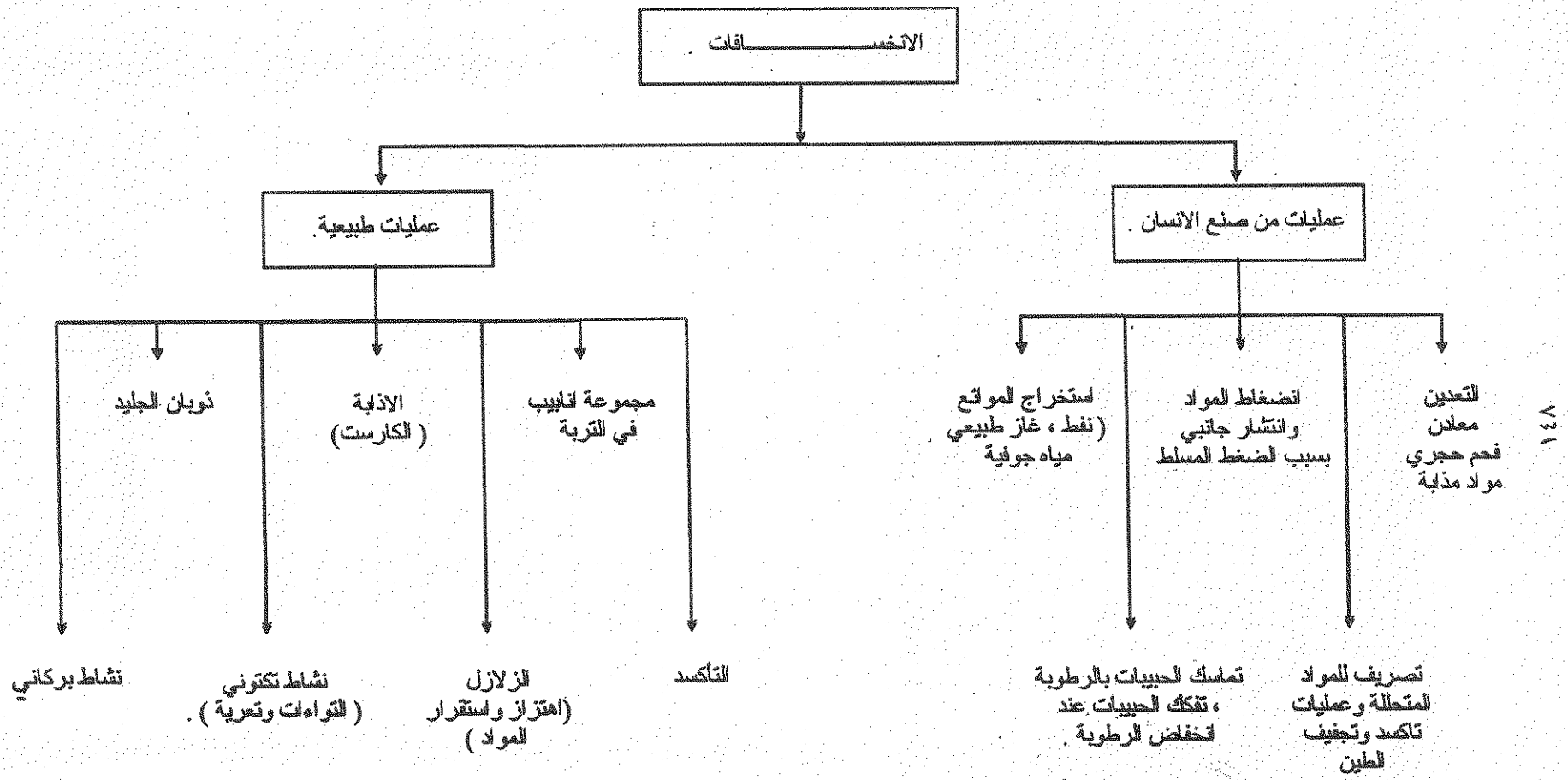
اندماج مواد سطح الارض [ظاهرة طبيعية للمواد الطبيعية والغريبنية المشبعة بالماء تحت تأثير الضغط المسلط عليها] . ان العملية تتضمن خروج الماء المحصور بين الفراغات والمسامات ، وتقلص المساحات البينية للذرات ، وقد تتفرق ذرات المواد ويقل ضغط الماء داخل المسامات وتنخفض جهد القص الناتج عن الاحتكاك ، وتؤدي الى ازاحة مواد سطح الارض ، مسببة نقص كتلة التربة واعادة بناء بنيتها الداخلية بعد خروج الماء تحت تأثير الضغط المسلط عليها .

وقد تحدث عملية الاندماج للمواد الجافة ، ان بعض المفتتات المفككة الجافة ذات المسامية العالية والتي تتصف بقدرتها على تحمل ثقل المواد الكبيرة الحجم ، وعند تغلغل الماء داخل المسامات [الامطار او عمليات الري] تنخفض متانتها وتندمج مع بعضها وتؤدي الى انخساف سطح الارض .

ان المناطق المعرضة الى هذه الظاهرة :-

١- الترسبات الفيضية الجافة ، ترسبات المراوح الغرينية المفككة وترسبات تربة اللويس الجافة والارساب الريحية ذات الحبيبات الناعمة .

مخطط (٨): العمليات المسببة لانخساف سطح الارض . . .



٢- الترسبات ذات المسامية العالية ، حيث تنخفض الكتلة الترابية الى اقل من ٣ر١غم/سم٣ .

٣- عندما ما تكون نسبة المواد الطينية بحدود ١٢٪ . عند انخفاض المحتوى الطيني للتربة عن ١٢٪ فلاتكفي الذرات الطينية لملء الفراغات البينية الكثيرة ولكن ، عند ازدياد نسبة المكونات الطينية عن ١٢٪ ، فقد وعند انتفاخها تساعد على ملء جميع الفراغات البينية ويقلل من فرص حدوث الانخسافات الارضية .

٤- عندما ترتفع نسبة المكونات الطينية من اطيان المونتمورنايت .

٥- عندما تنخفض رطوبة التربة عن [١٠٪] ، لتبلغ التربة ذروة متانتها في حالة الجفاف .

وتحدث ظاهرة الانخساف في الاقاليم الجافة ، حيث الامطار شحيحة ونادراً ماتتغلغل الى الاسفل من نطاق المجموعة الجذرية ، ان التربة الجافة تستمد متانتها من قوة تلاحم الحبيبات المفككة بواسطة الذرات الطينية المتغلغلة فيها وتؤ دي الى تماسكها والتحامها ، وعندما تروى بالماء او عند سقوط الامطار ، التي تترشح عميقاً فتنتفخ الذرات الطينية ويضعف تماسك والتحام التربة ومن ثم انخسافها .

٢ : ٥ : ٢ سحب الموائع [السوائل والغازات] من باطن الارض .

يعتبر استخراج الموائع من تحت سطح الارض [النفط ، الغاز الطبيعي ، الماء] من الاسباب الرئيسة لحدوث الانخسافات الارضية لنقص ضغط الموائع داخل الفراغات البينية ، واختلاف توزيعه تحت سطح الارض وفي المخازن الصخرية ، وينتقل ضغط الطبقات العليا الى الحبيبات الصخرية [والذي كان موزعاً على الحبيبات الصخرية والموائع قبل سحبها] ، ويزداد انضغاط الحبيبات بعضها فوق الاخر .

وتتأثر شدة الانخساف ومقداره بعدة عوامل [التركيب المعدني لمواد سطح الارض ، نوع الحبيبات الصخرية وصفاتها ، مقدار تماسك واندماج وتلاحم الحبيبات قبل الانخساف ، مسامية ونفاذية مواد سطح الارض] .

لقد تعرضت مناطق عديدة لانخسافات ارضية بعد سحب المياه الجوفية والغاز الطبيعي او النفط لقد هبط سطح الارض في منطقة [نيكاتا / اليابان] بمقدار [٢م] على اثر ضخ مياه الجوفية التي تحتوي غاز الميثان المذاب ، كما ساهم سحب الغاز الطبيعي في منطقة دلتا نهر البو /ايطاليا الى انخساف سطح الارض بمقدار [٣ر٠م / سنوياً] ، وهبط سطح الارض بمقدار [٣م] لسحب النفط في منطقة بحيرة مراكيبو/فنزويلا .

ولقد حدثت انخسافات ارضية في مناطق عديدة عند سحب المياه الجوفية من اراضي صخور رملية نفاذة محصورة بين تكوينات طينية غير نفاذة قابلة للانضغاط والاندماج . ان سحب المياه من الصخور الرملية يؤ دي الى خفض ضغط الماء داخل المسامات وتنخفض قدرتها على تحمل الضغط المسلط عليها وتندمج حبيبات الرمل من جهة ، كما تندمج حبيبات التكوينات الطينية المحيطة بسبب الحركة البطيئة للمياه خلالها .

ولقد تأثرت مدينة مكسيكو / المكسيك بانخسافات ارضية شديدة بسبب سحب المياه الجوفية من الطبقات الحصوية والرملية الحاصلة للمياه والمحصورة بين طبقات طينية - بركانية في حوض بحيري قديم تحت المدينة ، حيث تعرضت اجزاء واسعة من المدينة لهبوط بمقدار [٧م] للفترة ١٨٨٠-١٩٧٠ .

كما تأثرت مدينة طوكيو ، اليابان بانخساف ارضي بمقدار [٤م] وهناك ادلة على انخسافات ارضية لمدن : لاس فيجاس ، لندن ، منطقة سان جواكين بمقدار [٢ر٠م ، ٢ر٠م ، ٣ر٠م] على التوالي .

وعلى العكس قد يؤدي سحب المياه الجوفية الى عملية رفع للطبقات الارضية عوضاً عن انخسافها ان السحب المستمر للمياه الجوفية وبكميات كبيرة يؤدي الى خفض الضغط المسلط على الصخور السفلى الواقعة تحت مستوى الماء الجوفي ويؤ دي الى توسع وتمدد مواد سطح الارض ، وعلى غرار مايحدث في المناطق التي تراجع عنها الغطاء الجليدي في شمال غرب اوربا . وتشير تقارير هيئة المسح الجيولوجي للولايات المتحدة عن عملية رفع لطبقات ارضية بمقدار [٦سم] للفترة ١٩٤٨-١٩٦٧ في منطقة كبس/كراند في اريزونا .

٢ : ٥ : ٣ الانخسافات الارضية لظاهرة الكارست

ظاهرة الكارست : اشكال ارضية متميزة في مناطق الصخور الكلسية سببها ارتفاع معدلات الاذابة تحت سطح الارض للصخور عند احتواءها على اكثر من [٥٠٪] من وزنها لمعادن الكلس $CaCo_3$ ، او معادن كلسية - دولوماتية $CaCo . MgCo$ وفي تكوينات الصخور الجبسية ، حيث يتحرك الماء افقياً او عمودياً خلال مواد سطح الارض .

لقد ازداد التأكيد على دراسة ظاهرة الكارست منذ مطلع الخمسينات بالتركيز على اهمية عملية الاذابة والتعرية الكيمياوية في نشأتها وتطورها واختلاف معدلاتها من مكان لاخر ، ومن وقت لاخر ، وعلاقتها باستعمال الارض .

وتتحكم في نشأة ظاهرة الكارست :-

١- خصائص الطبقات الصخرية الفيزياوية والكيمياوية .

٢- نظام المياه الجوفية وحركتها .

٣- المناخ .

اولاً : خصائص الطبقات الصخرية الفيزياوية والكيمياوية

تنشأ وتتطور ظاهرة الكارست فوق تكوينات صخرية تتسم بما يلي :-

١- كتل ضخمة من صخور كلسية او دولوماتية صلبة تتكون من بلورات . ان الصخور التي لاتحتوي على بلورات مثل الصخور الطباشيرية ، لاتساعد على تكوين اشكال الكارست لقلة صلابتها .

٢- لايقل سمك الطبقات الصخرية القابلة للذوبان عن [١٠٠م] ، وان الطبقات القليلة السمك لاتساعد على تطور ظاهرة الكارست .

٣- ارتفاع مسامية ونفاذية الصخور ، وعلى الاخص المسامية الثانوية الناتجة عن اتساع الشقوق والفواصل

والسطوح البينية للطبقات الصخرية ، ان تأثير المسامية الاولية ضعيف في نشأة ظاهرة الكارست ، لان مخلفات عمليات الاذابة تؤدي الى ملء الفراغات البينية بالمواد اللاحمة التي تترسب خلالها ويعاد تبلورها ومن ثم يتناقص حجم تلك الفراغات وتؤ دي الى حركة موقتة للماء ، بينما تؤ دي المسامية الثانوية من الشقوق والفواصل الى احتفاظ الصخور بكميات كبيرة من الماء ويتحرك بسهولة وتزداد نفاذيتها نظراً لكثرة المسالك المائية واتصالها مع بعضها .

٤- ارتفاع الطبقات الصخرية وتضاريس سطح الارض فوق مستوى الماء الجوفي لتسمح للمياه بالحركة خلالها .

٥- ان يكون نظام الفواصل والشقوق للطبقات الصخرية متقاطعة مع بعضها ، على ان تكون الفواصل في اتجاه رئيسي واحد ، وان تميل الفواصل الثانوية عنها بمقدار ٧٠-٩٠° مع اتساع المسافات للفواصل ، ان قرب الفواصل من بعضها يساعد على زيادة النفاذية ، ولكنه لايؤدي الى تطور اشكال الكارست لارتفاع معدلات الاذابة .

ثانياً : نظام المياه الجوفية وحركتها :

تتصف المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست بنظام تصريف للمياه فريد من نوعه . ان الانهار السطحية معدودة ومشوشة لتسرب المياه السطحية الى باطن الارض ، كما تترشح الغطاءات الفيضية الغير المركزة على سطح المنحدرات خلال الصخور والتربة ويتناقص حجمها ، وان القليل من تلك المياه يصل الى القنوات النهرية السطحية ومن ثم ، ان معظم مياه الانهار يتم تصريفها من تحت سطح الارض بشكل مياه جوفية قد لاتكون مجاريها موازية للقنوات السطحية ، وان ذروة مناسيب المياه خلال فترات الفيضان تكون واطئة وتستغرق فترة طويلة نسبياً وبتكرر اقل مقارنة بالتصريف السطحي للمياه .

ان السمات السابقة لتصريف المياه لها علاقة وثيقة بتطور التصريف المائي تحت سطح الارض ، ويعتقد الجيومورفولوجيون ، ان توزيع المياه وحركتها ضمن نظام المياه الجوفية في المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست يتسم بنموذجين :-

١- النموذج الاول : ويماثل نظام المياه الجوفية في الاماكن الاخرى ، ان الطبقات الحاملة للمياه تتكون من صخور غير متماسكة ، ويكون الماء غير محصور ويتوزع عمودياً على ثلاث طبقات :-

أ- نطاق التهوية ، تكون بعض المسامات ممتلئة بالماء ويدعى ماء لبفادرز بينما يشغل الهواء المسامات الاخرى ، ويقع بين مستوى الماء الباطني وسطح الارض .

ب- نطاق الطبقات المائية المشبعة جزئيا بالماء والتي تحتفظ بالماء بقوة الخاصية الشعرية وليس له القدرة على الحركة .

جـ- مستوى الماء الجوفي ، والتي يتحرك خلالها الماء تحت تأثير الميل المائي وضغط الماء .

في مناطق الصخور الكلسية التي تنشر فيها ظاهرة الكارست ، تكون حركة الماء الجوفي في نطاق التهوية عمودية نحو الطبقة الحاملة للمياه من خلال النزيز او جريان الماء خلال الفواصل والشقوق ، ولكن الى الاسفل من

مستوى الماء الجوفي ، تكون الطبقات الصخرية مشبعة بالماء ، ويكون مستوى الماء الجوفي متذبذبا الى الاعلى او الى الاسفل من فصل الى اخر لاختلاف كمية الامطار الساقطة .

٢- النموذج الثاني : يمثل حالة متطورة من النظام الاول ، عندما تؤدي عمليات الاذابة المستمرة للفوالق والشقوق الى اتساعها واتصالها مع بعضها وتصبح ممراً مائياً لتصريف المياه والذي ينبثق الى سطح الارض بشكل عيون ، حيث يتحكم البناء الجيولوجي في نظام حركتها ، وتصنف الطبقات الحاملة للمياه في مناطق الصخور الكلسية الى :-

أ- مياه منتشرة Diffuse Flow .

ب- مياه حرة Free Flow .

جـ- مياه حبيسة Confined Flow .

تكون المياه المنتشرة في حالة الاشباع في كاربونات الكالسيوم تكون العسرة الكلية ثابتة ، يكون ذوبان الكلس ثابتاً ، ولاتتكون التجاويف والكهوف التي تكون اعـدادها قليلة وحجمها صغير وحدود الماء الجوفي واضحة .

وتكون المياه الجوفية من النوعين الثاني والثالث دون مستوى الاشباع بكاربونات الكالسوم ، ويتحرك الماء من النوع الثاني بحرية خلال التجاويف والشقوق تحت تأثير الجاذبية الارضية وقد يكون مضطرباً في جريانه بشكل دوامات قادراً على حمل الترسبات المنقولة اليه بواسطة المياه السطحية الغائرة نحو باطن الارض من خلال الدارات والبالوعات ليعاد تصريفها ثانية الى سطح الارض من الينابيع ، حيث يتجمع الماء من مناطق واسعة تحت سطح الارض عند مخرج واحد تنصرف منه المياه الى الخارج ، بينما تصل المياه الحبيسة الى سطح الارض بشكل ابار ارتوازيه .

ثالثاً : المناخ

تنشأ وتتطور ظاهرة الكارست في المناطق الرطبة ، حيث تنشط دورة الماء وحركته فوق وتحت سطح الارض وخلال التكوينات الكلسية ، ولايقتصر دور مياه الامطار على اذابة الصخور ، ولكنها تساعد على نمو الغطاء النباتي ونشاط الفعاليات الحيوية للكائنات العضوية الحية في التربة مما يرفع من تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في هواء التربة وماءها .

يبلغ تطور ظاهرة الكارست ذروته في المناخ الحار الرطب ، حيث تتحد كل من الحرارة والامطار لتسريع عملية الاذابة ، حيث يكون التفاعل الكيميائي على اشده ، لارتفاع درجات الحرارة ، لكثافة الغطاء النباتي وشدة الفعاليات الحيوية التي تزيد من نسبة ذوبان ثاني اوكسيد الكاربون ، ويصبح ماء التربة والماء الجوفي محلولا مذيباً يساعد على تكوين اشكال مختلفة من ظاهرة الكارست ، اذا كان البناء الجيولوجي ملائماً لتطورها ويسمح لدورة الماء خلال التكوينات الصخرية [راجع الفقرة اولاً] .

وعلى العكس من ذلك ، في المناخ الجاف الحار او الجاف البارد ، ففي المناطق الحارة الجافة القليلة المطر وحيث يقل الغطاء النباتي تكون المياه اقل قدرة على الاذابة وتصبح ظاهرة الكارست قليلة الانتشار ، تعتبر الاشكال الموجودة من مخلفات الاذابة للعصور المطيرة . وفي المناطق الباردة تكون ظاهرة الكارست نادرة ، لقصر فترة الدفء وسقوط الامطار والتي تتخلل الفصول الباردة الطويلة ، ويقل الغطاء النباتي ويضعف الفعاليات الحيوية ، تكون المياه متجمدة داخل التربة لفترة طويلة من السنة ، مما يوقف دورة الماء وحركته ، دورة ثاني اوكسيد الكاربون خلال التربة والصخور الكلسية .

عملية الاذابة

يتوقف نشأة وتطور ظاهرة الكارست على سرعة ومعدل فعالية عملية اذابة الصخور الكلسية . وتتصف معادن الكالسايت بقابليتها للذوبان بالماء ، وتتحدد قدرتة على الاذابة بمقدار تركيز ثاني اوكسيد الكاربون المذاب فيه .

يكون تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في الهواء [٠.٠٣٪] ، وعندما يذوب بماء الامطار يتكون حامض الكاربونيك المخفف المذيب للصخور الكلسية ، وتوضح المعادلة التالية الصيغة الاساسية للتعرية الكيمياوية للصخور الكلسية .

$$CaCo_3 + Co_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)$$

ويتباين تركيز ثاني اوكسيد الكاربون المذاب بالماء باختلاف درجة الحرارة للماء ، الضغط الجزيئي لثاني اوكسيد الكاربون . تزداد كمية ثاني اوكسيد الكاربون المذاب بالماء عند ازدياد الضغط الجزيئي للغاز وانخفاض درجة حرارة الماء . ان الماء البارد اكثر قدرة على اذابة Co_2 من الماء الدافىء . ومن جهة اخرى ، يرتفع الضغط الجزيئي لغاز Co_2 في هواء التربة من تحلل بقايا الكائنات الحية العضوية التي تغطي سطح الارض ، حيث تبلغ نسبة تركيز ثاني اوكسيد الكربون [٢٠٪ - ٢٥٪] في هواء التربة وهو العامل الفعال المنظم لعملية اذابة الصخور الكلسية ، ليصل تركيز كاربونات الكالسيوم بالمياه الجارية خلال التكوينات الكلسية [١٥٠ - ٣٥٠ملغم/ لتر] عند درجة حرارة [١٠ م] وعندما يكون تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون ٠.٠٣٪ في الهواء ، ويختلف مدى التعرية الكيمياوية ومعدل الاذابة للصخور الكلسية من موضع لاخر من افاق التربة وتحت سطح الارض لاختلاف تركيز ثاني اوكسيد الكاربون المذاب في الماء وتبلغ اشدها في الافاق العليا للتربة قريباً من سطح الارض لارتفاع نسبة ثاني اوكسيد الكاربون في هواء التربة المتخلف من تفسخ الكائنات العضوية ومخلفات الكائنات الحية ، ويقل معدل الاذابة في الافاق السفلى للتربة وكلما ازداد العمق عن سطح الارض ، حيث تتأثر اذابة الصخور التحتية بعملية مزج الماء المتسرب من سطح الارض مع الماء الجوفي القديم ومقدار تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في كليهما ، حيث تؤدي عملية المزج الى انخفاض درجة الاشباع للمزيج وبطأ نشاط عملية الاذابة . جدول [٩] .

جدول [٩] نسب التعرية الكيمياوية لقطاعات مختلفة من الصخور الكلسية

الموضع	نسبة التعرية الكيمياوية
قطاع التربة	١٠٠٪
١٠سم العليا من الطبقات الصخرية السطحية	٥٧٪
الطبقات الصخرية الكلسية السفلى	٣٠ر٤٪
ممر كهفي مائي	٠ر٠٥٪
حوض نهر غائر	١ر٣٪

المصدر :

David 1. Smith and Timothy C. Atchinson, Prccess, Land forms and Climate in Limestone Regions In Edwerd Derbyshire editor Geomorphology and Climate, John Wiley 1977 P. 370-410

اشكال سطح الارض لظاهرة الكارست

تؤدي عملية الاذابة للصخور الكلسية والدرلوماتية الى تكوين اشكال ارضية مختلفة في نوعها وحجمها او سعتها ، من اشكال دقيقة محفورة على الصخور السطحية الى منخفضات مختلفة الابعاد ، وتلال مرتفعة ، ويوضح الشكل [١٩] المظاهر الارضية المتخلفة عن عملية الاذابة للصخور الكلسية وعلاقتها بحجم التصريف المائي

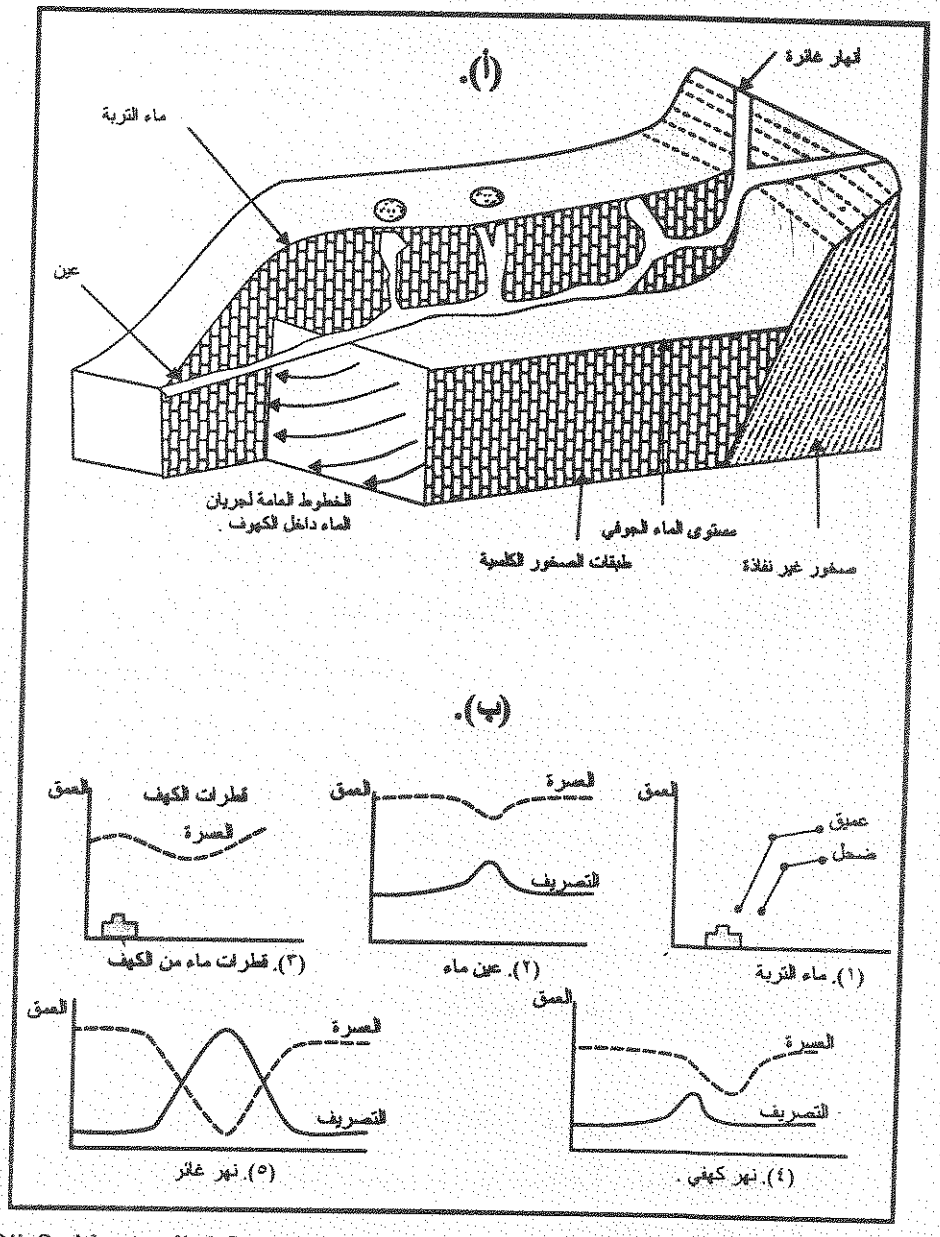
١- انهار سطحية [انهار غائرة ، انهار عمياء ، انهار مغلفة] وتكون الماء دون مستوى الاشباع بالكالسيوم ، ويقل تركيزه عند زيادة التصريف المائي .

٢- منخفضات مغلفة [بالوعات] ، عندما يغطي سطح الارض بمفتتات صخرية من مخلفات التجوية وتربة ناعمة وترسبات فيضية ، وعند سحب المياه من التربة السطحية او من التكوينات الصخرية السفلى تبدأ الارض بالهبوط التدريجي او الفجائي ، ويزداد تركيز الكالسيوم في ماء التربة مع ازدياد سمك قطاع التربة ويكون دون مستوى الاشباع بالكالسيوم .

٣- انهار غائرة ويزداد تركيز الكالسيوم في الماء ويتباين تركيزه مع تغير التصريف المائي ، ويقل عند سقوط امطار غزيرة تتغلغل خلال البالوعات والمنخفضات المنتشرة على سطح الارض .

٤- ممرات الكهوف ، يتباين تركيز المحاليل الكيمياوية في المياه الجارية خلالها مع تغير التصريف المائي ، ولكن

شكل(١٩): أ). اشكال سطح الارض المتخلفة عن عمليات الاذابة للصخور الكلسية ،
ب). الاشكال البيانية (١،٢،٣،٤،٥) توضح العلاقة بين التصريف المائي
وعسرة الماء عند مواضع انبثاقها .



المصدر : Dil ,Smith . Applied Geomorphology and Hydrology of Karst Regions In : J. R. Hoils Applied Geomorphology , 1977.

مقدار التباين يقل مما عليه في الانهار الغائرة او السطحية .

٥- ينابيع يتحدد موضع انبثاقها عند سطوح عدم التوافق ، وتغذيها المياه الجوفية المتسربة خلال التكوينات الكلسية ، ولايتباين تركيز الكالسيوم في مياهها ولايتأثر باختلاف كمية الامطار الساقطة وحجم التصريف المائي .

ويوضح الشكل [٢٠أ] منظر مجسم لاشكال الكارست وكالاتي :-

أ- وادي نهر رئيسي (١) .

ب انهار غائرة تظهر على سطح الارض عند موضع (٢) وتجري المياه مسافة معينة وتختفي تحت سطح الارض عند بالوعة اذابة (٣) ، ويستمر الماء بالجريان تحت سطح الارض ، اسفل ظاهرة جسر طبيعية (٤) ، لتنبثق المياه ثانية عند موقع (٥) لمسافة قصيرة ، ثم تختفي تحت سطح الارض ثانية عند بالوعة اذابة ثالثة (٦) او في بالوعات انهيارية (٧) توجه بشكل متقطع ذات جوانب شديدة الانحدار مقارنة مع بالوعات الاذابة Dolines (٨) ، كما توجد وديان عمياء ، موضع (٩) .

النشاط البشري للاراضي الكارستية :

ان عمليات الاذابة للصخور الكلسية تؤدي الى نشأة اشكال ارضية على جانب كبير من التعقيد ، وتواجه الانسان بمعوقات تفرضها البيئة عند استغلالها واستعمال الارض عند شق طرق النقل ، او بناء السدود والخزانات ، او استغلالها في التعدين . ان اهم تلك المعوقات :

١- عدم استقرار سطح الارض ، تعرضه لعمليات الانهيار او انخسافات التكوينات الصخرية والتربة السطحية .

٢- عدم القدرة على التنبؤ بحجم الموارد المائية .

اولاً : عدم استقرار سطح الارض في المناطق الكارستية عند تعرضه لهبوط تدريجي او فجائي الذي يرافق تكوين المنخفضات المغلقة [البالوعات ، او الدولين Dolins] .

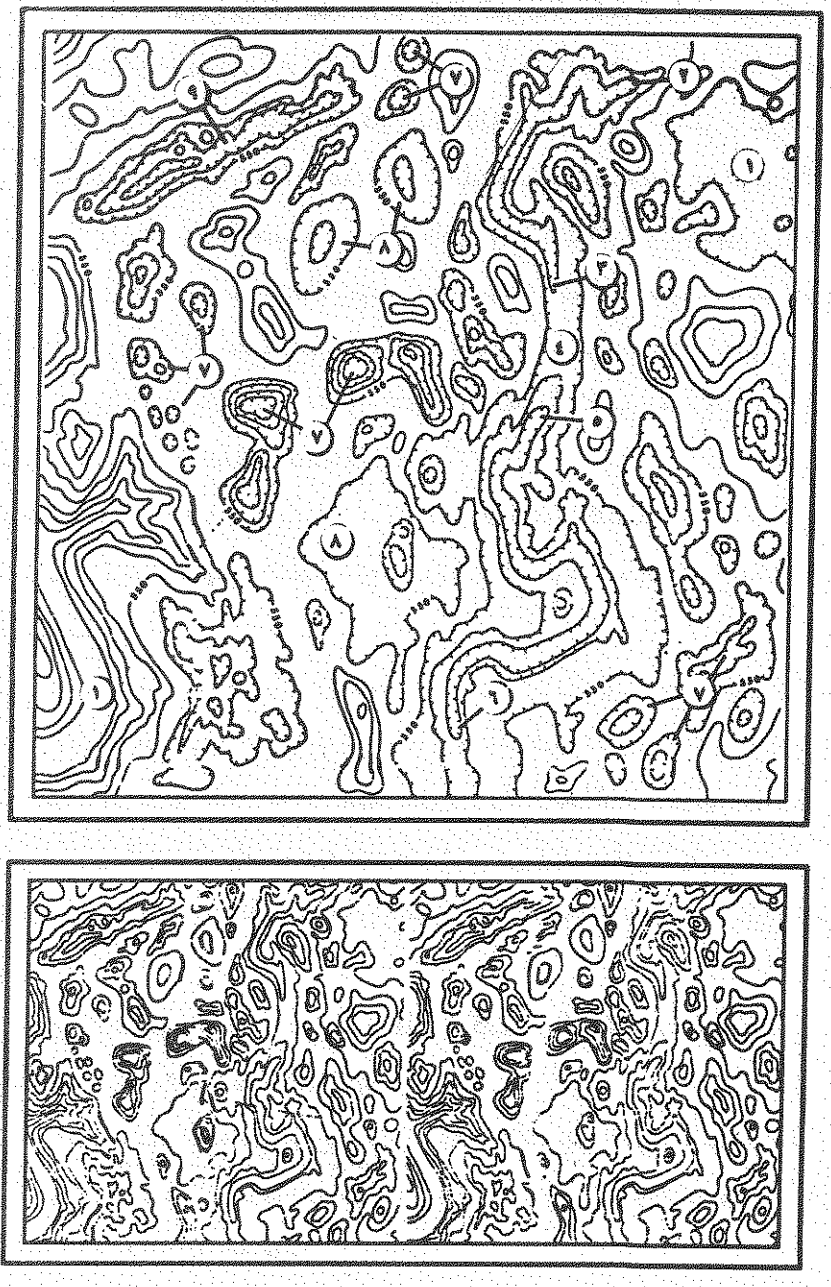
والمنخفضات المغلقة ، تجاويف صغيرة او معتدلة الحجم يتراوح اتساعها [١٠-١٠٠م] واعماقها [٢-١٠٠م] دائرية او بيضوية الشكل ، تبدو مقاطعها العرضية [قمعية او اسطوانية او قرصية] وتقسم الى نوعين :-

١- بالوعات الاذابة ، تنشأ عن اتساع الفتحات والشقوق الصخرية من عمليات الاذابة ، عند ترشح المياه خلالها ، تؤدي الى هبوط تدريجي للمفتتات الصخرية والتربة السطحية مكونة منخفضاً مغلقاً .

٢- بالوعات انهيارية ، تنشأ عن استنزار الاذابة وتوسع فتحات الشقوق الكهفية تحت سطح الارض ، ينجم عنها ضعف البناء الصخري لسقف الكهف والصخور الحاملة له ، فينهار تحت تأثير الجاذبية الارضية ، وتكون نسبة العمق / الاتساع اكبر من بالوعات الاذابة .

وعندما تندمج البالوعات والمنخفضات المتجاورة تتكون اما منخفضات او وديان مغلقة تدعى [اوڤال Uval]

شكل (٢٠): اشكال سطح الارض لظاهرة الكارست في مناطق الصخور الكلسية .
الصورة السفلى منظر علوي مجسم .



منظر مجسم

وهي تجاويف طولية متموجة القاع غير منتظمة الابعاد والشكل يتراوح اتساعها [٥م -١٠٠م] ، وعمقها [١-٢٠م] ، او منخفضات [بولية Polje] ، منخفضات طولية منبسطة القاع جوانبها شدة الانحدار .

ويؤدي النشاط البشري الى انتشار ظاهرة المنخفضات المغلفة وازدياد تكرر الانهيارات الارضية المفاجئة لتغير النظام المائي تحت سطح الارض وحركة الماء الجوفي ، ضمن دورة الماء في الطبيعة ، وخاصة بعد سحب او ايقاف حركة الماء او خفض مستوى الماء الجوفي يرافقه تبدل حركة المواد التي تملأ الشقوق والفواصل تحت سطح الارض .

ففي منطقة برمنگهام الصناعية / ولاية الاباما ، نشأ مايقرب عن ٢٠٠ انهيار مفاجيء او انخساف اراضي في مساحة قدرها [١كم٢] ، لقد كانت التجاويف باقطارها ، [٣م] وبعمق [٥ر٢م] في ترب طينية تغطي تكوينات دولوماتية تاثرت بتجوية سابقة ، لقد تطورت المنخفضات بعد خفض منسوب الماء الجوفي لعمق ٤٠م .

وتكونت ١٠٠ بالوعة ، خلال خمسة اشهر في وادي Hershey / بنسلفانيا ترواحت اقطارها [٢-٧م] تزيد اعماقها عن [٨م] في منطقة مناجم واعمال تعدين مساحتها ٢٥كم٢ ، اعقبت سحب المياه الجوفية لطبقة الصخور الكلسية تحت قاع الوادي ادت الى خفض منسوب المائي بمقدار ١٥م عن مستواه السابق .

ان الظروف التي تساعد على نشأة وتطور التجاويف المغلفة والانيارية هي : Foose 1968 .

١- طبقات صخرية كلسية - دولدماتية قابلة للذوبان .

٢- مفتتات صخرية وتربة سمكها لايقل عن ١٠م تغطي الطبقات الكلسية .

٣- كثرة التجاويف والممرات الكهفية المتغلغلة بين الطبقات الصخرية والمتصلة مع بعضها تسمح للمياه الجوفية نقل الترسبات السطحية .

٤- نشاط عملية تجوية الطبقات الصخرية السطحية ، تؤدي الى تكوين سطح قبابي غير منتظم الشكل ، ولاتزيد المسافة الفاصلة بين القبات عن ١٠م-١٥م تشغلها كهوف تغطيها التربة والمفتتات الصخرية .

٥- عدم تجانس المواد الرسوبية التي تغطي سطح الارض وتملأ الفراغات البينية بين القباب ، حيث تؤدي المواد المتجانسة الى تكوين بالوعات اذابة بسبب الهبوط التدريجي لمواد سطح الارض .

٦- وفرة الماء الجوفي قادر على الحركة السريعة وبسهولة لنقل المفتتات الصخرية والتربة المتسربة تحت سطح الارض من الكهوف .

٧- انخفاض مستوى الماء الجوفي دون مستوى الطبقات الكلسية والتربة والمفتتات الصخرية التي تغطي سطحها مما يؤدي الى جفاف الترسبات السطحية واندماجها .

ثانياً : عدم القدرة على التنبؤ بحجم الموارد المائية ، نظراً لقلة عدد الانهار السطحية او ندرتها ، وعدم استقرار نظمها المائية ، وتسرب نسبة كبيرة من مياهها الى باطن الارض من قاع السدود والخزانات ، من الانهار العمياء او الانهار المغلفة ، او حركة الماه الجوفية .

وتتصف المناطق التي تنتشر فيها ظاهرة الكارست بنظام فريد لتصريف المياه السطحية ناشيء عن تسرب المياه السطحية تحت سطح الارض ، لتتحرك ضمن المياه الجوفية [راجع نظام المياه الجوفية وحركتها] ان حجم المياه

السطحية الجارية وتصريفها يرتبط وثيقاً بنظام المياه الجوفية والذي يخضع لنظام الفوالق والشقوق والتي تسيطر على تطور المجاري الجوفية والتي تنبثق خلال العيون وتزيد المجاري السطحية بالمياه .

٢ : ٥ : ٤ الانخسافات الارضية من ذوبان الجليد

يؤدي ذوبان الجليد تحت سطح الارض في المناطق الشبه القطبية الى تكوين منخفضات مختلفة الاشكال ، يصطلح عليها [ظاهرة الكارست لارتفاع درجات الحرارة ، Thermo-Karst] عند اختلال نظام درجات الحرارة والتوازن البيئي الضعيف للتربة السطحية عند حدوث :-

١- تقلبات مناخية .

٢- عوامل محلية تعزى الى النشاط البشري [الحرائق ، ازالة الغطاء النباتي واعداد الارض للزراعة ، تحويل مجاري الانهار ، مد انابيب نقل النفط والغاز الطبيعي ، شق طرق النقل ، الانشاءات واعمال البناء ..] ، والتي تؤدي الى اضطراب او ازالة الافاق العليا من التربة ، وكشف الطبقات العميقة [التي تكونت قديماً في بيئات مناخية مغايرة للتغيرات المناخية الحالية التي يتأثر بها الغلاف الغازي .

في المناطق الشبه القطبية تتوزع مواد سطح الارض فوق اشكال هندسية ، مضلعات ، دوائر ، خطوط تمتد كيفما اتفق ، يطلق على اشكال سطح الارض [التربة المضلعة ، Polygons].

حيث تؤدي عمليات التجمد والذوبان الى تشقق التربة ، وتكون ابعاد الشقوق [اتساعها اعماقها] بيانياً متباينة من مكان لاخر ، وتتسع باستمرار ، حيث تشغل الشقوق المياه الذائبة في فصل الصيف لتتجمد ثانية في فصل الشتاء ، ويكبر حجم الشقوق تدريجياً ليمتد الجليد خلال الشقوق عميقاً تحت سطح الارض يطلق عليه [الاسفين الجليدي] .

ويرتبط تكون الاسفين الجليدي بظاهرة التربة المضلعة والتي تنشأ من تفاعل نوعين من العوامل :-

١- تكرار عمليات التجمد والذوبان تؤدي الى فرز وفصل مفصولات التربة الناعمة عن الذرات الخشنة ، وتتجمع الحبيبات الناعمة في الوسط وتتماسك مع بعضها تحيطها المفصولات الخشنة ، وعند حدوث الصقيع تنتفخ التربة ترتفع المكونات الصخرية الى الاعلى وتندفع نحو الخارج ، بينما تتجمع الذرات الناعمة في الوسط وتهبط الى الاسفل عند ذوبان الجليد ، ان استمرار العملية يؤدي الى تقارب واندماج المواد الناعمة من بعضها تحيطها المفتتات الصخرية بشكل مضلعات او دوائر تغطي سطح الارض المنبسطة بينما تتجمع المفتتات الصخرية والترابية بشكل خطوط طولية تمتد مع انحدار سطح الارض المرتفعة .

ويؤدي النشاط البشري في المناطق الشبه القطبية الى :-

١- حركة المواد الترابية والمفتتات الصخرية ومواد سطح الارض وبشكل انسيابات ترابية .

٢- ذوبان الاسفين الجليدي بعد ازالة الافاق العليا للتربة ، وتأثره بالتقلبات المناخية ، حدوث الانخسافات الارضية للطبقات السطحية ، ونظراً لعدم انتظام امتداد جبهة التجوية ، يؤدي الى انهيار المنشآت المدنية .

الفصل الثالث

وسائل البحث لدراسة علم اشكال سطح الارض التطبيقي

المبحث الاول : الدراسات المكتبية

المبحث الثاني : الدراسات الميدانية والمختبرية

المبحث الثالث : اعداد الخرائط الجيومورفولوجية

المقدمة

تؤكد الدراسات الجيومورفولوجية على تمييز اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها وتطورها ، ومن ضمنها الانسان ، ويهتم المختصون بتقييم اشكال سطح الارض قبل استغلالها ، لان بعض عناصر التغيير تصبح عوامل عدم استقرار لبيئة الانسان : ويتم تقييم الاراضي من تقسيمها في مكان ما الى وحدات متشابهة في صفاتها الطبيعية الاساسية لتصبح مختلفة عن الاراضي المجاورة ، سواء كانت مساحة الارض كبيرة ام صغيرة ، وتتصف الوحدة الارضية بتكرر تضاريسها ، تربتها ، نباتها الطبيعي ... الخ .

ان تقسيم سطح الارض الى وحدات متشابهة ، منهج علمي يهدف الى توضيح تضاريس المكان ، تربته ، غطاءه النباتي ، علاقتها بجيولوجية المكان ، والعمليات الجيومورفولوجية ومن ثم اعداد خارطة توضح توزيع الوحدات الارضية ، تصنيفها ، وتاليف خرائط النظم الارضية .

لقد بدأت الدراسة التطبيقية لعلم اشكال سطح الارض [تصنيف الاراضي وتقييمها] بمنهجها الحديث ، بعد الحرب العالمية الثانية ، للحاجة الماسة الى المعلومات الضرورية من مسح الموارد الطبيعية بشكل دقيق لاجل استغلالها وسد حاجة الانسان ومعالجة الازمات الاقتصادية الناجمة عن الحربين العالميتين الاولى والثانية .

لقد استخدم هذا الاسلوب لاول مرة في استراليا ، ثم طبق في كندا ، روسيا [الاتحاد السوفيتي سابقاً] من اجل تطوير بعض الاقاليم والاراضي واستغلالها والتي لم يصل اليها الانسان من خلال مسح جيومرفولوجي سريع لتلك الاراضي الشاسعة من دراسة مواضع صغيرة وتعميم نتائجها عن الاقاليم الكبيرة ويتطلب الاسلوب المتبع لاعداد دراسات تصنيف الاراضي وتقييمها وتحديد النمط الامثل لاستعمالها ، جمع المعلومات من مصادر مختلفة ، وفق المخطط [٩] حيث يتضح ان مراحل البحث التطبيقي لعلم اشكال سطح الارض :-

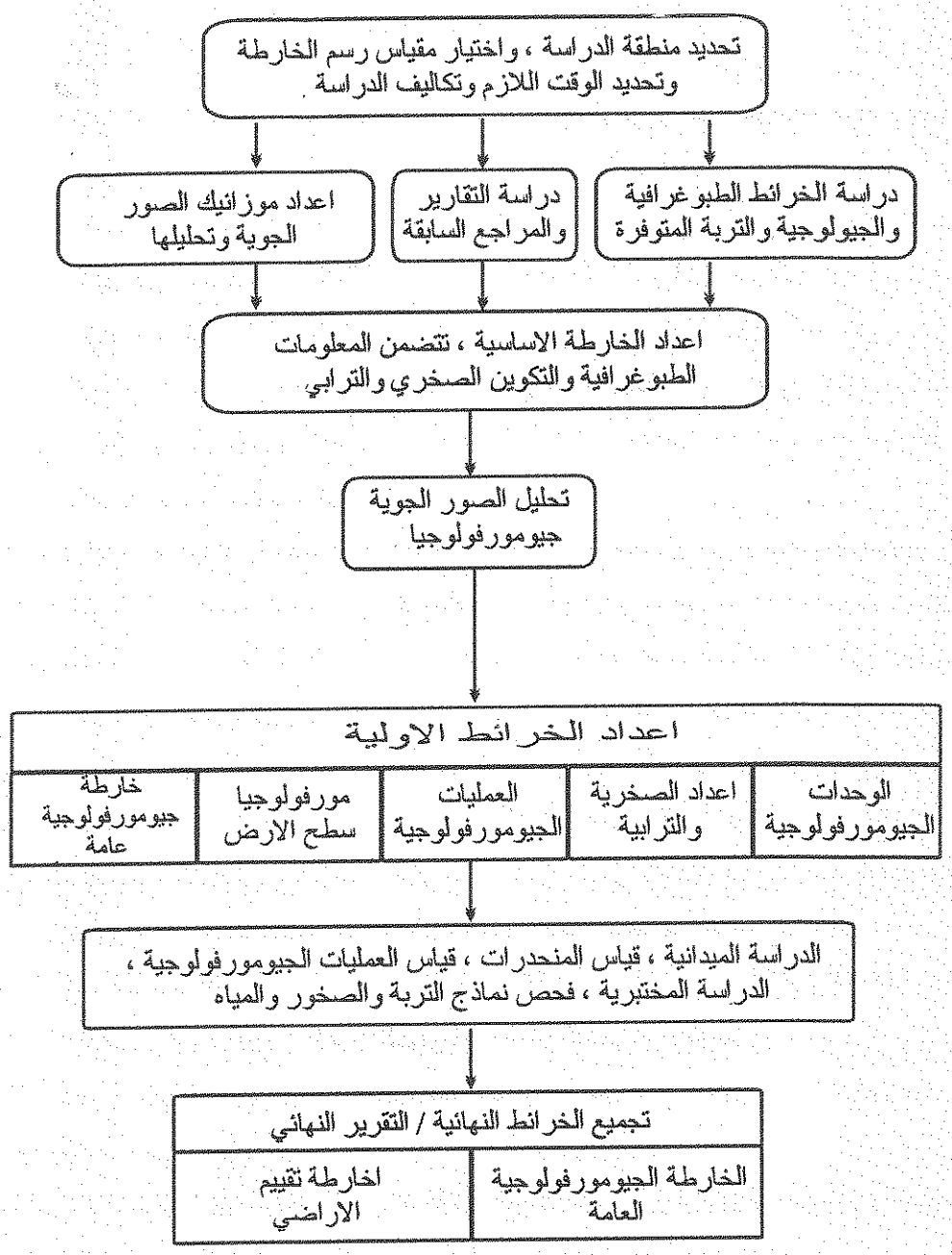
١- مرحلة الدراسة المكتبية الاولية . وتتضمن تحديد منطقة الدراسة ومراجعة التقارير السابقة ودراسة الخرائط الجيولوجية ، الطبوغرافية ، التربة ، اعداد الصور الجوية او الفضائية وتحليلها .

٢- مرحلة اعداد الخرائط الاولية عن مورفولوجية سطح الارض : الوحدات الجيومورفولوجية ، العمليات الجيومورفولوجية ، مواد سطح الارض .

٣- مرحلة الدراسة الميدانية والمختبرية : قياس اشكال سطح الارض ، التربة ، قياس العمليات الجيومورفولوجية ، تتبع البناء الجيولوجي .

٤- اعداد الخارطة الجيومورفولوجية النهائية وخارطة تقييم الاراضي ونمط استعمالها ، اعداد التقرير النهائي .

مخطط (٩): مراحل اعداد الخرائط للدراسات التطبيقية لاشكال سطح الارض .



المصدر : (١). يحيى عيسى فرحان ، التطبيق الهندسي للخرائط الجيومورفولوجية ، دورية الجمعية الجغرافية الكويتية (١٣) ، كانون الثاني ، ١٩٨٠

(2). Chorely .R.J. Application of Statistical Method to Geomorpholog . In Essays in Geomorphology . G.H. Dury editor , London , B75 . 388 .

المبحث الاول
الدراسة المكتبية وتحليل الصور الجوية

تهدف الدراسة المكتبية الى اعداد دراسة تمهيدية والحصول على معلومات اولية من مصادر سابقة تمهيداً للدراسات الميدانية والمختبرية . ومن بين تلك المصادر [الخرائط الجيولوجية ، الخرائط الطبوغرافية ، خرائط التربة ، معلومات هيدرولوجية ، النبات الطبيعي والبيئة الحيوية ونمط استعمال سطح الارض ، الصور الجوية والفضائية ، وتساعد المعلومات على تحديد ظروف البيئة الطبيعية لسطح الارض .

٣ : ١ : ١ الخرائط والتقارير الجيولوجية

يستفاد من الخرائط والتقـــارير عن جيولوجية سطح الارض ، والمتـــوفرة في هيئات المســـح الجيولوجي لدراسة :-

١- البناء الطباقي [بنية الطبقات] وعلاقته بالبناء الصخري والمفتتات الصخرية المكشوفة على سطح الارض وتوزيعها ، ان الخرائط الجيولوجية على نوعين :-

أ- خرائط جيولوجية الطبقات الصخرية Bed Rocks Geologic Mops .

ب- خرائط جيولوجية المفتتات الصخرية Sur Ficial Gelolgic Maps .

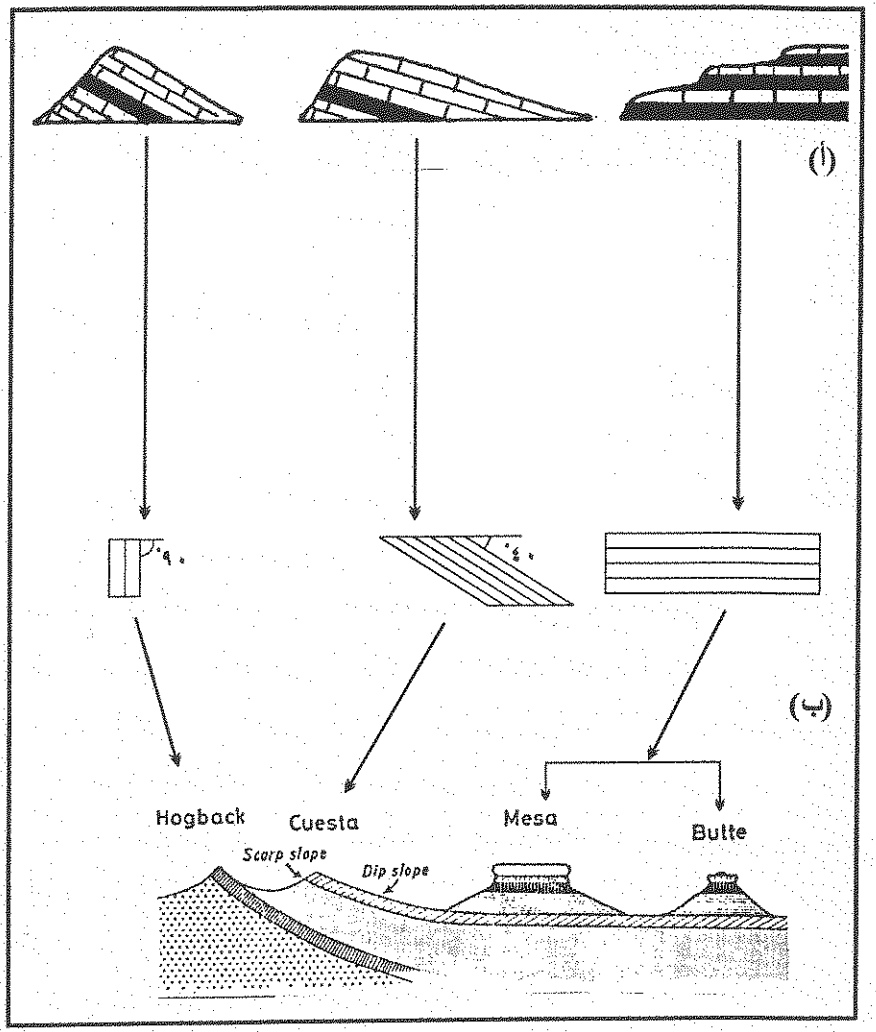
ان خرائط جيولوجية الطبقات الصخرية تفيد لتفسير اصل الروحدات الصخرية كما تساعد في اعداد القطاع الجيولوجي لتوضيح اتساع جيولوجية المنطقة وعمقها عن سطح الارض .

ويستفاد من خارطة جيولوجية الترسبات السطحية لتوضيح علاقتها بجيومورفولوجية سطح الارض ، مثل مناطق الارساب الفيضي ، المناطق المعرضة للانزلاقات الارضية . مواد سطح الارض من الحصى والرمل والمفتتات الصخرية او مكامن المياه الجوفية .

٢- يستفاد من الخرائط الجيولوجية الجيدة لتفسير اشكال سطح الارض البنيوية ، مثل منحدرات خطوط الانكسارات ، الحافات الفقرية ، الكويستا . الميسا ، نمط الصرف لشبكة القنوات النهرية ، سطوح التوافق ، لاحظ شكل [٢١] .

وقد تدمج الخرائط الجيولوجية لطبقات سطح الارض مع خرائط جيولوجية المفتتات الصخرية في خارطة واحدة ، ان الخرائط الجديدة توفر معلومات تفصيلية عن تكوينات سطح الارض الصخرية ذات الاهمية لمشاريع الهندسة .

شكل (٢١): أ). البناء الجيولوجي لطبقات القشرة واشكال سطح الارض البنائية .
ب). العلاقة بين اشكال سطح الارض والبناء الجيولوجي .



٣ : ١ : ٢ خرائط وتقارير التربة

توفر خرائط التربة والتقارير المرفقة معها ، معلومات موثقة لها اهميتها في الدراسات الجيومورفولوجية ، وخاصة الخرائط المعدة عن تفسير الصور الجوية ، ان نشأة التربة وتوزيعها يرتبط بتوزيع تضاريس وانحدار سطح الارض ، نمط التصريف المائي ، مثل ترب [المدرجات ، السهول الفيضية ، كتوف الانهار ، المراوح الفيضية] والمتأثرة بعمليات التجوية والتعرية وتختلف افاقها باختلاف العوامل السابقة ، شكل [٢٢] .

ان المعلومات التي توفرها خرائط التربة تساعد على تقييم ، وصف مواد سطح الارض للافاق العليا من القشرة الارضية ولعمق لايتجاوز ١ر٥م من سطح الارض ، وهي توفر المعلومات عن نسجة التربة ، عمق ومستوى الماء الجوفي ، نفاذية التربة وقابليتها على امتصاص الماء والاحتفاظ به ، طرق تصريف الماء ، مصادر مفصولات التربة من الطين والرمل والغرين ، صخر الاساس ، النبات الطبيعي .

ان المعلومات السابقة لها اهميتها في الدراسات التمهيدية لتصنيف الاراضي وطرق ادارتها ، لتحديد ملائمتها للاستعمالات المختلفة وامكانية استصلاحها .

٣ : ١ : ٣ معلومات هيدرولوجية

تتوفر لدى المؤسسات او الهيئات المختصة بالموارد المائية معلومات لها اهميتها في الدراسات التطبيقية لاشكال سطح الارض .

١- معلومات واحصاءات عن حالة الفيضان [الفيضانات السابقة ، تكررها ، احجامها مناسيب المياه الواطئة ، فتراتها ، حجم التصريف المائي اليومي ، نطاق ومساحة الاراضي المغمورة بالمياه ، التنبؤ بحدوث الفيضان] .

٢- معلومات عن المياه الجوفية ومناسيبها ، توزيعها ، نوعيتها ، حركتها .

٣- معلومات عن مشاريع الري والبزل واستصلاح الاراضي

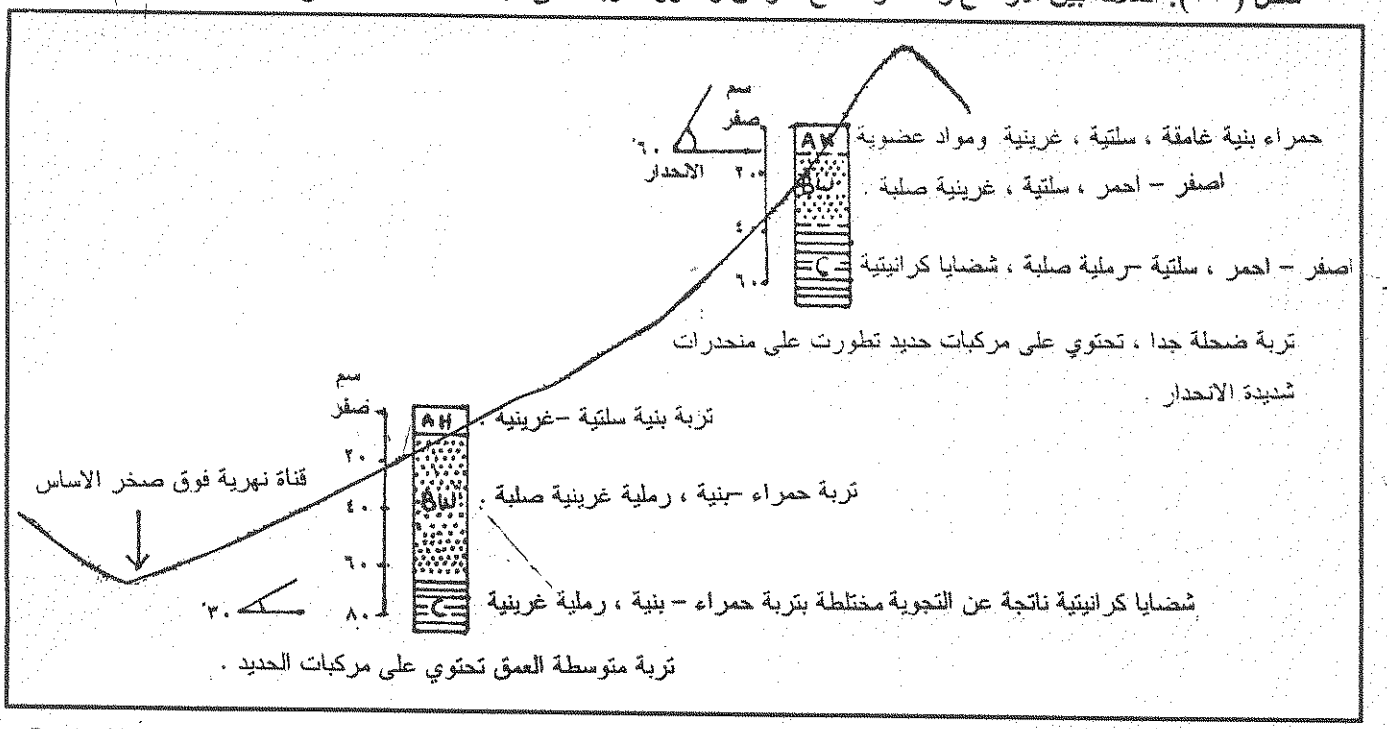
٤- معلومات عن موارد المياه السطحية وتوزيعها [الانهار ، توزيعها ، مناسيبها ، المسطحات المائية الطبيعية والاصطناعية / بحيرات ومستنقعات وخزانات ، حجم الموارد المائية السطحية ، نوعيتها / المواد المعلقة والمواد المذابة ، توزيع محطات قياس التصريف المائي .

٥- معلومات عن العوامل التي تسيطر على توزيع الموارد المائية وتباينها من وقت لاخر .

٣ : ١ : ٤ الاستشعار عن بعد [التصوير الجوي ، الصور الفضائية]

الاستشعار عن بعد او التحسس النائي ، علم يهدف للحصول على معلومات عن الاجسام من قياسها عن بعد من خلال قياس الاشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة عن الجسم او السطح . ان للاشعاعات الكهرومغناطيسية طاقة وبشكل امواج دقيقة ناتجة عن تغير في شحنة ذرات الاجسام وتردد جزيئاتها والمنبعثة عنها عندما تكون درجة حرارتها في حدود الصفر المطلق [-٢٧٣°م] .

شكل (٢٢): العلاقة بين الارتفاع وانحدار سطح الارض وتطور التربة على مرتفعات مدارية لمناخ الغابات المطيرة .



المصدر : Brain Knapp, Soil Processes , George Aleen , London , 1979 , p. 43 .

ان الاشعاعات الكهرومغناطيسية متنوعة [حرارية ، ضوئية ، ادارية] ، مختلفة في طول موجاتها وترددها ، ويترواح طول موجاتها من [٢٠١٠ ، مايكرومتر] لاشعة كاما الى [١٠-١٠] لموجات الراديو .

ويعتمد التحسس النائي على استشعار الموجات الكهرومغناطيسية التي طولها [٣ر٠-١٥ مايكرومتر] والمنعكسة من الاجسام ، وهي الاشعة الضوئية ، الاشعة الفوق البفسجية والاشعة تحت الحمراء ، ان اجهزة الاستشعار عن بعد من نوع الكاميرا تعكس الاشعة الكهرومغناطيسية التي مدى موجاتها [٣ر٠ - ٩ر٠ مايكرومتر] ، بينما اجهزة الاستشعار المتعددة الاطياف تعمل من انعكاس الاشعة الكهرومغناطيسية التي طول موجاتها [٣ر٠-١٥ مايكرومتر] وتعتبر الشمس مصدر الاشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الارض والاجسام الاخرى ، وان هذه الاشعة عند مرورها بالغلاف الغازي وسقوطها على جسم ما تتوزع بعمليات الانكسار ، الانعكاس ، الانتقال ، الاستقطاب] . ان الاشعة الكهرومغناطيسية الساقطة على جسم ما يمتص جزئا ويعكس جزءا اخر ، وينتقل الجزء الثالث خلال الجسم الى الاجسام الاخرى . ان الاساس العلمي للتحسس النائي يعتمد قياس كثافة الاشعة المنعكسة من الجسم وترددها والتي تتحدد من :-

١- درجة الحرارة المنبعثة من الجسم .

٢- بناء الجسم وتركيبه .

٣- الصفات الفيزياوية للجسم .

ان الاجسام الساخنة ذات درجات الحرارة العالية ، تعكس وتبث اشعاعات ذات موجات قصيرة ، ان الشمس والتي درجة حرارتها [٦٠٠٠° كالوري] ترسل اشعاعات بموجات يصل اقصى مدى لها [٥ر٠] مايكرومتر ، وهي قريبة من المدى الذي تستطيع العين البشرية استكشافه ورؤيته والبالغة [٣٨ر٠-٧ر٠] مايكرومتر ، بينما معدل درجة حرارة الارض والهواء المحيط بها يبلغ [٣٠٠° كالوري] ومن ثم موجات الطاقة الاشعاعية اطول ويصل اقصى مدى لها [٧ر٩] مايكرومتر تقريباً .

ان الاشعة التي تستلمها وتمتصها الاجسام ، تتحول الى طاقة كامنة داخل الاجسام وتسبب تسخينها ، ولكن لاتستمر درجة حرارة الاجسام بالارتفاع ، ومن جهة اخرى ، تختلف الاجسام في مقدار الاشعة التي تمتصها ، فعندما ترتفع درجة حرارة الاجسام اكثر من حرارة الاجسام المحيطة بها تنبعث منها حرارة الاجسام المجاورة والتي تقوم بامتصاصها ، وتستمر عملية الامتصاص والفقدان الى ان تصبح حرارة الاجسام داخل الغلاف الغازي بدرجة حرارة متماثلة ، لذك فان درجة حرارة الجسم المشبع تحدد الطاقة الكهرومغناطيسية المنبعثة عنه .

يتم الاستشعار عن بعد من قياس الاشعة الكهرومغناطيسية ضمن مواقع تسمى [النوافذ Windows] تحدد اماكن امتداد الطيف الكهرومغناطيسي لاتتأثر بعملية الامتصاص من قبل مكونات الغلاف الغزي ، ان الغلاف الغازي خليط من غازات ، بخار الماد ، الغبار وتعمل هذه المكونات على امتصاص موجات كهرومغناطيسية باطوال معينة .

وتؤثر حالة الجسم وصفاته على مقدار الاشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة وتختلف باختلاف الجسم ، ان مقدار خشونة السطح تحدد نسبة الاشعة الممتصة والمنعكسة ، ان السطح الاملس يعكس الاشعة بنفس زاوية سقوطها ، بينما السطح الخشن يعكس الاشعة في جميع الاتجاهات ، هذه السطوح توفر معلومات طيفية عن لون السطح العاكس . كما تتغير الاشعة المنعكسة بطبيعة المادة [بناء الجسم وتركيبه] جدول [١٠] .

جدول [١٠] العاكسية Alpedo لمواد مختلفة ضمن الظروف الطبيعية

المادة	العاكسية	المادة	العاكسية	المادة	العاكسية
ماء عكر	١٠-١	اعشاب	٣٠-٥	الجليد	٤٠-٢٥
ماء نقي	٢	التربة	٣٠-٥	الغيوم المرتفعة	٨٥-٣٠
غـابات	١٠-٥	غيوم منخفضة	٦٥-٥	الحجر الكلسي	٤٠-٣٥
محاصيل زراعية	١٥-٥	اللاڤا	٢٠-١٥	الثلوج القديمة	٧٠-٤٥
مناطق حـضرية	٢٠-٥	الرمل	٤٠-٢٠	الثلج الحديث	٧٠-٤٥

المصدر :

W.G. Rees, physical Principles & Remote Sensing 1990 , P 46 .

نقلاً عـــــن :

لطفي المؤمني : الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجي [دراسة هيدرولوجية / حوض وادي الموجب الرئيسي في الاردن] ، وزارة الثقافة - الاردن ، ١٩٩٧ ، ص٦١ .

وتستخدم اجهزة الاستشعار عن بعد معدات متباينة لقياس الاشعة الكهروكغناطيسية المنبعثة عن الاجسام لاغراض التحسس النائي من كاميرات يدوية الى اجهزة متعددة الاطياف ، وكل جهاز مصمم ليستجيب لطاقة كهرومغناطيسية ذات طول موجي معين وتردد خاص ، ويتحدد نوع الجهاز بنوع المعلومات المطلوب تسجيلها وقياسها ، ان الطاقة الشمسية الكهرومغنلطيسية التي يمتصها الجسم تسبب رفع درجة حرارته ويزداد نشاط جزيئاته وتنبعث منه اشعاعا ويصبح هدفاً يمكن استكشافه باجهزه التحسس النائي التي تقيس كثافة الاشعة المنعكسة من الجسم الموضوعة في الفضاء وتدور حول الارض ، وتقسم الى قسمين :-

١- اجهزة استشعار عن بعد تصويرية .

٢- اجهزة استشعار عن بعد غير تصويرية .

وتستعمل اجهزة الاستشعار التصويرية وسائل تحسس تستجيب لموجات كهرومغناطيسية بمدى طيفي [٠٫٢٨ - ١٫-] مايكرومتر ، وتتوفر افلام تستلم الاشعاع المنعكس ضمن تلك المديات وتحولها الى تصاوير جوية ، وتتحسس اجهزة الاستشعار غير التصويرية لتلتقط اشعاعات بموجات اطوالها خارج المديات السابقة وتحولها الى خيالات او رموز تصويرية [تصاوير فضائية] .

اولاً : التصوير الجوي

احد اساليب الاستشعار عن بعد باستخدام كاميرات لتصوير الاجسام باستعمال افلام تستجيب للاشعة الفوق البنفسجية الطويلة الموجة والاشعة تحت الحمراء والاطياف المتعددة باستعمال افلام [اللونين الاسود والابيض او بالالوان] ، وتستعمل حالياً كاميرات تصويرية تحمل افلاماً [٢٤سم ×٦١سم] .

ويستخدم التصوير الجوي التقليدي لتصوير مناطق شاسعة من ارتفاعات شاهقة ، وتستخدم كاميرات بانورامية متعددة الاطياف لالتقاط عدة تصاوير في آن واحد ضمن موجات محددة في طولها ، حيث يمكن التعرف على [شكل الجسم ، حجمه ، موضعه ، نمط انتشاره] من تتبع تدرج اللون ، لذلك اصبحت الصور من وسائل البحث الرئيسة لعلوم الارض ومنها الجيومورفولوجيا .

ويتم تحليل الصور الجوية بترتيبها بهيئة موزاييك حسب تسلسل ارقامها وخطوط طيرانها ، حيث توضع الصور الجوية التي تحمل الرقم الفردي الى الاسفل اوالى اليسار ، والصور التي تحمل الرقم الزوجي الى الاعلى او الى اليمين ، بحيث تغطي الصورة التي تحمل الرقم الزوجي جزءا يتروح [٤٠٪-٦٠٪] من الصورة التي تحمل الرقم الفردي ، لاعداد صورة كبيرة للاقليم المطلوب دراسته .

وتحلل وتدرس الصور الجوية من فحص كل زوج من الصور الجوية عند النظر اليهما من خلال جهاز الابصار المجسم ، حيث تبدو الاشكال او الاجسام على سطح الارض مجسمة بابعادها الثلاثة [الجبال والمرتفعات ، الانهار والوديان و الغطاء النباتي ...] لغرض :-

١- تحديد اشكال سطح الارض [انحدارات محدبة ام مقعرة ، درجة الانحدار ...] .

٢- تحديد العمليات الجيومورفولوجية [مائية ، ريحية ، حركة مواد سطح الارض ...] .

٣- تحديد مواد سطح الارض الترابية او الصخرية وتوزيعها .

٤- تحديد الوحدات الجيومورفولوجية من تجانس المظهر الخارجي للاشكال الارضية او تجانس العمليات الجيومورفولوجية او تجانس مواد سطح لارض ويتم تصنيفها وفق النظام المتبع في تصنيف النظم الارضية .

ان اختلاف درجة اللون للجسم تسبب اختلاف وكمية الاشعة المنعكة من الجسم ويستفاد منها لتقدير محتوى رطوبة التربة ونسجتها ، ان الالوان الفاتحة تشير الى تصريف جيد وتربة خشنة الحبيبات ، بينما الالوان الفاتحة تشير الى ترب رديئة الصرف ناعمة الحبيبات ، كما يشير الى تناسق وتماثل الى تجانس مواد سطح الارض والمفتتات الصخرية .

ويمكن التعرف على العديد من اشكال سطح الارض من تحليل الصور الجوية ، مثل ، السهول المروحية والفيضية ، الالتواءات النهرية ، البحيرات الهلالية ، الكثبان الرملية ، ظواهر الكارست . . كما يمكن استكشاف الوديان الاخدودية ، والوديان الطولية ذات المنحدرات المعتدلة التي تشق تكوينات طينية ، بينما تكون الوديان المتكونة فوق تكوينات رملية - خصوية قصيرة ذات ضفاف شديدة الانحدار .

كما يستفاد من الصور الجوية في تتبع نمط انتشار القنوات النهرية وتحديد نمط شبكة الصرف النهري وكثافتها . وتدل كثافة الصرف النهري العالية على تكوينات صخرية طينية غير نفاذة مثل صخور الطفل ، بينما تصبح كثافة الصرف النهري الواطئة فوق تكوينات رملية وحصوية او كلسية نفاذة .

ثانياً : الصور الفضائية

اسلوب للاستشعار عن بعد للاجسام من قياس الموجات الرادارية او بواسطة ماسح الكتروني للاشعة فوق الحمراء ، ان جهاز القياس Radiometers يقارن الاشعاع المستلم من الجسم مع الاشعاع القياسي المسجل سابقاً وينشأ عن ذلك اشارة كهربائية تمثل نسبة الاختلاف بين الاشعاع المقاس الى الاشعاع القياسي والتي تحول الى نظم معلومات تخزن بشكل ارقام ، ان البيانات السابقة تستند الى معلومات الاقمار الصناعية الامريكية [Land sat] ، القمر الصناعي الفرنسي [Spot] والتي تدور حول الارض في مدارات وعلى ارتفاع يصل الى ٩٥٠سم .

لقد اطلقت الى الفضاء سلسلة اقمار صناعية لاندسات Landsat ، من قبل وكالة ناسا الامريكية ، كما اطلق الى الفضاء المحطة الفضائية Skylab في مايس ١٩٧٣ . وتدور الاقمار الصناعية Landsat في مدارات قطبية مزودة بجهازين حساسين وكاميرات لجمع المعلومات ، وترسل المعلومات من محطات المراقبة الى Landsat والتي تستعملها ثم تعيدها ثانية الى الارض ، ان الجهازين الحساسين اللذان تحملهما الاقمار الصناعية هي : ماسح متعدد الاطياف Multispectial ، كاميرا تلفزيونية ، تستلم الطاقة الكهرومغناطيسية بعدة موجات تلتقط الصور وتراقب التغييرات لمساحة من سطح الارض [١٨٥ ×١٨٥كم] ولقد زود القمر الصناعي [-5- Landsan] براسم خرائط .

ويستفاد من الصور الفضائية في مجالات عديدة :

١- ادارة الموارد الطبيعية واستغلالها بشكل عقلاني ، عند مسح واستكشاف المخاطر المعرضة في الوقت المناسب ، لقد رافق ازدياد الطلب على الموارد الطبيعية على الصعيدين الوطني والعالمي تدهور في نوعيتها وانخفاض في كميتها ، مما يتطلب مسحها دورياً واستكشافا المخاطر المعرضة لها في الوقت المناسب ومراقبتها على فترات زمنية متتابعة لتحديد كمية الموارد المتاحة في جميع الاوقات وبشكل دقيق .

٢- يساعد التصوير الفضائي على توفير معلومات مفصلة وعلى مراحل متتابعة ولاوقات مختلفة عن خواطر واشكال سطح الاروض ، تمكن من مراقبة تطورها وتقديرها ، كما في تساعد في الحصول على معلومات مفصلة

عن المنطقة قبل حدوث الظاهرة الطبيعية او خلالها او بعد انتهائها [فيضانات ، حركة مواد سطح الارض ، توازن بركاني ...] وتوضح الصور الملتقطة مساحة المنطقة التي شغلتها الظاهرة لغرض تنظيم عمليات الاخلاء او لتنفيذ خطط الطوارىء .

٣- يتم تحليل المعلومات المفصلة التي ترسلها الاقمار الصناعية بدقة كبيرة لاعداد خرائط صحيحة عن اشكال سطح الارض باستخدام نظام مراقبة مبرمج بواسطة الحاسوب الذي يحدد احصائياً المظاهر المختلفة من سطح الارض المبرمجة مسبقاً وفقاً لنوعية الطيف ودرجة الوانه ، وتمثل كل ظاهرة بلون معين ، او تحول المعلومات المستلمة من المحيطات الفضائية الى صيغ رقمية تمثل درجات اللون للطيف الواحد ، وتقارن من خلال الحاسوب مع المعلومات الاساسية المبرمجة مسبقاً لتاليف خرائط صحيحة عن انواع المحاصيل الزراعية ، الاشكال الجيومورفولوجية ، نمط استعمال الارض ... الخ .

٤- تساعد الصور الفضائية على رؤية الظواهر لمساحات واسعة وبسرعة كبيرة وفقاً لعلاقتها مع الظواهر الاخرى في مكان حدوثها ، وهي ميزة تجعلها مفضلة على الصور التقليدية التي تشغل مساحة صغيرة ، وقد يتأخر تفسيرها الى حين استكمال العمليات الفنية التي يتطلبها اعداد الصور [تحميض الافلام ...] وتحليلها .

وعلى الرغم من المزايا السابقة للصور الفضائية ، الا ان للتصوير الجوي التقليدي مزاياه :-

١- يمكن الباحثين من القيام بفحص سريع لتحديد اشكال الارض الرئيسة في المنطقة عند اعداد الخرائط الاولية للمنطقة المطلوب دراستها ، لانها توضح الظاهرات الجيومورفولوجية مجسمة بارزة المعالم وعلاقتها بعمليات التعرية .

٢- يستفاد من الصور الجوية لوضع برامج الدراسة الميدانية وتحديد مواضع العمل الميداني والطرق الموصلة اليها ، وتساعد على اعداد مقارنة شاملة سريعة بين التركيب الصخري من جهة ، ظاهرات سطح الارض ، نوع الغطاءات الترابية او النباتية من جهة اخرى ، ان الصور الجوية بمقياس كبير امرا ضرورياً لاغنى عنه للدراسات الاولية لتحديد الارتفاعات بدقة كبيرة ، وتصبح الصور الفضائية وسيلة مساعدة وممكنة للصور الجوية ولكنها لاتحل محلها .

٣ : ١ : ٥ الخرائط الطبوغرافية

الخارطة الطبوغرافية [صورة مرسومة بموجب مقياس رسم محدد بوسائل مسح هندسية دقيقة تمثل ظواهر طبيعية وبشرية لجزء من سطح الارض في موقع محدد من خطوط الطول ودوائر العرض] . ان الخارطة الطبوغرافية توفر قاعدة معلومات اساسية لاعمال المسح والتخطيط في مجال الجيولوجيا ، الجيومورفولوجيا ، التربة ، الموارد المائية والنبات الطبيعي ، حيث يستطيع قارىء الخارطة من التعرف على الظواهر المرسومة من تحليل رموز المصطلحات المثبتة في مفتاح الخارطة وبدلالة خطوط الارتفاع المتساوية [خطوط الكفاف] المرسومة على الخرائط الطبوغرافية التي تمثل تضاريس واشكال الارض ، ارتفاعها ، انحدارها ، ومواضع الترسبات السطحية ، وقد

تضاف نقاط المناسيب وخطوط الهاشور لزيادة الدقة في تمثيل سطح الارض .

ان خطوط الكفاف [الكنتور] ، خطوط تمر في النقاط المتساوية الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر ، اما نقاط المناسيب . فهي نقاط تكتب على الخارطة لتعيين الارتفاع الدقيق لموضع ما عن مستوى سطح البحر ، خطوط الهاشور ، خطوط قصيرة تستعمل لغرض تضليل وتوضيح انحدار مكان ما وترسم مع انحدار سطح الارض ، وتعتبر الخارطة كنتورية اذا كانت تضم خطط الكنتور [الكفاف] لتمثيل سطح الارض .

ان خطوط الهاشور قليلة الاهمية لتوضيح التضاريس او تمثيلها وخاصة في الدراسات التطبيقية ، لانها لاتعطي تحديداً دقيقاً عن الارتفاع والانخفاض لسطح الارض ، وان فائدتها تقتصر لاعطاء صورة توضيحية لشكل المنحدرات الشديدة او الجروف او التلال الصغيرة التي لايمكن تمثيلها بخطوط الكفاف لعدم كفاية مقياس رسم الخارطة او الفاصل الرأسي .

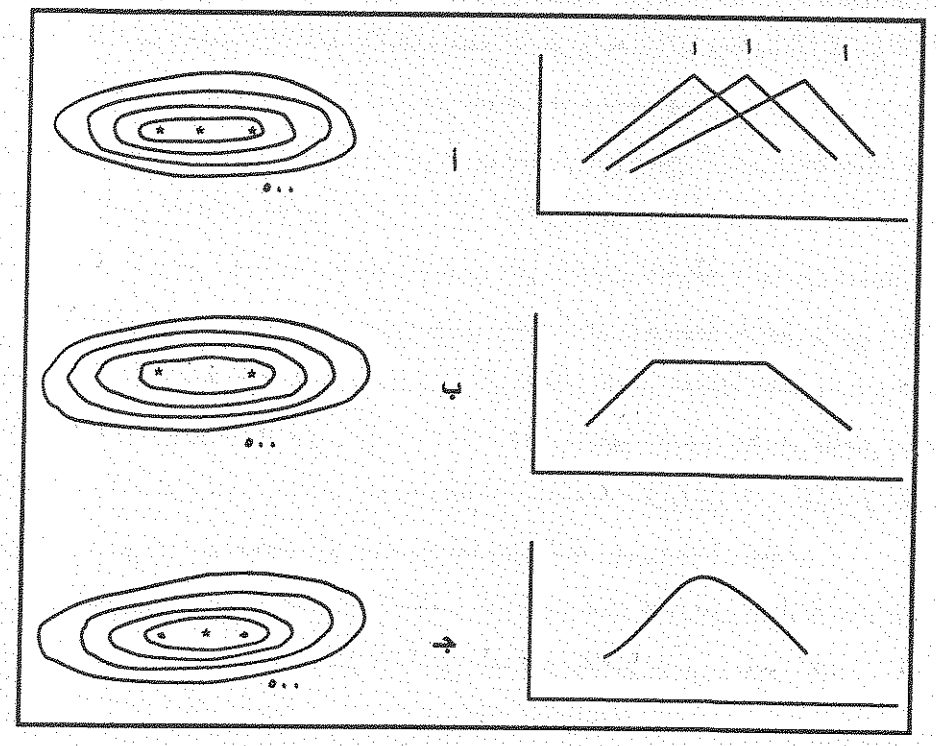
وتعتبر نقاط المناسيب وسيلة مهمة مساعدة لخطوط الكفاف او الهاشور لتمثيل سطح الارض ، خاصة اذا كانت الارض مستوية ذات تضاريس طفيفة ، مثل السهول الفيضية او اعالي المرتفعات او قيعان المنخفضات ، حيث يستعان بنقاط المناسيب لتوضيح التفاصيل الدقيقة لسطح الارض التي لها اهميتها في الدراسات الجيومورفولوجية [لاحظ شكل ٢٣] الذي يمثل مرتفعاً ارضياً يزيد ارتفاعه عن ٨٠٠م ويقل عن ٩٠٠م ، تم تمثيل سطحه العلوي باساليب متعددة .

وتعتبر خطوط الكفاف من افضل الوسائل لتمثيل اشكال سطح الارض وتحديد الفروقات التضاريسية . ان الخارطة الطبوغرافية : سطح مستو ، تمثل اشكال سطح الارض بثلاثة ابعاد : البعد الاول : المسافة بين نقطتين على الخارطة ويمكن تحويله الى مسافة حقيقية على الارض من مقياس رسم الخارطة . البعد الثاني : ارتفاع المكان عن مستوى سطح البحر ، تمثله نقطة المنسوب اوخط الكفاف . البعد الثالث : انحدار سطح الارض وتضرسه ، يستطيع قارىء الخارطة تحديده واستقراءه من ملاحظة شكل خطوط الكنتور وامتدادها وتعكس اشكال سطح الارض وسماتها العامة ، وتمكن من تحديد الشكل التقريبي لسطح الارض عند اعداد القطاعات التضاريسية على امتداد خط القطاع بين نقطتين ، وبذلك يستفاد من الخارطة الطبوغرافية في اعداد مسح تمهيدي لتصنيف الاراضي لمنطقة معينة .

مقياس رسم الخارطة والفاصل الراسي :

يدل مقياس رسم الخارطة على المسافة بين نقطتين على الخارطة وما يناظرها على الطبيعة ويعبر عنها بصيغة نسبة او كتابه او توضح باستعمال القياس الخطي . اما الفاصل الراسي ، فهو الفرق في منسوب خطي كفاف [كنتور] متتالين ، ان حجم المعلومات المستمدة من الخرائط الطبوغرافية يعتمد على مقياس رسم الخارطة ومقدار الفاصل الراسي ، لان الخرائط تخضع عند اعدادها لمبدأ التعميم ، وهذا يعني اختزال وحذف المعلومات التي ترسم على الخارطة لاسباب فنية او لاسباب خاصة تتعلق بالهدف من رسم الخارطة ، لذلك ، فان الخرائط التفصيلية وبمقياس رسم كبير [١ : ٥٠٠٠] او [١ : ١٠٠٠٠] توفر معلومات تفصيلية اشمل وادق مقارنة بالخرائط

شكل(٢٣): تمثيل التضاريس الارضية باستعمال خطوط الكفاف و نقاط المناسيب .



تمثل الاشكال الثلاثة مرتفعا ارضيا يزيد ارتفاعه عن ٨٠٠م ، ويقل عن ٩٠٠ م ، وتم تمثيل سطح المرتفع ومنسوبه باساليب مختلفة باستعمال خطوط الكفاف ونقاط المناسيب:

١). في الشكل (أ) : سطح المرتفع خال من نقاط المناسيب ، حينئذ يتم تقدير ارتفاعه بصورة تقريبة ، فهي تزيد عن ٨٠٠م وتقل عن ٩٠٠ م ، مع عدو وضوح شكل سطح المرتفع ، فقدر يكون مسنويا او تكون قمته في احد المواضع الثلاثة (أ ، أَ ، أً) .

٢). في الشكل (ب) تم تمثيل سطح المرتفع باستخدام نقاط المناسيب (٨٠٢ م ، ٨٠٤ م) والتي تدل على استواء سطح المرتفع ويعزى الى اسباب جيولوجية (طبقات افقية) او لنشاط العمليات التحاتية (نحت وارساب) .

٣). في الشكل (ج) تم تمثيل سطح المرتفع باستخدام نقاط المناسيب (٨٣٠ م، ٨٨٠م، ٨٥٠ م) وتدل على تحدب سطح المرتفع ويعزى الى البناء الجيولوجي ، او لنوع معين من العمليات الجيومورفولوجية .

المصدر : طه جاد ، الخاركة الكنتورية ودلالاتها الجيومورفولوجية ، القاهرة ، ١٩٧٨.

المليونية [١ : ١٠٠٠٠٠٠] او اكبر ، لان اعداد الخرائط الاخيرة يتم بعد حذف الكثير من التفاصيل من المرتفعات او المنخفضات الصغيرة او المجاري المائية . . . حيث تصبح خطوط الكفاف اقل عدداً وتميل الى الاستقامة وتقل انثناءاتها وتتناقص فائدتها العلمية ودلالاتها لاشكال سطح الارض وانحداراتها وخاصة اذا كانت الاراضي مستوية او شبه مستوية قليلة الانحدار حيث لاتوجد على الخارطة خطوط كفاف لتمثيلها .

ويرتبط بمقياس رسم الخارطة ، الفاصل الراسي الذي يمثل ارتفاع سطح الارض وانخفاضها عن مستوى سطح البحر . ان الفاصل الراسي قد يكون صغيراً [٥م ، ١٠م] ، وقد يكون كبيراً [١٠٠م - ٢٠٠م] ويستخدم الفاصل الراسي الصغير لتمثيل الاراضي المستوية القليلة التضرس حتى لاتكون الخارطة خالية من خطوط الكفاف ، فعلى سبيل المثال ، ان الاراضي التي ترتفع [٥٠م] عن مستوى سطح البحر والمرسومة بفاصل راسي ٥٠م ، تكون خالية من خطوط الكفاف ، او يرسم فيها خط كفاف واحد او بالتالي لايمكن تفسير معالمها التضريسية وتحديد اتجاه انحدار اراضيها ، ولكن اذا كانت مرسومة بفاصل راسي (١٠م) ، يمكن تمثيلها بخمسة خطوط كفاف تساعد في التعرف على تفاصيل تضاريسية اشمل وادق ، وتزداد دقة الخارطة اذا رسمت بفاصل راسي ٥م . لذلك ان الخرائط التفصيلية بمقياس كبير وبفاصل راسي صغير تساعد على توضيح تفاصيل التضاريس ومقدار تفاوتها .

وقد لايكون الفاصل الراسي موحداً في الخارطة ، اذا كانت تمثل تضاريس متفاوتة ، اراضي جبلية شاهقة مضرسة الى جانب اراضي سهلية مستوية ، تمثل الاراضي المستوية ببفاصل راسي صغير [٥م - ١٠م] ، بينما تمثل الاراضي المضرسة بفاصل راسي اكبر [٢٥م - ٥٠م] ، في الخارطة الواحدة .

وعلى كل حال ان الخرئط الطبوغرافية بمقياس رسم [١ : ٢٥٠٠٠] توفر قاعدة معلومات جيدة للدراسات التفصيلية لاشكال سطح الارض ، كما يستفاد من الخرائط بمقياس [١ : ١٠٠٠٠٠] لاعداد الخرائط النهائية لتنصنيف الاراضي ، وان الاستعانة بالصور الجوية يزيد من دقة العمل لتفسير اشكال سطح الارض .

الخارطة الطبوغرافية ودلالاتها الجيومورفولوجية

ان فحص وتحليل الخارطة الطبوغرافية يمكن القارىء من تقدير او تحديد اشكال سطح الارض من خلال تحديد ارتفاع المكان وتقدير المسافة الافقية بين خطوط الكفاف ، مدى تقاربها او تباعدها ، المناطق التي يشتد او يقل فيها الانحدار ، فيما اذا كان الانحدار مقعراً او محدباً ان الخارطة الطبوغرافية وسيلة للدراسة المورفومترية [قياس ابعاد اشكال سطح الارض] لانه ، كما ذكرنا سابقاً ، تمثل ثلاثة ابعاد [المسافة ، الارتفاع ، الانحدار] ، وان قياس الابعاد الثلاثة توفر معلومات دقيقة عن شكل سطح الارض .

اولاً : الفحص التمهيدي للخارطة الطبوغرافية

يتطلب الفحص التمهيدي للخارطة الطبوغرافية ، ان يكون قارىء الخارطة ملماً بقواعد اعداد خطوط الكفاف [خطوط الكنتور] ،دلالاتها ، والتي تكتسب من الممارسة والخبرة كما يستطيع الباحث عند اعداد قطاع تضاريسي بسيط من التعرف على اشكال سطح الارض لمكان ما .

ان القطاع التضاريسي البسيط : خط بياني يوضح انحدار سطح الارض بين نقطتين على امتداد الخط الواصل بينهما ، ويوضح مقطع جانبي لشكل سطح الارض ، مرسوم على ورقة بيانية يشير الى المرتفعات او المنخفضات ، حسب منسوبها عن مستوى سطح البحر .

ان اعداد القطاع التضاريسي البسيط يتم وفق الخطوات التالية :-

١- يرسم خط القطاع على الخارطة ، ثم يوضع شريط من الورق على امتداد خط القطاع وبموازاته على ان يكون طول شريط الورق مساوياً لطول خط القطاع . وتؤشر على شريط الورق جميع النقاط التي تتقاطع فيها خطوط الكفاف مع خط القطاع ، وتسجل مناسيبها ، كما تحدد بداية ونهاية خط القطاع ، وجميع الظواهر الاخرى التي يمر فيها [انهار ، خطوط نقل ...] بشكل دقيق .

٢- يحدد اتجاه خط القطاع .

٣- يرسم خط افقي في الجزء الاسفل من الورقة البيانية ، تمثل خط القطاع ومساوٍ له في الطول ، ويرسم عمودان عند طرفي خط القطاع وبطول مناسب يساوي [٢/١ طول خط القطاع اذا كانت المنطقة منبسطة ، الى ٣/١ طول خط القطاع اذا كانت مضرسة ويقسم الخط العمودي الى اجزاء متساوية تمثل مقياس الفاصل الراسي .

٤- يوضح شريط الورق على امتداد الخط الافقي للورقة البيانية ، وتؤشر على الاخير جميع النقاط التي يتقاطع فيها خطوط الكفاف مع خط القطاع وتسجل مناسيبها ، ثم ترسم من هذه النقاط ، خطوط عمودية بطول مناسب للمقياس الراسي الذي تم اعداده في الخطوة الثالثة .

٥- يرسم خط يوصل النهايات العليا للخطوط الراسية ، يمثل المنحنى البياني لانحدار سطح الارض وشكل سطح الارض لمكان الدراسة .

امثلة تطبيقية لتحليل الخارطة الطبوغرافية

المثال الاول : شكل [٢٤] خارطة طبوغرافية تفسر اشكال سطح الارض بدلالة خطوط الكفاف يتضح من خطوط الكفاف ، ومن تحلل القطاع التضاريسي [أ-أ] ، القطاع التضاريسي [ب - بَ] مايلي :-

١- ان جميع المواضع التي يمر بها خط الكفاف تكون متساوية في ارتفاعها عن مستوى سطح البحر .

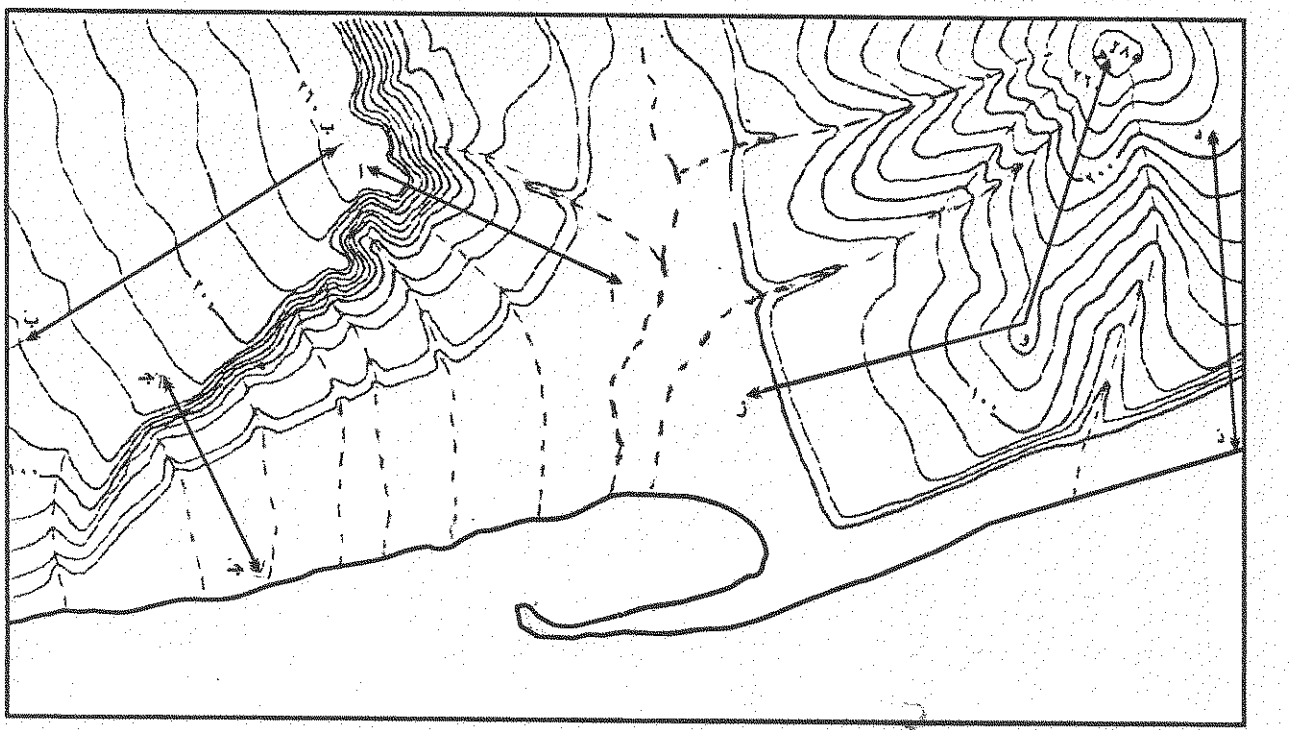
٢- ان خطوط الكفاف تفصل المواضع المرتفعة عن المواضع المنخفضة .

٣- ان خطوط الكفاف تكون في امتدادها موازية لبعضها ولاتتقاطع مع بعضها ، الا عند وجود وديان معلقة ، لاحظ خطوط الكفاف [١٠٠ ، ١٢٠] وعلى امتداد خط القطاع [جـ-جَ] .

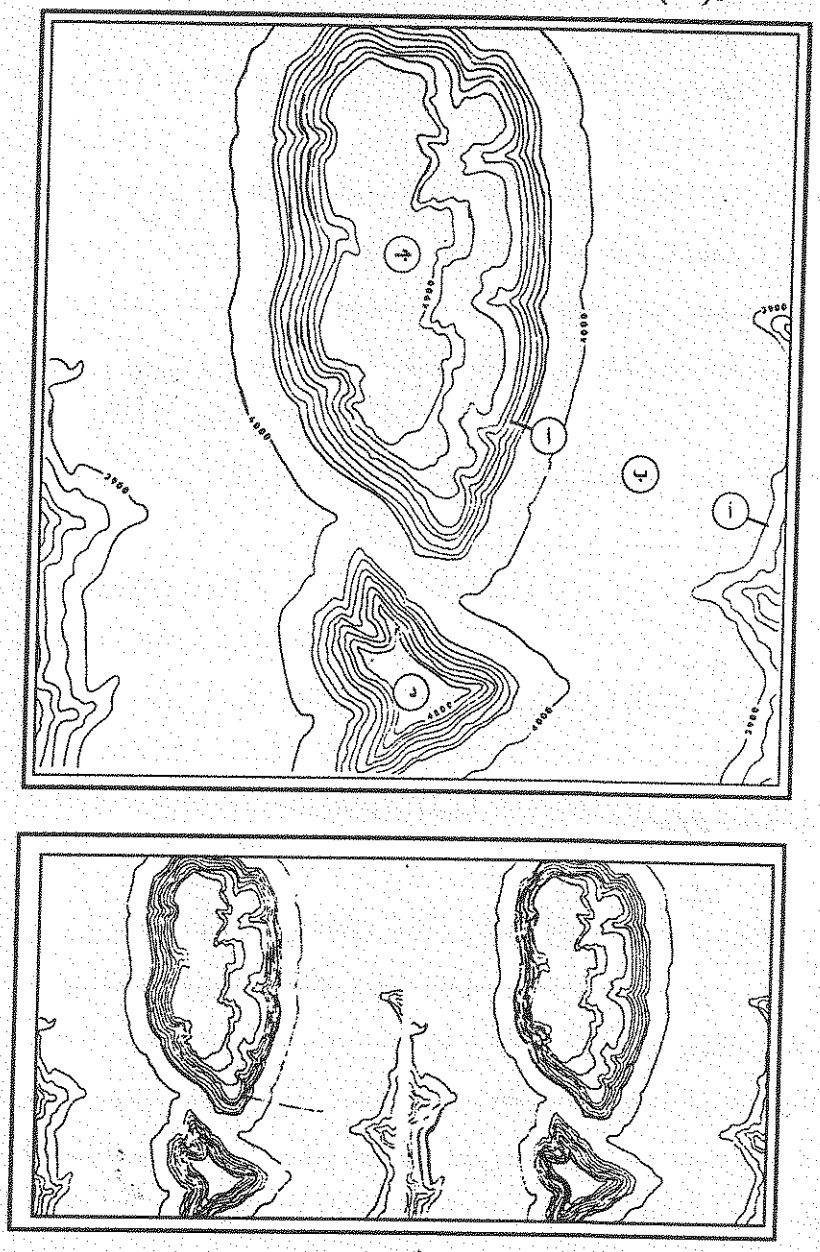
٤- ان خطوط الكفاف تنغلق على نفسها ضمن الخارطة الواحدة او في الخرائط المجاورة .

٥- ان خط الكفاف المنغلق على نفسه ضمن حدود الخارطة وفي منطقة صغيرة من الخارطة تمثل مرتفعاً ارضياً ، لاحظ خط الكفاف [٢٨٠م] ، كما تنغلق على نفسها في حالة وجود منخفضات ، حيث تمثل بخطوط هاشور من الداخل .

شكل (٢٤): خارطة طوبوغرافية تفسر اشكال سطح الارض بدلالة خطوط الكفاف .



شكل(٢٥): خارطة خطوط كفاف لظاهرة ميسا والشواهد الصخرية .



منظر مجسم

٦- ان خطوط الكفاف القريبة من بعضها تمثل منحدراً ارضياً ، وكلما قصرت المسافة الفاصلة بينها كان الانحدار شديداً وقد يكون جرفاً ، لاحظ خط القطاع [أ-أ] بين خطي كفاف [١٠٠م-٢٦٠م] ويكون الانحدار معتدلاً اذا كانت المسافة الفاصلة بين الخطوط طويلة ، القطاع [ب-بَ] .

٧- يكون المنحدر الارضي متناسقاً في انحداره ، اذا كانت المسافة الافقية الفاصلة بين خطوط الكفاف متساوية او متماثلة ، لاحظ القطاع [ب-بَ] .

٨- تنثني خطوط الكفاف المتقاطعة مع المجاري المائية والانهار باتجاه المنبع بشكل [رقم ٨] ، ان شدة الانثناء تتناسب مع عمق وديان وقيعان مجاري الانهار ، لاحظ الانهار المرسومة بخطوط مقطعة .

٩- اذا وجد زوج من خطوط الكفاف متقاربين من بعضهما والمسافة الفاصلة بينهما قصيرة ، يفصلها عن الخطوط الواقعة الى الاعلى او الى الاسفل من موضعها مسافة طويلة نسبياً فهما يمثلان مصطبة او مدرج ارضي ، لاحظ خطي الكفاف [٢٠م ، ٤٠م] على خط القطاع [أ-أ] .

١٠- تستعمل نقاط المناسيب لتحديد الارتفاع الدقيق لموضع معين ، تمثل بعلامة [Δ] او [×] يكتب الى جوارها ارتفاع الموضع .

١١- يكون منسوب خط ساحل البحر [صفر] .

١٢- ان امتداد خط الساحل يمثل ظاهرة جيومورفولوجية - ماهي ؟

١٣- ارسم قطاع تضاريسي بسيط على امتداد خطوط القطاعات المؤشرة على الخارطة .

مثال ٢ - شكل [٢٥] خارطة خطوط كفاف تمثل ظاهرة [الميسا Messa] والشواهد الصخرية Buttee لاحظ الشكل المجسم اسفل الصورة .

الميسا : ظاهرة جيومورفولوجية تتكون في المناطق الجافة والشبه الجافة عند وجود طبقات صخرية افقية لينة تغطيها طبقات صلبة ، تتكون اشكال متميزة عن تآكل ونحت الطبقات الصخرية اللينة :-

١- جروف صخرية ذات انحدار شديد [لاحظ أ] ، حيث خطوط الكفاف قريبة من بعضها ، تفصلها عن بعضها مسافة قصيرة ، مكونة من صخور صلبة تتخللها طبقات لينة [لاحظ ب] المتواجدة في المناطق الفاصلة مع أ .

٢- ان استمرار تعرية الطبقات اللينة [ب] يؤ دي الى تكوين اراضي مستوية تتسع بمرور الزمن بعد ازالة الطبقات العليا ، وعند اتصال المناطق المستوية من الجهات المتقابلة تؤدي الى تكوين مرتفع ارضي ذو سطح مستوٍ محاط من جميع جهاته بجروف شديدة الانحدار تسمى [الميسا Messa] ، لاحظ [جـ] .

٣- ان استمرار التعرية للجروف المحيطة بالميسا ، تؤدي الى تقلص مساحتها مع بقاء السطح العلوي المستوي ، مكونة [الشواهد الصخرية Buttees]: جبل او تل ذو سطح مستوٍ محاط من جميع جهاته بجروف شديدة الانحدار يتوقف استمرار بقائها على وجود السطح المستوي العلوي ذو التكوينات الصلبة [د] .

وقد تنشأ الشواهد الصخرية من : أ- الشواهد البركانية ب - شواهد جيرية او كلسية في مناطق التعرية

الكلسية . جـ- اعمدة صخرية او كتل هضاب منعزلة في الاراضي الحارة الجافة اقتراح ارتفاعها [٢٠م- ٥٠م] عند وجود طبقات صلبة ترتكز على طبقات لينة اقل صلابة تأثرت بالتعرية الريحية .

مثال -٣- [شكل ٢٦] خارطة خطوط الكفاف لظاهرة الكويستا .

الكويستا شكل من سطح الارض [هضاب او تلال] تنشأ فوق تكوينات طباقية تميل باعتدال مكونة سطحها باعتدال وبطء ، حيث خطوط الكفاف متباعدة ، وجانب آخر ذو سطح شديد الانحدار نسبياً ، حيث خطوط الكفاف قريبة من بعضها .

تحتل سطح الكويستا مجاري مائية مكونة انهار تابعة او ثانوية تجري مع ميل الطبقات ، كما تشغل واجهة الكويستا الشديدة الانحدار انها، عكسية قصيرة تجري عكس ميل الطبقات ، وتحتل الانهار التالية مضرب الطبقات

وقد تشغل واجهة الطبقات الصخرية حافة صخرية Escarpment ، او حافة انكسارية اذا كانت تشرف على وادي انكساري ، ومن ثم لايطلق تسمية كويستا على سطح الارض القليل الميل ، وتصبح الدراسة الميدانية موضوعاً ضرورياً لتفسير شكل سطح الارض وعوامل نشأته ، فيما اذا كانت بنية التوائية ام انكسارية .

مثال -٤- التكوينات الالتوائية المحدبة والمقعرة [شكل ٢٧]:

تتأثر مناطق الطبقات الصخرية الافقية بحركات ارضية تسبب تجعد سطح الارض والتوائه ، ان الاراضي المنثنية الى الاعلى تكون التواءات محدبة ، والاراضي المنثنية الى الاسفل تكون طبقات مقعرة ، وتكون خطوط الكفاف موازية لبعضها تمتد لمسافات تصل مئات الكيلومترات واتساع عشرات الامتار .

ويشير السهم [جـ] الى محور [مضرب الطبقات] الذي يمثل اقصى تحدب للالتواء ، كما ان السهم [د] يشير الى اقصى تقعر للالتواء ، ان السهم [هـ] العمودي على خطوط الكفاف يشير الى الميل الخارجي لسطح الالتواء ، حيث يميل الطبقات الصخرية نحو الخارج عن قمة المرتفع الارضي ، بينما يشير السهم [و] العمودي على خطوط الكفاف الى موضع تقعر الالتواء حيث تميل الطبقات الصخرية الى الداخل نحو مركز مضرب الطبقات .

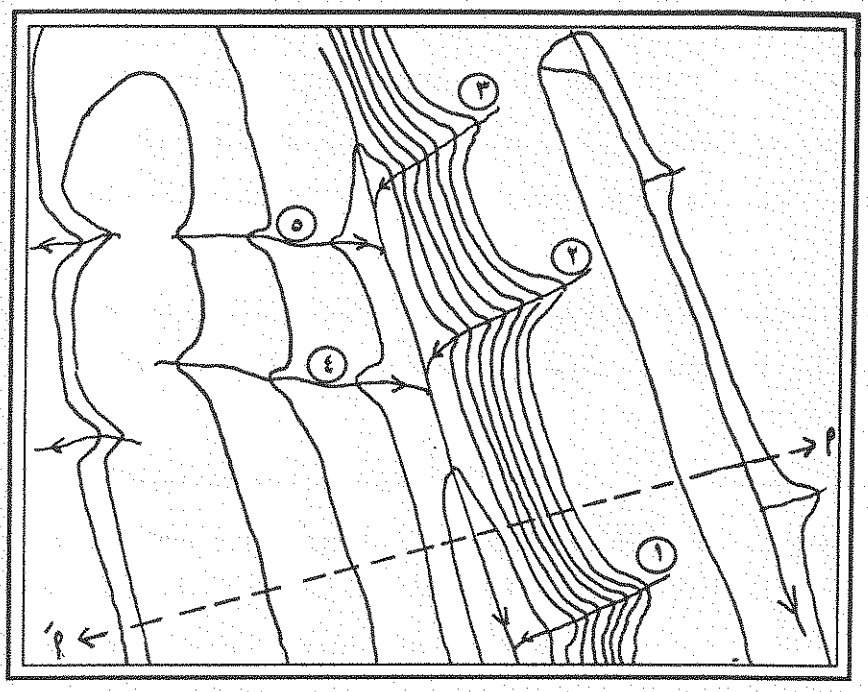
ويشير الخط المنكسر المتقطع الى موضع مقدمة الالتواد المحدب ، ومقدمة الالتواء المقعر ، تكون مقدمة الالتواء المحدب طويلة في الاتجاه البعيد عن الالتواء بينما تكون مقدمة الالتواء المقعر قصيرة وتنحدر شديداً نحو الجانب البعيد عن موضع التقعر .

ان هذا النمط من خطوط الكفاف يكون مثالياً لتمييز المرتفعات الالتوائية والتي لم تتأثر بحركات انكسارية او بعمليات تعرية شديدة . لاحظ الصورة المجسمة اسفل [شكل ٢٧] .

مثال -٥- المخاريط البركانية ومقذوفات اللافا [شكل ٢٨] .

تسبب الانفجارات البركانية وانبثاقات المواد المصهورة [اللافا] في تكوين اشكال ارضية متميزة يمكن التعرف

شكل(٢٦): خارطة خطوط كفاف لظاهرة كويستا .



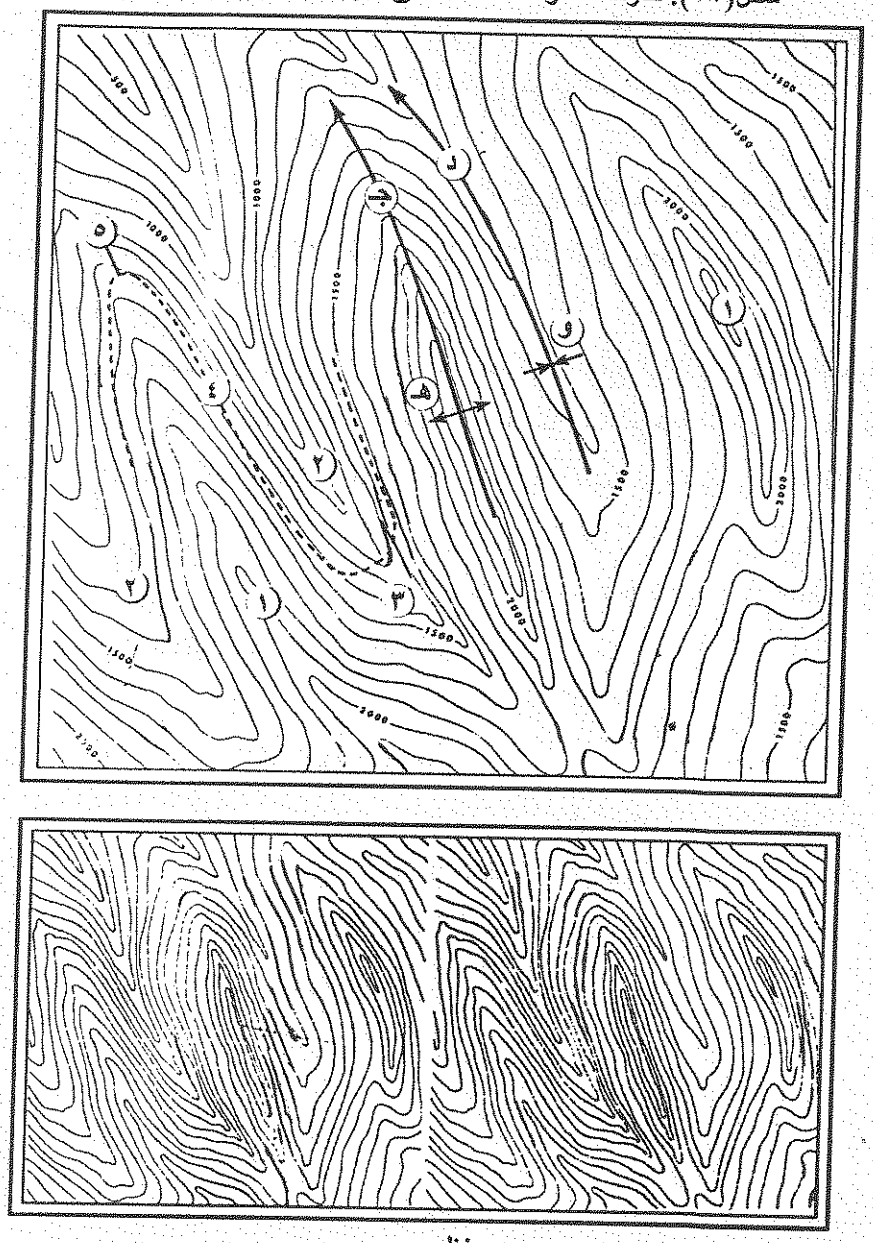
شكل يمثل منحدرين شديدين باتجاه النهر (الغرب) منحدرين بطيئين من الجانب الاخر ، وتوجد خطوط تصريف طويلة نسبيا ، خطوط تصريف قصيرة (٣،٢،١) على المنحدرات الشديدة ، خطوط تصريف متوسطة الطول على المنحدرات المتوسطة (٤،٥) .

ان الشكل قد يمثل طبقات مائلة ، او زوج من الكويستا يحدها خط تصريف طويل بموازاة المنحدرات الشديدة (انهار تالية) . اما خطوط التصريف القصيرة (انهار عكسية) تمتد على المنحدرات الشديدة (واجهة الكويستا) ، وتمثل خطوط التصريف المتوسطة (انهار تابعة او ثانوية) على المنحدرات الضعيفة الميل . ان الشكل يمثل المظهر الجيومورفولوجي لظاهرة الكويستا .

وقد يمثل الشكل مظهرا انكساريا ادى الى ميل الطبقات ، توصف الانهار الممتدة مع خط الانكسارات (انهار تالية) . كما توصف الانهار القصيرة (عكسية) وتالية ثانوية ، حيث تلتقي مع النهر الرئيسي بزوايا قائمة وتكون شبكة صرف مستطيل او متشابك .

ألمصدر : طه محمد جاد ، تحليل الخارطة الكنتورية باهتمام جيومورفولوجي ، القاهرة ، ١٩٧٨ ، ص ٢٨.

شكل(٢٧): خارطة خطوط كفاف لمناطق التواءات محدبة ومقعرة.



منظر مجسم

عليها من تحليل خطوط الكفاف لخارطة طبوغرافية .

١- المخاريط البركانية : تبدو خطوط الكفاف منغلقة على نفسها بشكل دوائر متداخلة تفصل بينها مسافات افقية متماثلة تشير الى انتظام انحدار سفوح المرتفع البركاني بسبب تكدس وتراكم المقذوفات البركانيّة حول فوهة البركان وانسيابها تدريجياً نحو اسفل المنحدر لاحظ [أ] .

٢- البحيرات البركانية ، تشغل فوهة البركان ، لاحظ [ب] تكون خطوط الكفاف التي تمثل فوهة البركان اقل ارتفاعاً من الخطوط المحيطة بها ومضللة بخطوط هاشور ، وتشير الى وجود منخفض ارضي يقل ارتفاعه عن منسوب الاراضي المجاورة .

٣- تبدو خطوط الكفاف غير منتظمة في امتدادها عند تأثر جوانب المرتفع البركاني بعملية التعرية المائية ، حيث تنتثني خطوط الكفاف نحو فوهة البركان مكونة [رقم ٨] ، حينما تتقاطع مع المجاري المائية [جـ] .

٤- تنشأ حافات حادة ذات قشرة صلبة عند قاعدة البركان من المقذوفات البركانية لمادة اللافا المنسابة من فوهة البركان [د] .

٥- تتأثر القشرة الصلبة [د] بعمليات تعرية وتسبب انهيارها تتكون منخفضات عند الحافات الخارجية للمنطقة البركانية [و] ، لاحظ الصورة المجسمة اسفل [شكل ٢٨] .

مثال -٦- [شكل ٢٩] حركة مواد سطح الارض

تنهال مواد سطح الارض من اعالي المرتفعات ، وتتحرك نحو اسفل المنحدرات عندما يفوق الجهد المسلط على تلك المواد قوى المقاومة لديها . وتتحرك المواد فوق منحدرات سطح الارض عندما تزداد درجة انحدارها ويضعف بناء موادها لتشبعها بالماء ، ويزداد الثقل المسلط عليها ، نحو اسفل المنحدرات .

وتتصف المناطق المتأثرة بحركة مواد سطح الارض بشيوع ظواهر ارضية يمكن تمييزها من خطوط الكفاف للخرائط الطبوغرافية او يمكن ملاحظتها من الدراسة الميدانية :-

١- جروف وحافات صخرية قد تكون مقوسة .

٢- تغيير فجائي في درجة انحدار سطح الارض ، جروف ، اراضي منبسطة ، مدرجات .

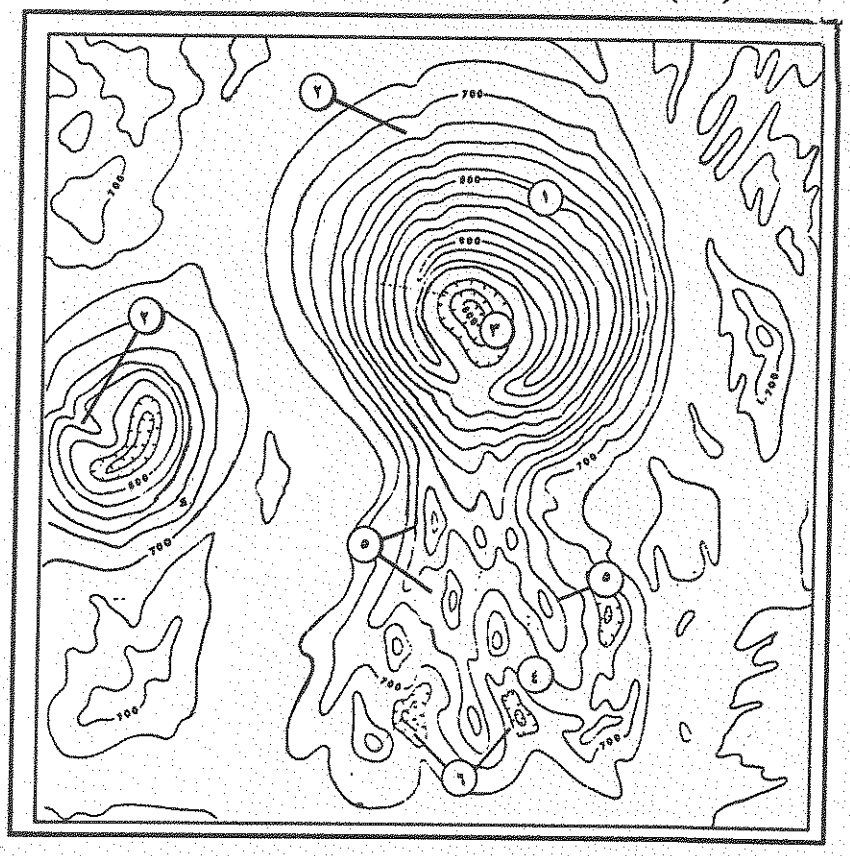
٣- عند تجمع المواد المنهالة عند اسفل المنحدرات الى غلق خطوط تصريف المياه او تغيير مسارها وتكوين برك .

٤- تكون روابي صغيرة او منخفضات ونتوءات ارضية تعلو سطح الاراضي المنبسطة .

٥- تغيير في نمط الغطاء النباتي .

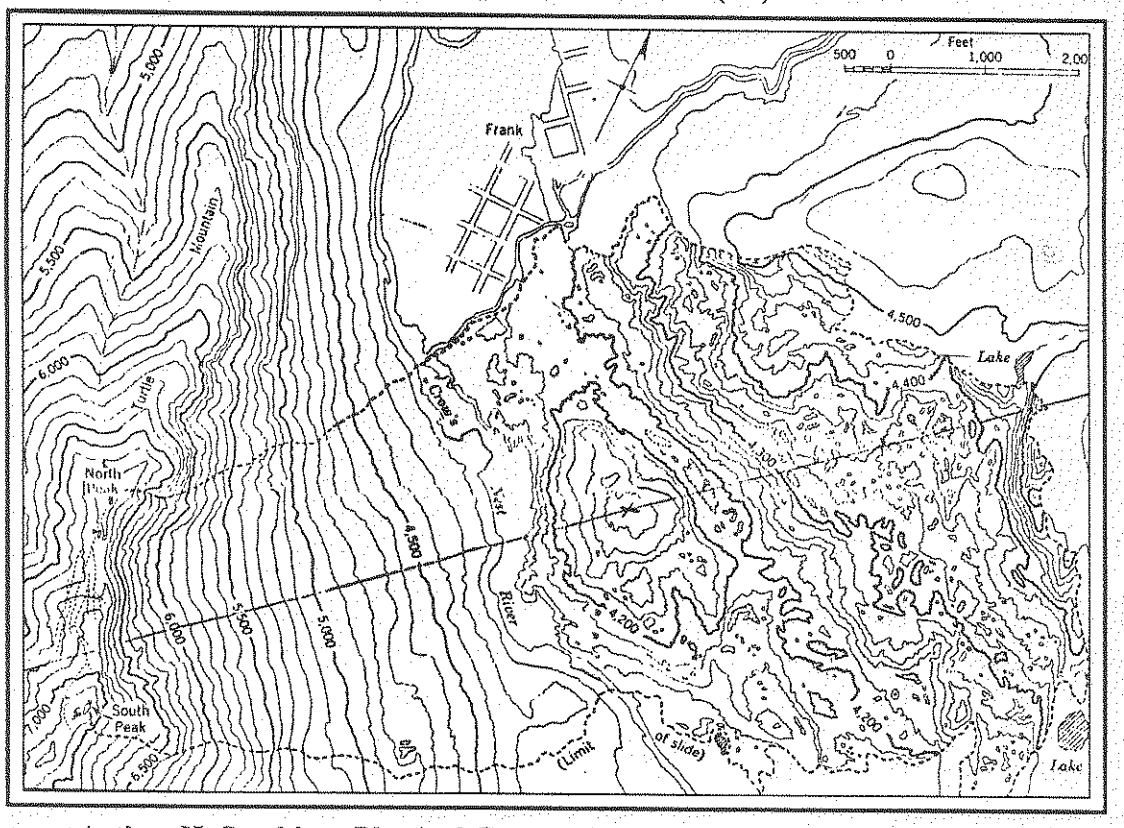
ويوضح الشكل [٢٩] حركة مواد سطح الارض ، ان الخطوط المقطعة توضح الحدود الخارجية للمنطقة المتأثرة بالانزلاق الارضي .

شكل(٢٨): خارطة خطوط الكفاف لمخاريط بركانية وانسياب اللافا .



منظر مجسم

شكل (٢٩): خارطة خطوط كفاف لانزلاق ارضي .



المصدر : Arthur H. Strahler , Physixal Geography , third edition , P. 329.

مثال -٧- [٣٠ ، ٣١ ، ٣٢] مراحل مختلفة لدورة التعرية للمجاري المائية .

[شكل ٣٠] نهر في مرحلة الشباب ، حيث تتقاطع خطوط الكفاف مع القناة النهرية بشكل حاد منثنية نحو المنبع ، تكون المسافة الفاصلة بين خطوط الكفاف المتتابعة قصيرة ، وتحيط بالمجرى المائي اراضي شديدة الانحدار .

أ- ارسم قطاعا لمجرى النهر للمسافة أ-أ .

ب- مامقدار الفاصل الراسي ؟ اوجد معدل انحدار المجرى المائي بين النقطتين .

[شكل ٣١] نهر في مرحلة النضج ، يبدأ المجرى المائي بالالتواء ، تنشط عمليات النحت الجانبي ، يتسع وادي النهر ، يقل تقاطع خطوط الكفاف مع القناة النهرية لبطء انحدار المجرى المائي ، يبدأ تكون السهل الفيضي ، وقد يكون قليل الاتساع محصور بين جوانب معتدلة الى شديدة الانحدار ، لاتساعد على توسع الالتواء .

أ- مامقدار الفاصل الراسي ، قارن مع الفاصل الراسي للمثال السابق .

ب- ما اعلى نقطة في الخارطة .

جـ- هل يمكن رسم قطاع لمجرى النهر ؟ لماذا ؟ .

[شكل ٣٢] تمثل نهر في مرحلة الشخوخة ، حيث يشتد تقوس الالتواءات النهرية ويتسع السهل الفيضي وتتكون الجسور الطبيعية التي تحيط بالقناة النهرية [الخطوط المقطعة] وتبتعد خطوط الكفاف عن جانبي النهر او من جانب واحد [قارن بين الجانب الايسر ، الجانب الايمن لوادي النهر] .

أ- حدد قطر الالتواء النهري [أ]

ب- حدد عرض القناة النهرية عند المواضع ب ، بَ ، بً ، بٌ] اذا علمت ان مقياس رسم الخارطة ١ : ٢٤٠٠٠ .

جـ- هل يمكن قياس انحدار القناة النهرية ؟ ولماذا ؟ .

مثال -٨- شكل [٣٣] خطوط كفاف لمروحة غرينية

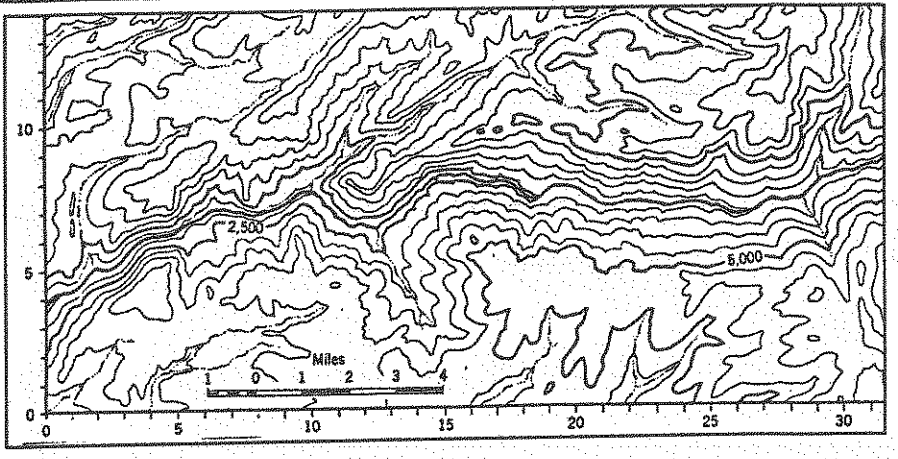
شكل يوضح مجموعة مراوح فيضية صغيرة منتظمة بعضها جوار البعض الاخر وتبرز مروحتان رئيستان . ويتغير الفاصل الراسي للخارطة عند اتصال المروحة الفيضية بالمرتفع الارضي المجاور لها للاختلاف الشديدة في تضاريسها .

١- لاحظ المسافة الفاصلة بين خطوط الكفاف للمروحة الغرينية .

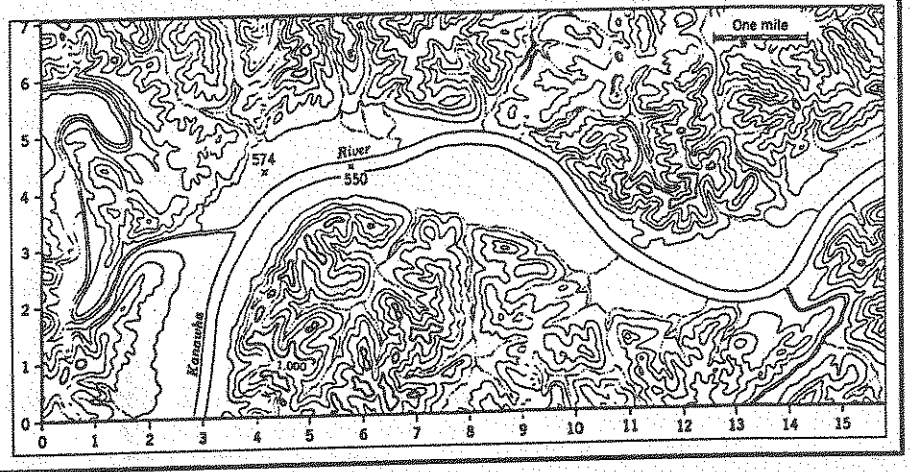
٢- لاحظ المسافة الفاصلة بين خطوط الكفاف عند رأس المروحة ، داخل المنطقة الجبلية .

٣- لاحظ انحدار الانهار فوق سطح المروحة الغرينية وداخل المرتفعات الجبلية .

شكل(٣٠): خارطة خطوط كفاف لنهر في مرحلة الشباب .

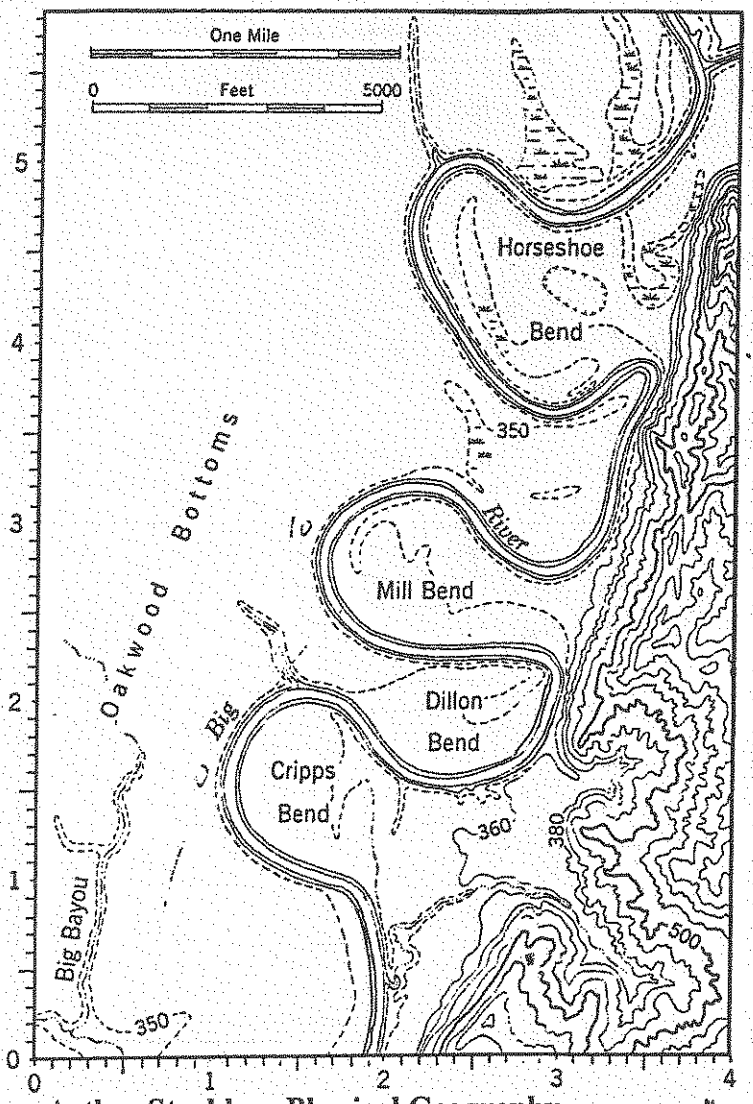


شكل (٣١): خارطة خطوط كفاف لنهر في مرحلة النضج .



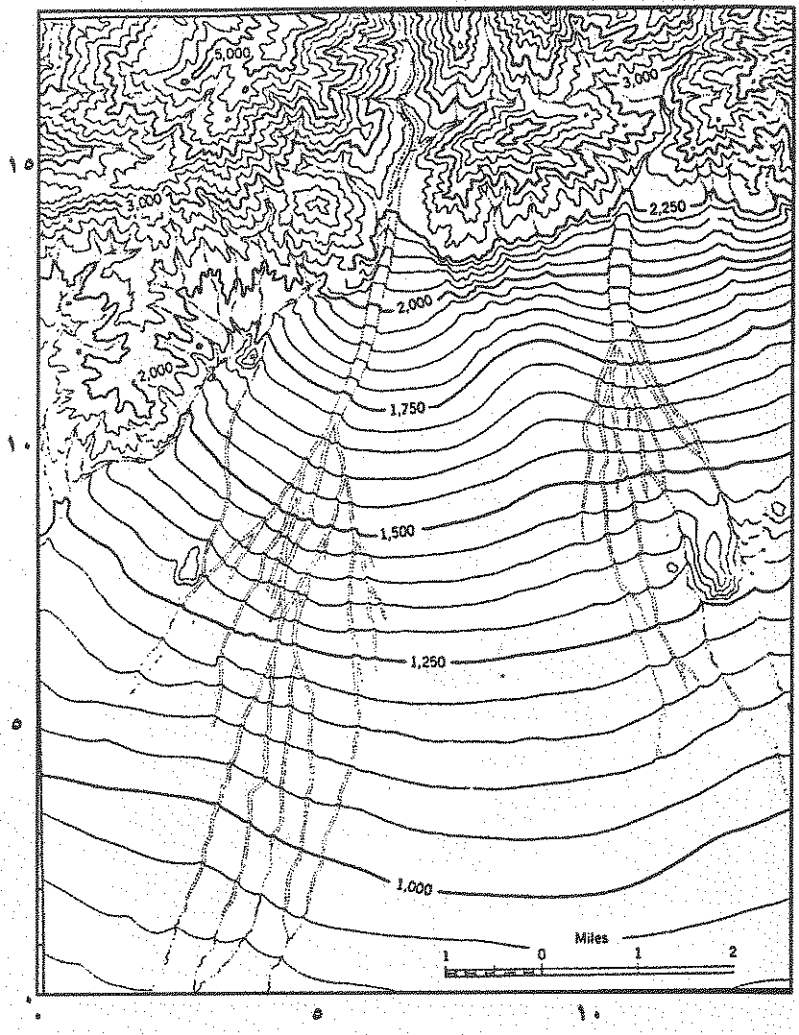
المصدر : Arther Strahler , Physical Geography , Third edition , p.365

شكل (٣٢): خارطة خطوط كفاف لنهر في مرحلة الشيخوخة .



المصدر : Arther Strahler , Physical Geography , Third edition , p.365

شكل(٣٣): خطوط كفاف لمروحة غرينية .



المصدر : Arthur H. Strahler , Physixal Geography , third edition , P. 369.

مثال -٩- [شكل ٣٤] خطوط كفاف لحافة فقرية تقطع مجرى نهري .

مظهر ارضي : خطوط الكفاف متقاربة من بعضها جوار النهر لاراضي شديدة الانحدار تميل نحو النهر ، ويضيق وادي عند اختراقه الحافة الفقرية التي تمتد عرضياً عبر مجرى النهر . ان المظهر الارضي يمثل جزء من نهر منطبع ، او نهر سالف ، او نهر يمر على ظواهر لطبقات شديدة الميل توجد بينها طبقات شديدة المقاومة . ان الخارطة الطبوغرافية تبرز الظاهرة الجيومورفولوجية ، وان الدراسة الميدانية تفسر الخصائص البينوية والجيومورفولوجية [جاد ١٩٧٨] .

يصبح النهر منطبعاً عندما يجري فوق تكوينات بنيوية تختلف عن البنية التي نشأ فوقها لتعميق مجراه وازالته للطبقات الصخرية السميكة العليا ، وابتدأ يجري فوق الطبقات السفلى .

ويكون النهر سالفاً ، اذا تعرض الجزء الذي يجري فوقه لحركة تكتونية [انكسارية او التوائية] في اتجاه عرضي مع النهر كادت تحول مجراه ، الا انه حافظ على اتجاهه بعملية النحت في التكوينات البنيوية المتأثرة بالحركات التكتونية ، اواقتصر تأثيرها على جانبي وادي النهر والاجزاء المجاورة له وحافظ على اتجاهه الاصلي الذي سبق الحركة التكتونية .

وعندما يتأثر المظهر التضاريسي باتجاه ميل الطبقات نحو النهر او صده ، تتآكل الطبقات اللينة ، تبقى الطبقات الصلبة اكثر بروزاً وارتفاعاً .

ثانياً : التحليل المورفومتري للخرائط الطبوغرافية

يستفاد من الخرائط الطبوغرافية لتحديد اشكال سطح الارض وقياس ابعادها ويتم التحليل المورفومتري لاشكال سطح الارض من الخارطة الطبوغرافية باحدى الطرق التالية :

١- تحديد درجة انحدار سطح الارض .

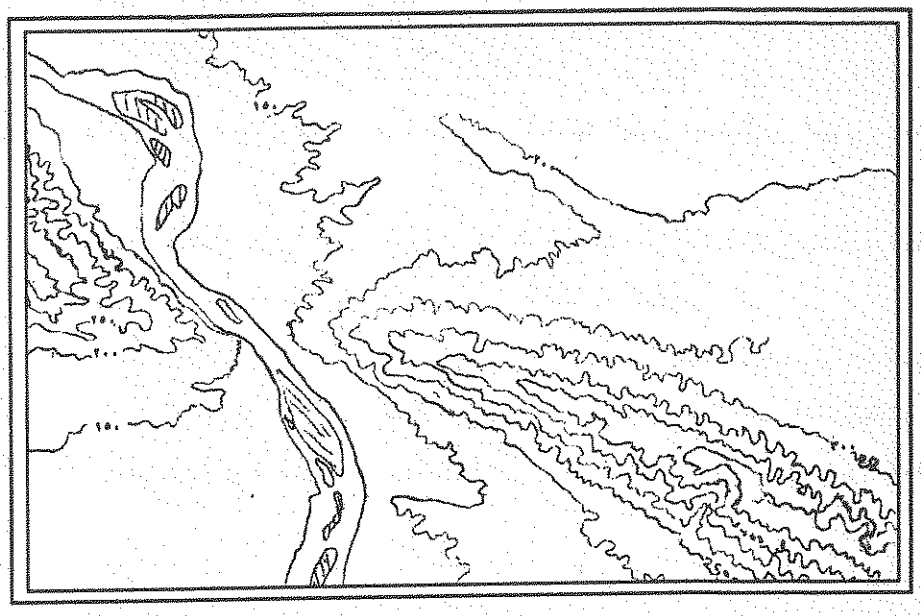
٢- التحليل المورفومتري لاحواض الانهار .

اولاً- استخراج انحدار سطح الارض :

ان سطح الارض ليس مستوياً ، بل يميل عن المستوى الافقي ، ويعبر عن انحداره كمياً بصيغة نسبة حدية ١/١٠ [١ : ١٠] او ١/٥٠ [١ : ٥٠] ... ويمثل الحد الاول مقدار الفاصل الراسي او الفرق في الارتفاع بين نقطتين ، ويمثل الحد الثاني المسافة الافقية بينهما ، وكلما زادت المسافة الافقية كان الانحدار بطيئاً والعكس صحيح ، وقد يعبر عن الانحدار بالدرجات ، فيقال ان انحدار سطح الارض درجة واحدة او درجتان ...

ان تعيين درجة الانحدار لسطح الارض له فائدته في الدراسات الجيومورفولوجية لتعيين صفات سطح الارض لاغراض التخطيط ونمط استعمال الارض ، كما يفيد خلال الدراسة الميدانية لرسم اشكال تضاريسية ازالت عوامل التعرية جزءا منها او جميعها .

شكل(٣٤): حافة صخرية تقطع مجرى نهر .



جزء من مجرى نهر دجلة عند اختراقة جبال حمرين عند الفتحة ، والتي قد تمثل نهر متطبعا او سالفا او ناقل الطبقات اللينة التي تميل نحو النهر في الجانب الايمن وتميل نحو الجانب البعيد عن النهر في الجانب الايسر .

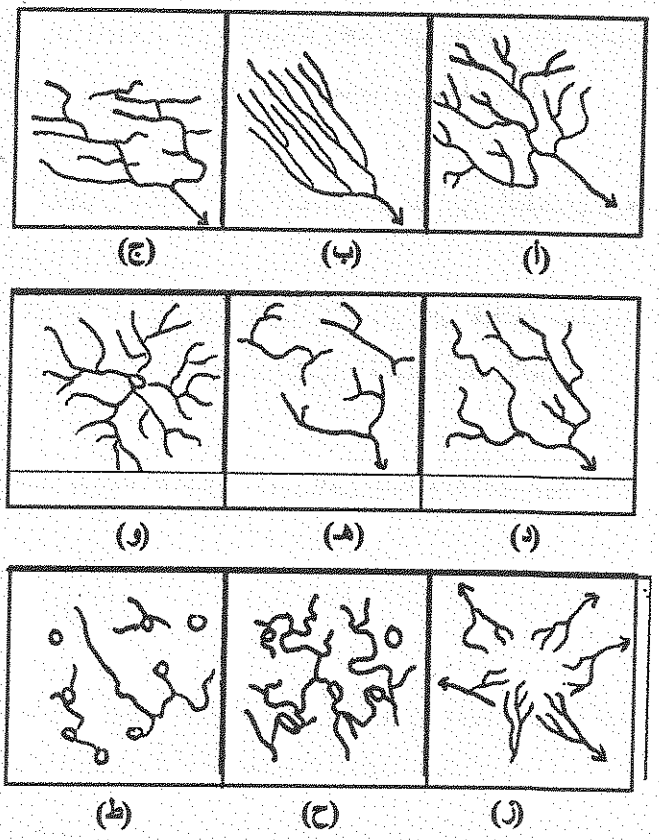
١). قد يكون النهر متطبع ، حفر مجراه في الطبقات العليا بعمق ٢٠ م عند منسوب السهل الفيضي والذي يتطابق مع المدرج الاول ، وقط يكون نشاط عمليات حفر المجرى بتاثير هبوط تكتوني لسهل الرسوبي او انخفاض مستوى سطح البحر خلال البلايستوسين (Lee . Falcon . 1952) .

٢). قد يكون النهر سالفا قاوم عمليات الرفع التكتوني لمنطقة تكونت من عمليات ترسيب سابقة وان دراسة (النقاش ، والشياني ، ١٩٧٦) واستنادا الى عمليات سبر الاغوار ، فان سطح الارض يرتفع تدريجيا من منسوب ١١٨ م عند الحافة السفلى للمدرجات النهرية للسهل الفيضي الى منسوب ١٣٩ عند تحدب قمة جبل مكحول ، تفصل بين المدرجين حافة صخرية ، لقد حافظ النهر على اتجاه مجراه ولا يتاثر بعمليات الرفع .

٣). وفي كلتا الحالتين ، قد تاثرت امتدادات المرتفعات المجاورة للنهر بعملية تعرية جانبي النهر عند الفتحة وازالة التكوينات العليا لسطح الارض . ان التعرية كانت اشد على الجانب الشرقي من مرتفعات حمرين حيث المرتفعات اكثر اعتدالا في انحدارها واقل ارتفاعا من جبال مكحول الواقعة على الجانب المقابل .

(الخارطة : خارطة طبوغرافية ، الشكرة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين . 138B$E / الفتحة مقياس ١/ ١٠٠٠٠ .

شكل(٣٥): انماط شبكة الصرف النهري لاحواض الانهار.



أ). نمط صرف شجري فوق تكوينات متجانسة .
ب). نمط صرف متوازي فوق منحدرات شديدة .
ج). نمط صرف متشابك ، صخور رسوبية طباقية .
د). نمط صرف مستطيل ، صخور نارية او رسوبية تكثر فيها الانكسارات والفواصل .
هـ). نمط صرف حلقي ، صخور رسوبية .
و). نمط صرف مركزي ، منخفضات ذات تكوينات متجانسة .
ز). نمط صرف شعاعي ، مخارسط بركانية ، وقباب .
ح). نمط صرف مشوش فوق ارساب جليدي حديث التكوين .
ط). نمط صرف مشوش فوق تكوينات كلسية تشيع فيها ظاهرة الكارست .

لاستخراج الانحدار من الخارطة الطبوغرافية ، على امتداد طريق ، او مجرى مائي وعلى امتداد القطاع التضاريسي ، تعتمد الخطوات التالية :-

أ- يحدد الخط الذي يصل بين النقطتين المطلوب تعيين معدل انحدار سطح الارض بينهما .

ب- تقاس المسافة الفاصلة بين النقطتين على الخارطة وتحول الى امتار بموجب مقياس رسم الخارطة ، فاذا كانت المسافة بين نقطتين ٥سم على الخارطة المرسومة بمقياس [١ : ٥٠٠٠] والتي تعادل ٢٥٠ على سطح الارض .

جـ- تقسم المسافة الافقية [الخطوة الثانية] على الفاصل الراسي بين النقطتين ويعتبر الناتج الحد الثاني للنسبة او يكون الحد الاول (١) دائماً .

ويسخرج مقدار الانحدار بالدرجات من قياس زاوية الانحدار بين نقطتين معلومتين حيث تتبع الخطوتان الاولى والثانية السابقتين [والخاصة باستخدام النسبة الحدية لمعدل الانحدار] ، ثم تستكمل بالخطوات التالية :-

د- يستخرج ظل زاوية الانحدار بقسمة الفاصل الراسي على المسافة الافقية حيث :-

$$\text{ظل الزاوية} \quad \tan = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} \quad \text{---} \quad \text{معادلة (١)}$$

ويمكن تعيين ظل زاوية الانحدار من جدول ظلال الزوايا ، كما يمكن تحديد زاوية الانحدار من دون الرجوع الى جدول ظلال الزوايا باستعمال [معامل ثابت = ٦٠°] للمنحدرات البطيئة حيث ان :-

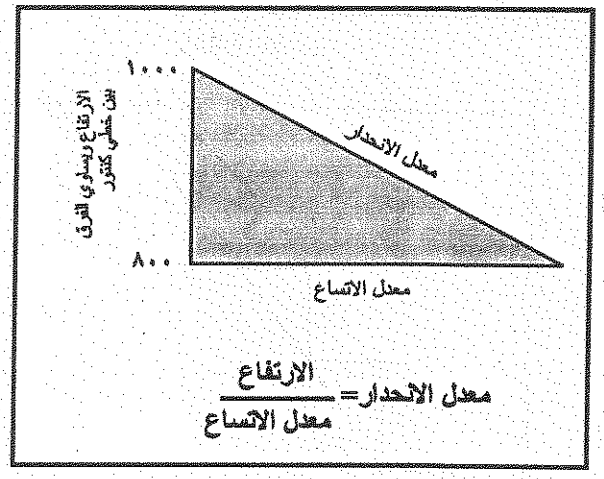
$$\text{زاوية الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الراسي} \times ٦٠}{\text{المسافة الافقية}} \quad \text{---} \quad \text{معادلة (٢)}$$

ويكون ملزماً في حالة المنحدرات الشديدة في المناطق المضرسة من تطبيق المعادلة رقم (١) والرجوع الى جدول ظلال الزوايا .

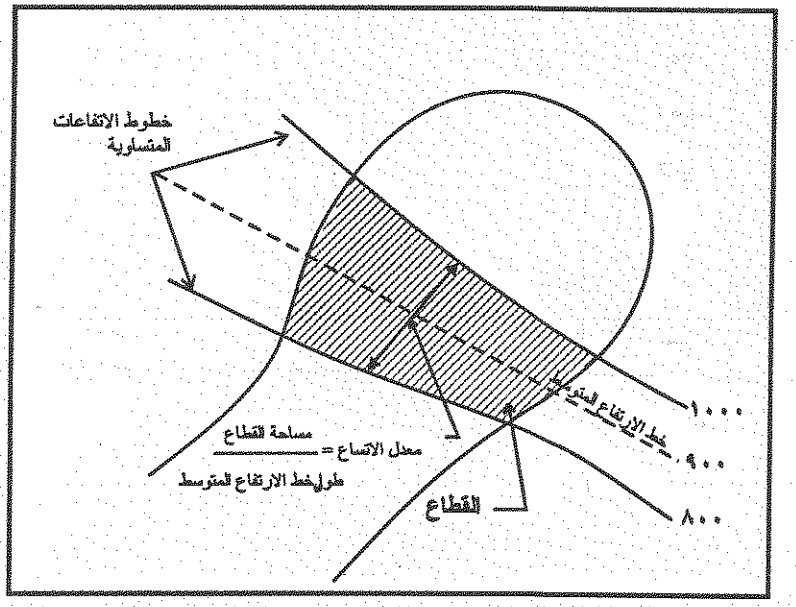
ويستفاد من المعادلة (٢) لاستخراج المسافة الافقية لخط القطاع عندما يكون الفاصل الراسي ودرجة الأنحدار معلومان ، كما يمكن معرفة مقدار الفاصل الراسي اذا كانت المسافة الافقية ودرجة الانحدار معلومتان . حيث ان :-

$$\text{الفاصل الراسي} = \frac{\text{المسافة الافقية} \times \text{درجة الانحدار}}{٦٠} \quad \text{---} \quad \text{معادلة (٣)}$$

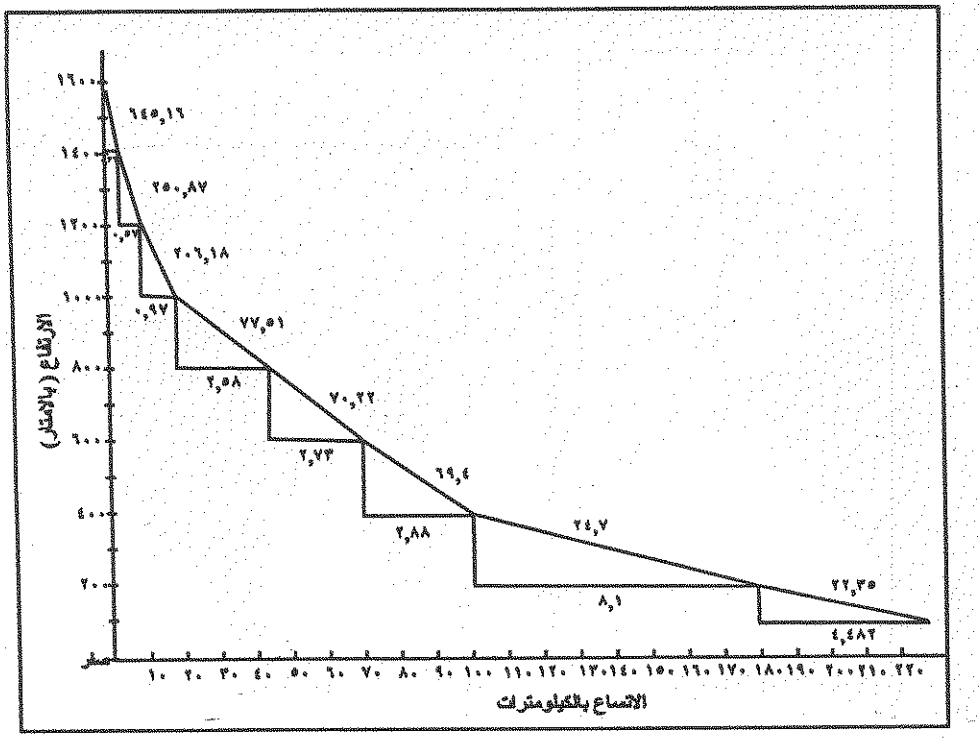
شكل(٣٦-أ) : استخراج معدل انحدار القطاعات .



شكل(٣٦-ب): استخراج معدل اتساع القطاعات .



شكل (٣٧): المنحنى الكلينوكرافي لحوض نهر العظيم .



المصدر : وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي ، مديرية المساحة العامة ، خارطة خطوط الارتفاعات المتساوية لحوض نهر العظيم ، مقياس ١/ ١٥٠٠٠٠ (غير منشورة).

$$\text{المسافة الافقية} = \frac{\text{الفاصل الراسي} \times ٦٠}{\text{درجة الانحدار}} \quad \text{--- معادلة (٤)}$$

اعداد القطاعات التضاريسية

تعتبر القطاعات التضاريسية وسيلة كمية لتمثيل وتحليل اشكال سطح الارض فهي تساعد على توضيح نمط انحدار سطح الارض وتحديده بدقة تتفق نع دقة الخارطة ، تصنف القطاعات الى انواع حسب الاسس المتبعة عند اعداها :-

١- قطاعات بانورامية ، قطاعات متتابعة ، وفق عدد القطاعات في الشكل الواحد .

٢- قطاعات موضوعية ، حسب موضوع اعدادها ، وهي تقسم الى :-

أ- قطاعات بسيطة طولية توضح نمط الانحدار وشكل سطح الارض على امتداد خط القطاع ، مثل القطاعات الطولية للانهار ، القطاعات العرضية للاودية النهرية ، القطاعات التضاريسية البسيطة ، راجع [الفحص التمهيدي للخارطة الطبوغرافية] .

ب- قطاعات مساحية ، توضح العلاقة بين مساحة سطح الارض وانحداره ، وهي توضح العلاقة بين مساحة الشكل وارتفاعه عن مستوى سطح البحر وانحداره .

ويتم اعداد القطاعات المساحية التضاريسية باساليب مختلفة ، فهناك قطاعات هبسومترية ، قطاعات كلينوغرافية . ولاعداد قطاع كلينوغرافي :-

القطاع الكلينوغرافي : شكل بياني يمثل مقطعاً جانبياً لجزء من سطح الارض ، يوضح العلاقة بين ارتفاع وانحدار ومساحة القطاعات المتتابعة لسطح الارض ، يتم اعداده من تقسيم سطح الارض كما يبدو في الخارطة الطبوغرافية الى قطاعات متتابعة على اساس خطوط الكفاف المحصورة بينها ، ثم تقاس مساحة كل قطاع من سطح الارض يقع بين خطي كفاف متتالين ، كما يقاس معدل طول قطاع من سطح الارض لاستخراج معدل اتساع كل قطاع .

شكل [٣٦ أ ، ب] يوضح استخراج معدل انحدار القطاعات ، معدل اتساع القطاعات .

١- استخراج متوسط طول كل جزء ، الذي يعادل طول خط الكنتور المتوسط .

$$\text{٢- معدل اتساع القطاع} = \frac{\text{مساحة القطاع}}{\text{طول خط الكفاف المتوسط}} \quad \text{--- معادلة (١)}$$

٣- معدل انحدار القطاع = الفرق في قيم خطي الكفاف المحيطان بكل جزء / معدل اتساع القطاع --- معادلة (٢)

ويرسم شكل الانحدار لسطح الارض على ورقة بيانية ، يمثل المحور الافقي مقدار الاتساع / بالكيلومترات ، يمثل المحور العمودي الارتفاع عن مستوى سطح البحر / بالامتار، ونوصل الاحداثيات بخط مستقيم يمثل المنحنى البياني لانحدار سطح الارض . ويوضح الشكل [٣٧] المنحنى الكلينوگرافي لحوض العظيم .

القطاعات الهبسومترية :-

منحنيات بيانية تمثل العلاقة بين المساحة التي يشغلها الشكل من سطح الارض وارتفاعه عن مستوى سطح البحر ، فهو يوضح نسبة المساحة لسطح الارض المحصور بين خطوط الكفاف الى المساحة الاجمالية للشكل ، ويعبر عن المساحة بالوحدات المربعة ، الارتفاع بوحدات الطول ، وقد تمثل المساحة والارتفاع بصيغة النسبة المئوية بالنسبة للمساحة الاجمالية او الارتفاع العام لسطح الارض .

وتتبع المنحدرات الخطوات التالية لاعداد المنحنى الهبسومتري :-

١- تقاس المساحة الاجمالية لقطعة الارض او حوض النهر بواسطة جهاز البلانيمتر وتحول الى المساحة الحقيقية بالكيلومترات المربعة [A] . ثم تقسم سطح الارض او حوض النهر الى قطاعات على اساس خطوط الكفاف ، ان مساحة كل نطاق تمثل المنطقة المحصورة بين خط الكفاف والمحيط الخارجي للشكل [a] . ثم تحدد نسبة مساحة كل نطاق الي المساحة الكلية [$\frac{a}{A}$] .

٢- يحدد الارتفاع العام لسطح الارض او لحوض النهر ، ويمثل الارتفاع الاقصى لسطح الارض [H] ، ويحدد ارتفاع كل نطاق [h] من خطوط الكفاف وتحدد نسبة ارتفاع كل نطاق الى الارتفاع العام [$\frac{h}{H}$] .

٣- يمكن اعداد القطاع التضاريسي الهبسومتري بصيغ النسبة المئوية ، حيث المساحة الاجمالية تساوي ١٠٠٪ ، كذلك يمثل الارتفاع العام ١٠٠٪ ، ثم يستخرج النسبة المئوية لمساحة كل نطاق من المساحة الاجمالية ، وكذلك تحدد النسبة المئوية لارتفاع كل نطاق .

٤- يتم اعداد الشكل البياني للقطاع الهبسومتري ، يمثل المحور الافقي المساحة الكلية او النسبة المئوية للمساحة ، يمثل المحور الراسي الارتفاعات او النسبة المئوية للارتفاع ، مع العلم ان كل من المحور الراسي والمحور الافقي يبدأن من الصفر .

٥- تثبت الاحداثيات التي تمثل العلاقة بين المساحة والارتفاع لكل نطاق ، ثم توصل الاحداثيات بخط المنحنى البياني لتضاريس سطح الارض .

ان المنحنيات الهبسومترية المقترحة من قبل [Schumm, Miller , Langben] وطبقت من قبل [Strahler, 1958] لتقدير المرحلة الجيومورفولوجية من تطور اشكال سطح الارض ، من تحديد النسبة المئوية لمساحة الارض التي ازيلت بعمليات التعرية .

ثانياً - التحليل المورفومتري لاحواض لانهار

أ- شكل حوض النهر

يستفاد من خارطة خطوط الكفاف لقياس وتحليل اشكال احواض الانهار ، وفق صيغة أقترحت من قبل هورتون ، عدلت من قبل ستريلر [هورتون - ستريلر] لوصف اشكال احواض الانهار . ان شبكة القنوات النهرية تتألف من قنوات وفروع تلتقي مع بعضها مكونة نظاماً طبيعياً متكاملاً .

تعتبر الانهار التي تقع في بدايات شبكة الصرف النهري [رؤوس الاصابع] انهارا من المرتبة الاولى ، وعندما يلتقي نهران من المرتبة الاولى ، يتكون نهر اكبر حجماً من المرتبة الثانية ، وعندما يلتقي نهران من المرتبة الثانية يتشكل نهر من المرتبة الثالثة . . . الخ حتى يستكمل تقسيم وتصنيف شبكة القنوات النهرية حسب مراتبها ، ولايحدث تغيير في تسلسل المراتب عندما يلتقي نهر من مرتبة دنيا مع نهر من مرتبة أعلى .

لقد استنتج هورثون- ستويلر مجموعة قوانين لتفسير صفات شكل حوض النهر لها علاقة بمراتب شبكة الوديان النهرية لجميع الحوض . ان هذه العلاقات يمكن تمثيلها باشكال بيانية ترسم على ورق بياني نصف لوغاريتمي ، حيث تنتظم الاحداثيات التي تمثل العلاقة بين المراتب وسمات حوض النهر على امتداد خط مستقيم [خط الانحدار للشكل البياني] ، ان القوانين التي تحدد صفات شكل حوض النهر :-

١- قانون العلاقة بين عدد الانهار والمراتب النهرية .

٢- قانون العلاقة بين طول الانهار والمراتب النهرية .

٣- قانون العلاقة بين انحدار الانهار والمراتب النهرية .

٤- قانون العلاقة بين مساحة احواض الصرف النهري والمراتب النهرية .

وسيقتصر البحث على تحليل القانونين الاول ، الثاني .

١- قانون عدد الانهار : ان اعداد الانهار من المراتب المختلفة لحوض النهر تكون متوالية هندسية سالبة ، تبدأ بانهار المرتبة الاولى الاكثر عدداً وتتناقص اعداد الانهار مع ازدياد المرتبة بنسبة ثابتة تسمى [نسبة التشعب] . حيث :-

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد انهار المرتبة الاصغر}}{\text{عدد انهار المرتبة التالية}} \quad \frac{\text{غ م}_{-1}}{\text{غ م}_{+1}}$$

$$\text{معدل عدد انهار المرتبة} = [\ \text{ع م}_{-1} = \text{ش ن}\ (\text{م} - \text{م}_{-1})\ ]$$

$$\text{مجموع عدد الانهار لحوض النهر} = \frac{(\text{ش ن})^{\text{م}} - 1}{\text{ش ن} - 1}$$

حيث ان :-

ش ن = نسبة التشعب .

ع مـ = عدد الانهار المرتبة النهرية .

ع مـ +١ = عدد الانهار المرتبة التالية .

م = مرتبة النهر الرئيسي .

٢- قانون طول الانهار : ان متوسط طول انهار المراتب النهرية للحوض تشكل متوالية هندسية موجبة ، يكون معدل طول انهار المرتبة الاولى [الوحدة الاساسية] وتزداد بنسبة طول ثابتة .

$$\text{ان : ن ط} = \frac{\text{طَ مـ}}{\text{طَ مـ} - 1} \qquad \text{معادلة ---(١)}$$

$$\text{ط مـ} = 1 \text{ ط (ن ط)}^{(\text{مـ} - 1)} \qquad \text{معادلة --- (٢)}$$

ن ط = نسبة الطول .

طَ مـ = معدل طول المجاري المائي .

ط مـ = معدل طول المجاري من مرتبة ما .

ط مـ-١ = معدل طول المجاري الاقل مرتبة .

مـ = مرتبة النهر الرئيسي .

ان تطبيق القانونين له اهميته في وصف سطح الارض ومدى تطور شبكة الصرف النهري بالنسبة لعدد الانهار وطولها ، كما له اهمية في دراسة النظام المائي لحوض النهر من تحديد كثافة الصرف النهري والتي لها علاقة وثيقة بالتصريف المائي للنهر .

٣- قانون كثافة الصرف النهري : ان كثافة الصرف النهري توضح مقدار تقطع سطح الارض لحوض النهر بالمجاري المائي ، وقدرة الحوض على تصريف المياه من الامطار الساقطة :-

$$\text{كثافة الصرف النهري} = \frac{\text{مجموع طول الانهار / كم}}{\text{مساحة حوض النهر / كم٢}}$$

وتختلف كثافة الصرف النهري باختلاف [البناء الصخري ، المناخ ، الغطاء النباتي ، نوع التربة ، درجة انحدار سطح الارض] .

مثال : الشكل [٣٨] شبكة الصرف لقنوات نهرية لحوض نهر . افحص الخارطة ، ثم :-

١- حدد المراتب النهرية لشبكة الصرف النهري وفق [هورثون - ستريلر] ثم استخرج عدد الانهار لكل مرتبة . ثبت عدد الانهار مقابل مرتبتها على ورقة بيانية اعتيادية حيث تمثل المراتب النهرية على المحور الافقي وبمقياس حسابي ، وتمثل اعداد الانهار على المحور العمودي بمقياس لوغاريتمي . [لوغاريتم عدد الانهار] .

٢- ارسم خط الانحدار الذي يوصل الاحداثيات التي تمثل العلاقة بين عدد الانهار ومراتبها .

٣- قس اطوال الانهار حسب مراتبها واستخراج معدل طول الانهار كل مرتبة ، ثبت معدل طول الانهار لكل مرتبة على ورقة بيانية ، حيث تمثل المراتب النهرية على المحور الافقي بمقياس حسابي ، وتمثل اطوال الانهار على المحور العمودي بمقياس لوغاريتمي .

٤- ارسم خط الانحدار الذي يمثل نسبة التشعب بين اعداد الانهار من المراتب التي يتكون منها الحوض (الفقرة الاولى) ، وارسم خط الانحدار الذي يمثل نسبة الطول بين الانهار من المراتب المختلفة [الفقرة الثالثة] بموجب معادلة خط الانحدار بصيغة [$Y = a + bx$] ثم حلل الاشكال البيانية :-

أ- هل تتطابق الاحداثيات مع خط الانحدار ؟ اذا كان هناك انحراف عن خط الانحدار . ما اسبابه ؟ .

ب- ماهو تأثير المناخ الجاف على عدد الانهار او طولها ؟

جـ- اين تكون كثافة الصرف النهري مرتفعة ؟ فوق تكوينات الصخور الرملية او صخور الطفل ؟ اين تكون الانهار اكثر طولاً ؟ فوق تكوينات الصخور الرملية ام صخور الطفل ؟ اين تكون نسبة التشعب اكثر ؟ فوق تكوينات الصخور الرملية ام صخور الطفل ؟ .

ب- شكل القناة النهرية .

يستفاد من الخرائط الطبوغرافية لقياس شكل القناة النهرية وابعادها . الشكل [٣٩] يوضح ابعاد القناة النهرية الممكن قياسها ،\ وتشمل :-

١- طول موجة الالتواء Wave length .

٢- نصف قطر الالتواء Radius of Curvature .

٣- سعة الالتواء Amblitude .

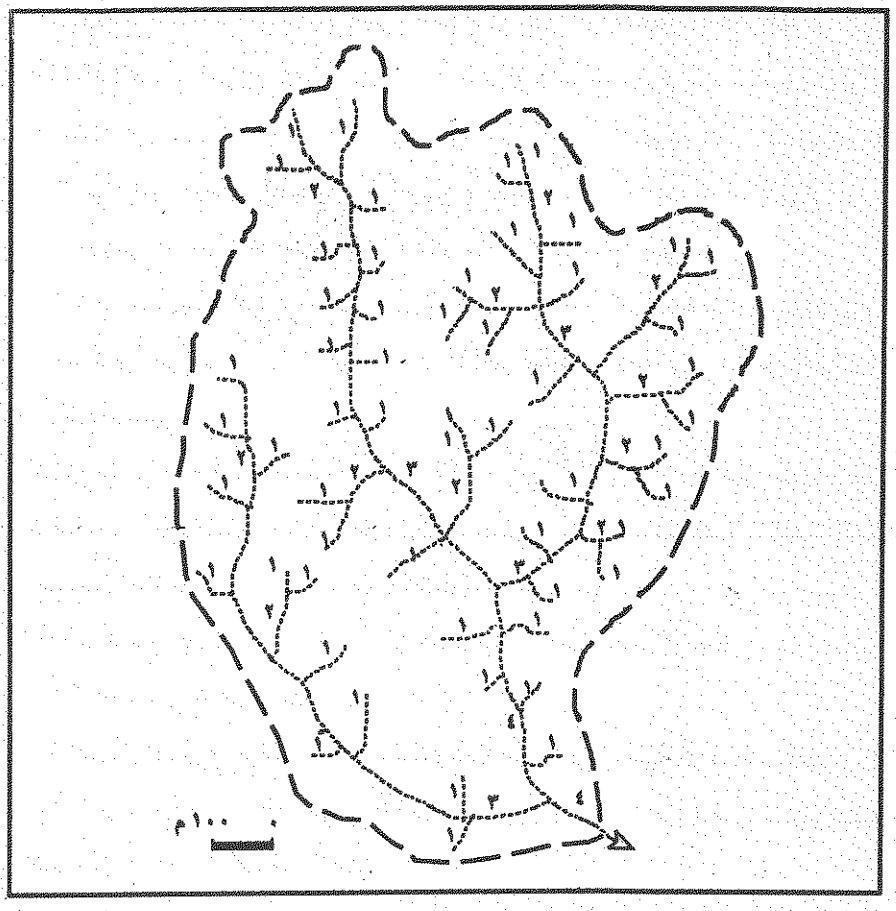
٤- محسور الالتواء Axis of meander .

٥- عرض القناة النهرية Channel width .

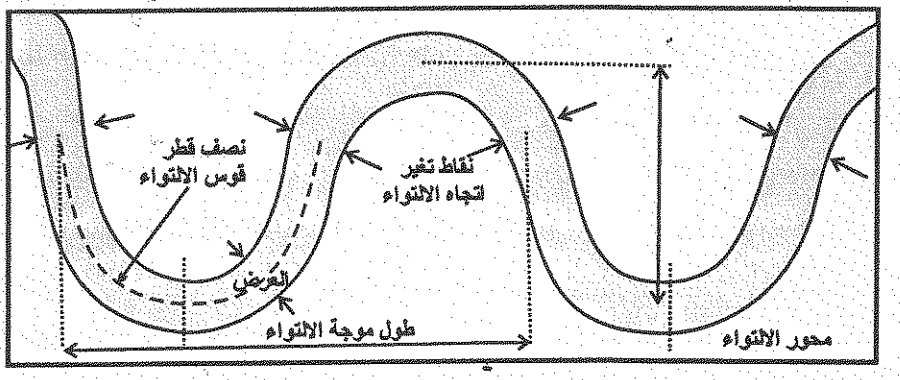
٦- طول وادي النهر .

٧- مواضع تغير اتجاه الالتواء .

شكل (٣٨): مراتب شبكة الصرف النهري وفق طريقة هورتن - ستريلر .



شكل(٣٩): ابعاد القناة النهرية .



المبحث الثاني
الدراسة الميدانية والمختبرية

تعتبر الدراسة الميدانية ، المصدر الرئيسي للبيانات والمعلومات عن اشكال سطح الارض ، وتزداد اهميتها ، عندما يكون مشروع الدراسة يغطي مساحة صغيرة من سطح الارض ، ان الدراسة الميدانية توفر معلومات عن شكل سطح الارض ، تاريخه ، العمليات الجيومورفولوجية ، البنية الجيولوجية ، لادراك العلاقة بين العناصر السابقة وعلاقتها في تشكيل مظاهر سطح الارض وتوزيعها .

ان القيام بالدراسة الميدانية يتطلب التهيوء المسبق ، والاعداد الجيد وتوفير مستلزماتها الضرورية من قبل الباحث او فريق العمل ، والتي يمكن انجازها :-

١- تهيئة الخرائط التمهيدية والخرائط الطبوغرافية والصور الجوية الخاصة بمنطقة الدراسة .

٢- تعيين مواضع الدراسة الميدانية . رسم الطرق الموصلة الى تلك المواضع وتفضل الطرق القصيرة السهلة مع تهيئة وسائل النقل المناسبة لظروف سطح منطقة الدراسة .

٣- التأكد من الحالة الجوية في منطقة الدراسة قبل فترة مناسبة .

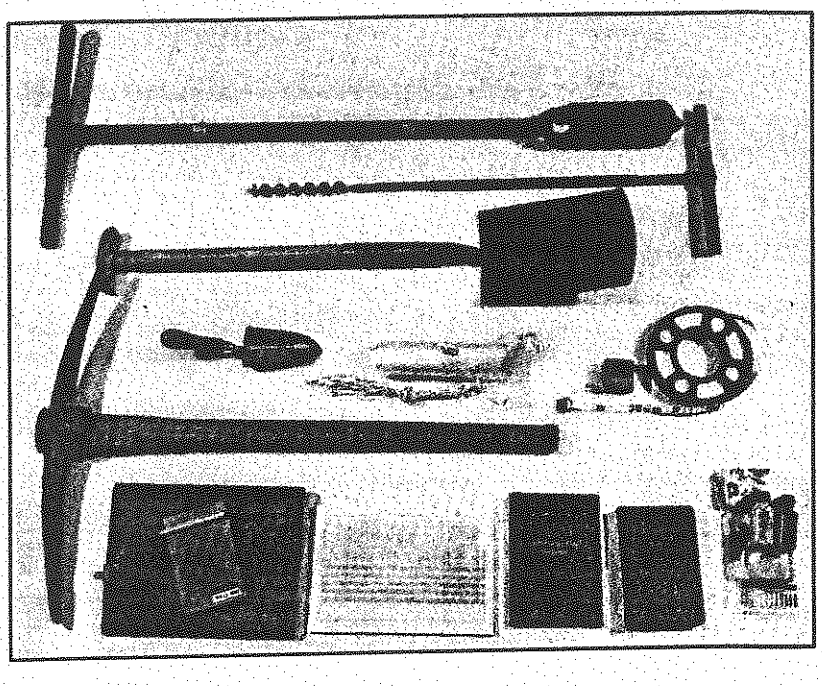
٤- اعداد خطة العمل اثناء الدراسة الميدانية ، تحديد الاعمال المطلوب انجازها اثناء الدراسة الميدانية لغرض تهيئة الادوات اللازمة للدراسة ، كما يحدد عدد المواضع الممكن دراستها يومياً لغرض تحديد الوقت اللازم لانجاز العمل الميداني .

٥- اذا كانت منطقة الدراسة تقع في منطقة نائية نسبياً عن موضع اقامة فريق العمل ، فيفضل نصب مخيم كشفي قريب من منطقة الدراسة ، يمكن الانطلاق منه الى موضع الدراسة والعودة اليه بسهولة ، على ان يضم المخيم مختبراً صغيراً لاجراء الفحص التمهيدي او الضروري عند الانتهاء من العمل الميداني اليومي .

٦- على الباحث او فريق العمل اصطحاب الاجهزة والادوات الضرورية التي يتطلبها العمل الميداني والتي يسهل حملها ، مثل جهاز قياس الحامضية ، جهاز قياس نسبة الملوحة عداد لقياس التصريف المائي ، محرار لقياس حرارة الماء ، اشرطة قياس المسافات من القماش ومعدنية ، شواخص ، ميزان البني Abney Level ، نيودولايت ، بوصلة برنتون لقياس ميل الطبقات والانحدار ، جهاز الابصار المجسم ، المطرقة الجيولوجية ، ادوات حفر [مثاقب] لولبية او مجوفة لاعمال التربة ، اجهزة قياس الارتفاع ، عدسات مكبرة ، منظار حامض الكاربونيك المخفف . توضح الصورة [١] بعض الادوات المستعملة اثناء الدراسة الميدانية .

٧- وسائل خاصة يتطلبها المبيت في المخيم .

صورة (١): بعض الادوات المستعملة في الدراسة الميدانية .



٣ : ٢ : ١ الدراسة الجيولوجية

تهدف الدراسة الجيولوجية الى تسجيل المعلومات ذات العلاقة بنشأ ة وتطور اشكال سطح الارض ، ان المعلومات الضرورية من هذا الجانب تكمن في :-

١- درجة ميل الطبقات ، علاقة ميل الطبقات باشكال سطح الارض ، وتستعمل بوصلة برندون لقياس ميل الطبقات ، ويسجل موضع القياس واتجاه ميل الطبقات على الخارطة .

٢- مقدار سمك الطبقات من المكاشف الصخرية ، ترتيب الطبقات [طباقية ، قبابية ، متداخلة] . الانكسارات واسبابها وعلاقتها بالعمليات الجيومورفولوجية .

٣- نوع الصخور ، وفق تقسيماتها الرئيسة [نارية ، رسوبية ، متحولة] : تؤخذ نماذج الى المختبر لتحديد نوعها ، تركيبها المعدني والكيميائي ، صلابة الصخور ومتانتها والذي يحدد مدى تأثرها بالتجوية والتعرية .

٤- عمق جبهة التجوية وقد يكون من الصعب تحديد اسم الصخر خلال الدراسة الميدانية من دون الفحص المختبري لمقطع من الصخر . كما ان الفحص بواسطة العدسات المكبرة يساعد الباحث على تحديد الصنف الرئيسي للصخور .

وتوضح الجداول [١-٩] المعايير والاوصاف التي يمكن الاعتماد عليها للتعرف على البناء الجيولوجي والصخري خلال الدراسة الميدانية [Gardiner and Dackombe , 1983] ملحق رقم [٢] .

٣ : ٢ : ٢ دراسة التربة

تتضمن الدراسة الميدانية للتربة تحليل ثلاث عناصر اساسية :-

١- وصف موضع التربة .

٢- وصف قطاع التربة وافاقها .

٣- وصف تفصيلي لافاق التربة .

اولاً وصف موضع التربة

١- تحديد اسم المكان ، موقعه على الخارطة ، ارتفاعه عن مستوى سطح البحر ، ملاحظات عن التضاريس المحلية ضمن منطقة قطرها ٢٠٠م ، علاقة الموضع بنظم الصرف المائي ، درجة انحدار السطح ، شكل المنحدرات ، اشكال السطح ومقدار اختلاف التضاريس وتباين ارتفاعها بحدود بضعة امتار .

٢- المناخ السائد خلال الدراسة الميدانية ، او قبل القيام بها ، والذي قد يؤثر على حالة التربة ، ومحتوى الرطوبة فيها ، حالة ماء التربة .

٣- تسجيل ملاحظات عن احتمال تأثر موضع الدراسة بالفيضانات السابقة ، بعمليات التعرية والترسيب ، شدتها ، تاريخها ، نوعها [مائية ، ريحية ...] .

٤- دراسة المكاشف الصخرية في الموضع لتحديد نوع الصخور ، تركيبها الكيميائي والمعدني .

٥- وصف تفصيلي لنمط استعمال الارض ، نوع الحشائش المنتشرة ، نوع المحصول الزراعي ومرحلة نموه ، وتسجل القطاعات النباتية الشبه الطبيعية من غابات متنزهات [نوع النبات ، ونظام ادارتها] .

٦- حالة شكل الارض ، اراضي محروثة ام متروكة . نمط حراثتها [مروز ، كتل ، مجمعات] ، نسبة الغطاء الصخري في الموضع .

ثانياً : وصف قطاع التربة

يهدف وصف قطاع التربة الى بيان حالة الحفرة [موضع الدراسة الميدانية] طبيعية ام اصطناعية ام جدار جرف . حيث تبدو افاق التربة واضحة لغرض :-

١- تحدد بوضوح العلاقة العمودية والافقية بين آفاق التربة .

٢- تعيين الحدود بين افاق التربة . الحد الادنى والحد الاقصى لعمق افاق التربة ، معدل استمرار ظهور افاق التربة ، تعيين اسماء افاق التربة بعد الانتهاء من الوصف التفصيلي الكامل .

٣- تثبت ارقام نماذج التربة تباعاً وفق افاق قطاع التربة من الاعلى عند سطح الارض الى الاسفل . يثبت موضعها .

ثالثاً : دراسة افاق التربة

تتم دراسة افاق التربة والوصف الكامل لكل افق ، ان الوصف التفصيلي يتضمن [نسجة التربة ، نسبة المتحجرات ، لون التربة ، التبرقش . توزيع المواد العضوية ، بناء التربة . تماسك التربة - المتانة ، اللزوجة ، التلاحم ، اللدونة - بقايا الكائنات النباتية والحيوانية . نسبة كاربونات الكالسيوم ، حامضية التربة ، الحدود الفاصلة بين الافاق ، اسماء الافاق] .

٣ : ٢ : ٢ : ١ نسجة التربة

تهدف الى تحديد نسبة مفصولات التربة من المواد الناعمة الذرات [الطين ، الغرين ، الرمل] والذرات الخشنة من الحجارة والحصى .

اولاً : يتم تحديد مفصولات التربة من الذرات الناعمة في لمختبر [ملحق -٣-] ، كما يساعد الفحص التمهيدي في الحقل على تحديد صنف نسجة التربة وكالآتي :-

١- التربة الرملية Sand Soil تربة ذات حبيبات خشنة تبدو متجمعة عند ترطيبها بالماء ، وتنفرط حبيباتها عندما تكون جافة او يسلط ضغط عليها ، يمكن رؤية حبيباتها بالعين المجردة .

٢- التربة مزيجية رملية Sand Loan تربة تحتوي على نسبة كبيرة من الرمل ، كما تحتوي على الغرين والطين ، ان النسبة الكبيرة من المفصولات الرملية تجعلها تتماسك قليلاً عندما تصبح رطبة وتتعرض للانضغاط ، وسرعان ماتنفرط حبيباتها عند ازالة الضغط المسلط عليها وعندما تصبح جلفة .

٣- التربة الغرينية Loam Soil تربة مزيجية من الرمل والغرين والطين ، لها ملمس رملي ، ولكنها ناعمة

قليلاً ، قليلة اللدونة ، تنفرط حبيباتها عندما تكون جافة ، تبدو متجمعة عندما تنضغط بالد لاتنكسر عند ازالة الضغط عنها ، يمكن نقلها .

٤- طموية مزيجة Silty Loam تحتوي على مفصولات رملية ناعمة الحبيبات ونسبة صغيرة من الطين ، ان اكثر من نصف مفصولات التربة غرينية ، تبدو بشكل كتل عندما تكون جافة ، الا ان الكتل يمكن تفتيتها بسهولة حيث تبدو عند لمسها باليد ناعمة تشبه الطحين ، تصبح طينية الملمس عند ترطيبها ، لايمكن عمل حبال طينية منها ، تبدو عليها مظاهر التكسر .

٥- تربة طينية مزيجة تربة ذات نسجة ناعمة ، تنكسر الى قطع صلبة اذا كانت جافة تنضغط باصابع اليد عندما تكون رطبة . يمكن عمل حبال او شرائط منها سرعان ماتنكسر الترب الرطبة تكون لدنة ، يمكن حملها ونقلها .

٦- التربة الطينية ، تربة ناعمة النسجة ، تكون كتل صلبة في حالة الجفاف ، تصبح لدنة لزجة ملوثة للاصابع اذا كانت روطبة ، تصبح بشكل حبال او شرائط عندما تنضغط باصابع اليد ، ان الترب الطينية الغروية الناعمة جداً تكون سهلة التفتت غير لدنة في جميع الاحوال .

ثانياً : المفصولات الخشنة

يتم وصف المفصولات الخشنة من الحصى والحجارة المنفردة ، من حيث اشكالها ، اقطارها ونسبة استدارتها [مبحث ٣ : ٢ : ٢ : ١] ، كما يوصف بناءها الصخري [مبحث ٣ : ٢ : ١] ويوضح الجدول [١١] صفات التربة حسب انتشار الحجارة .

جدول [١١] صفات الترب حسب انتشار

المصطلح	٪ انتشار الحجارة	الوصف عند عدم توفر القياسات
خالية من الحجارة	اقل من ٪	
حجارة قليلة جداً	١-٥٪	حجارة محدودة
حجارة قليلة	٦-١٥٪	تسود الحجارة
حجارة معتدلة	١٦-٣٥٪	عدد كثير من الحجارة
حجارة بافراط	٣٦-٧٠٪	عدد وافر من الحجارة
حجارة كثيرة جداً	اكثر من ٧٠٪	عدد وافر جداً من الحجارة

٣ : ٢ : ٢ : ٢ لون التربة والتبرقش

يوصف لون التربة عند مقارنته باللون حسب [دليل مونسل M unsell Soil Colour chart] ، وعند عدم توفره ، يمكن الاعتماد على دليل الوان الصخور جدول-٢- ملحق-٤- . كما يوصف مقدار النقط الملونة - التبرقش- في التربة Mottling ، حجمها ، حدة لونها ، وضوح حدودها ، تقارن النقط مع بعضها .

ويتم تحديد حجم النقاط الملونة من قياس محورها الطولي ، بأستثناء النقاط الطولية الشكل والتي بتفاصيلها . وقد يكون اللون بهتاً او جلياً واضحاً متميزاً بأستخدام المصطلحات التالية لتعيين الحدود الفاصلة :

فاصل حاد حدود دقيقة حد السكين .

فاصل واضح يوجد فاصل انتقالي اتساعه يقل عن ٢ ملم .

فاصل مشوش تتغير الالوان خلال مسافة تزيد عن ٢ ملم .

كما تستعمل المصطلحات التالية لوصف انتشار النقاط الملونة :-

نقاط قليلة تشغل اقل من ١٢٪ من السطح .

نقاط شائعة تشغل ٢٪ - ٢٠٪ من السطح .

نقاط كثيرة تشغل ٢٠٪ - ٤٠٪ من السطح .

نقاط كثيرة جداً تشغل اكثر من ٤٠٪ من السطح .

٣ : ٢ : ٢ : ٣ توزيع المواد العضوية

يفحص توزيع المواد العضوية في افاق التربة من ملاحظة امتزاج المواد العضوية مع مفصولات التربة ، ومقدار الانتظام والتماثل في عملية الامتزاج ، حالة المواد العضوية في المسامات وفجوات التربة فيما اذا كانت حبيبات منفصلة ام تغلف وتحيط بالحبيبات المعدنية ، وفيما اذا كانت جذور النباتات ميتة ام حية .

٣ : ٢ : ٢ : ٤ بناء التربة

يقصد بمصطلح بناء التربة : نظام التجمع الطبيعي لذرات التربة وتكتلها وانتظامها مع بعضها لتكون وحدات بنائية كالفتات Crumb ، منشورية Prism او مكتلة blocky وتكون قليلة الاستقرار قرب سطح الارض بتأثير الصقيع والحراثة ، بينمت يكون التكتل الطبيعي مستقراً نسبياً عند تعاقب التجفيف والترطيب المستمرين ، ويوضح الجدول [١] من الملحق [٤] انماط انتظام حبيبات التربة .

ويمكن ملاحظة تطور التكتل الطبيعي لذرات التربة اثناء الدراسة الميدانية من سهولة تفتتها او من متانتها عند تأثير محتوياتها بالماء ، ويتم وصفها كما يلي :-

غير مكتلة طبيعياً : Apedal ، لايوجد تكتل طبيعي او تجمعات لذرات التربة وتنكسر الكتل الكبيرة للتربة الى ذرات ناعمة وبسهولة .

ضعيفة التطور : تكتل الذرات الطبيعي يكون ضعيف غير واضح المعالم ويصعب تمييزه .
معتدلة التطور: تكتل الذرات الطبيعي جيد المظهر متماسكة الحبيبات يسهل ملاحظتها وتمييزها في الترب الغير المحروثة .
جيدة التطور : تكتل الذرات الطبيعي يكون متماسكاً وشائع في الترب الغير المحروثة .
راجع جدول [٢] من الملحق [٤] .

٣ : ٢ : ٢ : ٥ التلاحم والتماسك Cementation

يتم تحديد مقدار تلاحم التربة ، بوضع ٣٠ ملم مكعب منها التربة الجافة في الماء لمدة ساعة واحدة ، ثم يفحص النموذج وتصنف التربة وفق مقدار تلاحمها . راجع الجدول [٣] من الملحق [٤] .

٣ : ٢ : ٢ : ٦ اللدونة القصوى Maximum Plasticity

يتم تحديد اللدونة القصوى بالضغط على نموذج التربة بواسطة الاصابع بعد اضافة مقدار من الماء ، وحسب الحاجة للحصول على اللدونة القصوى ، ثم تشكل لفة اسطوانية طولها [٤٠ ملم] ويفحص النموذج ، راجع الجدول [٤] ملحق [٤] .

٣ : ٢ : ٢ : ٧ وصف بقايا النباتات

يتم وصف بقايا جذور النباتات من قياس اقطارها ، ناعمة جداً تقل اقطارها عن ١ ملم ، ناعمة ١-٢ ملم ، متوسطة ٢-٥ ملم ، خشنة تزيد عن ٥ ملم كما يفحص مقدار انتشار الجذور وبقايا النباتات في التربة وفق الجدول [٥] من الملحق [٤] .

٣ : ٢ : ٢ : ٨ كاربونات الكالسيوم

يتم تحديد كاربونات الكالسيوم من حيث شدة تفاعل التربة بعد اضافة حامض الهيدروكلوريك بتركيز ١٠٪ ويفحص النموذج وفق الجدول [٦] من الملحق [٤] .

٣ : ٢ : ٢ : ٩ تحديد افاق التربة

يتم وصف افاق التربة من استخدام المصطلحات الواردة في جدول [٧] ملحق [٤] . كما تستخدم المصطلحات التالية لوصف الحدود الفاصلة بين الافاق :
١- حدود حادة Sharp يتم الانتقال من افق لاخر لمسافة لاتزيد عن ٥ ملم .
٢- حدود متقطعة abrupt يتم الانتقال من افق لاخر لمسافة لاتتراوح [٥-٢٥ملم] .

٣- حدود واضحة Clear يتم الانتقال من افق لاخر لمسافة تتراوح [٢٥-٦٠ملم] .
٤- حدود تدريجية gradual يتم الانتقال تدريجياً من افق لاخر لمسافة [٦٠-١٣٠ملم] .
٥- حدود مضطربة diffuse يتم الانتقال من افق لاخر لمسافة تزيد عن ١٣٠ ملم .
٦- حدود ناعمة Smooth يتم الانتقال من افق لاخر خلال سطح مستو يحتوي على بعض عدم الانتظام .
٧- صور متموجة Wave سطح الانتقال من افق لاخر عريض ضحل وبشكل جيوب منتظمة .
٨- حدود غير منتظمة irregular حدود سطح الانتقال تتضمن جيوب عمقها اكبر من اتساعها .
٩- حدود متكسرة broken حدود غير واضحة .

٣ : ٢ : ٢ : ١٠ وصف شكل الحبيبات وقياس احجامها

تتعد طرق تصنيف حبيبات المواد المترسبة لاختلاف اشكالها واحجامها وتباين ابعادها ، ان اختيار طريقة القياس المناسبة يتم وفق الاتي :-
١- قياس وفرز الحبيبات الخشنة المنتظمة الشكل .
٢- قياس وفرز الحبيبات الخشنة الغير المنتظمة الشكل .
٣- قياس وفرز الحبيبات الرملية .
٤- قياس وفرز الحبيبات الناعمة الغرينية والطينية .

اولاً : قياس وفرز الحبيبات الخشنة المنتظمة الشكل :-

ان الطريقة المباشرة لقياس الحبيبات الخشنة المنتظمة من الترسبات الحصوية التي لاتزيد اقطارها عن [٢ ملم] تعتمد قياس ابعادها الرئيسة [طول الحبيبة / محور أ] والذي يمثل طول المحور ، [عرض الحبيبة / محور ب] والذي يمثل اتساع الحبيبة ، [سمك الحبيبة / محور جـ] والذي يمثل المحور القصير . [شكل ٤٠] .

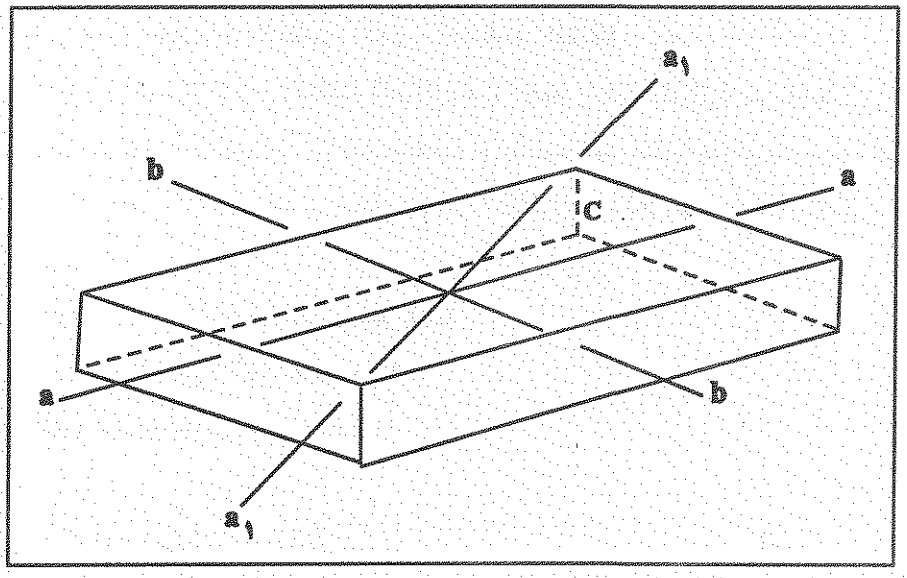
توضح الحبيبة على سطح مستو ، ويكون السطح المستوي للحبيبة يمثل اكبر اتساع لها متجهاً الى الاعلى ، ثم يحدد [المحور ب] اولاً ، يكون مساوياً لاقصر قطر للحبيبة ومتعامداً مع اطوال محور للحبيبة [الخط أ-أ ، وليس أ-أ] ، ويشكل المحور [جـ] زاوية قائمة مشتركة مع المحورين أ ، ب .

وتستعمل لقياس ابعاد الحبيبات زوج من الورنيات [مقياس منزلق على اداة مدرجة توضح التقسيمات] شكل [٤١] ، كما يمكن استعمال شريط قياس معدني .

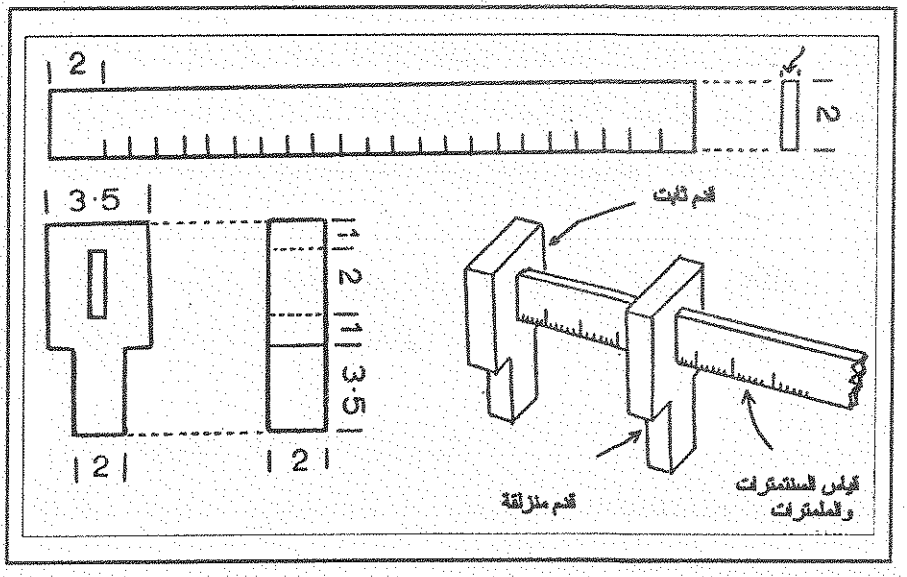
$$\text{ان قطر الحبيبة} = \frac{\text{أ} + \text{ب} + \text{جـ}}{٣}$$

كما يستفاد من تعيين المحورين [أ ، ب] لتحديد ابعاد السطح المستوي للحبيبات وميله ، ان قطر الحبيبات

شكل (٤٠): قياس محاور وابعاد الحبيبات الحصوية الخشنة .



شكل (٤١): الورينات لقياس ابعاد الحبيبات الخشنة المنتظمة الشكل .



وابعاد سطحها له علاقة وثيقة بعمليات نقلها وارسابها [ركامات جليدية ، حركة مواد سطح الارض ، تعرية مائية ..] .

ثانياً : قياس ، فرز الحبيبات الخشنة الغير المنتظمة الشكل :-

يتم قياس وفرز الحبيبات الغير المنتظمة الشكل من [جمع عينة عشوائية من الحصى بمعدل ١٠٠-٣٠٠ حصاة] تفرز الحبيبات باستعمال مجموعة مناخل معدنية او بلاستيكية مثقبة بتجاويف مربعة الشكل ذات ابعاد [٤ ، ٨ ، ١٦ ، ٣٢ ، ٦٤ ، ١٢٨ ملم] ويسجل مقياس [phi] ، المايكرومتر [µm] المكافىء لها . ثم تصنف بالطريقة التالية :-

١- يفرز ويصنف الحصى حسب المناخل التي يستقر فيها .

٢- يعطي رمز لكل حصاة بمقياس phi المكافىء لها .

٣- تحدد النسب المئوية لكمية الحصى لكل صنف .

ثالثاً : قياس ، فرز الحبيبات الرملية

لغرض فرز وقياس الحبيبات الرملية :-

١- يتم فرز الحبيبات وتصنيفها باستعمال مناخل اقطار فتحاتها [-١ ، صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ phi] ، توضع المناخل واحدة فوق الاخرى ، على ان تكون المناخل الكبيرة الفتحات الى الاعلى ويجب ان يتناسب وزن النموذج من الرمل مع حجم الحبيبات المتكون منها ، يكون وزن النموذج ٢ كغم للترسبات التي تحتوي على حبيبات اقطارها ٢سم يكون وزن النموذج ٥كغم للترسبات التي اقطار حبيباتها [٥ر٢سم] ، يكون وزن النموذج ٣٥ كغم للترسبات اقطار حبيباتها [٥سم] .

٢- يكون نموذج التربة جافاً ، حبيباته مشتتة ، حتى يمكن نخله وبكميات كبيرة مرة واحدة .

٣- يتم نخل النموذج مرة واحدة لفترة [٥ - ١٠ دقائق] .

رابعاً : قياس وفرز الحبيبات الغرينية والطينية

توجد طريقتان لفرز الحبيبات الغرينية والطينية : الهايدرومتر Hydrometer ، السحاحات Pipette ، الاولى تهدف الى قياس الجاذبية النوعية Specific gravity للمدة المعلقة خلال فترة زمنية محددة ، الطريقة الثانية تهدف لقياس وزن الترسبات المعلقة في المحلول لفترة زمنية معلومة ، ان الطريقة التالية اسهل من الاولى ، الا ان الطريقة الاولى ادق في معلوماتها ، راجع الملحق [٣] ، المبحث [٤ : ٢ : ٢ : ١] .

٣ : ٢ : ٢ : ١١ تمثيل وتحليل البيانات ، شكل ، اقطار حبيبات مواد سطح الارض

اولاً : يتم تمثيل وعرض البيانات عن اقطار الحبيبات باحد الوسائل التالية :-

١- تستعمل الدائرة البيانية لتمثيل نسبة المواد الخشنة الحبيبات من حصى او زلط . . ان مساحة الدائرة تمثل مجموع قيم النموذج المطلوب تحليله ، تقسم الدائرة الى قطاعات ، تتناسب مساحة كل قطاع وزاويته مع نسبة قيمة الفئة التي تمثلها .

وتستعمل الدائرة البيانية لتحليل ومقارنة الترسبات من مناطق مختلفة مع بعضها لتحديد مصدرها واختلاف توزيعها من مكان لاخر .

٢- يستعمل مثلث نسجة التربة او المنحنى التكراري لتمثيل وعرض البيانات عن الترسبات الناعمة من طين ، غرين ، رمل ، والتي تقل اقطارها عن [٢ ملم] ، لمقارنة الترسبات من مواضع مختلفة واختلافها المكاني .

ويرتبط حجم الحبيبات بمدى تكسر الصخور وتفتتها ، والذي يسيطر عليه :-

١- البناء الصخري والمعدني

٢- عملية التجوية

٣- العمليات الجيومورفولوجية التي تسبب نقل وارساب مواد سطح الارض وتتكسر الصخور والمكاشف الصخرية الى حبيبات مختلفة الاحجام حسب البناء الصخري والمعدني ، ان الصخور اللينة تتحطم سريعاً بعملية التجوية الى قطع صغيرة وخاصة اذا كان بناءها ضعيفاً تكثر فيها الشقوق والفواصل . بينما تتأثر الصخور الصلبة بمديات محدودة .

كما ان المفتتات الصخرية على علاقة وثيقة بالصخور الاصلية التي فصلت عنها وتكون قريبة منها : الا ان عملية التجوية قد تؤدي الى تغير صفاتها وحجب تأثير البناء الصخري ، ان المفتتات المشتقة من صخور لينة تكون نسبتها كبيرة مقارنة بالمفتتات المشتقة من صخور صلبة .

ويتحدد حجم الحبيبات اثناء الفرز والتصنيف من العلاقة المتبادلة لعملية التجوية من جهة وتأثير النقل والارساب للعمليات الجيومورفولوجية من جهة اخرى ، مدى تفوق احدهما على الاخرى .

ان التجوية تسبب تكسر الصخور وتحطمها ، الا ان حجم الحبيبات ومدى تغير اقطار الحبيبات الصخرية يتوقف على تأثير البيئة الجيومورفولوجية لعمليتي النقل والارساب والمسافة التي قطعتها مواد سطح الارض اثناء حركتها قبل استقرارها وتؤدي الى تغير حجمها وشكلها وكثافة الحبيبات المكونة منها .

ان العمليات المائية تعمل على فرز المواد المنقولة حسب احجامها وحجب تأثير التجوية ان الحبيبات الخشنة تترسب في المجاري العليا من الانهار ، بينما الحبيبات الناعمة من الطين والغرين والتي هي من نواتج تجوية الصخور اللينة نقلتها المياه الى المجاري السفلى ، وقد تنقلها المياه الى المسطحات المائية للبحار والمحيطات . راجع الفصل الثاني حمولة النهر] عن العلاقة بين السرعة الضرورية المطلوبة لنقل وارساب المواد المعلقة المنقولة والمواد الخشنة واثرها على فرز وتصنيف الترسبات .

ان حركة الذرات الخشنة بالقفز والجر تؤدي الى احتكاكها بقاع النهر وتصبح حركتها بطيئة وتتحرك لمسافة قصيرة ، بينما تتحرك المواد المعلقة بسرعة مقاربة لسرعة المياه الجارية ولمسافة طويلة قبل ترسيبها ولذلك تفقد الذرات الخشنة جزءا من احجامها وتتناقص اقطارها بعملية الاحتكاك وتتجمع في المجاري العليا من الانهار ، ان عملية الاحتكاك مسؤلة عن فرز وتصنيف [١٥٪ - ٢٥٪] من الترسبات المنقولة بالمياه الجارية . في حين تكون المواد الناعمة الذرات العنصر الرئيسي لعملية النقل ولاتشكل المادة الاساسية للمواد المترسبة ، لذلك فان عملية النقل والارساب المائية تحجب تأثير التجوية والبـــناء الصخري للمفتـــتات الصخرية في تحديد حجم الحبيبات واقطارها .

وتضم الترسبات الجليدية كميات كبيرة من مواد متخلفة عن التـجوية لم يتم فرزها وتصنيفها حسب احجامها ، فهي تضم مواد ناعمة من اصول صخرية لينة غير مقاومة للتجوية كما تحتوي على [زلط - حصى . . ومواد خشنة] تخلفت عن تجوية صخور صلبة . الا ان عملية النقل لمسافة طويلة تؤدي الى تحطم الترسبات الخشنة لتصبح ناعمة بأستثناء الصخور الصلبة جداً والتي تبقى خشنة كبيرة الحبيبات ، حيث ٩٠٪ من الترسبات الجليلدية تنتقل لمسافة لاتزيد عن ٣٠ كم .

وبعد استقرار الترسبات بعملية الارساب، يزداد تأثير التجوية الكيمياوية والفيزياوية من عملية التجمد والذوبان ، التجفيف والترطيب على نسجة الترسبات ومساميتها رقدرة الماء على التغلغل فيها واحتفاظ المواد بالماء ، ان الترسبات النفاذة اكثر تأثرا بالتجوية من المواد القليلة النفاذية .

ويتصف حجم الترسبات الريحية بصغر حجم حبيباتها وتجانس بناءها الصخري حيث تنقل الرياح المواد الناعمة من الرمل والغرين ، بينما تزداد نسبة الكوارتز والكلس في المواد المترسبة ، حيث ان التجوية وعملية الاحتكاك هي المسؤولة عن تفتت المواد الصخرية وتحطمها .

وتتكسر سريعاً المواد التي تستجيب للتجوية الميكانيكة وتنقلها الرياح بشكل حبيبات ناعمة وغبار على غرار المواد المذابة وتكون الجزء الاعظم من المواد المنقولة بينما تشكل نسبة ضئيلة جداً من الارساب الريحي . ان الجزء الاعظم من الارساب الريحي لحبيبات الغرين والرمال الناعمة يؤدي الى تكون تربة اللويس ، لذلك يكون تأثير البناء الصخري في تشكيل الترسبات الريحية ضعيفاً ويزداد تأثير التجوية وعملية النقل في فرز الحبيبات وتصنيفها .

ولا تساعد عملية حركة مواد سطح الارض الى تصنيف وفرز الحبيبات حسب احجامها . ان الترسبات المتحركة على المنحدرات تتكون من طين وحجارة وحصى تختلف عن تجوية ميكانيكية للصخور اللينة على امتداد الفواصل والشقوق ، اما المواد الصخرية الصلبة فتبقى قائمة لفترة اطول بشكل كتل صلبة بارزة ، وكما تكون عملية فرز المفتتات الصخرية محدودة نظراً لقصر المسافة التي قطعتها اثناء حركتها .

ويحدث احياناً نقل وحركة مواد سطح الارض لمسافة طويلة يصاحبها فرز وتصنيف جزئي لحبيبات المواد حسب احجامها ، ولكن لايحصل تغير في بناءها الصخري فمثلاً ، الصخور الرملية تتكسر الى رمال ، طفل ، طين

. ولكن ، اذا كان البناء الجيولوجي مكوناً من طبقات صخرية متباينة في صفاتها ، يتخلف عن تجويتها مفتتات صخرية مزيجة من اصول مختلفة وتؤدي حركة مواد سطح الارض الى حجب تأثير البناء الجيولوجي للصخور في تحديد وتشكيل حجم حبيبات مواد سطح الارض المتجمعة عند اسفل المنحدرات .

ثانياً : تمثيل وعرض البيانات عن شكل الحبيبات

تعتمد معايير عديدة لوصف شكل الحبيبات ، نظراً للتباين الكبير في انماطها ويعتبر المصطلحان [التكور ، الاستدارة] المرادفين لبعضهما اكثر المعايير استعمالاً ، لوصف شكل الحبيبات كما يشيران الى العمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في نقل وترسيب الحبيبات .

ويستعمل مصطلح التكور Sphericity لوصف الحبيبات ذات الابعاد الثلاثة ، بينما يستعمل مصطلح الاستدارة Roudness لوصف الحبيبات ذات البعدين ، وتسيطر التجوية في تكوين الحبيبات المسطحة المستديرة ذات البعدين ، بينما يتحكم البناء الجيولوجي والمعدني في نشوء الحبيبات المكورة .

وتصنف الحبيبات المسطحة ذات البعدين الى :

أ- المستديرة ، تشبه الحبيبات شكل الدائرة ، تحدد ابعادها من نسبة نصف قطر قوس الحبيبة الى نصف قطر دائرة منتظمة .

ب- حبيبات ذات زوايا حادة ، عدم انتظام الاطراف الخارجية للحبيبات .

جـ- حبيبات مستطيلة من تحديد النسبة بين المحور أ الى المحور جـ للحبيبة

وتصنف الحبيبات المكورة وفق المعايير :-

أ- الشكل Form من العلاقة بين شكل الحبيبة وشكل هندسي منتظم الكروي ، القرصي ، العصوي ، المكعب ، المنشوري .

ب- الكروي ، من العلاقة بين شكل الحبيبة الى شكل كرة ، وتحدد من نسبة مساحة سطح الحبيبة الى سطح دائرة لها نصف القطر .

جـ- المسطحة ، من النسبة بين اقصر محمور [جـ] الى اطول محورين للحبيبة .

ولاجل توحيد معايير قياس ابعاد الحبيبات المكورة ، اقترح Zingg تصنيفاً للحبيبات يعتمد المعايير التالية :-

أ- قياس المحاور الرئيسة للحبيبة : المحور الطويل [أ] ، المحور المتوسط [ب] ، المحور القصير [جـ] .

ب- تحدد العلاقة بين المحتور السابقة من النسب التالية : [أ/ب ، ب/جـ] ثم تصنف الحبيبات الى مراتب ، كالاتي :-

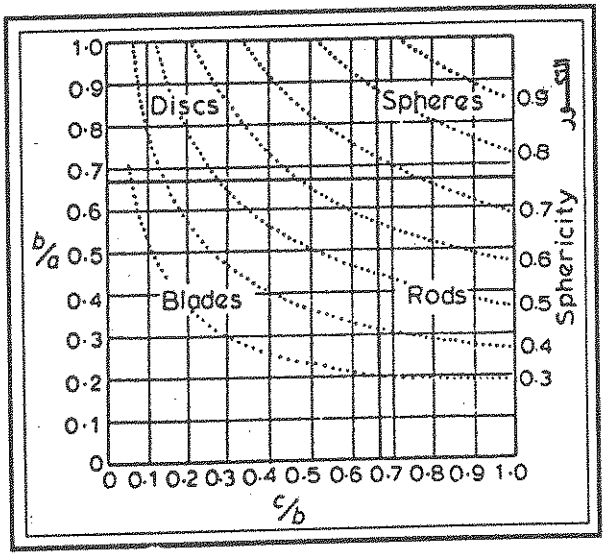
التكور spheres : ب/أ < ٦٧ر٠ ، جـ/ب < ٦٧ر٠ .

القرصي Disc : ب/أ < ٦٧ر٠ ، جـ/ب > ٦٧ر٠ .

شكل(٤٣): مقياس Power للمقارنة البصرية لاستدارة الحبيبات .

زاوية جدا	زاوية	شبه زاوية	شبه مستديرة	مستديرة	جيدة الاستدارة
٠,١٧ - ٠,١٢	٠,٢٥ - ٠,١٧	٠,٣٥ - ٠,٢٥	٠,٤٩ - ٠,٣٥	٠,٧٠ - ٠,٤٩	١,٠٠ - ٠,٧٠

شكل (٤٢): مقياس Zingj لتصنيف شكل الحبيبات .



العصوي Rods : ب/أ > ٦٧ر٠ ، جـ/ب < ٦٧ر٠ .

المسطح Blades : ب/أ > ٦٧ . ، جـ/ب > ٦٧ر٠ .

جـ- تنسب الحبيبات الى المرتبة ذات العلاقة بشكلها من النسب للعلاقة بين محاورها ومن استعمال الشكل [٤٢] .

مثال : حبيبة محورها الطولي أ [١٠ سم] ، محورها ب [٥ سم] ، محور جـ [٤ سم] ستكون العلاقة بين ابعادها : ب/أ = ٥ر٠ ، جـ/ب = ٨ر٠ .

ويكون للحبيبة شكل عصوي وفق (شكل ٤٢) .

كما يمكن الاستفادة من مخطط [Powers] لتحديد شكل الحبيبات المستديرة صنفت الحبيبات التي تتراوح ابعادها [١٢ر٠ - ٠ر١ملم] الى ستة مراتب حسب مقياس استدارتها ومن مقارنة حبيبات النموذج مع شكل الحبيبات القياسية حيث يعتبر مقياس Powers وسيلة بصرية سريعة للقياس المباشر لشكل الحبيبات ، لكنه ليس دقيقا .

ويتم تمثيل وعرض البيانات عن قياس شكل الحبيبات برسم اعمدة بيانية تمثل النسبة المئوية لكل مرتبة او صنف [كروية ، مسطحة ، عصوية ، قرصية] ولتحديد العوامل التي ساهمت في تحديد اشكالها ، وهي :-

١- الشكل الاصلي للحبيبات .

٢- البناء الصخري للحبيبات .

٣- نوع عملية التجوية خلال نقل الحبيبات .

٤- نوع التجوية وامدها بعد ترسيب الحبيبات .

ان الشكل الاصلي للحبيبات الموروث عن عمليات التجوية والنقل لدورات تعرية سابقة والموروثة عن العوامل الاخرى ، له اهميته ، فتصبح اكثر استدارة او كروية في شكلها وغير قابلة لتغيير معالمها ، الا اذا تأثرت بعمليات سحق او تكسير لاحقة بعوامل ميكانيكية .

ويحدد البناء الصخري للحبيبات [بيئتها ، تركيبها المعدني والكيمياوي ، نسجتها] شكل الحبيبات وقابليتها على مقاومة تغيرات اللاحقة من النقل والترسيب او التجوية ، حيث يتحكم البناء الصخري في مدى التجوية وتأثيرها ، كما ان التجوية تتحكم الى حد كبير في طبيعة الترسبات المتخلفة . لذلك توجد علاقة وثيقة بين التجوية وصفات الصخور من جهة ، وصفات الترسبات [شكلها ، حجمها] من جهة اخرى .

ان دراسة البناء الصخري تساعد على تحديد :-

أ- مصدر الترسبات .

ب- اتجاه عمليات النقل والارساب .

جـ- نوع التجوية ومدى تأثيرها خلال عمليات النقل او الارساب .

د- العمليات الجيومورفولوجية القديمة والمعاصرة ، حيث يحدد البناء الصخري مدى تأثير العملية الجيومورفولوجية ، حيث تتأثر الصخور الرملية ذات الفواصل والشقوق بتجوية ميكانيكية

[تجفيف ، ترطيب] ، تجمد ، ذوبان] ، وتتأثر الصخور القاعدية المتماسكة بالاذابة ، وتتفتت سريعاً الصخور الخشنة الحبيبات المتأثرة بتجوية كيمياوية سريعة للمـــادة اللاحمة مقارنة بالتفتت البطيء للصخور ذات الحبيبات الناعمة .

ويحدد التركيب المعدني درجة تكور الحبيبات . ان شضايا الطفل والاردواز تبدو مفلطحة او مسطحة ، بينما شضايا الصخور الرملية تبدو كتل مكعبة الشكل على امتداد سطوح الفواصل والشقوق .

ان الابعاد الثلاثة للحبيبات على علاقة وثيقة بالتجوية الكيمياوية او الفيزياوية اثناء نقلها او بعد ارسابها وتؤدي الى تحوير شكل الحبيبات واستدارتها ، ان عملية الاذابة تؤدي الى تفتت الصخور الى جزيئات صغيرة عند نقلها بالماء ، بينما تؤدي التجوية الفيزياوية الى تكسر الصخور اثناء نقلها من الاحتكاك ، الطحن ، القطع ، التكسر .

ان نقل الحبيبات بواسطة الجليد يؤدي الى احتكاك وطحن الحبيبات ، ويؤدي نقلها بالرياح الى قطعها القطع واحتكاكها ، بينما تتأثر عند نقلها بالماء الى اذابة واحتكاك للحبيبات ، مع العلم ان الحبيبات المستديرة او الكروية من نتاج المواد المنقولة بالاذابة او الجر والسحب ، بينما المفتتات ذات الزوايا الحادة اكثر انتشاراً في الحبيبات المتخلفة عن القطع والتكسر للمفتتات الصخرية .

ويتحكم شكل الحبيبة في نمط عملية نقلها ، ان الحبيبات الكروية تتدحرج بسهولة فوق سطح الارض وتترسب سريعاً مقارنة بالحبيبات من الاشكال الاخرى ، لذلك تكون الحبيبات الكروية خاضعة لعملية الفرز والتصنيف عند نقلها بعملية الجر والسحب ، بينما يقل تركيزها في الحمولة المعلقة .

٣ : ٢ : ٣ دراسة منحدرات سطح الارض

تعتبر منحدرات سطح الارض نمط رئيسي من اشكال سطح الارض ، يمكن تحديد شكلها من الخارطة الطبوغرافية ، كما ان الدراسة الميدانية تعطي نتائج اكثر دقة ، تضمن الدراسة الميدانية للمنحدرات :-

١- قياس شكل المنحدر .

٢- قياس الخواص الطبيعية والهندسية لمواد سطح الارض من تربة وصخور [راجع المبحثين ، دراسة الجيولوجية ، دراسة التربة] .

٣- قياس العمليات الجيومروفولوجية التي تشكل سطح المنحدر ومدى تأثيرها على تطور المنحدر .

قياس شكل المنحدر

يستعمل لقياس شكل المنحدرات [ميزان ابني Abney Level] لقياس زاوية الانحدار ، شريط من القماش لقياس المسافات ، شواخص واوتاد ، وبمشاركة شخصين لانجاز العمل بسرعة وتقليل مشقات العمل الميداني .

طريقة العمل :

١- يعين المقطع الطولي للمنحدر من تتبع اشد الجهات انحداراً ان شكل المنحدر يتحكم في حركة مواد سطح الارض بتأثير الجاذبية الارضية ، مما يتطلب تعيين المكان الذي يكون اتجاه الجاذبية الارضية في اقصى تأثير له وفي اكبر الاجزاء انحداراً ، حيث تكون حركة مواد سطح الارض في ذروة تأثيرها .

ويتم تحديد المقطع الطولي من الخارطة الطبوغرافية ، برسم خط مستقيم يتقاطع مع خطوط الكفاف بزاوية قائمة ، على ان تكون خطوط الكفاف متوازية في امتدادها ، ومستقيمة او شبه مستقيمة بأستثناء رؤوس الوديان او النتوءات البارزة على سطح الارض ، حيث تبدو خطوط الكفاف مقوسة ، ويمتد الخط المستقيم من قمم المرتفع الى قاعدته لينتهي عند خط التالوك للنهر [في حالة وجود مجاري مائية عند قاعدة المرتفع] ، ثم تبدأ بالظهور في الجانب الاخر من المنحدر شكل [٤٤] .

٢- تتضمن عملية المسح الميداني للمنحدرات سلسلة قياسات متتابعة لزاويا الانحدار عند نقاط معينة تفصل بينها مسافات بينية على امتداد المقطع الطولي للمنحدر ، تسمى نقاط القياس [مراكز القطاع profile station] ، كما تسمى الاجزاء الفاصلة بين مراكز القطاع [المسافات البينية] .

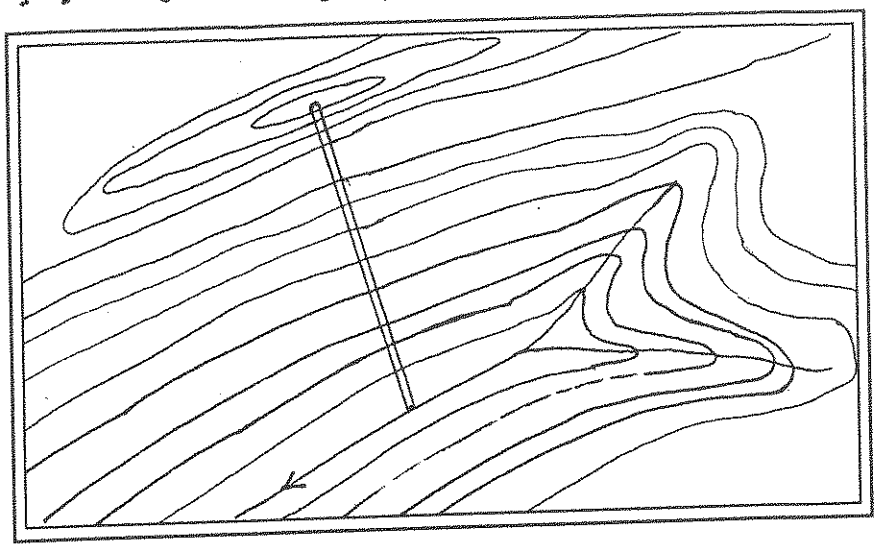
وقد تكون المسافات البينية بين مراكز القطاع متساوية وثابتة وبقدر [٥م] او مختلفة حيث تعين مواضعها حيثما وجد تغير واضح في الانحدار ، وتتراوح من [٣م] الى [١٥م] ، ان تحديد المسافة البينية تخضع لسمات المنحدر ، والغرض من الدراسة ، وعلى كل حال ، يستحسن ان لاتزيد المسافة البينية عن [٢٠م] ولاتقل عن [٢م] .

٣- تبدأ عملية المسح بتثبيت الشواخص في الارض بارتفاعات متساوية عن سطح الارض ، يثبت الشاخص الاول عند قمة المرتفع ، وتثبت الشواخص الاخرى على استقامته والى الاسفل منه وعلى امتداد خط القطاع الذي تم تحديده في (الفقرة ١) ، وتكون المسافة البينية بين الشواخص كما مثبت في [الفقرة ٢] ويكون عدد الشواخص [٣ الى ٤] .

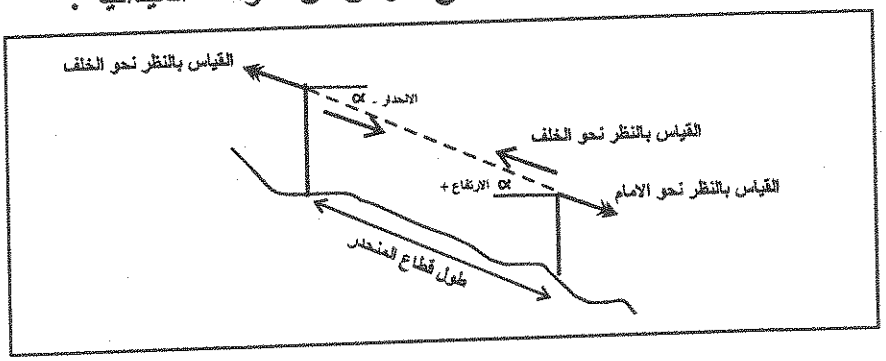
يثبت [ميزان ابني] اسفل الجزء الملون الاعلى من الشاخص الاول بحيث تتطابق فقاعه التسوية في الجهاز مع اسفل القسم الملون الاعلى للشاخص الثاني ، وتدار عجلة القياس للميزان لتثبيت درجة الانحدار ، ثم يعاد القياس وبنفس الطريقة بالنظر من الشاخص الثاني نحو الشاخص الاول ، وتسجل درجة الانحدار ثانية لنفس المسافة البينية من القطاع ، على ان لايزيد الفرق بين القراءتين عن [١°] وتسجل المسافة البينية الى اقرب [١ سم] ويستخرج معدل القراءتين شكل [٤٥] .

وينتقل الباحث الى الشاخص الثاني وينظر الى الشاخص الثالث ويقيس الانحدار بين الشاخصين ، ثم يعيد القياس لانحدار سطح الارض بالنظر الى الشاخص الثاني من الشاخص الثالث ، ويسجل معدل القراءتين ايضاً وتستمر عملية القياس على هذا المنوال اى نهاية خط القطاع ، وتسجل القراءات في دفتر الملاحظات تمهيداً لتحليل النتائج لاحقاً .

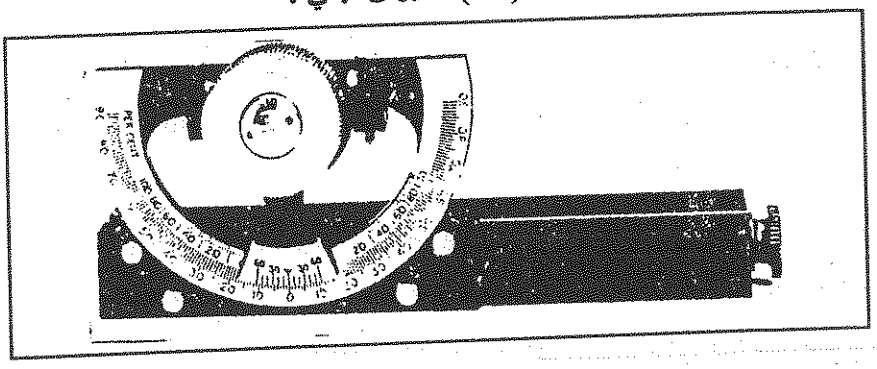
شكل(٤٤): تحديد موقع القطاع التضاريسي على الخارطة للدراسة الميدانية .



شكل(٥٥): قراءة انحدار سطح الارض من الدراسة الميدانية .



شكل(٤٦): ميزان ابني .



٤- تدون الملاحظات التالية من قبل القائم بالمسح الميداني ، اثناء الدراسة الميدانية :-

أ- ملاحظات عن موقع العمل :

١- اسم القائم بالمسح ، تاريخ المسح الميداني .

٢- موقع لمكان من الاحداثيات المثبتة على الخارطة .

٣- البناء الجيولوجي العام . وصف تفصيلي للبناء الجيولوجي للمفتتات الصخرية ، من المشاهدات الحقلية ، ومن الخارطة الجيولوجة .

٤- الغطاء النباتي ، نمط استعمال الارض في المنطقة على امتداد المنحدر .

٥- خصائص التربة على امتداد خط القطاع للمنحدر .

٦- اشكال سطح الارض الرئيسية وعلاقتها بالمنحدر .

٧- اشكال سطح الارض الثانوية على امتداد المنحدر .

٨- خصائص القناة النهرية [في حالة وجودها] من حيث اتساعها ، عمقها ، حجم المياه الجارية .

ب- ملاحظات عن شكل قطاع المنحدر .

١- مظاهر سطح الارض عن اشد المواضع انحداراً على امتداد القطاع .

٢- شكل المنحدرات الاخرى عند قمة القطاع .

٣- شكل المنحدرات الاخرى عند قاعدة القطاع .

٤- شكل تقوس سطح الارض [التحدب ، التقعر] عند النقاط [مراكز القطاع] التي يشتد فيها الانحدار .

جـ- ملاحظات عن شكل الانحدار خلال المسافات البينية .

١ً- درجة الانحدار ، تقاس من اتجاهين : من الاعلى الى الاسفل ، ومن لاسفل الى الاعلى .

٢ً- تحديد المسافة البينية .

٣ً- الغطاء النباتي ونمط استعمال الارض .

٤ً- المشاهدات والادلة على العمليات الجيومورفولوجية ، مواد سطح الارض ، حركة مواد سطح الارض ، المكاشف الصخرية ، خصائص الصخور ، خصائص المفتتات الصخرية .

٥ً- اشكال ناتجة عن عمل الانسان . لاحظ الجدول [١٢] .

٥- تدرس وتحلل قراءات زاوايا الانحدار ، وفق الاسلوب التالي :-

أ- تقدير شدة انحدار السفح ، وهي من الصفات المهمة التي تهدف عملية القياس اثناء المشاهدات الحقلية من تحديدها ، يعبر عنها بثلاث صيغ ، الدرجات والدقائق ، نسبة الانحدار ، مقدار الانحدار .

١- <u>النسبة المئوية للانحدار</u> : مقدار الارتفاع العمودي لسطح الارض بالامتار عن المستوى الافقي لكل ١٠٠م وتستخرج وفق الصيغة التالية :- شكل [٤٧-١] النسبة المئوية للانحدار = ١٠٠× ظل زاوية الانحدار [tan] .

جدول [١٢] نموذج حفظ المعلومات لمسح القطاع الطولي للمنحدرات

موقع الانحدار — اسم القائم بالمسح

اتجاه الانحدار — التاريخ

البناء الصخري

التسلسل	طول المسافة البينية	زاوية الانحدار عند النظر نحو الامام	زاوية الانحدار عند النظر نحو الخلف	معدل زاوية الانحدار	مظاهر سطح الارض محلية/الغطاء النباتي/استعمال الارض/ظواهر اخرى]
١	٥	+٢	+٢	+٢	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٢	٥	+½	-٢/١	+½	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٣	٥	-٢	+٣	+٢½	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٤	٥	-٤	+٣	+٣½	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٥	١٠	-٦	+٦	-٦	طريق مشي على الاقدام
٦	٥	-١٠	+١١	-١٠½	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٧	٥	-١٤	+١٤	-١٤	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٨	٥	-١٧	+١٦	-١٦½	حشائش اراضي بطيئة الانحدار
٩	٥	-٢١	+٢١	-١٢	حشائش اراضي تتخللها جروف
١٠	٥	-٢٤	+٢٤	-٢٤	حشـــائش ، مـــدرجات
١١	٥	-٢٣	+٢٤	-٢٣½	حشـــائش ، مـــدرجات
١٢	٥	-٢٥	+٢٥	-٢٥	حشـــائش ، مـــدرجات

٢- مقدار انحدار سطح الارض ، كأن يكون [الكل ٥٥] اي تنحدر الارض متر واحد لمسافة ٥٥م ، وهذه وسيلة مناسبة لقياس انحدارات الاراضي المعتدلة والانهار .

٣- زاوية الانحدار وهي درجة الانحدار المعينة اثناء المشاهدات الحقلية .

ب- تعيين ابعاد المنحدرات الارضية [المسافة الافقية ، الفاصل الراسي] من زاوية المنحدر ، وطول قطاع المنحدر . لاحظ شكل [٤٧] .

جـ- تقدير التغير في درجة الانحدار ، من وصف درجة تقوس شكل المنحدر بالدرجات لكل ١٠٠م عند التقدم من القمة نحو قدمات المنحدر ، ويتم استخراجه من قراءة معدل زاوية الانحدار الكبرى ، قراءة معدل زاوية الانحدار الصغرى وفق الصيغة التالية :-

$$\text{تقوس المنحدر [ق]} = \frac{\text{زاوية الانحدار الكبرى - زاوية الانحدار الصغرى}}{\text{المسافة الافقية البينية}} \times ١٠٠$$

ويكون تقوس المنحدر موجباً في حالة المنحدرات المحدبة ، سالباً في حالة المنحدرات المقعرة شكل [٤٨] .

د- تنظيم شكل بياني بصيغة منحى تكراري لمقطع جانبي للمنحدر يظهر نمط انحدار سطح الارض على امتداد خط قطاع المنحدر ، شكل [٤٩] ، يحدد اقسام قطاع المنحدر واجزاءه المحدبة والمستقيمة والمقعرة ، والتي يطلق عليها وحدات المنحدر SlopeUnits من توزيع زوايا الانحدار حيث :-

١- اجزاء مستقيمة ، وتسمى الاجزاء الخطية ، زوايا انحدار ثابتة .

٢- اجزاء مقوسة ذات انحدار محدب .

٣- اجزاء مقوسة ذات انحدار مقعر .

٤- اجزاء مستقيمة تمثل ذروة الانحدار ، وهي موضع تغير في الانحدار ويبدو اشد انحداراً من الاجزاء المحدبة الى الاعلى منه والاجزاء المقعرة الواقعة الى الاسفل منه .

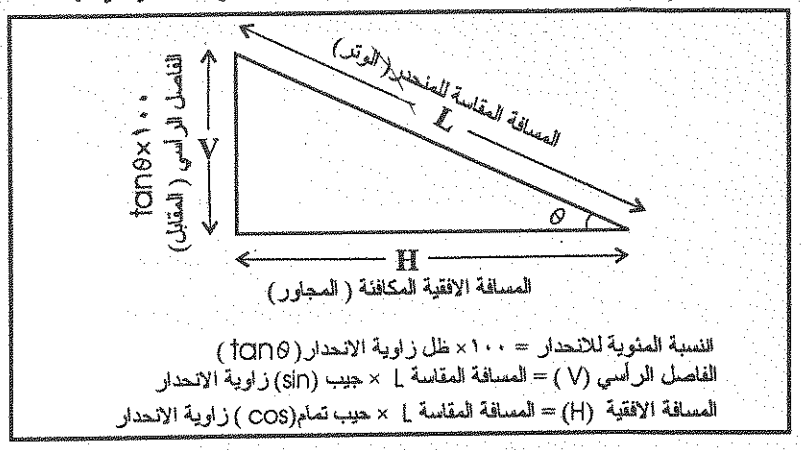
وتتكون عدة دورات من حالات [التحدب ، ذروة الانحدار ، التقعر] عندما يكون البناء الجيولوجي عاملاً على تكوين المنحدر ، في حالة المدرجات الصخرية ، المدرجات النهرية .

٥- تحليل شكل القطاع الجانبي للمنحدر من الاجابة على الاسئلة التالية :-

هل يوجد تغير كبير في تقوس المنحدر ؟ هل يوجد منحدرين محدبين متحاورين ؟ هل يوجد منحدرين مقعرين متجاورين ؟ هل تقوس الاجزاء المحدبة ام المقعرة مستمر ؟ ام متقطع ؟ هل توجد شواهد على تأثير للبناء الجيولوجي ؟ هل توجد ادلة على دورات تعرية متعددة ؟

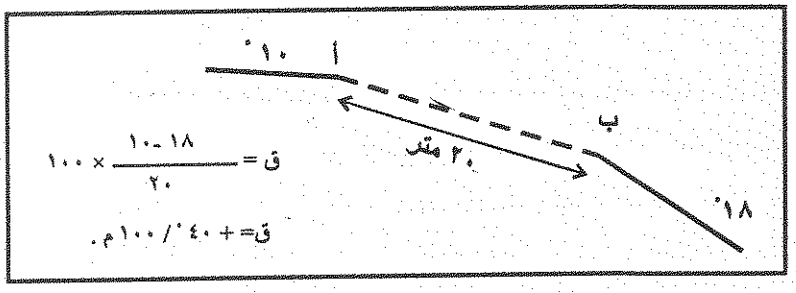
٦- تعيين زوايا الانحدار المميزة Characteristic Angles : وهي الزوايا التي تتكرر اكثر من غيرها ، ويستفاد منها لتحديد تأثير البناء الجيولوجي او الظروف المناخية التي اثرت على تطور المنحدر .

شكل (٤٧): قياس ابعاد المنحدرات الارضية اثناء الدراسة الميدانية .

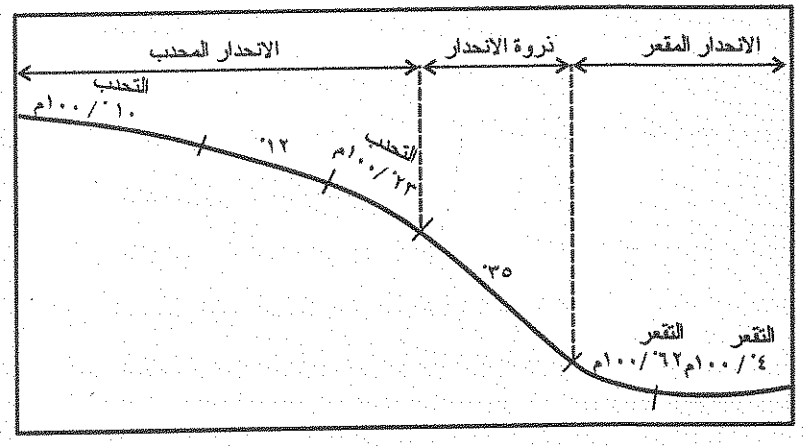


النسبة المئوية للانحدار = ١٠٠× ظل زاوية الانحدار(tanθ)
الفاصل الرأسي (V) = المسافة المقاسة L × جيب (sin) زاوية الانحدار
المسافة الافقية (H) = المسافة المقاسة L × جيب تمام(cos) زاوية الانحدار

شكل (٤٨): استخراج تقوس المنحدر (ق) .



شكل (٤٩): تحليل شكل المنحدر من قراءة زاوية الانحدار .



تكون المنحدرات معتدلة الانحدار جداً في الاقاليم ، الرطبة ، حيث تتكرر زوايا الانحدار [١°-٥°] ، بينما يقل تكرر زوايا الانحدار المتوسطة ، تكثر زوايا الانحدار التي تزيد عن [٣٥°] لمسافات قصيرة في الاراضي الجبلية الشاهقة .

وفي مناطق السفانا والاقاليم الجافة والشبه الجافة ، يوجد ذروتين لتوزيع زوايا الانحدار ، الاولى زوايا انحدار [٢° - ٧°] ، الثانية زوايا انحدار شديدة [٢٥°-٣٥°] ، لكثرة المرتفعات التلالية وظاهرة البيدمنت .

٧- تعيين زوايا الانحدار الحدية ، وهي زوايا الانحدار التي يتكون عندها شكل خاص للمنحدر او تنشط عملية جيوموفولوجية خاصة ، وتشير الى استقرار المنحدرات .

وفي الاقاليم الرطبة يكون الزاوية الحدية [٤٠°-٤٥°] ،تصبح المفتتات الصخرية مستقرة وتكون الزواية الحدية [٣٠°-٣٥°] للمنحدرات التي يكسوها غطاء نباتي مستمر ، ولاتوجد مكاشف صحرية ، لايوجد انقطاع في غطاء التربة . ان الزاوية الحدية للمنحدرات المستقرة للتكوينات الصخرية المتماسكة تتراوح [٢٤°-٢٥°] ، لكنها تنخفض للمنحدرات المكونة من مواد طينية وتتراوح [٨°-١٠°] .

ان المنحدرات المستقرة تتصف صخورها وتربتها بمتانة كافية تقاوم القوى المسببة لحركة مواد سطح الارض ، حيث يبدو انحدار سطح الارض تدريجياً مستوياً نسبياً مغطى بالنباتات والتربة ، ولايزيد تخفيض سطح الارض عن [٠,١ ملم] في السنة ، لقلة تأثير الامطار على غسل ونقل مواد سطح الارض على امتداد المنحدر ، ومن ثم ، ان تعيين الزاوية الحدية [الزاوية الحرجة] يساعد على تعيين الحدود التي تبدأ عندها عملية التغيير الجيومورفولوجي [ThresholdAngle] .

٣ : ٢ : ٤ قياس حركة الماء في الانهار

يعتبر قياس حركة الماء في الانهار من المتطلبات الاساسية لدراسة العمليات الجيومرفولوجية المائية ، لتقدير معدل التعرية المائية ، وعلاقتها بعمليات نقل المفتتات وترسيبها ، وتكوين وتطور اشكال سطح الارض بفعل المياه الجارية . كما ان قياس حركة الماء في الانهار يوضح نظام المياه الجارية وعلاقته بسمات شكل حوض النهر وصفاته المورفولوجية ، نمط القناة النهرية ، وتباينها من وقت لاخر ومن مكان لاخر .

تقاس حركة الماء في الانهار اثناء حركتها داخل القناة النهرية بين ضفاف الانهار عند موضع معين يسمى [محطة القياس Gauging Station] لتعيين منسوب الماء واستخراج التصريف المائي للنهر [حجم المياه الجارية خلال المقطع العرضي للقناة النهرية عند محطة القياس خلال فترة محدودة من الزمن ، وتستعمل الوحدات المكعبة ، م/ ثانية ، قدم٣/ ثانية ، لتر/ ثانية : ملايين الغالونات / يوم او سنة .

ويتطلب قياس التصريف المائي :-

١- اختيار قناة نهرية بمواصفات قياسية عند محطة القياس .

٢- اختيار وسائل وطرق قياس مناسبة .

٣ : ٢ : ٤ : ١ المواصفات القياسية للقناة النهرية

يخضع اختيار موضع محطة القياس للتصريف المائي لمعايير لُخصت من قبل :

[Gardiner and Dackomb, 1983 . W.M.O, 1965. P.B.S, 1964 . F.A.O, 1958] .

١- ان تكون القناة النهرية مستقيمة ذات مقطع عرضي وانحدار للضفاف متماثلة من الجانبين ، وان تكون استقامة القناة النهرية الى الاعلى من موضع القياس لمسافة تزيد عن ضعف امتدادها الى الاسفل من موضع القياس .

٢- ان تكون القناة النهرية خالية من نباتات او صخور وخاصة الكبيرة وكتل الجلاميد والتي تعيق حركة الماء .

٣- ان يكون الماء عميقاً والضفاف عالية ، وقد تدعو الحاجة الى انشاء ضفاف اصطناعية لحصر الماء داخل قناة نهرية ذات ابعاد خاصة . صورة [٢] .

٤- سهولة الوصول الى موضع محطة القياس .

٥- ان يكون قاع النهر وضفافه مستقراً له ابعاد واضحة ، لايكون معرضاً للتغير خلال فترة الدراسة عندما تدعو الحاجة الى اعادة القياس وتكراره .

٦- ان يكون اتجاه حركة الماء داخل القناة النهرية مع اتجاه حركة الرياح .

وقد يكون متعذراً اختيار موضع محطة القياس بالمواصفات السابقة جميعها ، ولكن ، يجب ان تقل الصفات الغير المرغوبة المعرقلة للقياس وفي مقدمتها عدم وجود معوقات عبر المقطع العرضي للقناة تعيق حركة الماء وتسبب رجوعه الى الخلف .

٣ : ٢ : ٤ : ٢ قياس التصريف المائي

يمكن حصر طرق قياس التصريف المائي :-

١- طرق القياس العملية المباشرة .

٢- الطريقة الاحصائية في اشتقاق منحنى المعايرة .

اولاً : طرق القياس العملية المباشرة :

توجد طرق ووسائل عملية متعددة لقياس التصريف المائي ، يمكن حصرها :-

١- طريقة المحاليل المخففة .

٢- استخدام المنشأت الاصطناعية [قنوات مائية ، سداد اصطناعية] .

٣- طرق قياس مساحة المقطع العرضي للقناة النهرية × سرعة الماء ويوضح الجدول (٢٩) مزايا وعيوب الطرق الثلاثة .

١- طريقة المحاليل المخففة :-

تحقن كمية معلومة من مواد كيمياوية [املاح مذابة او اصباغ] (م١) في النهر ، عند موضع معين وبمعدل

ثابتة (ت١) ، ثم تجمع نماذج من ماء النهر الى الاسفل من موضع الحقن ببعد مسافة معينة يفترض خلالها امتزاج كامل للمحاليل الكيمياوية بماء النهر ، حيث يصبح الماء يحمل مواد مذابة (م٢) ، وان التصريف المائي (ت٢) يكون :-

$$م١ \times ت١ = م٢ \times ت٢$$

$$ت٢ = \frac{م١ \times ت١}{م٢}$$

ولايجبذ استعمال هذه الوسيلة للانهار الكبيرة او الصغيرة القريبة من المدن لانها تسبب تلوث الماء .

جدول [١٣] مزايا وعيوب طرق قياس التصريف المائي

طريقة القياس / حجم النهر	القياس بطريقة المحاليل المخففة	القياس بطريقة المساحة × سرعة الماء		المنشآت الاصطناعية
		المعدات الاوتوماتيكية	الطوافات	قنوات / سداد
الانهار الكبيرة	ممكنة ، لا يحبذ استخدامها في المناطق المزدحمة السكان	يمكن استخدامها بمساعدة اسلاك معدنية لحمل الجهاز	يمكن استخدامها لاستكشاف المياه خلال الفيضان	غير ممكنة بسبب اتساع الانهار ، كلفة البناء
الانهار المتوسطة	ممكنة ، باستخدام الاصباغ ، المواد المشعة	يمكن استعمالها عند استعمال انواع من الاسلاك المعدنية او فوق الجسور	مفيدة لاغراض استكشاف تصريف المياه عند الفيضان	يمكن استخدامها بأنشاء قنوات اصطناعية لتصريف مياه ١٠٠م٣/ثا
الانهار الصغيرة	طريقة جيدة ، يمكن استخدام ملح الطعام	يصعب استخدامها اذا كانت المياه ضحلة يقل عمقها عن ٣٠سم .	ليست جيدة ، اذا كانت المياه ضحلة يقل عمقها عن ٣٠ سم	يمكن استعمال سداد اصطناعية لها فتحة V بزاوية قائمة او فتحات مستطيلة

David smith Ingle and peter Stopp, The river basin Cambridge University press, 1978, P.3 .

٢- طريقة المنشآت الاصطناعية

لقياس التصريف المائي ، يتم بناء قنوات او مسيلات مائية اصطناعية Flumes او سداد اصطناعية [We-ris] . صورة [٣] حيث ينظم جريان الماء في قنوات ذات مقطع عرضي له ابعاد قياسية ثابتة ، ويتطابق عمق الماء الجاري مع تصريف معلوم للماء منظم في جداول قياسية ، كما تنظم اشكال بيانية لتحويل العلاقة بين التصريف المائي وارتفاع الماء الى [منحنى معايرة Rating Curve] .

وتستعمل القنواة الاصطناعية لقياس التصريف المائي بمقدار [١٠٠م٣/ ثانية] بينما تستخدم السداد الصناعية لقياس التصريف المائي للانهار الصغيرة ، وتصنف الى :-

أ- سداد اصطناعية ذات مقطع عرضي بشكل [V] وبزاوية قدرها [٩٠°] ونصف قائمة ، صورة [٤] .

ب- سداد اصطناعية ذات مقطع عرضي مستطيل .

وتنظم اشكال بيانية لتحويل العلاقة بين ارتفاع الماء والتصريف المائي .

٣- مساحة المقطع العرضي للقناة النهرية × سرعة الماء :-

وهي من اكثر الطرق شيوعاً ، اكثرها ملائمة لقياس التصريف المائي لانهار العراق والوطن العربي ، تتطلب هذه الطريقة :-

أ- قياس ارتفاع الماء .

ب- قياس سرعة الماء .

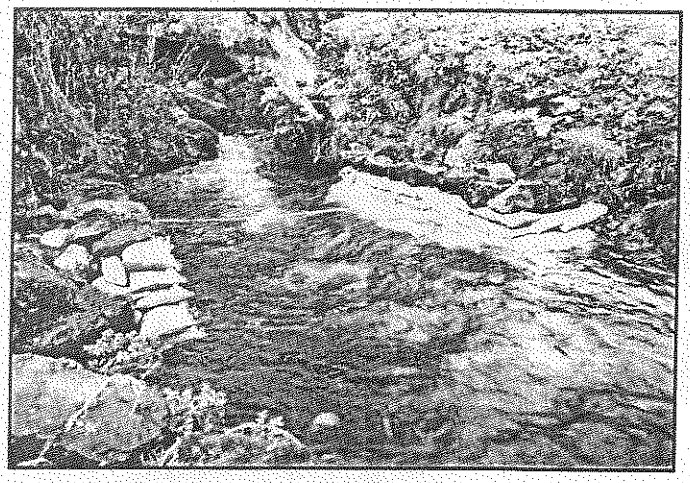
أ- قياس ارتفاع الماء River Stage

يعتبر ارتفاع الماء في النهر مؤشراً مهماً عن حالة الماء في النهر ، ويعتبر عنصراً رئيساً لتقدير التصريف المائي من خلال تنظيم منحنى المعايرة لمعدل العلاقة بين منسوب الماء في النهر والتصريف المائي ، ويعين ارتفاع الماء في القناة النهرية عن مستوى ثابت كان يكون قاع النهر باستعمال وحدات [م/سم/مل] تتناسب مع عمق الماء .

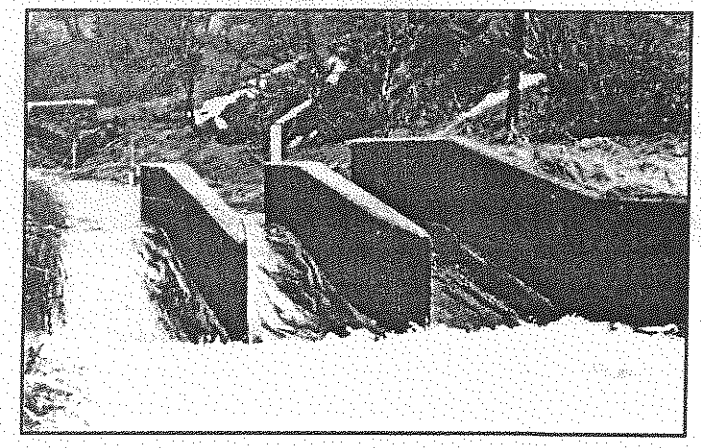
ويتم قياس ارتفاع منسوب الماء بأستعمال الشاخصة المائية او باستعمال اجهزة اوتوماتيكية تسجل ارتفاع الماء دورياً وبشكل مستمر ، ان الشاخصة المائية صفيحة خشبية او معدنية ملونة ومقسمة الى وحدات واجزاء المتر تثبت عند ضفة النهر حتى يمكن قراءتها بدقة كبيرة .

وتختلف الاجهزة الاوتوماتيكية في احجامها او في متطلبات تشغيلها لتتناسب مع احجام الانهار ، يتألف الجهاز من اسطوانة تدور حول نفسها باتجاه عقارب الساعة ويثبت حولها ورقة بيانية مقسمة الى ايام الاسبوع وساعاته ، تتصل الاسطوانة بعجلة تتحرك ، حركة نصف دائرية يثبت عليها شريط معدني ليتصل من احدى نهايتيه بثقل له وزن معين ، بينما يتصل الطرف الاخر للشريط بطوافة حساسة ، ترتفع وتنخفض مع تغير منسوب الماء ، عندما يرتفع منسوب الماء تدور العجلة ، وترتفع الطوافة ليهبط الطرف الاخر المعلق الثقل به ، وتنخفض الطوافة عند

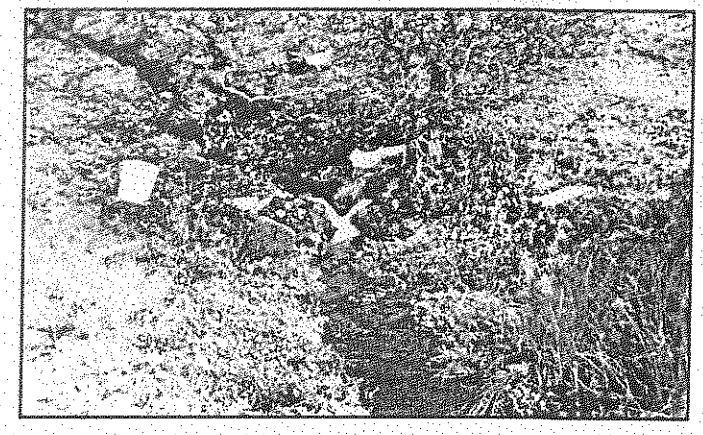
صورة (٢): ضفاف اصطناعية لقناة نهرية



صورة(٣): مسيلات مائية اصطناعية .

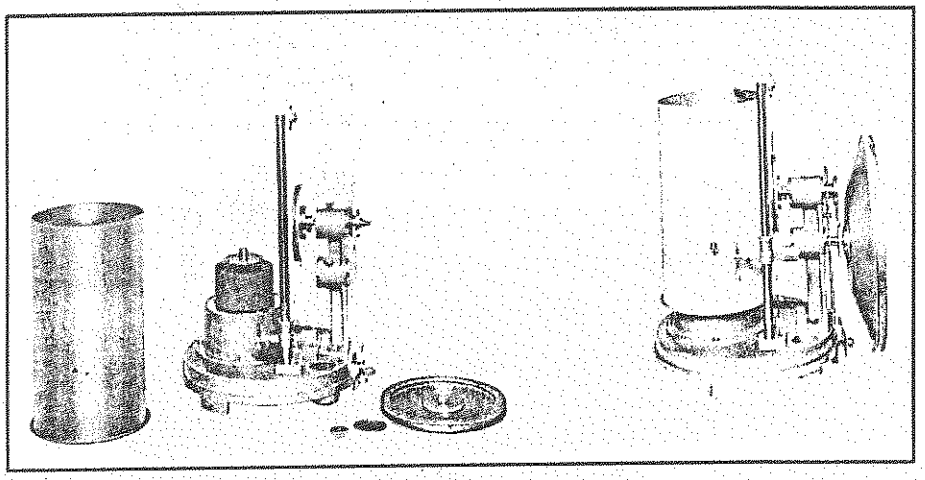


صورة (٤): سداد اصطناعية بشكل (V)



صورة (٥): محطة قياس التصريف المائي .
(أ): الشاخصة الجانبية(ب) جهاز اتوماتيكي لقياس منسوب الماء
(جـ). اجزاء الجهاز الاوتوماتيكي .

(جـ) :



هبوط منسوب الماء لتسحب الثقل معها .

وتتصل العجلة من الداخل بمؤشر يتصل بذواة [محبرة] ، يملأ بالحبر وتلامس نهايته الورقة البيانية المثبتة على الاسطوانة الدوارة ليسجل منسوب الماء وفق ايم الاسبوع وساعاته ، صورة [٥] .

يثبت الجهاز داخل صندوق خشبي لحفظه من الاحوال الجوية او العبث ، ويثبت اسفل الصندوق الخشبي انبوب بقطر مناسب توضع داخل الطوافة والثقل حتى يصبح الماء مستقراً ويحميها من الدوامات المائية التي ينتقل تأثيرها الى العجلة والقلم وتعطي نتائج مضللة .

ب - قياس سرعة الماء River Velocity

تتعدد وتتنوع الاجهزة المستخدمة لقياس سرعة المياه الجارية في الانهار ، ان اختيار الجهاز يتناسب مع حجم القناة النهرية وصفاتها ، نظام الميـــاه الجارية ، الدقة المطلوبة ، عوامل اقتصادية تتعلق بكلفة الاجهزة ومدى توفرها ، وتستعمل الوحدات [سم/ثانية] ، [قدم/ثانية] لتحديد سرعة الماء ، يتم قياس سرعة الماء .

١- جهاز قياس سرعة التيارات المائية Current meter .

٢- الطوافات Floats .

وتعتبر الوسائل الاولى اكثرها شيوعاً للانهار الكبيرة خاصة ولدقة نتائجها ، وتتبع الخطوات التالية لقياس سرعة التيار المائي داخل القناة النهرية : شكل [٥٠] .

١- يقسم المقطع العرضي للقناة النهرية عند محطة قياس منسوب الماء الى اجزاء متساوية ، لايزيد التصريف المائي للجزء الواحد عن ٪ من التصريف المائي للنهر ، ولايزيد عرض الجزء الواحد عن ١٠٪ من عرض القناة النهرية .

٢- يرسم المقطع العرضي للقناة النهرية على ورقة بيانية ، يقسم الى الاجزاء المثبتة في (الفقرة ١) ، ويحدد [عرض ، عمق] كل جزء . ويحدد العمود المنصف لكل جزء .

في الشكل [٥٠] يلاحظ (على سبيل المثال) ، القطاعين [أ ب هـ و] ، [ب جـ و ز] ، وان المحور [س ص] منصف للقطاع [أ ب هـ و] ، وان المحور [ك ل] منصف للقطاع [ب جـ و ز] وتتبع الخطوات نفسها لبقية القطاعات .

٣- تحدد وتثبت مساحة المقاطع الثانوية للقناة النهرية من الورقة البيانية ، كما يحدد ارتفاع لماء اثناء قياس سرعة الماء ، ليحدد العمق الذي يقاس عنده سرعة التيار المائي ، نظراً لاختلاف سرعة الماء بأختلاف عمقه وحركة الدوامات والتيارات المائية ، حيث تنخفض سرعة الماء عند ضفاف وقاع النهر ، بينما تبلغ ذروتها قريباً من سطح الماء .

تقاس سرعة الماء عند المحاور المنصفة لكل قطاع ، على ارتفاع [٤ر٠] من قاع النهر اذا كان عمق الماء يقل عن نصف متر ، او عند ارتفاع [٦ر٠م] من قاع النهر اذا كان ارتفاع الماء ٦٠سم ، ويقاس سرعة الماء عند عمق

[٢ر٠ ، ٨ر٠] من قاع النهر اذا كان عمق الماء يتراوح بين [٨٠سم - ١٠٠سم] . كما تقاس سرعة التيار المائي عند ثلاث نقاط من قاع النهر [١٥ر٠ ، ٥٠ر٠ ، ١٥ر٠] اذا كان عمق الماء يزيد عن المتر ويعتمد معدل القراءات عند قياس سرعة التيار المائي لاعماق متعددة للمقطع الواحد .

٤- ان الفترة اللازمة لقياس سرعة التيار المائي ولكل قراءة عند كل عمق تتراوح مابين [٣٠ - ٦٠ ثانية] .

٥- تعدل ، تصحح قراءات سرعة التيار المائي باستخدام [معامل تصحيح] مثبت على الجهاز حيث :- سرعة التيار المائي = القراءة المسجلة × معامل التصحيح .

٦- يستخرج التصريف المائي للمقاطع الثانوية للقناة النهرية من العلاقة بين مساحة كل جزء [الفقرة ٣] ، سرعة الماء [الفقرة ٥] حيث :-

التصريف المائي = مساحة القطاع A × سرعة الماء V

. AV =

٧- ان التصريف المائي للقناة النهرية عند محطة القياس يساوي مجموع التصريفغ المائي للقطاعات الثانوية المقسمة لها القناة النهرية .

ثانياً : الطريقة الاحصائية ومنحنى المعايرة

تساعد الطرق العملية على تحديد التصريف المائي لمرة واحدة ، ان قياس التصريف المائي ميدانياً عملية مرهقة ومكلفة وقد تصبح غير عملية في ظروف الفيضان وارتفاع مناسيب المياه ، وهي حالات يكون قياس التصريف المائي او تقديره امراً في غاية الاهمية باستخدام الطرق الاحصائية .

يتم تقدير التصريف المائي من العلاقة بين عاملين هما : منسوب الماء او ارتفاعه ، التصريف المائي ، بتنظيم منحنى المعايرة يمثل معدل العلاقة بينهما بصيغة معادلة خطية ، استخراج معامل الارتباط بمقياس لوغاريتمي لاشتقاق وتقدير التصريف المائي عند قراءة منسوب الماء .

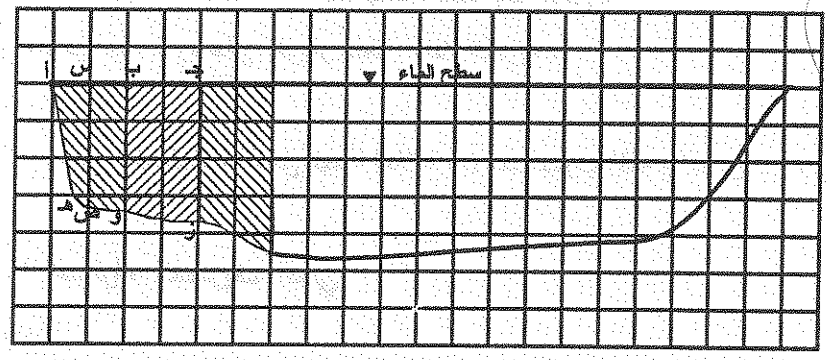
ان الخطوات المتبعة لاشتقاق المعادلة الخطية وتنظيم منحنى المعايرة :-

١- يقاس التصريف المائي للنهر في الحقل لمرات متعددة لاتقل عن [١٠-١٥ قراءة] ، يثبت منسوب الماء لكل قياس كما يبدو عند قراءة الشاخصة المائية او من العدادات الاوتوماتيكية ، على ان يتضمن العمل الميداني قياس التصريف المائي عند ادنى منسوب للماء ، ويترك الباحث تقدير قياس التصريف المائي للمناسيب العليا ، بما يتناسب مع قدراته وحالة النهر .

٢- يفترض عموماً ، عدم قدرة الماء على الحركة داخل القناة النهرية عند انخفاض منسوب الماء عن ارتفاع معين ، ويطرح هذا المنسوب من ارتفاع الماء المثبت عند قياس التصريف المائي ، لاحظ الشكل [٥١] .

٣- تشتق الصيغة الاحصائية للمعادلة الخطية لمعدل العلاقة بين منسوب الماء بعد التصحيح والتصريف المائي ، وفق المعادلة التالية :-

شكل(٥٠): اجزاء المقطع العرضي لقياس سرعة الماء .



تمرين : استخراج التصريف المائي من قراءة سرعة التيار المائي ، مساحة المقاطع الثانويـــة المؤشرة ازاء كل جزء . علما ان سرعة الماء سم / ثانية .

ابعاد المقاطع الثانوية للقناة / القياسات	صفر -٥٠ سم	٥٠-١٠٠سم	١٠٠-١٥٠سم	١٥٠-٢٠٠سم	٢٠٠-٢٥٠سم
سرعة الماء عند عمق ٠,٢	٥,٩	٥١,٥	٦٨	٥٠	٣٧
سرعة الماء عند عمق ٠,٤	٧,٢	٤٨,٦	٣٣,٥	٥٠	٢٠,٣
سرعة الماء عند عمق ٠,٨	٤,٥	٤٠	٢٣,٢	٤٠,٧	٩,٥
معدل سرعة الماء عند عمق (٠,٨+٠,٢)/٢					
عمق الماء . عمق المقطع الثانوي (سم)	١٩,٢	٢٩,٣٤	٣٤,٦٢	٣٣,٤٤	٢٢,٠٤
مساحة المقطع الثانوي (م٢)					
التصريف المائي عند عمق ٠,٤ (م٣)					
التصريف المائي عند عمق (٠,٨+٠,٢)/٢ (م٣) .					

التصريف المائي للنهر عند عمق ٠,٤ = م٣/ثا .

التصريف المائي للنهر عند عمق (٠,٨+٠,٢)/٢ = م٣/ثا .

$$Q = a \, Log \, (H - h')^b$$

حيث ان :-

Q = التصريف المائي .

H = منسوب الماء المثبت على الشاخصة المائية عند قياس التصريف المائي .

h = منسوب الماء المفترض عدم قدرة على الجريان داخل القناة النهرية .

a,b = معاملان ثابتان .

٤- ينظم شكل بياني لمنحنى المعـــايرة الممثل لمعدل لعلاقة بين منـــسوب الماء والتصريف المائي ، شكل [٥١] .

٣ : ٢ : ٤ : ٣ استقراء التصريف المائي

اولاً : حجم الفيضان

يتم تقدير حجم الفيضان من تحليل نمط استجابة التصريف المائي لاحواض الانهار مع الامطار الساقطة وشدتها ، وتقييم العلاقة بينهما برسم منحنيات بيانية للنظام المائي يمثل الفترة الزمنية الى استغرقها ارتفاع مناسيب المياه وهبوطها ، الفترة الفاصلة بين ذروة التساقط وذروة التصريف المائي ، تقدير حجم الامطار المؤثرة . حيث تصنف المنحنيات البيانية الى :-

١- منحنيات بيانية توضح تغيير نظام المياه الجارية لفترات طويلة الامد تزيد عن سنة .

٢- منحنيات بيانية توضح تغير نظام المياه الجارية وحجم التصريف المائي لفترات قصيرة الامد استجابة لعاصفة مطرية استغرقت بضع ساعات او عـــدد من الايام بتنظيم وحدة وصف النظام المائي [Unit Hydgraph] ، ان النوع الاخير من المنحنيات البيانية [منحنيات فترة جريان المياه] تمثل العلاقة بين عاملين :-

أ- الزمن [ساعات او ايام] على المحور الافقي وهي الفترة التي استغرقها التغير في النظام المائي .

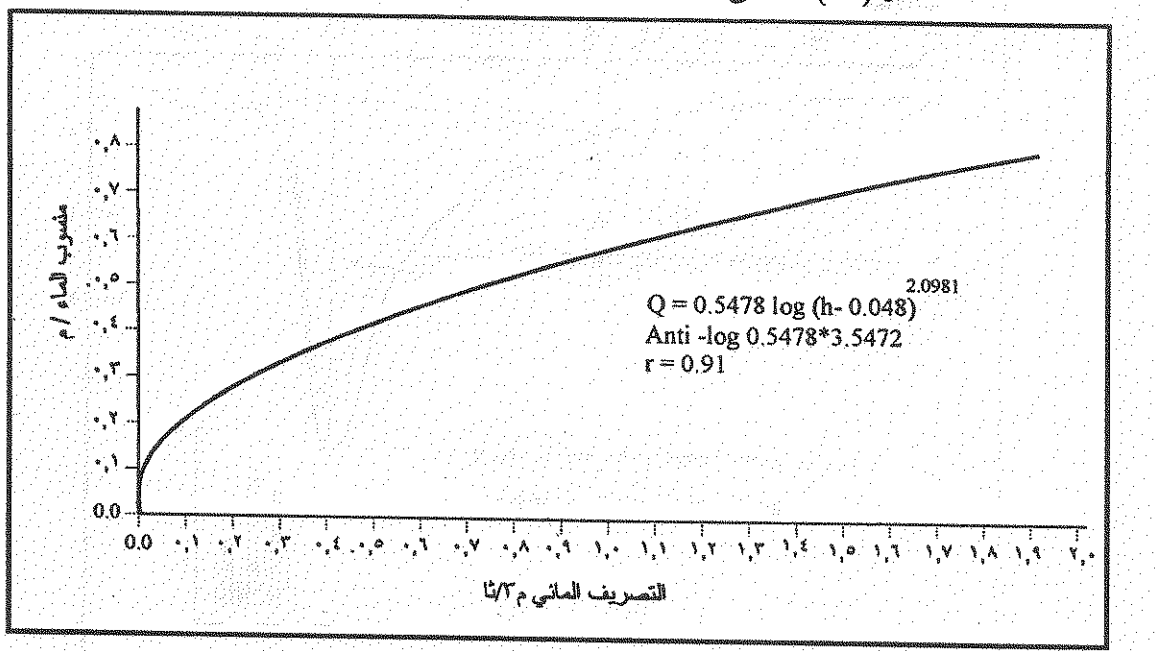
ب- حجم التصريف المائي ، يمثل على المحور العمودي ويشير الى التغير في حجم المياه الجارية وكميتها خلال الفترة نفسها ، شكل [٥٢] ، حيث يبدو المنحنى البياني بشكل [ناقوس ، جرس] يتألف من ثلاثة اجزاء :-

١- الامتداد الصاعد Rising Limb يمثل الفترة التي يبدأ عندها التصريف المائي بالزيادة عند ابتدأ الامطار بالهطول .

٢- قمة المنحنى او ذروته Peak تمثل فترة حدوث ذروة التصريف المائي .

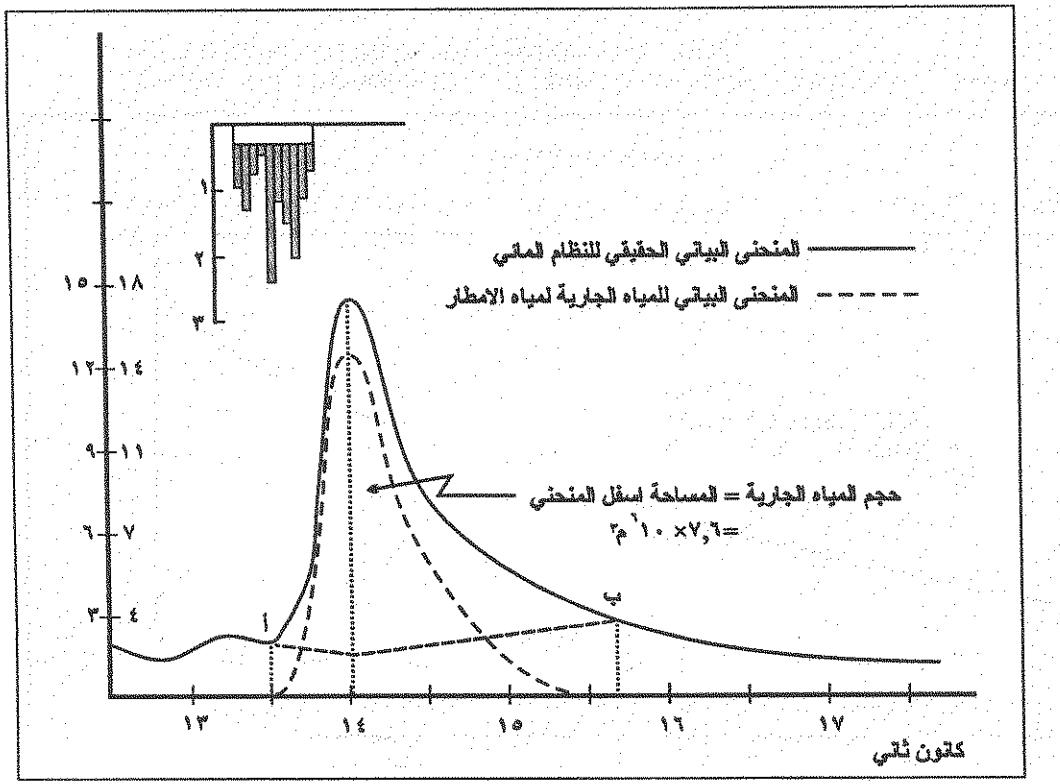
٣- الامتداد الهابط Decline Limb يمثل الفترة التي يبدأ عندها التصريف المائي بالنقصان بعد توقف الامطار ، ويبدو بشكل منحني مقعر ، يكون تقعره شديد نسبياً عند قمة المنحنى ، ثم يتغير انحناءه ويتناقص تدريجياً حتى يصبح خطاً مستوياً او يميـــل الى الاستواء عند نهايته ويشير الى استقرار النظام المائي للنهر .

شكل (٥١): منحنى المعايرة لنهر دولف الاعلى / ديربي مشاير / انكلترا .



المصدر : Dawood . T. J. , The Solute load , U. Upper Dove valley , Derby Shire , Ph. D. Unpublished Thesis , Birminghham Univ. , 1984.

شكل (٥٢): وحدة وصف النظام المائي .



المصدر : B.J. Knapp , Elements of Geographical Hydrology , p. 16 .

وتتباين اساليب تحليل المنحنيات البيانية لنظام المياه الجارية للفترات القصيرة من اساليب تخمينية او تقديرية تعتمد الوسائل الاحصائية الكمية ، واساليب ثالثة تعتمد التركيب الكيميائي للمياه ، التي تتغير مع تغير التصريف المائي وكميته .

عند اتباع الاساليب التقديرية ، يقسم الشكل البياني الى ثلاثة اقسام . بتحديد ثلاثة نقاط على المنحنى البياني من امتداد المحـــورين الصاعد والهابط . حيث تثبت النقطة الاولى على الامتداد الصاعد [أ] ، تمثل الوقت ، ابتدأ التصريف بالارتفاع ، كما تثبت نقـــطتان على الامتداد الهـــابط عن مواضع تغير انحناء الخط البياني : الاولى عند نهاية المنحنى البياني حينما يميل الى الاستقامة (ب) ، والثانية الى الاعلى من النقطة السابقة عند بدد التغير في انحدار الخط [جـ] . وتوصل النقطتان بخطوط مستقيمة مع النقطة المثبتة على الامتداد الصاعد ، وبذلك يصبح الشكل البياني مقسماً الى ثلاثة اقسام :-

١- القسم العلوي يمثل التصريف المائي او كمية المياه الجارية استجابة للامطار الساقطة على حوض النهر وروافده مباشرة او من الغطاءات الفيضية السطحية .

٢- القسم الاوسط يمثل التصريف المائي وكمية المياه الجارية استجابة لمياه الامطار المنسابة خلال افاق التربة العليا والسفلى .

٣- القسم الاسفل ، يمثل التصريف المائي وكمية المياه الجارية التي مصدرها المكامن الجوفية ويصطلح عليها [ماء الاساس Base Flow] .

ويمثل الشكل البياني ، التغير في التصريف المائي خلال فترات التساقط القصيرة الامد استجابة لعاصفة مطرية ، بالاضافة الى كمية المياه الجارية من المخزون السابق في حوض النهر .

ان القسم الاوسط والاعلى من المنحنى البياني يمثلان حجم المياه الجارية استجابة مباشرة للعاصفة المطرية التي ساهمت في زيادة التصريف المائي ويمثل الجزء الاعلى المياه المنسابة من الغطاءات الفيضية السطحية التي تجري نحو النهر مقارنة بالمياه المنسابة خلال افاق التربة او المتسربة من الماء الجوفي والتي تصل الى النهر ببطء خلال فترات تساقط الامطار او تسبب ارتفاعاً سريعاً في التصريف المائي ، وتتوقف مع انقطاع المطر . ويمثل الجزء الثاني المياه المتسربة من التربة وتبدأ بالوصول الى النهر عند انقطاع المياه السطحية . ويمثل الجزء الثالث مساهمة الماء الجوفي لتزويد النهر بالمياه ومصدره الامطار السابقة المخزونة في حوض النهر .

ويمكن اعداد المنحنى البياني المائي بطريقة احصائية وعلى النحو الاتي :

١- يرسم منحنى بياني يمثل المياه الجارية استجابة مباشرة للامطار الساقطة .

٢- يرسم خط وفق اسس تقديرية يوصل بداية الامتداد الصاعد للمنحنى البياني من نهاية الامتداد النازل [ل ، م] يفصل جريان الماء استجابة للامطار عن ماء الاساس .

٣- تقاس المساحة التي يشغلها الجريان المباشر للامطار ، ضمن الشكل البياني بواسطة جهاز البلانيمتر او باستخدام طريقة المربعات ، ان المساحة تمثل حجم الامطار الفعالة التي افضت الى الجريان المباشر للمياه الى الانهار .

٤- ان سمك الامطار الساقطة التي تغطي سطح الارض داخل الحوض :

$$\text{سمك المياه [ملم]} = \frac{\text{حجم الامطار المؤثر} \times ١٠^{٦}}{\text{مساحة الحوض} \times ١٠^{٦}}$$

٥- تساهم الامطار التي تغطي الحوض الى سد العجز ونقص الرطوبة في التربة ، ان المياه الفائضة تنساب خلال شبكة الصرف النهري بشكل جريان مباشر للمياه وان الشكل المنحنى البياني يتألف من عدد من المنحنيات البيانية المائية المتداخلة لكل منها سماته الخاصة تعكس استجابة المؤثرات البيئية للحوض للامطار الساقطة حيث :-

أ- ان الامطار الساقطة خلال فترات متماثلة وبنفس الكثافة والشدة تؤدي الى حركة مياه جارية لفترات متماثلة .

ب- ان الامطار الساقطة خلال فترات متماثلة ،لكن شدة او كثافة مختلفة تؤدي الى تباين التصريف المائي بما يتناسب مع شدة تساقط الامطار .

جـ- يختلف شكل المنحنى البياني المائي بتباين شكل الحوض وتضاريسه .

ثانياً : تكرر الفيضانات والتنبوء بها

لقد ازداد استخدام الانسان للاراضي المجاورة للانهار والمعرضة للفيضان او لانخفاض مناسيب المياه عند الجفاف ، لقد انعكس تأثير استخدام الاراضي على حجم التصريف المائي وكمية المياه الجارية ، مما تطلب تخطيط ادارتها وتنظيم استعمالها من دون تدمير بيئة الانسان ، من خلال التأكيد على تقدير الحاجة اليومية للمياه للفترات القادمة [سنة او اكثر] تستند الى قياس التصريف المائي وتباينه ، او قياس نوعية المياه ، لتحديد نظام المياه الجارية والذي يفترض ان يكون متماثلاً حول قيم معينة عند استقرار المناخ ، يطلق عليه التوزيع القياسي او النظامي Normal Distribution ، حيث يبدو المنحنى البياني بشكل ناقوس .

ولكن تتباين كمية المياه الجارية في الانهار من سنة لاخرى ، ومن شهر لاخر خلال السنة الواحدة ، كما تتباين لنفس الشهر خلال سنين عديدة ، نظراً لتباين الظروف المناخية وخاصة كمية الامطار الساقطة وشدتها من فصل لاخر ومن سنة لاخرى ، مسببة حدوث جفاف او فيضانات ، وما ينجم عن كل منها من اثار بيئية تدميرية ، تتطلب استخدام تقنيات تساعد على التنبوء بحجم الزيادة او النقصان في كمية المياه الجارية وعدد مرات حدوثها واحتمالاتها من :-

١- تحليل المنحنى التكراري لتصريف المياه Discharge Frequency .

٢- تحليل الذروة المحتملة للمياه الجارية اليومية او السنوية : Maximum Flow Forobability .

٣- تحديد الفاصل التكراري وفترات الرجوع Recurrence Interval, or Returned Peiods

ان اعداد المنحنيات التكرارية للتصريف المائي ، يتطلب تسجيلات عن المياه الجارية اليومية لفترة لاتقل عن خمسة سنوات ، وتنظيم جدول تكراري متجمع لمتوسط التصريف المائي اليومي .

ويتطلب تحليل الذروة المحتملة للمياه الجارية اليومية والسنوية من استخراج التكرر المحتمل لكل ذروة أو قمة من حجم معين ، باعتماد الذروة اليومية للمياه الجارية وليس المتوسط اليومي للمياه الجارية . لاحظ جدول [٣٠] عن [David Ingle 1978] .

ويتم اعداد المنحنى البياني عن الذروة المحتملة للمياه الجارية من :-

١- تعيين اعلى ذروة للتصريف اليومي لكل من سنوات الدراسة (العمود الثاني) .

٢- تعيين موضع ترتيب ذروة التصريف اليومي لكل سنة ضمن المصفوفة [العمود الثالث] .

٣- استخراج التكرر المحتمل [P] لاعلى ذروة التصريف المائي اليومي لكل سنة ومن حجم معين ، من المعادلة $\frac{M}{h+1}$ [العمود الرابع] .

٤- استخراج النسبة المئوية لاحتمال تكرر اعلى ذروة تصريف مائي يرمي لكل سنة من المعادلة ، [100% x P] [العمود الخامس] ، وبعبارة اخرى ان النسبة المئوية لاحتمال التكرر ذروة التصريف المائي : $P = \frac{M}{h+1} \times 100\%$

لذلك ان احتمال حدوث تصريف مائي بحجم [٢٨٦ر٨م٣/ثانية] وهو اعلى تصريف مسجل لفترة ٢٥سنة [الجدول] يكون مرة واحدة من [٢٦ حالة] = ٠ر٠٣٨٥ او ٣ر٨٥٪ ، وبعبارة اخرى ، ان ٣ر٨٥ حالة من ١٠٠ حالة ، تكون كمية المياه الجارية تساوي او تزيد عن اعلى تصريف يومي للمياه خلال ٢٥ سنة ، وان احتمال انخفاض تصريف المياه من اعلى تصريف للمياه يكون [p-1] = [١-٠ر٠٣٨٥] = ١٥ر٩٦٪ احتمال حدوث تصريف يومي يقل عن ٢٨٦ر٨ م٣/ثا خلال ٢٥ سنة .

٥- يتم تحديد الفاصل التكراري او فترات الرجوع لحجم معين من ذروة التصريف اليومي للمياه الجارية من مقلوب الاحتمالية لقيم p ، $\frac{1}{P}$ ، وهو [النضير الضربي لقيم العمود الرابع في الجدول] ، وفق المعادلة :-

$$\text{فترة الرجوع} \quad R.I = \frac{1}{P} = \frac{n+1}{M}$$

وبموجب الجدول [١٤] ، ان احتمال فترة الرجوع او الفترة الفاصلة بين فيضان واخر لذروة التصريف المائي اليومي من حجم [٢٨٦ر٨م٣ /ثا] تكون $\frac{١}{٠ر٠٣٨٥}$ = ٢٥ر٩١ ، اي كل ٢٦ سنة تقريباً . بينما يكون احتمال تكرر حدوث فيضان لذروة تصريف يومي من حجم [١٨٣ر٢م٣/ثا] تكون $\frac{١}{٠ر٢٠٣٨}$ = ٤ر٣٣ اي كل ٤ سنوات تقريباً ، في حين يتكرر سنوياً ارتفاع مناسيب المياه لذروة تصريف مائي يومي من حجم [٧٦ر٥م٣/ثا] ، حيث :-

فترة الرجوع $\frac{1}{P}$ = $\frac{١}{٠ر٩٢٣}$ = ١ر٠٨ .

يمكن تنظيم شكل بياني عن احتمال تكرر التصريف المائي من حجم معين ، شكل [٥٣] ، يمثل المحور

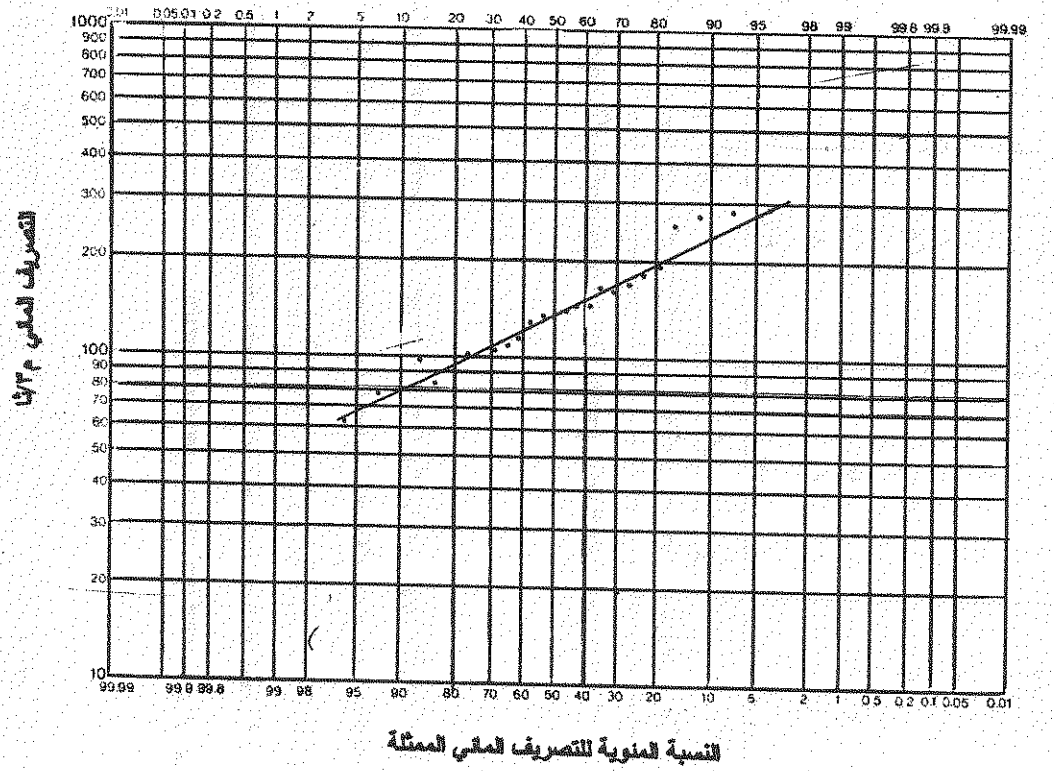
جدول [١٤]

التكرر المحتمل وفترات الرجوع لاعلى ذروة تصريف مائي يومية للفترة ١٩٤١ - ١٩٦٨ لنهر ايفون/انكلترا

السنة	اعلى ذروة تصريف يومية م٣/ثا	ترتيب ذروة التصريف اليومية ضمن المصفوفة	احتمالية الحدوث p $= \frac{M}{n+1}$	النسبة المئوية لحدوث التصريف اليومي ١٠٠٪
١٩٤١	٩٧ر٧	٢١	٠ر٨٠٧٧	٨٠ر٧٧
١٩٤٢	٧٦ر٥	١٤	٠ر٩٢٣٠	٩٢ر٣٠
١٩٤٣	١٣٤ر٨	١٤	٠ر٥٣٨٤	٥٣ر٨٤
١٩٤٤	–	–	–	–
١٩٤٥	١٠٦ر٥	١٨ر٥	٠ر٧١١٥	٧١ر١٥
١٩٤٦	١٧٢ر٨	٧	٠ر٢٦٩٢	٢٦ر٩٢
١٩٤٧	٢٧٧ر٥	٣	٠ر١١٥٤	١١ر٥٤
١٩٤٨	–	–	–	–
١٩٤٩	٨٢ر١	٢٢ر٥	٠ر٨٦٥٤	٨٦ر٥٤
١٩٥٠	١٩٦ر٨	٥	٠ر١٩٢٣	١٩ر٢٣
١٩٥١	–	–	–	–
١٩٥٢	١٠٦ر٥	١٨ر٥	٠ر٧١١٥	٧١ر١٥
١٩٥٣	٦١ر٧	٢٥	٠ر٩٦١٥	٩٦ر١٥
١٩٥٤	١٨٣ر٢	٦	٠ر٢٣٠٨	٢٣ر٠٨
١٩٥٥	١٦٠ر٧	٩	٠ر٣٤٦١	٣٤ر٦١
١٩٥٦	١٠٨ر٥	١٧	٠ر٦٥٣٨	٦٥ر٣٨
١٩٥٧	١٠١ر١	٢٠	٠ر٧٦٩٢	٧٦ر٩٢
١٩٥٨	١٢٧ر٤	١٥	٠ر٥٧٦٩	٥٧ر٦٩
١٩٥٩	١٦٣ر٧	٨	٠ر٣٠٧٧	٣٠ر٧٧
١٩٦٠	٢٨٣ر٢	٢	٠ر٠٧٦٩	٧ر٦٩
١٩٦١	١٣٥ر٩	١٣	٠ر٥٠٠٠	٥٠ر٠٠
١٩٦٢	١١٦ر٤	١٦	٠ر٦١٥٤	٦١ر٥٤
١٩٦٣	٢٥٩ر١	٤	٠ر١٥٣٨	١٥ر٣٨
١٩٦٤	٨٢ر١	٢٢ر٥	٠ر٨٦٥٤	٨٦ر٥٤
١٩٦٥	١٤٦ر٦	١٠	٠ر٣٨٤٦	٣٨ر٤٦
١٩٦٦	١٤٠ر٦	١٢	٠ر٤٦٢٥	٤٦ر١٥
١٩٦٧	١٤٦ر٢	١١	٠ر٤٢٣١	٤٢ر٣١
١٩٦٨	٢٨٦ر٨	١	٠ر٠٣٨٥	٣ر٨٥

المصدر :- *David Ingle, Peter stopp . River Bosin 1978 , p. 78 .*

شكل(٥٣): المنحنى البياني للذروة اليومية للتصريف المائي السنوي .



الافقي النسبة المئـــوية للمياه الجارية التي تزيد عم حجم معين ، ويمثل المحور العمودي التصريف المائي [م٣/ثانية] .

٣ : ٢ : ٤ : ٣ قياس تصريف المواد الصلبة والمذابة

تعمل الانهار على نقل كميات كبيرة من المواد الصلبة معلقة بالماء او متحركة على قاع النهر ، كما تنقل مواد مذابة بالماء . ان الترسبات المنقولة تكون متباينة في اشكالها واحجامها ، وتعيد المياه ارسابها في مواقع اخرى ، كالسهول الفيضية او الدالات المروحية او البحيرات الداخلية او تنقلها الى البحار والمحيطات ، وتقدر حجم الترسبات المنقولة بالمياه الجارية ١٢٥ طن/كم٢/سنة ، تساهم في تخفيض سطح الارض بمقدار [٠.٣ ملم/١٠٠٠سنة] . جدول [١٥] .

جدول [١٥] حجم المواد الصلبة والمواد المذابة المنقولة في العالم

القـــارة	تصريف الاملاح الكلي × ١٠^٤غم	معدل التعرية الكيمياوية طن/كم٢	تصريف الترسبات الصلبة × ١٠^١٤غم	معدل التعرية للمواد الصلبة طن/كم٢	النسبة المئوية
امريكا الشمالية	٧	٣٣	١٧ر٨	٨٦	٤ر٠
امريكا الجنوبية	٥ر٥	٢٨	١١٠	٥٦	٥ر٠
اسيـــــا	١٤ر٩	٣٢	١٤٥	٣١	١ر٠
افريقـــيا	٧ر١	٢٤	٤ر٩	١٧	١ر٤
اوربـــــا	٤ر٦	٤٢	٢ر٥	٢٧	١ر٨
اسراليـــا	٢ر٠	٢	٢ر١	٢٧	١ر٠
العالـــم	٣٩ر٢		١٨٣ر٣		

Curtis, Cd, Chemistry of rock weathering, Fundamental reaction and controls .In E, Derbyshire [ed], Geomorphology and climate. John wiley and Yons London 1976, p . 80 .

ان قياس تصريف المواد الصلبة او المذابة المنقولة بواسطة الانهار يتطلب :-

١- تحديد موضع جمع عينات الماء في الحقل .

٢- قياس وتحليل عينات الماء في المختبر .

اولاً : تحديد موضع جمع العينات في الحقل :

يرافق جمع عينات الماء في الحقل احياناً ، اخطاء جسيمة تؤثر على دقة النتائج وصحتها وتسبب في تقديرات خاطئة ، في حين يتطلب ان تكون عينات الماء تمثل بيئة احواض الانهار من خلال :-

١- ان تكون المياه ممتزجة مع بعضها جيداً ، وخاصة اذا كانت منابع الحوض متباينة في الخصائص الكيميائية والمعدنية للصخور .

٢- ان تمثل العينات تباين التصريف المائي من وقت لاخر والذي يتأثر باختلاف الامطار الساقطة ونظام توزيعها ، مما يتطلب تعيين الفترة المناسبة لجمع العينات وتحديد الفترة الفاصلة بين نموذج واخر ، وخاصة اثناء ارتفاع مناسيب المياه حيث يكون التفاوت كبيراً في تصريف الترسبات الصلبة او المواد المذابة ، وتستدعي جمع نماذج المواد المذابة التي يتباين تركيزها خلال دقائق معدودة ، وقد تستعمل اجهزة اوتوماتيكية مصممة لجمع عينات الماء خلال فترات زمنية محددة كل [٦ ساعات] او [٨ ساعات] ، لتجاوز الصعوبات والجهود الكبيرة المبذولة عند جمع عينات الماء .

٣- ان لايكون ماء النهر ملوثاً ، وخاصة عند جمع عينات الماء لقياس التعرية الكيمياوية .

٤- ان تكون الاواني المستعملة لجمع العينات نظيفة تغسل بالماء المقطر قبل استعمالها ، ومصنوعة من مواد لاتتأثر بتفاعلات كيمياوية تسبب تلوث عينات الماء .

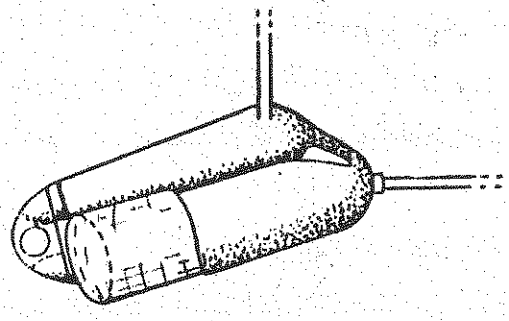
٥- ان تحفظ العينات في مكان بارد ، ويتم تحليل الماء خلال فترة قصيرة من انتهاء العمل الميداني .

٦- يتم جمع العينات عند محطة قياس التصريف المائي وعلى امتداد المقطع العرضي للقناة النهرية ، ويستحسن جمع العينات من الاجزاء الثانوية للمقطع العرضي التي تقيس عندها التصريف المائي .

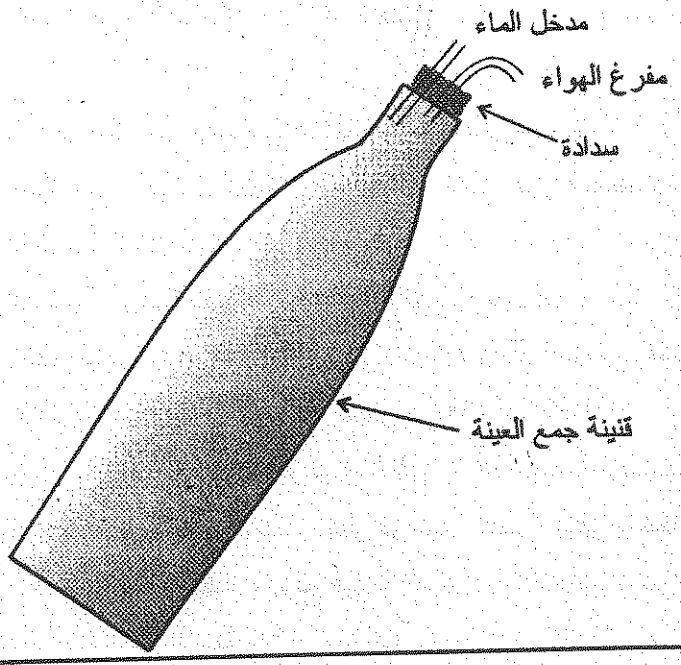
٧- تستعمل اجهزة مختلفة ومتباينة في تعقيدها لجمع عينات الماء الا ان الوسيلة البسيطة والممكن تصنيفها في المختبر ومن مواد رخيصة تتألف من قنينة زجاجية ، قطر فوهتها [٥سم] تغلق باحكام بسدادة من المطاط ، تثقب فيها فتحتان بقطر [٦ ملم] لكل منهما ، يولج فيهما انبوبان من النحاس بنفس القطر وبطول [١٠سم] احدهما مستقيم يسمح لدخول الماء الى القنينة والاخر معقوف يسمح لهواء القنينة بالخروج منها شكل [٥٤] ، ترتبط القنينة بقضيب معدني او كيبل متين ، وتغمر وترفع من الماء عمودياً وبشكل تدريجي وبسرعة ثابتة ، تعاد العملية عدة مرات حتى تمتلىء القنينة بالماء ، ثم ينقل الماء الى قنينة اخرى [فقرة ٤] المخصصة لجمع عينات الماء .

شكل(٥٤): جامع عينات المواد العالقة المنقولة بواسطة المياه الجارية .

(أ) . نموذج قياسي لجمع عينات الرواسب العالقة .



(ب). نموذج بالامكان تصنيعه في المختبر .



ثانياً : قياس وتحليل عينات الماء في المختبر :-

١- قياس تركيز وتصريف المواد الصلبة / تقوم المياه الجارية السطحية بنقل المواد الصلبة اما معلقة بالماء او متدحرجة على قاع النهر ، لقد كان الاعتقاد السابق ، ان كمية المواد المعلقة تتحدد بسرعة المياه الجارية ، ان المياه السريعة الجريان لها القدرة [من الناحية النظرية] على نقل كميات اكبر من الترسبات مقارنة بالمياه البطيئة الحركة ، الا ان الدراسات التـــــجريبية المختبرية اوضحت ان كمية المواد المنقولة بواسطة المياه تختلف عند تباين :-

أ- سرعة المياه الجارية .

ب- حجم وقطر الحبيبات المنقولة راجع الفصل الثاني [جيمورفولوجية احواض الانهار] .

ولكن الدراسات والمشاهدات الميدانية عن نقل المواد الصلبة بواسطة المياه الجارية اعطت نتائج مغايرة لتلك النتائج التي توصلت لها الدراسات التجريبية السابقة حيث يتأثر نقل الحبيبات بعوامل اخرى لها علاقة بصفات القناة النهرية وابعادها ، وخاصة خلال فترة الفيضان ، لذلك اصبحت الدراسات الميدانية والتحليل المختبري لتركيز وتصنيف المواد الصلبة المنقولة معلقة ام مواد قاع النهر لها اهمية كبيرة .

ويصعب تقدير حجم المواد المنقولة فوق قاع النهر ، ان الاجهزة المستعملة او الاساليب الاحصائية النظرية والتجريبية لاتوفر طرق دقيقة لتحديد كمية المواد الصلبة المنقولة ، وان المشاكل التي تكتنف القياس المباشر لترسبات قاع النهر في الحقل تشمل ، صعوبة نصب وتثبيت وسائل قياس مواد القاع في قعر النهر وخاصة اذا كان قاع النهر غير منتظم الشكل . وعدم انتظام حركة مواد قاع النهر ، وصعوبة جمع العينات من الترسبات ولقد افترضت ثلاثة طرق لقياس تصريف مواد قاع الانهار :-

أ- نصب فخاخ في قاع النهر تتجمع فيها مواد القاع المتحركة .

ب- قياس حجم المواد المترسبة امام السداد والخزانات المائية او في قاع البحيرات .

جـ- تتبع اثار حركة مواد قاع الانهار ويقصد بالفخاخ ، صناديق خشبية يكون اتساعها بقدر اتساع قاع القناة النهرية ، تغرس فيها بحيث تكون الحافة العليا للصندوق بمستوى قاع النهر ، وتلتقط العينات المتجمعة في الصندوق بعد فترة من الزمن لقياس وزنها ، شكلها ، اقطار حبيباتها .

ان هذه التفتيتات قد تكون ملائمة للانهار او الجداول الصغيرة والتي لايزيد عرض قنواتها عن [٢م-٣م] ، ولكنها لاتوفر وسيلة دقيقة لما يصاحب عملية رفع العينات من الترسبات اضطراب للتيارات المائية وانهيال مواد القاع في الصندوق .

ان قياس المواد المتجمعة امام السداد وفي البحيرات الاصطناعية والخزانات المائية تعتبر افضل الوسائل واكثرها دقة ، ويتم قياس ابعادها قبل ملئها بالماء واثناء عمليات المسح التمهيدي لتحديد حجم المياه التي تستوعبها بشكل دقيق ولتحديد عمر الخزان ، كما يعاد مسح قاع الخزانات بعد استكمال اعمال البناء وبدء المشروع بالعمل وبين فترة واخرى لتحديد حجم الخزانات التي تتقلص باستمرار من تجمع الترسبات فوق قاعها ، ان الترسبات المتجمعة تضم

مواد معلقة ومواد قاع النهر ، ومن قياس تركز المواد المعلقة المنقولة ، فأن تصريف مواد القاع - حجم الترسبات المتجمعة امام الخزان - تصريف المواد المعلقة .

ويمكن قياس حركة مواد قاع الانهار من المواد الخشنة من تتبع اثارها ، بوضع علامات عليها او صبغها بالوان مميزة ، او ترقيمها حسب احجامها ، ويتم تحديد مواضعها ، وخاصة انهار المناطق الجافة او الشبه الجافة الفصلية الجريان ، ومراقبة حركتها اثناء ارتفاع مناسيب المياه وقياس المسافات التي قطعتها ، ويتم تحديد حجم المواد المتحركة من قياس قطر الحبيبات ، شكلها ، كثافتها ، وزنها النوعي ، وقياس صفات قاع النهر ، سرعة الماء ، مع العلم ان تصريف مواد قاع النهر يكون ضئيلاً ولايزيد عن ٥٪ من تصريف المواد الصلبة لمياه الانهار الجارية في الاراضي الواطئة .

يتم تقدير او قياس المواد المعلقة المنقولة الناعمة الحبيبات والتي تقل اقطارها عن [٢ ملم] والتي ليست على تماس مباشر بقاع النهر . كما تشمل قياس الحبيبات المنقولة بطريقة القفز ، [بعد جمعها من الماء] في المختبر وفق الخطوات التالية :-

١- قياس تركيز الترسبات في الماء .

٢- تقدير تصريف الترسبات .

ويقاس تركز الترسبات المعلقة بالماء بوحدة [ملغم/لتر] وعلى النحو التالي :-

أ- الاجهزة المطلوبة :

فرن تجفيف ، قمع ، قارورة زجاجية ، ورق ترشيح مساماته بقطر [٤٥ر٠ مايكرون] لايسمح للحبيبات الناعمة التي تزيد اقطارها عن الرقم المذكور بالتشرب خلال ورق الترشيح ، اسطوانة قياس زجاجية مدرجة ، وعاء تجفيف Desicator ميزان حساس يقرأ الى اقرب رقم عشري [١٠٠ر٠ - ١٠٠٠ر٠غم] ، نموذج من الماء لايقل حجمه عن [٢٥٠ ملم] ، ماء مقطر .

ب- طريقة العمل :

أ- يبلل ورق الترشيح بقليل من الماء المقطر ، ثم يجفف في الفرن بدرجة حرارة [١٠٠م - ١١٠ م] ولفترة ١٥ دقيقة .

٢- ينقل ورق الترشيح من الفرن الى وعاء التجفيف لتبريده ولفترة [١٠ دقائق] .

٣- توزن ورقة الترشيح لاقرب رقم عشري ... [الوزن الاول ، و١] .

٤- توضع ورقة الترشيح فوق القارورة الزجاجية .

٥- يرج نموذج الماء جيداً لتشتيت الترسبات وامتزاجها الكامل بالماء ، ثم يرشح من خلال ورق الترشيح الى القارورة الزجاجية .

٦- يقاس حجم الماء المتجمع في القارورة الزجاجية .. [الحجم ..ح] .

٧- يجفف ورق الترشيح مع الترسبات المتجمعة فوقه في الفرن وبدرجة حرارة [١٠٠ م - ١١٠م] ولفترة ثلاثين

دقيقة .

٨- ينقل ورق الترشيح الى وعاء التجفيف لفترة عشرين دقيقة .

٩- توزن ورقة الترشيح مع الترسبات . . . [الوزن الثاني . . . و٢] .

جـ- يقدر تركيز الترسبات المعلقة المنقولة في المياه الجارية من :-

$$\text{تركز المواد المعلقة ملغم /لتر} = \frac{\text{و٢ - و١}}{\text{ح}} \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠ \text{ معادلة (١)}$$

د- يقدر تصريف الترسبات المعلقة كغم/ثاني من المعادلة . . . (٢) .

$$\text{تصريف الترسبات كغم / ثانية} = \frac{\text{التصريف المائي م٣/ثانية} \times \text{تركز الترسبات ملغم/لتر}}{١٠٠٠}$$

هـ- يتم تقدير معدل التعرية [م٣ / كم٢ / سنة] من المعادلة . . . (٣) .

$$\text{معدل التعرية [م٣ / كم٢ / سنة]} = \frac{\text{مجموع تصريف الترسبات خلال سنة (طن)}}{\text{مساحة حوض النهر [كم٢]} \times \text{الوزن النوعي للصخور}}$$

كما يمكن تنظيم العلاقة بين حجم المواد المعلقة المنقولة والتصريف المائي ، ويعبر عنها بصيغة معادلة خطية [معادلة خط الانحدار] وبمقياس لوغاريتمي لكل من التصريف المائي والمواد المعلقة ، وعلى كل حال ، ان تركز المواد المعلقة في مياه الانهار يبدي استجابات متفاوتة مع التصريف المائي . حيث يكون ذروة تصريف الترسبات متأخراً عن ذروة التصريف المائي لبعض الانهار ، في حين يكون في انهار اخرى ، ذروة تصريف الترسبات متقدمة عن ذروة التصريف المائي ، وفي انهار ثالثة تكون الاستجابة متذبذبة ، حيث يتقدم تصريف الترسبات ذروة التصريف المائي او تتأخر عنه من وقت لاخر .

وتقاس معدلات التعرية بوحدات الحجوم ، فهي تدل على حجم المواد التي تم نحتها ونقلها من مساحة معينة من الارض خلال فترة معينة من الزمن [م٣/كم٢/سنة] . ان التصريف السنوي للترسبات يحول الى مايكافئه من حجم او سمك للمواد التي تم نحتها من مساحة معينة من الارض ، ولكنها تتأثر بالوزن النوعي وكثافة المواد المنقولة خلال فترة معينة من الزمن .

٢- قياس تركيز المواد المذابة

وتهدف الى تحديد كمية العناصر الكيمياوية او المجموع الكلي للاملاح التي تنقلها المياه بشكل محاليل مذابة ، والتي يفوق حجمها المواد الصلبة المنقولة احياناً ، ويتم تحديد تركيز العناصر الكيمياوية مثل كالسيوم ،

مغنيسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم وغيرها في المختبر كلا على انفراد ، لمعرفة التركيب الكيميائي للبناء الصخري ، او عند دراسة التعرية الكيميائية للصخور الكلسية .

ان عملية التحليل قد تكون مرهقة ومكلفة وتستغرق وقتاً طويلاً ، لذا يستعاض عنها بقياس [التركيز الكلي للاملاح المذابة ملغم/لتر Total Dissolved Solid (T.D.S)] ، حيث تستعمل عينات الماء التي جمعت لقياس المواد الصلبة ، لتحليل تركيز المواد المذابة على ان تكون حجم المياه كافية .

طريقة العمل :

أ- يهيأ دورق زجاجي بسعة [$\frac{1}{2}$ - لتر] .

ب- يوزن الدورق الزجاجي وهو جاف في درجة حرارة الغرفة .... [الوزن الاول] .

جـ- يضاف له حجم معين من الماء وبمقدار [$\frac{1}{4}$ لتر - $\frac{1}{2}$ لتر] ، على ان تكون نقية خالية من الشوائب ، ويكتفي بمقدار $\frac{1}{4}$ لتر من الماء الذي يرتفع تركيز الاملاح في مياه الانهار للصخور الكلسية ... [الحجم .... ح] .

د- يوضع الدورق في فرن بدرجة حرارة [١٠٠ م - ١١٠ م] لتجفيف الماء .

هـ- ينقل الدورق الى وعاء التجفيف لتبريده .

و- يوزن الدورق ثانية الى اقرب ثالث رقم عشري [٠,٠٠١] ... (الوزن الثاني) .

ح- يقدر تركيز المواد المذابة في المياه من المعادلة .

$$\text{تركيز الاملاح المذابة T.D.S ملغم/لتر} = \frac{\text{و١ - و٢}}{\text{ح}} \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠ \quad \text{معادلة ... (١) .}$$

ز- يقدر تصريف المواد المذابة في المياه من المعادلة ... (٢)

$$\text{تصريف المواد المذابة ملغم /لتر} = \frac{\text{التصريف السنوي للماء م٣ /ثا} \times \text{تركيز الاملاح ملغم/لتر}}{١٠٠٠}$$

ط- يقدر معدل التعرية الكيمياوية من المعادلة ... (٣) .

$$\text{معدل التعرية الكيمياوية م٣/كم٢/سنة} = \frac{\text{مجموع تصريف الاملاح المذابة (طن) / سنة}}{\text{مساحة الحوض / كم٢} \times \text{الوزن النوعي}}$$

وتعتمد طريقة ثانية لقياس تركيز الاملاح المذابة في المياه من قياس التوصيل الكهربائي للماء [مايكروموز S.E.C. Specific Electrical Conductance] ، وتعني [قدرة المحلول على توصيل التيار الكهربائي والذي يتباين مع تغير تركيز الاملاح] ، باستخدام وحدة قياس [مايكروموز μ mhose/cm] .

ويتباين تركيز الاملاح في المياه مع تغير درجة الحرارة ، لذلك يفضل القياس في درجة حرارة الغرفة [٢٥م] باستخدام اجهزة بعضها صغيرة يمكن حملها واستعمالها في الحقل مرفق معه جدول خاص بدرجات الحرارة المكافئة لدرجة الحرارة [٢٥م] ، وتستخدم في المختبرات اجهزة اكثر تعقيداً .

قياس تركيز ايون الهايدروجين

ويصطلح عليها قياس [ph] محلول الماء او محلول التربة لتقدير حامضية المحلول وقدرته على النحت والتعرية ، بفضل قياس ph في الحقل ، ان القياسات اللاحقة في المختبر قديتأثر بتغير التركيب الكيمياوي للمحلول ، لذلك يتطلب قياس حامضية المحلول خلال ٢٤ ساعة من الدراسة الميدانية .

٣ : ٢ : ٥ دراسة البيئة الحيوية

يساهم الغلاف الحيوي [نبات طبيعي ، محاصيل زراعية] دوراً كبيراً في السيطرة على العمليات الجيومورفولوجية من تجوية وتعرية ونقل وارساب ، وتؤثر على تحديد سمات اشكال سطح الارض وتطورها واختلافها من مكان لاخر او من فترة لاخرى ، بسبب العلاقة الوثيقة بين حجم التصريف المائي ، وقدرة المياه الجارية او الرياح في السيطرة على النقل ولا=رساب او تنظيم الموازنة او السيطرة على الفيضان .

ويتطلب تحليل البيئة الحيوية - بالاضافة الي دراسة التربة - تالى حديد السمات الدقيقة لاستعمال الارض وخاصة الغطاء النباتي باستخدام المعايير الكمية لتحديد صفات عناصر البيئة من خلال قياس عينات عشوائية او نظامية لمناطق صغيرة باستخدام الاطار المربع احياناً لتحديد النسبة المئوية لمساحة الارض التي تشغلها الانماط المختلفة من استعمالات الارض ونسبة انتشارها رمقارنة استعمالات الاراضي مع بعضها ، لنفس الاراضي من فترة لاخرى لتقييم نتائج استعمال الارض ومقدار التغير الذي تعرضت له وعلاقتها بالعمليات الجيومورفولوجية واشكال سطح الارض ، وعلى النحو التالي :-

١- نوع الغطاء النباتي ونسبة انتشاره ، غابات نفضية او مخروطية حشائش طويلة ام قصيرة ، محاصيل زراعية او بساتين .

٢- تقدير كثافة الغطاء النباتي ، تحديد مساحة اراضي الحشائش ، عدد الاشجار ، قطر جذوعها ، كثافة انتشارها ، ارتفاعها عن سطح الارض .

٣- كمية اوراق النباتات التي تغطي سطح الارض ، نوع الاوراق [عريضة ام ابرية] .

٤- صفات المجموعة الجذرية للنباتات ، عمقها ، مقدار انتشارها ، كثافتها .

٥- اساليب الزراعة المتبعة [مدرجات ، حراثة كنتورية ، حراثة مع انحدار سطح الارض . مروز ... الخ] .

٦- التحويرات التي قام بها الانسان في استعمال الارض على مناطق الغابات او الاراضي الزراعية . حجم قنوات التصريف المائي السطحية او تحت السطحية ، حرائق الغابات ، عمليات قطع الغابات او اعادة تشجيرها .

٧- تحديد وتعيين مساحة المستوطنات البشرية وحجم الاستيطان البشري مساحة المنشآت المدنية وكثافتها ، مساحة الاراضي المبلطة الغير النفاذة ، سمات وامتداد مجاري تريف المياه القذرة ومياه الامطار ، حجم العمليات الاروائية .

٨- شدة الرعي وكثافته ومساحة الاراضيَ الجرداء .

ان دراسة البيئة الحيوية في تفسير بعض التحويرات في اشكال سطح الارض :-

١- ان التوزيع المبعثر للنبات الطبيعي في المناطق الجافة يعكس عدم انتظام توزيع ماء التربة ، حيث تنساب المياه السطحية فوق المناطق المرتفعة او الجرداء وتتجمع في المنخفضات او التجاويف التي تصبح مناطق تجمع للغطاء النباتي ، وتعتبر ظاهرة [النمر الارقط] التي يطلقها الفرنسيون على الاقواس او الاشرطة التي تبدو من توزيع الانماط النباتية من اشجار السنط او المجموعات العشبية والتي تنتشر في المناطق المنبسطة من دولة الصومال من الامثلة عن العلاقة المنتظمة الملفة للنظر عن اختلاف توزيع النبات الطبيعي وكثافته ويعتقد انها تطورت نتيجة الغطاءات الفيضية والتي ترسبت بشكل اقواس او اشرطة ، واتاحت المياه الكافية في التربة الفرصة للنباتات بالنمو والانتشار بنمط معين ، ان ظاهرة [النمر الارقط] دليل على اهمية التربة المحلية والرطوبة والعامل المورفولوجي في تحديد توزيع النباتات في المناطق الجافة [علي البنا ، ص٥٨] .

٢- ان تغير النشاط البشري الزراعي او الرعوي وازالة الغطاءات النباتية الطبيعية او تحويرها يؤدي الى تغير في معدلات التعرية او زيادة شدتها ، ويمكن ملاحظة اثارها في جهات مختلفة من العالم رطبة ام جافة . ان قطع الغبات يؤدي الي قلة المجموعة الجذرية التي تعمل على تماسك التربة ويقلل من المعوقات السطحية ، ويضعف من بناء التربة ويزيد من طاقة الرياح او المياه الجارية على تفتيت التربة ونقلها ، وتصبح عمليات التعرية كارثة بيئية يصعب السيطرة عليها او منع انتشارها .

وتختلف المحاصيل الحقلية في فاعليتها في حماية التربة ، ان محاصيل الذرة والبطاطس واللذان يزرعان بشكل خطوط متوازية يوفران حماية محدودة للتربة وخاصة اذا كانت خطوط زراعتها مع انحدار سطح الارض ، لذا تكون التربة المفقودة من اراضي زراعتهما تفوق في كميتها التربة المفقودة من اراضي مزروعة بالقمح والشوفان . جدول [١٦] يوضح التربة المفقودة من محطة تجارب زراعية في ولاية ميسوري حيث متوسط الامطار الساقطة [٤٠ انج] وانحدار سطح الارض ٧ر٣٪ .

جدول [١٦] التربة المفقودة من الارض مزروعة بمحاصيل مختلفة

نمط استعمال الارض	التربة المفقودة طن/ايكر/سنة	عدد الايام اللازمة بحرف [V] انجات
اراضي محروثة لعمق ٤ انجات غير مزروعة	٤١ر٦٤	٢٤
اراضي مزروعة بالذرة دائماً	١٩ر٧٥	٥٠
اراضي مزروعة بالقمح دائماً	١٠ر١٠	١٠٠
اراضي خاضعة لدورة زراعية [ذرة ، قمح ، جت]	٢ر٧٨	٣٦٨
مروج دائمة	٠ر٣٤	٣,٤٢

المصدر : هاري بكمان واخرون . [ترجمة امين عبد السر واخرون] ، طبيعة الارض وخواصها مكتبة الانجلو - مصرية ، القاهرة ص٢٦٦ .

ومن جهة اخرى ، يؤدي الرعي المفرط الذي يفوق طاقة المراعي على تجديد نباتاتها الى تجريد التربة من غطائها الطبيعي ويقلل من نفاذيتها [لان وطء الحيوانات للارض يؤدي الى تماسك حبيباتها] ، يقلل من كمية المياه المخزونة فيها ويزداد حجم المياه السطحية وعدد القنوات المائية ومن كمية الترسبات المنقولة بواسطة الانهار عند سقوط الامطار بينما تتعرض التربة الى الجفاف في مواسم الصيهود ويزداد تأثير الرياح في عملية نقل التربة .

لقد اظهرت الدراسات ، على سبيل المثال ، ان الرعي المفرط لحوض نهر [نيبر- ميجو] من روافد نهر بارانا في امريكا الجنوبية ، كان سبباً لزيادة كمية الترسبات المنقولة بواسطة ذلك الرافد ، بلغت كميتها [٨٢ مليون طن] من اصل [١٠٢ مليون طن] ينقلها نهر بارانا سنوياً ، تعادل ٨٠٪ من الحمولة للمواد المعلقة المنقولة للحوض ، في حين تعادل مساحة حوض الرافد [نيبر - ميجو] ٤٪ من مساحة حوض نهر بارانا ، [H.C.Pereir, 1974] .

٣- تساهم الغطاءات النباتية من غابات اولاً وحشائش ثانياً الى تنظيم الموازنة المائية للبيئة الحيوية ، ان التساقط الحيوي للرطوبة [مطر ، ثلج ، برد] يُحتجز من قبل النبات الطبيعي ويعيد تنظيم توزيعه ، وتزداد كمية المياه المحتجزة والمتشربة الى باطن الارض وتقل معدلات التعرية والفيضانات ، وتوفر الغابات حماية للارض اكبر من الحشائش والغطاءات النباتية القصيرة وخاصة فوق المرتفعات الجبلية الاشد انحداراً واغزر مطراً من الاراضي القليلة الانحدار ، جدول [١٧] ، يوضح الموازنة المائية ثلاثة احواض انهار تختلف في نمط استعمال الارض .

ومن جهة اخرى تؤدي عمليات قطع الغابات او اعادة تشجيرها باصناف جديدة من النباتات الى الاخلال بالتوازن البيئي عموماً والموازنة المائية للمنطقة المعاد تشجيرها لاختلاف كمية المفقودة والمستهلكة بما كان سائداً

جدول [١٧]

الموازنة المائية لثلاثة احواض انهار في سنغافورة خلال فيضان كانون الاول ١٩٦٩

حوض التصريف	نمط استعمال الارض	كمية الامطار [ملم]	كمية المياه الجارية [ملم]	نسبة المياه الجارية الى كمية الامطار	معدل كمية المياه المفقودة ملم
خزان مكربجي	غابات + ملعب غولف	٣٣٧ر٣	٢٢٧ر٣	٦٧٪	٥ر١
خزان بيبرس	غابـــــات	٣٤٨ر٢	٢٢٢ر٧	٦٤٪	٧ر٤
حوض بوكيت تيما	نسبة عالية من الاراضي الرصوفة	٢٧٨ر٤	٢٠٧	٧٤٪	٢ر٥

L.S. Chia and K.K. chang ; The record flood of 10 th December 1969 in Singapore, Journal of Tropical Geography . Vol. 33 1974 . pp 19 .

قبل التشجير ، ففي دراسة على مزرعتين لمنطقة تجارب زراعية في كينيا . كانت مغطاة بغابات مدارية من اشجار الخيزران قطعت وحلت زراعة الشاي في احداهما ، وزراعة اشجار صنوبرية ذات اخشاب لينة في الاخرى ، لقد حدثت عاصفة مطرية بعد مرور سنتين من عملية التحوير ، بلغت كمية الامطار الساقطة [٩٠ ملم] ، سقط منها [٧٥ ملم] خلال ساعة واحدة وبشدة وكثافة [٢٥٠ ملم/ساعة] ، بلغت ذروة التصريف المائي لمزرعة الشاي [٢٧م٣ /ثانية] ، في حين كانت ذروة التصريف المائي لمنطقة الغابات المدارية [٦ر٠ م/ثا] .

وبعد مرور عشر سنوات من تأسيس مزرعة الشاي ، وبعد اتخاذ اجراءات صيانة التربة والمحافظة عليها ، حدثت عاصفة مطرية ثانية ، بلغت كمية الامطار الساقطة [٧٥ملم] خلال ٣٠ دقيقة ، كانت شدة التساقط وكثافته [٣٤٥/ثانية] ، بلغت ذروة التصريف المائي لمنطقة مزرعة الشاي [٢ر١٥ م٣/ثاني] مقارنة مع ذروة التصريف المائي قدرها [٠٦ر٠م٣/ثانية] لمنطقة الغابات المدارية .

وعموماً تعتبر الاشجار اقل استهلاكاً للمياه مقارنة بالاصناف الاخرى من النباتات لقد تمت مقارنة كمية المياه المفقودة والمستهلكة لمنطقة الاشجار الصنوبرية مع اشجار الخيزران المدارية . وفي بداية اعمال التحوير ، عندما كانت شتلات الاشجار الصنوبرية قصيرة ، صغيرة ، استغلت اراضي مابين الاشجار بزراعة الخضروات [باقلاء ، يقطين ..] الى ان بلغ ارتفاع الاشجار [٥م] ، لقد سجلت كمية المياه المستهلكة لاراضي الاشجار الصنوبرية بما يقرب من [٥٠٠٠ ملم/سنة] مقارنة بمقدار [١٠٠٠ ملم/سنة]استهلكت في منطقة اشجار الخيزران ، وعندما

اصبح ارتفاع الاشجار الصنوبرية [١٥م] بعد مرور عشرة سنوات من عملية التحوير ، واصبحت كمية المياه المفقودة والمستهلكة للصنفين من الاشجار متساوية .

٤- ان تحليل البيئة الحيوية وتحديد اصناف المحاصيل الزراعية والنباتية ، يعتبر من الادلة الى الحاسمة على رطوبة التربة من معرفة عمق المجموعة الجذرية للنباتات ان الجذور العميقة تدل على كثرة المياه المخزونة في التربة وقدرة النباتات على امتصاصها والحصول عليها عند حدوث الجفاف والعجز المائي للتربة السطحية . كما ان تحديد الثابت المائي للمجموعة الجذرية للنباتات يعتبر مؤشراً على مقدار العجز او الفائض المائي للتربة ودورها في تحديد كمية المياه الجارية في الانهار ، وهي مؤ شر على الحد الادنى من الرطوبة التي تكفي للزراعة . [١٨] .

جدول [١٨] الثابت المائي وعمق المجموعة الجذرية لبعض النباتات والمحاصيل الزراعية

المحصول	عمق المجموعة الجذرية /م	الثابت المائي للمجموعة الجذرية /ملم
الحبوب	١- ١ر٣	٢٠٠
الباقلاء / البازلياء	١- ١ر٣	١٠٠
البساتين النفضية	٢ - ٣	٢٢٥
البطاطا	١- ١ر٣	١٥٠
مراعي	١ م	١٠٠ - ١٢٥
بنجر السكر	١ر٣ - ٢	١٥٠
البرسيم	الى ١ م	١٠٠
الكرنب / القرنبيط	٧ر٠ - ١ م	١٢٥

David Ingle Smith, Peter Stopp. River Basin , 1978 . p . 31 .

الفصل الرابع
تصنيف الاراضي وتقييمها واعداد الخارطة النهائية

المبحث الاول : اعداد الخارطة الجيومورفولوجية النهائية
المبحث الثاني : نظام معلومات الاراضي
المبحث الثالث : تصنيف الاراضي
المبحث الرابع : تقييم ملائمة الاراضي
المبحث الخامس : بعض المناهج المقترحة لتقييم الاراضي

المبحث الاول
اعداد الخارطة الجيومورفولوجية النهائية

تعتبر اشكال سطح الارض نظاماً طبيعياً في حالة توازن ديناميكي مع نظم طبيعية اخرى تتطلب دراستها اعداد خرائط مناسبة توضح العلاقة المكانية لتلك الظواهر لما لها من اهمية تطبيقية لاغراض التخطيط وادارة البيئة .

وتتباين تقنيات اعداد الخرائط الجيومورفولوجية في مقياسها والمستويات التقنية المعتمدة عند اعدادها وفي المعلومات التي تتضمنها ، ويمكن تصنيفها الى -

١- الخرائط المورفولوجية .

٢- الخرائط الجيومورفولوجية .

٤ : ١ : ١ الخرائط المورفولوجية

وهي خرائط تهدف الى فصل عناصر التقوس والاستواء ومواضع الانقطاع عند تحديد انحدار سطح الارض وتحديد التغيرات الدقيقة لمناطق صغيرة المساحة وتمثيلها برموز خاصة على خرائط بمقياس كبير ١ : ١٠٠٠٠ او اكبر من ذلك .

وتوجد عدة تقنيات لتأليف الخارطة المورفولوجية ، منها :-

١- خرائط خطوط الارتفاعات المتساوية .

٢- التحليل الفوتوگرامتري للصور الجوية .

٣- المسح الميداني لانحدار سطح الارض باستعمال ميزان ابني [Abney leves] ويهدف تصميم الخارطة المورفولوجية الى تمثيل اشكال سطح الارض بوسيلة مناسبة للتحليل الجيومورفولوجي ، لذلك يعتبر المسح الميداني افضل من خرائط خطوط الارتفاع المتساوية لتحديد موضع تغير الانحدار ودرجته من خلال :-

١- تحديد صفات شكل المنحدر وعناصره ، وتأليف خارطة عن [المنحدر ، الواجهة المستوية ، الجرف ، عنصر الانحدار . التغير البسيط في الانحدار ، التغير الواضح في الانحدار] .

٢- تحديد الرموز المناسبة .

٣- رسم الخارطة المورفولوجية اثناء الدراسة الميدانية .

المنحدر : سطح من الارض يميل عن المستوى الافقي بما لايزيد عن [٤٠°] . الجرف سطح سطح من الارض يميل عن المستوى الافقي اكثر من [٤٠°] . الواجهة المستوية سطح مستو او شبه مستو قد يكون افقياً او مائلاً ويختلف عن الاراضي المحيطة به . عنصر الانحدار ، سطح من الارض محدب ام مقعر . التغير البسيط في الانحدار : تغير

درجة الانحدار او اتجاه انحدار سطح الارض تدريجياً . التغير الواضح في الانحدار : انتقال واضح في انحدار سطح الارض من حالة التحدب الى حالة التقعر او بالعكس .

وتستعمل رموز خاصة [ملحق ٣] لتمثيل عناصر انحدار سطح الارض على الخارطة المورفولوجية ، شكل [٥٥] ، حيث يبدو واضحاً اتجاه انحدار سطح الارض ، شدة الانحدار ، زاوية الانحدار ، الحدود الفاصلة لمواضع تغير الانحدار .

معوقات اعداد الخارطة المورفولوجية :-

تبرز عند اعداد الخارطة المورفولوجية ، معوقات لها علاقة وثيقة بتحديد عناصر الانحدار :

١- عندما يكون تغير الانحدار تدريجياً وليس انقطاعاً مفاجئاً ، او تغيراً حاداً في الانحدار ، ويصبح صعباً تعيين الحدود الفاصلة للاراضي عند تصنيف المنحدرات وتخضع لاجتهادات شخصية واعتبارات ذاتية . وقد يستعان بالصور الجوية على ان يرافقها دراسة ميدانية لفحص المواضع المختارة وبعض اشكال سطح الارض او الظواهر البشرية الغير المثبتة على الخرائط الاساسية او ليست مرئية عند الدراسة الميدانية .

٢- يتطلب اعداد الخرائط المورفولوجية مهارات اساسية في الملاحظة الميدانية والمعلومات الجيومورفولوجية ، كما تتطلب معلومات اساسية عن تطور المنحدرات وقياس العمليات الجيومورفولوجية .

٣- اختيار المقياس المناسب لخارطة الاساس والذي يتباين مع اختلاف الهدف من الدراسة او اختلاف تضرس سطح الارض ، حيث يفضل مقياس [١ : ٧٥٠٠٠] للمناطق المضرسة حيث اشكال سطح الارض متنوعة ومتباينة في انحدارها . بينما يستخدم مقياس [١ : ١٠٠٠٠] اذا كانت المنطقة معتدلة الانحدار .

كما يجب مراعاة مقياس رسم الخارطة عند رسم الحدود الفاصلة بين اشكال سطح الارض ، وان يكون مقياس سمك الخطوط المرسومة على الخارطة مناسباً ، فمثلاً ان الخط بسمك [٠ر١ ملم] على خارطة بمقياس [١ : ١٠٠٠٠] يساوي [١٥ م] على الارض ، مما يتطلب ان لا تقل المساحة الحقيقية للمظهر الارضي عن [١٥ م] ، وبعبارة اخرى ، يجب اختيار مقياس رسم مناسب لتمثيل جميع اشكال سطح الارض ذات العلاقة بموضوع الدراسة .

الاهمية التطبيقية للخارطة المورفولوجية :

تضم الخرائط المورفولوجية معلومات مفصلة عن اشكال سطح الارض وشدة انحدارها ، وقد يكون بعض منها اهمية محدودة في ادارة البيئة ان اهمية الخارطة المورفولوجية :-

١- تعتبر خارطة الاساس لاعداد الخارطة الجيومورفولوجية .

٢- تعتبر خارطة الاساس لتأليف خرائط تقييم الاراضي .

لقد اقترح الاتحاد الجغرافي العالمي تصنيفاً للمنحدرات الى مراتب : [٠ - ٢°] ، [٢° - ٥°] ، [٥ - ١٥°] ، [١٥ - ٣٥°] [٣٥ - ٥٥°] ، [اكثر من ٥٥°] . واعتمد [Croft] تصنيفاً للمنحدرات لاغراض عملية [٥ر٢٪ ،

شكل (٥٥): رموز الخارطة المورفولوجية .

(أ). رمزو قياسية لتاليف خارطة مورفولوجية بتمييز الانقطاع الحد عن الانقطاع التدريجي لتغيير الانحدار

انقطاع منحدر محدب حاد

انقطاع منحدر مقعر حاد

الانحدار محدب معتدل

تغير هادئ لانحدار مقعر

منحدرات تزيد عن ٥٠° وتقل عن ٤٠°

جروف تزيد عن ٤٠°

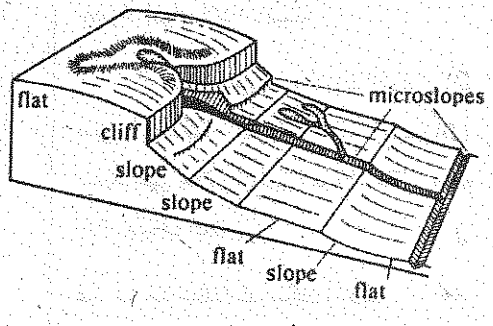
انقطاع حاد لانحدار محدب ومقعر لمنحدر ذو انحدرات متقاربة مع بعضها

تغيرات بسيطة غير واضحة لانحدرات محدبة ومقعرة متقاربة من بعضها

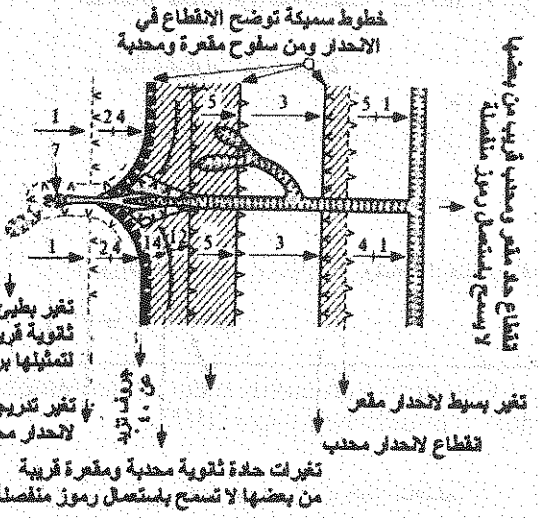
زاوية الانحدار

وحدة مقعرة

وحدة محدبة



(ب). استعمال رموز الخارطة لتفسير شكل المنحدر



٥٪ ، ١٠٪ ، ٢٠٪] ، حيث تصبح شدة انحدار سطح الارض عاملاً محدداً او الزاوية الحرجة لبعض الاستعمالات ، مثل النقل والزراعة واعمال البناء ، جدول [١٩] يوضح الاستعمالات الملائمة للاراضي المنحدرة .

٣- تعتبر الخارطة المورفولوجية وسيلة مناسبة لدراسة الاراضي الشبه الجافة او الاراضي المدارية او الجبلية ، حيث يتغير انحدار سطح الارض بشكل حاد ملفت للنظر . حيث ان الدراسات التفصيلية الدقيقة ، ودراسة الاراضي المنحدرة والسهلة المستوية تتطلب خرائط تفصيلية بمقياس كبير .

جدول [١٩] مراتب المنحدرات ، شدة الانحدار الحرجة ونمط استعمال الارض *

شدة الانحدار				غير صالحة او استعمالها خطر للاغراض العلمية
نسبة مئوية	الدرجات	المنحدر	م/كم	
١				مدرج الخطوط الجوية الدولية
٢				خطوط سكك الحديد الرئيسة لنقل المسافرين والبضائع ، مدرج خطوط الجوية المحلية . مشاكل لتصريف مياه الفيضان وتطوير الاراضي
٢ر٥	١ر٤	١ر٦	٢٥	خطوط المواصلات الرئيسة
٤ ، ٥	٢ر٩	٣ر٢	٥٠	استعمال المكننة الزراعية لازالة الادغال والحراثة والبذار . تصبح التربة معرضة لمشكلة التعرية . تسبب صعوبات في اعمال البناء . انحدار شديد غير ملائم لتطوير بناء المساكن ، شق الطرق ، لاعمال السياقة والاصطياف الكثيفة .
٨				غير صالحة مطلقاً لمد سكك الحديد .
٩				
١٠	٥ر٧	٦ر٣	١٠٠	استعمال المكائن الزراعية الثقيلة . بناء المصانع على نطاق واسع .
١٥				استعمال الجرارات الميكانيكية
٢٠	١١ر٣	١٢ر٦	٢٠٠	الحراثة باستعمال الجرارات المقطورة . مكائن الحصاد والدراسات
				بناء المجمعات السكنية
٢٥				الدورات الزراعية . وسائل نقل وشحن البضائع المقطورة ، وسائل النقل السياحية المسحوبة

*Crofts, R. Slope Categories in enviroment management, Dept. of Geography. Univ. Col. of London, Unpublished paper 1973 .

٤- ان شكل المنحدر ودرجة الانحدار تمارس دوراً مؤثراً على نظم جيومورفولوجية مختلفة :-

أ- الغطاءات الفيضية وحركة المياه الجارية خلال افاق التربة والتي تتأثر بطول المنحدر وشدة الانحدار .

ب - تعرية التربة وجرفها بواسطة المياه الجارية ، كما ان اعمال السيطرة على تعرية التربة تتطلب معلومات عن شدة الانحدار ، وعمق المدرجات الزراعية واتساعها والمبينة على المنحدرات .

جـ - تحديد السهول الفيضية والمراوح الفيضية .

د - تحديد خط تقسيم المياه وشبكة الصرف النهري .

هـ - تعيين مواضع الانزلاقات الارضية القديمة والحاضرة والاماكن المحتمل تعرضها لنشاط الانزلاقات الارضية في المستقبل .

و - تعين مواضع الموارد الارضية من الرمل والحصى ، عند تحديد مواضع الارساب الريحي او المائي او الجليدي ، والمدرجات النهرية ، والتي تتطلب تحديد صفات شكل سطح الارض .

ز - تؤثر صفات شكل سطح الارض على خصائص بزل المياه وتصريفها خلال التربة .

٤ : ١ : ٢ الخرائط الجيومورفولوجية

ان اشكال سطح الارض تعكس التوازن البيئي بين العمليات الجيومورفولوجية القديمة والاصفات الفيزيائية والكيميائية لمواد سطح الارض المتأثرة بها ، كما ان شكل سطح الارض يؤثر على العمليات الجيومورفولوجية التي ستحدث في المستقبل . لذلك تهتم الدراسات الجيومورفولوجية بتحليل العلاقات المكانية بين اشكال سطح الارض ، مواد سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية واعداد خارطة جيومورفولوجية توضح التوزيع المكاني لتلك الظواهر والتي لها اهميتها في التخطيط الاقليمي وادارة البيئة .

وتضم الخرائط الجيومورفولوجية معلومات عن توزيع اشكال سطح الارض وعلاقتها بالبناء الجيولوجي [طبقات الصخور ، المفتتات الصخرية السطحية المتخلفة عن التجوية والتعرية] .والعمليات الجيومورفولوجية القديمة والمعاصرة ويتم تحديدها من الدراسة الميدانية او من الصور الجوية واعداد خرائط بمقياس [١ : ١٠٠٠٠٠] او اصغر باستعمال رموز تشير الى العناصر التي تمثلها الخارطة ، وقد تستعمل الالوان لتمثيل العمليات الجيومورفولوجية ، شكل [٥٦] .

انواع الخرائط الجيومورفولوجية :

تصنف الخرائط الجيومورفولوجية وفق اسس مختلفة :-

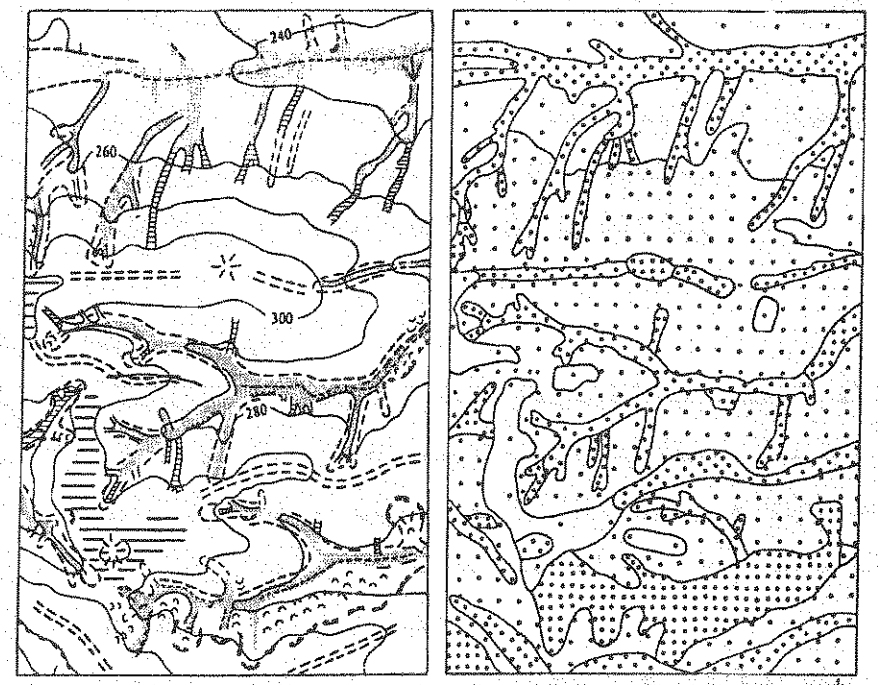
١- الهدف من تأليف الخارطة : خرائط تعليمية او اكاديمية ، خرائط عملية لحل مشاكل عملية ولاغراض خاصة .

٢- موضوع الخارطة والغرض من تأليفها ، وتقسم الى :-

أ- تصوير اشكال سطح الارض Morphographic ، تحدد اسماء اشكال سطح الارض وتوضح على الخارطة [سطوح تحاتية ، كثبان رملية ، درملن ...] .

ب - خرائط عن نشأة اشكال سطح الارض Morphogenetic ، تحدد اصل وتطور اشكال سطح الارض ، وتستعمل الرموز لوصف نشأتها وتشير الى علاقة الشكل بمواد سطح الارض والمفتتات الصخرية [سهول

شكل(٥٦): أ). خارطة جيومورفولوجية ، مقياس ١/ ٢٥٠٠٠ .
ب). خارطة جيومورفولوجية ، تقسيم استعمالات الارض مستنبطة من الخارطة (أ) باعتماد معايير (الانحدار ، استقرار المنحدر ، نمط الصرف المائي ، منسوب الماء ومدى مقطع الارض للمجاري المائي وتماسك مواد التربة والصخور.



أ

ب

(أ):

- وديان صغيرة ضيقة شديدة الانحدار .
- وديان غير مائية (مياه ذوبان الثلوج) .
- وديان جداول شديدة الانحدار .
- غور ومنخفض عميق نسبة لوديان الانهار .
- امتدادات انزلاقات ارضية .
- مدرجات نهرية
- مراوح غرينية .

- سطوح غائرة
- قمم مدورة
- قباب مدببة
- ترب وتجاويف حديثة
- ترب وتجاويف قديمة
- حافات غائرة
- فيضان انهار

(ب):

- اشكال سطح ، ملاءمة لبناء المنازل وانشاء الطرق والزراعة .
- اشكال سطح ، اعمال البناء تواجه صعوبات
- اشكال سطح ، اعمال البناء وانشاء الطرق مع اتجاه ذروة تقوس المنحدر تواجه صعوبات
- اشكال سطح ، اعمال البناء وانشاء الطرق والزراعة تواجه صعوبات

فيضية ، سهول جليدية - مائية ، سهول رملية] .

جـ - تاريخ اشكال سطح الارض Morphochronologic ، خرائط تصنف اشكال سطح الارض وفق تاريخ نشأتها ، ويتم التميز بين اشكال سطح الارض القديمة والحالية والتي نشأت عن عمليات جيومورفولوجية لها علاقة بالمناخات القديمة .

د - خرائط مورفومترية .

وتختلف الخرائط الجيومورفولوجية بسبب :-

أ- اختلاف السمات الجيومورفولوجية للاراضي .

ب - اختلاف التطور الجيومورفولوجي لاشكال سطح الارض من مكان لاخر .

جـ - اختلاف اختصاص الباحثين واهتماماتهم .

تأليف الخارطة الجيومورفولوجية :

يمكن اعداد الخارطة الجيومورفولوجية باسلوبين :-

١- الاسلوب الاول ، تعتبر الخارطة الجيومورفولوجية وسيلة لتوضيح السمات الجيومورفولوجية ذات العلاقة بنشأة اشكال سطح الارض وتطورها وتخدم الدراسات الاكاديمية البحتة ، وتكون اهميتها العملية محدودة .

٢- الاسلوب الثاني : يهدف الى اعداد خرائط جيومورفولوجية تضم معلومات ذات اهمية تطبيقية ، ولها علاقة باستعمال الارض . كما تضم معلومات متنوعة عن منطقة الدراسة ، وتضاف لها خرائط ملحقة تضم معلومات ضرورية التقييم الارض تشير الى قدرات الارض وتحديد نمط الاستعمال المناسب . ان هذه الخرائط تضم معلومات :-

أ- جيولوجية توضح معلومات عن الطبقات الصخرية والمفتتات الصخرية ومواد سطح الارض السطحية والتي لها علاقة باستقرار المنحدرات ولها اهميتها عند شق طرق النقل ، وبناء المشاريع الهندسية ... [راجع الجداول ١- ٩] ملحق [٢].

ب - التربة وصفاتها والتي لها اهميتها في الزراعة او حركة مواد سطح الارض [راجع الجداول ٢٠ ، [١ - ٧] ملحق [٤] .

جـ - مورفولوجية . وتعتبر الخارطة المورفولوجية الاساس لتنظيم واعداد الخارطة الجيومورفولوجية ، نظراً للعلاقة الوثيقة بين صفات الشكل ، مواد سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية .

د - جيومورفولوجية توضح العمليات الجيومورفولوجية من خلال تحديد الاشكال الارضية ذات العلاقة بالعمليات الجيومورفولوجية تطبيقاً للمبدأ الثالث عند تورنبري [تترك القوى المختلفة طابعها ومخلفاتها في الظاهرات الجيومورفولوجية التي تشكل اجزاء سطح الارض ، ويدل وجود هذه الظاهرات على العوامل والقوى الرئيسة التي ادت الى تكونها] . لذلك ، نادراً ما تشير الخارطة الجيومورفولوجية الى العمليات الجيومورفولوجية مباشرة ، ولكنها توضح الاشكال الارضية ذات العلاقة من دون الاشارة الى

العامل المسبب للظاهرة فمثلاً [يلاحظ تأثير الجاذبية الارضية من اشكال سطح الارض الناتجة عن حركة مواد سطح الارض ، ويلاحظ تأثير العمليات المائية او الارساب المائي عند ملاحظة المدرجات النهرية التي تكون مجاورة للانهار ...] .

ويستحسن عند اعداد الخارطة الجيومورفولوجية اتباع ما يلي :-

١- ان تكون الخارطة بسيطة ونظام اعدادها مرناً يسمح لمؤلفها حرية اختيار الرموز الاكثر ملائمة للمنطقة .

٢- يعتمد مقياس رسم الخارطة على الهدف من تأليفها ومساحة المنطقة التي تمثلها واتساعها . ان الخرائط بمقياس [١ : ١٠٠٠٠٠] يتم تأليفها لتضمينها في الاطالس والدراسات الكاديمية . بينما تؤلف الخرائط الجيومورفولوجية بمقايس اكبر من [١ : ١٠٠٠٠٠] لتصنيف اشكال سطح الارض المنفردة وباستعمال مجموعة كبيرة من الرموز .

وتختلف الرموز باختلاف اشكال سطح الارض ونشأتها سواء كانت ارسابات جليدية [گام ، درملن ..] ، ذات منشأ بنيوي [حافات صخرية ، وديان انكسارية ..] وغيرها من الاشكال الارضية .

وقد تستعمل الالوان للاشارة الى الوحدات الجيومورفولوجية وفق عوامل نشأتها . ان الالوان المقترحة من قبل I. T. C كالاتي :-

اشكال ذات منشأ بنيوي	وردي
اشكال ذات اصل بركاني	احمر
اشكال ذات اصل تحاتي	بني
اشكال ذات منشأ مائي	ازرق غامق
اشكال ذات منشأ جليدي	ازرق فاتح
اشكال ذات منشأ ريحي	اصفر
اشكال ذات منشأ عن الاذابة	برتقالي
القياسات المورفولوجية	اسود
الاشكال القديمة	اسود

٣- يستفاد من التحسس النائي او الصور الجوية لاعداد خرائط جيومورفولوجية للمناطق التي لا تتوفر لها خرائط سابقة . ويستفاد من المسح الميداني لمواضع مختارة لتقييم تحليل الصور الفضائية والجوية والتأكد من صحة المعلومات .

معوقات اعداد الخرائط الجيومورفولوجية :

تضم الخرائط الجيومورفولوجية معلومات كثيرة ومتنوعة لها اهميتها في ادارة البيئة ، ان تمثيل المعلومات بوضوح على الخارطة يخضع الى :-

١- صعوبات ناجمة عن المشاكل التقنية عند رسم الخرائط واعدادها : ان تأليف خرائط بمقياس كبير يتطلب

معلومات وملاحظات ميدانية دقيقة ومسح ميداني مكثف واستعمال للصور الجوية ، وتستغرق وقتاً طويلاً احياناً وخاصة عندما تكون المنطقة واسعة مضرسة . ان اعداد خارطة لمنطقة جبلية مساحتها [٧٠٠ كم٢] وبمقياس [١ : ١٠٠٠٠٠] يتطلب عملاً ميدانياً يستغرق ستة اشهر .

٢- اختلاف قدرات الباحثين العلمية وخبرتهم في تفسير نشأة اشكال سطح الارض وتطورها والتي تؤثر لاحقاً على تقييم الاراضي وادارة البيئة ، وخاصة عند تحليل اشكال سطح الارض الواقعة عند الاطراف الخارجية الانتقالية للنظم الجيومورفولوجية مما يتطلب الاستعانة بخبراء متمرسين عن نشأة اشكال سطح الارض .

٣- يتطلب اعداد او تأليف الخارطة الجيومورفولوجية العامة ، استخدام رموز كثيرة والاستعانة بخرائط تكميلية تضم معلومات تفصيلية لاعداد خرائط جيومورفولوجية لدراسات خاصة .... الى جانب الخرائط العامة .

الاهمية التطبيقية للخارطة الجيومورفولوجية :

تعتبر الخارطة الجيومورفولوجية وسيلة مهمة لتقييم الاراضي ، نظراً للمعلومات المفصلة التي تتضمنها عن سطح الارض يستفاد منها لغرض :

اولاً : القدرات الانتاجية للارض ونمط استعمالها : لاغراض التخطيط الاقليمي ، صيانة المظاهر الطبيعية والحضارية .

ثانياً : لاغراض الزراعة واستغلال الغابات : لصيانة التربة ، السيطرة على تعرية التربة . استصلاح الاراضي القديمة او الغير المستغلة . استصلاح التربة ، البزل والري .

ثالثاً : دراسات المشاريع الهندسية فوق او تحت سطح الارض : انشاء المدن واعادة انشاء مشاريع الاسكان وطرق النقل [السيارات ، سكك الحديد ، القنوات المائية والمرافىء] . مشاريع الهندسة المائية [الخزانات والسدود ، تنظيم الانهار . طرق النقل المائي الطبيعية والاصطناعية . مشاريع الري . حماية الشواطىء مشاريع صيد الاسماك] .

رابعاً : استثمار الموارد المعدنية واستغلالها : المسح الجيولوجي . استثمار المعادن . التعدين وحفر المناجم . تخريب والاضرار للاراضي المحتمل والمتوقع من التعدين . استصلاح المناجم المستقلة بطريقة الحفر المفتوحة . الامخسافات وانزلاق مواد سطح الارض بسبب التعدين . استصلاح الاراضي بسبب التخريب عن التعدين ورمي نفايات المناجم .

انواع الخرائط الجيومورفولوجية التطبيقية :

وهي الخرائط التي تؤلف لاغراض تطبيقية ، وتشمل :-

١- خرائط جيومورفولوجية لصيانة الموارد الطبيعية .

٢- خرائط هيدرومورفولوجية الخاصة بالتطبيقات الهيدرولوجية .

٣- خرائط جيومورفوهندسية الخاصة بالمشاريع الهندسية .

٤- خرائط تقييم الاراضي للزراعة والتنمية الريفية .

المبحث الثاني
نظام معلومات الاراضي

٤ : ٤ نظام معلومات الاراضي [نظام المعلومات الجغرافية]

اعتمدت الطرق التقليدية لتقييم الاراضي على الصور الجوية والفضائية والدراسات الميدانية لاعداد خرائط لمسح الموارد الطبيعية ولفهم العوامل المؤثرة على سطح الارض ومدى استجابة الارض لها .

ان العلاقات الديناميكية المتغيرة بين عناصر سطح الارض والقوى والعمليات المؤثرة عليها والحاجة الى معلومات كثيرة لتقييم الارض وتحديد نمط استعمالها ، والحاجة الى عرضها باسلوب يسهل فهمه واستعماله من قبل القائمين باعمال تخطيط استعمال الارض ، دعت الى ازدياد الحاجة الى اعداد نظم معلومات الاراضي [نظام معلومات الاراضي] باستخدام تقنيات الحاسوب .

ان نظام معلومات الاراضي [مخططات ، نماذج الخزن وتحليل المعلومات عن الخصائص الاساسية لسطح الارض ونمط استعمالها لمكان معين موضحة على خرائط منقولة عن الصور الجوية والفضائية بهدف اعداد خرائط نهائية عن العلاقة والتأثير المتبادل بين تلك الخصائص ضمن اطار جغرافي يوضح علاقاتها المكانية لتقييم الاراضي باستخدام الحاسوب] ، مخطط [١٠] .

وتعتبر الخرائط الوسيلة الاساسية لعرض المعلومات عن سمات الارض ، لغرض الاتصال ونقل المعلومات بين المختصين بعلوم الارض . ويرفق معها خرائط توضيحية او تفسيرية ليصبح استعمالها ممكناً من قبل باحثين اخرين مهتمين بشؤون الارض .

تصنف خرائط نظم معلومات الاراضي وفق مراحل اعدادها الى :-

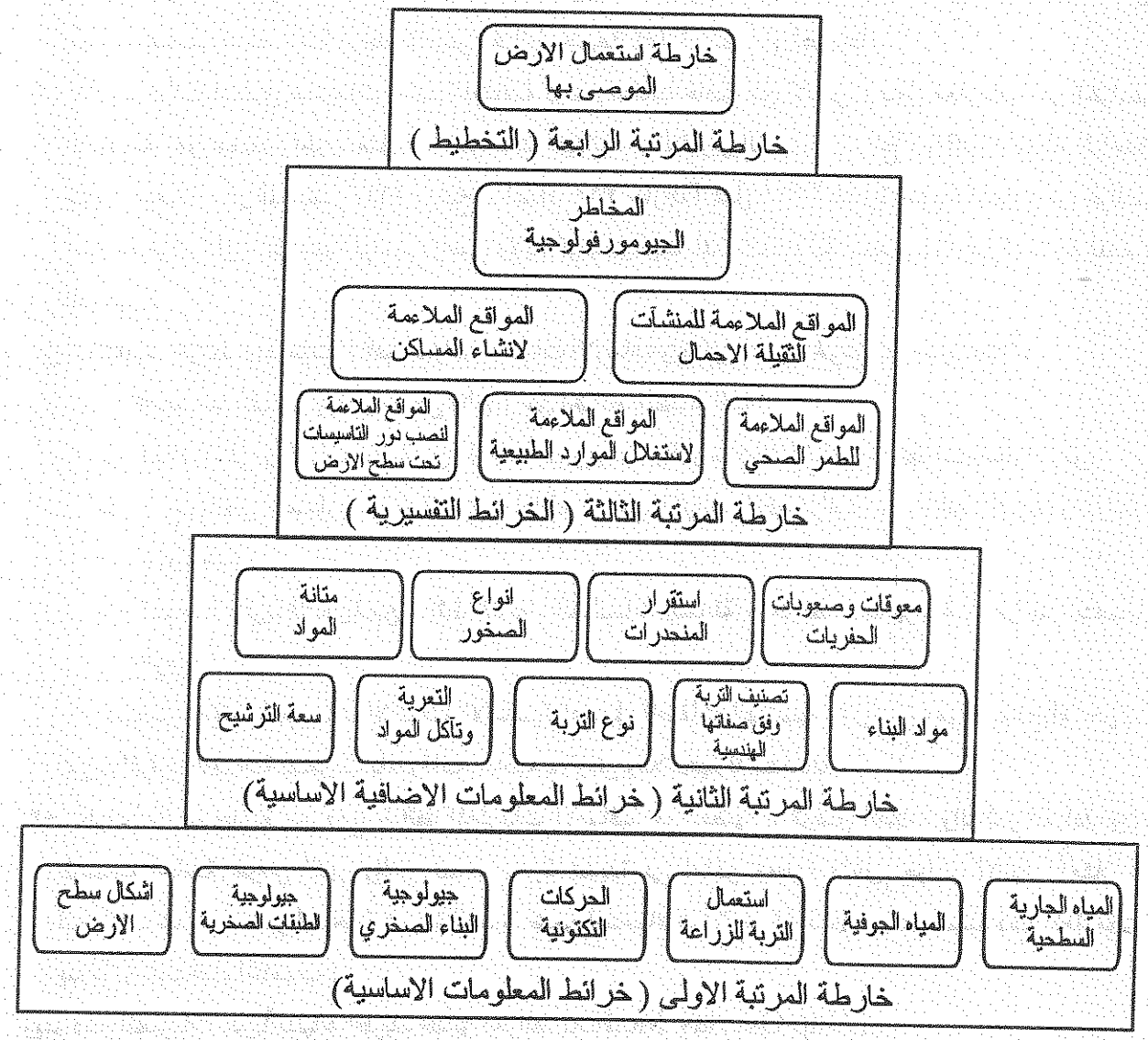
١- خرائط المرتبة الاولى ، وتضم معلومات تقنية عامة او اساسية مستمدة من الصور الجوية والفضائية او المشاهدة الميدانية وتوضح سمات الارض [اشكال سطح الارض ، الجيولوجيا ، الموارد المائية ، التربة ، استعمال الارض ، النظام المائي] .

٢- خرائط المرتبة الثانية ، توضح صفات محددة عن الارض للخصائص الهندسية لمواد سطح الارض .

٣- خرائط المرتبة الثالثة ، تضم معلومات تفسيرية وتحليلية لسطح الارض يتم تأليفها من المعلومات العامة والخاصة لخرائط المرتبتين الاولى والثانية .

٤- خرائط المرتبة الرابعة ، توضح معلومات لتقييم الارض وتعتبر توصيات لتحديد نمط استعمالها .

مخطط (١٠) : تصنيف خرائط للمعلومات عن سطح الارض لصناعة قرار استعمال الارض .



المصدر : John E. Costa . Viktor R. Baker , Surficial Geology , P. 468 .

٤ : ٤ : ١ اعداد خرائط نظم معلومات الاراضي

تتبع الخطوات التالية لاعداد خرائط نظم معلومات الاراضي :-

١- تأليف خرائط المعلومات الاساسية العامة عن [اشكال سطح الارض ، البناء الجيولوجي ، التربة ، النظام المائي ، استعمال الارض] للمكان او الموضع . المطلوب تنظيم استعمال ارضه او تطويره . وغالباً ما تكون الخرائط السابقة مؤلفة من لوحات متعددة ومتفرقة غير موحدة المقياس ، مما يتطلب توحيدها في لوحة واحدة لكل معلومة اساسية عامة ، كما توحد مقاييس الخرائط جميعاً باعادة رسمها او تطويرها .

٢- تأليف خرائط لتمثيل معلومات اساسية اضافية توضح صفات خاصة عن الارض ، تنقل معلوماتها من الخرائط الاساسية ومن مصادر اخرى مثل : [الدراسات الميدانية ، التقارير السابقة ... الخ] ، تمثل الخارطة الواحدة ظاهرة متفردة ، ان المخطط [١١] يوضح ، اعداد [٢٦ خارطة] تمثل [٢٦] ظاهرة منفردة اشتقت من خرائط اساسية مؤشرة ازاء كل منها لتقييم اراضي ولاية كونيكتيكيت Conicticat لتحديد الاماكن الصالحة للطمر الصحي .

ولتأليف خرائط معلومات اضافية لدراسة عمليات الارساب واماكن التعرية لحوض نهر معين مثلاً :

أ- تحديد خط تقسيم المياه واحواض الانهار من الخرائط الطبوغرافية .

ب ـ النظام المائي والقنوات المائية عن الخرائط الطبوغرافية والدراسات المناخية ، وخرائط استعمال الارض .

جـ - خصائص انحدار سطح الارض وانماطه ، من الخرائط الطبوغرافية ، وخرائط التربة والخرائط الجيولوجية .

د - استجابة التربة للتعرية من خرائط التربة ، الدراسات السابقة ، الخرائط الطبوغرافية ، وخرائط استعمال الارض .

وتستعمل خرائط المعلومات الاضافية الاساسية لتمثيل الصفات الهندسية للاراضي ومواد سطح الارض ، توزيع الموارد الطبيعية للتعريف بالمعوقات الخاصة بالارض وملائمتها للاستعمال .

٣- تأليف خارطة جديدة من دمج خرائط المعلومات الاضافية مع بعضها ، توضح العلاقة والتأثير المتبادل بين السمات الخاصة لحوض النهر والتي تسبب تعرية شديدة في اماكن محددة داخل احواض الانهار [مثلاً : انحدارات شديدة ، تثير استجابة شديدة للتعرية ضمن استعمالات الارض الحالية] . وتتم عملية دمج المعلومات يدوياً او باستخدام الحاسوب .

ويتم دمج المعلومات يدوياً باتباع [طريقة تطابق الخرائط Map Overlay Method] .

١- ترسم الخرائط الاضافية على ورق شفاف توضح التوزيع المكاني للظاهرة .

٢- تنظم المعلومات المثبتة على الخارطة برموز خاصة ، باعتماد درجات اللون الرمادي وبما يتناسب شدة الظاهرة وكثافتها . كأن تمثل المنحدرات الشديدة بلون غامق والاراضي الاقل انحداراً بلون رمادي فاتح .

٣- تدمج الخرائط مع بعضها من تطابق اللوحات الشفافة فوق بعضها حيث تندمج العناصر الارضية المثبتة على

مخطط (١١) خرائط العوامل المميزة المشتقة من خرائط العوامل الاساسية

	خرائط العوامل المميزة	خرائط المعلومات الاساسية: الخرائط الطبوغرافية	خرائط الجيولوجية لطبقات الصخور	خرائط الجيولوجية للترسبات السطحية	خرائط التربة	خرائط الموارد المائية	خرائط استعمال الارض	مصادر اخرى للمعلومات (تقارير...)
١-	خارطة تضاريس سطح الارض	x						
٢-	خارطة عامة لانحدار سطح الارض	x			x			x
٣-	خارطة لانحدار سطح الارض يزيد عن ١٥%	x			x			
٤-	خارطة لانحدار سطح الارض يقلعن ٣% نادرا ما تكون الارض مشبعة	x			x			
٥-	خارطة انواع الصخور		x					x
٦-	خارطة البناء الجيولوجي للطبقات الصحراوية		x					x
٧-	خارطة المكاشف الصحراوية			x				
٨-	خارطة انواع الصخور على عمق ٠-١م				x			
٩-	خارطة انواع الصخور على عمق ٠-٣ م			x				
١٠-	خارطة انواع الصخور تحت سطح الارض بفاصل ١٥ م					x		x
١١-	خارطة مواد سطح الارض الغير متماسكة			x				x
١٢-	خارطة توزيع الرمل والحصى			x				
١٣-	خارطة توزيع الترب				x			x
١٤-	خارطة مقدار تشبع التربة بالماءبعمق ١م عن سطح الارض لفترة ٢-١٢ شهر				x			x
١٥-	خارطة مقدار تشبع التربة بالماء لعمق ١م عن سطح الارض لفترة تقل عن ٢ شهر				X			x
١٦-	خارطة ترسبات النباتات المتحللة				x			
١٧-	خارطة معدل ترشيح الماء تحت سطح الارض				x			x
١٨-	خارطة قابلية الارض للانتاج الزراعي				x			x
١٩-	خارطة احواض الانهار	x				x		
٢٠-	خارطة الاراضي المعرضة للفيضان	x				x		x
٢١-	خارطة الانهار ذات المناسيب الواطئة					x		x
٢٢-	خارطة سمك الماء بالصخور المتماسكة					x		x
٢٣-	خارطة المياه الجوفية			x		x		
٢٤-	خارطة مواضع تجميع مجاري المياه القذرة						x	
٢٥-	خارطة استعمال الارض لعام ١٩٨٠						x	
٢٦-	خارطة تقسيم الارض لعام ١٩٨٠						x	

المصدر:-

John E. Costa and Uictor R. Baker, Surficial Geology .P 474

الخرائط ، لتتركب خارطة جديدة وتبدو المنطقة الشديدة التعرية اكثر دكنة من لونها في المواضع الاخرى ، وتمثل المصدر المحتمل للترسبات المنقولة .

٤ : ٤ : ٢ استخدام الحاسوب لاعداد نظم الاراضي

يساعد الحاسوب في اعداد نظم معلومات الاراضي لتقلل الصعوبات التي ترافق دمج المعلومات وتطابق الاراضي اليدوي ، حيث تخفظ البيانات في ملف مغناطيسي لمعالجتها وتحليل المعلومات عن العلاقة بين سمات الارض وصلاحيتها للاستعمال من تحديد المعلومات المغذية Input وعزل المناظر الارضية الاساسية لتوضيح العلاقة والتأثير المتبادل بين السمات الارض واستعمالات والتي تتباين من مكان لاخر لتحديد المعلومات الخارجية (out put) .

ان اعداد نظم معلومات الاراضي يستند الى مفاهيم اساسية عن ظواهر سطح الارض* :-

١- انها تشغل مكاناً على سطح الارض ، وقد يكون موضعاً لمدينة او يكون مظهراً خطياً [شارع ، قناة نهرية ...] او مساحة من سطح الارض .

٢- لها صفات او سمات يسهل تمييزها وتصنيفها وتختلف من مكان لاخر ، كأن تكون تربة رملية او طينية ... لها قيم واسماء .

٣- انها تتغير من وقت لاخر .

ان الصفات السابقة لاشكال سطح الارض خاصة وللظواهر الجغرافية عامة تجعل من ادارة البيانات ذات العلاقة معقدة تتطلب اعداد برامج خاصة وعرضها بطريقة مناسبة ، حيث تصمم رموز خاصة لتمثيل العلاقات المكانية للظواهر وعرضها بما يتفق مع صفاتها ، لقد استخدمت رموز خاصة [النقطة ، الخط ، المضلعات] للدلالة على الموقع المكاني للظواهر الارضية او الجغرافية . ويتم تحديد الدليل الرمزي [النقطة ، الخط ، المضلع] على الخرائط بطريقتين :-

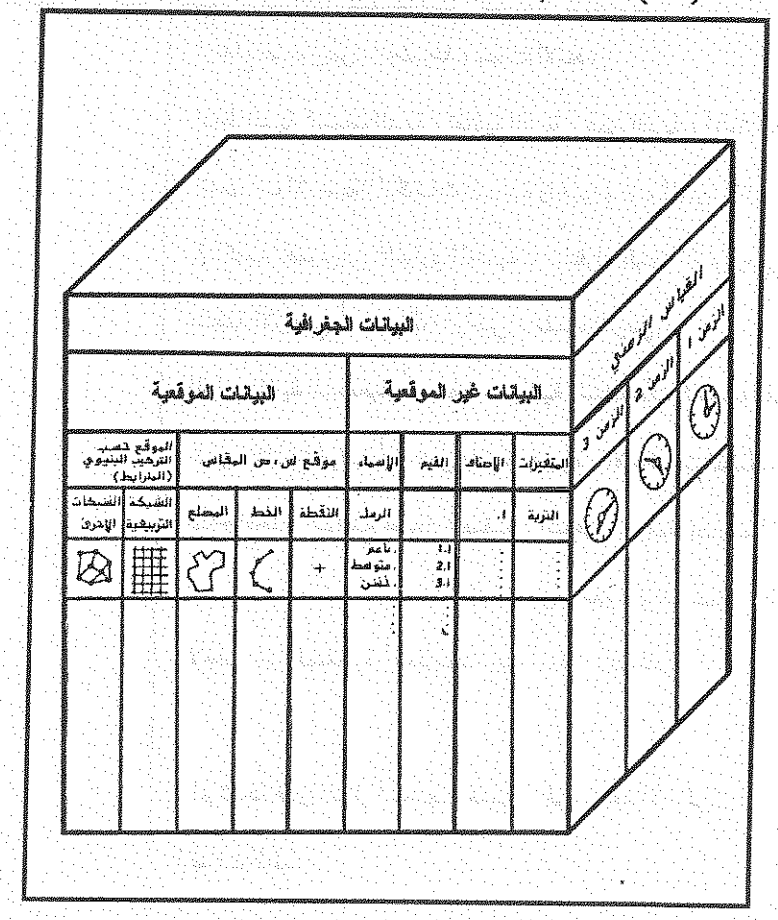
أ- استخدام الاحداثيات السينية - الصادية ، مثل خطوط الطول ودوائر العرض ، وهي من اكثر الوسائل شيوعاً واستخداماً في قياس موقع الظاهرة وتحليل خواصها لخزنها في ملف منظومة المعلومات عن الاراضي [منظومة المعلومات الجغرافية] .

ب - بناء مضلعات باستخدام مشبك تربيعي او مضلعات لربط عناصر الظاهرة الارضية او الظاهرة الجغرافية من العلاقة بين النقطة والخط وتجاور المضلعات وتقارب الخلايا . شكل [٥٧] . ويوضح الجدول [٢٠] انواع من البيانات الارضية ودلالة عرضها في نظم معلومات الاراضي .

---

* ان المعلومات الواردة في هذا المبحث مقتبسة عن :-
[مكرم انور مراد الشيخ / البرامج الخاصة بمنظمة المعلومات الجغرافية / امانة العاصمة / بغداد ١٩٨٧] .

شكل(٥٧): المفاهيم الرئيسة المكونة لنظام المعلومات الجغرافية



جدول [٢٠] امثلة عن انواع المعلومات القابلة للتطبيق في نظم معلومات الاراضي

الدليل الرمزي	الظاهرة
الرمز المساحي [مظاهر مساحية]	ارتفاع التضاريس [انحدارها ، سمات الانحدار] انماط التربة [نسجة التربة ، نفاذية التربة ، عمق التربة ، الامكانات الزراعية] . الغطاءات الارضية [الكائنات النباتية والحيوانية] ، الموارد المائية . التركيب الجيولوجي [الموارد المعدنية ، استقراء البناء الجيولوجي] . ملكية الاراضي [استعمال الاراضي ، تثمين الارض] . الموارد المائية السطحية [المسطحات المائية المستنقعات السهول الفيضية] . الموارد المائية الجوفية [المكامن المائية الجوفية . الامكانات المائية] . المناخ المحلي [مواضع حدوث الصقيع . المناطق المعرضة للضباب] . تقسيم المقاطعات [خطط استعمال الارض . معوقات استعمال الارض] . الاحصاءات السكانية [معلومات اجتماعية - اقتصادية] .
الرمز الخطي [مظاهر خطية]	نظم شبكة طرق النقل [سعتها الخدمية . قرب وبعد الاماكن] . القنوات المائية الشواطىء البحرية
الرمز النقطي [مظاهر منقطة]	المواضع التاريخية والاثارية المواضع الطبيعية [فحم الجبال ، كهوف ... الخ] . المناجم

المصدر :

Thomas, M. Lillesand and Ralph W. Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, New York, 1979, p. 172 .

ويوضح المخطط [١٢] المراحل المتتابعة لتحليل نظام معلومات الاراضي عن الصفات الاساسية للارض المحتمل تعرضها لتعرية التربة باستخدام الحاسوب .

١- ينظم تصميم الرموز للخرائط الاساسية ويحدد موقعها على المشبك التربيعي وتسجيلها في الحاسوب .

٢- تسجل الرموز وفق اصنافها او اسمائها الشائعة في الخلية المناسبة من المشبك التربيعي . فمثلاً : في ملف التربة ، تمثل كل خلية بنمط معين من التربة . وفي ملف الغطاءات الارضية تمثل كل خلية بنمط من الغطاء الارضي ، كما يثبت في خلايا ملف التضاريس ارتفاع سطح الارض .

٣- تحلل معلومات خرائط الاساس لاستخراج خرائط المعلومات الاضافية وصفات الارض التي يحتمل لها علاقة بتعرية التربة وباستخدام طريقة تطابق الخرائط لتحديد العلاقة بين [انحدار سطح الارض ، استجابة التربة للتعرية ، المياه الجارية السطحية] وتنظم كل منها في ملف خاص وخلية خاصة .

٤- تحلل معلومات الخلايا وتنظم العلاقة بينها لاستخراج المشبك التربيعي الذي يوضح بشكل مصفوفة [خلايا] مرسوم عليه خارطة توضح المناطق المحتملة لتعرية التربة ، يمكن تحديد موقعها وقياس مساحتها .

ان استخدام الحاسوب في تقنية نظم معلومات الاراضي له مجموعة من الفوائد :

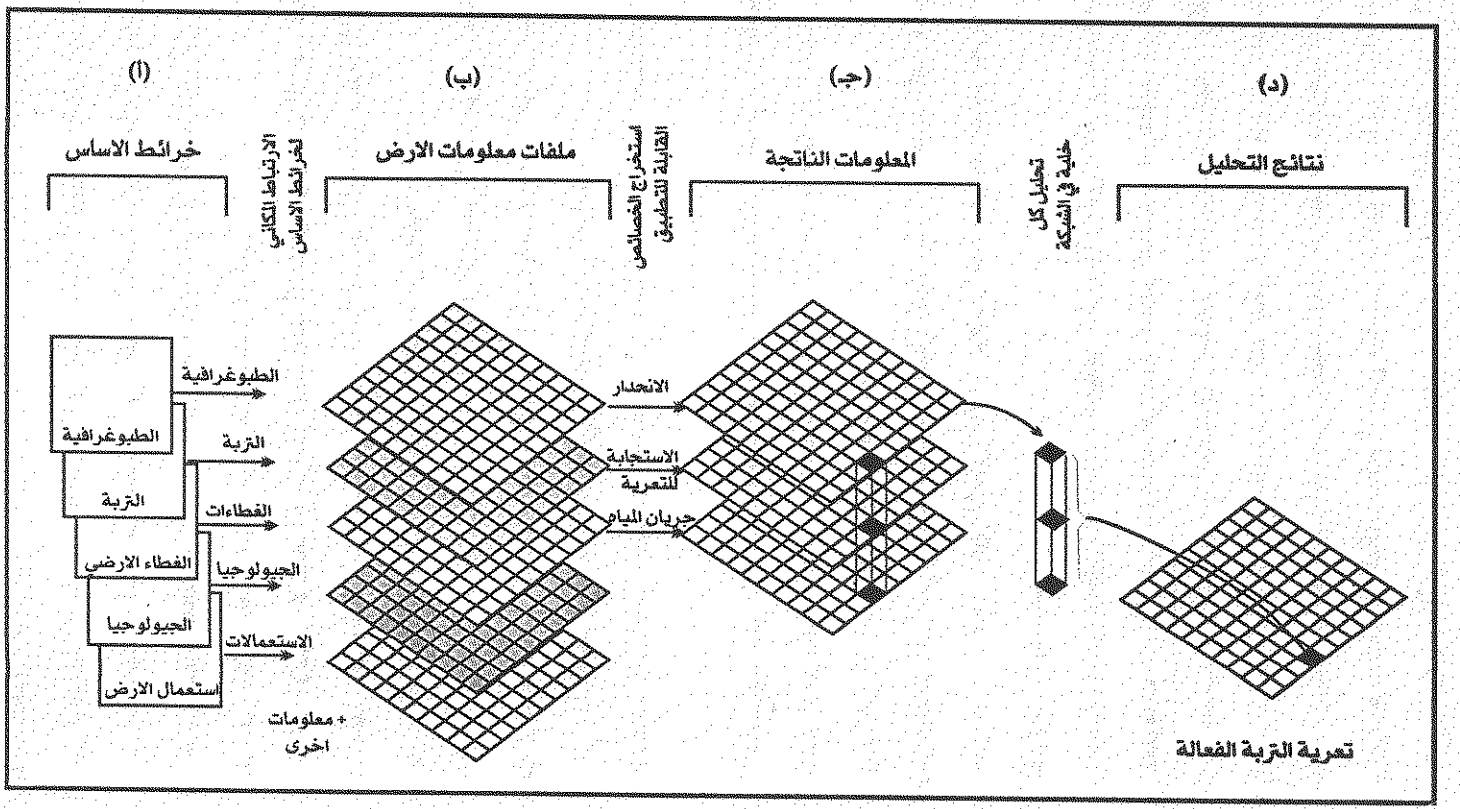
١- سهولة حفظ المعلومات والبيانات وبصورة مختصرة في ملفات مغناطيسية وصيانتها واستخراجها وبكلفة قليلة .

٢- تساعد اجهزة الحاسوب على القيام بمعالجات متعددة للمعلومات [القياس ، تطابق الخرائط ، تصميم المخططات ..] ودمج المعلومات والتقارير التخطيطية والاحصائية مع بعضها في وقت واحد ، وتساعد على تقييم مساحات واسعة من الاراضي بفترة زمنية قصيرة .

٣- تساعد على تحليل صفات الاراضي بكلفة مناسبة [تحليل التضاريس .. تحديد اتجاه المنحدرات تحديد مساحة احواض الانهار وحدودها ... الخ] . ان الشكل [٥٨] يوضح اعداد خرائط تقييم تعرية التربة لاراضي حوض نهر Pleasant باستخدام الحاسوب .

وعلى الرغم من اهمية الحاسوب لخزن المعلومات وتحليلها لتقييم الاراضي ، الا ان تطبيقه يجابه بمعوقات اهمها : النقص الكبير في المعلومات عن الاراضي ، وخاصة في دول العالم الثالث ، مما يتطلب من القائمين بعملية التقييم توفير تلك المعلومات ، جمعها ، والتعاون مع المختصين باستخدام الحاسوب من جهة ، وكذلك البحث عن طرق ومعايير لتقييم الاراضي يسهل ادخالها في الحاسوب ، كما يمكن استعمالها من قبل المستفيدين منها من جهة اخرى ، وعلى كل حال ، ان بناء خرائط تقييم الاراضي يتطلب اعداد خرائط مورفولوجية التي تعتبر الخطوة الاولى لتأليف خرائط جيومورفولوجية لتحليل اشكال سطح الارض وتفسير نشأتها من تأثير البناء الطباقي وصفات المواد الصخرية والترابية لسطح الارض وبتأثير العمليات الجيومورفولوجية القديمة والحديثة ودور الانسان في تغير البيئة الطبيعية ومن ثم الى اختلاف نظم الاراضي من مكان لاخر واختلاف قدراتها الانتاجية ونمط استعمالها .

مخطط(١٢): مراحل التحليل في نظام المعلومات الجغرافي باستخدام المعلومات ذات علاقة الارتباط المكانية .



شكل(٥٨): خرائط تقييم اراضي حوض نهر Pleasant باستخدام الحاسوب .

(أ). منحدرات سطح الارض لحوض نهر Pleasant Branch .
الرموز الغامقة تمثل سفوح شديدة الانحدار .

(ب). استجابة التربة للتعرية لحوض نهر Pleasant Branch
الرموز الغامقة تمثل مواضع التعرية الشديدة .

(د). الاماكن المحتملة لتعرية التربة الشديدة لحوض نهر Pleasant Branch
تم استخراجها من دمج الاشكال الثلاثة السابقة ،
الرموز الغامقة تمثل مواضع التعرية الشديدة .

(جـ) . الاماكن المحتملة لحركة المياه السطحية لحوض نهر Pleasant Branch .
الرموز الغامقة تمثل اماكن التعرية العالية .

المبحث الثالث
تصنيـــف الاراضـــي

يقصد بتصنيف الاراضي [توحيد اشكال سطح الارض وتصنيفها الى مجاميع مرتبة وفق نظام هرمي متسلسل من الوحدات الصغرى الى النظم الارضية الكبيرة موضحة على خارطة] .

ان سطح الارض يتسم بتكرر سماته وتجانسها لتماثل البناء الجيولوجي او العمليات الجيومورفولوجية او التربة او الغطاء النباتي .. يمكن تقسيمها الى اجزاء لها صفات مشتركة تجعلها مختلفة عن الاراضي المجاورة ، وحصرها في مجاميع من الوحدات الارضية تمثل مناظر ارضية صغيرة مثل قمم الجبال او سفوح المنحدرات او قيعان الوديان . وان استقراء حالة الوحدات الصغرى يساعد على تقدير التغيرات المحتملة للوحدات الارضية المماثلة .

ان منهج تصنيف الاراضي : تقسيم علمي لسطح الارض الى اقاليم يستند الى تماثل او اختلاف عناصر [الطبوغرافية ، انحدار سطح الارض ، التربة ، الغطاء النباتي] ، والتي تتأثر بتماثل او اختلاف [الجيولوجيا ، المناخ ، العمليات الجيومورفولوجية] ، تعود بداياته الى عام ١٩٣٣ في العمل الذي قام به [Veatch] لتصنيف الاراضي الزراعية لمشيغان / الولايات المتحدة ، ثم طورته [C. S. I. R. O / منظمة البحث العلمي والصناعي في استراليا] باستخدام التحسس النائي لتصنيف سريع للاراضي التي لا يتوفر عنها خرائط ، او ان الخرائط المتوفرة فقيرة في معلوماتها . لقد كان تصنيف الاراضي لاستراليا يهدف الى تقييم الاراضي لاغراض الزراعة او للمشاريع الهندسية ، ثم تبنته دول اخرى مثل بريطانيا ، روسيا الاتحادية ... الخ .

٤ : ٣ : ١ المصطلحات المستخدمة في تصنيف الاراضي

لقد استخدمت في تصنيف الاراضي مصطلحات متعددة للتعريف بالوحدات الارضية كما لخصها كل من . Cook and Doornkamp 1974 . B. G. R. G. 1984 / العامري ١٩٨٨] .

يقصد بالارض : الجزء الصلب من سطح الكرة الارضية وما يكتنفه من اشكال طبوغرافية وسمات طبيعية [تربة وغطاء نباتي] والمواد الصخرية الداخلة في تكوينه ، يمكن تقسيمه الى وحدات يمكن حصرها :-

اولاً : اولاً الوحدات الارضية الصغرى ، وتضم :-

١- العناصر الارضية Land Elements . وحدات ارضية بسيطة تشغل مواضع صغيرة ، تشير الى تغيير مورفولوجية سطح الارض ، مثل مواضع تغير انحدار سطح الارض او تقوسه ، متشابهة في [شكل السطح ، صخورها ، تربتها ، غطاءها النباتي] . فعلى سبيل المثال : ان المنحدرات تضم ثلاثة عناصر ارضية : الاول ، تغير الانحدار المحدب / الثاني ، الانحدار المتدرج او المستقيم / الثالث ، موضع تغير الانحدار المقعر . كما

تعتبر سطح المدرجات النهرية منظراً ارضياً ، يكون السفح الخلفي للمدرج عنصراً ارضياً ثابتاً . ويتطلب تمييز العناصر الارضية فحصاً ميدانياً ، كما يمكن تحليلها من الصور الجوية .

٢- الوجوه الارضية Land Facets : وحدات طبوغرافية صغيرة تتصف بتجانس اصلها ، وتعود الى فترة زمنية واحدة . وتجانس شكل سطحها وانحدارها . تماثل مواد سطح الارض من تربة ومفتتات صخرية وتنشأ فوق نوع واحد من الصخور ، تماثل في الغطاء النباتي .

ويستعمل مصطلح [الوحدات الارضية Land Units] مرادفاً للوجوه الارضية ، ومن امثلتها : المراوح الغرينية ، السهول الفيضية ، الجروف ، الكثبان الرملية ، وعادة تضم الوجوه الارضية [الوحدات الارضية] عنصرين ارضيين او اكثر .

ثانياً : الوحدات الارضية الكبيرة :-

وتضم النظم الارضية Land Systems : منطقة ذات مظهر ارضي متكرر ، تضم ما لا يزيد عن [١٠] وحدات ارضية صغرى تتطابق حدودها مع البناء الجيولوجي والعمليات الجيومورفولوجية ، مكونة نطاقاً جيومورفولوجياً يتسم بتكرر طبوغرافيته وتربته ونباته الطبيعي ، مثل الوديان الجليدية .

ثالثاً : الوحدات الارضية الكبرى وتشمل :

١- الاقاليم الارضية Land Regions : وحدات ارضية تضم مجموعة من النظم الارضية لها تركيب جيولوجي واحد ، واشكال ارضية متشابهة مثل السلاسل الجبلية الكبرى ، الاراضي السهلية الواسعة .

٢- المقاطعات الارضية Land Division، مجموعة من الاقاليم الارضية تعود الى وحدات جيولوجية وصخرية رئيسة .

٣- النطاقات الارضية Land Zones وحدات ارضية لاشكال من سطح الارض ذات منشأ تكتوني مثل نطاقات الجبال الالتوائية ، نطاقات الدروع القارية وتمثل اقاليم جيومورفولوجية واسعة .

٤- المناطق الارضية : وحدات ارضية لاشكال سطح الارض بتطابق امتدادها مع النطاقات المناخية الرئيسة في العالم . فهي اقاليم مورفومناخية تمتد خارج حدود النطاقات المورفوجيولوجية .

ويوضح الجدول (٢١) البناء الهرمي والمقاييس المختلفة الموضحة للوحدات الارضية المستعملة في تصنيف الاراضي للمناطق الجيومورفولوجية الرئيسة من تكرر اشكال سطح الارض وتجانسها .

٤ : ٣ : ٢ طرق تصنيف الاراضي

لقد اتبعت مناهج متعددة ، وطورت طرق مختلفة لتصنيف الاراضي وتشمل الخطوات الرئيسة للتصنيف :-

١- تحليل طبوغرافية الاراضي واقسام السطح كما تبدو من الصور الجوية ، حيث تنظم الصور الجوية بشكل موزاييك وترسم الحدود الفاصلة بين التضاريس المختلفة من جبال وهضاب وسهول او قيعان وديان ... الخ ،

حيث تبدو التضاريس متباينة لاختلاف سماتها وتعكس اختلاف الجيولوجيا والعمليات الجيومورفولوجية والتربة والغطاء النباتي ونمط استعمال الارض ويتم اعداد خارطة الاساس بمقياس كبير [١ : ٢٥٠٠٠] .

٢- فحص المناطق المختلفة على جانبي الحدود الفاصلة بين الاراضي من تحليل الصور الجوية بمقياس [١ : ٢٠٠٠٠ ، ١ : ٣٠٠٠٠ ، ١ : ٤٠٠٠٠] والتي يمكن قراءتها باستخدام جهاز الابصار المجسم . وتتوقف دقة المعلومات المستخدمة من الصور الجوية على مهارة الباحث في تحليل الصور الجوية واختلاف نسجة الصورة او درجة الضوء او الظل لاختلاف سمات اشكال سطح الارض .

٣- القيام بالدراسة الميدانية للمنطقة لجمع عينات من التربة ، التعرف على البناء الصخري وانواع النبات ونظم الصرف النهري وسمات المنحدرات .

٤- التفسير النهائي للصور الجوية لربط الملاحظات الميدانية مع تفسير الصور الجوية لتقييم المعلومات .

٥- اعداد التقرير النهائي ، وتجميع الخارطة الجيومورفولوجية النهائية للتعرف على الاشكال الارضية ، النظم الارضية والوحدات الجيومورفولوجية .

ويختلف عدد النظم الارضية ، مساحتها ، حدودها ، المصطلحات المستخدمة للتعريف بصفاتها وطريقة عرضها ومقياس رسم الخارطة ، لاختلاف :-

جدول (٢١) البناء الهرمي ومقاييس الوحدات الارضية المستخدمة في تأليف خرائط نظم الاراضي

المصطلح	تعريف المصطلح	امثلة عن المصطلح	المقياس
الموضع [العنصر الارضي ، وحدة المنحدر ، الوحدة المورفولوجية]	اراضي محصورة بين تغير انحدار واخر . او موضع تقوس الانحدار	سطح المدرجات النهرية	اكبر من ١ : ١٠٠٠٠
وجه ارضي [وحدات ارضية]	اراضي تعود الى زمن واحد متماثلة في شكلها ومواد سطح الارض	سهول فيضية بقايا مدرجات جليدية منحدرات التلال	١ : ١٠٠٠٠ ١ : ٥٠٠٠٠
نظم ارضية [انماط ارضية متكررة ، نظم متماثلة لاشكال سطح الارض]	انماط ارضية متكررة لوجوه ارضية ، ضمن نطاقات جيومورفولوجية رئيسة	نظم وديان جبلية تلال گرانيتية اراضي سهلية	١ : ٥٠٠٠٠ ١ : ٥٠٠٠٠ ١ : ١٠٠٠٠٠
اقاليم ارضية [اقاليم عن اشكال سطح الارض]	وحدات تضاريسية كبرى	الكتل الجبلية الرئيسة الاراضي السهلة الواسعة	اصغر من ١ : ٢٥٠٠٠٠

المصدر : *B. G. R. G : Geomorphological Techniques, George : Allen . London. 1984 . p. 73 .*

١- طبيعة الاراضي : حيث تقسم الاراضي الجبلية الى وحدات او عناصر ارضية قد تزيد او تقل عن الوحدات الارضية المستخدمة في تصنيف الاراضي المتموجة ، هذه بدورها تختلف عن الوحدات الارضية المستخدمة في تصنيف الاراضي المستوية والتي تكون اقل عدداً .

وتتباين مساحة النظم الارضية من عشرات الامتار المربعة الى مئات الكيلومترات المربعة ، ويتسم كل صنف بتماثل طبوغرافيته ، تربته ، غطاءه النباتي ، بتجانس البناء الجيولوجي المكستقر فوقه ، العمليات الجيومورفولوجية التحاتية او الترسيبية وساهمت في تكوين اشكال سطح الارض ، والمناخ السائد المتحكم في العمليات الجيومورفولوجية .

٢- اختلاف مناهـج الدراسة وطرق البحث المستخدمة في تصنيف الاراضي في دول العالم [استراليا ، المملكة المتحدة ، روسيا الاتحادية ...] . ان بعض مناهج تصنيف الاراضي مخصصة لخدمة اغراض متعددة ، بينما دراسات اخرى تهدف الى تصنيف الاراضي لاغراض خاصة . كما تختلف مناهج الدراسة في الاسس الفلسفية والتقنية المتبعة في تصنيف الاراضي ويمكن حصرها في فئتين :-

أ- المنهج الكمي Parametric Approach ويعتمد قياس صفات ومعايير محدودة ومختارة لشكل سطح الارض ، العمليات الجيومورفولوجية [الارتفاع ، الانحدار ، نسبة التضرس ، نمط الصرف النهري ، تكرر الانهار ، سمات المقطع العرضي للارض ... الخ] وهو منهج دقيق يسمح بقدر كبير من المقارنة بين النظم الارضية واكثر ملائمة لاعمال خزن المعلومات واستخدام الحاسوب .

ب - منهج المظهر الطبيعي Landscape Appoache ، وهو اكثر شيوعاً ويعتمد المنهج الوصفي للنظم الارضية والتعريف بها ، ويؤخذ عليه خضوعه لمعايير شخصية لتعيين الحدود الفاصلة بين الوحدات الارضية وخاصة في المناطق الانتقالية .

٤ : ٣ : ٣ امثلة عن نظم وطرق تصنيف الاراضي

بدأ تصنيف الاراضي بمنهجة الحديث بعد الحرب العالمية الثانية ، عندما تولت منظمات حكومية او خاصة دراسة تقييم سطح الارض وتوفير المعلومات الضرورية عن الموارد الطبيعية ونمط استغلالها لسد حاجات السكان ومعالجة الازمات الاقتصادية الناجمة عن الحربين العالميتين الاولى والثانية . لقد بدأ تطبيقه في استراليا ، ثم انتقل استخدامه الى كندا ، روسيا لتطوير استغلال بعض الاقاليم الواسعة التي لم يصل اليها الانسان من خلال مسح جيومورفولوجي سريع لاراضي شاسعة ، خلال فترة قصيرة ، وبامكانات علمية محدودة ، من دراسة مواضع جيومورفولوجية صغيرة وتعميم نتائجها على اقاليم كبيرة . كما استخدم اسلوب تصنيف الاراضي لمسح الموارد الطبيعية لبدان العالم الثالث في اسيا ، افريقيا ، امريكا اللاتينية لتنمية مواردها الطبيعية والزراعية .

في استراليا ، تولى قسم بحوث الارض لمنظمة [C. S. I. R. O] ادارة عمليات المسح واستكشاف الاراضي لمناطق واسعة متباينة في صفاتها الجيومورفولوجية ، من اراضي جافة في وسط القارة الى اقاليم مدارية رطبة في

جهاتها الشمالية . كان العمل تتحكم به الاعتبارات التالية :-

١- صعوبات ناجمة عن نقص المعلومات الدقيقة وعدم توفر الخرائط التفصيلية ذات المقياس الكبير .

٢- الرغبة في انجاز العمل خلال فترة قصيرة نتيجة الظروف الاقتصادية والسياسية السائدة .

لقد حفزت الاسباب السابقة فريق العمل الى استنباط منهج جديد لاعداد الخرائط بمقاييس كبيرة ولمناطق يصعب الوصول اليها لوعورتها او لكثافة غطاءها النباتي او لوقوعها في اماكن نائية بالاعتماد على خرائط بمقاييس صغيرة او من تفسير الصور الجوية وباستخدام معايير دقيقة لمسح الارض وتقييم مواردها والعمل على صيانتها ، خلال فترة قصيرة [١٥ - ١٨ شهرا] وقسمت الاراضي الى اقاليم جيومورفولوجية تضم [وحدات ارضية ، نظم ارضية] ، ثم جرى تحوير على تصنيف الاراضي ليضم [العناصر الارضية ، الوحدات الارضية ، النظم الارضية . النطاقات الارضية] ، توضح على خارطة بمقياس [١ : ٢٥٠٠٠٠ او ١ : ١٠٠٠٠٠٠] ويرفق مع الخارطة تقرير مبسط يضم :-

١- تقرير موجز عن جيولوجية ، جيومورفولوجية ، تضرس النظام الارضي .

٢- نموذج مجسم للنظام الارضي يشير الى شكل سطح الارض وعلاقته بالجيولوجيا .

٣- الوحدات الجيومورفولوجية الصغرى ويرمز لها بارقام توضع داخل دوائر صغيرة والتربة والنبات الطبيعي .

٤- ينظم جدول اسفل النموذج المجسم يتضمن وصف تفصيلي لشكل سطح الارض والتربة والنبات الطبيعي .

٥- لا يرفق نموذج مجسم مع تقرير وصف النظام الارضي للاراضي المنبسطة .

ويوضح الشكل [٥٩ ، ٦٠] نموذج لتصنيف الاراضي وفق منهج C. S. I. R. O الاسترالية .

وفي المملكة المتحدة ، انتجت منظمة [Mexe / اوكسفورد - المنشأة الهندسية للتجارب العسكرية] خرائط متنوعة لتصنيف الاراضي ، بعضها تفصيلية عن جنوب مقاطعة اوكسفورد ، وخرائط تصنيف لاراضي واسعة جداً لاجزاء من قارة افريقيا ، لقد اتبعت منهجاً يعتمد تفسير الصور الجوية وتحليلها ولا يقترن اعداد الخرائط بدراسات ميدانية مباشرة ، وفق الخطة التالية :

١- ان الوجه الارضي Land Facet هو الوحدة الاساسية المستخدمة في التصنيف والذي يكافىء مفهوم الوحدة الارضية عند C. S. I. R. O .

٢- النظام الارضي ، وهو وحدة ارضية ناشئة عن تكرر انماط الوجوه الارضية ويمكن تمثيله في خرائط بمقياس [١ : ٢٥٠٠٠٠ ، ١ : ١٠٠٠٠٠٠] وهو يكافىء النظام الارضي عند C. S. I. R. O .

لقد استخدمت مؤسسة Mexe النظام السابق لتصنيف اراضي اوغندا ، كينيا ، كما طورت نظام تصنيف اخر طبقته على اراضي سوازيلاند باستخدام معايير [الاقاليم الارضية ، العناصر الارضية] .

وفي روسيا الاتحادية ، استنبط نظام لتصنيف الراضي شبيه بنظام C. S. I. R. O اعتمد مورفولوجية المنظر الطبيعي . حيث يرى الباحثون الروس ان اللاند سكيب الارضي في مكان معين هو [مركب جغرافي] ، وهو وحدة مستقلة حصيلة التفاعل للعمليات الجغرافية التي تتم باستمرار في جميع اجزاء الاغلفة الارضية [الغازي ،

المائي ، الصخري ، الحيوي] وتؤدي الى تبادل الطاقة والمادة بين تلك الاغلفة ، مما يتطلب تتبع هجرة العناصر الكيميائية بين المركبات الجغرافية او ضمن المركب الواحد لمعرفة كيفية تكونها او ظهورها ، وكيفية استغلالها لصالح الانسان .

ان التصنيف يتم بتقسيم الاراضي الى :-

١- الخلية Facia ، وهو الوحدة الطبيعية الاولية ، متماثلة في جيولوجيتها .[طبقة صخر اساس متماثلة] ، ظروفها المائية ، مناخها المحلي ، تربتها ، تضاريسها .

٢- المظهر الارضي Lands capeمركب جغرافي [جزء من سطح الارض له حدود طبيعية واحدة ، قاعدة جيولوجية واحدة ، تاريخ واحد ، نوع واحد من المناخ ، متماثل في كائناته النباتية والحيوانية] . تتألف من تجمع الخلايا والوحدات الصغيرة . حيث اكد الباحثون الروس في منهجهم لتصنيف الاراضي على دراسة جيوكيمياء المظهر الطبيعي واهميتها في الدراسات الطبية والكيميائية [علي عبد الكريم ١٩٧٨] .

لقد استخدم منهج تصنيف الاراضي في دراسة الموارد الطبيعية للاقطار النامية في اسيا ، امريكا اللاتينية ، افريقيا ، والتي يستوطنها [٣/٢] سكان الارض يمارسون الزراعة ، حيث الحاجة ماسة لاستغلال الثروات الطبيعية والاهتمام بالارض والتربة ، وخاصة في ادارة الاراضي الجافة . لقد شاركت منظمات دولية مع مؤسسات اقليمية لمسح اراضي بعض البلدان مثل الهند ، باكستان ، نايجيريا ، وفي الوطن العربي ، اعتمدت دراسات مسح الاراضي على المناهج السابقة ، في شمال افريقيا ، جمهورية مصر العربية ، مسح الموارد الطبيعية في البحرين ، دولة الامارات العربية ، المملكة الاردنية الهاشمية .

وفي العراق ، قامت وزارة الزراعة (قدري ١٩٦٧) بتصنيف اراضي السهل الرسوبي ، باعتماد ومعايير ملوحة الاراضي ومياه الري لتحديد :-

١- قابلية الاراضي الانتاجية .

٢- صلاحية الارض للري .

كما تمت دراسات متفرقة فردية من قبل معهد بحوث الموارد الطبيعية لاعمار اراضي الهضبة الغربية ذات المناخ الجاف ، بالاضافة الى دراسات فردية اكاديمية [العامري ١٩٨٠] ، [عبود ١٩٨٨] .

٤ : ٣ : ٤ المجالات التطبيقية لتصنيف الاراضي

يستفاد من خرائط نظم الاراضي في مجالات تطبيقية عديدة :-

١- انشاء المشاريع الهندسية واعمال البناء ، عند شق طرق النقل ، مشاريع الخزن للمياه ، بناء المساكن .. التي تتطلب معلومات عن متانة التربة ، مواضع انتشار المواد المستخدمة في اعمال البناء ، حيث تعتبر الوحدات الارضية الصغرى من عناصر ارضية ، وجوه ارضية تساعد على تحديد المواضع المناسبة للبناء ، كما ان مسح وتصنيف الاراضي الواسعة المساحة المتماثلة في خصائصها الهندسية يساعد على تقليص الجهد والمنفقات بحدود ٧٠٪ مقارنة بالجهود المبذولة عند اتباع الطرق التقليدية لاعمال مسح الاراضي .

٢- مسح التربة ، حيث تساعد خرائط تصنيف الاراضي من توفير قاعدة معلومات جيدة مناسبة لمسح التربة . ان التربة تتزثر بعوامل عديدة منها [المادة الاولية ، الطبوغرافية] يحددان النظم الارضية ولهما علاقة وثيقة بتصنيف الاراضي .

٣- يستفاد من خرائط تصنيف الاراضي لاغراض الزراعة واستعمال الارض . ان تنظيم الزراعة وتطويرها وتحديد المحاصيل الزراعية يتطلب تقييم عناصر لكل موضع من الارض وتحديد المعوقات التي تؤثر على استعمال الارض ، كما تستعرض بعض الطرق والاساليب الزراعية لتقدير النمط الافضل لاستعمالها .

٤- التخطيط الاقليمي وتخطيط المدن واللذان يعتمدان على تحديد صفات شكل سطح الارض ومواد السطح ، الماء الارضي والجوفي ، الجيولوجيا ... الخ .

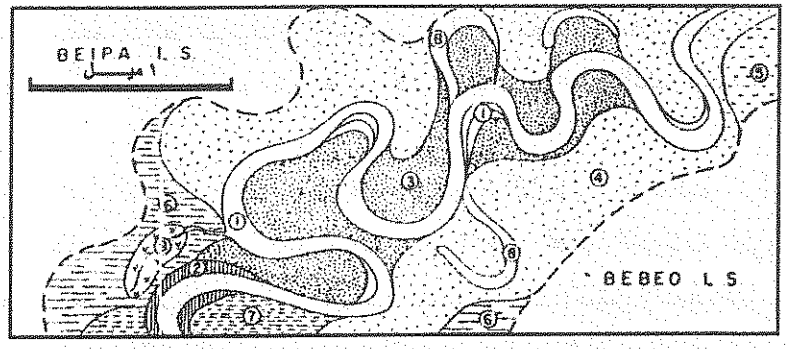
٥- المجالات العسكرية لغرض تحديد :-

أ- حالة الاراضي وسهولة التنقل عليها والحماية التي توفرها .

ب - متانة التربة لبناء الملاجيء ومخازن الاسلحة .

جـ - اعداد الخطط العسكرية الملائمة مع صفات الاراضي .

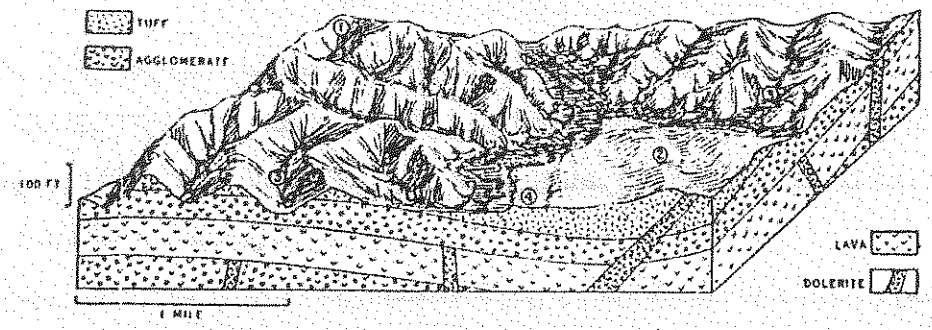
شكل(٥٩): النظم الارضية لمنطقة فانابا / أستراليا .



اراضي سهول فيضية على امتداد الانهار الكبيرة مساحتها ٦٠ ميل مربع ، تنتشر في ارجاء منطقة فانابا .
الجيولوجيا : ترسبات مائية طينية ـ غرينية ، رملية وحصى حديثة .
الجيومورفولوجيا : سهول فيضية لانهار كبيرة غير مستقرة يناهز اتساعها ١,٥ ميل يتراوح انحدارها من اكثر (١: ٢٥٠ الى ١: ١٠٠٠) ، بعض اجزاء الوديان من قنوات ضفائرية، تقطع السهول التواءات نهرية ، تتكون كتوف انهار عند المجاري السفلى ، السهول الفيضية الواطئة معرضة للفيضان غالبا ، السهول الفيضية الواقعة على ارتفاع (٢٠ قدم) عن مستوى النهر اكثر استقرارا ، الاراضي الواطئة تتأثر بفيضانات فصلية او موسمية .

الوحدة	المساحة	شكل سطح الارض	التربة	الغطاء النباتي
١	صغيرة	قنوات وضفاف الانهار : اتساعها ١٠٠ ـ ٤٠٠ ياردة ، عمقها ٣ ـ ١٢ قدم ، تشرف عليها ضفاف انهار ، واستطالبات مجرى ترتفع بشكل غير منتظم الى ٤ اقدام فوق المستوى الطبيعي للنهر ، وتوجد مرتفعات ومنخفضات هلالية ، التواءات نهرية متغيرة باستمرار	تربة ترسبات مائية ، لومية رمادية اللون ، رديئة التصريف	حشائش طولية
٢	صغيرة جدا	كتوف انهار واطئة ، متقطعة على نهر (بيارو) يناهز اتساعها ٥٠ ياردة ، ارتفاعها ٤ اقدام ، منحدراتها تاثرت بتعرية اخدودية غير منتظمة ، انحدارها ٥ ' تغمرها مياه الفيضان باستمرار .	رديئة التصريف مكونة من الترسبات المائية ، طباقية ذات لون رمادي الى اخضر مزرق .	غابات من اشجار طويلة او قصيرة دائمة الخضرة
٣	متوسطة	سهول فيضية لانهار منخفضة ، يناهز اتساعها ١,٥ ميل وارتفاعها يتراوح من مستوى الانهار الى ١٠ اقدام عنها ، تتخللها تضاريس محلية يبلغ ارتفاعها ٤ اقدام ، كتوف انهار مرتفعات ومنخفضات هلالية ، تغمرها مياه الفيضان باستمرار .	تربة ترسبات مائية رديئة التصريف ، طباقية قلوية .	غابات من اشجار طويلة دائمة الخضرة
٤	كبيرة	سهول فيضية عالية تماثل السهول الفيضية (وحدة٣) ، ولكنها مرتفعة بمقدار ٢٠ قدم عن مستوى الانهار لاتغمرها مياه الفيضان الا في حالات استثنائية .	ترسبات مائية متوسطة الجودة ، قلوية .	غابات من اشجار طويلة دائمة الخضرة
٥	صغيرة جدا	بقايا سهول فيضية قديمة ، يناهز اتساعها ٠,٥ ميل طولها ١ ميل ، انحدارها ١ ' ، تتخللها تضاريس يناهز ارتفاعها ٢ قدم تغمرها مياه الفيضان في حالات نادرة.	ترسبات مائية جيدة الصرف قلوية ، طينية ـ غرينية .	حشائش طويلة تتخللها غابات نفضية
٦	صغيرة	منخفضات سهول الاطراف ، يناهز اتساعها ٣٠٠ ياردة سطحها غير مستو ، تتخللها تضاريس ارتفاعها ٢ قدم ، قنوات صغيرة عمقها ٥ قدم ، تغمره المياه كثيرا.	ترسبات مائية رديئة الصرف طينية ـ غرينية ، قلوية .	غابات لاشجار طويلة ، متوسطة الطول دائمة الخضرة .
٧	صغيرة جدا	سهول اطراف غمرتها مياه الفيضان قديما ، يصل اتساعها الى ٠,٥ ميل تغمرها المياه دائما .	تربة ترسبات مائية رديئة الصرف جدا	حشائش طويلة .
٨	صغيرة	بحيرات هلالية يناهز اتساعها ٤٠٠ ياردة ، عمقها ١٥ قدم ، منحدرات الضفاف الداخلية بطيئة الانحدار تغمرها المياه بصورة دائمية .	تربة ترسبات انهار رديئة الصرف جدا طينية ـ غرينية .	حشائش واعشاب مختلطة
٩	صغيرة	مستنقعات سهول الاطراف ، تماثل اراضي الوحدة ٦. تغمرها المياه بصورة دائمية . تغمرها المياه بصورة	تربة ترسبات مائية رديئة الصرف جدا	حشائش طويلة تتخللها اشجار النخيل

شكل(٦٠): النظم الارضية لهضبة سوجري / استراليا.



اراضي مساحتها (٥٠ ميل مربع) ، تلال واطئة ذات تربة بركانية حمراء تقطعها حشائش الغانا
الجيولوجيا : صخور توفا ناثرة بتجوية عميقة ، لافا ، صخور سداد بركانية ، مع تكتلات بركانية من عصر البليوسين .
الجيومورفولوجيا : مجموعة من سلاسل جبلية متجاورة من بعضها ، متوازية او متشعبة من بعضها لها قدمات قصيرة يناهز ارتفاعها ٥٠ ـ ١٠٠ قدم) ، تتخللها اراضي متموجة واسعة ، مدرجات سهول فيضية لانهار كبيرة ، نظام صرف نهري شجري كثيف ، منحدرات لوديان الانهار ، الجداول الصغيرة فصلية الجريان ، الانهار الكبيرة دائمية الجريان .
الارتفاع : ١٦٠٠ ـ ٢٢٠٠ قدم .

الوحدة	المساحة	شكل سطح الارض	التربة	الغطاء النباتي
١	كبيرة جدا	سلاسل جبلية من منحدرات مستقيمة ، محدبة مقعرة ، امتدادها ١٥٠ ياردة ، انحدارها ١٥ ° ـ ٢٠ ° ويناهز ٢٥ ° عند منابع الانهار والاراضي المعرضة لعمليات النحر بواسطة قنوات ضحلة ، او قنوات ضيقة او وديان جافة ، قدمات الجبال ذات منحدرات مقعرة ٤ ° ـ ١٠ ° تمتد لمسافة ٥٠ ياردة ، وقد تناهز ٣٠٠ ياردة احيانا.	تربة طينية حمراء او بنية .	حشائش الغانا
٢	متوسطة المساحة	اراضي متموجة تضم تضاريس يناهز ارتفاعها ٥٠ قدم ، تتخللها وديان جافة واسعة ، اراضي ما بين الانهار ذات قمم مسطحة يناهز اتساعها ٣٠٠ ياردة ، انحدارها يقل عن ٢ ° ، المنحدرات الانتقالية ٦ ° ويناهز امتدادها ١٥٠ ياردة .	ترب طينية حامضية حمراء	
٣	صغيرة	قيعان الوديان الصغيرة ، يبلغ اتساعها الى ٥٠ ياردة ، محور الانحدار الطولي ٣٠ ° ـ ٤ ° انحدار المحور المستعرض ٤ ° ، توجد انهار بطيئة الجريان احيانا ، رديئة التصريف.	ترب ترسبات مائية رديئة التصريف ، حامضية حمراء	غابات لاشجار طويلة دائمة الخضرة
٤	صغيرة جدا	مدرجات نهرية يناهز اتساعها ٣٠٠ ياردة ، محور انحدارها الطولي يقل عن ٣٠ ° انحدار محورها المستعرض يبلغ ٤٥ ° . المدرجات الواسعة تقع على ارتفاع ٨ ـ ١٥ قدم عن مستوى الانهار المدرجات الواطئة معرضة للفيضان بين فترة واخرى ، انشاء القنوات النهرية ، يصل اتساع الانشاء الى ٥٠ قدم وبعمق ١٠ قدم .	ترب طينية حامضية حمراء او بنية	غابات لاشجار طويلة

المبحث الرابع
تحليل ملائمة وتقييم الاراضي

تعرف الارض جغرافيا [مساحة محددة من سطح الارض لها سماتها المميزة من مساحة ، حجم موقع ، واشكال ، وخصائص اخرى ، يمكن التنبؤ بها ، تكونت من التفاعل والتأثير المتبادل بين الاغلفة الارضية الى الاعلى والى الاسفل منها ، كما تتأثر بالنشاط البشري في الماضي والحاضر] . ان السمات السابقة تحدد الاستعمال الحالي وتؤثر على استعمالها في المستقبل .

ان معظم النشاط البشري ينصب على استعمال الارض . ونظراً لازدياد اعداد السكان ومضاعفة نشاطهم ، يرافقه نقص وندرة الموارد الطبيعية للارض وتغيير في نمط استعمال الارض . من تغير نمط استعمال الارض قد يعود بمنافع على المجتمع ، او يؤدي الى اضرار اقتصادية وتغييراً في البيئة الطبيعية للارض . ان الاراضي تتباين في [اشكال سطح الارض ، المناخ ، الجيولوجيا ، التربة ، الغطاء النباتي] ، مما يتطلب الفهم الكامل للفرص المحتملة للمعوقات التي تجابه استعمال الارض والناجمة عن الاستعمالات السابقة او عند تغير استعمالها الحالي ، والتي تتأثر وتتحدد بـ :-

١- العوامل الطبيعية للبيئة او الارض .

٢- الظروف الاجتماعية والاقتصادية .

وتجنح جميع الاراضي بمرور الزمن نحو التوازن مع القوى المؤثرة عليها وخاصة [الجاذبية الارضية والمناخ] ، ويؤدي الى نشوء سمات متميزة مستقرة للارض يمكن ملاحظتها وتحليلها وتصنيفها تؤثر على انتاجيتها ، وتحدد الاهمية النسبية للمستويات المختلفة من انتاج الارض .

وقد يضطر المستفيد من الارض الى المقارنة والاختيار بين استعمالات مختلفة واختيار الافضل منها ، تتم هذه المقارنات على اسس اقليمية [اختيار افضل المشاريع للاقليم] او [اختيار الموقع المناسب لتنفيذ المشروع] . وقد تكون العوامل الطبيعية اساسية وضرورية لعملية تقييم الاراضي ، الا ان العوامل الاقتصادية والاجتماعية تمارس دورها في تفضيل مشروع على اخر ، من خلال تحديد كلفة المشروع ، نفقات انشائه ، او الاموال التي ستنفق لاحقاً لصيانة المشروع او المحافظة عليه ، او للمحافظة على جمال الطبيعة ونظافتها .

تستعمل الاراضي لتطوير مراكز استقرار السكان [دور ومساكن ، مدارس ، مصانع مزارع ، مشاريع هندسية ...] ، ومن جهة اخرى ، تتأثر تلك المواقع بين فترة واخرى بمخاطر طبيعية تؤدي الى هلاك الناس وتدمير الثروات الاقتصادية ، واثار اجتماعية اخرى وقد يواجه الناس تلك الكوارث على انها قضاء وقدر ، او يحالون التنبؤ بها وتقدير احتمال حدوثها وتجنب استعمال الاراضي المعرضة لها او تقليل مخاطرها ، عند تقييم الارض وتحديد

صلاحيتها للاستعمال . ان تقييم الارض يعالج [الفرص المتوفرة لاستعمال الارض ، المعوقات التي تجابه استعمالاتها المختلفة ، محاولة تحويل المعلومات الكثيرة المتوفرة عن الارض الى قرارات قابلة للتطبيق من قبل افراد - مزارعين ، مخططين ، مهندسين ... لتنفيذ مشاريع يستفيد منها المجتمع من خلال تحديد الاهمية النسبية للمشاريع المختلفة لصيانة الارض والمحافظة عليها للاستعمالات البعيدة الامد ، وتقييم العلاقة بين الاستعمالات القصيرة الامد .

٤ : ٤ : ١ أهداف تقييم الاراضي

يهدف تقييم الاراضي الى توفير المعلومات الضرورية لتحديد الاهمية النسبية للمشاريع المختلفة والمقارنة بين الاستعمالات المختلفة المقترحة واختيار الاستعمال الامثل الذي يتفق مع سمات شكل سطح الارض وبيئته الطبيعية مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية ، من خلال الاجابة على الاسئلة التالية : [سامي عبود ١٩٨٨] .

١- ماهو الاستعمال الدائم للارض ، والنتائج المترتبة عند استمرار الاستعمال الحالي .

٢- ماالتحسينات الممكن ادخالها على الاستخدام الحالي للارض ، وما هي التغيرات في بيئة الارض التي تصاحب تلك التحسينات .

٣- ما الاستخدامات الاخرى الممكن استغلال الارض لها ، مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي تساعد على تقديم خدمات او انتاج اكثر نفعاً .

٤- ما المعوقات والنتائج السلبية الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية التي ترافق الاستخدامات المقترحة الممكنة .

٥- ما الفوائد التي يمكن الحصول عليها من كل نوع من الاستخدامات المقترحة الممكنة .

وبعبارة اخرى ، يهدف تقييم الاراضي الى التوفيق بين هدفين متضادين :-

١- تحديد الاستعمال او المشروع الملائم والمناسب مع صفات الارض .

٢- حماية الارض وصيانتها ، عند تحقيقها انتاجية عالية من الاستعمال القائم ومنع تغييره الى استعمال اخر يثير صعوبات عند ادخاله ويؤدي الى تدهور الارض .

ويبدو التضاد بين الهدفين السابقين عند انشاء المدن وتوسعها الى اراضي تعتبر ملائمة وتحقق انتاجية عالية عند استغلالها في الزراعة . او على العكس ، عند استغلال اراضي فقيرة في مكوناتها في النشاط الزراعي ، في حين تكون ملائمة لنشوء المدن وتوسعها . لذلك تظهر حاجة صانعي القرار من المخططين او المهندسين او الاداريين ، الى القيام بمسح شامل وتقييم للاراضي ، قبل تنفيذ المشاريع المقترحة .

٤ : ٤ : ٢ طرق ومراحل تقييم الاراضي

لقد طورت طرق عديدة لتقييم الاراضي ، اعتمدت معظمها العوامل الطبيعية المحددة لانتاجية الارض وتباين

مستوياتها ، في حين طبقت هيئة استصلاح الاراضي وتصنيفها في الولايات المتحدة منهجاً لتقييم الاراضي يأخذ بنظر الاعتبار العوامل الاقتصادية والاجتماعية بالاضافة الى العوامل الطبيعية .

ومن جهة اخرى ، تتباين الطرق والوسائل المتبعة في قياس نوعية الارض باختلاف الغرض من مسح الاراضي واختلاف القياس الذي اعتمدته في الدراسة ، الوقت المخصص ، كمية وطبيعة المعلومات المتوفرة عن الارض ، والتي تحدد الاعمال الضرورية المطلوب القيام بها لتوفير المعلومات اللازمة ذات الاهداف الخاصة .

وتقسم طرق تقييم الاراضي الى نوعين :-

١- التقييم المباشر للارض .

٢- التقييم الغير المباشر للارض .

التقييم المباشر للارض من تتبع النتائج المباشرة عن استعمال الارض ، عند زراعتها او بناءها ، او نصب وتأسيس خطوط انابيب نقل النفط والغاز الطبيعي تحت سطح الارض .. ان هذا الاسلوب من التقييم قابل للتطبيق على الاراضي المستغلة فعلاً واستقراء التغييرات التي تطرأ على الارض عند تطبيقها على الوحدات الارضية التي تقع قطعة الارض ضمنها من استخدام خرائط التربة ومواد سطح الارض . كما يتطلب التقييم المباشر للارض توفير معلومات كثيرة عن الارض والتي قد تكون غير متوفرة او تكون المعلومات غير صحيحة .

ويعتبر التقييم الغير المباشر للارض اكثر انتشاراً او يهدف الى تتبع صفات الوضع الطبيعية ، واستقراء نوعية الارض وخصائصها وسماتها ، صفات التربة - والعوامل الطبيعية المؤثرة على نجاح استعمال ما عند استغلال الارض ، والتنبؤ بالتغيرات التي تطرأ على الارض من الاستغلال المخصص له .

٤ : ٤ : ٣ مراحل التقييم الغير المباشر للارض

يتم التقييم الغير المباشر للارض خلال مراحل متعددة [مخطط ١٣] :-

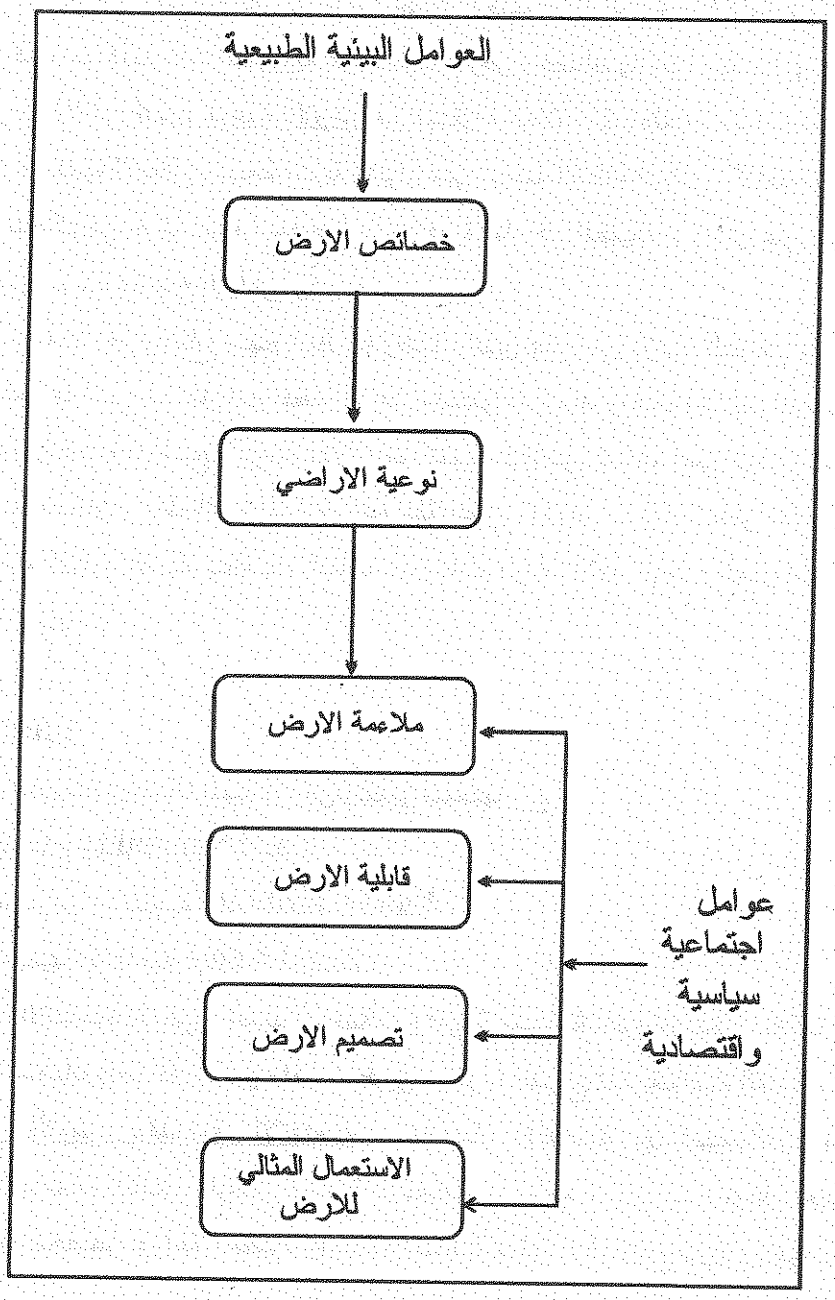
اولاً : المرحلة الاولى :

يقوم الباحث بتعيين اولاً : صفات الارض وخواصها Land characteristics المناسبة والممكن قياسها او تخمينها لغرض تحديد : ثانياً : نوعية الارض ، والتي تتطلب مسح العوامل الطبيعية ذات العلاقة ، وتشمل [اشكال سطح الارض ، العمليات الجيومورفولوجية ، معلومات عن الطقس والمناخ ، معلومات عن البيئة الحيوية] .

ان عمليات مسح الاراضي تؤكد على توضيح الموارد المطلوب تطويرها عند استعمال الارض وكذلك صفات المناخ وطبيعته ، خاصة كمية الامطار الساقطة ومدى كفايتها وهل يعتمد عليها لتوفير الموارد المائية الضرورية ومن مصادر اخرى اذا كانت الامطار نادرة او قليلة .

كما يتم تحديد صفات التربة والغطاء النباتي وتوزيعه والتمييز بين الحشائش والغابات والاشارة الى المخاطر

مخطط ١٣: مراحل وعوامل التقييم غير المباشر للارض .



الطبيعية التي قد تعيق استعمال الارض وتطويرها كالفيضانات او التعرية وخاصة فوق المنحدرات واشكال سطح الارض المائلة .

وتستخدم الصور الجوية مع الاستعانة بالدراسة الميدانية عند عمليات المسح في المرحلة الاولى ، للاجابة عن الاستعمالات المقترح تطبيقها ، وتحديد الاستعمال المناسب وتكون عمليات المسح سريعة قليلة الكلفة باقل جهد ، تؤدي الى تقسيم الاراضي الى نظم ارضية زئيسة او وحدات ارضية او اوجه ارضية المؤلفة منها الارض ، وبعبارة اخرى ، توفير اكبر كمية من المعلومات الضرورية عن صفات الارض وخصائصها ومن جهد بشري محدود .

وتتضمن المرحلة الاولى تحديد **نوعية الارض** من استقراء العلاقة المتبادلة والمعقدة لصفات الارض بعضها مع الاخر ، فمثلاً : ان كمية الامطار ونسجة التربة تؤثران على نوعية الغطاء النباتي وكثافته ، توزيعه ، في حين ان الغطاء النباتي تتحكم في حركة المياه السطحية ضمن دورة الماء في الطبيعة ، وتؤثر على نوعية التربة ، وان نوعية التربة تؤثر على نوعية الانتاج الزراعي وكميته .

ويتم تحديد نوعية الارض باتباع منهج النظم الارضية والذي يمكن من دراسة التفاعل والتأثير المتبادل بين العوامل والسمات المختلفة التي تتشكل منها قطعة الارض واستقراء تزثيرها واعداد الخرائط المناسبة .

وعلى كل حال ان عمليات المسح للمرحلة الاولى من تقييم الاراضي تساعد على توفير المعلومات الضرورية عن الظروف الطبيعية للمكان ، والمجالات الممكنة والمحتملة لتطوير الارض ، ولكن بعض تلك المعلومات وخاصة ذات العلاقة بالمناخ او الموارد المائية تتطلب قياسات ودراسات طويلة الامد لتوفير المعلومات الاساسية لتقييم الاراضي على المدى البعيد .

ثانياً : المرحلة الثانية

تتضمن المرحلة الثانية من اعمال تقييم الارض وتقدير منفعتها الى :

١- تحديد ملائمتها للانتاج Land Suitability .

٢- تحديد قابليتها او قدرتها الانتاجية Land Cabability .

٣- تحديد منفعتها وقيمتها الانتاجية Land Value .

ويقصد بالملائمة الانتاجية للارض : تحديد استعمال او ممارسة معينة للارض كأن تكون ملائمة لانتاج محصول معين ، او تخصص لاستعمال واحد كأن تكون ملعب ، طريق ، نقل ، مشروع تصريف المياه القذرة ، طمر النفايات

وتعني **قابلية الارض وقدرتها الانتاجية** : الاختبار والمفاضلة بين استعمالات مختلفة مقترحة وتخصيص الارض للاستعمال المناسب [اراضي زراعية ، غابات ، سياحة ، رعي ...] وهل تخصيصها للزراعة افضل من الرعي ؟ هل تخصص لزراعة محصول واحد ذو انتاجية عالية ؟ ام اتباع دورة زراعية وبانتاجية واطئة لجميع المحاصيل ؟

ويتضمن **مفهوم قيمة الارض ومنفعتها** ، التقييم الاقتصادي لاستعمال الارض ومقدار الربح والخسارة

الناجمة عن تغيير استعمالها ، فهو يعني التقييم المالي لاستعمال الارض ، حجم راس المال المطلوب استثماره ، النفقات السنوية التي تتطلبها الارض والمنفعة الممكن الحصول عليها .

وتهدف المرحلة الثانية الى بناء تصنيف للاراضي يعتمد قابليتها وملائمتها للانتاج من خلال تقييم الاستعمالات المختلفة للارض واختيار المشاريع والاستعمالات الملائمة لخصائص الارض ونوعيتها من جهة ، وتحقيق انتاجية عالية من وجهة نظر اقتصادية ومن مقارنة كلفة الانتاج مع مقدار الربح الناجم عن استعمال الارض . ويحتاج مقيم الارض او المستفيد منها الى معلومات كثيرة منها : معلومات اساسية ذات العلاقة بنوعية الارض وخصائصها ، معلومات اقتصادية واجتماعية عن القيمة الاقتصادية لجميع المشاريع المقترحة كل على انفراد . كما تتطلب معلومات عن الاسس المستخدمة لتفضيل مشروع على اخر ، وعندما تصبح المقارنة بين المشاريع ضرورية لاختيار الاهم منها من خلال مسح الموارد الطبيعية المختلفة للارض [واقتراح المشاريع المفضل انشاءها ، وتطويرها على الارض ، مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية وقرار السلطة التنفيذية .

ان الهيئات الادارية قد تعتبر تنفيذ مشروع ما موضوعاً ملحاً يستفيد منه معظم شرائح المجتمع وتعم فائدته اجزاء واسعة من البلاد ولمدة طويلة [مقياس بعيد الامد] عندئذ يجب تقييم الاراضي الفقيرة الانتاجية واعطاءها نفس القدر من الاهمية التي تعطى للاراضي ذات الانتاجية العالية ، ولا تضاف كلفة الانتاج عند تقييم الجدوى الاقتصادية للمشروع ، ولا تؤثر على عملية المفاضلة بين المشاريع المختلفة عند اختبار الاستعمالات المختلفة المقترحة للارض .

ثالثاً : المرحلة الثالثة

تهدف المرحلة الثالثة الى تخصيص الارض لمشروع او استعمال محدد يحقق الفائدة الامثل للمجتمع ، مثلاً : هل تخصص الارض لزراعة بساتين الفاكهة ؟ هل تخصص الارض لبناء مطار ؟ .. مع الاخذ بنظر الاعتبار [عامل الربح والخسارة - الكلفة والربح] .

٤ : ٤ : ٣ دور الجيومورفولوجيا في تقييم الاراضي

تعتبر اشكال سطح الارض والعمليات الجيومورفولوجية عوامل اساسية في تحديد النظم الارضية وقابليتها الانتاجية . ان جيومورفولوجية الموقع او الموضع لها اهميتها في اعداد خرائط استعمال الارض التي اعدت من قبل Mexe, C. S. I. R. O ، مصلحة صيانة التربة الامريكية ، لقد صنفت القدرة الانتاجية لاراضي الولايات المتحدة الى ثلاثة مراتب من :[الوحدات الصغرى الى الكبيرة] : وحدات انتاجية صغرى ، مراتب ثانوية ، مراتب رئيسة ، وان اختلاف التضاريس وتصريف المياه يعتبران عنصرين رئيسيين لاختلاف القدرات الانتاجية للاراضي واختلاف المعوقات الانتاجية مثل شدة الانحدار وعلاقته بشدة تعرية التربة او الفيضان .

فعلى سبيل المثال ومن دراسة لتقييم موضع لانشاء سد على نهر Snake ، اعتمدت ثلاثة معايير [عوامل

طبيعية ، عوامل بيولوجية ، عوامل بشرية] من بين [٤٦] عاملاً لغرض المفاضلة بين [١٢] موضعاً مقترحاً لانشاء السد وهذه العوامل :

١- العوامل الطبيعية وتشمل [اتساع القناة النهرية ، عمق النهر ، سرعة المياه الجارية ، عمق الوادي ، مقدار اتساع النهر . مواد قاع النهر ، انحدار قاع النهر ، مساحة الحوض ، المراتب النهرية ، تعرية الضفاف ، ترسبات القاع] .

٢- العوامل البيولوجية [لون المياه ، عكرة الماء ، المواد المعلقة المنقولة ، خصائص المياه ، الاعشاب والطحالب ، الاشجار والنباتات الكبيرة الحجم ، تلوث المياه ، الكائنات النباتية والحيوانات المائية] .

٣- العوامل البشرية واستعمال الارض [النفايات والاوساخ ، المنشآت الاصطناعية واستعمال الارض ، المدن ، المراكز التاريخية والحضارية] .

المبحث الخامس

٤ : ٥ المناهج المقترحة لتقييم الاراضي

٤ : ٥ : ١ منهج مصلحة صيانة التربة في الولايات المتحدة U. S. D. A

اعتمد المنهج الذي طبقته مصلحة صيانة التربة في الولايات المتحدة على المعلومات الاساسية ذات العلاقة بالبيئة الطبيعية واضافت له المعايير الاجتماعية والاقتصادية لبناء تصنيف تقييم الاراضي ، ان خطة تقييم الاراضي كانت كالاتي :-

اولاً : وضعت قائمة بانواع الاستعمالات للارض وتشمل :-

١- اراضي ملائمة للزراعة الكثيفة جداً .

٢- اراضي ملائمة للزراعة الكثيفة .

٣- اراضي ملائمة للزراعة بشكل معتدل .

٤- اراضي ملائمة لزراعة محدودة .

٥- اراضي ملائمة لرعي كثيف .

٦- اراضي ملائمة لرعي معتدل .

٧- اراضي ملائمة للغابات .

٨- اراضي بور تصلح لمعيشة الحيوانات البرية ، السياحة ، الموارد المائية [خطوط تقسيم المياه] .

ثانياً : يتم تقييم الاراضي وبناء تصنيف ملائمة الارض بتقسيمها الى نوعين :-

١- اراضي ملائمة [S] .

٢- اراضي غير ملائمة [N] .

ويعطى لكل قسم رمزه الخاص . يصنف القسمان الى ثمانية مراتب [Classes] حسب صلاحيتها للاستعمالات السابقة . يعطى لكل مرتبة [رقم لاتيني I . I I ...] من واحد الى ثمانية ، حسب قابليتها الانتاجية وفق [المخطط ١٤] تندرج من اراضي الصنف الاول الخالية من المعوقات او ذات معوقات طفيفة جداً ، الى اراضي الصنف الثامن الغير الصالحة للاستعمال باستثناء تركها على حالتها الطبيعية لمعيشة الحياة البرية او السياحة . وكالاتي :-

١- اراضي الصنف الاول [I] اراضي صالحة للاستعمال الكثيف جداً ، خالية من المعوقات او تمتلك معوقات محدودة .

٢- اراضي الصنف الثاني [II] اراضي صالحة للاستعمال الكثيف تتصف بمعوقات معتدلة تقلل من مدى الاختيار

في نوع المحاصيل المنتجة وتحتاج الى اعمال صيانة وادارة معتدلة .

٣- اراضي الصنف الثالث [III] اراضي صالحة للزراعة بشكل معتدل ، تمتلك معوقات شديدة تقلل من عدد المحاصيل المختارة لغرض زراعتها وتحتاج الى ادارة وصيانة مكثفة .

٤- اراضي الصنف الرابع [IV] اراضي صالحة لرعي محدود ، تمتلك معوقات شديدة تقلل من صلاحيتها للزراعة وفي عدد المحاصيل المختارة للزراعة وتتطلب اعمال ادارة وصيانة مكثفة جداً .

٥- اراضي الصنف الخامس [V] اراضي صالحة للرعي ، تمتلك معوقات شديدة لا يمكن استصلاحها ، وتجعل استغلالها مقتصراً على الرعي والغابات .

٦- اراضي الصنف السادس [VI] اراضي ملائمة للرعي بشكل معتدل غير صالحة للزراعة مطلقاً ، تمتلك معوقات شديدة ، يمكن استغلالها لاغراض الرعي بشكل محدود او غابات وبمقياس يقل عن الصنف الخامس .

٧- اراضي الصنف السابع [VII] اراضي غابات ، تمتلك معوقات شديدة ، تجعلها غير صالحة للزراعة ، يقتصر استعمالها لنمو الغابات او رعي بمقدار محدود جداً يقل عن الصنف السادس .

٨- اراضي الصنف الثامن [VIII] اراضي تمتلك معوقات دائمية لا يمكن تعديلها او ازالتها مطلقاً ، تجعل استغلالها التجاري مستحيلاً ويقتصر استعمالها لاغراض السياحة ، والموارد المائية ومعيشة الكائنات البرية نباتية وحيوانية .

ان اراضي الصنف الاول ملائمة لجميع انواع الاستعمال . ان اراضي الصنف الثاني تكون ملائمة لجميع الاستعمالات عدا الانواع المخصصة لاراضي الصنف الاول . ويتدرج استعمال الاراضي بالتناقص مع ازدياد مرتبة صنف الاراضي ليشمل جميع الاستعمالات المخصصة للاراضي للاصناف الاقل مرتبة .

ثالثاً : تصنف الاراضي من المرتبة الثانية الى المرتبة الثامنة الى مراتب ثانوية [Sub Classes] ، ان المراتب الثانوية تشير الى معوقات تكمن في بيئة الارض ذاتية ، وبدرجات متفاوتة في تأثيرها ، قد تؤدي عند استغلال الارض بشكل رديء الى كوارث شديدة ، هذه المعوقات :-

١- مخاطر ناتجة عن تسارع عمليات التعرية والارساب ويرمز لها [e] .

٢- مخاطر ناتجة عن تغدق التربة والفيضان ويرمز لها [w] .

٣- مخاطر تعيق نمو جذور النباتات [قلة عمق التربة . ازدياد نسبة الصخور جفافها ، ملوحتها وازدياد نسبة الصوديوم] . ويرمز لها [S] .

٤- مخاطر ناجمة عن البرودة الشديدة او الجفاف الشديد ، تعيق النمو الطبيعي للنبات ويرمز لها [C] .

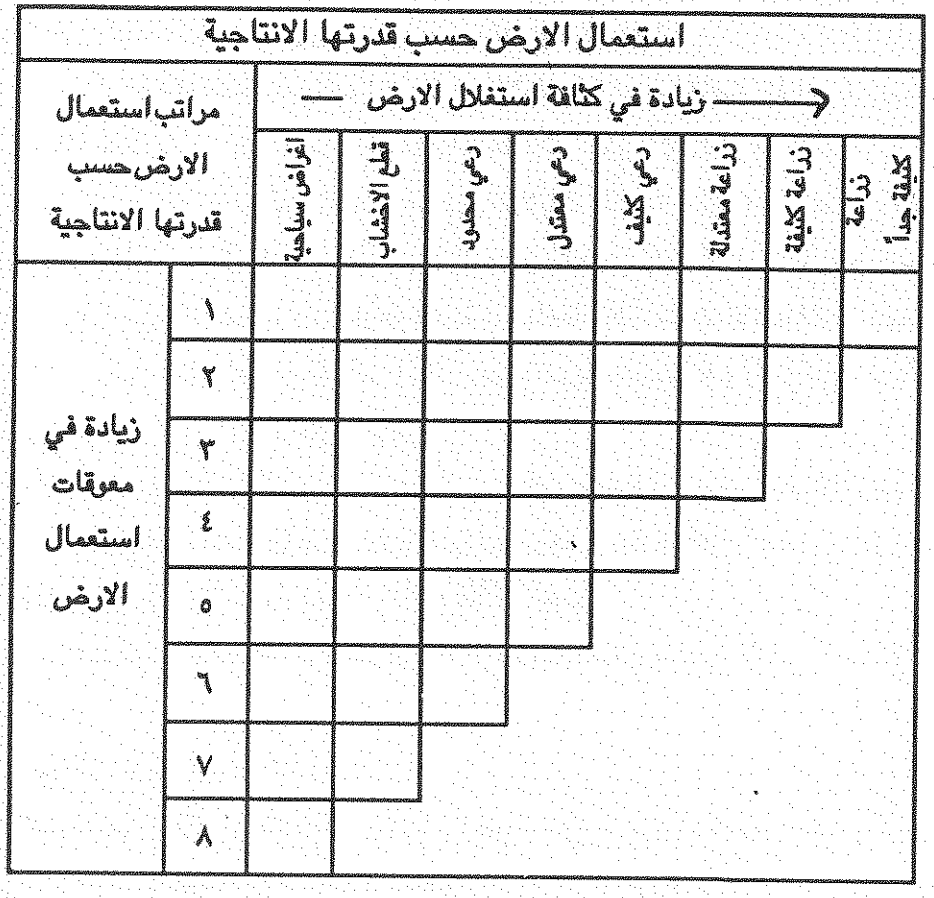
وتشير المعوقات السابقة في حالة وجودها الى :-

١- صلاحية الارض لانتاج محاصيل معينة والممكن زراعتها .

٢- مقدار الادارة المطلوبة لصيانة الارض واستصلاحها .

مخطط [١٤]

يوضح مراتب تصنيف الاراضي حسب قدرتها الانتاجية في الولايات المتحدة الامريكية



٣- القدرة الانتاجية للارض .

وتصنف المعوقات السابقة في حالة وجودها الى نوعين : معوقات دائمية ، معوقات غير دائمية . ويقصد بالمعوقات الدائمية [العوامل الارضية التي تعيق استعمال الارض والتي لا يمكن ازالتها او تعديلها او تقليص اثارها بالتقنيات المتوفرة حالياً مع الاخذ بنظر الاعتبار الجدوى الاقتصادية] . وان المعوقات مثل [ازالة الادغال ، قطع الاشجار وتهيئة الارض للزراعة ، نقص المياه اذا كان بالامكان تعويضها بمشاريع اروائية ..] لا تعتبر معوقات دائمية ، لا تدخل في عملية تقييم الارض وتصنيفها حسب قدرتها الانتاجية .

وتضاف الرموز السابقة الخاصة بالمعوقات الخاصة الى الارقام اللاتينية الخاصة بالمراتب الرئيسة ، وعند وجود ظاهرتين تحددان صلاحية الارض ، يضاف رمز واحد يمثل اشدها تأثيراً مثل [IIIe او IVw] .

لقد اتضح من تطبيق المعوقات السابقة على اراضي الولايات المتحدة ، ان ٣٪ فقط من اراضيها خال من المعوقات والممكن استغلالها بشكل كثيف جداً . وان التعرية الشديدة [e] كانت سبباً لمنع الاستغلال الزراعي الكثيف لما يناهز ٥٠٪ من الاراضي ، وان ملوحة التربة او بناءها [S] منعت الاستغلال الكثيف لما يقرب من ٢٥٪ من الاراضي ، بينما كانت العوامل المناخية [C] ورطوبة التربة والفيضانات [w] كانت سبباً لمنع الاستغلال الكثيف للاراضي بنسبة [٥٪ ، ١٧٪] على التوالي .

رابعاً : تقسم المراتب الثانوية لقابلية الارض الانتاجية الى وحدات صغيرة ، تتصف الوحدة الارضية بتجانسها في صفاتها الثانوية ، تتطلب مقداراً متساوياً من الادارة لصيانتها ويعطى لها اصطلاح [مجاميع ادارة التربة] ويعطى لها رمز [ارقام انكليزية 1 ، 2 ، 3 ..] ، فمثلاً : [VIIe - 4] تعني :

VII : اراضي من الصنف السابع غير ملائمة للزراعة ، ملائمة بشكل محدود للرعي ، تصلح للسياحة واراضي غابات .

e : تتعرض الى مخاطر تعرية وارساب شديدين .

4 : ان التعرية الشديدة جداً ، ازالت الافاق العليا للتربة ، تكونت اخاديد في افاق التربة [C ، B] .

ان اراضي هذا الصنف تتطلب ادارة جيدة عند استعمالها لاغراض الرعي او غابات .

٤ : ٥ : ٢ المنهج الانكليزي لتقييم الاراضي

اعتمد المنهج الانكليزي معايير التضرس والانحدار وسمك التربة لتصنيف اراضي انكلترا ويلز لتقييم قدرتها الانتاجية وكالاتي :

١- اراضي الصنف الاول : تقع على ١٥٠ م عن مستوى سطح البحر ، يقل انحدارها عن ٣° ، عمق تربتها يقل عن ٧٥ سم ، تصلح للزراعة ، لا تمتلك معوقات ، وان وجدت بشكل ضئيل جداً .

٢- اراضي الصنف الثاني : تقع على ارتفاع ٢٣٠ م عن مستوى سطح البحر ، انحدار سطح الارض معتدل ، تصريف المياه معتدل ، وغير كاف ، تمتلك معوقات ثانوية : نسجة تربتها او بناءها غير ملائم بعض الشيء ، لا

يتوفر العمق الكافي لتغلغل الجذور ، ملائمة للزراعة .

٣- اراضي الصنف الثالث : تقع على ارتفاع يقل عن ٣٨٠ م عن سطح البحر ، انحدار شديد لسطح الارض يقل عن ١١ ° ، تمتلك معوقات معتدلة في تأثيرها ، تجعل الانتاج الزراعي يقتصر على محاصيل معينة ، وتحتاج الى عناية جيدة ، فهي اراضي رطبة ذات تصريف رديء ، عمق التربة [٢٥ سم - ٥٠ سم] ، تعيق تغلغل الجذور ، نسجة التربة وبناءها غير ملائمة لبعض المحاصيل الزراعية .

٤- اراضي الصنف الرابع ، تقع على ارتفاع يقل عن ٤٦٠ م عن سطح البحر ، يقل انحدار سطح الارض عن ١٥ ° ، ملائمة للزراعة ، تمتلك معوقات معتدلة في شدتها : تصريف رديء ، تتعرض لخطر الفيضان احياناً . تربة صخرية يقل عمقها عن ٢٥ سم .

٥- اراضي الصنف الخامس ، تقع على ارتفاع يقل عن ٥٣٠ م عن سطح البحر ، انحدار سطح الارض يقل عن ٢٥ ° ، استعمالها يقتصر على الرعي او اراضي غابات : تمتلك معوقات شديدة ومتعددة ، تصريف رديء للمياه او رديء جداً ، لا يمكن تحسينه ، تتعرض للفيضانات باستمرار .

٦- اراضي الصنف السادس ، تقع على ارتفاع يقل عن ٦١٠ م عن مستوى سطح البحر انحدار سطح الارض يزيد عن ٢٥ ° استعمالها يقتصر على اراضي غابات او للرعي بعد استصلاحها . تمتلك معوقات شديدة جداً ، تصريف فقير او رديء للمياه ، تتعرض لخطر الفيضان ، تربة صخرية .

٧- اراضي الصنف السابع ، لا تصلح للزراعة مطلقاً ، تمتلك معوقات شديدة جداً لا يمكن تجاوزها ولا يمكن استصلاح تربتها ، مناطق مستنقعات او هشيم صخري او تربة رملية .

ثانياً : ان تقرير المكانات الارض الزراعية للحصول على الفائدة القصوى من استعمالها مع صيانة مواردها على المدى البعيد ، يتطلب ادارة جيدة للاراضي ، فعلى سبيل المثال :-

١- لا يقتصر استعمال اراضي الصنفين الاول والثاني على محاصيل الحبوب ، على الرغم من المردود العالي عند زراعتها ، بسبب قلة الطلب عليها ، ويفضل زراعتها في اراضي الصنفين الثالث والرابع عند توفر بزل جيد حيث يمكن الحصول على انتاجية عالية .

٢- تخصص اراضي الصنفين الاول والثاني لزراعة المحاصيل الجذرية [البطاطس وبعض انواع الخضر] لكثرة الطلب عليها ، وبسبب :-

أ- تتطلب اعمال الحصاد قلب التربة ، لا تصلح اراضي الصنف الثالث لزراعتها لكثرة امطارها ، وتصبح اعمال قلب التربة صعبة او غير ممكنة .

ب - تخصص اراضي الصنفين الاول والثاني للزراعة الكثيفة ، لمحاصيل تتطلب فصل نمو طويل ، بينما تخصص اراضي الاصناف الاخرى لمحاصيل ذات انتاجية واطئة .

ثالثاً : صنفت الاراضي من المراتب السبعة الى مراتب ثانوية وفق معوقات وعوامل تقلل من انتاجيتها وتضم [الرطوبة ، صفات التربة ، درجة الانحدار ، التعرية ، المناخ]

١- مخاطر الفيضان ورداءة التصريف ، ويرمز لها..... w

٢- مخاطر لها علاقة بسمك التربة ، نسجتها ، بنائها ، ويرمز لها ..... s

٣- مخاطر لها علاقة بطبوغرافية الارض وانحدارها ويرمز لها ..... g

٤- مخاطر لها علاقة بالمناخ ويرمز لها c

٥- مخاطر لها علاقة بشدة التعرية والارساب ويرمز لها ..... e

ثالثاً : ان تصنيف الاراضي كان يهدف الى تقييم ملائمة الاراضي للزراعة ، وان المراتب الاولى من التصنيف تماثل الاربعة الاولى من التصنيف الامريكي ، اما المراتب المتبقية للتصنيفين فتخصص للرعي والغابات . كما اقتصر التقييم على العوامل الطبيعية للارض ، ولم يؤخذ بنظر الاعتبار المعايير الاجتماعية والاقتصادية ، مثل القرب من السوق او توفر وسائل النقل او سهولته ... توضح الصورة [٦] نموذج لتصنيف الاراضي وفق قابليتها الانتاجية طبقاً للنموذج الانكليزي .

٤ : ٥ : ٣ منهج دولة ماليزيا لتقييم الاراضي وتصنيف استعمالها

اختير هذا المنهج نموذجاً لادارة الاراضي في دول العالم النامية . لقد اعتمد برنامج العمل على خرائط طبوغرافية [١ : ٦٣٦٣] ، صور جوية بمقياس [١ : ٢٥٠٠٠] ، خرائط جيولوجية بمقياس صغير ، لاعداد سبعة انواع من الخرائط :-

١- خرائط استعمال الارض الحالي ، تتكون من ٣٢ مرتبة ، اعتمد مفتاح الخارطة وفق توصيات وكالة مسح الاراضي للعالم لاتحاد الجغرافي العالمي .

٢- خرائط العقارات [خاص ، قطاع عام] . تعتبر الاراضي مملوكة للدولة ، وتسمى عقاراً عندما تنتقل ملكيتها الى القطاع الخاص [عقار alienation] ، وتصنف العقارات الى اراضي زراعية ، اراضي تعدين ، اراضي بناء ، المدن . اما القطاع العام [Gazettement] فهي الاراضي المخصصة لاستعمالات محددة مع بقاء ملكيتها للدولة [غابات مثلاً] ، والتي صنفت الى [٦ مراتب] .

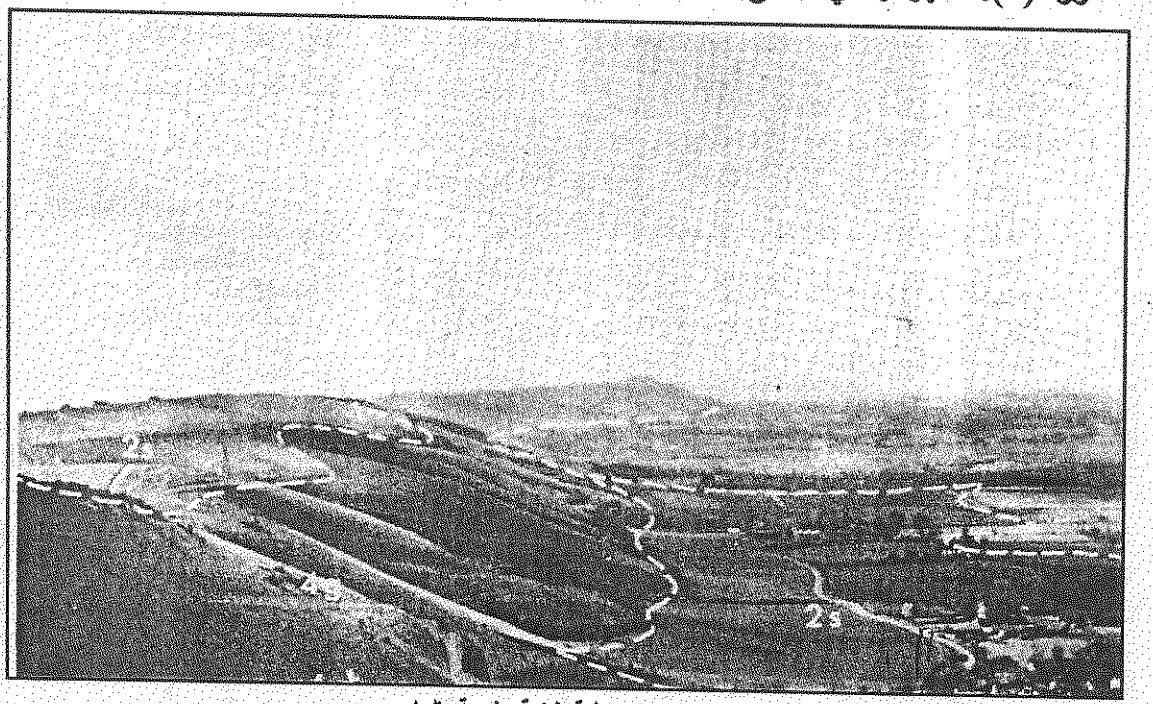
٣- اراضي تحتوي على امكانيات لخامات معادن ، صنفت الى ستة مراتب من تفسير الخرائط الجيولوجية .

٤- اراضي ملائمة للزراعة صنفت الى خمسة مراتب اعدت من الوثائق والتقارير عن مسح التربة ومن الممارسات والخبرات المتراكمة من الاستغلال الزراعي والتربة ، ومعوقات الانتاج الزراعي .

٥- انتاجية الغابات ، ثم تأليف خرائط عن انواع الغابات من تفسير الصور الجوية ، واعمال محدودة للمسح الميداني . صنفت انتاجية الغابات الى خمسة مراتب : الصنف الاول غابات تجارية منتجة تحت ادارة جيدة . الاصناف [٢ - ٥] غابات لا تخضع لادارة جيدة ، قسمت وفق حجم الغابة وعدد الاشجار التي تحتويها .

لقد قسم كل صنف الى مرتبتين ثانويتين . ان الصنفين الاول والخامس الى [غابات ماكروف او ليست غابات

صورة (٦): مظهر ارضي يوضح المراتب الرئيسة والثانوية لاستعمالات الاراضي وقدرتها الانتاجية .



(2s): اراضي طباشيرية جيدة الصرف . (3w) : اراضي واطئة طينية مشبعة بالماء .
(4g): ارضي شديدة الانحدار لها علاقة بنمط التضاريس والتربة

مانكروف] ، الاصناف [٢ ، ٣ ، ٤] الى صنفين وفق نسبة الاشجار التجارية التي تضمها .

٦- الموارد المائية ، وهي خرائط توضح احواض الانهار وخطوط تقسيم المياه ، خطوط المطر المتساوية . صنفت الى صنفين [مستعملة او يعتزم استعمالها . غير مستعملة وتوجد مشاريع وبرامج ري مقترحة لاستعمالها] .

٧- القابلية الانتاجية للارض : تم تأليف هذه الخرائط من خرائط استعمال الارض السابقة [امكانات التعدينية . ملائمة التربة للزراعة . انتاجية الغابات] .

لقد افترض ان اعمال التعدين لها الاسبقية على اعمال النشاط الزراعي ، كما يفضل النشاط الزراعي على اعمال النشاط التجاري لاستغلال الغابات . لقد صنفت الاراضي الى خمسة مراتب :-

أ- اراضي المرتبة الاولى ، تمتلك امكانات عالية لتطوير استغلال الثروة المعدنية .

ب - اراضي المرتبة الثانية تمتلك امكانات عالية لتطوير النشاط الزراعي لانتاج انواع مختلفة من المحاصيل الزراعية .

جـ - اراضي المرتبة الثالثة تمتلك امكانات معتدلة [متوسطة] لتطوير النشاط الزراعي بسبب المعوقات التي تجعلها صالحة لانتاج انواع معينة من المحاصيل الزراعية .

د - اراضي تمتلك تمكانات عالية لتطوير غابات منتجة وانشاء ومزارع تجارية .

هـ - اراضي تمتلك ثروات معدنية محدودة او خالية منها . غير صالحة للزراعة وكما تمتلك امكانات محدودة لتطوير الثروة الغابية ، ولكنها صالحة لنمو الغابات الطبيعية ولصيانة الموارد المائية واحواض الانهار ، مناطق سياحية ولممارسة هواية الصيد ... الخ .

لقد اوضح تقييم الاراضي لدولة ماليزيا عن ما يلي :-

١- يوجد ٢ر٧٠٠ر٠٠٠ هكتار من الاراضي الغير المستعملة والصالحة للزراعة .

٢- ان معظم العقارات التي نقلت ملكيتها الى القطاع الخاص لاستغلالها في الزراعة ، تعتبر غير ملائمة لما خصصت له الا بشكل هامشي محدود .

٣- تبلغ مساحة الاراضي المخصصة للغابات الطبيعية [٣ر٢٤٠ر٠٠٠ هكتار] ، منها [١ر١٣٠ر٠٠٠ هكتار] صالحة للزراعة .

٤- ان [٤ر٢٠٠ر٠٠٠ هكتار] من الاراضي المخصصة للمزارع التجارية المنتظمة غير ملائمة لما خصصت له ، تفتقر الى اعمال الصيانة الاساسية لحماية الارض ، وتماثل صفاتها اراضي الصنف الخامس ، تحتاج الى اعمال الصيانة لمنع تعرية التربة وعمليات تجمع الترسبات في قنوات الانهار ، وحماية الحياة النباتية والحيوانية البرية .

٥- تم تحديد [١٥] منطقة مساحتها [٢٠٠ر٠٠٠ هكتار] من اراضي شبه جزيرة الملايو غير مستغلة ، صالحة للزراعة ، وتوجد اراضي مماثلة في اقليمي [صباح ، ساراواك] .

٦- اعدت برامج جديدة لشق طرق النقل ، بناء مستوطنات ومساكن ، مزارع تجارية لنخيل الزيت ... الخ .

٤ : ٥ : ٤ مسح موارد السطح في البحرين

تبلغ مساحة دولة البحرين [٦٦٣ كم٢] وتساهم واردات النفط ٧٢٪ من الدخل القومي ، وهو مورد قابل للنفاذ . لقد اهتمت الدولة لمسح وتقييم الموارد الطبيعية وتخمين المخاطر المترتبة عن استغلالها لاجل تطوير التجارة والصناعة والسياحة واعمال البستنة .

لقد تم مسح وتقييم موارد السطح في البحرين من قبل فريق من الباحثين ضم اختصاصات اعتمدت الدراسات الجيومورفولوجية ، مسح التربة ، اساساً للعمل ، واستطاع فريق العمل من تأليف [١٨ خارطة] عن :-

١- البناء الجيولوجي والتركيب الصخري .

٢- جيومورفولوجية سطح الارض والترسبات السطحية وخاصة مواد سطح الارض المستعملة لاغراض البناء .

٣- خرائط عن انواع الترب .

٤- قابلية الارض للزراعة واعمال الري .

٥- المخاطر التي تواجه اعمال البناء وخاصة المياه الجوفية المالحة .

لقد كانت اعمال المسح وتحليل المعلومات تتم من خلال تبادل المعلومات بين اعضاء فريق العمل ، كانت اعمال المسح تتم متكاملة ، وكان يستفاد من المعلومات المتوفرة من مرحلة من العمل لبناء معلومات للمرحلة اللاحقة ، كما اعدت خرائط تربة للمناطق ذات المناخ الصحراوي في جنوب البحرين من المسح الجيومورفولوجي لتلك الاراضي ، في حين ساعدت المعلومات المتوفرة من خرائط التربة للساحل الشمالي مفيدة لاغراض المسح الجيومورفولوجي لتلك الجهات .

لقد تم الحصول على معلومات عن نوعية المياه الجوفية وملوحتها خلال اعمال مسح التربة لتقييم قابلية الارض الزراعية ، والمخاطر والمعوقات التي تجابه اعمال البناء ، من خلال اعمال المسح الميداني [لمئة موضع] ، وتضمن المسح الميداني [عمق الماء الجوفي ، ملوحة الماء الجوفي . اخطار الملح ، عمليات المنع على اعمال البناء ، مواد البناء . المعالم الاثارية ، اشكال سطح الارض] ، لاعداد الخرائط النهائية والتقرير النهائي الذي تضمن التوصيات للتخطيط الاقليمي لاستعمال الارض .

قائمة المصادر

اولاً : المصادر العربية

البناء . علي علي [ترجمة] ، بيئة الصحارى الدافئة ، الجمعية الجغرافية الكويتية الكويت ،١٩٨٥ ص ص١٥٦ .

ابو الخير محي محمد الشيخ ، زحف الرمال بمنطقة الاحـــــساء الجمعية ، الجغرافية الكويتية العدد ٦٤ ، ١٩٨٤ ، ص٢٧ .

أبو سمور ، حسن ، حامد الخطيب ، جغرافية الموارد المائية عمان / الاردن ١٩٩٩ ص٢٥٥ .

ابو العينين . حسن سيد احمد ، اصول الجيومورفولوجيا ، دراســة الاشكال التضاريسية لســطح الارض ، الطبعة العاشرة ، بيروت ، ١٩٨٩ .

الشافعي . اسامة مصطفى ، ميكانيكية التربة [اساسيات وخواص التربة] ، الجزء الاول - دار الراتب الجامعية / بيروت ١٩٨٥ ص٢٤١ .

الشامي ، صلاح الدين ، النــدية بين الانسان والطــبيعة ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٧٨ ٩٨٥ ، ص٤٨ .

الشيخ ، مكرم انوار مراد ، البرامج الخاصة بمنظومة المعلومات الجغرافية ، امانة العاصمة / بغداد ١٩٨٧ .

ال سعود ، مشاعل بنت محمد ، الانسياق الرلي وخصائصه الجمعية لصحراء الدهناء ، المملكة العربية السعودية ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الطبعة الاولى ، ١٩٨٦ ، ص ص٢٦٣ .

العامري ، سامي عبود صالح ، تصنيف الاراضي وتحليل بعض خواص التربة المختارة لصحراء الزبير / جنوب العراق ، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية ، دار المعرفة الجامعية ، الرياض ١٩٨٣ .

_____ جغرافية المياه واستخدام الاراضي ، مكتبة الراشد ، الرياض ، ١٩٨٨ ص ص٣٨٣ .

العذاري ، احمد عبد الستار ، جيمورفولوجــية وادي المرج رسالة ماجســتير غير منشورة . جامــعة بغداد

- كلية التربية - ابن رشد - ٢٠٠٠ .

العوضي ، جاسم محمد عبد الله ، حركة الكثبان الهلالية في الكويت مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية العدد ١٢٧ ، ١٩٨٩ ص٤٤ .

الغنيم ، عبد الله يوسف ، طه محمد جاد . اسس البحث الجيومورفولوجي مع الاهتمام بالوسائل العملية المناسبة للبيئة العربية . الطبعة الثانية . الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٢- ١٩٨١ ص٨٧ .

الفرحان ، يحيى عيسى ، التطبيق الهندسي للخرائط الجيومورفوهندسية . مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ١٣ ، ١٩٨٠ ص٧٣ .

الربحاني ، عبد مخور نجم : ظاتهرة التصحر في العراق ، رسالة دكتوراه ، قسم الجغرافية ، كلية الاداب ، جامعة بغداد ، ١٩٨٦ [غير منشورة] .

_____ الاستشعار عن بعد وتطبيقاته - الصور الجوية ، الجزء الاول - عمان ١٩٨٧ ص٢٦٨ .

_____ التخطيط العمراني وتقييم اخطار الفيضانات في المناطق الجافة ، حالة دراسية لمنطقة العقبة ، دراسات - طبعة خاصة ، الجامعية الاردنية ١٩٨٩ ص١٨١-٢٠٥ .

_____ الخرائط الجيومورفولوجية واستعمالاتها مع نظرة خاصة الى الاردن .

امبابي ، نبيل سيد ، محمود محمد عاشور ، الكثبان الرملية في شبه جزيرة قطر - الجزء الاول . جامعة قطر ١٩٨١ ص ص٢٤٤ .

المومني لطفي ، الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجي - دراسة هيدرولوجية لحوض نهر الموجب الرئيسي في الاردن ، وزارة الثقافة / الاردن ١٩٩٧ ص٣٢١ .

النجم . حسن طه [ترجمة] مواد السطح في البحرين - مسح في المصادر واهميته التطبيقية للتخطيط الاقليمي - الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ١١ ١٩٧٩ ص٧٢ .

جاد . طه محمد ، تحليل الخارطة الكنتورية باهتمام جيومورفولوجي . مكتبة الانجلو - مصرية . الطبعة الاولى ١٩٧٨ ص١٤٧ .

داود ، تغلب جرجيس . شكل جوض نهر العظيم وخصائصه . رسالة ماجستير غير منشورة . جامعة بغداد - كلية الاداب ١٩٧٤ .

_____ بعض الخصائص الطبيعية لمنطقة البصرة واثرها على العمليات العسكرية مجلة كلية التربية - الجامعة المستنصرية العدد ٢ ، ١٩٩٥ ، ٤١-٦٠ .

_____ التحديد الامثل لاحواض الانهار في العراق باستخدام الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية . مجلة الجمعية الجغرافية العراقية العدد ٤١ ، ١٩٩٩ ص ٢٤ - ص٤١ .

عبود ، صباح . تصنيف بعض اراضي منطقة البصرة ، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية . رسالة ماجستير غير منشورة - كلية التربية . جامعة البصرة ، ١٩٨٨ .

عبيدو ، ابراهيم علي . الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية . منشأة المعارف - الاسكندرية الطبعة السابعة ١٩٧٩ ص ص٣٩٢ .

علي ، عبد الكريم علي . علم الجغرافية الطبيعية ، جامعة البصرة ١٩٦٨ ص٣٥٠ .

_____ جيوكيمياء المركبات الجغرافية الطبيعية ، مجلة كلية الاداب - ملحق العدد ١٤ جامعة البصرة ١٩٨٠ ص٣٥ .

سلامة ، حسن رمضان . الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية ، الجمعية الجغرافية الكويتية العدد ٤٣ ١٩٨٤ ص ص٦٥ .

قدري ، لؤي ، طارق الحران . اثر تصنيف الاراضي في الاستصلاح . وزارة الزراعة ، مديرية البحوث والمشاريع الزراعية - الجمهورية العراقية . نشرة رقم ١٤٩ ، ١٩٦٦ ص ص٣٠ .

كليو ، عبد الحميد احمد . الانسان كعامل جيومورفولوجي ودوره في العمليات الجيومورفولوجية ص ص٦٣ .

ولي ، ماجد سيد . الكثبان الرملية في سهول مابين النهرين ، اسبابها وطرق الوقاية منها ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية العدد ٢١ ، ١٩٧٨ .

ثانياً : المصادر الاجنبية المختارة

Agriculture Research Council , U.K. Soil Survey Field Hand Book . Adlerd and Sons , London 1976 .

Avery , B.W. and C.L. Bascomb, Soil Survey Labrotary Methods Technical Monograbh, No,b. Harpenden 1974 . p. 83 .

Bates, D.E.B. and J.F. Kirkadly, Field Geology in colour, Fletcher and Sons , Norwich, 1976 . pp. 215 .

Bridges, E.M. World Soils, Cambridge University Press, Second Edition, 1978 . pp. 128 .

Briggs, David, Soils [Sources and Methods in Geography] Butterworth, London, 1977, pp. 182 .

_____ Sedimemes [Sources and Methods in Geography] Butter worth, London, 1977. pp. 190 .

Brunsden, D. Barriers to Geomorphological Changes , In D.S.G Thomas and R.J. Allison, edit Land Sensitivity . John Wiley and Sons, 1993 . p 7-14 .

B.S.I. [British Stamdard Institute] , Methods of Measurments of Liquid Flow in open Channel, Velocity Area Methods, 3680 , part 3 .

Bude I.J. Climatic Geomorphology ;
Tramstated by Lehor Fischer and Detler Busche Prineeton university Press, NewJersey 1980, pp. 434 .

Carter, R.W. Magnitude and Frequency of Flood in Subarea, U.S. Geol. Survey prof. Paper, 424 B, 1961, 9-11 .

chorley, R.J. Geomorphology and General System Theory, Geol. Survey prof. paper, 500 B, 1962 , B 10 .

Chorley, R.J. and Barbara A. Kennedy , physical Geography , System Approach, Prentic Hall, London, 1971, pp. 370 .

Clark, G.R. The Study of Soil in the Field, William clows and Sons, London, 1974, pp . 144 .

Clowes, A. and Peter Comfoet, Process and Land Forms, Oliver and Boyed, NewYork, 1983, pp . 450 .

Cook, R.U. Urban Geomorphology , Geogr. J. 142 . 1976 , p 59 - 65 .

Cook, R.U. and John, C. Doornkamp, Geomorphology in Enviromental Management, an Introduction, elarenden Press, Oxford, 1974, pp 413 .

Cook, R.U. and A. Warren, Geomorphology in Deserts, Batsford, London 1973, pp . 394 .

Costa, J.E. and Victor R. Baker. Surfiesial Geology, John Wiley . Canada, 1981, pp . 498 .

Dauglas, Ion , Field Methods of Water Hardness Determination British Geomorphological Research Group [B.G.R.G.] Technical Bulletin No I 1968, 35 . pp .

_____ Man, Vegetation and Sediments Yield of Rivers. Nature 215 , 1975, p. 925 - 929 .

Dawood, T.J. The Solute lond of the upper Dove Vallay, Derby Shire, Ph.D. unpubilshed Thesis, Geography Dept. Birmingham University . 1984 .

Embelton, C. , D. Brunsden and D.K.C. Johnes, Geomorphology, Present Probremls and Future Prospect; 1978, pp . 279 .

Embelton, c. and John Thornes, Process in Geomorphology , Edward Arnold, 1979, pp . 436

Embelton, C. and W.B. Whalley, Energy, Forces and Response, in clifford Embelton and John Thornes, Process in Geomorphology, Edward Arnold, 1979, p . 1-20 .

United Commision For Asia and Far East ; Fild Methods And Equipments Used in Hydrology and Hydrometeorology, Bangkok, Thailand, 1962, pp . 126 .

Finlayson B. and Ion Statham, Hillslope Analysio [Source and Methods in Geography] , Butter Worth, 1980, pp. 230 .

Gardiner, V. Drainage Basin Morphometry [B.G.B.G.] . Technical Bulletin, No, 20. 1975 .

Gardiner, V. and R. Dackombe, Geomorphological Field Manual. George Allen, London, 1983 , pp. 254 .

Gerrard, A.T.W. Landscape Sensitivity and Change on Dartmmoor In D.S.G. Thomas and R.J. Allison edit Land Sensitivity. John Wiley and Sons, 1993, p. 49-64 .

Gibbon, F.R. and T.N. Rowan and R.C. Downes, The Role of Human in Land Evaluation , In G.A. Stewart, Land Evaluation, edit . Macmillanoof Australia, 1988, p . 231-238 .

Goudie and Others, [B.G.R.G.] Geomorphological Techniques, George Allen, 1981, pp . 392

Gregory k.J. and D.E. Walling, Drainage Basin Form and Processes, [Geomorphological Approaches] , Fletcher and Sons, Norwich, 1975, pp . 456 .

Gregory K.J. Channel and Network Metamorphosis in Northern New South Wales, In, K.J. Gregory . edit, River Channel Changes, John Wiley and Sons 1977. p. 389-406

Guy, H.P. Analysis of Storm Periods Viriable, U.S.Geolg. Survey Prof, 462 E, 1964, 46 pp .

Hack, J.T. Studies of longitudinal Stream Profile in Virginia and Maryland, U.s. Geolg . Survry, Paper 294 B. 1957 p 45-97 .

_____ Interpretation of erosional topography in humid temperate , regions, Amer. J. Sci. 258, 1960, p . 80-97 .

Hails, J.R. Applied Geomorphology, Elsevier Scienti Fic Company, Amesterdan, 1977, pp. 380 .

Institute Of British Geographers, Slopes, Form and Process, Special Publication No. 3, January , 1971 pp. 175 .

_____ Fluvial Processes in Instrumented Watersheds Special Publicatins No. 6, 1974, pp . 210 .

Jackson I.J. Climate, Water, Agriculture in the Tropics. Longman. 1977, pp. 248 .

King, C.A .µ. Techniques in Geomorphology, Edward Arnold , 1975 , pp. 347 .

Knapp, B.J. Elemenes of Geographical Hydrology, George Allen, London, 1979, pp. 82 .

_____ Soli Processes, George Allen, London, 1979, pp. 72 .

Leopold, L.B. and Others, Fiuvial Processes in Geomorphology, Freeman, San Francisco , 1964 , pp . 322 .

Lille Sand, T.M. and Ralph W.Kiefer, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, NewYork, 1979, pp . 611 .

Martens, L.A. Flood in undation and effects of Urbonization in metropolitan Charlotte, N. Carolina, U.S.A. Geolg Survey Water Supply, Paper 1590, 60 pp .

Mabbutt, J.A. Review and Concepts of Land Classification, In C.A. Stewart, Land Evaluation, edit Macmillan of Australia, 1968, P, 11-28 .

Macmahan, H. Stereogram Book of Contours, Hubbard Company 1972 , pp. 32 .

Morgan, R.P.C. Soil Erosion, Topics of Applied Geography, London, 1977. pp. 113 .

Naqash, A.B. and Shaiban k. AL-Shaibani Plies to ceme Terrace System of Tigris River , AL-Fat-ha Area, Iraq, Journal of the Geol. soc. of Iraq, Vol. IX, 1976, p. 25-44 .

Oillier, A. Weathering and Land Forms, Aspect of Geography, Macmillan Education, London, 1976, pp. 360 .

Oillier, C.D. Terrain Classification, Methods, Application and Arincipals in Hails, J.R. Applied Geomorphology, Elsevier Scientific Company, Amesterdam, 1977, p. 277-317

Petts, G.E. Rivers [Sources and Methods in Geography], Butter Worth, 1983 , pp. 228 .

Pugh, J.C. Surveying For Field Scientists, Mathuen and Company, 1975, pp. 230 .

Ritter, D. F. Process Geomorphology, Brown Company, Iowa, 1978, pp . 600 .

Schumm, S.A. Disparity between Present of Denudtion and Ovogeny , Geol. Survey Prof. Paper 454-H, U.S.A , 1963 . 10 p .

_____ Geomorphic Threshold, The Concepts and Its Application , Institute of British Geographers, 1979, Special Paper. 25 . p .

Smith, D.I. Applied Geomorphology and Hydrology of Karst Regions, In, Hails, J.R. Applied Geomorphology, Ibid, pp. 150-180 .

Smith, D.I. and Timothy C. Atchinson, Process, 6 Land Forms and Cilmate in Limestone Regions, in Edward Derby Shire Geomorphology and Climate, edit. John Wiley, 1976, p. 370 - 410 .

Smith, D.I. and Peter Stopp. The river basin, cambridge University press, 1978, pp. 118 .

Statham I. Earth surface Sediments, Transport Contemporary Problems in Geography, Oxford Clarendon, 1977.

Strahler Arthur N. Quantitative Analysia of Watershed Geomorphologym, Trans, Amer. Geoph. Union, Vol.38, No.6, 1957, 913 - 920 .

_____ Quantitative Slope Analysis, Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 67, 1950, 571 - 596 .

_____ Physical Geography, Second Edition, John Wiley, 1960, pp. 543 .

Strahler, A.H. and Arthur N. Strahler, Geography and Man's Enviroments. John Wiley and Sons, U.S.A., 1977, pp. 217 .

Thorunbury, W.P. Principles of Geomoyphology, Second Edition, John Wiley . newYork, 1969, pp . 599 .

Trudgill, S.T. Rock Weathering and Climate, Quantitative and experimental aspects, In, E. Derby Shire, edit Geomorphology and Climate, John Wiley 1976, 59 - 99 .

Weinert, H.H. Cilmates Factors affecting the Weathering of Igneous rovks, Agriculture Meteology, 1965, p. 27 - 42 .

Weyman, Darrell and Valerie, land cape Process . An Introduction to Geomorphology, George Allen, London, Second Edition, 1979. pp. 90 .

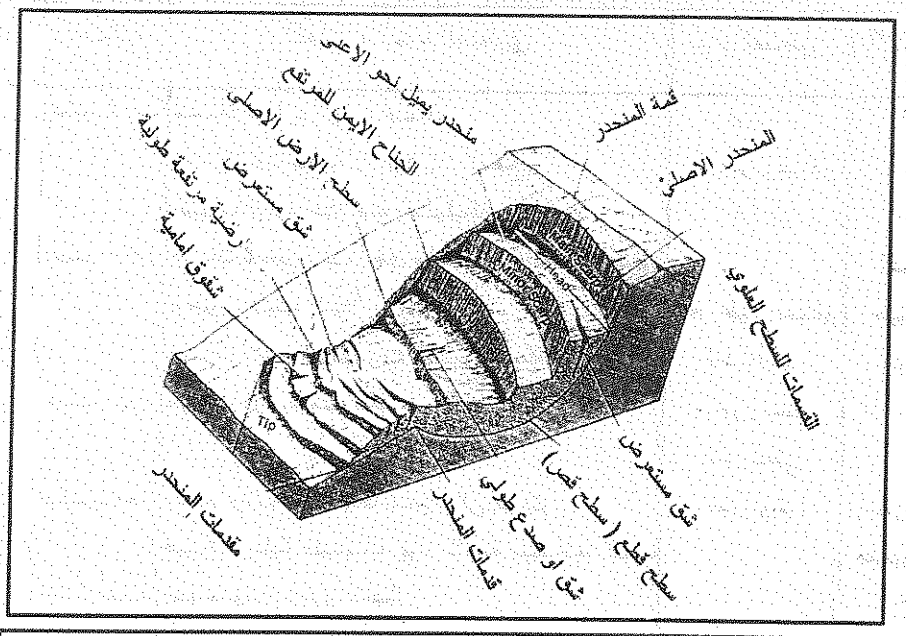
Wolman, M.G. Acycle of Sedimentation and erosion in Urban river channels, Geografiska Annaler, 1967, 49 A, 385 - 395 .

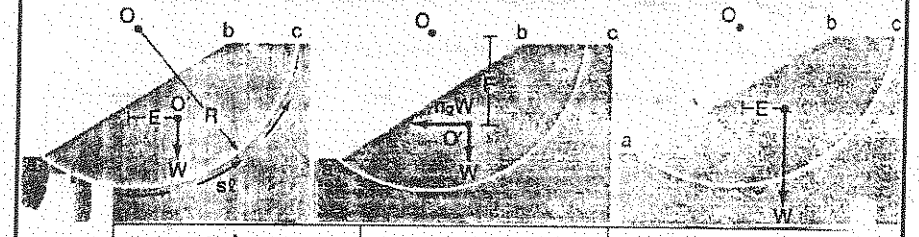
Wolman, M.G. and Miller, J.P. Magnitude and Frequency of forces in geomorphic Processes, J. Geol. 68, 54 - 74 .

World Meteorological Organization [W.M.O] Guide to Hydro Metrological Practices. No. 198, 1965 .

World Meteorologicl Organization Use of Weirs and Flumes in Stream gauging, Technical note No. 117, Geneva, 1971, pp . 57 .

ملحق(١): اشكال سطح الارض المرافقة للانزلاقات الارضية الدورانية ، سطح القص بشكل مقعر مقوس والقوى المؤثرة على حركة مواد سطح الارض .





ج	ب	أ
انزلاق نجم عن زيادة انحدار سطح الارض على امتداد المنحدر ab . يؤدي الى زيادة طول ذراع العتلة E يضيف قوى جديدة الى قوى الحركة مصدرها النشاط البشري او نشاط عمليات التعرية	انزلاق ارضي ناتج عن الزلازل والحركات الارضية تضيف الزلازل قوى حركة جديدة ngw تعمل بشكل افقي ضد قوى الجاذبية o وحول ذراع العتلة $Gs=\frac{SLR}{Ew+ngFw}$ SLR كما في المعادلة أ ngw الحركة الامامية الناجمة عن الانزلاق F طول الذراع الناجم عن الانزلاق	قوى الحركة ، قوى المقاومة للانزلاق مواد سطح الارض . ac : سطح الارض المحتمل انزلاقه يمثل قوس دائرة نصف قطرها OR القوى المحركة : الجاذبية w تؤثر نحو باطن الارض من مركز الجاذبية o تدور بشكل عتلة ، طول ذراعها E قوى المقاومة / جهد القص S تؤثر على امتداد القوس ac حول ذراع العتلة R . حيث : $Gs=\frac{SLR}{Ew}$

ملحق [٢] جدول [١] الصخور الرسوبية [انواعها ، صفاتها]

حجم الحبيبات	الصلابة	المعدن ، البناء الصخري	نوع الصخور	الانماط الثانوية
حبيبات ناعمة	صلبة جداً	سيليكا محاربة ، بقايا اصداف	صوان	
		بقايا كائنات بحرية [راديولاريا ، اسفنج]	صخر صواني غير نقي	
		حبيبات كوارتز متلاحمة بالسيليكا	كوارتز	
حبيبات طينية	صلب - لين	حبيبات بحجم ذرات الطين متماسكة خالية من التشقق		كلسية-مايكا
		صخور متشققة قليلاً - اردواز	صخر طيني متشقق	هيماتايت احمر
		حبيبات ناعمة بحجم ذرات الطين متماسكة	طفل طيني	حديدية،كاربوناتية
غرينية ٢-٠٠٢ مايكرون	صلب - لين	حبيبات غرينية متماسكة	صخور سلتية	
			طفل سلتي	
رملية [٢٠٠-٦٠] مايكرون	صلب جداً	صخور رملية - سيليكا تتحول الى كوارتز	صخور رملية	صخور كلسية ، مايكا
		حبيبات رملية متماسكة بمواد لاحمة سيليكية كلسية		حديدية ، فلدسبار
	لين - صلب	حديدية ومواد اخرى لاحمة		
د		حبيبات رملية متلاحمة بمواد سيليكية - كلسية	صخر رملي خشن الحبيبات	دولومايت
		حديدية ، مع مواد اخرى ونسبة الذرات تصغر عن [٥ ملم]		
متنوعة الاحجام	صلبة	حبيبات متنوعة [رمل ، غرين ، طين] معادنها		
		مختلفة ، تتضمن كوترتز ، فلدسبار ، طين .		
حبيبات خشنة اكبر من ٢ ملم	لين - صلب	شضايا صخرية ذات حافات مدببة حادة متلاحمة بمواد مزيجة ناعمة	بريشيا	انماط ثانوية حسب شضايا الصخور
		شضايا صخرية ذات حافات مدورة متلاحمة بمواد مزيجة ناعمة	كونكلومرات	
المايكا ، صخور حديدية دولومايت ، رملية ارجيدلية	لين - صلب	كاربونات الكالسيوم	صخور كلسية	
		كاربونات كلسية مع بقايا اصداف	كلسية	
		كاربونات كالسيوم من ذرات ناعمة	كالسيوم اوولني	
	صلبة	كاربونات كالسيوم مع حبيبات ناعمة	طينية - كلسية	
	لين	كاربونات كالسيوم مع حبيبات طينية ناعمة جداً	طباشيرية	
	لين - صلب	مواد كاربوناتية سوداء	فحم حجري	كاربوناتية متفحمة

الجداول [١ - ٩] من :-

V. Gardiner and R. Dackombe, Geomorphological Field Manual. London 1984. P.75 .

ملحق [٢] جدول [٢] مصطلحات وصف الصخور وفق الوانها

المصطلح	الدليل	المصطلح	الدليل	المصطلح	الدليل
الوان فاتحة	١	ضارب الى اللون الوردي	١	وردي	١
الوان قاتمة	٢	ضارب الى الحمرة	٢	احمر	٢
		ضارب الى الصفرة	٣	اصفر	٣
		ضارب الى البني	٤	بني	٤
		ضارب الى الزيتوني	٥	زيتوني	٥
		ضارب الى الخضرة	٦	اخضر	٦
		ضارب الى الزرقة	٧	زرقاء	٧
		ضارب الى الرمادي	٨	فضي - رمادي	٨
				ابيض	٩
				اسود	صفر

ملحق [٢] جدول [٣] مصطلحات وصف الصخور وفق اقطار حبيباتها

المصطلح	حجم حبيبات الصخور	الحجم المكافيء او حصى خشن	المرتبة	مدى الرؤية
حبيبات خشنة جداً	اكبر من ٦٠ ملم	صخور كبيرة او حصى خشن	١	يمكن رؤ يته بالعين
حبيبات خشنة	٢-٦٠ ملم	حصى	٢	يمكن رؤيتة بالعين
حبيبات متوسطة	٦٠٠ مايكرون-٢ملم	الرمل	٣	
حبيبات ناعمة	٢-٠٠ مايكرون	الغرين	٤	لايمكن رؤيته بالعين
حبيبات ناعمة جداً	اصغر من ٢ مايكرون	الطين	٥	لايمكن رؤ يتها بالعين

ملحق [٢] جدول [٤] مصطلحات وصف الصخور وفق سطوح الانقطاع

المرتبـــة	نمط سطح الانقطاع	المرتبـــة	نمط سطح الانقطاع
١	نطاق الانكسار	٥	سطح القص
٢	فاصل	٦	صدوع
٣	شقوق	٧	شد صدعي
٤	شستبة	٨	صفائح متقشرة
		٩	طباقية

ملحق [٢] جدول [٥] مصطلحات وصف الصخور وفق متانتها لضربات المطرقة الجيولوجية

المصطلح	متانة الانضغاط	تقدير متانتها اثناء الدراسة الميدانية	مرتبة الصخر
صلب جداً	اكبر من ١٠٠	صخر صلب جداً ينكسر تحت تأثير عدة دقات للمطرقة الجيولوجية	١
صلب	٥٠-١٠٠	صخر صلب يمكن مسكه باليد ، ينكسر بتأثير ضربة واحدة	٢
معتدل الصلابة	٥ر١٢-٥٠	صخر لين ، تنثلم بمقدار ٥ ملم بآله حادة مستدقة الرأس	٣
معتدلة - ضعيفة	٥ر٥-١٢ر٥	يصعب كسره باليد الى شضايا ذات ثلاثة ابعاد	٤
ضعيفة	١ر٢٥-٥	صخر لين جداً ، تفتت بتأثير دقات ادوات جيولوجية مستدقة	٥
لين جداً ، تربة صلبة	٦٠ر٠-١ر٢٥	سريع الانكسار وقابل للتحطم باليد	٦
متصلب ، يابس جداً	٣٠ر٠-٦٠ر٠	تربة يمكن ثلمها او كسرها باليد	٧
متصلب ، يابس	١٥ر٠-٣٠ر٠	تربة لايمكن تشكيلها بالاصابع	٨
متين	٠٨ر٠-١٥ر٠	تربة يمكن تشكيلها بالضغط الشديد بالاصابع	٩
لين	٠٤ر٠-٠٨ر٠	تربة يمكن تشكيلها بالاصابع	١٠

ملحق [٢] جدول [٦] مصطلحات وصف الصخور وفق المسافة الفاصلة بين سطوح الانقطاع

المصطلح	المسافة الفاصلة	مرتبة الصخر
اتساع مفرط	اكبر من ٢ م	١
واسع جداً	٦٠٠ ملم - ٢م	٢
واسع	٢٠٠ ملم - ٦٠٠ ملم	٣
معتدل الاتساع	٦٠ ملم - ٢٠٠ ملم	٤
ضيق معتدل	٢٠ ملم - ٦٠ ملم	٥
ضيق	٢ ملم - ٢٠ ملم	٦
ضيق جداً	اقل من ٢ ملم	٧

ملحق [٢] جدول [٧] مصطلحات وصف الصخور وفق انواع المواد التي تملأ الفراغات البينية لسطوح الانقطاع

طبيعة المادة	المرتبة
خالية	١
تنتشر على السطح	٢
مواد غير متماسكة	٣
طين او مواد طينية غير متماسكة	٤
طين او مواد طينية مشبعة بالماء منتفخة	٥
مواد متلاحمة	٦
مواد تالك او جبس	٧
انواع اخرى	٨

ملحق [٢] جدول [٨]مصطلحات وصف الصخور وفق درجة التجوية

المصطلح	الوصـــــف	درجة التجوية	المرتبة
حديثة	لاتوجد ادلة عن مواد صخرية متأثرة بالتجوية	A_1	١
تجوية ضعيف	لاتوجد الوان متميزة على سطح التجوية	B_1	١
تجوية قليلة	لاتوجد الوان متميزة تشير الى تجوية المواد الصخرية ان عدم وضوح الوان التجوية قد يعود لاستمرار وتجدد التجوية او بسبب ضعف التجوية وقد تبدو تجوية حديثة	II	٢
تجوية معتدلة	اقل من نصف المواد الصخرية متحللة بالتجوية او متحللة الى تربة وتوجد مواد صخرية حديثة او غير متأثرة بالتجوية	III	٣
تجوية شديدة	اكثر من نصف المواد الصخرية متحللة من التجوية او انها متحللة الى تربة ، ،توجد مواد صخرية حديثة غير متأثرة بالتجوية	IV	٤
تجوية كاملة	جميع المواد الصخرية تحللت من التجوية ، او تحللت الى تربة ، معظم الكتلة الصخرية الاصلية [صخر الاساس] لم تتحلل	V	٥
تربة ماكثة	جميع المواد الصخرية تحللت بالتجوية ، تحطم البناء الصخري تغيير كبير في حجم المواد الصخرية لم يتم نقل التربة المتخلفة عن التجوية	VI	٦

ملحق [٢] جدول [٩] مصطلحات وصف وتصنيف الصخور وفق تقدير متانتها

الوصـــــف	متانة الضغط الغير المقيد Mpo	متانة الطول الوضعي Mpo	تقدير ناتج عددالصرفات بالمطرقة الجيولوجية	تقدير المتانة
صخور ضعيفة جداً ، تنهار بتأثير النفخ الشديد او بآلات حادة يمكن قطعها بالسكين . مثل الطباشير ، الملح الصخري ، الفحم	٢٥-٠	١-٠.٤ر	٣٥-١٠	٥
صخور ضعيفة ، تقطع قليلاً او تخدش بسكين حاد ،موضع الخدش او القص ينهار بالنفخ الشديد ،الفحم الحجري ، صخور غرينية	٥٠-٢٥	٢-١	٤٠-٣٥	١٠
صخور معتدلة القوة . لاتخدش بالسكين ، تنهار قليلاً تحت تأثير النفخ الشديد ، الاردواز ، الطفل ، صخور رملية ، صخور طينية	١٠٠-٥٠	٤-٢	٥٠-٤٠	١٤
صخور صلبة جداً ، النماذج المجموعة باليد تنكسر من ضربة واحدة بالمطرقة الجيولوجية	٢٠٠-١٠٠	٨-٤	٦٠-٥٠	١٨
صخور صلبة جداً ، تتطلب عدة ضربات بالمطرقة الجيولوجية لكسر نماذج الصخور	اكبر من ٢٠٠	اكبر من ٨	اكبر من ٦٠	٢٠

ملحق رقم -٣-
تصنيف مفصولات التربة في المختبر بطريقة التسحيح

طريقة العمل :

اولاً : <u>تحديد مفصولات الحبيبات الرملية الخشنة</u>

١- يعد نموذج من التربة الجافة لايزيد وزنه عن [١٠٠غم] ، في ظروف رطوبة هواء الغرفة او يجفف بوضعه في قوى لاتزيد درجة حرارته عن ٣٠ °م .

٢- يوضع النموذج الجاف في اناء ، ويضاف اليه ٢٠٠ مليلتر من ماء مقطر ، [٢٥] مليلتر من محلول [كالگون Calgon] تركيز ١٠٪ [Sodium Hexameto phasphote] لتشتيت الحبيبات .

٣- يسد الاناء بأحكام ، ويثبت في جهاز هزاز لمدة ٢٤ ساعة لتشتيت الحبيبات .

٤- تفصل مفصولات الرمل - عن مفصولات الطين - الغرين ، بعد انتهاء اعمال الربح بغسل نموذج التربة بماء التربة بماء مقطر . يوضع منخل قطر فتحاته [٦٣ مايكرون] توضع فوق كأس كبير حجم [١٠٠٠ مليلتر] ، تتجمع حبيبات الرمل في المنخل ، بينما تتجمع الذرات الناعمة من الغرين والطين في الكأس الزجاجية ، يسد الكأس الزجاجي بأحكام ويحفظ المحلول لتحليله لاحقاً .

٥- يثبت المنخل فوق وعاء معدنـــي ، تجفف محتوياته بوصفه في فرن لاتزيد درجة حرارته عن ١٠٥م ولمدة ٢٤ ساعة .

٦- ينقل نموذج مفصولات الرمل من المنخل الى كأس زجاجي مثبت وزنه سابقاً ثم يوزن ثانية مع الرمل لاستخراج الوزن الكلي لمفصولات الرمل في نموذج التربة .

٧- تنـظم مجمـوعة مناخـل مع وعاء معدني وترتب فوق بعضها وفق حجم اقطار فتحاتها وكالاتي :- [٢ر٠ر١ر٧ ، ١ر١٨ ، ٠ر٨٥٠ ، ٦ر٠ ٤٢٥ ، ٣ر٠ ، ٢١٢ر٠ ١٥ر٠ ١٠٦ر٠ ، ٠ر٠٧٥ ، ٠ر٠٦٣] مع الوعاء المعدني .

٨- يفرغ في المنخل العلوي محتويات الكأس الزجاجية من مفصولات الرمل ، وتنضف في الفرشاة للتأكد من خلو الكأس الكامل من الرمل .

٩- ترسب الرمال وفق اقطار حبيباتها بوضع مجموعة المناخل في ماكنة هزازه لمدة ٢٠ دقيقة .

١٠- تنقل محتويات المناخل من مفصولات الرمل الى كؤوس زجاجية موزونة مسبقاً ، مثبت عليها علامات تشير الى اقطار الحبيبات ، موزونة مسبقاً ، ثم يعاد وزنها ثانية ، لاستخراج وزن الحبيبات حيث :-

وزن الحبيبات = وزن الكؤوس مع الرمل - وزن الكؤوس فارغة .

ثانياً : تحديد مفصولات الحبيبات الناعمة من الطين والغرين

١- يؤخذ نموذج من محلول الطين والغرين [الفقرة الرابعة] وبمقدار ١٠٠ ملليليتر توضع في اسطوانة مدرجة كبيرة بحجم ٥٠٠ مليلتر ويضاف اليها ماء مقطر بحجم ٤٠٠ ملليليتر ليصبح المجوع ٥٠٠ ملليليتر .

٢- توضع الاسطوانة المدرجة ٥٠٠ ملليليتر التي تحتوي على نموذج محلول الطين والغرين في حمام مائي بدرجة حرارة ٢٠م [حاوية تحتوي على ماء] .

٣- يسحب [١٠ ملليليتر] من محلول الغرين - الطين على فترات زمنية محددة ، ومن اعماق معينة عن سطح المحلول في الاسطوانة المدرجة باستخدام [انبوبة ماصة مدرجة Pipette] . وكما موضح في الجدول التالي :-

الزمن من وقت الابتداء	العمق [سم]	حجم النموذج	حجم الحبيبات	
			O	مايكرون
٢٠ ثانية	٢٠	١٠	٤	٦٢ر٥
دقيقة ، ٥٧ ثانية	١٠	١٠	٥	٣١ر٢
٧ دقائق ، ٤٨ ثانية	١٠	١٠	٦	١٥ر٦
٣١ دقيقة ، ١١ ثانية	١٠	١٠	٧	٧ر٨
٦٢ دقيقة ، ٢٢ ثاتية	٥	١٠	٨	٣ر٩
٤ ساعات ، ٩ دقائق	٥	١٠	٩	١ر٩٥

٤- ينقل نموذج محلول الطين والغرين لكل حالة الى وعاء بحجم مناسب موزون سابقاً ، ويوضع في فرن لمدة ٢٤ ساعة ، ثم ينقل وعاء تجفيف لتبريده ، ويعاد وزنه ثانياً لتحديد وزن النمو الجاف من الغرين والطين .

٥- تحديد النسبة المئوية لمفصولات التربة لكل حجم من تطبيق النسبة والتناسب كالاتي :-

$$\frac{\text{حجم النموذج [١٠٠ غم]}}{\text{مجموع اوزان النماذج المسحوبة بالسحاحة}} \times \frac{\text{نسبة حبيبات الطين لكل نموذج/ مجموع وزن الطين - الغرين}}{\text{مجموع حبيبات الطين}}$$

ملحق [٤] جدول [١] مصطلحات وصف حجم وشكل المكتلات وشضايا الترب

الشكل / الحجم	عريض/مسطح Platy	موشوري Prismitic	كتل ذات زوايا blochy	كتل قليلة الـــــزوايا	حبيبي Granalar
ناعم	سطح ناعم يقل قطر الحبيبة عن ٢ ملم	منشورية ناعمة تقل عن ٢٠ ملم	كتل ناعمة ذات زوايا تقل عن ١٠ ملم	كتل قليلة الزوايا تقل عن ١٠ ملم	حبيبات ناعمة تقل عن ٢ ملم
متوسط	سطح متوسط ٢-٥ ملم	موشوري متوسط ٢٠-٥٠ ملم	كتل متوسطة الحجم ١٠-٢٠ ملم	كتل قليلة الزوايا متوسطة ١٠-٢٠ مل	حبيبات متوسطة ٢-٥ ملم
خشن	سطح خشن ٥-١٠ ملم	موشوري خشن ٥٠-١٠٠ ملم	كتل ذات زوايا خشنة ٢٠-٥٠ ملم	كتل قليلة الزوايا الخشنة ٢٠-٥٠ ملم	حبيبات خشنة ٥-١٠ ملم
خشن جداً	سطح خشن جداً	موشوري خشن جداً اكبر من ١٠٠ ملم	كتل ذات زوايا خشنة جداً اكبر من ٥٠ملم	كتل ذات زوايا خشنة جداً اكبر من ٥٠ ملم	حبيبات خشنة جداً اكبر من ١٠ ملم

ملحق [٤] جدول [٢] مصطلحات وصف تلاحم التربة

المصطلح / الوصف	نتائج الوصف
غير متلاحمة	يضعف تماسك التربة عندما تتسع بالماء لمدة ساعة واحدة
ضعيفة التلاحم جداً	يمكن سحقها بالضغط عليها برؤوس الاصابع والابهام
ضعيفة التلاحم	لايمكن سحقها عند الضغط عليها برؤوس الاصابع او الابهام ، لكنها تنسحق عند وضعها على سطح صلب والضغط عليها بواسطة القدم
قوية التلاحم	لاتنسحق بوضعها تحت قدم الانسان ، لكنها تنكسر وتنسحق عند ضربها بالمطرقة
قوية التلاحم جداً	لاتنسحق عند ضربها بالمطرقة

ملحق [٤] جدول [٣] مصطلحات وصف اللدونة القصوى للتربة

المصطلح	الاختبار والوصف
غير لدنة	لايمكن تشكيل لفة اسطوانية طولها ٤٠ ملم وقطرها ٦ ملم
قليلة اللدونة	لايمكن تشكيل لفة اسطوانية طولها ٤٠ ملم وقطرها ٦ ملم ولكنها تحافظ على قوامها يمكن
متوسطة اللدونة	تشكيل لفة اسطوانية طولها ٤٠ ملم وقطرها ٤ ملم وتحافظ على قوامها ولكن تشكيل لفة اسطوانية بقطر ٢ ملم لاتحافظ على قوامها
لدنة جداً	يمكن تشكيل لفة اسطوانية طولها ٤٠ ملم وبقطر ٢ ملم وتحافظ على قوامها

ملحق [٤] جدول [٤] المصطلحات لوصف انتشار بقايا النباتات في التربة

مقدار الانتشار	عدد الجذور في ١٠٠ سم٢	
	جذور ناعمة جداً - ناعمة	جذور متوسطة - خشنة
قليلة الانتشار	١-١٠	١ او ٢
شائعة	١٠-٢٥	٢ - ٥
غزيرة	٢٥-٢٠٠	تزيد عن ٥
كثيرة	تزيد عن ٢٠٠	-

ملحق [٤] جدول [٥] المصطلحات لوصف مقدار كاربونات الكالسيوم في التربة

الوصف / المصطلح	مقدار ٪ CaCo3	التفاعل يمكن سماعه	التأثيرات المرئية
لاتحتوي على CaCo3	تقل عن ٥٪	يمكن سماع التفاعل	لايوجد
تحتوي على نسبة ضئيلة جداً	٥ر٠ ، -ر١	بالكاد يمكن سماع التفاعل	لايوجد
تحتوي على نسبة ضئيلة	-ر١ - -ر٢	يمكن سماع التفاعل بشكل معتدل	تفاعلات بسيطة بالكاد يمكن رؤيتها
تحتوي على نسبة معتدلة	٠ر٢ - -ر٥	تفاعل يسمع بشكل متميز	تفاعلات يكم مشاهدتها بسهولة
تربة كلسية	٠ر٥ - -ر١٠	تفاعل يسمع بسهولة	تفاعلات متوسطة الفقاعات ترتفع الى٣ ملم
تربة كلسية جداً	تزيد عن -ر١٠	تفاعل يسمع بسهولة	تفاعلات قوية جداً ، فقاعات كبيرة

ملحق [٤] جدول [٦] المصطلحات وصف افاق التربة

الافق	الافق الثانوي	الوصـــــــف
A		افق معدني قريب من سطح الارض ، يتصف باندماجه بالمواد العضوية المتحللة والمبعثرة بسبب العمليات الزراعية
	Ah	افق A غير محروث
	Ap	افق A مختلط بعمليات الحراثة
E		افق ثانوي تحت سطح الارض لونه فاتح ويحتوي على القليل من المواد العضوية ، يختلف عن الافق العلوي بلونه الفاتح وقلة مواده العضوية
	Ea	افق خالٍ من التبرقش بالمركبات الحديدية
	Eb	افق يسوده اللون البني لخلوه من اكاسيد الحديد
B		افق تحت سطح الارض خالٍ من الصخور يتسم بتراكم كلا من : سيليكات طينية ، الحديد والالمنيوم او المواد العضوية المتحللة او كلاهما ، حيث تتأثر المواد المعدنية الاصلية بالتجوية بعملية ذوبان وغسل للمركبات الكاربونية
	Bf	افق واضح جداً غني بالحديد والكاربون ، لونه يتراوح بين الاسود والاحمر البني لايزيد سمكه عن ٥ ملم
	Bn	افق B يحتوي على مواد عضوية منقولة
	Bs	افق B غني بالاكاسيد
	Bt	افق B غني بالسيليكات الطينية مكوناً طبقة داخلية صلبة
	Bw	افق B يحتوي على بقايا منقولة من التجوية والغسل
C		افق يحتوي على معادن ضعيفة التماسك او غير متماسكة وبقايا مواد منقولة من الافاق العليا [B ,E , A]
	Cu	افق غير طباقي لايحتوي على ادلة العمليات اختزال شديدة
	Cr	مواد ضعيفة التماسك قليلة التحول او التغير متماسكة تمنع تغلغل جذور النباتات خلالها
	Ck	افق يضم تجمعات ثانوية لكاربونات الكالسيوم
	CY	افق يضم تجمعات ثانوية للجبس
R		صخور صلبة او صلبة جداً بأستثناء حالات وجود شقوق صخرية غير متأثرة بالتجوية

المصدر :- E.M. Bridges, World Soils, London. Second Edition, 1978. p. 11 .

ان قياس مفصولات التربة ، وضعها ، تصنيفها وفق المعايير والاوصاف السابقة للحبيبات الناعمة الطينية ، الغرينية ، الرملية ، تفيد الدراسات التي لها علاقة بالتربة والزراعة .

ان الدراسات العلمية التي لها علاقة بالعمليات الجيومورفولوجية [مائية ، جليدية ، حركة مواد سطح الارض . .] تتطلب تحليل دقيق لمفصولات التربة والترسبات المنقولة لغرض :-

١- فهم عمليات النقل والارساب في الوقت الحاضر والماضي .

٢- انها دراسة في غاية الاهمية للعمليات الجيومورفولوجية المعاصرة والتعرف على المناخات القديمة .

وتستخدم مصطلحات دقيقة لقياس حجم الحبيبات ، وصفها ، تصنيفها باستخدام مصطلحات دقيقة . وتستعمل وحدات النظام المتري [ملم ، سم] ، فالحبيبات الطينية تضم الذرات التي تقل احجامها عن [٠ر٠٠٢ ملم] ، الحبيبات الغرينية تتراوح حبيباتها [٠ر٠٠٢ - ٠ر٠٠٦ ملم] ، الحبيبات الرملية [٠ر٠٠٦ - ٠ر٢ ملم] كما يستعمل المايكرومتر [Wm] لقياس الحبيبات . ان المايكرومتر [Wm = ٠ر٠٠٠١ ملم] . ان حبيبات الرمل بحجم [٠ر٠٨ ملم = ٨٠ مايكرومتر] .

ومن جهة اخرى ، قد لايكون النظام المتري كافياً لتمثيل وقياس حجم الحبيبات ، لان الحبيبات تتوزع وفق صيغة لوغاريتمية . ان مراتب الحبيبات تتوزع بشكل منتظم تتجمع معظم الحبيبات في المراتب الحجمية الوسطى ، ويقل تركيز الحبيبات في المراتب العليا (الحبيبات الخشنة) ، والمراتب الدنيا [الحبيبات الناعمة] ، لذلك يبدو المنحنى البياني لتوزيع الحبيبات بشكل ناقوس ، جرس . ويستعمل مقياس [phi] بلدلالة على المقياس اللوغاريتمي . حيث :-

phi = لو ٢ (د) ، ان د = قطر الحبيبات .

ملحق [٤] جدول [٧] مراتب احجام حبيبات الترسبات بالمقياس [ملم ، مايكرومتر ، phi]

حجم phi	حجم [ملم]	حجم [Wm]	تصنيف وينتورث Wentoworth
-٦ر	٦٤	٦٤٠٠٠	زلـــــط
-٥ر٥	٤٤ر٨	٤٤٨٠٠	٦٠ر٠٠٠ ملم
-٥	٣٢	٣٢٠٠٠	حصى خشن
-٤ر٥	٢٢ر٤	٢٢٤٠٠	
-٤	١٦ر	١٦٠٠٠	٢٠ر٠٠٠ ملم
-٣ر٥	١١ر٢	١١٢٠٠	حصى متوسط الحجم
-٣	٨ر	٨٠٠٠	
-٢ر٥	٥ر٦	٥٦٠٠	٦ر٠٠٠ ملم
-٢	٤	٤٠٠٠	حصى ناعم
-١ر٥	٢ر٨	٢٨٠٠	
-١	٢	٢٠٠٠	٢٠٠ ملم
-٠ر٥	١ر٤	١٤٠٠	
٠	١	١٠٠٠	رمل خشن
٠ر٥	٧١ر٠	٧١٠	٦٠ر٠ ملم
١ر	٥٠ر٠	٥٠٠	
١ر٥	٣٥٥ر٠	٣٥٥	رمل متوسط الحجم
٢	٢٥ر٠	٢٥٠	٢٥٠ ر٠ ملم
٢ر٥	١٨ر٠	١٨٠	
٣	١٢٥ر٠	١٢٥	
٣ر٥	٠٩٠ر٠	٩٠	رمل ناعم
٤	٠٦٣ر٠	٦٣	٠٦٠ ر٠ ملم
٤ر٥	٠٤٥ر٠	٤٥	
٥	٠٣٢ر٠	٣٢	غرين نخشن
٥ر٥	٠٢٣ر٠	٢٣	٠٢٠ر٠ ملم
٦	٠١٦ر٠	١٦	
٦ر٥	٠١١ر٠	١١	
٧	٠٠٨ر٠	-٨ر	غرين متوسط
٧ر٥	٠٠٥٥ر٠	٥ر٥	٠٠٦٠ر٠ ملم
٨ر	٠٠٤ر٠	٤ر	غرين ناعم
٨ر٥	٠٠٢٧٥ر٠	٢٧٥ر٢	٠٠٢٠ر٠ ملم
٩ر	١٠٠٢ر	٢ر	
٩ر٥	٠٠١٣٨ر٠	١٣٨ر١	طين
١٠ر	٠٠٠١ر٠	١ر	

ملحق [٥]

تمرين عملي عن القانون الاول للتحليل المورفومتري لاحواض الانهار

الموضوع : قانون عدد الانهار

ان عدد القنوات من المرتب المختلفة المؤلف منها حوض النهر ، تشكل متوالية هندسية ، اساسها عدد انهار المرتبة الارلى ، ويقل عدد القنوات مع ازدياد المرتبة وبنسبة ثابتة يطلق عليها نسبة التشعب .

وتوجد طريقتان لتحديد نسبة التشعب [ن ت] .

اولاً : طريقة هورثن التضريبية حين ان :-

$$\text{ن ت} = \frac{\text{عدد انهار المرتبة ما}}{\text{عدد انهار المرتبة الاعلى}}$$

فعلى سبيـــل المثال ، يقسم حوض النـــهر [شكل - ٣٨-] الى المرتب وعدد القنوات المؤ شرة ازاءها التالية :-

المرتبة	عدد القنوات	نسبة التشعب
١	٥٥	
٢	١١	٥
٣	٣	٣٫٦٦٧
٤	١	٣

متوسط نسبة التشعب ٣٫٨٨٩

ثانياً : الطريقة الاحصائية :

للاستدلال عن نسبة التشعب النموذجية ، من تمثيل نسبة التشعب بشكل خط الانحدار للعلاقة بين المرتبة النهرية [الفاعل المستقل - س -] ، واعداد القنوات النهرية [لوغاريتم العامل التابع - ص -] ، حيث ان افضل قيمة حسابية لنسبة التشعب [ن ت] = عكس لوغاريتم معامل الانحدار [b] وباستخدام معادلة خط الانحدار لو ص = b+a [س-سَ] .

ويتم استخراج قيمة [b] من معادلة خط الانحدار البسيطة من الدرجة الاولى ، وفق الصيغة التالية :-

مراتب حوض النهر س	عدد القنوات لمراتب حوض النهر ص	لوغاريتم عدد القنوات لو ص	مربع مراتب حوض النهر س٢	مربع لوغاريتم عدد القنوات (لو ص)٢	حاصل ضرب المرتبة وعدد القنوات س . ص
١	٥٥	١ر٧٤٠٣	١	٣ر٠٢٨٦	١ر٧٤٠٣
٢	١١	١ر٠٤١٤	٤	١ر٠٨٤٥	٢ر٠٨٢٨
٣	٣	٠ر٤٧٧١	٩	٠ر٢٢٧٦	١ر٤٣١٣
٤	١	صفر	١٦	صفر	صفر
مجموع [س]=١٠ متوسط [سَ] =٢ر٥		مجموع [ص]= ٣ر٢٥٨٨ متوسط[صَ] = ٠ر٨١٤٧	مجموع [س٢] = ٣٠	مجموع [لو ص٢] = ٤ر٣٤٠٧	مجموع س . ص =٥ر٢٥٤٤

١- استخراج مجموع مربعات انحرافات العامل المستقل [س ss] :-

$$= \text{مجموع س}^2 - \frac{\text{مجموع [س]}^2}{\text{عدد المراتب}}$$

$$= ٣٠ - \frac{[١٠]^2}{٤}$$

$$= ٣٠ - \frac{١٠٠}{٤} = ٣٠ - ٢٥ = ٥$$

٢- استخراج مجموع مربعات انحرافات العامل التابع [ص ss] :-

$$= \text{مجموع ص}^2 - \frac{\text{مجموع [ص]}^2}{\text{عدد المراتب}}$$

س- استخراج مجموع مربعات انحرافات العاملين المستقل والتابع (SP)

= مجموع س . ص - $\frac{[\text{مج س}] \times [\text{مج ص}]}{\text{عدد المراتب}}$

= ٥ر٢٥٤٤ - $\frac{[١٠] * [٣ر٢٥٨٨]}{٤}$

= ٥ر٢٥٤٤ - $\frac{٣٢ر٥١٨}{٤}$ = ٥ر٢٥٤٤ - ٨ر١٤٧ = [-] ٤ر٨٩٤٨

$$= ٣٤٠٧ر٤ - \frac{[٣ر٢٥٨٨]^{٢}}{٤}$$

تابع لفقره رقم (٤)

٤- تستخرج قيمة [لو b] من المعادلة التالية :-

$$\text{لو } b = \frac{Sp}{ss_{\text{س}}}$$

$$= \frac{- ٢ر٨٩٢٨}{٥} = [- ٥٧٨٦ر٠ \text{ نسبة التشعب الاحصائية}]$$

٥- يستخرج عدد القنوات لكل مرتبة من القيمة الاحصائية لنسبة التشعب [ن ت = -٥٧٨٦ر٠] بتطبيق معادلة خط الانحدار وفق الصيغة التالية :-

لو ص = b+a [س-سَ] ، حيث :-

لو ص = العدد الاحصائي للانهار من مرتبة [س] .

a = متوسط العامل التابع [صَ] .

سَ = متوسط عدد مراتب حوض النهر .

وم ثم :-

أ- ان عدد قنوات انهار المرتبة الاولى وفق التقدير الاحصائي :

لوص = ٨١٤٧ر٠ + [-٥٨٦ر٠ (١-٥ر٢)] .

= ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (-٥ر١)] .

= ١ر٦٨٢٦ ، وان عكس لو ١ر٦٨٢٦ = ٤٨ر١٥ ، وبعبارة اخرى ، ان العدد الاحصائي للقنوات من المرتبة الاولى [٤٨] تقريباً وهو يقل عن العدد الحقيقي لانهار المرتبة الاولى البالغة [٥٥ نهراً] .

ب - ان عدد القنوات انهار المرتبة التالية وفق التقدير الاحصائي :

لو ص٢ = ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (٢-٥ر٣)] .

= ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (-٥ر٠)] .

= ١ر٠٤ وان عكس لو ١ر٠٤ = ١٢ر٧٠٥ ، وبعبارة اخرى ان العدد الاحصائي للقنوات من

المرتبة الثانية حوالي ١٣ نهر ، وهو يزيد عن العدد الحقيقي لانهار المرتبة الثانية البالغة [١١ نهر] .

جـ- ان عدد قنوات انهار المرتبة الثالثة وفق التقدير الاحصائي :-

لو ص٣ = ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (٣-٥ر٢)] .

= ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (٥ر٠)] .

= لو ٥٢٥٤ر٠ ان عكس لو ٥٢٥٤ر٠ = ٣ر٣٥٣ وبعبارة اخرى ان العدد الاحصائي للقنوات من المرتبة الثالثة تزيد عن [٣] والذي هو العدد الحقيقي لانهار المرتبة الثالثة .

د- ان عدد قنوات انهار المرتبة الرابعة وفق التقدير الاحصائي :-

لو ص٣ = ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (٤-٥ر٢)] .

= ٨١٤٧ر٠ + [-٥٧٨٦ر٠ (٥ر١)] .

= لو - ٠٥٣٢ر٠ ان عكس [لو - ٠٥٣٢ر٠] = ٨٨٥ر٠ ، اي ان العدد الاحصائي لقنوات انهار المرتبة الرابعة يقل عن [١] الذي هو العدد الحقيقي .

٦- يرسم شكل بياني ، يمثل العامل المستقل [المراتب النهرية -س-] على المحور الافقي وتمثل اعداد [القنوات النهرية -ص-] على المحور العمودي ، ويرسم خط الانحدار لنسبة التشعب وفق الاسلوبين التقديري والاحصائي [لاحظ الشكل المرفق -١٦-] ، وان الشذوذ في توزيع الاحداثيات يعود الى العوامل والعمليات الجيومورفولوجية ، شكل الحوض ... راجع [المخطط ٣ ، ٥] .

٧- يمكن اتباع الطريقة نفسها لتمثيل العلاقة بين مراتب الانهار وصفات الحوض الاخرى لتطبيق القوانين المورفومترية الاخرى . [طول الانهار ، مساحة احواض الانهار ...] .

٨- ويمكن اتباع الطريقة ذاتها لرسم منحنى المعايرة للعلاقة بين منسوب الماد والتصريف المائي لتقدير حجم التصريف المائي من قراءة القيم اللوغاريتمية لمنسوب الماء بتطبيق معادلة خط الانحدار بالصيغة التالية : لو ص = (لو س)b حيث :-

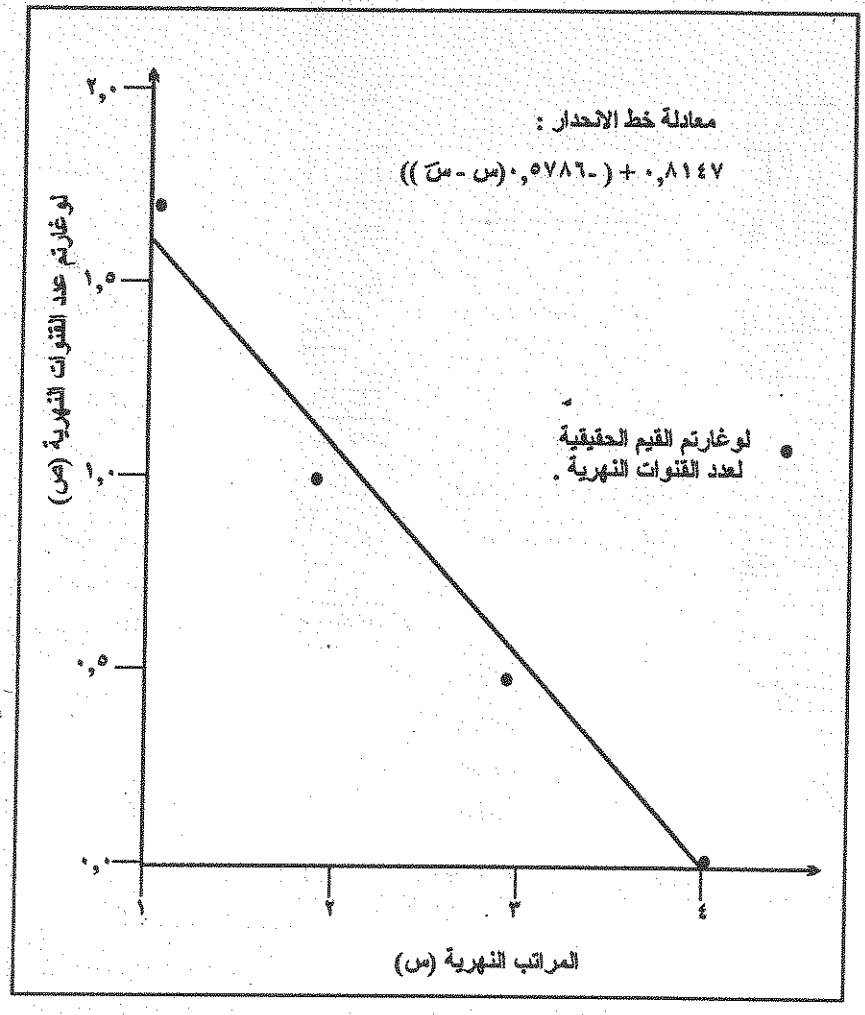
لوص = لوغاريتم التصريف المائي .

a = متوسط القيمة اللوغاريتمية للتصريف المائي .

لو س = لوغاريتم منسوب الماء للتصريف المائي (لو ص) .

b = القيمة اللوغاريتمية لمعادلة الانحدار .

شكل (٦٤) : خط الانحدار للعلاقة بين مراتب الانهار وعدد الانهار .



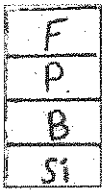
ملحق (٦): رموز تمثيل اشكال سطح الارض لتأليف الخرائط المورفولوجية والجيومورفولوجية .

اولا : رموز الصخور .

امثلة على الصخور الرسوبية :-

كونكلومرات
بريشيا
صخور رملية
صخور سلتية
صخور طينية
صحور الطفل
صخور كلسية
صخور طباشيرية
صخور دولومايت
صخور الصوان
صخور الهالايت (المتبخرات)
صخور جبسية
صخور الانهايدرايت
فحم حجري (اللكنايت)

صخور رملية وحصوية
صخور رملية – سلتية
صخور رملية – طينية
صخور سلتية – رملية
صخور سلتية – طينية
صخور طينية – غرينية
صخور طينية – رملية
صخور – كلسية سرانية
صخور كلسية – دولومايتية
صخور كلسية – ارجيليلية
صخور كلسية – صوانية



حديدية
فوسفاتية
بتيومينية
سيليكية

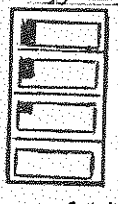
امثلة على الصخور النارية :

١). صخور نارية باطنية :

كرانيت
ديورايت . سيانايت
كابرو
بيريدوتايت

كرانيت بورفيري
مايكرو ديورايت –سيانايت بورفيري
مايكركابرو – ديولرايت

رموز للصفات المائية والجيولوجية للتربة والصخور :



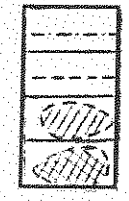
صخور مائية .

صخور حاوية للماء جزئيا .

صخور كتيمة شبه حاوية للمياه

صخور غير حاوية للمياه .

رموز عامة : جيومورفولوجيه . للعمليات المائية . حركة مواد سطح الارض . اشكال ارضيـــة لتعريـــة جليدية قديمة .



اراضي مرتفعة

اراضي غائرة

اراضي محفورة .

اراضي مناجم ملئت ثانية

مستنقعات

مقلع

مقلع حصو

اهوار

سبخ طيني

محاجر

بحيرات وبرك

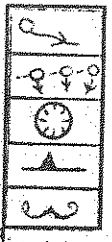
مقلع رملية

اراضي نتجت عن انخسافات ارضية

انهار ، السهم يشير الى اتجاه جريان الماء

انهار ، نقاط تجديد .

ينابيع



نزيز

بالوعات انهيارية

ركام

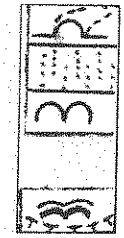
شاطئ

بالوعات اذابة

كثبان

ترسبات بحرية اوخليجية

شاطئ رملية حصوي



ممرات كهوف

رمال متحركه

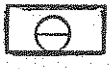
ترسبات مياه عذبة

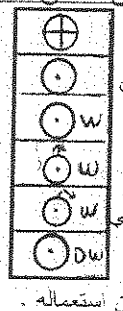
مصاطب نهرية بنائية

مصاطب نهرية غير محددة المنشأ

مصاطب نهرية تحاتية

أبار سبر الاعماق اتفاق ، مناجم





منجم متروك

بئر سبر الاعماق

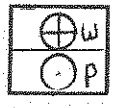
بئر مائي

أبئر مائي فصلي

بئر انوازي دائمي

بئر مائي جاف

بئر متروك يمكن استعماله .



حفر سبر اعماق عن النفط او الغاز الطبيعي

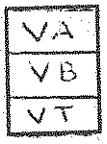
٢). صخور بركانية :

ريولايت

انديسايت

بازالت

٣)- فلز بركاني



تكتلات بركانية

بريشيا بركانية

توفا

وتستعمل مع رموز لصخور بركانية : مثل تكتلات بركانية ريولاتية توفا انديسايت .

امثلة على الصخور المتحولة :

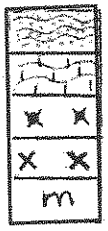
صخور متحولة اقليمية

المسايت

الشيست النايس

النايس

مكماتايت



كورتزايت

صخور كلسية متحولة

امفيبولايت

سربنتنايت

صخور متحولة بالتماس

امثلة على انماط التربة :

تربة غير متلاحمة

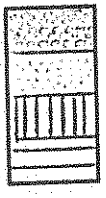
تربة صخرية

الحصى

الرمل

السلت

الطين



تربة حصوية

تربة رملية

تربة سلتية

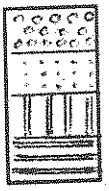
تربة طينية

كونكلومرات

صخور رملية

صخر سلتية

صخور طينية



جلاميد : حصاة كبيرة

قواقع

نسيج نباتي متفحم

جلمودية

صدفية

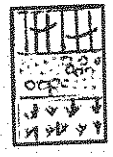
متفحمة

رموز متممة :

سلتية صدفية

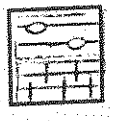
رملية حصوية

سلتية متفحمة

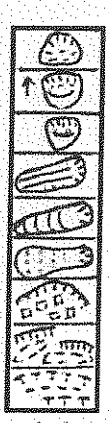


طينية جلمودية

طينية سلتية



رموز حركة مواد سطح الارض :



انزلاقات ارضية غير محدودة

انزلاقات ارضية دورانية

انزلاقات ارضية اخدودية .

انسيابات ترابية

انزلاقات طينية

انهيارات رملية

تساقط صخري

انزلاقات ارضية متتابعة

انزلاقات ارضية متقطعة .

انزلاقات ارضية دورانية لترسبات ركامية وسطحية

انسيابات طينية

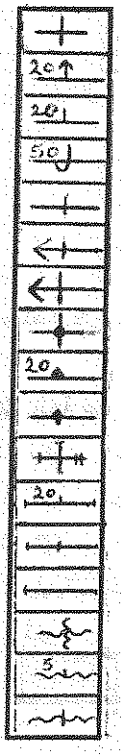
مدرجات من انسيابات طينية

زحف تربة

منحدرات تالوس (اكوام هشيم

مخروط لاكوام هشيم .

رموز لظواهر بنائية :



طبقات افقية

طبقات مائلة السهم يحدد درجة الميل واتجاهه .

طبقات مائلة ميل الطبقات طبيعي .

طبقات مائلة ميل الطبقات معكوس .

طبقات عمودية .

طبقات معتدلة الميل

طبقات شديدة الميل

شقوق افقية

شقوق مائلة

شقوق عمودية

محور التواء افقي

محور التواء مائل

محور التواء عمودي .

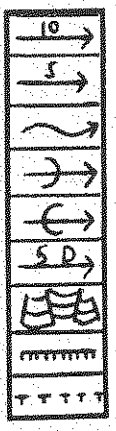
محور التواء اتجاه مضرب الطبقات غير معروف

نطاق القص افقي .

نطاق القص مائل ز

نطاق القص عمودي .

المنحدرات :

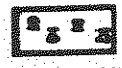


انحدار السطح بالدرجات الى ٥٥
انحدار بطيء لسطح الارض اقل من ٣
انحدار سطح ارض متموجة .
انحدار محدب
انحدار مقعر .
ميل المنحدر تقوس سطح الارض بالدرجات
جروف . انحدار يزيد عن ٥٥
حافة صخرية حادة .
حافة صخرية مدورة .

انقطاع المنحدرات ، مدورة .

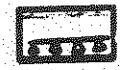
محدب مقعر

وقد يستعملان معا

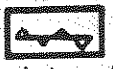
محدب مقعر 

وقد يستعمل كل منهما على انفراد ويشيران الى الجهة الشديدة الانحدار .

انقطاع شديد للمنحدر :

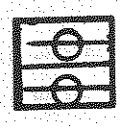
محدب مقعر 

وقد يدمجان معا

محدب  مقعر

وقد يستعمل كل منهما على انفراد ويشيران الى الجانب الشديد الانحدار .

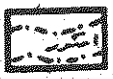
اشكال ناتجة عن التعرية الجليدية :

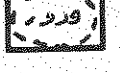


حركة الجليد السهم يشير الى اتجاه حركة الجليد
حركة الجليد غير معلوم اتجاه حركة الجليد .

قنوات مائية سابقا انهار جليدية
قنوات جليدية مطمورة .

جلمود كبير

ثلاجة اسكوز  درملن



قدور جليدية

الكم

٤ر ٥٥١
ت ٧٨٢ تغلب جرجيس داود
علم اشكال سطح الارض التطبيقي :
الجيومورفولوجيا التطبيقية / تأليف
تغلب جرجيس داود .. بغداد : الجامعة
المستنصرية ، ٢٠٠٢ .
ص : ارضي ؛ ٤٢ سم .
١ ـ الجيومورفولوجيا أ ـ العنوان

م . و
٢٠٠٢ / ٩٣٠

المكتبة الوطنية (الفهرسة اثناء النشر)

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد
٩٣٠ لسنة ٢٠٠٢

الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة / فرع البصرة