مقدمـة

منذ أن خلق الله سبحانه وتعالى كوكب الأرض وجعله مسخراً للإنسان ، وإلى أن يرث الله الأرض ومن عليها ، كانت الرسالة الإلهية المبلغة عن طريق الرسل والأنبياء عليهم السلام الذين اصطفاهم الله عز وجل ، هي توحيد الله وعبادته ، وإعمار الأرض والحفاظ على سطحها وما تحتويه من ماء وهواء وتراب لتظل كما أرادها الله عز وجل ، قال تعالى: ﴿ الذِي جَعَلَ لَكُمُ الأَرْضَ مَهْداً ، وَ سَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلاً ، وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجاً مِن نَّبَاتٍ شَتَّى (٥٣) كُلُواْ وَارْعَواْ أَنْعَامَكُمْ ، إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لأُوْلِي النُّهَى (٥٤) مِنْهَا خَلَقنَاكُمْ وَفِيهَا نُعِيدُكُمْ وَمِنهَا نُخْرِجُكُمْ تَارَةً أُخْرَى (٥٥) ﴾ سورة طه (٥٣ - ٥٥)

وهكذا ظل هذا التعايش على مر الحقب والدهور بين الإنسان وبيئته إلى أن ظهرت الحضارة المعاصرة ، حيث بدأ الإنسان يخترع ويطور صناعته ، وحقق الكثير من التقدم ولكن صاحبت هذه الإنجازات آثار سالبة على بيئته الطبيعية المتوازنة، وكثرت أخطاؤه نحوها ، وأصاب هذه البيئة الضرر وظهرت المشاكل البيئة المختلفة مثل التلوث البيئي ، وثقب الأوزون وغيرها (صباريني ، ١٩٩١م) . وتحقق قول الله تعالى في كتابه الكريم: ﴿ ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي البرِ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرجِعُونَ ﴾. سورة الروم (٤١).

وكانت النتيجة الطبيعية لذلك أن يتوجه العلماء إلى إيجاد الحلول للمشاكل المختلفة التي نتجت عن هذا التطوّر وعن هذا الاختلال الطبيعي غير المتوازن فنشأ بذلك علم جيولوجيا البيئة وهو العلم الذي يبحث في علاقة الإنسان ببيئته الطبيعية (من ماء وهواء ، وصخر وتراب) واستفادته منها ، ومن ثم مساهمته إلى حد كبير في حدوث عدم توازن لهذه البيئة مما يؤدي إلى حدوث كثير من المشاكل المرتبطة بذلك (Keller , 1988) ولابد من الإشارة إلى أن البيئة (Environment) هي مجموعة الظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير على حياة الكائنات (Coch, 1990) ، وتنقسم إلى قسمين كبيرين مختلفين وهما البيئة الحيوية (Live Environment) ، والبيئة الطبيعية (Natural Environment) ، فالبيئة الحيوية هي كل ما يختص بحياة الإنسان من تكاثر وتشمل أيضًا علاقة الإنسان بالمخلوقات الحية الحيوانية والنباتية التي تعيش معه في مكان واحد ، أما البيئة الطبيعية فتشمل موارد المياه للشرب ، والنفايات وكيفية التخلص منها ، والتربة والمساكن ، والجو ونقاوته أو تلوثه وكذلك حالة الطقس ، وغير ذلك من الخصائص الطبيعية البحتة للوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي (أرناؤوط ، ١٩٩٣م) .

سوف نبرز في هذا الكتاب أهمية المخاطر الجيولوجية الطبيعية مثل البراكين والزلازل والفيضانات ومخاطر الشواطئ ، وكذلك سوف نستعرض بعض المشاكل الناتجة عن استخدام الطاقة كجزء من البيئة الطبيعية . وسوف نستعرض المشاكل البيئية الناتجة بسبب الإنسان وبقدرة الله كالانخسافات الأرضية ، والانزلاقات الصخرية ، وانجراف التربة وغيرها .

أهمية دراسة الأخطار الجيولوجية

لقد تطرقنا إلى أن علم جيولوجيا البيئة يهدف إلى إيجاد العلاقة بين الإنسان وبيئته الطبيعية التي يعيش فيها ، وإن الله عز وجل خلق هذه البيئة متوازنةً طبيعية، إلى أن أخل الإنسان بهذا التوازن نتيجة لحاجته إلى التطوير وإيجاد سبل الراحة لنفسه (عبد المقصود

، ١٩٨٦م). ويواجه البشر في حياتهم المشاكل الطبيعية والبيئية المتنوعة مثل الفيضانات والانزلاقات الصخرية ، وأطلق على كل هذه الأحداث اسم المخاطر الجيولوجية (Geologic Hazards)، وهي يمكن أن تكون طبيعية (Natural) مثل الزلازل والبراكين وتأخذ وقتا أطول من غيرها لكي تحدث وتسبب المشكلة ، أوقد تنشأ المخاطر الجيولوجية بفعل الإنسان (Man made) وغالبا ما تحدث أسرع من الطبيعية حيث أن عامل الوقت في مثل هذه الظواهر قد يتسبب فيه الإنسان مثل التعرية والحرائق والتفجيرات النووية وغيراها (العودات ، ١٩٩٣م).

وتأتى أهمية دراسة الأخطار الجيولوجية للأسباب التالية :

١- مع التزايد السكاني الذي تعانيه الأرض ، بدأ الإنسان يستغل معظم ثرواته الطبيعية مثل (النفط - ومناجم الفحم ، والحديد والألماس والذهب) وفي محاولته لتحقيق الاستغلال الأمثل لهذه الثروات كان لا بد من التركيز على التقليل من الأخطار التي قد تنشأ نتيجة لهذا الاستغلال حتى لا يمثل ضررًا على الحياة الطبيعية.

٢- تقليل الأخطار الناتجة عن الفيضانات والانخسافات الأرضية للمناطق التي تعيش فيها مجموعات كبيرة من الناس ، وبذلك يمكن تقليل الخسائر المحتملة في الأرواح والممتلكات.

٣- بمعرفته لهذه الأخطار مسبقًا يمكن للمهندس المسؤول أن يأخذ في الحسبان عملية اختيار شكل المباني ونوعيتها وكذلك تفادي الأماكن التي تستوجب منه الاهتمام مثل المناطق ذات الفجوات الطبيعية (Solution Cavities) ، التي تنتج عن تآكل الصخور الجيرية مثلاً (Lundgren, 1998).

تعتمد الجيولوجيا البيئية على عدة مبادئ هامة ومن هذه المبادئ التي سوف نركز عليها ما يلي (Keller, 1988 و Fritsch, 1980) :

المفاهيم الأساسية للبيئة

المفهوم الأول؛

المشكلة الأولى هي التزايد المستمر في تعداد سكان الأرض.

إن تأثير الإنسان على البيئية بازدياد مستمر وسريع جدا بسبب الازدياد الناتج عن عدد السكان على الأرض،ويعرف التأثير البيئي النهائي على أنه حاصل ضرب تأثير الفرد الواحد في عدد السكان .وكما تدل الإحصاءات على أن ازدياد عدد سكان الأرض المطرد يؤدي إلى ازدياد الحاجة للموارد الطبيعية والذي بدوره يؤدي إلى استنزاف الموارد البيئية .لذلك يترتب على زيادة عدد سكان الأرض أولا استنزاف الموارد المائية السطحية والجوفية، وثانيا زيادة مخاطر النفايات المتراكمة سواء كانت الصناعية أو البشرية والتي تؤدي إلى ازدياد التلوث البيئي، وثالثا تعرض عدد كبير من البشر للمخاطر الطبيعية مثل الفيضانات، الأعاصير، البراكين، الانزلاقات الأرضية، والزلازل لأن معظم التمركز البشري موجود ضمن مناطق خطرة من الوجهة الجيولوجية.

لذلك يجب التحكم بحجم بالازدياد المطرد في عدد سكان الأرض وذلك يحدث إما عن طريق طبيعي مباشر من قبل الطبيعة بفعل الكوارث البيئية الطبيعية كالفيضانات والأعاصير والانفجارات البراكين والانزلاقات الأرضية والزلازل، ويحدث التحكم أيضا عن طريق غير

مباشر من قبل الإنسان إما بواسطة عملية تحديد النسل أو عن طريق المجاعات التي تحدث بسبب عملية التصحر أو عن طريق الأوبئة المختلفة.

المفهوم الثاني؛

إن الأرض عبارة عن نظام مغلق، لذلك من الأهمية معرفة معدل التغيرات البيئية والتغذية الاسترجاعية ضمن هذا النظام حتى يستطيع الإنسان أن يحل المشاكل البيئية المترتبة عليها(Feedback) .

النظام عبارة عن أي جزء منعزل من الكون الذي يتأثر بفعل عوامل متغيرة، يمكن أن يكون أحد الكواكب، بركان، أو محيط مائي .معظم الأنظمة تشتمل على عوامل ومكونات مختلفة تتفاعل مع بعضها البعض، وكل جزء من هذه العوامل يتحكم بالأجزاء أو المكونات الأخرى المختلفة.

ويمكن اعتبار أن الأرض عبارة عن نظام مغلق واحد، وهذا النظام يحتوي على أربعة مكونات أو أجزاء رئيسية تعرف بالأغلفة وهي :الغلاف الجوي، الغلاف المائي، الغلاف اليابس، الغلاف الحيوي .وهذه الأوساط المختلفة الممثلة بالغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الصخري تتفاعل وتتكامل وتتضافر مع بعضها البعض بصورة متزنة من أجل توفير الأمن والسلام للعناصر الحيوية المتمثلة بالمملكة النباتية والحيوانية والإنسان التي يشملها الغلاف الحيوي .لذلك أي تغير أو خلل ينشأ في أحد هذه الأجزاء) الأغلفة(يؤثر تأثيرا مباشرا على الأجزاء الأخرى، مثلا الحركات البانية للجبال تؤدي إلى وجود اختلاف في طبقات الجو

المحيطة وخلق بيئات جديدة ممطرة وأخرى جافة وذلك بسبب الاختلاف في حركة الهواء ودرجة الرطوبة والحرارة .وأيضا درجة تبخر مياه المحيطات والبحار تؤدي إلى تقليل أو زيادة الرطوبة النسبية للهواء أو الغلاف الجوي، وهذه معرضة لتغيرات طبيعية مرحلية ضمن أي منطقة من مناطق الكرة الأرضية .ونرى أيضا أن ماء المطر المتساقط على الأرض يعود مرة أخرى إلى البحار والمحيطات بفعل عملية الجريان السطحي وعملية التسرب الرأسية من خلال التربة السطحية والجانبية ضمن الماء الجوفي. وأيضا ماء المطر والرطوبة تحفز عمليات التجوية الكيميائية والتجوية الفيزيائية التي تؤدي إلى تكون الفتات الصخري المتعدد الحجوم وهو بحد ذاته ينقل على هيئة رواسب بواسطة الماء الجاري والهواء والثلاجات.

وهذه الرواسب التي تكونت بفعل عمليات التجوية والتعرية ونقلت ومن ثم ترسبت تتحول بالمستقبل إلى صخور جديدة بفعل عمليات اللحم والالتصاق بواسطة معادن جديدة أو بسبب الضغط الحاصر الواقع على الصخور (Confined Pressure) .

ولفهم ودراسة وحل المشاكل المترتبة على التغيرات البيئية يجب معرفة وتحديد معدل التغذية الاسترجاعية

لكل عامل ضمن أي نظام، ومعرفة وتحديد معدلات النمو للموارد الطبيعية المتجددة والغير متجددة، وتحديد التغيرات الفيزيائية وأهميتها ضمن أي نظام.

المفهوم الثالث؛

الأرض المكان الوحيد الملائم للحياة، ومواردها تعتبر محدودة.

ينص هذا المفهوم على أن الأرض تعتبر المكان الوحيد الصالح للحياة ضمن هذه المجرة، لكن مواردها المختلفة معظمها قابل للنضوب أجلا أم عاجلا، لذلك يجب رفع معدل معالجة المواد

المختلفة المستغلة في الصناعة وأيضا معالجة النفايات الصلبة والسائلة للحد من الاستهلاك الشره للإنسان للموارد الطبيعية وأيضا تقليل التلوث البيئي الناتج عن النفايات المختلفة المتراكمة عبر مئات السنين وذلك للحد من انتشار الأوبئة والتصحر البيئي.

المفهوم الرابع؛

التغيرات الفيزيائية التي شكلت الأرض بدأت مع بداية خلق الأرض وتشكلها واستمرت حتى الوقت الحاضر (4600مليون سنة تقريبا). لكن قوتها وتكرارها وترددها معرض للتغيرات الطبيعية، وأخرى غير طبيعية مصطنعة من قبل الإنسان.

المفهوم الجيولوجي " الحاضر هو مفتاح الماضي "الذي نصه العالم جيمز هتون في سنة 1785يدل على أن والعمليات (Endogenetic Processes) التغيرات الطبيعية والتي تشتمل على العمليات الطبيعية الداخلية التي تؤثر على الأرض في وقتنا الحاضر تعتبر مشابهة لتلك (Exogenetic Processes) الطبيعية الخارجية العمليات الطبيعية التي أثرت على كوكب الأرض منذ نشأتها الأولى .لكن من الحقائق العلمية التي أثبتها العلماء أن هذه التغيرات الطبيعية غير ثابتة القوة على مرور الوقت، فالتغيرات الطبيعية مع بداية تكون الأرض كانت مختلفة القوة خاصة إذا عرفنا أن كيميائية الغلاف الجوي والمائي كانت مختلفة عن ما هوعليه

الآن فهي كانت أكثر حمضية وأن الأرض بالبداية كانت عبارة عن كتلة من المواد المصهورة ثم بدأت بالتبريد والانفصال على هيئة أغلفة صخرية مختلفة التكوين والحالة.

ويجب أن نفهم مدى تأثير الإنسان وعملياته الغير طبيعية على البيئة من حيث زيادة أو تقليل أثر العوامل الطبيعية وتكرارها، مثلا تحدث بعض العمليات البيئية الطبيعية بصورة متكررة وغير طبيعية بسبب تدخل الإنسان في البيئة مثل الفيضانات النهرية والانزلاقات الأرضية بسبب سوء عملية البناء والإنشاء، والزلازل بسبب ضخ مواد سائلة مختلفة داخل الآبار الجوفية أو عن طريق التفجيرات الذرية التحت سطحية أو بسبب إقامة السدود على قشرة أرضية هشة.

المفهوم الخامس؛

كانت ومازالت توجد عمليات فيزيائية طبيعية خطرة على الإنسان .فهذه المخاطر الطبيعية يجب أن تفهم وتدرس حتى يتلافاها الإنسان على قدر المستطاع .ويجب أن يقلل من تأثيرها وتهديدها للأرواح البشرية والمرافق الحياتية والحيوية.

وهي العوامل التي (Endogenetic Processes) إن العمليات الفيزيائية الطبيعية مثل العمليات الطبيعية الداخلية يكون مصدرها باطن الأرض التي تشتمل على الانفجارات البركانية والزلازل وعملية تزحزح القارات وتشكل تضاريس الأرض المختلفة مثل مناطق

حلقة النار أو سلسلة النار وهي المناطق المحيطة بالمحيط الهادي ما هي إلا عمليات تدمير للقشرة الأرضية خاصة أثناء حدوثها، وإذا كانت هذه المناطق المعرضة لمثل هذه العمليات مواقع سكنى للإنسان فذلك يؤدي حتميا إلى قتل آلاف من البشر بالإضافة إلى تدمير المنشآت السكنية والصناعية وتأثر اقتصاد تلك الدول التي تعرضت لمثل هذا الدمار .أما العمليات الطبيعية التي تعمل على سطح الأرض أو قريبا من السطح والتي تشمل عمليات (Exogenetic Processes)الخارجية التجوية الكيميائية والفيزيائية والتعرية والنقل والترسيب والانزلاقات الأرضية كلها عمليات تتأثر وتعتمد على طبيعة وشدة الأمطار، ونوع العواصف وتكرارها ضمن أي منطقة في العالم، وعملية تسرب مياه الأمطار إلى المياه الجوفية بعد سقوطه، ومعدل التبخر والنتح، وطبيعة الغطاء النباتي، وطبوغرافية سطح الأرض. الهدف من دراسة هذا المفهوم هو يجب على العلماء تحديد مواقع الضعف في القشرة الأرضية التي تتعرض للعمليات الطبيعية الداخلية والخارجية، وتحديد معدلات التكرار والمدة، حتى تعرف الدول أنها مناطق خطرة يجب الابتعاد عنها وثم إعطاء هذه المعلومات إلى الجهات المختصة بالتخطيط العمراني لتحديد مواقع بديله لسكنى الإنسان، لتفادي أو تقليل العواقب الوخيمة التي تترتب على حصول الكوارث الطبيعية .لكن مازال الإنسان يقطن وبكثافة مناطق خطرة ومازالت هذه العمليات تحصد آلاف البشر سنويا وتؤدي إلى دمار في المنشآت والموارد الزراعية .العمليات التي يقوم بها الإنسان تصنف ضمن العوامل الخارجية لكن له أيضا تأثير على بعض العوامل الداخلية خاصة حدوث الزلازل كما أشرنا سابقا والتلوث. فالتلوث يعتبر من آثار التغيرات البيئية سواء الطبيعية أو غير الطبيعية وهو كان

ومازال موجود من بداية_وجود الإنسان على الأرض لكنه كان مقتصرا على مناطق صغيرة محدودة محلية التي يسكنها الإنسان الأول والمجتمعات الحضرية الأولية مما أدى إلى وجود الأمراض والأوبئة.

المفهوم السادس؛

استغلال الأرض والماء يجب أن ينمى ا ويحفز حتى نصل إلى نظام متوازن بين الاعتبارات الاقتصادية والعوامل الأخرى المساعدة لحياة الإنسان.

الأرض هي الوعاء أو المسكن الذي يحتفظ بالماء، فالأنهار والبحار وأعماق الأرض هي أشكال مختلفة لوجود الماء، فهناك حضارات كثيرة مثل الفرعونية وبلاد الرافدين استغلت الأنهار استغلالا أمثل حتى بنت الأهرامات كما في مصر وحدائق بابل في العراق، وكلها تدل على حسن استغلال الأنهار. وهذه الآثار تدل على واقع وتفكير الأمم السابقة ودرجة ومستوى العلوم التي كانت سائدة آنذاك، وواقعنا الحالي يدل على عكس ذلك .فالإنسان بتخبطه وسوء استغلاله للأرض وإسرافه في الماء سواء للشرب أو الزراعة أو الصناعة أدى إلى ظاهرة تملح التربة والماء وتلوث الماء الجاري والجوفي، بالإضافة إلى نضوب المياه في الأنهار نظرا لبناء السدود لا لغاية الاستفادة منها في الزراعة أو توليد الكهرباء أو للشرب بل لمنع المياه عن الدول المجاورة الأخرى، كما هو الحال بين تركيا وسوريا والعراق. كل هذه الممارسات وأشباهها تؤثر سلبا على اقتصاد الدول، وكمثال على هذه الممارسات :التلوث المائي لمياه الأنهار والبحار جراء سوء استخدام الإنسان للموارد المائية_.

المفهوم السابع؛

تأثير استغلال الأرض من قبل الإنسان يميل بأن يكون بتزايد مستمر .لذلك فيجب أن يكون لدينا تعهد اتجاه عدم سوء الاستغلال.

كان الإنسان الأول يعتمد على البيئة المحيطة له بجمع والتقاط الغذاء ، ثم تطور إلى الصيد، وكان تأثيره على الموارد الطبيعية محدود جدا .ثم بدأ التأثير على البيئة قبل 800,000 سنة تقريبا عندما أكتشف الإنسان طريقة استغلال النار في عملية تحويل الغابات والأحراش إلى مناطق زراعية، مما أدى إلى انقراض أنواع عديدة من النباتات والأشجار البرية .وأيضا طور الإنسان عملية الاستفادة من النار في عملية الغذاء وصناعة المنسوجات والألبسة والمسكن مما أدى إلى تفاقم مشكلة استغلال الموارد الطبيعية للأرض ونضوبها .ثم بعد ذلك طور الإنسان اعتماده على البيئة بحيث عرف كيفية استخدام الموارد النباتية والحيوانية في عملية صنع الملابس والمساكن وأيضا في الزراعة وكان ذلك حوالي 700 قبل الميلاد. لذلك نرى أن الزراعة هي العملية الأولى الغير طبيعية من حيث استغلال الإنسان للأرض، وهي فتحت المجال للإنسان بعمل التجمعات الصغيرة ومن ثم أدى إلى الزيادة في الحصول على مواقع جديدة للسكن وبناء الملاجئ وعمل الحواجز التي تحمي من الغارات البشرية والحيوانية .وهذا أدى بالنهاية إلى الإخلال بالتوازن البيئي الطبيعي للكائنات الحية سواء الحيوانية أو النباتية . لذلك هذه المواقع تأثرت بأول عمليات التلوث البيئي بسبب تراكم النفايات والمخلفات البشرية وعمليات تعرية التربة السطحية .وكلما زاد عدد السكان وإزاد عدد المدن والمزارع كلما ازداد

استغلال الإنسان للأرض لمواجهة الزيادة المطردة في عدد السكان ومن ثم تقليل الموارد الطبيعية والإخلال بالأنظمة البيئية.

المفهوم الثامن؛

العنصر الأساسي الجوهري لبيئة كل إنسان هو العامل الجيولوجي .ولفهم هذه البيئة يتطلب فهم كلي وموسع وأيضا تقدير لعلم الأرض والفروع الأخرى المتنوعة منه.

تحدد المفهوم الثامن من خلال الحقيقة التي تنص على أن كل العلوم الجيولوجية علوم بيئية وبما أننا جميعا نعيش على سطح الأرض فنحن جميعا معرضين بطريقة مباشرة أو غير مباشرة من قبل العمليات الجيولوجية المختلفة .من اجل فهم ودراسة بيئتنا المعقدة يجب علينا معرفة المعلومات الجيولوجية التي تزودنا بها العلوم الجيولوجية المختلفة .على سبيل المثال علم الجيومورفولوجيا الذي يهتم بدراسة مظاهر السطح الخارجي للأرض وعملياته المختلفة، وعلم الصخور الذي يدرس أنواع الصخور والمعادن التي تشكلها، وعلم الصخور الرسوبية الذي يهتم بدراسة البيئة الترسيبية للرواسب المختلفة، وعلم الحركات التكتونية الذي يدرس طرقة تشكل القارات والبحار والمحيطات والبيئات المختلفة التي تنتج عنها.

مكونات الأرض وعملياتها

مكونات الأرض على سطح الأرض والملاصقة بها مثل المعادن، والصخور، والتربة، والماء، والهواء تشكلت، وصونت، ودمرت من قبل عديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية

والبيولوجية الداخلية والخارجية. وجملة هذه العمليات تسمى بالدورة الجيولوجية للأرض ، والتي تتكون من عدة دورات ثانوية أهمها :الدورة التكتونية، ودورة الماء في الطبيعة، والدورة الجيوكيميائية، ودورة الصخر في الطبيعة .قبل البدء بمعرفة مكونات الأرض المختلفة يجب معرفة طرق تفاعل هذه الدورات الجيولوجية المختلفة مع بعضها البعض، وهو ما يعرف بالدورات.

أولا :الدورة التكتونية-:

هي حركة الألواح الصخرية القارية والمحيطية على سطح الأرض والتي تتحرك بواسطة عمليات جوفية حرارية التي تعرف بتيارات الحمل .حركة الألواح تعمل على تدمير القشرة الأرضية من جهة، وبناء المحيطات والقارات والجبال من جهة أخرى .الحدود الخارجية لهذه الألواح) الحدود الصفائحية (تعتبر تكتونية نشطة تتميز بحدوث الزلازل والثورانات البركانية بصورة عالية .لذلك فان كل شيء موجود على الأرض يتأثر بالدورة التكتونية .الدورة التكتونية تزود الأرض بعدة بيئات لتشكل دورة الصخور وأنواعها المختلفة .عادة يتشكل الليثوسفير الجديد) اللوح المحيطي (عند حدود الصفائح المتباعدة، أما مناطق الحدود المتقابلة)التصادمية (فهي مناطق هدم للقشرة الأرضية و أيضا إعادة تشكيل للصخور الأصلية الأساسية السابقة التكوين.

علاقة الدورة التكتونية مع علم البيئة-:

1 -لأن حركة الألواح تؤدي إلى حركة القارات والمحيطات التي من شانها أن تغير في البيئات الجيولوجية والجغرافية للأحياء بسب التغيرات التي تطرأ على المواقع بالنسبة لخطوط الطول والعرض،

2-خلق وإضافة موارد اقتصادية جديدة.

3-تأثر المناطق والبيئات ، خاصة تلك التي تقع على الحدود الصفائحية أو بالقرب منها، بالزلازل والبراكين.

ثانيا :دورة الماء في الطبيعة-:

هي حركة الماء من المحيط إلى الغلاف الجوي وعودته مرة أخرى إلى المحيط، عن طريق العمليات الطبيعية التالية؛ التبخير، التكثيف، سقوط المطر، الجريان السطحي، والجريان التحت سطحي. وحركة الماء في الطبيعة تعتبر مهمة جدا لأن عن طريقها تبدأ الدورة الكيميائية التي تقوم بنحت الأشكال التضاريسية للأرض، وتعمل المياه على تذرية وتعرية الصخور، ونقل الرواسب وترسيبها في بيئات أخرى مختلفة، وتزودنا هذه الدورة بمورد الماء المهم لقيام الحياة على سطح الأرض.

ثالثا :الدورة الجيوكيميائية-:

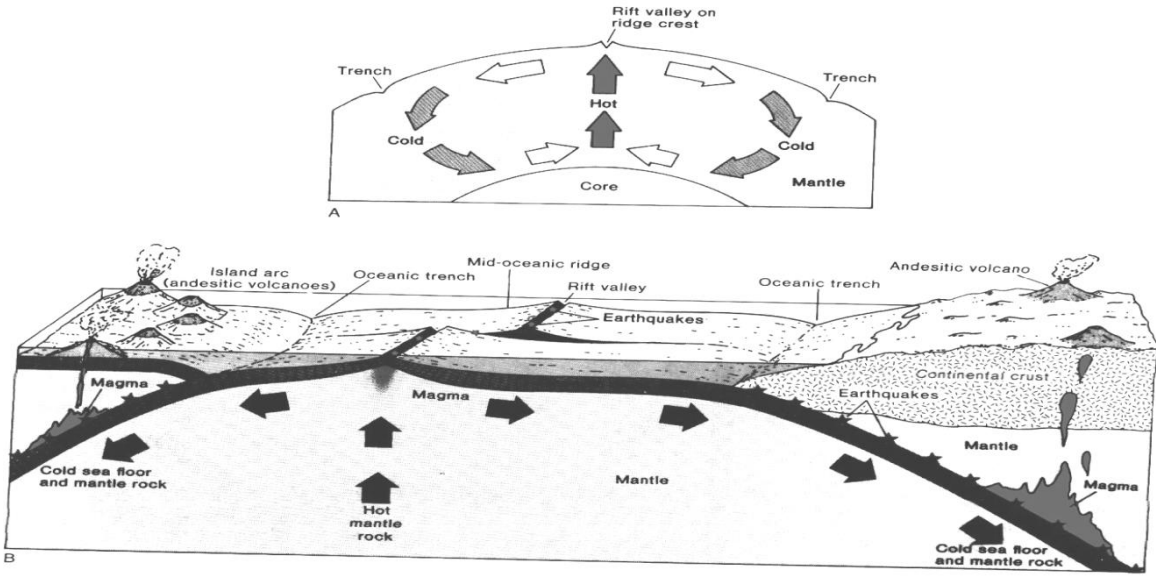
الجيوكيمياء هو علم دراسة توزيع وهجرة العناصر المكونة للأرض .والدورة الجيوكيميائية هي الحركة المتصلة الغير منتهية لهذه العناصر من خلال التغيرات الجيولوجية على الأرض

التي تؤدي إلى حدوث تغيرات كيميائية ضمن الغلاف اليابس، والغلاف الجوي، والغلاف المائي، والغلاف الحيوي.

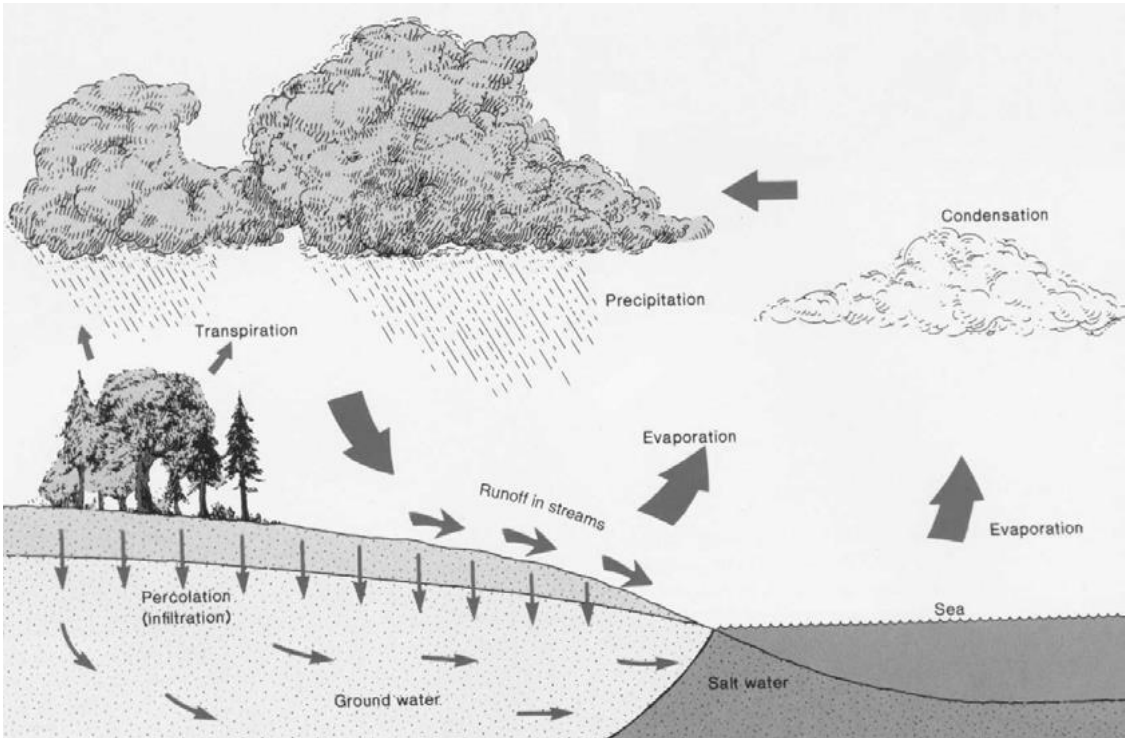
رابعا :دورة الصخر في الطبيعة-:

هي عبارة عن عمليات فيزيائية وكيميائية مختلفة التي بإمكانها أن تنتج الأنواع المختلفة من الصخور على سطح الأرض التي تشمل على الصخور النارية، الصخور الرسوبية، الصخور المتحول .وهذه الدورة تبدأ وتنتهي بالصخور المصهورة.

كل هذه الدورات متصلة مع بعضها البعض خاصة دورة الصخر الطبيعية والدورة الجيوكيميائية التين ترتبطان ارتباطا وثيقا مع دورة الماء الطبيعية التي تمد وتزود الماء اللازم لمعظم العمليات الكيميائية والفيزيائية التي تشكل الصخور .والدورة التكتونية مرتبطة ارتباطا وثيقا مع الدورات الأخرى لأنها تزود العمليات المصاحبة لهم بالماء اللازم عن طريق الثورانات البركانية، و تزود الحرارة والطاقة اللازمة لتحفيز العمليات وخلق مواد أرضية جديدة.



الدورة التكتونية



دورة الماء في الطبيعة

المكونات الصلبة للأرض

أولا المعادن Minerals:-

هي كل مادة طبيعية صلبة ذات تركيب كيميائي محدد ونظام بلوري مميز .وهذه المعادن مقسمة إلى عدة مجموعات اعتمادا على العنصر أو العناصر الكيميائية التي تشكل الشق الحمضي في التركيب الكيميائي لها .وأهم مجموعة كيميائية وأوسعها انتشارا هي مجموعة المعادن السيليكاتية الذي يعتبر الشق الحمضي الذي يتكون من عنصري الأكسجين والسيليكون الذين يكونان % 75 من وزن الأرض - (SiO4) .لها هو4) أولوفين ، ZrSiO) الزرقون أو الزيركون 4) ، SiO) ومعادنها هي الأكثر انتشارا ومن أمثلتها الكوارتز2) وبعض هذه المعادن السيليكاتية تعرف بالمعادن الأساسية KAlSi3O). الميكروكلين 8) ،((Mg,Fe)2SiO4) المكونة للصخور التي تكون البناء الأساسي للصخور خاصة النارية منها .وتقسم المعادن السيليكاتية إلى نوعين أساسيين اعتمادا على التركيب الكيميائي-:

.1المعادن الفلسية) الحمضية : (وهي المعادن الغنية بالعناصر المعدنية التالية :الألمنيوم، السيليكون، البوتاسيوم، الصوديوم، الكالسيوم .ومن أهمها المعادن التالية :الكوارتز، والفلدسبارات) بلاجيوكليز، أورثوكليز، ميكروكلين(، والمايكا البيضاء)مسكوفايت .(هذه المهادن تتحمل قوة التفتيت والتحلل للعمليات الفيزيائية والكيميائية خاصة معدن الكوارتز منها . مع إن المعادن الأخرى لديها قوة عالية إلى متوسطة للتحمل لكن بعد التعرض لمدة طويلة للعمليات الجيوكيميائية فإنها تتحلل وتكون معادن جديدة تعرف بالمعادن الطينية .فعملية التحلل

هذه من شأنها أن تأثر على البيئة لأنها بالإمكان إن تجعل الصخور أقل تحملا للعوامل الفيزيائية وبالنهاية تؤدي إلى حدوث كوارث طبيعية مثل الانزلاقات الأرضية.

وهي المعادن الغنية بالعناصر المعدنية التالية :الحديد .2) Mafic Minerals: المعادن المافية) القاعدية

والمغنيسيوم .ومن أهمها :الألوفين، مجموعة البايروكسين، مجموعة الأمفيبول، المايكا الداكنة)البيوتايت.(هذه المعادن أقل تحملا للعمليات المصاحبة للتعرية والجوية، وتتحول في وقت قصير نسبيا إلى المعادن التالية :الأكاسيد) الهيمتايت، الليمونايت، المجناتيت(، المعادن الطينية، والأملاح الذائبة .وهذه التحولات تؤدي إلى حدوث كوارث طبيعية، وأيضا تكون خامات اقتصادية جديدة في الصخور.

أهم المعادن لبعض المجموعات الكيميائية الأخرى-:

.1طائفة المعادن العنصرية

تنتمي إليها المعادن التي تتركب من عنصر معدني واحد .وتشمل:

أ .(معادن عنصرية فلزية) مثل الذهب، الفضة، النحاس.

ب .(معادن عنصرية لا فلزية) مثل الكبريت، الألماس، الجرافيت.

.2 .طائفة الكبريتيدات Sulfides

FeS)و البيريت) الذهب الكاذب (PbS) 2) (حيث يكون الكبريت هو الأنيون) الشق الحمضي(، مثل الجالينا فهو مرتبط ارتباطا وثيقا بتكون التحلل البيئي الذي ينشأ عندما تبنى الأنفاق والطرق والمناجم في المناطق التي تحتوي صخورها على الفحم الطبيعي .وذلك لأن

صخور الفحم تحتوي على معادن الكبريتيدات التي من أهمها البايرايت .فعند تعرض هذه المعادن للأكسدة تنتج مركبات كيميائية جديدة تعرف بهيدروكسيدات الحديد) الليمونايت (وحمض الكبريتيك

3. طائفة الأكاسيد والهيدروكسيدات Oxides and Hydroxides

الماجناتيت Al2O) الكوراندوم Fe2O) 3) حيث يكون العنصر المعدني مرتبطا بالأكسجين، مثل الهيماتيت3)

.(Fe3O5)

4. طائفة الهاليدات Halides

CaF).و الفلورايت (NaCl) 2) مثل ملح الطعام الهاليت

5. طائفة الكربونات Carbonates

و الدولومايت CaCO) حيث يعتبر انيون أكسيد الكربون الثلاثي هو الشق الحمضي لها، مثل الكالسايت3)

MgCO).و الماجنيزيت 3) ،(CaMg(CO3)2)

6. طائفة الكبريتات Sulfates

الجبس ، CaSO) يعتبر أكسيد الكبريت الرباعي هو الأنيون لهذه المركبات، مثل الأنهيدريت (4.(CaSO4.2H2O)

7. طائفة الفوسفات Phosphates

($Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$).ومن أمثلتها معدن الأباتيت (P). حيث يدخل في تركيبها عنصر الفوسفات

8. طائفة النترات Nitrates

النيتر ، NaNO) حيث يكون أكسيد النيتروجين الثلاثي هو الانيون في هذه المركبات، مثل النيتراتين3)

.(KNO3)

:-ثانيا :الصخور Rocks

الصخور عبارة عن مادة صلبة متكونة من مجموعة من المعادن المرتبطة مع بعضها البعض في ترتيب بنائي معين) النسيج الصخري .(يتواجد في الطبيعة ثلاثة أنواع رئيسية من الصخور وهي :الصخور النارية، والصخور الرسوبية، والصخور المتحولة .معرفة الصخور المكونة لقشرة الأرضية تغني الإنسان عن الكوارث المحتمل حدوثها في المستقبل .لأن من اللازم معرفة مدى تحمل صخور القشرة المختلفة للعمليات الفيزيائية والكيميائية المصاحبة لدورات السابقة الذكر .مثلا :أخطر الصخور تعتبر الصخور الرسوبية الطينية والرواسب الطينية المفككة، والصخور المتحولة المتصفحة، وبعض الصخور النارية.

]أولا [الصخور النارية-:

الصخور النارية هي تلك الصخور التي تكونت بفعل تبريد وتصلب الصخور المصهورة . ويعتمد تصنيف الصخور النارية مبدئيا على منطقة التبريد هل هي سطحية أم جوفية على أعماق متفاوتة من سطح الأرض، وتعتمد أيضا على طريقة التبلور هل التبلور فجائي أم سريع أم بطيء أم بطئ جدا .على ضوء ذلك تصنف الصخور النارية إلى-:

هي الصخور التي تتكون عندما تتبلور الصخور Plutonic or Intrusive Igneous:

.1 Rocksصخور جوفية المصهورة) الماجما (تحت سطح الأرض على أعماق متفاوتة خلال فترات زمنية طويلة، مما يتيح للبلورات وقت أطول للتبلور وتشكيل أوجه بلورية كاملة الى شبه كاملة، مما يؤدي إلى تكوين نسيج متوسط إلى خشن التحبب) أكبر من 1 مم.(عندما تتبلور الصخور المصهورة) اللافا .2 Volcanic or Extrusive Igneous Rocks: (صخور سطحية

على سطح الأرض أو قريبا منه ينتج عنها صخور تحتوي على درجة تبلور قليلة جدا بسبب التبريد الفجائي أو السريع للحمم المصهورة، بالتالي تكون هذه الصخور دقيقة التحبب) أقل من 1مم (و معظم بلوراتها عديمة إلى ناقصة الأوجه.

أما تصنيف الصخور النارية كيميائيا فيعتمد إما على النسبة المئوية للمعادن المافية) داكنة اللون (إلى المعادن الفلسية) فاتحة اللون (وهذا يعرف بالتصنيف على أساس التركيب المعدني . أو يعتمد على نسبة أكسيد الموجودة في الصخور وهذا يعرف بالتصنيف على أساس التركيب الكيميائي SiO) .السيليكون2) عموما توجد ثمانية معادن أساسية ذات ألوان مختلفة) فاتحة وداكنة (مكونة للصخور النارية ولا يمكن أن يتواجد كل هذه المعادن في صخرة واحدة . وتشتمل المعادن الفاتحة على : الكوارتز ، الفلدسبارات مثل البلاجيوكليز و الأورثوكليز ، والمسكوفايت) المايكا الفاتحة اللون .(أما المعادن الداكنة فتشتمل على: البيوتايت) المايكا الداكنة اللون(، و البايروكسين) أوجايت(، و الأمفيبولز ومن أمثلتها الهورنبلند، والأولوفين . النسبة بين هذه المعادن المختلفة في الصخور تؤدي الى تصنيف الصخور النارية إلى__-:

1. صخور فاتحة اللون Leucocratic rocks : تحتوي على أقل من % 15 معادن مافية

2. صخور متوسطة اللون Mesocratic rocks : تحتوي على % 40 معادن مافية -

3. صخور داكنة اللون Melanocratic rocks: تحتوي على أكثر من % 40 معادن مافية

أما نسبة أكسيد السيليكون SiO الموجودة في الصخور التي يعتمد عليها التصنيف على أساس التركيب) الكيميائي يؤدي إلى تصنيف الصخور النارية إلى-:

1. Acidic Rocks:الصخور الحامضية تتكون من معادن فاتحة اللون بصورة رئيسية، وهي تعتبر غنية

بالسيليكا (% 70) ، و فقيرة بالحديد و المغنيسيوم.

2 الصخور المتوسطة Intermediate Rocks تتكون من معادن فاتحة اللون وداكنة اللون بنسب متساوية القاعدية ، نسبة السيليكا تنحصر بين 66 -52%.

3 الصخور القاعدية Basic or Mafic Rocks: تتكون من معادن داكنة اللون بصورة رئيسية وقليل من معادن فاتحة اللون، وتعتبر هذه الصخور غنية بالحديد و المغنيسيوم، وتنخفض فيها نسبة السيليكا إلى50%.

4 الصخور فوق ا لقاعدية Ultrabasic or Ultramafic Rocks تتكون من معادن غامقة اللون فقط، وهي .أيضا تعتبر غنية بالحديد و المغنيسيوم، ونسبة السيليكا فيها أقل من 40%

]ثانيا [الصخور الرسوبية-:

تتكون الصخور الرسوبية فوق سطح الأرض بعد تعرض الصخور المتواجدة) نارية، متحولة، رسوبية(لعمليات تفكك وتفتت، ومن ثم انتقال الفتات الصخري و المعادن الذائبة بواسطة عوامل النقل :الرياح، المياه الجارية، الأمواج، والثلاجات، لتترسب في بيئات بحرية أو قارية مختلفة، ثم تعرض هذه الرواسب لعمليات تصلب لتكون صخور متماسكة صلبة تعرف بالصخور الرسوبية .وتشتمل عمليات التصلب على :اللحم بمعادن ثانوية، و التضاغط الناتج عن الوزن الهائل للرواسب والصخور التي تتراكم على مر العصور. وتشكل الصخور الرسوبية 5% فقط من كتلة الصخور الكلية الموجودة في ال 16 كم الأولى من القشرة الأرضية، لكن % 75 من الصخور الظاهرة على القارات هي صخور رسوبية .ويجب أن نعلم بأن الكثير من الصخور الرسوبية مهمة جدا من الناحية الاقتصادية لأنها تحتوي على العديد من الخامات المعدنية والثروات الطبيعية مثل النفط، الغاز الطبيعي، الفحم، الحديد، المنجنيز، والفوسفات، وأيضا تستغل الصخور الرسوبية في عمليات البناء المختلفة .لكن بعضها يشكل خطرا بيئيا .خاصة إذا كانت الأرض التي تبنى عليها المساكن تحتوي على طبقات مفككة أو سهلة الحركة) انهيارات أرضية(، أو إذا كانت تحتوي على طبقات من الجير والمياه الجوفية حامضية) تتكون حفر بالوعية وانهيارات أرضية(، أو اذا كانت تحتوي على طبقات طينية) بإمكان الطين امتصاص كميات كبيرة من الماء وثم تمدده وثم تحدث تصدعات للمنازل وانهيارات أرضية.(وتتميز الصخور الرسوبية عن باقي الصخور بأن الطبقات الصخرية تكون متوازية ومتتابعة، الأقدم منها يكون مغطى بالأحدث) التتابع الصخري

الطبيعي .(و كل طبقة صخرية تحتوي على دلائل تشير إلى الأحداث الجيولوجية والجغرافية السابقة التي حدثت على سطح الأرض أثناء تكون تلك الصخور .و إن كل طبقة صخرية تحتوي على معلومات عن البيئة الترسيبية التي تكونت بها الصخور، وفي بعض الأحيان دلائل على عملية النقل .والصخور الرسوبية تحتوي على أحافير، وهي أدوات مهمة جدا لمعرفة التاريخ الجيولوجي .لذلك فان الصخور الرسوبية صخور مهمة جدا ومنها يعرف الجيولوجيين التاريخ الجيولوجي الذي مرت به الأرض عبر العصور و الأزمنة المختلفة. تتكون الصخور الرسوبية بتضافر عمليات فيزيائية وكيميائية وحيوية، ويعتمد نوع الصخور الرسوبية

المتكونة على ما يلي-:

1. **نوع الصخور التي يحتويها المصدر** :من حيث النوع) ناري، رسوبي، متحول (والمكونات المعدنية) معادن مقاومة أم غير مقاومة للتجوية بأنواعها.(

2. **المناخ السائد :**بشكل عام تؤدي ظروف المناخ الممطر الى ذوبان المكونات القابلة للذوبان في الصخر) المكونات الغير مستقرة (وتركيز وترسيب الفتات الصخري الصلب الغير قابل للذوبان على هيئة رواسب فتاتية .أما المكونات الذائبة فتنقل بواسطة الأنهار والسيول إلى مناطق الترسيب المختلفة وترسب بطرق كيميائية .أما ظروف المناخ الجاف في الصحاري الحارة فتؤدي إلى تكون فتات صخري فقط لأن التجوية الفيزيائية هي السائدة في هذه المناطق.

3.**المسافة التي تقطعها الرواسب المتكونة بين المصدر ومناطق الترسيب :**هل هي مسافات قريبة أم مسافات بعيدة، لأن المسافة تتحكم بمدى تأثير التجوية والتعرية.

4.**نوع النواتج المحمولة :**وهي نواتج التجوية والتعرية، وتقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسية

(1) :حبيبات واضحة المعالم وتتكون من معادن مقاومة للتآكل والتحلل الكيميائي مثل الكوارتز والفلدسبارات البوتاسية أورثوكليز و ميكروكلين(، وفتات صخري متعدد الحجوم والمكونات، (2) حبيبات مجهرية دقيقة جدا نقل على هيئة عوالق بواسطة الماء أو على هيئة غبار عالق بواسطة الرياح، وتشمل هذه الرواسب على الطفل، وبلورات الهيماتايت والليمونايت، (3) معادن مذابة بالماء التي تتكون بواسطة التجوية الكيميائية، وتشمل الكالسايت، والهالايت، والجبس، والسيليكا.

5.**البيئات الترسيبية :**تتكون الصخور الرسوبية في العديد من بيئات الترسيب، ويطلق مصطلح بيئة الترسيب على المكان الذي تتراكم فيه الرواسب، ولكل بيئة ترسيبية ظروفها الفيزيائية والكيميائية والحيوية_ السائدة الخاصة بها التي تؤدي إلى تكون نوع خاص من الصخور الرسوبية .وتقسم بيئات الترسيب إلى بيئتين رئيسيتين وهما البيئات الترسيبية القارية والبيئات الترسيبية البحرية.

عملية تكون الصخور الرسوبية لا تقف عند هذا الحد، وهو ترسب الفتات الصخري المتعدد الحجوم وترسب المعادن المذابة على هيئة بلورات ونواتج عضوية-كيميائية .يجب أن تتعرض

هذه الرواسب لعدة عمليات تتضافر مع بعضها البعض لتكون صخور صلبة متماسكة تعرف بالصخور الرسوبية.

تصنيف الصخور الرسوبية-:

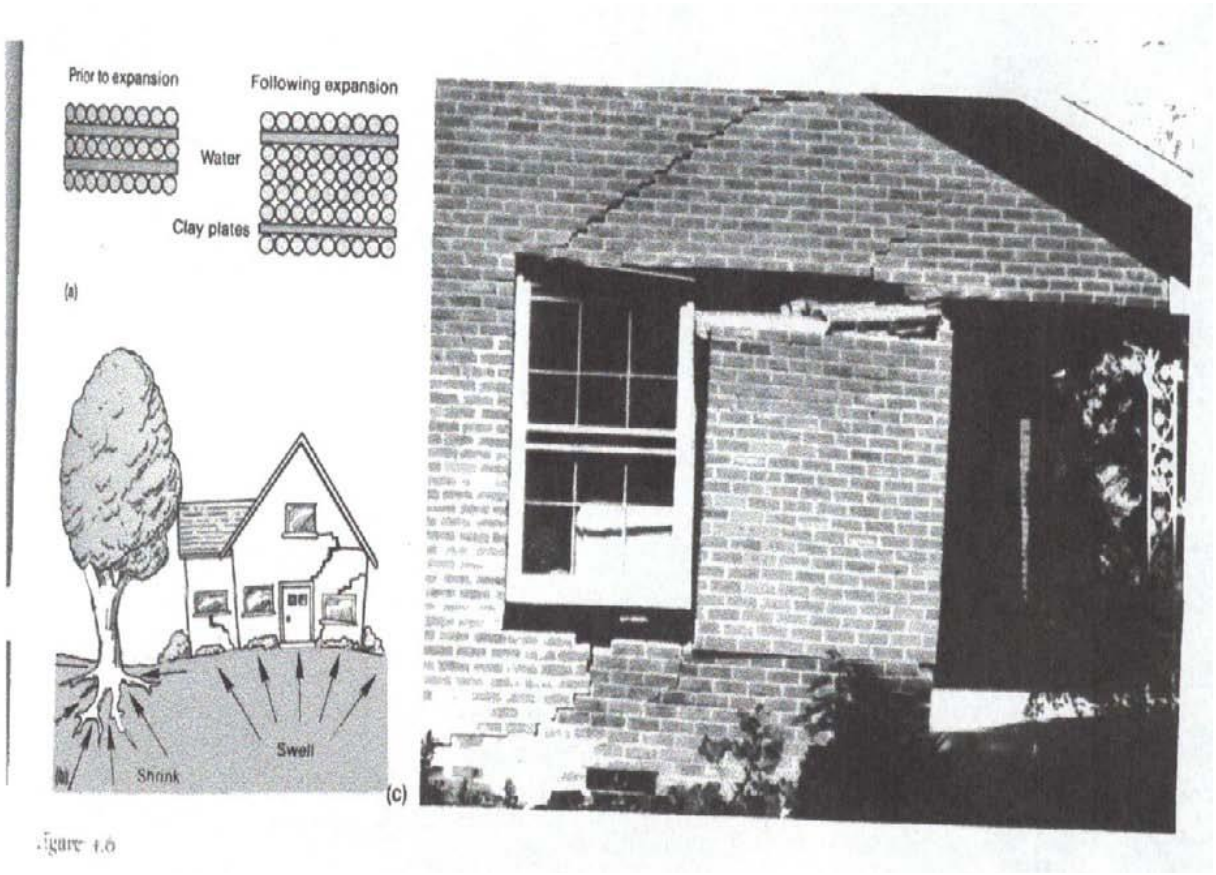
تصنيف الصخور الرسوبية يختلف بناءا على الاختلاف الأساسي في نوع الرواسب المتجمعة هل هذه الرواسب فتاتية أم غير فتاتية .تصلب هذه الرواسب يؤدي إلى تكون نوعان من الصخور الرسوبية كما في الجدول المرفق، فهي:

1. Clastic Sedimentary Rocks (صخور رسوبية فتاتية) صخور ميكانيكية.

عبارة عن صخور تكونت بعد تصلب رواسب متكونة بصورة أساسية من مواد نشأت عن التجوية الفيزيائية والكيميائية ونقلت على هيئة فتات صخري صلب .وهذا الفتات يحتوي على مجموعة كبيرة مختلفة من المعادن وأيضا قطع صخرية) فتات صخري (متعددي الحجم، لكن المكونات الرئيسية عبارة عن معادن طينية على هيئة طفل وغرين، ومعدن الكوارتز.

2. Nonclastic Sedimentary Rocks (صخور رسوبية غير فتاتية) صخور كيميائية.

تتشكل هذه الصخور عندما تترسب المعادن المنقولة بالحالة الذائبة) نواتج التجوية الكيميائية (بواسطة عمليات كيميائية بحتة بسبب عملية التبخير التي ينشأ منها بلورات لمعادن مختلفة، وعمليات عضوية-كيميائية تتم بواسطة الكائنات الحية المائية .



شكل يوضح خطورة الصخور الرسوبية الطينية التي تعود لمقدرة تمدد وانكماش الحبيبات الطينية عند اكتسابها للماء) تمدد (وثم فقدها للماء) انكماش(، مما يؤدي إلى تصدع المباني وانهيار الأشجار.

شكل يوضح تكون التشققات الطينية التي تحدث عند فقد الطبقات الطينية للماء، فهذا يؤدي إلى القضاء على المزروعات والكائنات الحية الأخرى.

]ثالثا [الصخور المتحولة-:

تتكون الصخور المتحولة نتيجة تغير الظروف الطبيعية كالضغط أو درجة الحرارة أو كليهما معا، والتي تؤثر على الصخور النارية أو الرسوبية أو المتحولة السابقة التكوين، بحيث يعاد بناؤها في هيئة صخور جديدة تتميز بخواص كيميائية وتركيبية ونسيجية خاصة بها فقط.

العوامل التي تساعد على تحول الصخور وتكون الصخور المتحولة-:

.1درجة الحرارة.

تعتبر الحرارة أهم العوامل التي تؤدي إلى تحول الصخور، لأن الحرارة باستطاعتها إعطاء طاقة كبيرة لتحريك التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى إعادة تبلور المعادن و خلق معادن جديدة أيضا .تؤثر الحرارة العالية على الصخور إما عند السطح أو بالقرب منه بسبب

التداخلات النارية التي ترفع درجة حرارة الصخور المحيطة بها إلى مئات الدرجات في مدة قصيرة جدا .وأيضا من المعروف أن درجات الحرارة

30درجة مئوية لكل كيلومتر - .التحت سطحية تزداد مع ازدياد العمق داخل جوف الأرض بمعدل مقداره 20

.2الضغط.

يرتفع مقدار الضغط الواقع على الصخور مع ازدياد العمق، لذلك فان الصخور عندما تدفن فإنها تتعرض لارتفاع الضغط أو الإجهاد الناشئ عن زيادة الحمل الصخري الواقع عليها، وهو الذي يعرف **بالضغط** الذي يؤدي إلى تضاغط الرواسب مع بعضها البعض وتقليل سمك **الحاصر(Confining Pressure)**

الطبقات .بالإضافة إلى هذا النوع من الضغط هناك ما يعرف **بالضغط ألاتجاهي أو الموجه** وهو الذي يؤثر على الصخور أثناء عملية بناء القارات وما يصاحبها من تصدع وثني للطبقات**(Directed Pressure)** . ويعمل الضغط ألاتجاهي على تنظيم المعادن في ترتيب معين بحيث يصبح المحور الطولي لها في اتجاه واحد ويكون في نفس الوقت عموديا على اتجاه الضغط .من بعض المعادن التي تستجيب للاستطالة والترتيب ألاتجاهي معادن المايكا، والهورنبلند، والكلورايت.

.3النشاط الكيميائي للمحاليل.

الماء يعتبر أهم المحاليل التي تساعد وتزيد من تأثير عملية التحول في الصخور، لأن الماء يحتوي على أيونات مذابة لعناصر معدنية مختلفة وهو أيضا قابل لحمل الأيونات وإعادة

توزيعها خلال الصخر .فالماء موجود بين مسامات الصخور وأيضا موجود ضمن الترتيب الشبكي للمعادن المائية .زيادة الضغط ودرجات الحرارة الناتج إما عن زيادة العمق أو بسبب التداخلات النارية تؤدي إلى هروب الماء من هذه المعادن إلى الفجوات المحيطة بها .هذه العملية تؤدي إلى التفاعل النشط بين الماء الساخن الذي أصبح غنيا بالعناصر المعدنية المحررة من المعادن وبين المعادن الأخرى ضمن الصخور نفسها أو الصخور المحيطة بها، وثم خلق معادن جديدة .مثال على ذلك :عند تلامس المياه الجوفية مع تداخلات نارية بازلتية يحدث تفاعل كيميائي بين الماء الذي أصبح ساخنا مع المعادن المافية مما يؤدي إلى تحول هذه المعادن إلى معادن جديدة تعرف بالسيربنتين والتلك.

أنواع التحول-:

1. Contact Metamorphism :-التحول التماسي

عبارة عن تحول محلي ينتج بسبب تداخل الصخور المصهورة في صخور القشرة الأرضية السابقة التكوين. فالعامل الأساسي لهذا النوع من التحول هو الحرارة العالية و النشاط الكيميائي للمحاليل الحارة، أما الضغط فهو عامل ثانوي قليل التأثير .يجب أن تكون درجات الحرارة عالية لكن لا تصل لدرجة الانصهار للمعادن المكونة للصخور .المنطقة التي يحصل بها التحول التماسي هي المنطقة المحيطة بالتداخل الناري والمعروفة ويختلف سمك هذا النطاق بالاختلاف الناتج عن حجم المادة المصهورة **(Contact Aureole). بدائرة التحول** المتداخلة ودرجات الحرارة .وتختلف درجة حرارة التحول نتيجة لاختلاف المسافة بين الصخور المحيطة وحدود التداخلات النارية.

2. Dynamic Metamorphism :-التحول الديناميكي

عندما تحدث تصدعات قريبة من سطح الأرض ذلك يؤدي إلى تهشم وتكسر الصخور ضمن نطاق التصدع لكن عندما تكون هذه التصدعات **(Fault Breccia)**. إلى قطع مدببة مختلفة الحجم تعرف **ببريشيا الصدوع** عميقة داخل جوف الأرض تتحرك الصخور بصورة مرنة مطاطية ضمن نطاق التصدع مما يؤدي إلى استطالة الحبيبات أو البلورات المكونة للصخور وينشأ عنها نسيج متصفح، هذه الصخور تعرف بصخور المايلونايت .أهم العوامل التي تؤدي إلى التحول ضمن التحول الديناميكي هي الحرارة والضغط والنشاط الكيميائي للماء، لكن كلها عوامل متغيرة تعتمد على عمق المنطقة التي حصل بها التصدع وطبيعة الصخور المحيطة بالصدع ونوع الصدع.

3. Regional Metamorphism :-التحول الإقليمي

يحدث التحول الإقليمي عند أعماق سحيقة، وعلى مساحات شاسعة، وهو متلازم مع عملية بناء الجبال الناتجة عن تصادمات الألواح الصخرية .لذلك هو يحدث ضمن الحدود الصفائحية المتقابلة .والعوامل التي تؤدي إلى التحول هي الحرارة والضغط الاتجاهي .وهو يؤدي إلى تكون معادن جديدة ضمن الصخور ونشوء النسيج الصفائحي البأردوازي والشيستوزي والنيسوزي .مثال على ذلك إذا تعرضت الصخور الطينية للتحول الإقليمي ينشأ مع تدرج ارتفاع الحرارة والضغط الاتجاهي الصخور التالية :الاردواز ثم الفايلايت ثم الشيست ثم النايس.

التغيرات الناتجة بسبب عملية التحول-:

درجة التحول تنعكس على نوع النسيج المتكون وهو علاقة مكونات الصخر مع بعضها البعض، وعلى التركيب المعدني والكيميائي لها.

.1التحول النسيجي-:

عندما تتعرض الصخور لتأثير الضغط حتى ولو بدرجة قليلة جدا لكن أعلى من الضغط العادي الذي كان موجودا أثناء تكونها، أو عندما تتعرض الصخور لارتفاع شديد في درجات الحرارة، ينشأ عدة أنواع من الأنسجة الصخرية.

(Foliation 1:-النسيج المتصفح أو المتورق(

عند ارتفاع الضغط الواقع على الصخور يحصل تنظيم للمعادن المكونة للصخور وترتيبها في نطاقات، خاصة المعادن التي تحتوي على ترتيب شبكي صفائحي مثل المايكا، والتي تكون بلوراتها على هيئة طولية مثل الهورنبلند .ويكون اتجاه استطالة البلورات عمودي على اتجاه الضغط الواقع على الصخرة الأم .هذا الترتيب والتنظيم يعطي الصخرة المتحولة مظهر خارجي على هيئة صفائح أو طبقات .وينقسم هذا النوع من الأنسجة إلى ثلاثة أنواع اعتمادا على درجة الضغط الاتجاهي والحرارة أثناء التحول، وأيضا على التركيب هو علامة مميزة لأول**Slaty** ، المعدني للصخور الأم، وهي كالتالي

(1) :**النسيج المتصفح الإردوازي**

(2النسيج الشيستوزي (، (Low grade metamorphism)درجات التحول المصنفة **بالتحول القليل الدرجة Medium grade)** وهو ينشأ ضمن التحول المصنف **بالتحول المتوسط الدرجة ،Schistosity**

ينشأ هذا النوع من الأنسجة الصخرية ، **(3 Gnissosticyالنسيج المتطبق النيسوزي (،(metamorphism**

(High grade metamorphism).تحت درجات **التحول العالية جدا**

فالأنسجة المتصفحة تعتبر خطرة بيئيا لأنها عبارة عن خطوط ومستويات ضعف في الصخور المتحولة .فإذا بنيت المنازل أو السدود على صخور تحتوي على تصفح يجب الأخذ بعين الاعتبار اتجاه هذه المستويات لأن الماء بإمكانه التغلغل من خلالها والتأثير على المساكن أو السدود.

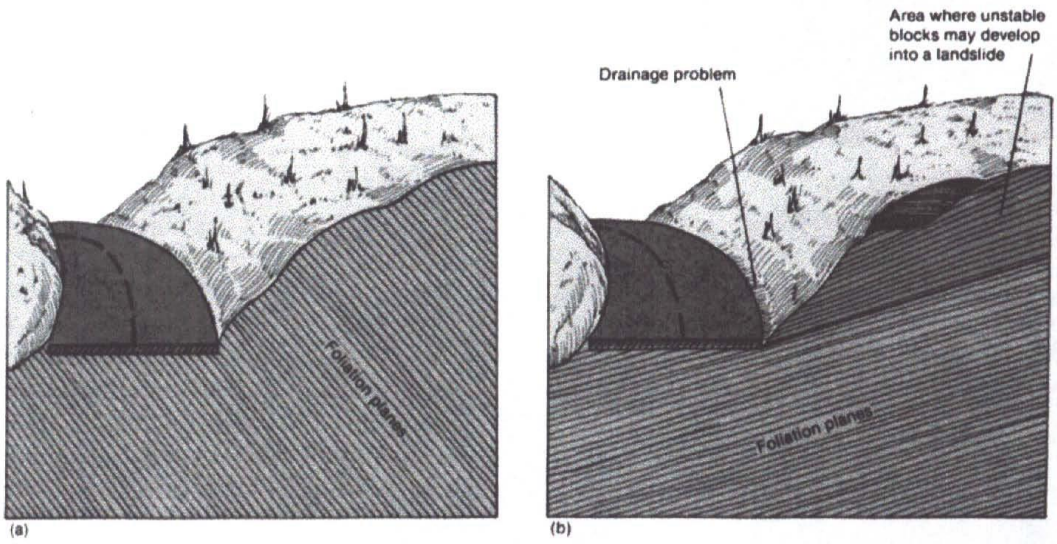
(Nonfoliated Texture 2:-النسيج الغير متصفح(

يتكون هذا النوع من الأنسجة الصخرية عندما تتحول الصخور المتكونة من معدن واحد تحت درجات حرارة عالية .فالارتفاع في درجات الحرارة المصاحب أو الغير مصاحب للنشاط المائي يؤدي إلى نمو البلورات المكونة لهذه الصخور بحيث تكون البلورات متساوية الحجم وخشنة التحبب .ويعرف هذا النسيج **بالنسيج الجرانوبلاستي .**مثال على ذلك :تحول صخور الحجر الجيري والدولومايتي إلى الرخام، والحجر الرملي لصخور الكوارتزايت.

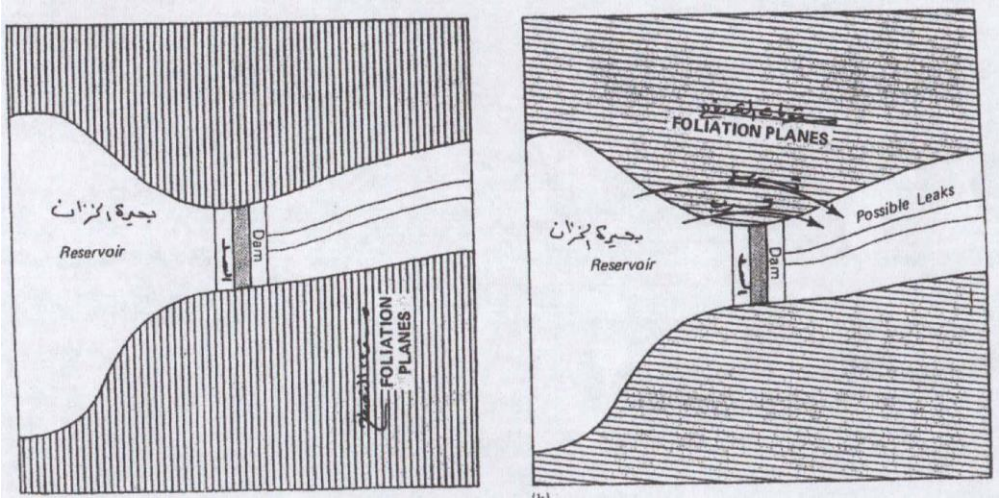
.2التغير المعدني-الكيميائي-:

يختلف نوع التركيب المعدني للصخور المتحولة تبعا لتداخل عوامل مختلفة أهمها الضغط والحرارة ومدى تأثيرها على الصخور الأم، وعلى التركيب المعدني للصخور الأم التي تحولت، وعلى درجة نشاط المحاليل الساخنة .فالتحول المعدني ينشأ لأن المعادن المكونة للصخور الأم لا تكون مستقرة تحت درجات الحرارة والضغط الجديدتين لذلك تنشأ معادن جديدة تكون مستقرة كيميائيا في بيئات التحول المختلفة .مثلا تحول المعادن الطينية تحت درجة التحول القليلة يؤدي إلى ظهور معدن المسكوفايت والكلورايت، والارتفاع التدريجي

للحرارة والضغط يؤدي إلى تكون البيوتايت والأندالوسايت ضمن درجة التحول المتوسطة، ثم الكورديرايت والسيليمانايت ضمن درجات التحول العالية جدا .عندما تتأثر التداخلات النارية القاعدية بوجود مياه جوفية معدنية محيطة بها فذلك يؤدي إلى تكون معادن جديدة في الصخور مثل المعادن الغنية بالحديد والرصاص والنحاس والزنك وأيضا تجمع الذهب بالشقوق الصخرية___ .



شكل يوضح خطورة الصخور المتحولة المتصفحة وتأثيرها على عملية تسرب الماء، ثم الانزلاقات الأرضية:
)أ (الصورة تبين الحل الأمثال لتفادي مشكلة تسرب الماء إلى الطريق أو احتباسه وثم الانزلاق.
)ب (الصورة تمثل خطورة تسرب الماء عندما تكون مستويات التصفح باتجاه المنحدرات.



شكل يوضح خطورة الصخور المتحولة المتصفحة وتأثيرها على عملية تسرب مياه الخزانات المائية الصناعية) -:السهم يدل على اتجاه حركة مياه النهر من المنبع إلى المصب(
)أ (صورة توضح الحل الامثل لتفادي مشكلة التسرب.
)ب (الصورة توضح خطورة التسرب عند عدم بناء السد موازيا لمستويات التصفح.

التأثير البيئي لبعض مكونات الأرض

.1المعادن.

المعادن الفلسية) الحمضية:(

وهي المعادن الغنية بالعناصر المعدنية التالية :الألمنيوم، السيليكون، البوتاسيوم، الصوديوم، الكالسيوم. تعرض الصخور الحمضية مثل الجرانيت والريوليت للتجوية الكيميائية يؤدي إلى تأكسد واذابة المعادن الفلسية مثل الفلدسبارات) بلاجيوكليز، أورثوكليز (وتكون معادن جديدة تعرف بالمعادن الطينية وأكاسيد الألمونيوم وكربونات البوتاسيوم . فعملية التحلل هذه من شأنها أن تأثر على البيئة لأنها بالإمكان إن تجعل الصخور أقل تحملا للعوامل الفيزيائية

وبالنهاية تؤدي إلى حدوث كوارث طبيعية مثل الانزلاقات الأرضية ، هذا بالاضافة إلى تكون خامات اقتصادية من الألمونيوم على هيئة تربة صفراء تعرف بتربة البوكسايت.

المعادن المافية) القاعدية:(

وهي المعادن الغنية بالعناصر المعدنية التالية :الحديد والمغنيسيوم .ومن أهمها :الألوفين، مجموعة البايروكسين، مجموعة الأمفيبول، المايكا الداكنة) البيوتايت .(تعرض الصخور القاعدية مثل الجابرو والبازلت، والفوق قاعدية مثل البايروكسينايت والدونايت للتجوية الكيميائية يؤدي إلى تكون المعادن التالية:

الأكاسيد) الهيمتايت، الليمونايت، المجناتيت(، المعادن الطينية، والأملاح الذائبة .وهذه التحولات تؤدي إلى حدوث كوارث طبيعية، وأيضا تكون خامات اقتصادية جديدة في الصخور من أكاسيد الحديد وتربة زراعية خصبة.

معادن الكبريتيدات:

وجودهما غير مستحب لأنهما FeS) و البيريت) الذهب الكاذب (PbS_2) (بعض المعادن مثل الجالينا مرتبطان ارتباطا وثيقا بتكون التحلل البيئي الذي ينشأ عندما تبنى الأنفاق والطرق والمناجم في المناطق التي تحتوي صخورها على الفحم الطبيعي .وذلك لأن صخور الفحم تحتوي على معادن الكبريتيدات التي من أهمها البايرايت .فعند تعرض هذه المعادن للأكسدة تنتج مركبات كيميائية جديدة تعرف بهيدروكسيدات الحديد) الليمونايت (وحمض الكبريتيك الذي يؤدي إلى التآكل السريع للصخور ورفع حمضية الماء الجوفي والهواء في المناجم مما يؤدي إلى أمراض الجهاز التنفسي والأمراض الجلدية للمنجمين والعاملين في المناجم

2. .الصخور.

أخطر الصخور تعتبر الصخور الرسوبية الطينية والرواسب الطينية المفككة والصخور الجيرية والصخور التي تحتوي على معادن لاحمة من الكالسيت، والصخور المتحولة المتصفحة، وبعض الصخور النارية.

الصخور النارية:

انظر المعادن الحمضية والقاعدية.

الصخور الرسوبية:

ويجب أن نعلم بأن الكثير من الصخور الرسوبية مهمة جدا من الناحية الاقتصادية لأنها تحتوي على العديد من الخامات المعدنية والثروات الطبيعية مثل النفط، الغاز الطبيعي، الفحم، الحديد، المنجنيز، والفوسفات، وأيضا تستغل الصخور الرسوبية في عمليات البناء المختلفة . لكن بعضها يشكل خطرا بيئيا، خاصة إذا كانت الأرض التي تبنى عليها المساكن تحتوي على طبقات مفككة أو سهلة الحركة مما يؤدي إلى تكون انهيارات أرضية، أو إذا كانت تحتوي على طبقات من الجير أو الدولومايت والمياه الجوفية الحمضية تتكون ما يعرف بالحفر ا ب لالوعية)حفر سطحية تتكون نتيجة لتعرض الصخور التحت سطحية الجيرية) الكلسية (أو الدولومايتية للإذابة بفعل المياه الجوفية الحمضية (وتتكون أيضا انهيارات أرضية، أو إذا كانت تحتوي على طبقات طينية) بإمكان الطين امتصاص كميات كبيرة من الماء وثم تمدده مما يؤدي إلى تكون تصدعات للمنازل وانهيارات أرضية على المرتفعات والطرق الجبلية . الرواسب

المفككة تؤدي إلى تكون انهيارات تعرف بالجريان أو السيول الطينية الجارفة خاصة على المناطق المحيطة بالجبال الجرداء والجبال البركانية بعد الأمطار الغزيرة.

الصخور المتحولة:

أخطر الصخور هي التي تحتوي على الأنسجة المتصفحة فهي تعتبر خطرة بيئيا لأن التصفح عبارة عن خطوط ومستويات ضعف في الصخور المتحولة .فإذا بنيت المنازل أو السدود على صخور تحتوي على تصفح يجب الأخذ بعين الاعتبار اتجاه هذه المستويات لأن الماء بإمكانه التغلغل من خلالها والتأثير على المساكن أو السدود أو الطرقات الجبلية .يجب الأخذ بعين الاعتبار إنشاء الطرق الجبلية بحيث أن لا يكون اتجاه ميل مستويات التصفح باتجاه الطريق حتى لا تنهار الصخور على الطريق و أن لا يؤدي إلى انزلاق السيارات .أما بخصوص السدود فيجب أن تكون مستويات التصفح موازية لاتجاه امتداد السد لمنع تسرب الماء مرة أخرى إلى الأنهار

السيول و الفيضانات

FLOODS & RUN OFF

الفيضان هو ارتفاع منسوب سطح المياه في النهر إلى مستوى أعلى من حافة النهر مما يجعل هذا الماء وغالباً ما تكون هذه السهول الفيضية خصبة التربة ، (Flood Plain) يتدفق فوق السهول الفيضية وذلك لترسب الطمي النهري عليها ولكونها أرضا خصبة للزراعة

اري المائية التي تنقل الماء وحمولته من الرسوبيات على عدة عوامل مختلفة منها -:

وتعتمد ا كمية تصريف النهر ، و عرض النهر و عمقه و سرعة جريان الماء و كمية الرسوبيات و نوعها ، حيث يستجيب ، (Surface Run-off) وتظهر علاقة هذه المواصفات أثناء التصريف السطحي الزائد للماء رى المائي ، ويزداد عرضه وعمقه ، نظراً لسرعة جريان المياه وازدياد حمولة النهر .وإذا لم تتم تعرية ا

رى وتنظيمه بالسرعة اللازمة لاستيعاب الكمية الزائدة من المياه يحدث الفيضان النهري .

اتزهق و السيول الفيضانات العنيفة سنويا المئات بل أحيانا الآلاف من الأرواح ، وتضيع الملايين من الأموال نتيجة للدمار الذي يحصل في أنحاء العالم

في عام ١٩٩٤ م حدثت فيضانات في كل من ألمانيا وفرنسا أدت إلى وفيات تجاوزت المئات وخسائر مادية كبيرة جداً قدرت بملايين الدولارات نتيجة لفقد المحاصيل الزراعية ، والممتلكات الخاصة كالمنازل ، والسيارات.

وفي عام ١٩٩٥ م حدث فيضان في بنجلاديش أدي إلى تشريد الآلاف من منازلهم وحدوث ما يقرب من ٣٠٠ وفاة نتيجة للغرق ومعظم هذه الوفيات كانت بين الأطفال.

مع العلم بأن العوامل الجيولوجية المسببة للفيضانات و السيول ليس من السهل تفاديها كلياً إلا أنه يمكن تفادي الجزء الأكبر من نتائجها.

سمات السيل كخصم للإنسان

ليس من ذوات العقول ليتسنى معرفة غاياته وقوته بناء على درجة إدراكه.

خصم غير ماثل للعيان فأشد الغازات السامة خطراً هو الغاز السام عديم اللون والرائحة وذلك لعدم الإحساس به.

نظراً لعدم عقلانية الخصم فإن إمكانية التفاوض مع السيل لإنهاء النزاع سلميا غير ممكنة .

لا يمكن الاستفادة من عامل الترغيب والترهيب مع السيل فلا فرق عنده بين الموت والحياة أو الهزيمة والانتصار.

لا يقبل الهدنة ولا يكتفي باستسلام الخصم) الانسان (

هو الذي يبدأ المواجهة وهو الذي ينهيها .

يستهدف كل ما يواجهه كالإنسان)رجل-امرأة-طفل (والحيوان والنبات والمساكن والمصانع ... ألخ .

يحتل المرتبة الثالثة في قائمة الكوارث الطبيعية المميتة بعد الأعاصير والزلازل .

يغيب عن الأذهان معظم أيام السنة فهو منسي الا عند وقوعه .

الخيار الوحيد للتعامل معه هو المواجهة .

السيل -: هو العملية المستمرة التي يتحرك الماء خلالها على سطح الأرض من الارتفاعات العليا إلى

المناطق السفلى بفعل قوى الجاذبية الأرضية

ويتكون من جزئين هما:

جريان ذو طبقة رقيقة على سطح الأرض Overland Flow

•جريان في قنوات التصريف Channel Flow

خصائص السيل

أهم خصائص السيل التي يهتم علم الهيدرولوجي بتقديرها هي:

•حجم السيل الكلي Runoff Volume

•معدل تدفق السيل Runoff Rate

•تصريف ذروة السيل Peak Flow

مصادر السيل-:

ويتكون السيل من ثلاثة مصادر هي:

الجريان السطحي المباشر ويبدأ عند زيادة شدة المطر عن قدرة التربة على الترشيح .

الجريان الداخلي ويحدث تحت سطح التربة .

الجريان الجوفي وهي عملية بطيئة تتم في المناطق المشبعة تحت سطح الأرض .

ويسمى مجموع كل من الجريان الداخلي والجوفي بالجريان الغير مباشر أو جريان القاعدة.

العوامل الملمؤثرة فيفي نشوء واستمرارية السيل

عوامل جيولوجية مثل أنواع الصخور والتربة

 عوامل تضاريسية مثل أطوال وكثافة قنوات التصريف وميولها

 رطوبة التربة قبل الهطول

 عمق منسوب الماء الجوفي

 (خصائص المطر) المدة-الشدة-العمق-مساحة الهطول

العوامل المساعدة في مواجهة السيول

- معرفة وقياس العوامل المساعدة على نشوئها و استمرارها .
- (التنبؤ بالطقس) عادة من ٤ إلى ١٠ أيام
- توفر المنشآت الواقية
- توفر الكادر الفني المتخصص .

المنشآت الواقية من السيول

- هي منشآت متعددة الأغراض كالحماية والتخزين والتغذية والسياحة .
- قليلة الضرر على البيئة خلاف الوسائل الدفاعية ضد الأخطار الأخرى كالحروب مثلا .
- قليلة التكلفة من ناحية الدراسة والإنشاء والصيانة والتشغيل

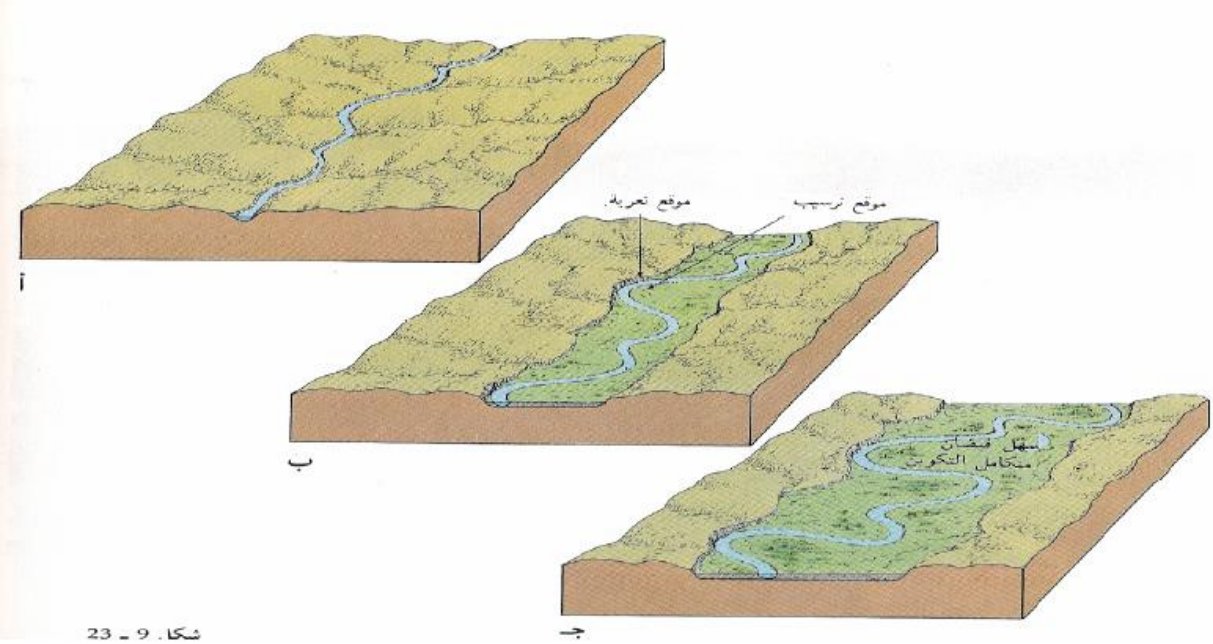
عدم حاجتها إلى حراسة أو حماية من التلف أو السرقة أو الحريق.

و لهذا يجب التعرف على الخصائص الجغرافية التالية للوادي و النهر-:

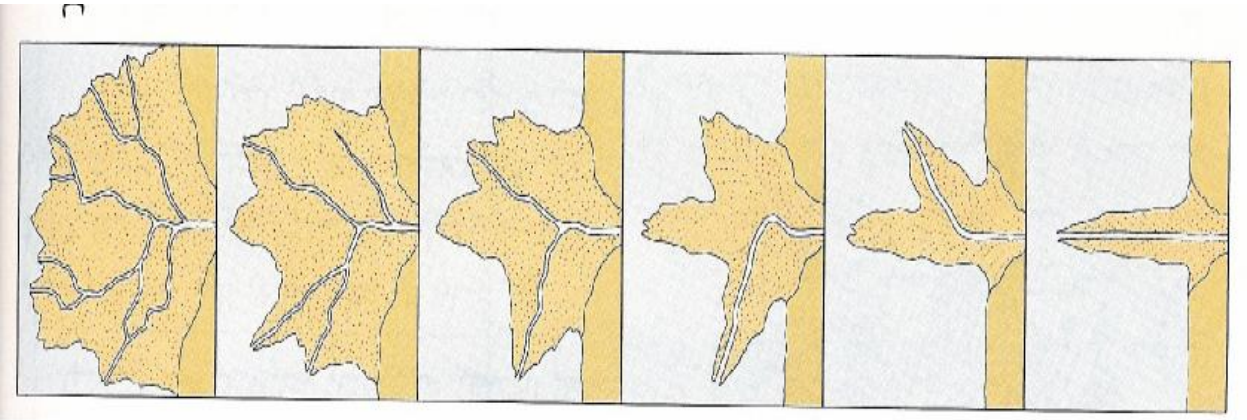
- ميل الوادي و طوله Slope of Wadi and length
- شكل الوادي و مقطعه العرضيShape of Wadi and its cross section
- سمك ترسبات الوادي و مقدار مساميتها Thickness of alluvial deposits and its porosity
- رى شكل تعرجات Channel zigzag المجرى ا
- مقدار نفاذية تربة و ترسبات الواديPermeability
- حجم حوض التجميع Volume of catchments area

ويتميز الوادي غالباً بالمظاهر التالية:

- يزداد تعريج النهر كلما أقترب من المصب .
- ☒ يبني النهر حواجز بارزة في مناطق تعرج النهر ، بينما فى الجهة المقابلة يكون طبقة مقطوعة .
- تحيط با المجرى جسور طبيعية ، تنحدر بعيداً عن النهر وبذلك لا يستطيع الماء الموجود على سطح الوادي العودة إلى مجرى النهر.



شكل 9 ـ 23



وقبل البدء في معرفة أنواع الفيضانات يجدر بنا التعرف على بعض الخواص الهامة المتعلقة بالأنهار و الأودية وهى:

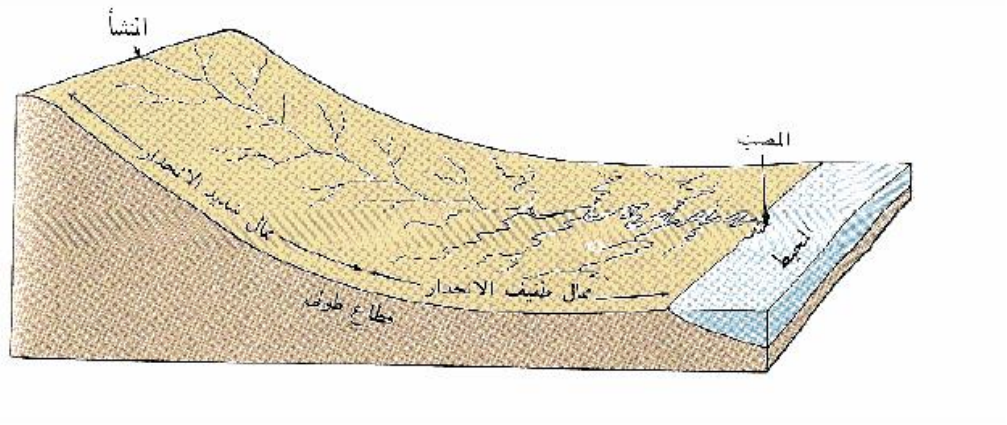
☒ سرعة النهر :وهي المسافة التي تغطيها مياه الأنهار فى وحدة من الزمن ، ونلاحظ أن سرعة النهر تعتمد إعتماداً كلياً على شكل القناة ، والمواد المحمولة ،ومدى خشونة قاع النهر.

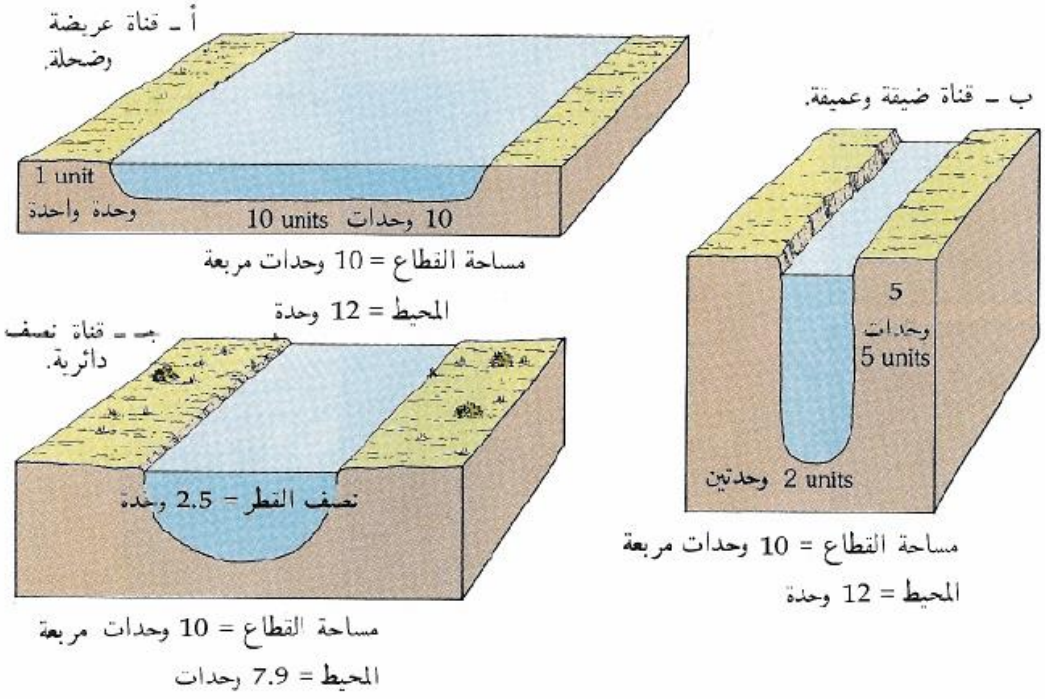
☒ انحدار النهر :ويقصد به ميل النهر ، وكلما زاد ميل النهر كلما ازدادت سرعة جريان المياه ، وغالباً ما تكون انحدارات الأنهار شديدة بالقرب من منابعها وتقل باتجاه المصب.

☒ مساحة مقطع النهر :ويعبر عنها بالعلاقة الرياضية التالية)متوسط عمق النهر عرض النهر

☒تصريف النهر :وهو عبارة عن حجم الماء المار من خلال مقطع النهر ×وحدة الزمن

ويمكن تمثيله ب سرعة النهر × متوسط العمق للنهر × عرض النهروتحسب هذه الوحدة غالبًا بالأمتار المكعبة في الثانية





(أنواع الفيضانات) السيول:

للفيضانات ثلاث أنواع رئيسية هي:

(Tidal Floods)و فيضان المد والجذر (Reviring Floods) و الفيضانات النهرية Flash)

(Floodsالفيضان البرقى

الفيضان البرقى (Flash Flood)

☒يحدث هذا النوع من الفيضانات نتيجة لتدفق كمية كبيرة من المياه في فترة قصيرة جداً من الزمن نتيجة لهطول أمطار غزيرة على منطقة صغيرة وغالبًا ما تكون الأمطار مصحوبة بعواصف رعدية.و يحدث دمارًا عنيفًا للممتلكات مثل المباني ، والطرق ، والجسور ، والمنشآت الأخرى.

☒وقد يحدث أيضًا الفيضان البرقي نتيجة لانكسار السد الذي تكون خلفه مياه محجوزة بكميات كبيرة ، فتؤدي هذه المياه إلى التدفق بسرعة كبيرة وتكون سبباً للفيضان.

☒يحدث هذا النوع من الفيضانات في المناطق الجبلية والصحراوية و تسمى بالسيول .

الفيضان النهري (Reviring Flood)

❑تحدث الفيضانات النهرية نتيجة لهطول الأمطار على مناطق شاسعة أو نتيجة لذوبان الثلوج أيضاً أو كليهما.

❑تختلف الفيضانات النهرية عن الفيضان البريقي في المدى (Extent) او مدة البقاء (Duration).

أن الفيضان البريقي يحدث في مدة قصيرة وعلى مساحة صغيرة من النهر ، بينما الفيضان النهري يحدث في النهر الذي له روافد (Tributaries)وتكون في مساحة كبيرة.

غالباً ما يستمر الفيضان لفترة كبيرة تمتد من بضعة ساعات وقد تصل إلى أيام .

تمثل مياه الأنهار الفائض الإيجابي بين ما يهطل من مطر وما يستهلكه النبات أو يتبخر أوتمتصه التربة من جهة أخرى .وتبقى المياه الفائضة التي تجري في مجاري التصريف على سطح الأرض.

فيضان المد والجذر (Tidal Flood)

ينشأ هذا النوع من الفيضانات في المناطق الساحلية ، ويعزى هذا النوع من الفيضانات لظاهرتي المد والجزر اللتين ترتبطان بتأثير جاذبية القمر والشمس على الأرض.

تحدث الفيضانات المدية والجزرية على مساحات كبيرة من الشواطئ وغالباً ما تكون في فترة قصيرة وتعتمد على إرتفاع الموجة الناتجة من عمليات المد .أو نتيجة للموجات البحرية الناتجة عن الزلازل التي تعرف باسم الموجات البحرية) التسونامي (، وكذلك عن العواصف البحرية التي تقذف غالبًا كميات كبيرة من مياه البحار على الشاطئ فتصيبها بالغرق.

أسباب الفيضانات

أ - أسباب طبيعية و مناخية (Natural & Climatological)

ب - أسباب غير طبيعية بفعل الإنسان (Man made)

أ - أسباب طبيعية و مناخية (Natural & Climatological)

- هطول كميات كبيرة من الأمطار ، و لا يمكن أن تنفذ جميعا إلى جوف الأرض (فإنها تنساب ويحدث الفيضان (Surface Run off) .على سطح الأرض
- ذوبان الثلوج :فعندما تذوب الثلوج ، تكثر كميات المياه المنسابة على سطح الأرض وعندما لا تتسع مجاريها فإن ذلك يؤدي إلى حدوث الفيضان.
- إجتماع العاملان الأول والثاني مع بعضهما البعض) هطول الأمطار ومياه الثلوج الذائبة .

ب - أسباب غير طبيعية بفعل الإنسان (Man made)

- انهيار السدود: فمن المعروف أن السد يحتجز خلفه كميات كبيرة جداً من المياه ، وعندما ينهار السد لأي سبب كان ، مثل ضعف البناء أو ضعف الأساس فإن الكمية المحجوزة من المياه تتدفق على سطح الأرض وتحدث فيضانات.
- التمدن (Urbanization): تعتبر المناطق السكانية من أكثر الأماكن الملائمة لحدوث الفيضان حيث تعتمد مجاري الأودية على تضاريس الأرض .وقد وجد أن المناطق المأهولة بالسكان تزيد من سرعة جريان المياه على السطح بنسبة تتراوح ما بين ١.١ إلى ٦.٤ ضعفاً عن المناطق غير المأهولة بالسكان .والسبب الرئيسي لذلك هو أن المياه السطحية لا تستطيع أن تتخلل طبقات سطح الأرض نتيجة لوجود الإسفلت أو الإسمنت مثلاً أو نتيجة لضغط التربة لاستخدامها في المناطق المسكونة مما يؤدي إلى تقليل نفاذيتها وبالتالي ازدياد نسبة جريان الماء على السطح و حدوث الفيضانات

طبيعة وتأثير الأخطار الناتجة عن الفيضانات و السيول

- استخدام السهول الفيضية (Flood plain): حيث أن هذه المناطق خصبة التربة وصالحة للزراعة ويكون الاستيطان في هذه الأراضي مغرياً جداً وذلك لأن مياهها تستغل في الري والاستعمال المنزلي ، إلا أنها تعتبر خطرة جداً على الاستيطان حيث أنها معرضة لحدوث تكرار للفيضانات والسيول.
- المقدار (Magnitude): ويقصد به عمق وسرعة المياه وإمكانية تكرار حدوث الفيضانات ، فكلما زادت كمية المياه المتجمعة كلما زادت إمكانية حدوث الفيضان.
- معدل زيادة الفيضان :حيث يعتمد ذلك على الأسباب الطبيعية مثل هطول الأمطار أو ذوبان الثلوج أو كليهما معاً أو بفعل الإنسان) مثل انهيار السدود مثلاً(ً.
- الوقت الفصلي الذي يحدث به الفيضان :ويقصد به حدوثه فى فصل الصيف أو فى فصل الشتاء حيث تعتبر كمية الأمطار عاملًا مهمًا لحدوث الفيضانات فمثلًا نجد أن كمية الأمطار فى الصيف أعلى منها فى الشتاء في كثير من المناطق ، بينما يزداد ذوبان الثلوج فى الصيف أيضاً مما يعنى أن فصل الصيف هو الوقت الأمثل الذي يمكن أن يحدث فيه الفيضان.
- الرسوبيات الموجودة في النهر :فكلما زاد ترسيب حمولة النهر كلما زادت كمية الفيضانات حيث تزيد هذه الرسوبيات من إرتفاع المياه فى النهر.
- احتمال نجاح التنبؤ والإنذار وأخذ الاحتياطات اللازمة قبل حدوث الفيضان :إن نجاح التنبؤ بالفيضان يعطي فرصة أكبر للنجاة وأخذ الاحتياطات اللازمة لدرء آثارها.

تأثير الفيضانات و السيول

١ .تأثيرات رئيسية (Primary Effects): وتشمل فقد الحياة أو الأرواح بالإضافة إلى فقدان الممتلكات العامة كالمباني ، والطرق والجسور والاتصالات وانهيار المنازل وكذلك

عمليات النحت والترسيب وخصوصاً في المناطق السكنية ، وكذلك فقدان الزراعة والتربة الجيدة نتيجة لجرفها بواسطة الفيضانات.

٢ .تأثيرات ثانوية (Secondary Effects): تصاحب هذه التأثيرات غالباً التأثيرات الرئيسية الناتجة عن الفيضانات ومن هذه التأثيرات ما يأتي: نشوب الحرائق نتيجة الالتماس الكهربائي وذلك لوجود الوسط **المائي**.ازدياد التلوث الكيميائي حيث أن المياه تحمل المواد الكيميائية الملوثة.الأمراض والجوع ويحدث ذلك نتيجة لانتشار القوارض والزواحف. تشريد السكان وتركهم دون مأوى.

تخفيف مخاطر الفيضانات و السيول

❖ **لتخفيض نسبة مخاطر الفيضانات ، فإنه لابد من توقعه بوقت كاف قبل حدوث الفيضان وذلك باستخدام جميع المعلومات الخاصة بالفيضانات السابقة.**

❖ **رسم نموذج بياني لفترات التكرار، ومن هنا يتضح أنه لابد من وجود مرصد دائم يسجل ارتفاعات الأنهار و الأمطار.**

❖ **رسم خريطة للوادي توضح المناطق التي تكون معرضة للفيضانات و السيول .**

 بناء حواجز خرسانية و بناء السدود في أعلى الأنهار و الأودية . حيث استخدامها لتخزين المياه وتوليد الطاقة الكهربائية.

❖ **أما المناطق القريبة من الساحل والتي تتعرض للفيضانات بفعل العواصف، فيجب رصد هذه العواصف والأعاصير عن طريق استخدام طرق الاستشعار عن بعد والإنذار بقدومها.**

❖**بناء جدران بحرية عالية لتكسير الموجات البحرية وتقليل خطر المياه المحمولة إلى داخل المدينة ، ولقد أجريت هذه التجربة بنجاح على ساحل ولاية تكساس الأمريكية عام ١٩٨٢ م وحققت نجاحاً كبيرا في تقليل خطر الفيضانات الناتجة عن عمليات المد والجزر في هذه المنطقة**

العوامل المساعدة في مواجهة السيول

❖ معرفة وقياس العوامل المساعدة على نشوئها و استمرارها .

❖ **التنبؤ بالطقس) عادة من ٤ إلى ١٠ أيام (**

❖ توفر المنشآت الواقية

❖ توفر الكادر الفني المتخصص .

المنشآت الواقية من السيول

❖ هي منشآت متعددة الأغراض كالحماية والتخزين والتغذية والسياحة .

❖ قليلة الضرر على البيئة خلاف الوسائل الدفاعية ضد الأخطار الأخرى كالحروب مثلا .

❖ قليلة التكلفة من ناحية الدراسة والإنشاء والصيانة والتشغيل

❖ عدم حاجتها إلى حراسة أو حماية من التلف أو السرقة أو الحريق.

السدود

الأهداف الأساسية من إقامة السدود

❖حماية المدن والقرى من أخطار السيول

- تغذية المياه الجوفية في منطقة السد
- تأمين مياه الشرب) من خلال محطات التنقية
- تأمين مياه الري للأغراض الزراعية

أنواع السدود

- السدود الخرسانية
- السدود الترابية
- السدود الركامية
- السدود الجوفية

حساب فترة تكرار السيل و احتمالية حدوثه

Flood Return Period and its Probability

تعتمد أنواع الفيضانات و السيول على-:

- الزمن Time

Seasonal Floods١. السيول الموسمية

Sudden Floods٢. السيول الفجائية

- Location and Intensityالموقع و الشدة

Flash Floods١. السيول البربقية

Revering Floods٢. الفيضانات النهرية

Tidal Floods٣. فيضانات المد و الجزر

يتطلب حساب فترة الإحتمالية و التكرار على تضمن Probability and Return period

الملمعلومات على التاليه

- مجموعة بيانات – data series
- كفاية المعلومات - adequate
- دقة المعلومات – accurate
- توثيق المعلومات – relevant

Probability and Return period

الاحتمالية و فترة التكرار

1- In (USA)

Return period (Tr) Flood

فترة تكرار السيل

Tr = (n +1) / m unit: year

Where

Tr: Return periodفترة التكرار

n: Total number of readings (years)

مجموع عدد القرآت) السنوات(

m: Rank of the event in order of magnitude, the largest event having, m=1

ترقيم القرآت بالترترتيب من أكبر قيمة ، حيث أن أكبر قيمة تأخذ الرقم ١

الاحتماليةProbability (P)

P = 1 / Tr unit: percent

or

P = m / n+1 unit: percent

الاحتماليةWhere:-:- P: Probability

2- In (UK)

Tr =(n + 0.12) / (m – 0.44)

P =(m – 0.44) / (n + 0.12)

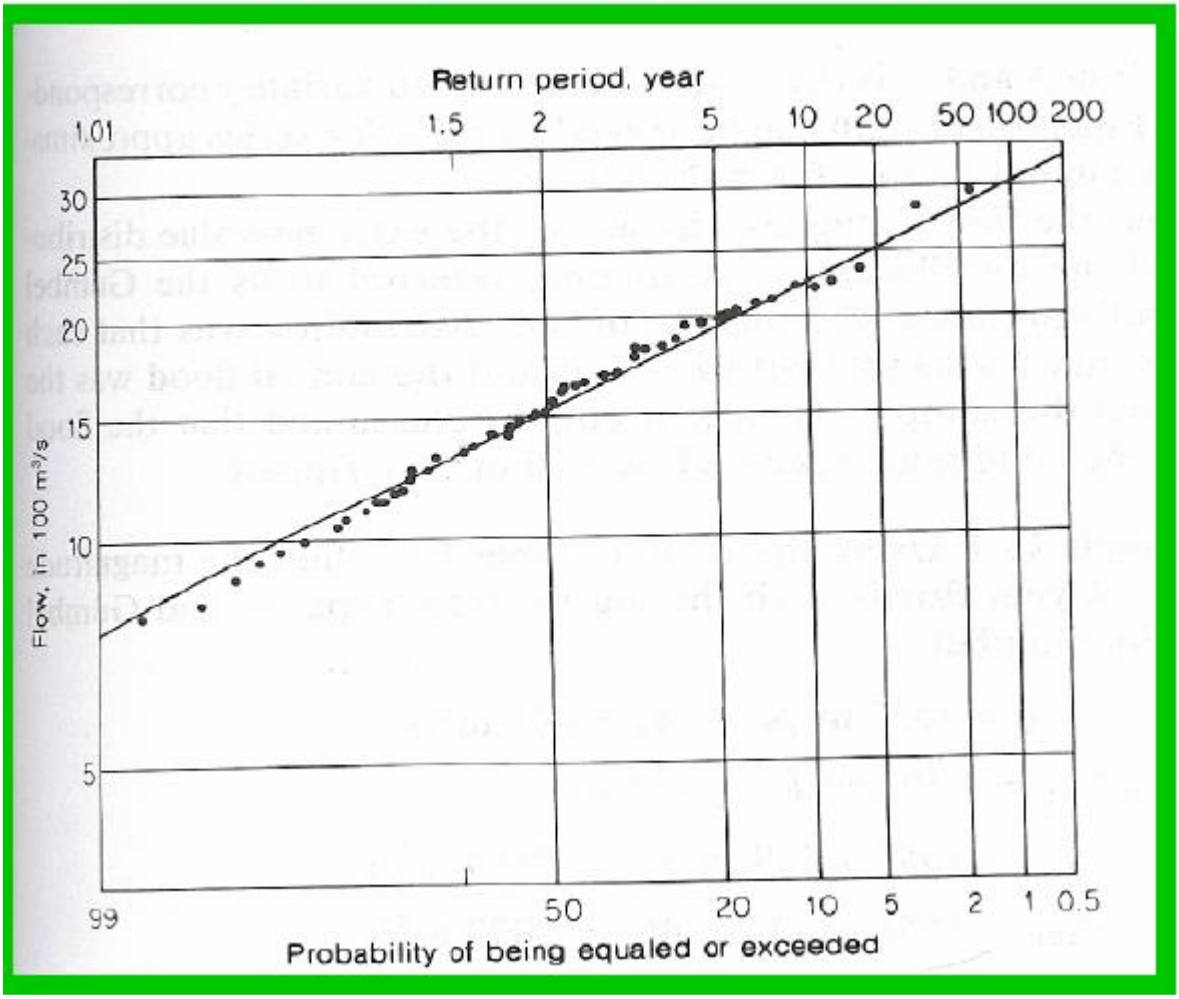
مثال لنتائج حساب فترة التكرار و الإحتمالية

Return period, years	Probability
1.58	0.63
2.00	0.50
2.33	0.43
5	0.20
10	0.10
20	0.05
50	0.02
100	0.01
200	0.005
400	0.0025

Flood-probability analysis

Year	Month	Discharge, m^3/s	Order m	Plotting† position, years
1927	June	1943	13	4.31
1928	May	2042	7	8.00 (8.4)
1929	May	1492	29	1.93
1930	April	878	53	1.06
1931	May	1155	43	1.30
1932	May	2042	8	7.00
1933	June	2305	3	18.67 (21.5)
1934	April	1300	37	1.51
1935	May	1246	40	1.40
1936	May	1790	16	3.50
1937	May	971	51	1.10
1938	April	1795	15	3.73
1939	May	1303	36	1.56
1940	May	1051	47	1.19
1941	May	818	54	1.04
1942	May	1051	48	1.17
1943	May	1478	30	1.87
1944	May	968	52	1.08
1945	May	1257	38	1.47
1946	May	1036	49	1.14
1947	May	1979	11	5.09
1948	May	2803	2	28.00 (35.3)
1949	May	2158	6	9.33
1950	June	1773	17	3.29
1951	May	1252	39	1.44
1952	April	1393	34	1.65
1953	June	1504	27	2.07
1954	May	1665	23	2.43
1955	June	1815	14	4.00
1956	May	2203	4	14.00 (15.5)
1957	May	2016	9	6.22
1958	May	1688	21	2.67
1959	June	1560	26	2.15
1960	May	1405	33	1.70
1961	May	1659	24	2.33
1962	April	1124	44	1.27
1963	May	1082	46	1.22
1964	June	2917	1	56.00 (98.4)
1965	May	1356	35	1.60
	Σ	85617		
	Mean	1557		
	σ_q	467		
	$\overline{\log q}$	3.1733		
	$\sigma_{\log q}$	0.1296		
	G	0.0434		

منحنى فترة التكرار و احتمالية الحدوث



تلوث الماء

لقد خلقت المياه حتى يتمكن الفقير من استعمالها مثل الغني) عبارة موجودة في متون التوابيت المصرية.

لم أتسبب في تعاسة

لم اترك جائعا

لم اتسبب فى دموع

لم اقتل

لم احرض على القتل لم اعدب احدا

لم الوث ماء النهر

كلمات كتبها المصري القديم «حرخوف» على جدار مقبرته في أسوان. المصري القديم متقدم بشكل كبير عن المصري المعاصر، أدرك «القديم» قيمة مياه النيل وعظمة هذا النهر، استلهم منه القدرة على صنع أول حضارة في التاريخ، استطاع أن يكون أول مهندس زراعي في التاريخ، ابتكر علوم الطب والهندسة والكيمياء والفلك. أما في عصرنا الحاضر، فقد تكالبت فئة من المصريين على جلب وتراكم الأموال بأي طريقة، ولو كان فيها قتل أبناء وطنهم وتدمير صحة من بقي منهم على قيد الحياة. هذا هو سر تلوث مياه النيل، أن تتكدس الأموال لدى بعض رجال الأعمال ولو على جثث الآخرين، أصحاب مصانع يلقون بالمخلفات ليل نهار في النيل، ومالكو أقفاص سمكية يملأون

النهر بالسموم ولا أحد منهم يبالي بالمصير المؤلم الذي ينتظر أقاربه وجيرانه وأبناء بلده. ازدادت نسبة مادة الأمونيا في نهر النيل عن الحد المسموح به والذي يبلغ ٠،٥ مللي جرام في اللتر لتصل إلى ٥.٥ مللي جرام في اللتر عند محطة إدفينا

مشكلة تلوث مياه النيل ونفوق آلاف الأطنان من الأسماك خلال الفترة الأخيرة ليست جديدة، وإنما ترجع إلى سنوات بعيدة، بدأت بالمصانع ثم أضيفت إليها المزارع السمكية. نفوق الأسماك لم يكن وليد عام ٢٠١٤، ويمكننا أن نعود إلى عام ٢٠١٠ لنتذكر كارثة موت نحو ٦٠ طنا من الأسماك في بحيرة المريوطية، - أن السبب يرجع إلى الصرف الصحي والصناعي الصادر من شركة سكر الحوامدية ومحطة الصرف الصحى لمدينة الحوامدية، حيث إن نسبة غاز الأمونيا فى الترعة وصلت إلى ٢٠ ضعفا. يرى البعض أن الحكومة لجأت إلى الحل السهل عندما قرر محافظا البحيرة وكفر الشيخ إزالة الأقفاص السمكية، ويقولون إن المياه هي السبب في موت الأسماك وإن من الظلم الإضرار بأرزاق الصيادين، ولكن الحقيقة أن هذه الأسماك تتسبب في إصابة المواطنين بأمراض الكبد الوبائي والفشل الكلوي. «الأقفاص السمكية من أسباب انتشار الأمراض الوبائية القاتلة، حيث تتم تربية الأسماك بداخلها، ما يهدد بكارثة خطيرة، تؤدي إلي تلوث مياه النيل، خاصة أن تغذية تلك الأسماك من مخلفات حظائر الحيوانات وبقايا محلات بيع الدواجن، فضلا عن الأدوية البيطرية التي تحتوي علي الهرمونات التي تساعد على سرعة نمو الأسماك بصورة غير طبيعية، ما يؤثر علي الصحة العامة للأهالي الذين يتناولون هذه الأسماك فضلا عن تلوث المياه التي تقوم بتغذية محطات مياه الشرب، الأمر الذي يؤكد اقتراب الكارثة والتي غيرت

طعم مياه الشرب والتي أصبح لها طعم ولون، بالإضافة إلي الروائح الكريهة ولم تجد محطات مياه الشرب سوي زيادة نسبه الكلور لمعالجة ارتفاع نسبة الأمونيا .

تبدو الأرض من الفضاء كرة زرقاء مغطاة بالماء، وتتناثر فيها هنا وهناك بعض الجزر الكبيرة والصغيرة، لذلك سميت الأرض الكوكب الأزرق، تغطي المياه أكبر حيز من الكرة الأرضية، إذ تحتل المسطحات المائية مساحة قدرها % 71 تقريباً من مساحة الأرض وتقدر كمية المياه فيها نحو 1.973 مليار كيلو متر مكعب. وتمثل المياه المالحة نحو % 97 من حجم المياه الكلي وتوجد في البحار والمحيطات والبحيرات والممرات المائية، أما المياه العذبة فتمثل الجزء الباقي الذي يصل إلى % 3 ويتركز هذا النوع في الأنهار والبرك وبعض البحيرات وباطن الأرض من مياه جوفية ومياه معدنية حارة، وتشكل الجبال الجليدية في المناطق القطبية الجزء الأكبر من المياه العذبة المتاحة لاستعمالات الإنسان التي تمثل % 1.6 تقريباً من حجم المياه الكلي وهذه النسبة ليست ثابتة خاصة مع ارتفاع نسبة الأملاح المتزايدة في البحيرات والمسطحات المائية العذبة المغلقة أو شبه المغلقة أي التي تتصل مياهها مع مياه البحار المالحة من جانب واحد5] تتنوع مصادر المياه كثيراً على سطح الكرة الأرضية نظرا لمساحة وجودها الواسعة جداً، ولكن يمكن

تقسيم المياه تبعاً لمصادرها الطبيعية إلى:

١- مياه المحيطات والبحار.

٢- مياه الأمطار.

٣- مياه الأنهار.

٤- مياه البحيرات.

٥- المياه الجوفية.

٦- المياه المعدنية والحارة.

أما أنواع المياه فلقد قسم العلماء المياه تبعاً لطبيعتها ومكوناتها إلى نوعين رئيسيين هما:

١**-المياه السطحيه :** وهي المياه التي توجد على سطح الكرة الأرضية بحيث تكون متاحة للاستخدام بسهولة، وتقسم بدورها حسب ملوحتها إلى:

-

المياه المالحة :وهي المياه التي تحتوي على تراكيز عالية من الأملاح المعدنية المنحلة، وتعد البحار والمحيطات المصدر الرئيسي للمياه المالحة.

-

المياه العذبة :وهي المياه التي تحتوي على تراآيز منخفضة أو معدومة في بعض الأحيان من الأملاح المعدنية المنحلة، تعد الأنهار والجداول والجليد القطبي والأمطار المصدر الرئيسي للمياه العذبة.

٢-المياه الجوفية :

وهي المياه الموجودة تحت سطح الأرض، سواء تلك الموجودة في المناطق المشبعة) هي المنطقة المملوءة فراغاتها بالكامل بالمياه (أو غير المشبعة) هي المنطقة الواقعة مباشرة تحت سطح الأرض وتحتوي المواد الجيولوجية المكونة لها المياه والهواء في الفراغات الفاصلة بين حبيبات التربة.(

تستخدم الآن فى مجال المياه بعض التعريفات والمصطلحات العلمية الحديثة لوصف المياه وهى :

Water quantity : هى كمية المياه المتاحة للاستخدام.

Water quality : درجة نقاوة المياه والتى تكون صالحة لنوع الاستخدام المطلوب.

Fresh water : هى المياه العذبة التى تحتوى على تركيز من الأملاح الذائبة أقل من ٥٠٠ جزء فى المليون.

Sewage water: وهى مياه الصرف الصحى الناتج عن الاستخدام الآدمى.

Waste water: مياه غير عذبة مثل مياه الصرف الصحى وصرف المصانع وكذلك الصرف الزراعى.

Salty water : هى مياه البحار والمحيطات التى تحتوى على أملاح ذائبة لاتقل عن ٣% (٣٠جزء من الأملاح لكل ١٠٠٠ جزء من المياه).

Brackish water : هى مياه خليط من المياه العذبة والمياه الملحية وهى غالبا توجد حيث التقاء الأنهار بالبحار أو المحيطات.

Hard water : هى المياه التى تحتوى على تركيز من عناصر الكالسيوم والماغنسيوم ويسبب عسر لهذه المياه عند الاستخدام.

Soft water : هى المياه التى لا تحتوى على تركيز من عناصر الكالسيوم والماغنسيوم و يسبب عسر عند الاستخدام.

Polluted water: هى المياه التى تحتوى على واحد أو أكثر من الملوثات (ملوثات معدنية – عضوية) والتى تجعل من هذه المياه غير صالحة للاستخدام المطلوب.

Purified water: هى المياه التى لا تحتوى على الملوثات المعدنية أو العضوية وصالحة للاستخدام الادمى

تعريف تلوث المياه :عرفت هيئة الصحة العالمية WHO تلوث المياه بأنه أي تغير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بسبب نشاط الإنسان، الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو بعضها، وبعبارة أخرى هي التغيرات التي تحدث في خصائص المياه الطبيعية والبيولوجية والكيميائية مما يجعلها غير صالحة للشرب أو للاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية

تؤثر نوعية المياه الجوفية ليس فقط على صحة البشر وإنما أيضاً على المجتمع والاقتصاد الوطني، فهي تستخدم في الزراعة وفي توفير مياه الشرب للإنسان والحيوان وفي الصناعة في عمليات آثيرة مثل التبريد والتخلص من المخلفات والنفايات الصناعية، آما تستخدم في عمليات

إنتاج الطاقة والتنقيب عن النفط وفي أغراض التدفئة والتبريد بالإضافة إلى استخدامات أخرى متنوعة. آمن البشر لسنوات عديدة بأن المياه الجوفية محمية طبيعياً من التلوث بواسطة طبقات الصخور والتربة التي تعمل بمثابة مرشحات.ولكن مشكلة التوسع العمراني وعمليات التصنيع الواسعة وغير المنظمة أدت إلى تلوث المياه عامة والجوفية خاصة التي يصعب تنظيفها لأنها عملية شاقة وباهظة التكلفة. إن استهتار البشر في تعاملهم مع المياه الجوفية حتى في أآثر دول العالم تقدماً ومنها الولايات المتحدة الأمريكية التي توفر أآثر من نصف مياه الشرب لمجمل سكانها أدى إلى بدء مشكلة التلوث منذ عقد السبعينات، وفي الفترة من 1971 حتى 1985 سجل تفشي أآثر من 245 مرضاً مرتبطاً بالمياه الجوفية، إلى أن % 10 من آل شبكات إمدادات مياه الشرب EPA وأشارت بيانات وآالة حماية البيئة الأمريكية من المياه الجوفية تخالف معايير مياه الشرب النظيفة نتيجة للتلوث البيولوجي .وقد آتشف 74 نوعاً من المبيدات منها أنواع مسببة للسرطان في 38 ولاية أمريكية .آما أنتشر التلوث البيولوجي للمياه الجوفية الذي يصيب الأمعاء حيث Cryptosporidium آالتلوث بالبكتيريا والفيروسات والطفيليات مثل طفيل

].شهدت 6 حالات انتشار وبائي لهذا الطفيل المذآور بسبب تلوث المياه الجوفية

تلوث المياه هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي في نوعية المياه، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، يؤثر سلبياً على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة. ويؤثر تلوث الماء تأثيراً كبيراً في حياة الفرد والأسرة والمجتمع، فالمياه مطلب حيوي للإنسان وسائر الكائنات الحية، فالماء قد يكون سبباً رئيسياً في إنهاء الحياة على الأرض إذا كان ملوثاً.

ينقسم التلوث المائي إلى نوعين رئيسيين، الأول هو التلوث الطبيعي، ويظهر في تغير درجة حرارة الماء، أو زيادة ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة. والنوع الآخر هو التلوث الكيميائي، وتتعدد أشكاله كالتلوث بمياه الصرف والتسرب النفطي والتلوث بالمخلفات الزراعية كالمبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية.

يأخذ التلوث المائي أشكالاً مختلفة، ويُحدِث تداعيات مختلفة، وبالتالي تتعدد مفاهيم التلوث المائي. فيمكن تعريفه بأنه إحداث تلف أو فساد لنوعية المياه، مما يؤدي إلى حدوث خلل في نظامها البيئي، مما يقلل من قدرتها على أداء دورها الطبيعي ويجعلها مؤذية عند استعمالها، أو يفقدها الكثير من قيمتها الاقتصادية، وبصفة خاصة ما يتعلق بموارده السمكية وغيرها من الأحياء المائية. كذلك يُعرف التلوث المائي بأنه تدنيس لمجاري الأنهار والمحيطات والبحيرات، بالإضافة إلى مياه الأمطار والآبار والمياه الجوفية، مما يجعل مياهها غير معالجة وغير قابلة للاستخدام، سواء للإنسان أو الحيوان أو النبات وسائر الكائنات المائية.

ماء ملوث بصدأ الحديد.

يعتبر المجرى المائي ملوثاً عندما يتغير تركيب أو حالة مياهه بشكل مباشر أو غير مباشر نتيجة عمل الإنسان، وبالتالي تصبح مياهه أقل صلاحية للاستعمالات في وضع حالتها الطبيعية. والتلوث المائي أيضاً هو كل تغيير الصفات الطبيعية في الماء من خلال إضافة مواد غريبة تسبب تعكيره أو تكسبه رائحة أو لوناً أو طعماً، وقد تكون الميكروبات مصدراً للتلوث، مما يجعله مصدراً للمضايقة أو للإضرار بالاستعمالات المشروعة للحياة. وتحتوي المياه الملوثة على مواد غريبة عن مكونها الطبيعي، قد تكون صلبة ذائبة أو عالقة، أو مواد عضوية أو غير عضوية ذائبة، أو مواد دقيقة مثل البكتيريا أو الطحالب أو الطفيليات، مما يؤدي إلى تغيير خواصه الطبيعية أو الكيميائية أو الأحيائية، مما يجعل الماء غير مناسب للشرب أو الاستهلاك المنزلي، كذلك لا يصلح استخدامه في الزراعة أو الصناعة.

١- انواع التلوث المائى

٢- التلوث بمياه الصرف الصحى

٣- الملوثات النفطيه

٤- المخلفات الزراعيه

٥- تلوث الماء بالمبيدات

٦- التلوث المائى بالمخصبات الزراعيه

٧- التلوث المائى بالمخلفات الصناعيه

٨- اجراءات وقاية الماء من التلوث

يُعد بحر شبين امتداداً للرياح المنوفي الخارج من نهر النيل، وهو ملوث بكافة أشكال التلوث المائي، ويوزع مياه الشرب والري لمدينة شبين الكوم وتوابعها والكثير من قرى محافظة المنوفية.
ملحوظة: الصورة ملتقطة بمدينة شبين الكوم.

يمكن تصنيف التلوث المائي إلى:

تلوث طبيعي

ويقصد به التلوث الذي يغير من الخصائص الطبيعية للماء، فيجعله غير مستساغ للاستعمال الآدمي، وذلك عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء في الغالب لازدياد كمية البخر لماء البحيرة أو النهر، خصوصاً في الأماكن الجافة دون تجديد لها، ويؤدي ذلك أيضاً لاكتسابه الرائحة الكريهة أو تغير لونه أو مذاقه.

تلوث كيميائي

يعتبر التلوث الكيميائي للماء واحد من أهم وأخطر المشاكل التي تواجه الإنسان المعاصر، حيث يصبح للماء بسببه - أي الإنسان - تأثير سام نتيجة وجود مواد كيميائية خطرة فيه، مثل مركبات الرصاص، والزئبق، والكاديوم، والزرنيخ، والمبيدات الحشرية. والتي يمكن تقسيمها إلى نوع قابل للانحلال، ونوع آخر قابل للتراكم والتجمع في الكائنات الحيّة التي تعيش في الماء، مما يمثل خطراً كبيراً عليها، كذلك على متناول الأسماك بسبب تلوثها.

التلوث بمياه الصرف الصحي

تلويث المسطحات المائية بالصرف الصحي

أصبحت قضية التخلص من مياه الصرف الصحي (المجاري) من أكبر المشكلات التي تواجه العالم بأسره، لما يترتب على ذلك من أخطار صحية واقتصادية جمة. فهذا النوع من المياه الملوثة يشتمل على العديد من الملوثات الخطرة، سواء كانت عضوية أو مواد كيماوية (كالصابون والمنظفات الصناعية)، وبعض أنواع البكتيريا والميكروبات الضارة، إضافة إلى المعادن الثقيلة السامة والمواد الكربوهيدراتية.

تحتوي مياه الصرف الصحي على بكتيريا كثيرة جداً تسبب أمراضاً عديدة، فمثلاً في الجرام الواحد من مخرجات الجسم (عرق أو بول أو براز) يحتوي على ١٠ مليون فيروس، بالإضافة إلى مليون من البكتيريا. مثال ذلك بكتيريا السالمونيلا التي تؤدي إلى الإصابة بمرض حمى التيفوئيد والنزلات المعوية. وتسبب بكتيريا الشيجلا أمراض الإسهال، كما تسبب بكتيريا الإسشيرشيا كولاي القيء والإسهال، وقد تؤدي إلى الجفاف خاصةً عند الأطفال. أما

بكتيريا اللبتوسبيرا فيترتب عليها أمراض التهابات الكبد والكلى والجهاز العصبي المركزي، أما بكتيريا الفيبريو فتسبب مرض الكوليرا.

وتسبب تلك أنواع البكتيريا وغيرها الأمراض المختلفة نتيجة للتعامل مع المياه الملوثة بالصرف الصحي، سواء بالشرب أو الاستحمام أو حتى تناول الأسماك التي تم اصطيادها من هذه المياه، عوضاً عن الإقامة بالقرب من المسطحات المائية الملوثة، فإنه يمكن الإشارة إلى أمراض شلل الأطفال والحمى الصفراء والجرب والملاريا.

الملوثات النفطية

تعتبر الملوثات النفطية من أكبر مصادر التلوث المائي انتشاراً وتأثيراً رغم حداثتها، ويحدث التلوث بالنفط عندما تتسرب المواد النفطية إلى المسطحات المائية -خاصةً البحرية منها- والتي لم تقتصر على المناطق الساحلية فقط، بل تمتد لتصل إلى سطح مياه المحيطات وطبقات المياه العميقة.

تتعدد أسباب التلوث النفطي للمياه، لتتضمن حوادث ناقلات النفط ومنتجاته، وحوادث استخراج النفط من الآبار البحرية، خاصةً أثناء عملية فصل الماء عن الزيت فصلاً كاملاً، أو نتيجة تسرب النفط من الآبار المجاورة للشواطئ البحرية، أو بسبب تلف أنابيب نقل النفط من آباره البحرية للشواطئ، وأيضاً حوادث إلقاء النفايات والمخلفات النفطية في البحر من ناقلات النفط أثناء سيرها؛ خاصةً تلك المخلوطة بالمياه التي استخدمت في غسيل خزاناتها؛ وخاصةً تلك المصاحبة لتفريغ مياه توازن السفن. أو غرق الناقلات النفطية المحمَّلة بالنفط أو اصطدامها

بالسفن الأخرى. يحدث التلوث بالنفط كذلك عند التدمير العمدي لآبار النفط البرية والبحرية، كما في حربي الخليج الأولى والثانية، مما أدى لتلوث مياه الخليج العربي بالبترول، وقد دلت دراسات أن التلوث بالنفط في الخليج يبلغ أكثر من ٤٧ مرة التلوث على المستوى العالمي بالنسبة إلى وحدة المساحة. ويأتي ٧٧% من التلوث من عمليات الإنتاج البحري والناقلات.

ومن أضرار التلوث النفطي نجد الآتي:

غرق ناقلة بترول بالقرب من سواحل فرنسا عام١٩٧٨

بطة مغطاة بالنفط نتيجة تسربه في خليج سان فرانسيسكو عام ٢٠٠٧.

- للنفط تأثير سام على الكائنات البحرية عندما تمتصه، فتتجمع المواد الهيدروكربونية المكونة للنفط في الأنسجة الدهنية وكبد وبنكرياس الأسماك، والتي تقتل بدورها الإنسان بعد إصابته بالسرطان. كما تؤثر سلباً على اللافقاريات والعوالق والمحار والثدييات والطيور البحرية والشعاب المرجانية.
- يمتد تأثير التلوث السلبي على المنتجات السياحية الشاطئية.
- تزداد كلفة الحد من التأثيرات السلبية للنفط، أو ما تدفعه الشركات الملاحية من تعويضات نتيجة للتلوث.

المخلفات الزراعية

المخلفات الزراعية هي الأسمدة والمبيدات التي يجري تصريفها إلى المجاري المائية إذا ما تركت دون تدوير، والتي تؤدي إلى تلويث المياه بالأحماض والقلويات والأصباغ والمركبات الهيدروكربونية، والأملاح السامة والدهون والدم والبكتيريا، وبالتالي يضم هذا النوع من المخلفات خليطاً من الملوثات الكيميائية والمبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية.

تلوث مجرى مائي بالمخلفات الزراعية

تلوث الماء بالمبيدات

تستخدم المبيدات الحشرية في مجالات الزراعة والصحة العامة للقضاء على الآفات والحشرات، وبصفة عامة يؤدي استخدام المبيدات إلى اختلال التوازن البيئي من خلال تلويث عناصر البيئة المختلفة من تربة وماء ونبات وحيوان بشكل يصعب إعادة توازنها. وتشمل المواقع المعرضة للتلوث بالمبيدات، عن طريق المياه الجوفية والآبار والينابيع والأنهار

والبحيرات والخزانات المائية والبرك. وتتلوث مياه الشرب بالمبيدات بأكثر من وسيلة، منها الانتقال العرضي من المناطق المجاورة أثناء عملية الرش، أو من جراء التسرب من الأراضي التي تتعامل مع مبيدات بالتزامن مع حركة الماء، أو يحدث التلوث المباشر باستخدام المبيدات في القضاء على نبات ورد النيل مثلاً الذي ينتشر على صفحة نهر النيل في مصر، وبالتالي تمثل مخلفات المبيدات مشكلة خطيرة سواء بالنسبة لصحة الإنسان؛ من حيث تأثيره على الجهاز التنفسي والجلد والعين، أو باعتباره مهلك للأسماك وضار بالزراعات؛ خاصةً نبات القطن عند ريه بمياه تم التعامل معها بتلك المبيدات في حالة القضاء على ورد النيل مثلاً. كما أنه ضار بالحيوانات المنتجة للبن عند شربها لمياه ملوثة.

هناك تأثيرات صحية ضارة للمبيدات المذابة في المياه التي قد تنتقل إلى التربة وينتج عنها زراعة نباتات ملوثة أو نتيجة تناول الحيوانات لنباتات تمت سقايتها بالماء الملوث أو شربها من الماء الملوث مباشرةً، وهي:

- ظهور أعراض مظاهر الحساسية الصدرية والربو وتصلب الشرايين، وظهور أعراض السرطان.
- تضخم الكبد، وظهور الأمراض الجلدية وأمراض العيون، وحدوث اضطرابات في المعدة.
- فقدان الذاكرة وبعد مظاهر التبلد والخمول.
- تدمير العناصر الوراثية في الخلايا، وتكوين أجنة مشوهة

ورغم المآسي التي تحيط بالتعامل مع المبيدات، إلا أنه لا يمكن الاستغناء عنها كليّة، لأن ذلك يعني انتشار الحشرات والآفات بصورة مخيفة. ويمكن الامتناع عن استخدام بعض المبيدات لأكثر من ١٠ سنوات في بعض الأراضي، إلا أن أي نبات يزرع في هذه الأراضي ما زال يحتوي علي بقايا هذه المبيدات.

التلوث المائي بالمخصبات الزراعية

أما بالنسبة للتلوث المائي بالمخصبات الزراعية، سواء كانت آزوتية أو فوسفاتية أو بوتاسية، والتي يتزايد استخدامها نظراً لمحدودية التربة الصالحة للزراعة، والاتجاه نحو التوسع في الزراعة الكثيفة لزيادة إنتاجية الزراعة من الغذاء مع النمو المضطرد للسكان. فمثلاً ينشأ التلوث المائي بالمخصبات الزراعية في حال استخدامها بطريقة غير محسوبة، مما يؤدي إلى زيادتها عن حاجة النبات، فتذوب في مياه الري التي يتم التخلص منها في المصارف، أو تتراكم بمرور الزمن لتصل إلى المياه الجوفية التي ترتفع فيها نسبة مركبات النترات والفوسفات، كما تلعب الأمطار دوراً في حمل ما تبقى منها في التربة ونقلها إلى المجاري المائية المجاورة.

تعد المركبات الفوسفاتية من أهم الملوثات المائية، حيث يترتب على زيادة نسبتها في المياه إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية التي تعيش في المياه، وينجم عن الإفراط في المركبات الفوسفاتية آثاراً ضارة، منها:

- يتصف هذا النوع من المخصبات بثباته الكيميائي، يبحث يجعله يستمر في التربة لفترة طويلة، فالنباتات والمحاصيل لا تستطيع أن تمتص كل ما يضاف منها إلى التربة. فضلاً عما تتصف به من سمية يجعلها من المغالاة في استخدامها ضراراً على كل من يتعامل من المياه شرباً وزراعة (الإنسان والحيوان)، مما يستوجب عدم زيادة مركبات الفوسفات في مياه الشرب عن حدود معينة تقررها السلطات المحلية المعنية بالأمر.
- تعمل المركبات الفوسفاتية على النمو الزائد للطحالب وبعض النباتات المائية في المسطحات المائية المغلقة كالبحيرات، والتي تستقبل -في أغلب الأحيان- مياه الصرف الصحي، حتى تصل لحالة تشبع غذائي يؤدي بمرور الزمن إلى خلوها من الأكسجين، وبالتالي القضاء على ما بها من أسماك وكائنات بحرية أخرى.

تسهم مياه الصرف الزراعي ومياه الأمطار والمياه الجوفية بنسبة مركبات فوسفورية إلى المجاري المائية تفوق بكثير تلك التي تحمله مياه الصرف الصحي والملوثات الصناعية.

أما التلوث المائي بمركبات النترات يعتبر من أكبر وأخطر مشكلات التلوث في العالم، ويأخذ أحد عدة أشكال:

- يؤدي الإسراف في استخدام الحمضيات النيتروجينية في التربة إلى زيادة تركيزها في المجاري المائية لودود فائض عن حاجة النباتات، وتتسرب مع مرور الوقت إلى المياه الجوفية، أو تجرفها مياه الأمطار معها إلى المجاري المائية التي يستخدمها الإنسان.

وجود نسبة عالية من النترات في عديد من النباتات التي تستخدم في تحضير طعام الإنسان.

كميات النترات والنيتريت المختزنة في أنسخة خضراوات مختارة

- التوسع في استخدام مركبات النترات والنيتريت كمادة حافظة، سواء في المعلبات الغذائية، أو في بعض أنواع اللحوم المملحة والمحفوظة، انطلاقاً مما تتصف به من خواص مضادة للجراثيم وإضافتها لوناً خاصاً ورائحة مميزة.
- توجد مركبات النيترات بنسبة عالية في بعض أنواع المشروبات مثل الجعة، نتيجة شمول جزء كبير من أيون النترات المستخلص من الشعير إلى أيون النيتريت السام، أثناء تحضير الشراب عن طريق التخمر.

التلوث المائي بالمخلفات الصناعية

يُقصد بالمخلفات الصناعية كافة المخلفات المتخلفة عن الأنشطة الصناعية، خاصةً الصناعات الكيميائية والتعدين والتصنيع الغذائي. وتمثل مخلفات الصناعة خطراً حقيقياً على كافة عناصر البيئة الذي يعد الماء أهم عناصره، وقد ظهر هذا النوع من التلوث بوضوح في سبعينات القرن العشرين. وتعتبر كل من الصناعات التحويلية والصناعات التعدينية المصدران الرئيسيان لملوثات المياه بالفلزات الثقيلة والكيماويات والمنظفات الصناعية. فالمياه تستخدم في الصناعة بصفة رئيسية في تبريد وتنظيف الآلات ومعالجة المواد الخام أو الطعام وغيرها من العمليات التصنيعية المختلفة، مما ينجم عنه ذلك تلويث المياه بمستويات متباينة، ويتم تصريف كميات هائلة من المياه الصناعية يومياً.

يمثل التلوث بالصناعات التعدينية ذات العلاقة بإنتاج الفلزات الثقيلة - كالزئبق والرصاص والكاديوم والزنك- مشكلة كبرى، نظراً لقدرتها على التراكم في الأنسجة الحية، خاصةً الزئبق الذي يعد أكثرها انتشاراً وأشدها سميّة وقدرة على التراكم بالأنسجة، فضلاً عن دورها في استهلاك قدر كبير من الأكسجين يزيد ٤ أمثال ما تستهلكه مخلفات الصرف الصحي، وهذا بدوره يؤدي لمزيد من قتل الكائنات الحية بالمياه التي تلقى فيها هذه المخلفات.

أسوة بالفلزات الثقيلة، تسهم عديد من الصناعات التحويلية الأخرى في التلوث المائي، مثل الصناعات الكيميائية وعامل تكرير النفط، والصناعات الدوائية وصناعة الحديد والصلب، والصناعات الورقية والصناعات الغذائية، بجانب محطات توليد الكهرباء. وما يترتب على ذلك من الإضرار بسلسلة الغذاء، من خلال إصابة الأحياء المائية من الأسماك والثدييات المائية بالسرطان، الذي بدوره ينتقل إلى الإنسان، فضلاً عن التأثير السلبي لهذا التلوث على إنتاجية المسطحات المائية من الأسماك. وبصفة عامة تتضح سلبيات التلوث المائي بمخلفات الصناعات التحويلية في الدول المتقدمة أكثر من الدول النامية، وخاصةً الصناعات التعدينية، بالإضافة إلى المناطق المتقدمة صناعياً مثل دول شرق آسيا.

كذلك تؤدي إلقاء المواد بلاستيكية في المسطحات المائية إلى قتل الأسماك والطيور والثدييات البحرية، أو إلحاق ضرر بها. فصغار السلاحف البحرية -على سبيل المثال- تلتهم الأكياس البلاستيكية العائمة ظناً منها إنها قناديل البحر التي تُشكل وجبات لذيذة لها، ومن ثم تموت

نتيجة انسداد أمعائها بهذه الأكياس التي لا تهضم. كما أن الطيور البحرية تصطدم -عن طريق الخطأ- بالخيوط البلاستيكية المستعملة في أدوات صيد الأسماك، مما يتسبب في موتها شنقاً.

إجراءات وقاية المياه من التلوث

يظل تلوث المياه العذبة مُسبباً رئيسياً للأمراض والوفاة في معظم دول العالم النامي، ويأخذ الأشكال التالية:

- استنزاف كميات كبيرة من الأكسجين الذائب في الماء، نتيجة ما يخلط من صرف صحي وزراعي وصناعي، مما يؤدي إلى تناقص أعداد الأحياء المائية.
- تؤدي زيادة نسبة المواد الكيميائية في المياه إلى تسمم الأحياء، فتكاد تخلو أنهار من مظاهر الحياة بسبب ارتفاع تركيز الملوثات الكيميائية فيها.
- ازدهار ونمو البكتيريا والطفيليات والأحياء الدقيقة في المياه، مما يقلل من قيمتها كمصدر للشرب أو للري أو حتى للسباحة والترفيه.
- قلة الضوء الذي يخترق المياه لطوف الملوثات على سطح المياه، والضوء يعتبر ضرورياً لنمو الأحياء النباتية المائية كالطحالب والعوالق.

وللحفاظ على المياه الطبيعة يجب سن الكثير من القوانين والتشريعات الحازمة لمحاولة الحد من تلوث المياه، بجانب بناء الحكومات محطات لتنقية المياه ومعالجتها من المخلفات والنفايات، كذلك وضع حد أعلى لتركيز الملوثات في المياه ليضمن حد أدنى

لسلامة المياه. كل هذا بجانب التوعية في وسائل الإعلام المختلفة وشبكة المعلومات الدولية وفي دور العبادة بأهمية المحافظة على المياه.

ومن بعض الحلول الأخرى لمعالجة هذا التلوث:

- سرعة معالجة مياه الصرف الصحي قبل وصولها للتربة أو للمسطحات المائية الأخرى، والتي يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى في ري الأراضي الزراعية لكن بدون تلوث للتربة والنباتات التي يأكلها الإنسان والحيوان.

- التخلص من نشاط النقل البحري، وما حدث من تسرب للنفط في مياه البحار -أو الأنهار الملاحية- من خلال الحرق أو الشفط.

- محاولة دفن النفايات المشعة في بعض الصحارى المحددة، لأنها تتسرب وتهدد سلامة المياه الجوفية.

- فرض احتياطات أَمنيّة على نطاق واسع من أجل المحافظة على سلامة المياه الجوفية كمصدر آمن من مصادر مياه الشرب، وذلك بمنع الزراعة أو البناء أو قيام أي نشاط صناعي قد يضر بسلامة المياه.

- محاولة إعادة تدوير بعض نفايات المصانع بدلاً من إلقائها في المصارف ووصولها إلى المياه الجوفية بالمثل طالما لا يوجد ضرر من إعادة استخدامها مرة أخرى.

- التحليل الدورى الكيميائى والحيوى للماء بواسطة مختبرات متخصصة، لضمان المعايير التي تتحقق بها جودة المياه وعدم تلوثها.

البراكين

تلعب البراكين دورا مهما في العمليات الجيولوجية التي تؤثر على تطور القشرة الأرضية وتشكلها وأصبحت دراسة البراكين علما قائما بذاته يعرف باسم علم البراكين ويصاحب البراكين غالبا تكون معادن وخامات ذات جدوى اقتصادية **Volcanology** . البراكين عبارة عن انفجارات متتالية تدفع الحمم واللافا والغازات والغبار إلى الخارج، هذه الانفجارات تؤدي الى تدمير البنية التحتية في المناطق القريبة من البراكين كما أنها تطلق الغاز السام الذي قد يؤدي إلى الوفيات والرماد البركاني الحار يصل إلى مسافات طويلة ، وقد يؤدي إلى إحتراق أو طمر التجمعات السكنية ، أو يتساقط ملوثا

المناطق الأخرى الأكثر بعدا . والحمم السائلة(اللافا)تندفع إلى الخارج من فوهةالبركان وتسير مسافات طويلة قبل تجمدها . وعموماً يتكون البركان من الأجزاء التالية:

جبل مخروطي : يتركب من حطام صخري أو لافا متصلبة .وهي المواد التي يقذفها البركان من فوهته وكانت كلها أو بعضها في حالة منصهرة .

الفوهة : عبارة عن تجويف مستدير الشكل تقريبا في قمة المخروط يتراوح اتساعه بين بضعة آلاف من الأمتار .وتنبثق من الفوهة على فترات غازات وكتل صخرية وقذائف وحمم ومواد منصهرة(لافا)وقد يكون للبركان أكثر من فوهة ثانوية إلى جانب الفوهة الرئيسية في قمته

المدخنة أو القصبة : وهي قناة تمتد من قاع الفوهة إلى أسفل حيث تتصل بفرن الصهير في جوف الأرض . وتندفع خلالها المواد البركانية إلى الفوهة .وتعرف أحيانا بعنق البركان وبجانب المدخنة الرئيسية ، قد يكون للبركان عدة مداخن تتصل بالفوهات الثانوية.

أسباب النشاط البركاني

يحدث النشاط البركاني بسبب عوامل فعالة في باطن الأرض وتشترك جميعها في إحداث الثوران البركاني وهذه العوامل هي:

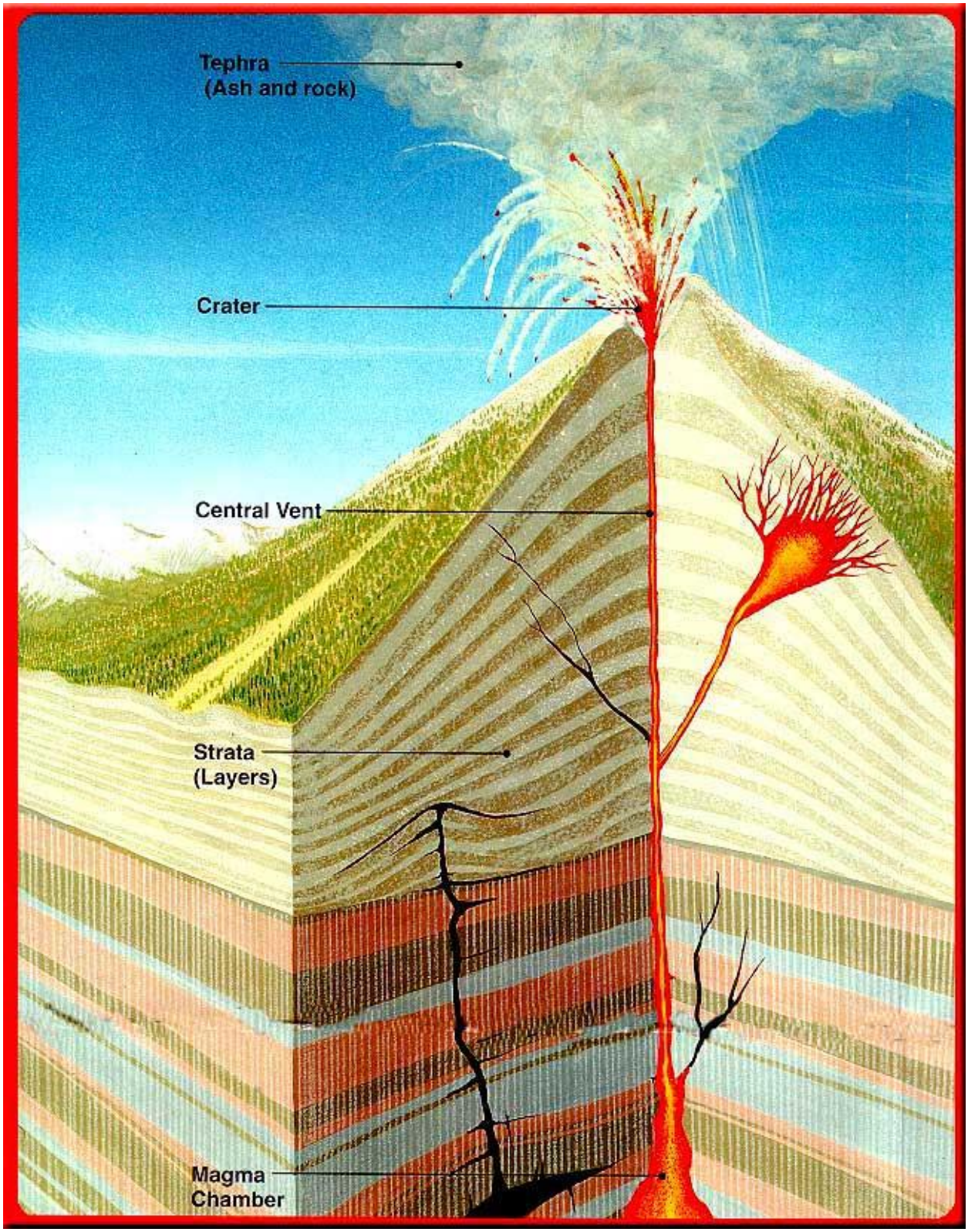
الطاقة الحرارية : تعمل على صهر الصخور وتقليل لزوجتها وصعودها إلى القشرة الأرضية وذلك إعتماداً على الفيض الحراري الأرضي والتوصيل الحراري والتدرج الحراري . وهناك ثلاثة مصادر رئيسة للطاقة الحرارية التي تتسبب في إنفجار البراكين هي- :

الإشعاع الذري : وينتج عن عمليات تحلل نظائر العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم التي تتميز بأنها توجد طبيعياً في حالة غير مستقرة مما يجعلها تتفكك فتنبعث منها جسيمات نووية إشعاعية كهرومغناطيسية تحمل طاقة هائلة تودعها في المادة المحيطة في شكل حرارة تعمل على تسخين الصخور في باطن الأرض مؤدية إلى إنصهارها.

الإحتكاك :ويحدث عنها تولد حرارة تكفي لصهر بعض الصخور مكونة الصهير الذي لايلبث أن يندفع إلى سطح الأرض تحت تأثير عوامل أخرى مثل الضغط وكثافة المادة المصهورة.

الطاقة الحرارية الأرضية : وهي طاقة إضافية موجودة أصلاً تحت القشرة الأرضية وناجمة عن وجود الصخور الأرضية في حالة منصهرة.

الضغط : يعمل الضغط الذي يحدث على المواد المصهورة داخل القشرة الأرضية على إزدياد حالة عدم إستقرارها وتوجيهها للمناطق الضعيفة الموجودة في الصفائح التكتونية ويتسبب ارتفاع درجة الحرارة داخل غرفة الصهير على زيادة تمدد الغازات ومن ثم ارتفاع درجة الحرارة داخل غرفة الصهير على زيادة تمدد الغازات ومن ثم ارتفاع الضغط الداخلي فيندفع الصهير أو يتسرب عبر الشقوق والصدوع مصحوبا بتفاعلات أكسدة الهيدروجين التي تنبعث منها حرارة(تفاعلات طاردة للحرارة)ويصحب ذلك إنفجارات عنيفة مدوية داخل القصبة البركانية مكونة ينابيع من اللابة والحمم والأبخرة المتطايرة والمندفعة إلى أعلى في هيئة ثوران بركاني


Tephra
(Ash and rock)
Crater
Central Vent
Strata
(Layers)
Magma
Chamber

أنواع البراكين

تنقسم البراكين من حيث نشاطها إلى ثلاثة أنواع هي:

البراكين النشطة : براكين دائمة الثورة منذ نشأتها ولا تتوقف عن النشاط وتنبعث من الحمم البركانية باستمرار ومن أمثلة البراكين النشطة بركان مونالوا وموناكيا في هاوايي وبركان فيزوف في إيطاليا.

البراكين النائمة : براكين التي تتوقف عن النشاط لفترة زمنية قصيرة ثم تثور مرة أخرى ثم تتوقف ويكرر نشاطها على فترات متقطعة ومن أمثلة البراكين النائمة بركان مونت تمبورا ، بركان كراكاتوه في أندونسيا ، وبركان مونت بيليه في المارتينيك ، وبركان مونت سان هيلين في ولاية واشنطن بأمريكا . وتعتبر البراكين النائمة أخطر أنواع البراكين ويكمن خطرها على الإنسان وممتلكاته في الأمان الظاهري الذي يحسه في فترات سكونها ثم ثورتها البركانية فجاءة على حين غفلة.

البراكين الخامدة : براكين لم يحدث لها نشاط بركاني منذ فترة طويلة جد اً تزيد على 41 ألف عام ومن أمثلة ذلك البراكين التي كونت الصخور البركانية الانديزتية والريولاتية والبازلتية التابعة للعصور الجيولوجية من عصر ما قبل الكمبري إلى العصر الثلاثي والرباعي)مثل حرات المملكة العربية السعودية وكلها عبارة عن براكين خامدة لم تثر منذ ما يربو على 5.8 مليون عام تقريباً . لا يختلف البركان الخامد في شكله عن البركان النائم ومن مميزاتهما تكون حوض على قمة الفوهة يمتلى

بالمياه السطحية ليكون ما يعرف باسم بحيرة الفوهة وقد يصل قطر هذه البحيرة إلى عشرة كيلو مترات نتيجة لتكرار الثوران البركاني وما يصحبها من عمليات هدم وتكهف في جوانب المخروط إلى داخل البركان ويسمى هذه التركيب باسم الحوض المرجلي(كالديرا.)

البراكين البحرية : براكين تنشط في قيعان المحيطات محدثة حرارة عالية في المياه إلا أنها لا تلبث أن تهدأ سريعا و لكن قد يكون لها أثر في تغيير بعض معالم قاع المحيط . ومن امثلة ذلك بركا ن جزيرة جبل الطير في اليمن عام 4111 م .إن حقيقة البحر المشتعل أو البحر المسجور أصبحت يقيناً ثابتاً فنحن نستطيع اليوم مشاهدة الحمم المنصهرة في قاع المحيطات وهي تتدفق وتُلهب مياه المحيط ثم تتجمَّد وتشكل سلاسل من الجبال قد يبرز بعضها إلى سطح البحر مشكلاً جزراً بركانية .هذه الحقيقة العلمية لم يكن يعلمها أحد أثناء نزول القرآن ولا بعده بقرون طويلة، و قد ذكر الله سبحانة و تعالى هذا النوع من البراكين في كتابة حيث قال والبحر المسجور :الطور)6 أي البحر الذي يتوقد نارا(وإذا البحار سجّرت : التكوير) 6 وروى عبد الله بن عمرو ان رسول الله صلى الله عليه و سلم قال لا يركب البحر الا حاجا أو معتمرا أو غازيا فى سبيل الله فان تحت البحر نارا وتحت النار بحرا رواه ابو داود « .

اشكال البراكين

البراكين المخروطية :يقذف الثوران البركاني المتوسط الشدة والقوي الغبارَ والرماد البركاني واللابة في الهواء ، لتصل إلى ارتفاعات كبيرة، ثم تتصلب المادّة المقذوفة بسرعة في الهواء، وتعود إلى الأرض على شكل مخروطً .يختلف شكل المخروط البركاني باختلاف المواد التي يتركب منها . فإذا

كان المخروط يتركب كلية من الحطام الصخري ، فإننا نجده مرتفعا شديد الانحدار **بالنسبة للمساحة التي تشغلها قاعدته . وتتمثل في جزر إندونيسيا.**

البراكين الدرعية (الهضبية:)

تنشأ نتيجة تدفق اللابة البازلتية في صورة طبقات أفقية منبسطة والغنية بالحديد والماغنسيوم والقليل من السليكا وتراكمها حول فوهة رئيسية ولهذا تبدو قليلة الارتفاع بالنسبة للمساحة الكبيرة التي تشغلها .وتبدو قممها أشبه بهضاب محدبة تحدبا بسيطا وقد نشأت هذه المخاريط من تدفق مصهورات اللافا الشديدة الحرارة والعظيمة السيولة . إن البراكين الدرعية منخفضة وواسعة نظرًا لأن الحمم البركانية تكون سائلة فهي أقل لزوجة من حمم البراكين الطبقية - ومن ثم فهي تنتقل سريعًا وبعيدًا عن فوهات البراكين وتتمثل هذه البراكين الهضبية براكين جزر هاواي كبركان مونالوا الذي يبلغ ارتفاعه 3511 م ومن البراكين الدرعية ايضا بركان حرة اثنين في اواسط شمال المملكة.

البراكين الطباقية (المركبة:)

البراكين الطباقية تتكون البراكين الطبقية في المناطق الساحلية وعلى الجزر في مناطق الطرح القاري (حيث تعلو القشرة القارية فوق القشرة المحيطية .)ولا تثور هذه البراكين كثيرًا بيد أن ثوراتها غالبًا ما تكون عنيفة وتأخذ شكل مخروطي ذي فوهة على القمة .قد تكون الفوهة عبارة عن بحيرة بركانية أو حفرة تفجرت أثناء ثورة البركان العنيفة .تتركب مخروطاتها من مواد الحطام الصخري ومن تدفقات اللافا التي يخرجها البركان حين يهدأ ثورانه .وتكون اللوافظ التي تخرج من البرالبركان أثناء

الانفجارات المتتابعة طبقات بعضها فوق بعض ، و تتداخل اللافا في هيئة أشرطة قليلة السمك .ومن هذا ينشأ نوع من الطباقية في تركيب المخروط .ومن أمثلة ذلك جبل إتنا في إيطاليا وجبل سانت هيلينز في الولايات المتحدة وجبل كوتوباكسي في الإكوادور وجبل فوجي في اليابان وجبل بيناتوبو في الفلبين ومنها ايضا بركان جبل القدر شمال شرق المدينة المنورة.

براكين الشقوق

تتدفق عبر شقوق هذا النوع من البراكين لافا شديدة الميوعة ذات حرارة مرتفعة جداً ، وتغطي مساحات من القشرة الأرضية وتأخذ اللافا(اللابة)بعد تبردها وتحولها إلى الحالة الصلبة شكل التضاريس الأصلية المنطقة التي تدفقت فيما ، وفي مثل هذه الحالة تتشكل مباشرة فوق الشق مخاريط من الرماد البركانى ، أو حواجز كاملة من الرماد ، ولكن هذه الأشكال تتهشم بسرعة تحت تأثير عوامل التعرية ، وكانت براكين الشقوق أكثر انتشارا أثناء فترات جيولوجية سابقة ويطلق على هذا النوع من البراكين اسم البراكين اللافية.

البحيرات البركانية(الكالديرا:)

يحدث في بعض الحالات من الاندفاع البركاني ذات الانفجارات الحاوية المواد الغازية ، أن تتحطم الاجزاء الداخلية من البركان وتقذف صخورها على شكل قطع مختلفة الاشكال والاحجام ، وتتشكل في هذه الحالة مناطق فارغة داخل جسم البركان ، عن Magma ويمكن لمثل هذه الفراغات أن تتكون كذلك في حالة توقف الماجما الخروج ، وقد يصل امتداد هذه الفراغات الى

سطح البركان ، وعندئذ يتشكل على السطح منخفض عميق حوضى الشكل له جوانب قائمة أو شديدة الانحدار يطلق عليه اسم كالديرا ،يبلغ قطره عشرات الكيلو مترات.

مناطق النشاط البركاني

يعد النشاط البركاني ذو صلة وثيقة بأجزاء الأرض التي تكثر بها الهزات الأرضية مما يدل على أن عمليات البركنة ذات علاقة بالعمليات الأرضية التي تحدث على أعماق كبيرة تحت القشرة الأرضية قد تصل أحياناً إلى 111 كيلو متر .وعموما تنحصر مناطق النشاط البركاني في وسط المحيطات ومناطق الإندساس وعلى طول الحواف الجانبية للصفائح التكتونية وداخلها وذلك على النحو التالي

مرتفعات وسط المحيط:

ينشأ النشاط البركاني في هذه الحالة على طول مرتفعات وسط المحيط عند حدود تباعد الصفائح التكتونية حيث ندفع الصهير من باطن الأرض(الوشاح العلوي)عبر شقوق موجودة على طول حيد منتصف المحيط تاركا اللابة تتجمد تحت مياه البحر لتكوين ما يعرف باسم الحمم الوسائدية التي تتولد منها قشرة محيطية جديدة.

حواشي القارات:

ينشأ النشاط البركاني في هذه الحالة عند حدود تقارب الصفائح التي تسمى إما بمناطق الأندساس أو مناطق التخطي ويرتبط بمناطق الاندساس أو التخطي مايعرف باسم أقواس الجزر حيث تكون العدد الأكبر من البراكين غير المغمورة تحت الماء التي هي عبارة عن مرتفعات وعرة شديدة إنحدار الجوانب مكونة من فيوض اللابة والحمم والرماد البركاني ومن أمثلة ذلك تكون أقواس جزر المحيط الهادي التي تشكل نظام دائري حول المحيط وتشيع فيه أحزمة الجبال المشهورة في العالم المعروفة

باسم حلقة النار نظرا لتكرار حدوث الزلازل عميقة البؤرة فيه وكثرة الثوران البركاني كما في اليابان والفلبين وألاسكا وغرب أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية.

الحواف الجانبية للصفائح:

(Transform Faults)يمكن للنشاط البركاني أن ينشأ عند مناطق الصدوع المحولة وهي عبارة عن كسور في القشرة الأرضية تنزلق على طولها الصفائح بجانب بعضها البعض متلائمة وتناسب ببطء ويحب ذلك نشاط زلزالي(خاصة الزلازل ضحلة البؤرة) وخروج بعض الصهير.

داخل الصفائح التكتونية:

لا تخلو أواسط الصفائح التكتونية من نشاط بركاني وفي هذه الحالة ينشأ العديد من البراكين دائمة النشاط فوق مناطق البقع الحارة حيث تستمد الصهير من جوف الأرض عبر مصدر يسمى نافورات الوشاح ومن أمثلة ذلك سلسلة الجزر البركانية \التي تشكل أرخبيل هاواي في وسط صفيحة المحيط الهادي .ومن المعلوم أن معظم البراكين توجد ضمن أحزمة الجبال الحديثة التي لها صلة وثيقة بحدود الصفائح التكتونية في المناطق التي حدث بها تجعد وطي وتكسر حديث وقد تم خلال الخمسمائة سنة الأخيرة اكتشاف ما يقرب من 651 بركان نشط منها حوالي 41 بركان تثور كل عام تقريباً ويوجد حوالي 81 بالمائة من هذه البراكين النشطة ضمن ما يسمى حلقة النار الذي يمتد على السواحل الشرقية من المحيط الهادي فوق مرتفعات الأنديز إلى أمريكا الوسطى والمكسيك، وفوق مرتفعات غربي أمريكا الشمالية إلى جزر الوشيان ومنها إلى سواحل شرق قارة آسيا إلى جزر

اليابان والفليبين ثم إلى جزر إندونيسيا ونيوزيلندا كذلك يوجد الكثير من البراكين الضخمة في المحيط الهادي ومنها براكين جزر هاواي التي ترتكز قواعدها في المحيط على عمق نحو 1111 م ، وترتفع فوق سطح مياهه أكثر من 3111 م . وفي جنوب أوربا هناك براكين نشطة ومنها بركان فيزوف

المشهور قرب نابولي بإيطاليا، وأتنا بجزر صقلية وأسترو مبولي في جزر ليباري .وفي مرتفعات غربي آسيا من أشهر براكينها أرارات واليوزنز .وفي شرق افريقيا نجد براكين كلمنجارو.

عموما هناك توزيعان كبيران للبراكين : دائرة الحزام الناري"، وتقع في المحيط الهادي : » .الأول والثاني : يبدأ من منطقة بلوشستان إلى إيران، فآسيا الصغرى ، فالبحر الأبيض المتوسط ليصل على جزر آزور وكناري ويلتف إلى جبال الأنديز الغربية في الولايات المتحدة.

طرق إثارة البركان

كما ذكرنا توجد البراكين بالقرب من حواف قطع الصفائح أماكن ضعيفة تعرف أو الشقوق . ونتيجة وجود الصخور في أعماق كبيرة بالأرض (cracks) بالشروخ حيث درجة الحرارة والضغط المتزايدين تذوب هذه الصخور وتتحول إلى حمم .وتبقي هذه الحمم تحت ضغط كبير،وهذا يساعدها على حفر نفق إلى أعلى خلال الشروخ، فتندفع وتخرج لمسافات تتراوح مابين 41 و 511 كيلومتراً .وتترسب الحمم بالقرب من فوهة البركان ثم تبرد وتتكون التلال والجبال .وكلما كانت الحمم الخارجة أكبر، كلما كان البركان أعلى وأعرض .من الحمم المتألقة عالياً)stream(ويثور البركان بطرق مختلفة .فقد يُطلق جدولاً في الهواء مثل نافورة نارية ضخمة، أو قد يُطلق كتلاً صلبة من الصخور الحمراء إلى الخارج، أو قد ينتج عن البركان نهر من الحمم)cinders(الساخنة والجمرات خلال الشروخ وعلى جانبيها .فإذا كانت الحمم خفيفة فإنها تنتشر وتصنع بركاناً عرضاً مستوياً، وإذا كانت الحمم سميكة صنعت بركاناً مخروطي الشكل بجوانب منحدرة.

وينتج عن النشاط البركاني عدد من الظواهر المختلفة، أهمها أنه تُسخن مياه الأرض من الماء المغلي والبخار إلى)jets(بالحمم البركانية المصهورة، فتندفع نوافير وقد يكون)geysers(خارج الأرض بالقرب من حجرات الحمم تسمى بالفوارات البركان متفجراً أو غير متفجر والبركان الذي ينتج تحت المحيط هو من النوع غير المتفجر أما الذي يحدث على اليابسة فهو من النوع المتفجر.

وتسري حمم البركان غير المتفجر بسرعة كبيرة نسبية في قاع المحيط بالقرب من المنبع ولكنه يبرد بعيداً عنه .أما البركان المتفجر على اليابسة فيسبقه رماداً أو شظايا أو حمم ثم يتبعه فترة سكون عندما تسد الحمم مؤقتاً فوهة البركان .ثم بعد فترة قصيرة، تحدث ثورة عنيفة منتجة نافورة من الحمم ترتفع إلى أعلى لمسافة الكيلومتر أو أكثر والحمم المكونة بهذه الطريقة سائلة وتنتقل بسرعة كبيرة جداً.

دلت النماذج الحديثة للتراكيب القشرية والوشاح العلوي ان تمدد قاع البحر الأحمر يتغير من شماله إلى جنوبه حيث يزداد التمدد كلما اتجهنا جنوبا ليصل إلى 53 ملم في السنة إلى 11 كم تقريبا LAB ويصل عمق الحد الفاصل بين الغلافين الصخري والوهن 551كم تحت الدرع العربي .أن هناك - بالقرب من ساحل البحر الأحمر وما بتين 511 مجريين ريشين تحت الدرع العربي وأن المناطق منخفضة السرعة(مناطق ذات درجة الحرارة الأعلى) مرتبطة بالنشاطات البركانية والخواص الطبوغرافية على سطح الدرع العربي .علاوة على ذلك هناك مرحلتين من الشّد في البحر الأحمر حيث التمدد والتعرية بالانسياب في الغلاف الوهن وان هذا

الغلاف ينساب تحت الدرع العربي والبحر الأحمر حيث تخترق الصهارة المنطقة الإنتقالية تحت مثلث عفار وتسير ببطء عبر قنوات الى جنوب البحر الأحمر وشبه الجزيرة العربية .

وتشير دلائل السجلات التاريخية للاحداث الزلزالية والبركانية أن الصفيحه العربية وجدت ضمن نظام بيئي حركي نشط داخل القارة حيث أن النشاط البركاني داخل

الصفيحه انتج 45 ثوران بركاني على الأقل على الجزيرة العربية خلال آلاف السنين الماضية وكان آخر ثوران بركاني سنه 5641 م في ذمار شمال اليمن وبركان جزيرة جبل الطير عام 4111م ويحتمل أن كثيراً من الثورات البركانية التاريخية قد حدثت دون أن تسجل وهناك العديد من فيوض البازلت داخل سهول اللابه النائية انتهى أثرها بسبب التعرية الشديدة وتراكم الطين والرمل ومن الجدير بالذكر أن معظم هذه الحقول عبارة عن فيوض من البازلت الأوليفيني القلوي والانديزايت تتخللها بعض الفوهات البركانية ومخاريط الرماد والتوفه البركانية

ويتتراوح عمرها بين الايوسين والهولوسين وقد استمر هذه النشاط البركاني حتى

الماضي القريب.

توقع النشاط البركاني

يمكن التنبؤ بثورة البركان اليوم بدرجة عالية من الدقة، حيث يمكن مراقبة البراكين النشطة بالوسائل التالية:

مراقبة البراكين بالوسائل الجيوفيزيائية حيث أن حدوث الثوران يتم بعد تحرك كميات كبيرة من الصهير موجود تحت البركان وهذا يؤدي إلى تغير المجال المغناطيسي والظروف الحرارية

المحلية بحيث يمكن اكتشاف ذلك الحرارية المحلية بحيث يمكن اكتشاف ذلك بالأجهزة الجيوفيزيائية وأجهزة الاستشعار عن بعد طوبغرافية البركان مثل ميل قمته وانبعاجها أو انتفاخها أو هبوطها مما يدل على حركة الصهير وصعود إلى أعلى.

مراقبة السلوك الزلزالي حيث يصحب صعود الصهير العديد من الهزات الأرضية الصغيرة التي يمكن تسجيلها بواسطة مقياس شدة الزلازل (السيزمومتر) وهي تدل على قرب الثوران البركاني.

مراقبة التغير في كيميائية الغاز البركاني وزيادة كمية الغازات والدخان والأبخرة المتصاعدة.

إجراء دراسات جيولوجية مفصله لمنطقة البركان للتعرف على إمكانية حدوث ثوران بركاني في المستقبل ومن أمثلة ذلك دراسة مراحل تطور البركان واختلاف على التكرار الدوري لثوران البركان ومدة هدوءه أو وجود في الحالة النائمة. تتبع نشاط المداخن والينابيع الحارة والنطق الحرارية المائية في منطقة البركان . ومن الدراسات الحديثة في هذا المجال استخدام الأقمار الصناعية حيث يمكن بواسطتها الذي يدلنا على تغير ميل التراكيب الجيولوجية **meter Tilt** استعمال جهاز قياس الميل نتيجة اندفاع الصهارة من اسفل إلى أعلى وحدوث تفلطح في المنطقة التي يبدأ يتكون فيها المخروط البركاني والذي تخرج منه الحمم.

إجراءات مواجهة مخاطر البراكين

من الصعوبة تجنب الثورة البركانية .ولابد مرن وقروع خسائر في المناطق القريبة من البركان النشط .ولكن يجب التقليل من هذه الخسائر بإتباع الآتي-: وضع مخطط لمواجهة خطر البركان عند حدوثه في المناطق التي تقذف عادة بالحمم البركانية والحطام المتطاير.

وضع قواعد ولوائح معينة لطريقة إستخدام الأرض في هذه المناطق كأن تُصدر الحكومة أمراً بعدم التشييد في هذه المناطق مثلاُ أو على الأقل التحكم في إستخدامها. مراعاة إشارات الإنذار مع الإخلاء الفوري فور سماعها. متابعة وسائل الإعلام والإلتزام بما يصدر من تعليمات. إتخاذ التدابير للحماية من الغازات البركانية السامة ومعرفة مدى الحاجة ل كسجين أو بإستخدام الكمامات. حماية الجسم والرأس من المقذوفات الدقيقة المتطايرة من فوهة البركان. الإبتعاد عن الأماكن المنخفضة التي قد تتعرض للفيضان بسبب ذوبان الجليد حول فوهة البركان أو التعرض ل مطار الغزيرة في وقت متزامن مع ثورة البركان. إستخدام النظارات لحماية العيون من الرماد شديد الحرارة. العمل على تنظيف أسقف البيوت من الرماد البركاني ومع تراكم الرماد المتساقط وتحذير السكان من إنهيار الأسقف الضعيفة التشييد.

الفوائد والأضرار الناجمة عن البراكين

تكمن المخاطر الأساسية للبراكين في سريان الحمم وسحب الدخان والرماد المتطاير والحطام الناتج والتي تعتبر بكل المعاني أكبر تهديد يسببه البركان .فالناس والممتلكات في الأماكن المجاورة للبراكين مهددة بهذه المخاطر .وتقع أكثر الأماكن تأثراً بالبراكين في دائرة نصف قطرها من 10 إلى 510 كيلومتراً .ويسبب الرماد الناتج عن البركان مشاكل تنفسية خطيرة وربما إختناق .بينما يسبب الرماد والحطام معاً تلف المحاصيل الزراعية ويقلل الإنتاجية لعدة سنوات .وإذا كان ناتج البركان كبيراً، فقد تتهدم المباني وتقتل أو تحاصر الناس والحيوانات . ويرجع مستوى تدميره إلى قوته. و بالرغم من الكوارث التي تسببها البراكين إلى أن لها فوائد و هي تشكل الجبال والهضاب والسهول بالاضافة الى تخصيب التربة لذلك نلاحظ ان معظم الناس

تتمركز و تبني قراها و مدنها حول البراكين لخصوبة التربة بفعل بعض المعادن الموجودة في الحمم البركانية .علاوة على ذلك تنشأ العيون الكبريتية على الفوهات الخامده وتستخدم لاغراض علاجية مثل امراض الرمواتيزيوم والكسور وغيرها .ومن الظواهرالطبيعية المصاحبة للبراكين الحديثة الينابيع الحارة والفوارت ينجم عنها الزرنيخ والأنتيمون والنحاس والقصدير بالإضافة إلى الأملاح المعدنية 0 ذات الجدوى الاقتصادية في مجال التعدين.

وفي كثير من المناطق البركانية يستخدم البخار الجوفي كمصدر للطاقة .كما تستخدم الطاقة الحرارية الجوفية لإنتاج الكهرباء في إيطاليا والمكسيك ونيوزيلندا والولايات المتحدة .وفي أيسلندا يُدفئ معظم الناس منازلهم باستعمال المياه المسحوبة من الينابيع البركانية الحارة.

الزلازل

قال الله تعالى بسم الله الرحمن الرحيم" إذا زلزلت الأرض زلزالها و أخرجت الأرض أثقالها" (الزلزلة آية ١و٢)

الزلازل جزء من حياة الأرض وجزء مأساوي من تاريخ البشر، ولا يمر عام إلا ونسمع بحدوث عشرات الزلازل . إن أهم ما يميز بنية الأرض الباطنية هو تباين خصائصها الفيزيائية والكيميائية وظهور الطبقات الصخرية والمعدنية المختلفة بدءا من مركز الأرض وحتى سطحها الخارجي ، ولقد تم الاعتماد على معرفة مكونات وخصائص باطن الأرض على الطرق والوسائل الجيوفيزيائية خاصة الأمواج الاهتزازية التي تطلقها الزلازل) الهزات الأرضية (أو التفجيرات الصناعية والنووية .وفد لوحظ تباين سرعة ا لأمواج الاهتزازية) السيزمية (الطولية والعرضية ضمن الكرة الأرضية وذلك طبقا لتباين طبيعة المواد التي تكو ـ ا وحسب درجة صلابتها وليونتها ، ومن الدراسات العلمية تم التعرف على طبقات الأرض المختلفة، وقد لوحظ وجود اختلافات مهمة وكبيرة فى طبيعة هذه الطبقات كيميائيا وفيزيائيا ومعدنيا ، وكل هذه الاختلافات ساعدت على زيادة التفاعلات الباطنية التي انعكست بقوة على كل أنحاء الأرض . وعليه تم التعرف على ثلاثة طبقات رئيسية تنفصل عن بعضها البعض بسطوح انفصالية وانتقالية تتغير عندها سرعة الأمواج الاهتزازية بصورة واضحة مما يشير إلى الانتقال من وسط فيزيائي إلى أخر ، وتتكون الأرض من ثلاث طبقات رئيسية وهى :

أ (القشرة الأرضية (٣٠-٤٠ كم) فى المناطق السهلية وتصل إلى عمق حوالي ٥٠ كم فى المناطق الجبلية وتصل إلى حوالي ٨٠ كم تحت بعض السلاسل الجبلية العملاقة مثل الهمالايا.

ب (الوشاح أو الستار فينقسم إلى جزء علوي يصل عمقه إلي حوالي ١٠٠٠ كم والجزء السفلي يصل عمقه إلى حوالي ٢٩٠٠ كم

ج (النواة ويصل عمق الجزء العلوي منها إلى ٥١٢٠ كم ثم النواه الداخلية حتى مركز الأرض على عمق حوالي ٦٣٧٠ كم.

ونتيجة للتحركات المستمرة بين هذه الطبقات وتحرك طبقة القشرة الأرضية فتتشقق إلى وحدات صخرية كبيره وتبدأ بالتحرك حسب اتجاه حركة مواد الوشاح، وقد تغور أجزاء من القشرة الأرضية الصخرية الأثقل فتظهر قيعان المحيطات وتظهر قبالتها القارات وترسم حدود تماس وتفاعل بين القشرتين القارية والمحيطية ، وهنا تكمن البؤر والمواقع الأساسية للزلازل وذلك مثل زلازل البحر المتوسط والبحرالأحمر .

موجات الزلازل تعرف بالموجات السيزمية Seismic Waves وتنقسم الموجات السيزمية الى نوعين رئيسيين من الموجات وكل منها تنقسم الى نوعين فالنوعان الرئيسان هما

1. Body Waves

هذة الموجات يمكنها الانتشار خلال المواد الصلبة والسائلة أي خلال الأوساط اللدنة Elastic Mediumsوينقسم هذا النوع من الموجات الى نوعين آخرين هما :

A- Compressional ,Longitudinal or P waves

تنتشر هذه الموجات في الأوساط اللدنة على هيئة تضاغطات compressions وتخلخلات Dilatationsوحركة جزئيات وسط الانتشار وتكون دائما في اتجاه انتشار الموجة كما هو مبين بالشكل (١) ومثلهنا مثل الموجات الصوتية ، أي يصدر عنها صوت وهذا ما شاهدناه في زلزال ١٩٩٢ م في منطقة أبو زعبل بالقرب من مدينة القاهرة فلقد سمع صوتا قوياً أعقبة هزات أرضية . إنه يمكن الشعور باصطدام وسماع صدى تلك الموجات.

B- Shear Waves

يمكن أنم يشعر بها الإنسان عند حدوث زلازل وإنها أبطأ من P waves ويمكنها الإنتشار فقط في الصخور الصلبة (Solid Rocks أي لا يمكنها الانتشار في الوسط المائي). حركة جزيئات الوسط تكون دائما في اتجاه عمودي على انتشار الموجة كما هو مبين بالشكل (٢). مثلهما مثل أمواج الماء حيث تدفع جزيئات وسط الانتشار إلى أعلى وإلى أسفل مما تسبب حدوث صدوع وبالتالي خسف بالطبقات التي تمر بها. وصدق الله العظيم إذ يقول: (أَفَأَمِنَ الَّذِينَ

مَكَرُوا السَّيِّئَاتِ أَنْ يَخْسِفَ اللَّهُ بِهِمُ الْأَرْضَ أَوْ يَأْتِيَهُمُ الْعَذَابُ مِنْ حَيْثُ لا يَشْعُرُونَ) (النحل:٤٥)،

(أَأَمِنْتُمْ مَنْ فِي السَّمَاءِ أَنْ يَخْسِفَ بِكُمُ الْأَرْضَ فَإِذَا هِيَ تَمُورُ) (الملك:١٦)

2- Surface Waves:

هذه الموجات يمكنها فقط الانتشار في المواد الصلبة ، أي خلال الطبقة السطحية للقشرة الأرضية

وتنقسم أيضاً هذة الأمواج إلى نوعين :

C- Rayleigh Waves

لهذه الأمواج خاصية الانتشلر خلال الأسطح الخارجية للمواد الصلبة Uniform Solid Materialوحركة الجزيئات تكون في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة في شكل اهليجي Elliptical shape

وسرعتها أبطأ من Body Waves , i.e,V p = 0.9 VS إن معظم الهزات التي نشعر بها

من الزلازل تكون بفعل هذا النوع من الموجات حيث تأثيرها يكون أقوى الأنواع وحركتها تكون في شكل شبه دائري مما تقلقل الطبقات التحت سطحية التي تمر بها فيما يعرف بالرجفة وصدق الله العظيم إذ يقول: (وَإِلَى مَدْيَنَ أَخَاهُمْ شُعَيْباً فَقَالَ يَا قَوْمِ اعْبُدُوا اللَّهَ وَارْجُوا الْيَوْمَ الْآخِرَ وَلا تَعْثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ* فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّجْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جَاثِمِينَ) (العنكبوت:٣٦-٣٧)

D-love Waves

هذا النوع من الموجات لا يشاهد إلا في وسط Non-uniform على الطبقة السطحية وهي ذات سرعة أقل من سرعة الطبقة السفلية .وحركة هذة الأمواج تكون دائما أفقية كما بشكل (٥)، فهي نادراً ما تسجل في عمليات الاستكشاف السيزمية لأن الجيوفونات Geophones تسجل فقط الحركة العمودية فقط للأمواج.

يستخدم هذا النوع من الأمواج فقط في الزلازل لدراسة الطبقات السطحية من القشرة الأرضية. ومن هنا نلاحظ أن الموجات السطحية Surface Waves لها دور رئيسي في دراسة الطبقات السطحية للقشرة الأرضية.إذن فكلا النوعين يكملان بعضهما البعض في دراسة الأرض ككل.

و إذا راجعنا أسباب وقوع ا لزلازل فإننا نجدها تنحصر فيما يلي:

١ ٠ تصدعات قشرية عندما تحدث الزلازل فى القشرة الأرضية فجأة مما يسبب اهتزازات فى الأرض.

٢ ٠ نشاط زلزالي متولد عن وجود بحيرات صناعية.

٣ ٠ الضغوط العالية فى باطن الأرض والتي تؤثر فى المناطق الطبيعية.

٤ ٠ انهيار الكهوف الجوفية العظمى وسقوطها الذي قد يبلع مدن بأكملها .

تعريف الزلزال:

هو تكسر وتغلق مفاجئ لكتل وأحجام هائلة في الطبقات الصخرية الأرضية بسبب إجهادها إلي حدود تفوق قابلية تحملها للقوي التكتونية المسلطة عليها داخل الغلاف الصخري حيث تتحرر إثر ذلك طاقة حركية ضخمة جداً تنطلق معظمها علي اهتزازات تنتقل بسرعات مختلفة في باطن الأرض وعلي سطحها مسببه بذلك الكوارث والدمار للبيئة والإنسان ، ومن المعروف أن منطقة البحر الأحمر والبحر المتوسط هما أنشط المناطق زلزالياً في مصر كما تحدث بعض الزلازل أيضاً في المناطق الداخلية منها ومن هنا نقدم عرضاً مبسطاً للفارق في المعني العلمي بين قوة وشدة الزلازل.

التعريف اللغوي للزلازل:تعرف الزلازل في اللغة بإسم :الشدائد

طرق قياس الزلازل:

–قوة الزلزال Magnitude

هو تعبير رقمي لوغاريتمي يعبر عن مقدار الطاقة التي انبعثت عند بؤرة الزلزال في هيئة موجات زلزالية وتحسب هذه القوة بقياس أقصي سعة لموجات معينه من تسجيلات الزلازل في المحطات المختلفة ولا تتغير قيمة القوي المحسوبة لزلزال معين من محطات مختلفة في بعدها عن مركزه إلا بمقدار لا يتعدي 2,. درجة وقد قدم العالم الأمريكي تشارلز رختر هذا التعريف لقوة الزلازل في عام ١٩٣٥ ووضع معادلته التي تعتمد علي هذا المفهوم والتي اعتبرت منذ

ذلك الحين مقياس الزلزال. وليس هناك آي نوع من الصخور تستطيع أن تخزن طاقة بداخلها تولد زلزالا قدره أكبر من ٩ بمعنى أن مقاومة الصخور للطاقة المخزونة عامل مهم فى تحديد قدر الزلزال، ومقياس ريختر هو مقياس لوغارتمى ولا يوجد حدود لقدر الزلزال، وبالرغم من أن هذا المقياس يعتبر مقياسا مفتوحا إلا أن اكبر قدر لزلزال حدث فى التاريخ المعروف هو ٩.٨ . ومعنى أن مقياس القدر لوغاريتمي أن كل درجة من درجات مقياس ريختر التسعة نعنى زيادة فى كمية الطاقة عشرات أمثال الدرجة السابقة لها، حيث أن زلزالا قدره ٥.٧ تنطلق منه طاقة تعادل كمية الطاقة التي تنتج من ٣٠ زلزالا قدر كل منها ٥.٦ درجة وحوالي ٩٠٠ مره أكثر من زلزال قدره ٥,٥ درجة وقدر الزلزال المحسوب ثابت أينما سجل هذا الزلزال.

شدة الزلزال Intensity

يوجد فرق كبير بين قدر الزلزال وشدة الزلزال، فشدة الزلزال هي الشعور بالزلزال ومدى اتساع تأثيره على الإنسان وممتلكاته والظواهر الجيولوجية الناتجة عنه ، و شدة الزلزال هي تعبير رقمي وصفي عن تأثير الزلزال علي الإنسان ومنشآته والتغيرات التي تحدث في سطح الأرض نتيجة له ولا تقدر الشدة الزلزالية باستعمال تسجيلات المحطات ، حيث قيمة وصفية وإنما تقدر توصيفيا رقمياً بالأرقام (من خلال المشاهدات في الأماكن المتأثرة بالزلزال ٠ وتختلف باختلاف المكان أي أنه للزلزال الواحد قيم مختلفة لشدته وتعتمد علي عدة عناصر هي :

أ-قوة الزلزال

ب-عمق بؤرة الزلزال

ج-البعد عن مصدره

د-كمية الطاقة المتسربة نتيجة حدوث الزلزال،

ه-نوع التربة ونوع الصخور

و-نوعية المنشات وطريقة تصميمها

ى-عدد الوفيات والإصابات

وتوجد عدة مقاييس لقياس وتقدير شدة الزلزال واشهرها هو مقياس ميركاللى المعدل وهو مقسم إلى ١٢

1-بالغ الضعف أقل من 3.5 لا تشعر به سوى أجهزة القياس و بعض الطيور و الحيوانات .

-2ضعيف جدا ٣.٥ يشعر به الناس في طبقات الأبراج السكنية العليا

-3ضعيف ٤.٢ يشعر به الناس في البيوت

-4متوسط ٤.٤ تهتز الأبواب و النوافذ و المعلقات

-5قوي نسبيا ٤.٨ تهتز الأبواب بشدة و يتكسر الزجاج

-6قوي ٥ يشعر به كل الناس و تتساقط محتويات المنازل

-7قوي جدا ٦ يجري الناس في الشوارع و يصعب الوقوف على الأرض و تظهر أمواج في برك السباحة

-8مدمر ٦.٥ تتصدع المباني القديمة و قد تنجم خسائر في الأرواح

-9مدمر جدا ٦.٩ تتصدع الطرقات و تتلف الخزانات و أنابيب التديدات الصحية و المجاري

-10شديد التدمير ٠ ٧ تنهار كثير من المباني و تتشقق الأرض و تحدث فيها الإنزلاقات ، و ينجم عنه خسائر كبيرة في الأرواح

-11بالغة التدمير .8 تنهار المباني بصورة شاملة و كذلك السدود ، و تتلوى خطوط السكك الحديدية ، مع خسائر كبيرة بالأرواح

-12 كارثي ٩ تتطاير كل المباني بلا استثناء ، و تغطس الشواطئ و ما عليها في البحر

وأكبرها هو الدمار الشامل. في ج .م .ع " فسوف/ ١٠ /ولو تم تطبيق هذه العوامل المؤثرة على حدوث زلزال ١٩٩٢ نجد أن الزلزال لم يكن بالدرجة التدميرية التي أدت إلى تصدع وانهيار المباني ، ولكن يرجع ذلك إلى أن معظم المباني التي دمرت كانت قديمة ولم يكن هناك صيانة دوريه لهما وأيضا المباني الحديثة التي انهارت على سبيل المثال عمارة مصر الجديدة إنما رجع ذلك ليس لقوة وشدة الزلزال بقدر ما كان للإهمال الذي ينتج عن التعديل والتنفيذ في المبنى الأساس وأيضا زيادة عدد الأدوار عن العدد المرخص إذ أظهر الزلزال القصور من جانب المهندسين المختصين بالمباني وأيضا دور الحي المختص بمتابعة هذه المخالفات وغياب الضمائر التي تسببت في هذه الحوادث بسبب الغش والإهمال وليس بسبب الزلزال وأيضا الآثار القديمة التي تحتاج إلي الصيانة الدورية وتحتاج إلى مخصصات من جانب ميزانية الدولة.

فائدة الزلازل من الناحيه البيئيه:

يعتبر علم الزلازل من العلوم الطبيعية الحديثة ويشكل أحد الفروع الهامة للعلوم الجيوفيزيائية ، وقد تطور بصورة سريعة باستعمال أجهزة تسجيل الزلازل قبل أواخر القرن التاسع الميلادي ، وحاليا توجد آلاف المراصد والمحطات الخاصة برصد الزلازل موزعة على سطح الكرة الأرضية، وتقوم هذه المراصد بإجراء عمليات التسجيل والتحليل المستمرين وتعد الخرائط والدراسات الاحتمالية عن هذه الكوارث الطبيعية إذ أن علم الزلازل يعتبر حاليا من العلوم البيئية الهامة. و لنفترض أن الزلازل قد توقفت فجأة في الأرض ، وأننا لم نعد نصادف زلازل مدمرة ولا حتى هزات خفيفة، وهب كذلك أن الأرض قد خلت من الإنهدامات والتصدعات

والحركات البنائية بمختلف مقاييسها .ماذا سيجرى لو تم هذا الأمر؟ بالتأكيد ستكون العواقب وخيمة .فخ لال مليون ونيف من السنين ستحول الرياح والمياه المناطق الجبلية إلى ركام سينقل إلى الأماكن المنخفضة وإلى البحار والمحيطات بشكل خاص فتتراكم هناك مكونة طبقات تراكمية وترسيبية سميكة فتتناقص فروق الارتفاع بين المرتفعات والمنخفضات، وتدريجيا سيتحول سطح الأرض إلى س هول وأشباه سهول وستتناقص أعماق البحار والمحيطات، وسيتبدل سطح الأرض تماما عما هو عليه الآن .ومع الزمن سيغرق وجه الأرض بغبار الفتات الصخري وتخلد الأرض إلى الموت والسكينة فتخمد. ولحسن الحظ أن مثل هذا الأمر لن يحدث الآن لأن أرضنا حية وليست جثة هامدة . تتنفس من أعماقها وتتحرك مغيرة بذلك معالم سطحها باستمرار، فتعلو جبال وتنخفض سهول وتتشكل فجوج سحيقة على سطح الأرض وفى أعماق المحيطات وتثور براكين وتظهر جزر وتغوص أخري وتهتز الأرض وتميد الجبال .كل ذلك يجرى بلا انقطاع ، وهكذا نرى أن مملكة الإنسان قلقة دائما لا تعرف الهدوء أبدا، وذلك لأنها حية تمتلك الطاقة الحرارية في أعماقها التي تتحول بيسر إلى قوة دفع وإلى حركة تؤثر في النهاية في سطح الأرض مؤدية إلى تشققه وتحركه وزحزحته، وقد تتقارب أجزاء وتتباعد أخرى، وتتسع مساحات وتنكمش أخرى، ويتحرك مركزي القطبين باستمرار فيحدث ما يحدث من تبدلات مناخية ونباتية وحيوانية على سطح الأرض.

انواع الزلازل

يكثر حدوث الزلازل على سطح الأرض، ويبلغ عددها مئات الآلاف سنويا، آي بمعدل (١-٢) هزة كل دقيقة، ولكن شدتها وقوتها متفاوتة كثيرا، وفى الواقع يمكننا أن نقسم كل الزلازل إلى مجموعتين كبيرتين:

-الزلازل الطبيعية:

و هي تنقسم بدورها إلى زلازل باطنية المنشأ و أخرى خارجية المنشأ و ذلك كما يلي:

أ- زلازل باطنية المنشأ وهى الأكثر تأثيرا في الطبيعة والإنسان وأعماقها تصل إلى ٦٠٠ كم من سطح الأرض ، وتتضمن الزلازل باطنية المنشأ نوعين هما الزلازل التكتونية والزلازل البركانية.

ب- زلازل خارجية المنشأ وهى زلازل ضعيفة عادة بالمقارنة بالزلازل الباطنية، وهى ذات تأثير محلى محدود وتتكون غير بعيدة عن سطح الأرض.

الزلازل الصناعية:

هناك زلازل إنسانية المنشأ كالزلازل الضعيفة التي تشكلها الانفجارات النووية الكبيرة وتفجيرات هدم الصخور كالمحاجر وانهيار السدود والبحيرات الصناعية وضغط الأبنية في المدن العملاقة.

ويمكن القول بأن التفجيرات النووية التي تجرى في باطن الأرض تمثل زلزالا صناعيا) هزة أرضية صناعية(وخير مثال عنها ما تقوم به الولايات المتحدة الأمريكية من تفجيرات نووية

في صحراء نيفادا ، فواحد من كل ثمانية تفجيرات تصل كمية المتفجرات المستخدمة إلى (١و٠ -٢و١) مليون طن ، وهذه تعادل زلزالا مقداره (٥-٦) درجات طبقا لمقياس ريختر، وتؤثر بذلك على الصدوع القريبة من مناطق الانفجارات النووية وتتسبب في تجدد النشاط الزلزالي والبنائي وتتحرك تبعا لذلك الصدوع من (٣٠-٤٠ سم) إلى اكثر من متر وترافق ذلك حركة رأسية للصدع قد تصل إلى ١٥ سم، وهذه الحركات تتخذ نفس مسار حركات الصدوع مسبقا وليست مسارات جديدة، ويتراوح امتداد هذه الحركات ما بين مئات الأمتار وبضعة كيلومترات، وبالطبع كلما كان التفجير قويا ازداد طول المنطقة المتحركة في الصدع، كما هي الحال في الطبيعة، إذ تتناسب مع شدة مقدار الزلازل .وتم رصد هزات أرضية ضعيفة بعد أحد التفجيرات وصل عددها اكثر من آلف هزة في اليوم وبعد أسبوعين هبطت إلى ١٥ هزة في اليوم الواحد وتناقص العدد تدريجيا مع الزمن

الزلازل المسجلة بالأجهزة:

تم تسجيل ما يزيد علي ٨١٠٠ زلزالا منذ عام ١٩٠٠ في مصر

المخاطر الزلزاليه فى الوطن العربى وفى مصر

تطالعنا بين وقت وآخر أنباء عن وقوع زلازل في بقعة ما على سطح كوكبنا الأرض،و تتمثل في هزات تتراوح بين ذبذبات وديعة لا تكاد تثير انتباه أغلب الناس، إلى كوارث ضارية تفترس بين أنياء المرعبة مئات الألوف من البشر، وهو الأمر الذي فرض على عقول العامة والعلماء ، على حد سواء، هواجس زلزالية مخيفة جعلت الناس -في كل مكان -يشعرون على ظهر أرضنا انهم ليسوا فى منجاة من هذه الظاهرة المدمرة، وبالطبع ليست منطقتنا -الشرق أوسطية -استثناء من هذه القاعدة إن دراسة الزلازل والقيام بالقياسات الضرورية لمعرفة مكان حدوث الزلزال وقوته ودراسة آثاره المدمرة والتعرف على خصائص الأمواج الاهتزازية كلها أمور حيوية

وأساسية بالنسبة للأنسان لأنها هي التي تعطينا الصورة الحقيقية عن درجة مخاطر وخطورة الزلازل وما يجب أن يعمل للتخفيف من أضرارها كما أنها تقرر لنا معرفة موثوقة عن باطن الأرض وما يحتويه من مواد مختلفة والحالات الفيزيائية التي تعيشها هذه المواد، وبخاصة إذا ما علمنا أن الأمواج الاهتزازية تمتد عميقا فى باطن الأرض ، بل إنها قد تنفذ من طرف إلى آخر فى حالة حدوث الزلازل الكبيرة المدمرة.

وبالرغم من عدم وقوع المنطقة العربية فى النطاق الزلزالي العنيف إلا أن المدن العربية لم تكن فى تاريخها وحاضرها بعيدة عن الضربات الزلزالية العنيفة كمثال زلزال الأصنام في الجزائر عام ١٩٥٤ م وزلزال أغادير بالمغرب عام ١٩٦٠ م وزلزال الأصنام مرة أخرى فى الجزائر عام ١٩٨٠ م وزلزال ذمار في اليمن عام ١٩٨٣ م وزلزال القاهرة عام ١٩٩٢ م وزلزال خليج العقبة عام ١٩٩٥ م) الذي أثر بشدة على مصر والسعودية والأردن وفلسطين (، وإذا استعرضنا التاريخ القديم نجد أن المناطق العربية قد تعرضت إلى الزلازل المدمرة فى مدن العراق وفلسطين وسوريا ولبنان والأردن واليمن والسعودية ومصر وليبيا وتونس والجزائر والمغرب .وقد سبق أن تعرضت أغادير المغربية إلى زلازل مدمرة ومصر ١٨٤٧ و ١٩٥٥و ١٩٦٩و١٩٧٤ و ١٩٨١و ١٩٩٢و ١٩٩٥ ..... الخ

إذا استعرضنا منطقة شرق حوض البحرين المتوسط والأحمر نجد انها تشمل البلدان الممتدة من تركيا حتى اليمن .وتشمل قبرص، جمهورية مصر العربية، فلسطين، الأردن، الكويت، لبنان، المملكة العربية السعودية، سوريا، تركيا، اليمن) شكل رقم ١ يبين خريطة للنشاط الزلزالي

بالمنطقة (، ويتضح من الدراسات، أنه نظرا لطبيعة التركيبات الجيولوجية والنشاط الزلزالي والطبيعة الطويوغرافية والمناخية

لمنطقة شرق حوض البحر المتوسط فإنها قد وقعت تحت تأثير العديد من الكوارث الطبيعية والتي تسببت في الكثير من فقد الحياة والممتلكات .وبالدراسة المستفيضة لهذه المنطقة وجد انها قد تعرضت للعديد من الكوارث الزلزالية فى الماضي وانها ممكن أن تتعرض مستقبلا لمثلها.

تركيا هي البلد التي يتواجد ٠ ا أكبر نشاط زلزالي فى هذه المنطقة، وجزيرة الأناضول مشهوره جدا بانها قد تعرضت إلي زلازل كبرى) لها قوه كبيره (أثرت بشدة على مدنها وسببت في كوارث

أما فى مصر فالتاريخ الزلزالي المعروف يرجع إلى حوالي ٤٨٠٠ سنة سابقة) شكل ١

١٠/١٩٩٢ /وبالإضافة إلى الزلزال الذي حدث فى دهشور) ٢٠ كم جنوب غرب القاهرة (فى ٢٢ وبقوة ٩.٥ والذي تسبب فى مقتل أكثر من ٥٠٠ نسمه ودمارا شديدا فى المباني فى الدلتا والقاهرة والجزء الشمالي من صعيد مصر وكذلك خلف الكثير بلا مأوى وحوالي ٣٠٠٠ مصاب، فإن التاريخ الحديث)القرن العشرين (يشير إلى أربعة زلازل أخرى هامة-:

وقد قام بعض العلماء بالخارج وفي مصر بتجميع واعادة دراسة الزلازل التاريخية والحديثة منذ عام ٢٠٠٢ قبل الميلاد قبل الميلاد حتى الآن لدراسة المخاطر الزلزالية التي تعرضت لها مصر سواء من زلازل حدثت فى داخل أرضها أو فى حوض البحر المتوسط وأثرت عليها وكانت هذه الدراسات لها هدف وهو دراسة إحصائية للزلازل وإمكانية تكراريتها وربطها

بالتكوينات الجيولوجية و التكتونية والفوالق الكبيرة وغيرها المعروفة والمصورة بالأقمار الصناعية و ذلك كله حتى يمكن معرفة واستنتاج المناطق المحتمل تعرضها مرة أخرى فى مصر لزلازل عنيفة حتى يمكن التقليل من أخطارها تنقسم جمهورية مصر العربية إلى عدة مناطق زلزالية من حيث سرعة و شدة وعدد الزلازل وقوتهاا وهي:

١-منطقة البحر الأحمر وفوالق موازية للبحر الأحمر وأخرى عرضية تنشأ بسبب انفتاح قاع البحر

وخليج السويس.

٢-المنطقة الممتدة من الجلف الكبير حتى أبو رواش فى الجيزة، وتتميز هذه المنطقة عن غيرها بالنشاط

القديم حيث منطقه جنوب غرب منخفض القطارة وكان أخرها زلزال عام ١٩٧٨ بقوة ٧.٥ درجة

بمقياس ريختر.

٣ .المنطقة الوسطى -حيث تقل فيها عدد الزلازل ا المسجلة فى هذه المنطقة.

٤ .منطقة البحر الأبيض المتوسط وهى منطقة تلاقي البلاطة الأفريقية مع البلاطة الأوربية و تعتبر امتداد للحزام الزلزالي الممتد على طول الساحل الشمالي الأفريقي والذي حدث فيه الزلزال الذي دمر مدينة . الأصنام بالجزائر ٠

٥ .منطقة السد العالي وجنوب أسوان حيث تتميز بالنشاط الزلزالي حول البحيرات-وتشمل صدع كلابشه ومنطقة أبو دباب -حيث معظم البحيرات قد تسببت فى إحداث زلازل وكلها تدور

حول جيولوجية المناطق التي تتواجد فيها هذه البحيرات من حيث وجود فوالق جيولوجية نشطة ٠ ا ومدى مساحة وعمق المياه وتصريفها وتخزينها وتلاحظ أن امتداد منطقة البحر الأحمر تستمر حتى الإسكندرية وتتقاطع مع منطقة أبو رواش والجلف الكبير في منطقة القاهرة ، وقد تعرفنا على زلزال ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ أنه حركة على فالق يمتد شرق غرب وهو الاتجاه الموازى لشاطئ البحر المتوسط والمعروف فى أرجاء مصر كلها، كما يجب أن نلاحظ أن النشاط الزلزالي حول بحيرة ناصر مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمعدل تناقص منسوب المياه ٠ ا وليس معدل الزيادة، والدليل على ذلك أنه عند امتلاء البحيرة اعتباراً من يوليو ١٩٨٨ لم يرافقها نشاط زلزالي، غير عادي وكل ذلك يتطلب ضرورة المواجهة القومية لاحتمالات الخطر واتخاذ سبل المواجهة للإستعدات لكل الاحتمالات .٩

كما توجد مناطق فرعية الزلازل ٠ ا اقل من ٥.٣ ريختر مثل :طريق القاهرة – السويس ، و القاهرة– أبو رواش – الإسكندرية ، و قنا – الغردقة ، و الجلف الكبير – وادي حلفا و من بعض الزلازل الحديثة على مصر زلزال الإسكندرية البحري ١٢ سبتمبر ١٩٥٥ ومركزه٣٢ْ٢ شمالا ٢٩ْ٦ شرقا وقوته ١.٦ ريختر ، وقد دمارا ملحوظا في الإسكندرية والقاهرة وشعرت به أثينا وجنوب مصر أقصي شدة له ٨ بمقياس مير كالي ٠وتوفي ٢٢ شخصا وجرح ٦٧ فردا و ٠ دم٣٠٠ مبني في شمال الدلتا و زلزال شدوان في ٣١ مارس ١٩٦٩: ومركزه يقع عند ٢٧ْ٦ شمالا و٣٣ْ٩ شرقا وقوته ٢.٦ ريختر ، وقد شعر به في دائرة نصف قطرها ٦٠٠ كيلو متر وسجلت الخسائر في مدي ٣٠٠ كيلو متر ، وقدرت شدته في

جزر شدوان وطويلة وجوبال بتسعة درجات بمقياس ميركالي و زلزال جنوب أسوان ١٤ نوفمبر ١٩٨١: ومركزه يقع عند ٢٣ْ٥٥ شمالا و ٣٢ْ٥٥ شرقا وقوته ٦.٥ ريختر ، و قد شعر به حتى أسيوط) ٦٥٠ كم (شمالا و حتى الخرطوم) ٨٥٠ كم (جنوبا ،٨ درجة بقياس مير كالي في منطقة وادي كلابشه وجبل مراوة) ٦٠ كم جنوب أسوان - و قدرت شدته ٧ (و زلزال دهشور ١٢ أكتوبر ١٩٩٢: وكان مركزه جنوب غرب القاهرة عند خط عرض ٢٩٠٨ شمالا وخط طول ١.٣١ شرقا وبؤرته على عمق ٩.٢٤ كم و زلزال العقبة ٢٢ نوفمبر١٩٩٥: وقوته ٨.٥ ريختر ، ولم يسبق هذا الزلزال أية هزات وأن تبعه عدد كبير جدا من التوابع بلغت حوالي ١٨٠٠ تابع في اليوم الأول فقط واستمرت حتى نهاية يونيو ١٩٩٦ ويحتمل بعدها ٠ وفي رأي مورين) ١٩٩٦ (بعد دراسته للمنطقة جيولوجيا خطورة منطقة نويبع مع الزلازل المتوقعة مستقبلا ولو مع هبوط طفيف في اتجاه الخليج كل مرة ويحذر من العبث بالصدع النشط الموجود خلف محطة البترين والذي استعمل كمحجر ٠

اسلوب تخفيف المخاطر الزلزاليه واستنباط معامل الامان

يتطلب الأمر أولا إقامة الشبكات الزلزالية المتعددة الأغراض وإجراء الدراسات الجيولوجية و التكتونية لتحديد المواقع الأشد تأثرا بالصدوع والحركات الجيولوجية البنائية ويصاحب ذلك تجميع المعلومات عن الزلازل التاريخية التي وقعت فى كل منطقة وتقرير شدتها وموقعها البؤري ، وما يترتب عن ذلك من إعداد الدراسات والبحوث و إعداد الكوادر العلمية لإدارة المراصد والشبكات الزلزالية وتحديد السمات العامة للزلزالية المحلية والإقليمية ورسم خرائط الشدة الزلزالية ويجدر الإشارة إلى أن أسلوب تخفيف المخاطر هو باتباع أسلوب) درهم وقاية خير من قنطار علاج(، وأن ما وقع فى زلزال دهشور) القاهرة (بمصر فى ١٢ أكتوبر ١٩٩٢ من آثار تدميرية وغيره من الآثار التدميرية التي وقعت فى الأوطان العربية الأخرى يدل على

أن المشكلة لا تقع على وقوع الزلازل فحسب بل إلى انعدام التهيؤ الهندسي والوقائي والنفسي لوقوع الزلازل وامتصاص آثارها السلبية، حيث تتعرض المنشآت خلال حدوث الزلازل إلى اهتزاز ديناميكي موقت يستمر من عدة ثوان إلى ثلاث دقائق كحد أقصي ، كما أن درجة التعرض لا يرجع بالضرورة إلى ارتفاع مستوى الخطر والاهتزاز الزلزالي بقدر ما يعود إلى أن هذه المباني قد أقيمت باستخدام مواد بناء وتقنيات إنشاء لا تكفل لها سوى القدر القليل من المقاومة عند وقوع الزلزال، وهذا ما وقع فى القاهرة ١٩٩٢ حيث كانت الأبنية المتأثرة هي الأبنية التاريخية والمساكن القديمة التي لم تجرى عليها آية صيانة منذ سنوات عديدة عدا بعض المباني الأخرى مثل المدارس أو المتعددة الطوابق والتي بنيت حديثا وغير المستوفية أصلا للشروط الهندسية التقليدية أو لم يدخل فى تصميمها الكود الزلزالي) معامل الأمان الزلزالي (المنصوص عليه فى قانون المباني، وليس غريبا إذ أننا نلاحظ النسب العالية للخسائر البشرية والمادية تنحصر تقريبا فى الزلازل التي تصيب الدول النامية والفقيرة والتي لم تبادر لاعتماد خطة محكمة وطويلة النفس لتخفيف المخاطر.

إن النشاط الزلزالي في جمهورية مصر العربية في تزايد مستمر وكما هو معروف فإن مصر تتأثر بالزلازل التي تحدث في شرق البحر المتوسط والبحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة والتي لها نشاط زلزالي متزايد، وإن حساب قوة الزلازل المتوقعة والطاقة المنبعثة منها في المستقبل القريب تلعب دورا هاما في استنباط معاملات الأمان الزلزالي للمواقع والمنشآت الهامة والحيوية والبنية الأساسية في الدولة وتستفيد منه جميع قطاعات الدولة سواء حكومية أو خاصة أو استثمارية ، حيث أن التوسع العمراني ومشاريع التنمية بسيناء وشمال الصعيد

وجنوب مصر من أنفاق وترع وكباري ومحطات نووية لتوليد الكهرباء وأبراج للكهرباء وكذلك المنشآت الخاصة بالمشروعات الصناعية الكبرى المقترحة وخلق تجمعات المائية وسكنية ومدن جديدة ، يتطلب تأمين هذه المشروعات الإنمائية ضد الكوارث

الاسس والقواعد التى يجب اتباعها قبل تصميم المنشات اوالبنيه الاساسيه

١ -معرفة الطبيعة الجيولوجية والزلزالية للموقع وتحديد مواقع الصدوع النشطة زلزاليا ونقيم أعلى شدة زلزالية متوقعة وهذا يتطلب توافر الخرائط الخاصة بتوزيع الشدة الزلزالية وخرائط توزيع البؤر الزلزالية الحديثة والتاريخية.

٢ -دراسة أعلى عجلة زلزالية متوقعة فى الموقع المختار.

٣ -دراسة طبيعة التربة وخواصها الديناميكية حيث تتسبب الموجات الزلزالية السطحية والمسببة للتدمير بتمييع التربة وحدوث الانهيارات الأرضية، ولذا يجب الأخذ فى الاعتبار هذه الدراسات عند تصميم الأساسات.

٤ -دراسة الخواص الديناميكية والاهتزازية للمنشأة حيث يحسب زمن وطول الترددات الزلزالية المتوقعة وطبيعة التهوين الموجي فى الموقع ومن طبيعة الفوالق بالمنطقة.

٥ -يجب تقوية المباني الغير مصممة لمقاومة الزلازل.

وهذه الدراسات يمكنها أن تمد المهندسين المعماريين والمصممين ما يسمى بالزلزال التصميمي، (Aseismic Design)حيث يستخدم فى وضع التصميم الهندسي المقاوم للزلازل Earthquake)ومازالت شركات المقاولات المختلفة تستخدم طرق الحفر التقليدية لتحديد نوع

التربة وخواصها الديناميكية وهذه الطرق فضلا عن انها مكلفة وغير اقتصادية وملوثة للبيئة لا تستطيع التعرف على كتكاوين التربة وعدد وسمك الطبقات التحت سطحية والفوالق وإمدادا ١٠ المختلفة فى موقع المنشأة ويلزم أيضا أجراء بعض التجارب المعملية على العينات المأخوذة من الحفر لتحديد الخواص الديناميكية للتربة ،وتشترط بعض المشروعات الكبرى لمحطات القوي الكهربائية والقناطر والسدود والأنفاق وخطوط الضغط العالي وخطوط الغاز الطبيعي ليس فقط إلى التعرف على التكاوين التحت سطحية وإنما أيضا إلى امتدادها فى الاتجاهات الرأسية والأفقية المختلفة الأمر الذي يستدعى حفر العديد من الآبار في موقع المنشأة وبالتالي ترتفع التكاليف بشكل ملحوظ ، ولهذا نلجأ إلى الطرق السيزمية.

الطرق السيزمية :

و هي تعتبر من الطرق الحديثة التي تستخدم فى مثل هذه الحالات فى العديد من الدول المتقدمة كبديل اقتصادي متميز للطرق التقليدية .وقد تمت دراسات أو ما يسمى بالجسات السيزمية لمشروعات قومية عديدة والتي من شأنها التعرف على عدد وسمك الطبقات التحت سطحية في موقع المنشأة وكذلك امتدادها فى الاتجاهات المختلفة ومن ثم حساب المواصفات الديناميكية اللازمة للاساسات ويلزم فقط حفر بئر واحد للتعرف على كثافات الصخور المكونة للطبقات المختلفة.

والموجات المستعرضة (P-Waves) والطرق السيزمية تستخدم الموجات الطويلة والتي يمكن توليدها بواسطة أجهزة خاصة بذلك وتنشر هذه الموجات فى جميع أجزاء الطبقات(Waves المختلفة المكونة لمرقع المنشأة وتعود إلى سطح الأرض حيث تلتقطها الأجهزة وتعطى صورة

واضحة للتكوينات والتراكيب والفوالق السطحية والتحت سطحية. ولذا يجب علينا أن نأخذ فى الاعتبار الدراسات التطبيقية العلمية والقواعد التي تم الإشارة إليها حيث أن عملية الإنشاء العشوائي للمشروعات بدون فحص طبيعة الأرض والفوالق لها ومكوناتها وتركيباتها قبل البناء وكذلك عدم دراسة المخاطر الزلزالية ومعامل الأمان الزلزالي للمواقع المختارة يكلف أضعاف ما يتم صرفه حيث سيكتشف فيما بعد أن مواقعها غبر صالحة وان المباني تتأثر بشدة بالنشاط الزلزالي الذي لم يتم آخذه فى الاعتبار قبل الإنشاء كما حدث ويحدث فى بعض المشروعات مثل القطامية ومدينة نصر وبنى سويف و المنيا الجديدة ، ولذا فليس هناك بديل لمثل هذه الدراسات المسبقة والتي يجب تطبيقها قبل إنشاء البنية الأساسية للمشروعات الاستثمارية بالدولة.

التنبؤ بالزلازل Earthquake Predicting

وهذا التنبؤ يمكن أن يحصل من خلال تلك الشواهد:

-اختلاف مناسيب المياه في الآبار فجأة.

-تصاعد غاز الرادون Radon Gas من الآبار.

-الهروب المفاجئ للحيوانات ظهور تغيرات واضحة في سلوك الحيوانات كالحركات العشوائية للفئران بعد خروجها من جحورها ، و استمرا طيران الحمام و عدم رجوعه إلى أعشاشه و نباح الكلاب بشكل ملفت .

-تغير في درجة التوصيل الكهربائي للصخور و تغير في المجال المغناطيسي .

الإنزلاقات الأرضية

مقدمة:

تعتبر الإنزلاقات الأرضية هي إحدى الكوارث البيئية وتحدث عادة على المنحدرات متى توافرت العوامل المسببة لذلك ، وقد يحدث الانهيار فجائياً أو على مراحل أو على فترات متباعدة.

الأهداف:

. 1تعريف الإنزلاقات الأرضية وأقسامها.

. 2تصنيف الإنزلاقات الأرضية حسب نوع الحركة.

. 3تحديد العوامل المسؤولة عن حدوث الإنزلاقات الأرضية.

. 4ما هي القوى المؤثرة على المناطق المعرضة الإنزلاقات الأرضية.

. 5توضيح أسباب الإنزلاقات الأرضية

. 6حالة د ا رسة(الانهيا رات الصخرية في اليمن.)

. 7حالة د ا رسية (الانهيا رات في الفلبين.)

الإنزلاقات الأرضية

هي إحدى الظواهر الطبيعية التي تحدث عند توفر العوامل المؤدية لها حيث تتغلب القوة المحفزة (زيادة الحمل والجاذبية وتعرض المنطقة لعوامل ألنحت والتعرية)يؤدي إلى ضعفها و تغلبها على القوة المقاومة للانزلاق(قوة التماسك و الاحتكاك)مؤدية إلى الانهيا رات و الإنزلاقات الأرضية

تقسم الإنزلاقات الأرضية إلى عدة أقسام:

بناءاً على حركة المواد الأرضية يمكن أن، يحدث انهيار بالرمل أو بالصخر أو بينهما الاثنين سواء كانت هذه الحركة سقوط أو زحف وهي:

1 . التدفق FLOW

هذا النوع من الإنزلاقات يسبب عملية خلط) MIXING (للجزيئات مع الحركة ويحدث تداخل للجزيئات من أعلى الى أسفل الانزلاق , أيضاً تداخل من أسفل الى أعلى الانزلاق.

2 . انزلاق SLID

إن تواجد طبقة طينية بين الطبقات الصخرية مع وجود الميل يؤدي إلى انزلاق هذه الكتل الصخرية على الطبقة الطينية حيث أن الطبقة الطينية لها قابلية كبيرة على امتصاص المياه وعند زيادة معدل المياه فإن الطين يسلك سلوك السائل مما يؤدي الى حدوث عملية الانزلاق

3 .تساقط الصخور ROCK FALLS

في هذه الحالة لا يكون وجود الماء ضرورياً في هذه الحركة وهي حركة سريعة ينتج عنها تساقط الكتل الصخرية.

4 . الانخساف SUBSIDE

يجب أن يكون في هذا النوع من الحركة حركة عمودية على طول المنحدر حيث تؤدي الى حدوث خسف في هذه المنطقة عند تشبعها بالماء جزيئاً

بناء على أنواع الحركة هذه تم تصنيف الإنزلاقات الأرضية:

تربة	صخور	نوع الحركة
سقوط مفاجئ	سقوط مفاجئ	Slides
حركة دورانيه	حركة انتقالية	–
انزلاق سطحي صفيحي	–	–
انهيار التربة	سقوط الصخور	falls
زحف للتربة	زحف للصخور	–

حركة بطيئة للمواد الأرضية المشبعة بالماء. انهيارات خطيرة ما بين متوسط الى سريع الحركة.	Flows
حركة معقدة مركبة ما بين الانزلاقات الأرضية والتدفق للمواد الأرضية.	complex

معدل حركة الإنزلاقات الأرضية:

. 1 زحف بطئ مليمترات _ سنتمترات/سنة.

. 2 زحف سريع 1.5 متر /يوم.

. 3 زحف سريع جداً عشرات الأمتار في الثانية.

العوامل المسؤولة عن حدوث الإنزلاقات الأرضية

تحدث الإنزلاقات الأرضية عند توفر واحد أو أكثر من الظروف التالية:

. 1 سفوح شديدة الانهيار خاصة في السفوح الإنكسارية أو المنحدرات التي عملها الإنسان عند شقة للطرق خلال المناطق الجبلية , وتعتبر الجد ا رن الحادة الارتفاع التي تحيط بالأنهار والوديان الجليدية أماكن مناسبة أخرى لتكا وين الإنزلاقات الأرضية.

. 2 الترطيب الذي ينتج من خلال سقوط أمطار غزيرة أو ذوبان كميات من الثلج أو الجليد ، حيث تصبح كثير من الصخور زلقة بعد سقوط أمطار غزيرة على المنطقة كما يكون للوزن الذي تضيفه مياه الأمطار على الصخور أهمية أخرى أيضاً , هذا وتحدث كثير من الإنزلاقات الأرضية الصغيرة بسبب تشبع الأرض بالمياه المتسربة إليها من الخزانات وقنوات

الري.

. 3الزلازل التي قد تسبب بداية حركة الانزلاق الأرضي , ويمكن للبراكين أن تلعب الدور نفسه أيضاً.

. 4 إزالة الطبقات الأرضية المساندة بواسطة عمليات طبيعية أو بواسطة الإنسان ، وذلك عندما تتحول بعض الطبقات الصخرية من ج ا رء عمليات تجوية كيميائية الى طين يقوم عند ترطيبه بتسهيل عملية انزلاق الطبقات والتكوينات الصخرية الواقعة فوقه، ويساعد الإنسان على قيام عملية الانزلاق عندما يزيل طبقات صخرية تحتية بحثاً عن المعادن كالفحم مثلاً.

. 5وجود بنية صخرية غير اعتيادية كأن تكون طبقات تميل كثي ا رً الى درجة أنها قد تتطابق مع درجة الميل للسفوح نفسها أو حيث توجد مفاصل طبقية تكون موازية للجد ا رن التي تحيط بالأنهار والوديان الجليدية العميقة.

. 6أثر الجاذبية الأرضية وهو عامل مهم جداً في تكوين الإنزلاقات الأرضية حيث يقوم بمساعدة العوامل السابقة على الأقل.

القوى المؤثرة على المناطق المعرضة للانزلاقات الأرضية:

يؤثر على المناطق المنحدرة المعرضة لحدوث الإنزلاقات الأرضية قوتين هما:

1 DF) Driving force). القوه المحفزه وهي القوة التي تحرك المواد الأرضية إلى أسفل المنحدر.

. 2 القوى المقاومة : RF) Resisting force (وهي القوى التي تعارض القوى المحفزة لحدوث الانهيار وعند تغلبها على معامل وزن المواد الموجودة تتحول إلى قوة جانبية تعاكس الانهيار.

القوى الجانبية تقوم على عاملين هما:

أ .قوى تماسك داخلية Internal cohesion

ب .قوى الاحتكاك. friction

وبهذا ينتج معامل الأمان SF safety factor

ولذلك فإن ثبات أي منحدر يعتمد معامل الأمان) SF (لهذا المنحدر وهو النسبة بين القوى المحفزة) DF والقوى المقاومة RF

(SF>1 = RF>DF = stableثبات)

(SF<1 = RF<DF = failureانهيار)

أسباب حدوث الانزلاقات:

. 1التراكيب الجيولوجية (الصدوع ، الفواصل ، الشقوق.)

تأثير الصخور النارية والمتحولة والرسوبية بالعديد من الصدوع والشقوق والفواصل عند تكونها بالإضافة إلى الحركات التكتونية القديمة والمصاحبة لانفتاح البحر الأحمر أدت إلى رفع وخفض بعض القطاعات الجيولوجية في تلك المناطق حيث أن بعض الصدوع والشقوق والفواصل العديدة تأخذ اتجاهات مختلفة مما جعلها غير مستقرة جيولوجياً وجعلها شديدة الانحدار مما سهل عملية التعرية الطبيعية التي تساعد على حدوث الانهيار وتساقط الكتل الصخرية.

. 2 الميل والانحدار:

إن المناطق التي تتعرض للانهيارات الأرضية في مصر تمتاز بانحدرات شديدة تؤدي إلى عدم استقرار الكتل الصخرية والتربة الواقعة عليه وكلما زاد الميل اختل الثبات والاستقرار وبدأ الانهيار بالحركة نحو الأسفل أو يبقى في وضع غير مستقر.

. 3تأثير الجاذبية الأرضية:

إن الجاذبية الأرضية تلعب دو ا رً كبي ا رً في عملية الانهيا ا رت والانزلاقات الصخرية وزحف التربة المفككة والركام الصخري على المنحد ا رت وقوة الجاذبية الأرضية تزداد بزيادة مقداري الكتلة ودرجة الميل.

. 4 تأثير مياه الأمطار:

تعتبر الأمطار أحد الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى الانهيا ا رت والانزلاقات الأرضية نتيجة لتأثير الصخور بالعديد من الشقوق والفواصل فعندما تشبع هذه الصخور بمياه الأمطار أو الضباب الكثيف المشبع ببخار الماء ، يؤدي إلى تقليل واضعاف قوى التماسك والاحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخرية وتعمل أيضاً على غسل واذابة المواد اللاحمة في الصخور وتكوين مادة غروية تسهل عملية انزلاق الصخور أو التربة ، كما أن وجود بعض الطبقات الطينية التي تتوضع عليها الكتل الصخرية المعرضة للسقوط تساعد على حدوث الانهيا ا رت.

. 5 تأثير درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة من أهم عناصر المناخ لما لها من تأثير مباشر على عناصر المناخ الأخرى وهذه المناطق تتميز بدرجات حرارة مرتفعة صيفاً ومنخفضة شتاءاً وتنخفض درجة الحرارة بفعل عامل الارتفاع ونتيجة لاختلاف درجات الحرارة أثناء الليل والنهار تؤدي إلى تمدد الصخور وانكماشها وهذا يؤدي بدوره إلى خلخلة اجزائها وتفتتها.

. 6 الأعمال الإنسانية:

إن العوامل البشرية أو الصناعية لها تأثير كبير كونها تعتبر عوامل محفزة لحدوث الكوارث مثل امتداد التوسع والنشاط العمراني وشق الطرق وبناء المساكين على المنحد رات وعلى مجاري السيول مما يؤدي الى حدوث الانهيا رات و الإنزلاقات الأرضية.

حالة دراسية:

الانهيا رات الطينية في الفلبين عام 2006 – م:

أدى تواصل سقوط الأمطار لمدة أسبوعين في الفلبين إلى حدوث انهيار طيني مما أدى إلى دفن مئات المنازل في إحدى القرى تحت الطمي ومقتل ق ا ربة 300 شخص ، فيما اعتبر نحو 1500شخص في عداد المفقودين.

وأدى استمرار تساقط الأمطار إلى انهياراجزاء من الجبل المجاور للقرية المنكوبة في منطقة بالقرب من مدينة (سان برنارد) بجنوب جزيرة لايتاي الفلبينية . وبلغ معدل تساقط الأمطار خلال هذا الشهر على المنطقة حوالي 500 سم. تعتبر الأمطار أحد الأسباب الرئيسية التي أدت إلى حدوث الانهيا ا رت والانزلاقات الأرضية في الفلبين ، حيث أدت إلى تقليل واضعاف قوى التماسك والشد والاحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخرية وتعمل أيضاً على غسيل واذابة المواد اللاحمة في الصخور وتكون مادة غروية أو صابونية تسهل عملية انزلاق الصخور والتربة ، كما أن من أهم خصائص التربة في الفلبين أنها خفيفة إلى متوسطة القوام وذات مسامية جيدة إلى متوسطة ، وتسمح هذه التربة بتغلغل جيد لمياه الأمطار ومياه الري وبالتالي حدث التدفق الطيني الذي انتقل من انهيار للكتل الصخرية إلى تدفق طيني، ويعتبر هذا الانهيار من الانهيا ا رت المعقدة (أنظر إلى الشكل) ، وأيضاً من أسباب هذا الانهيار الميل والانحدار والجاذبية الأرضية. دور المديرية العامة للدفاع المدني في مواجهة الإنزلاقات الأرضية:

إن دور المديرية العامة للدفاع المدني في مواجهة كارثة الإنزلاقات الأرضية ينبثق من خلال الخطة الوطنية الشاملة لمواجهة الحالات الطارئة والكوارث 2004 م ويتلخص ذلك فيما يلي :

. 1 التنبؤ والتحذير من الإنزلاقات الأرضية.

. 2 تقديم خدمة الإسعاف والإنقاذ للمصابين ونقلهم إلى المستشفيات.

. 3 وضع الخطط المناسبة لمكافحة هذه الكارثة في حال حدوثها والاستجابة السريعة لأي حادث يتم الإبلاغ عنه.

. 4 حث المهندسين على تأمين مقطع جيولوجي للطبقات الأرضية قبل شق الطرق وبناء المنشآت والمساكن.

. 5 تقليل الخسائر وحماية الممتلكات إن أمكن.

٦٠ توعية المواطنين بعدم السكن ضمن منطقة الانزلاقات الارضيه كالمنحدرات والوديان

. 7 .التوعية والتثقيف للمواطنين من خلال وسائل الإعلام المرئية والمسموعة والمقروءة عن مخاطر الإنزلاقات الأرضية.

الحد من حدوث الانزلاقات:

. 1نشر الوعي البيئي في أوساط المجتمع من خلال وسائل الإعلام من أجل توعية الناس بمخاطر الانهيا ا رت الأرضية والبناء العشوائي لتفادي أض ا رر وخسائر مادية وبشرية مما يؤدي إلى صعوبة مواجهة الدولة لمثل هذه الكوارث لعدم توفر الإمكانيات المناسبة لذلك.

. 2 عند تنفيذ أي مشاريع إنشائية يجب الرجوع إلى جهة الاختصاص من أجل عمل دراسات جيولوجية تكتونية وزلزاليه بالإضافة إلى دراسة ميكانيكية التربة والصخور للمواقع المراد استخدامها.

. 3 تصميم وتنفيذ قنوات تصريف لمياه الأمطار لمنعها من التغلغل ووصولها إلى الكتل الصخرية الآيلة للسقوط.

. 4 عمل جدران وحواجز إسمنتية تمنع من تساقط الكتل الصخرية وتعبئة الفواصل والشقوق بالمواد الإسمنتية وذلك لمنع وصول مياه الأمطار وتخللها فيها.

. 5 عدم بناء المساكن أو استحداث أي مباني أو أدوار إضافية على المنحدرات كونها تشكل حمل إضافي على المنحدر.

. 6 يجب إخلاء المنازل التي تعرضت للشقوق تحسباً لسقوط مفاجئ للكتل الصخرية.

. 7 خلال سقوط الأمطار يجب عدم الاقت ا رب من أماكن تساقط الكتل الصخرية لأن مياه الأمطار الآتية من قبل الجبال تمر عبر مناطق الانهيار حيث تعمل المياه على تعرية واذابة وجرف المواد المساندة لهذه الصخور.

. 8خلال موسم سقوط الأمطار يجب مراقبة الشقوق والفواصل الموجودة ومعرفة مدى اتساعها.

9 إعداد خرائط جيوبيئية ويحدد عليها مواقع الانهيارات الأرضية ومدى درجة خطورتها

ويتم تثبيت المنحدرات الصخريه بالطرق التاليه:-

- **بالخوازيق والمسامير**
- **بالشبك الحديدى المضلع**
- **بالرشه الخرسانيه**
- **عمل المصطبات**
- **التثبيت باكثر من طريقه.**

عمليات التثبيت بالشبك الحديدي Wiremesh **المضلع و شد المسامير و الخوازيق** Rockbolts .

عمليات التثبيت بالرشة الخرسانية Shotcrete .

تثبيت الكتل الصخرية المنفصلة على سفوح المنحدرات:-

- الجدار الإستنادي (بالخرسانة أو بالأحجار- الجابيون).
- التنظيف و ترحيل الكتل الصخرية.
- رص الأحجار بالمونة الخرسانية (الربراب) .
- عمل المصطبات .
- فتح قنوات تصريف المياه الجبلية.
- التثبيت بأكثر من طريقة.

عمليات التثبيت باستخدام الجابيون Gabion (رص الأحجار داخل الشبك المضلع).

عمليات التنظيف و ترحيل الكتل الصخرية.

عمليات فتح قنوات تصريف المياه الجبلية.

مخاطر الشواطئ
Coastal Hazards

أنواع الشواطئ:-

تصنف شواطئ البحار تبعاً للعلاقة بين اليابس والماء إلى أربعة أنواع :

أ - الشواطئ البارزة (Emergent Shorelines)

ب - الشواطئ المغمورة (Submerged Shorelines)

ج - الشواطئ المحايدة (Neutral Shorelines)

د - الشواطئ المركبة (Compound Shorelines)

أ - الشواطئ البارزة (Emergent Shorelines)

تنشأ هذه الشواطئ نتيجة لانحسار ماء البحر أو لارتفاع الأرض بالنسبة لسطح البحر .

وقد تنشأ شواطئ مستقيمة وتتكوّن معها بعض الجزر والموانئ الطبيعية.

وأفضل الأمثلة لهذا النوع نشاهدها في المناطق المغطاة بالثلج حيث أن ثقل الغطاء الثلجي يضغط على سطح الأرض إلى أسفل وبعد أن يذوب الثلج ، يخف الضغط على سطح الأرض فترتفع المنطقة التي كانت تحت الضغط لتكوّن الشواطئ البارزة.

ب - الشواطئ المغمورة (Submerged Shorelines)

وينشأ هذا النوع من الشواطئ حينما يرتفع مستوى البحر بالنسبة لسطح الأرض أو ينخفض منسوب سطح الأرض وينتج عن ذلك تكوّن ألسنة لسافات كبيرة مكوّنة خلجان بينما تكون المناطق ذات المرتفعات شواطئ غير منتظمة تضم جزراً متعددة.

ج - الشواطئ المحايدة (Neutral Shorelines)

هذا النوع من الشواطئ ينشأ نتيجة لغزو أو انحسار البحر أو ارتفاعه ، ويتميز غالباً بوجود كمية كبيرة من الرمال التي تبني حواجز رملية طويلة وموازية للبحر.

د - الشواطئ المركبة (Compound Shorelines)

وهذا النوع معقد ، حيث يوجد أكثر من نوع من الشواطئ في وقت واحد وفي مكان واحد.

التغيرات التي تحدث على الشواطئ

١. تغيرات سريعة Rapid Changes

٢. تغيرات بطيئة Slow Changes

أ) تغيرات سريعة Rapid Changes

التغيرات السريعة تتسبب فيها قوى طبيعية لها المقدرة على تغيير معالم الشاطئ بسرعة (قد تصل إلى عدة ساعات) ، وهذه التغيرات السريعة تكون لها مقدرة كبيرة في تدمير المنشآت المختلفة كالمباني والطرق والجسور وكذلك لها قابلية عالية لحصد الأرواح. قد تحدث هذه نتيجة إلى العوامل الآتية:

١- الأعاصير المدارية Tropical Cyclones

٢- الفيضانات الناتجة عن المدّ والجزر Tidal Floods

٣- التسونامي (الموجات البحرية) Tsunami

١- الأعاصير المدارية Tropical Cyclones

- يختلف اسم الأعاصير المدارية من مكان لآخر فمثلاً في الولايات الأمريكية تعرف باسم هو ركين (Hurricanes) أما في المحيط الباسفيكي فتعرف باسم تيفون (Typhoon)
- وفي المحيط الهندي تعرف باسم سيكلون (Cyclone) جميع هذه الأعاصير المدارية تنشأ في المناطق الاستوائية ، وتصل سرعتها إلى حوالي ١٠٠ كم في الساعة ويبلغ ارتفاع الموج بسببها في بعض الأحيان إلى أكثر من ٩ أمتار.
- وأثناء الأعاصير تكون الأمواج عالية وقادرة على حمل الأشياء اللازمة لعملية النحت مثل الرمل والحصى والجلاميد .
- وغالباً تكون أمواج العواصف مفاجئة في مفعولها ، وتجري عمليات تجوية الصخور الساحلية بواسطة الدق و الإسفين (Wedging) الهيدروليكي.
- وتضرب الأمواج الصخور بقوة تبلغ عدة أطنان على المتر المربع حيث يندفع الهواء داخل الشقوق فيضغط على الصخور من الجوانب ويولد قوة هائلة في تفتيت الصخر. .
- ومن أشهر الأمثلة الإعصار الذي ضرب سواحل البنغال في بنجلاديش في نوفمبر عام ١٩٧٠م ، ووصل ارتفاع الموج منه إلى حوالي ٦ أمتار ، ونتجت عن هذا الإعصار المداري خسائر قدرت بـ ٦٣ مليون دولار من المحاصيل الزراعية و وفاة نحو ٣٠٠ر٠٠٠ شخص وتدمير ما لا يقل عن ٦٥٪ من موانئ الصيد..

- ومن الأخطار الثانوية المصاحبة غالباً للأعاصير المدارية (Flash Flooding) التي تنشأ غالباً هطول كميات كبيرة من الأمطار المصحوبة بالصواعق ، حيث أن الفيضانات تزيد خسائر الد الذي يحدث في المنطقة، وأشهر تلك الأعاصير هي التي ضربت سواحل رودس اليونانية ١٩٩٤م وأدت الى فيضانات أدت إلى دمار كبير فى المباني وتشريد العديد من السكان وحدوث وفيات .

٢- الفيضانات الناتجة عن المدّ والجزر Tidal Floods

- المدّ والجزر هو الارتفاع والانخفاض في منسوب سطح البحر وما يصاحبه من تيارات تبدو قوية فى بعض الأماكن وضعيفة في أماكن أخرى .
- يصل الفرق في الارتفاع بين تيارات المدّ والجزر إلى عشرات الأمتار ، وذلك بسبب انعكاس حركة المياه الصاعدة والهابطة ونتيجة لتعرج الشاطئ يحدث غمر للمناطق الساحلية .
- و نتيجة لذلك تحدث عمليات النحت و الترسيب .

٣- التسونامي (الموجات البحرية) Tsunami

- وهي أخطر الأمواج تكسراً على سطح الأرض .
- و تكون غالباً ناتجة عن موجة بحرية زلزالية تسبب الكثير من دمار المنشآت وكذلك فقد الأرواح.
- ومن أشهر الأمثلة ما حدث في هاواي (Hawaii) عام ١٩٤٦ حيث بلغ عدد المفقودين ١٧٣ شخصاً ، وعدد المصابين ١٦٣ شخصاً وقدرت الخسائر بـ ٢٥ مليون دولار.

(ب) تغيرات بطيئة Slow Changes

تشمل التغيرات التعرية ، و النقل ، و الترسيب .وتتصف دائماً بأنها طويلة الأجل أى أنها تستمر لفترات طويلة جداً حتى يظهر تأثيرها.

١. التعرية Erosion :-

(أ) تيارات الأمواج Wave actions

(ب) عوامل التآكل أو الاحتكاك (Abrasive action)

(ج) الإذابة Dissolution

٢. النقل Transportation

٣. الترسيب Deposition

(أ) الحواجز الرملية Sand bars

(ب) الشواطئ Beaches

(ج) الكثبان الرملية الشاطئية Sand Dunes

(د) السبخات Sabkhas

(١) التعرية Erosion :-

تتم عملية التعرية بفعل العوامل التالية:

(أ) تيارات الأمواج Wave actions

تسري هذه التيارات موازية للشاطئ . وتشكل عنصراً هاماً في نقل وترسيب المواد الشاطئية بعد اصطدام الأمواج بميل الشاطئ . فإذا كان ميل الموجة مع خط الشاطئ عشرين درجة مثلاً فتنشأ تيارات تبلغ سرعتها ٢٠ كيلومتر/الساعة. وقد تزداد سرعة الأمواج أيضاً بفعل عوامل الرياح التي قد تصل سرعتها إلى ١٠٠ كيلو متر/ساعة وبذلك تحدث عمليات التعرية والنقل والترسيب.

(ب) عوامل التآكل أو الاحتكاك (Abrasive action)

عندما تصطدم الموجة بالصخور فإنها تعمل على تفتيت هذه المواد نتيجة لما تحمله معها من رمال وحصى . فيؤدي تصادم الرمال والحصى إلى زيادة الاحتكاك وبالتالي سرعة التعرية . تعتمد عوامل التآكل على نوعية الصخور . وكذلك على كمية ما تحمله الموجة من المواد الرملية أو الحصى أو على كليهما وكذلك المنطقة المتأثرة بالموجة وسرعتها.

(ج) الإذابة Dissolution

تحدث عملية الإذابة غالباً في المناطق المحتوية على الحجر الجيري (Limestone) أو الصخور القابلة للإذابة كالحجر الرملي أو الجبس . حيث تقوم مياه البحار بعمليات إذابة هذه الصخور . وبذلك تحصل عملية التعرية.

(٢) النقل Transportation

تحدث عملية نقل المواد المفتتة نتيجة لحركة الأمواج على الشاطئ وكذلك بفعل الرياح التي تساعد غالباً في نقل هذه المواد الفتاتية وترسيبها في أماكن أخرى.

(٣) الترسيب Deposition

(أ) الحواجز الرملية Sand bars

وهي عبارة عن جروف رملية (Ridges) تكون موازية للشواطئ وتنتج عن الترسيب من التيارات المحاذية للشاطئ (Long Shore) وهذه التيارات تجري بمحاذاة الشاطئ غالباً ناقلة معها الرسوبيات إلى حيث يتم ترسبها.

(ب) الشواطئ Beaches

تتكون الشواطئ نتيجة لعمليات الترسيب الناتجة عن عمليات المدّ والجزر لاسيما في المناطق التي تتكوّن فيها الرمال والحصى وتتميز دوماً بميلها المنتظم.

(ج) الكثبان الرملية الشاطئية Sand Dunes

تتكوّن هذه الرواسب نتيجة لعمليات الترسيب من جراء الرياح التي تهب على البحار وينتج عنها ترسيب لذرات الرمال العالقة فتتجمع على الشواطئ وتكوّن الكثبان الرملية.

(د) السبخات Sabkhas

- ☒ تتميز السبخات بوجود سطح ملحي يغطيها أو يشكل جزءاً منها وتتكون على سواحل البحار أو قد تتكون في القارة بعيداً عن الشاطئ ، إلا أنه يمكن إضافة نوع آخر تم تكوينه خلال العصور الجيولوجية القديمة وغطته حديثاً الصخور الرسوبية .
- ☒ تتكون السبخات الساحلية عادة من رواسب رملية مخلوطة بالحصى والطين ومتداخلة مع الأملاح وعادة يسبب وجود هذه الأملاح مشاكل عديدة في أساسات الإنشاءات وخصوصاً مع وجود الأمطار، حيث تعمل مياه الأمطار على إذابة هذه الأملاح وإحداث هبوط وتشققات في المباني .

التقليل من مخاطر الشواطئ

يمكن التقليل من مخاطر الشاطئ بالطرق التالية:

١) طرق سريعة (Rapid methods)

من هذه الطرق نظام الإنذار المبكر من خلال برنامج الرصد أو الإنذار المبكر ، وذلك باستخدام الأقمار الصناعية حيث يتم رصد حركة الأمواج وسرعة الرياح ، أو عن طريق التحليل أو تنبؤات الأرصاد الجوية. فكلما أمكن التنبؤ بوقت مرور الأعاصير المدارية وسرعتها كلما أمكن تقليل الخطر الناجم عنها .

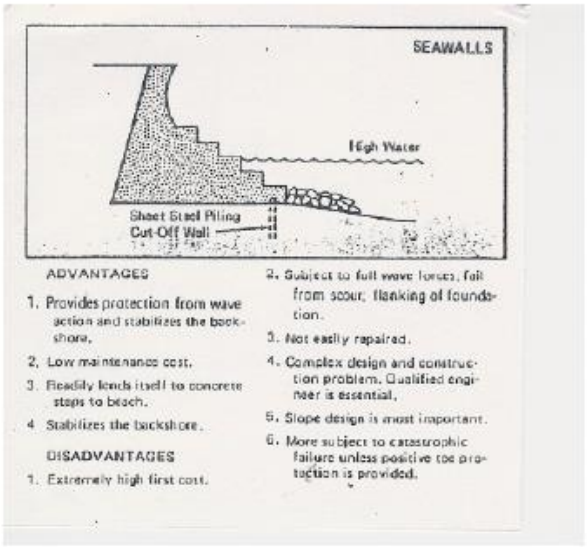
٢) طرق بطيئة (Slow methods)

ويقصد بها حماية الشواطئ من التغيرات البطيئة التي قد تصاحب عمليات التعرية و النقل و الترسيب ، ويكون الهدف من هذه الطرق هو حماية الشاطئ من عمليات التعرية التي غالباً ما تؤدي إلى دمار الشاطئ.

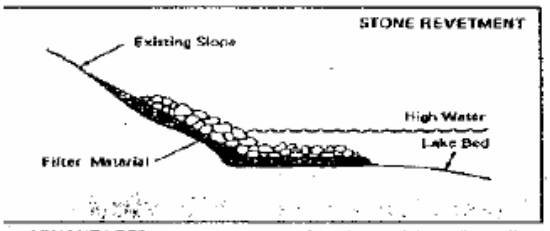
طرق حماية الشواطئ

وتتم حماية الشاطئ بإنشاء ما يأتي :

(١)- الحوائط البحرية Sea walls وهى عبارة عن منشآت من الحوائط الساندة ، تهدف إلى تقليل عوامل التعرية على الشواطئ، وغالباً تكون هذه الحوائط باهظة الثمن ، ومعرضة للتآكل ، وهي ليست سهلة التحضير ، وتحتاج إلى مهارة عالية جداً من الهندسة الإنشائية لعملها. وفي بعض الأحيان بفضل عمل ميل خاص بها للتقليل من تأثير الأمواج عليها.



(٢)- محطمة الأمواج Offshore Break Water: تتكوّن هذه المحطمة غالباً من الأحجار عالية المقاومة للتعرية والتآكل (المصدات الحجرية) وتوضع بنظام معين أمام التلال المنخفضة عند الشاطئ لوقايته . وهذه المحطمات تقلل نحت الشاطئ نتيجة لحصر تقدم الأمواج وزيادة المواد المنقولة ، وتكلف إعادة بنائها وصيانتها مصاريف باهظة.



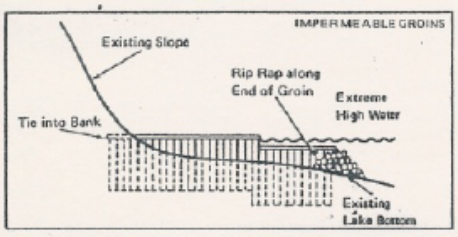
ADVANTAGES

1. Most effective structure for absorbing wave energy.
2. Flexible — not weakened by light movements.
3. Natural rough surface reduces wave runup.
4. Lends itself to stage construction.
5. Easily repaired — low maintenance cost.
6. The preferred method of protection when rock is readily available at a low cost.

DISADVANTAGES

1. Heavy equipment required for construction.
2. Subject to flanking and moderate scour.
3. Limits access to beach.
4. Moderately high first cost.
5. Difficult construction where access is limited.

(٣)- الأرصفة Groins: وهي عبارة عن حوائط تقام أحياناً عمودية على الاتجاه العام لخط الشاطئ وتكمن أهميتها في أنها تقلل المواد الشاطئية المنقولة وبالتالي تساعد على الترسيب ، و تصنع من الكتل الخرسانية أو الحجارة الصلبة . وتبنى الأرصفة بارتفاع يقدر حسب معرفة الحد الأعلى للمد والحد الأدنى للجزر. ومن مساوئ الأرصفة أنها تحتاج إلى طريقة فنية خاصة في عملية البناء وتحتاج إلى مهندس متخصص في هذا النوع من المباني ، كما أنها تتعرض للتآكل السريع ، ولذلك تحتاج إلى عناية ومتابعة دوماً ، وتحتاج كذلك إلى دقة لحساب ارتفاعها ، ولذلك يجب أن يراقب المد جيداً. كما أنها تعطي منظراً غير مرغوب فيه على الشاطئ ، وتقيد استخدام الشاطئ للأغراض المختلفة مثل الألعاب المائية والملاهي .



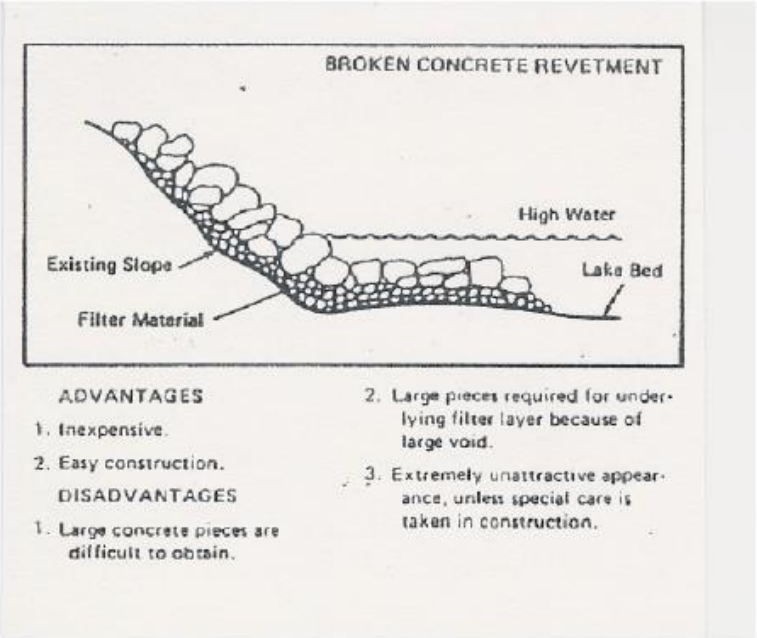
ADVANTAGES

1. Resulting beach protects upland areas and provides recreational benefit.
2. Moderate first cost and low maintenance cost.

DISADVANTAGES

1. Extremely complex coastal engineering design problem. Qualified coastal engineering services are essential. Groins rarely function as intended.
2. Areas downdrift will probably experience rapid erosion.
3. Unsuitable in areas of low littoral drift.
4. Subject to flanking, must be securely tied into bluff.

الردم الصناعي Broken concrete Revetment: وتشتمل هذه الطريقة استخدام الردم من الصبات الإسمنتية المستخدمة في بناء الجسور مثلاً (Broken Concrete Pavement) ومن مميزات هذه الطريقة أنها غير مكلفة وسهلة البناء ويعيبها أن بعض القطع الإسمنتية تكون كبيرة جداً بحيث يصعب نقلها بدون تكسير. كما أن هذه القطع تعطي شكلاً غير مقبول و غير منظم للشاطئ. كما يمكن استخدام طريقة ردم الحصى (Stone Pavement) وذلك بتغطية الشاطئ بطبقة من الرمال والحصى ويمكن وقايتها من النقل والحركة بواسطة الأرصفة ومن مساوئ هذه الطريقة احتياجها إلى معدات كبيرة لعملية البناء ، وتتطلب توفر الحصى والرمل في المنطقة. و تقلل هذه الطريقة من استخدام الشاطئ كما أنها عالية التكلفة مقارنة بالطرق الأخرى.



ADVANTAGES

1. Inexpensive.
2. Easy construction.

DISADVANTAGES

1. Large concrete pieces are difficult to obtain.
2. Large pieces required for underlying filter layer because of large void.
3. Extremely unattractive appearance, unless special care is taken in construction.

المراجع:

أولاً ـ المراجع العربية :

* **أبو العينين ، خالد حسن** ، (١٩٨٧م) ، التلوث من النفايات الصلبة ، مجلة البيئة **العدد** ٦١ ، **سبتمبر** ـ لبنان .

* **أبو العينين ، حسن سيد** ، (١٩٦٦م) ، أصول الجيومورفولوجيا ، **دار المعارف** ـ الإسكندرية.

* **أبو العينين ، حسن سيد** ، (١٩٧٩م) . كوكب الأرض ـ **دار النهضة العربية للطباعة والنشر** ـ بيروت.

* **أبو الفتوح ، فؤاد** ، (١٩٨٢م) ، حماية البيئة من أثر استعمال السيارات في المدن ـ **المركز القومي للدراسات الأمنية والتدريب** ـ الرياض .

* **أبو سعيد ، حامد غنيم** ، (١٤٠٧هـ) الزلازل في شبه الجزيرة العربية ـ **كلية العلوم الاجتماعية ـ جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية** ـ الرياض.

* **أرناؤوط ، محمد** ، (١٩٩٣م)، الإنسان وتلوث البيئة ـ **الدار المصرية اللبنانية**.

* **إسلام ، مدحت** ، (١٩٩٠م) ، التلوث: مشكلة هذا العصر ، **بحث لجمعية** حماية البيئة الكويتية ، العدد الأول ـ الكويت.

* **الحمد ، رشيد وصباريني ، محمد سعيد** ، (١٩٧٩م)، البيئة ومشكلاتها ـ **عالم الدفة** ـ الكويت.

* **السالمي ، سلمي** ، (١٩٨٢م) ، التصحر وتدهور البيئة في الوطن العربي ـ **مجلة الشئون العربية** ـ عدد ١١ .

* **السعيد ، اسماعيل** ، (١٩٨٤م)، تلوث المياه السطحية ، **ندوة تلوث البيئة ومشاكلها في الوطن العربي** ـ عمان.

* **العودات ، محمد** ،(١٩٨٨م) ، التلوث وحماية البيئة ـ **الأهالي للطباعة والنشر**

والتوزيع ـ دمشق.

* **العودات ، محمد عبده وباصهي ، عبدالله** (١٩٩٣م) ، التلوث وحماية البيئة ـ مطابع **جامعة الملك سعود** ـ المملكة العربية السعودية.

* **الماجد ، أنور محمود** ، (١٩٧٢م) ، مكافحة التلوث (تلوث البيئة) ـ مكتبة النهضة ـ القاهرة.

* **المدني ، اسماعيل محمد** ، (١٩٨٨م) ، إدارة النفايات المنزلية والصناعية الصلبة ـ **مجلة دراسات الخليج والجزيرة اليومية ، العدد ٥٣** .

* **الممتاز ، إبراهيم** ، (١٩٨٧م) ، الاتزان الحراري ـ **العلوم والتقنية ـ العدد ٦ سنة ١٤٠٩هـ** ـ الرياض.

* **المهندس ، أحمد عبد القادر والسنوسي محمد سليم** ، (١٩٨٦م) ، مبادئ الجيولوجيا العامة ، **دار عالم الكتب للنشر والتوزيع** ـ الرياض.

* **النصر، عبدالله حسن** ، (١٩٩٢م)، الأحداث الزلزالية في الجزيرة العربية والمناطق المجاورة خلال التاريخ الهجري ـ **معهد بحوث الموارد الطبيعية ـ مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ـ الرياض.

* **أمبل ، توماس** ، (١٩٧٣م) ، البيئة وأثرها على الحياة السكانية ، **ترجمة زكريا أحمد البرادعي** ـ القاهرة.

* **أمين ، فهمي حسن** ، (١٩٨٤م) ، تلوث الهواء: مصادره ، أخطاره وعلاجه ، **دار العلوم للطباعة والنشر** ـ الرياض.

* **بدران ، عبد الحكيم** ، (١٤١٥هـ) ، زحف الرمال ، آثاره السلبية وطرق مكافحته . **مجلة العلوم والتقنية ، السنة ٨ ، العدد ٣٠** .

* **بزاري ، محمد علي** ، (١٩٨٨م) ، أول أكسيد الكربون ملوث من ملوثات الهواء

الجوي، **مجلة البيئة ، العدد ٧٨ ـ أغسطس** - لبنان.

* **جوده ، جوده حسين** ، (١٩٦٦م)، جغرافية السطح . **دار النهضة العربية** ـ بيروت.

* **جون ، فيروز** ، (١٩٩٠م)، الغلاف الجوي: التحدي بين الطبيعة والبشر ـ ترجمة أحمد مدحت إسلام ـ **مركز الأهرام للترجمة والنشر** ـ القاهرة.

* **حمدان ، محمد رفيق** ، (١٩٨٧م) ، مصادر تلوث المياه البحرية ووسائل حمايتها وعلاقة ذلك بالتوازن البيئي . وقائع ندوة البيئة وحمايتها من التلوث في أقطار الخليج العربي ـ **مكتب التربية العربي لدول الخليج** ـ الرياض.

* **حمزة ، برعي محمد** ، (١٩٨٧م) طبقة الأوزون مهددة ، عدد ١٠ ، **المجلة العربية للعلوم**.

* **صباريني ، محمد سعيد** ، (١٩٩١م)، البيئة: إطارها ومعناها ـ سلسلة قضايا بيئية ـ **جمعية حماية البيئة الكويتية** ـ الكويت ، ص١٦.

* **طحان ، أحمد محمد** ، (١٩٩٧م) ، المأزق البيئي ، إشراف محمد بن حمود الطريقي ـ الرياض ـ **دار الاستشارات الطبية والتأهيلية** ـ المملكة العربية السعودية.

* **عبد الرحيم ، أمينة** ، (١٩٩٢م) التصحر ، **مجلة الخافجي** ـ مارس .

* **عبد المقصود ، زين الدين** ، (١٩٨٦م) ، **البيئة والإنسان ـ رؤية إسلامية** ـ الكويت.

* **عبده ، إبراهيم علي** ، (١٩٧٥م) ، الجيولوجيا الهندسية ، **منشأة المعارف** ـ الإسكندرية.

* **عبده ، إبراهيم علي** ، (١٩٨١م) ، الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية ـ الطبعة الخامسة ـ الإسكندرية.

* **عكر ، نزار وبيضون زياد ، (١٩٨٠م) ، الأرض وتكوينها ـ معهد الانماء العربي ـ** بيروت.

* **غرابيه ، سامي وفرحان ، يحيى عيسى ، (١٩٨٩م) ، المدخل إلى العلوم البيئية ـ دار الشروق ـ** عمان.

* **فايد ، يوسف عبد المجيد ، (١٩٧١م) .** جغرافية السطح ، **دار النهضة العربية ـ** بيروت.

* **كتاب العربي ، الإنسان والبيئة .. صداع أم توافق ، الكتاب / ٢٦/ ١/ ١٩٩٠م ،** الكويت.

* **مجلة العربي ، العدد ٣١٠ ، مايو ١٩٨٥م ، المياه العربية وصراع الوجود، استطلاع سليمان الشيخ ـ** الكويت.

* **مصطفى ، محمود ، (١٩٩٥م)،** الأرض في دوامة الخطر . **الدار العربية للعلوم ـ** بيروت.

* **موارد العالم ، (١٩٨٧م) ، المعهد الدولي لشئون البيئة والانماء ـ معهد الموارد المالية ـ** الكويت.

* **نحال ، إبراهيم ، (١٩٨٨م) ، التلوث وحماية البيئة ـ الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع ـ** دمشق.

* **نحله ، فخري ، حسين ، محب الدين ، فهمي ، حسن وصالح ، سيد ، (١٩٧٧م)،** الجيولوجيا الهندسية ـ **دار المعارف ،** مصر.

ثانياً ـ المراجع الأجنبية :

- **Ambraseys, N. N.** (1983) . *Seismically of - Arab region, retrieval and evaluation of macroseismic data in Assessment and Mitigation of Earthquakes Rjsk in the Arab Region.* **Cidinsky, K** and **Rouhdan,** B (Eds).
- **Austin, E. P.** (1974) . *First stage treatment, Water Pollution Control Technology.* Department of the Environment and Central Office of Information, London.
- **Baker, V. R.** (1976) . Hydrogeomorphic methods for the Regional evaluation of flood hazards. *Environmental Geology* **1** : 261 - 281 .

- **Camp, V., Peter, H., Roobol, J.** and **White, D.** (1987) . The Madinah eruption, Jaudi Aeibiq: Magma Mixing and Simultaneous extrusion of three basaltic chemical types. *Bull. Volcanol* **49** : 489-508.
- **Coch, N. K.** (1990) . *Geohazards.* Natural and Human, London.
- **Fagan, J. J.,** (1974) *The Earth Environment.* Prentice - Hall.
- **Fleming, R. W.** and **Taylor, F. A.,** (1980) . Estimating the cost of landslide damage in the United States. *U.S. Geological Survey Circular* 832.
- **Flint, R.F.** and **Skinner,** (1977) . *Physical Geology,* 2nd ed, John Wiley and Sons, New York.
- **Fritsch, A., J.** (1980) . *Environmental Ethics.* Anchor Bo, New York.
- **Goudie, A.** (1981) . *The Human impact, Man's Role in Environmental change.* Basil Blackwell, Oxford.
- **Holmes, A.** (1965) . *A Principles of Physical Geology.* Nelson. New Edition, 1990.
- **Hurlbut, C.S. ,** (1971) . *Dana's Manual of Mineralogy,* 18th ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- **I. A. E. A. Publication.** (1981) . *The management of radioactive wastes.* Vienna, .
- **Iric, J. and Winter, P.** (1972) . *Man In Living Environment,* Charles E. M. publication Co. Ohio.
- **Keller, E. A.** (1988) . *Environmental Geology,* Merrill Publishing Company, Columbus, London.
- **Khan, M.S.** (1976) . *Global Geology.* Wylcehan pub. London, 165p.
- **Knox, P.J.** (Ed) (1988) . Resources Recovery of Municipal Solid Waste, American Institute of Chemical Engineers. *AICHE symposium Series.* Vol. **84.** No 265, New York.
- **Laporte, L. F.** (1968) . *Ancient Environments.* Prentice - Hall Foundations of Earth Science.
- **Last, F.** (1985) . Better trees it fight deforestation. *British Sciences.* No 191.
- **Leighton, F.B.** (1966) . *Landslides and urban development in engineering geology in south California,* ed. **R. Lung** and **R. Proctor,** pp. 149 - 197 .
- **Lundgren, L.** (1988) . *Environmental Geology.* Merrill Publishing, London.
- **Manners, IP** (Ed), (1974) . *Perspectives on Environmental.* Association of American Geographers. Pwd, No 13, Washington, D. C.
- **Montgomery,** (1997) . *Environmental Geology.* Basil Blackwell, Oxford.
- **Moore, J.W.** (1976) . *Environmental Chemistry.* Academic Press, New York.
- **Oakeshott, G. B.** (1970) . Controlling the geologic environment for human Welfare.

Journal of Geological Education **18** : 193 .

- **Pestrong, R.** (1974) . *Slope Stability.* American Geological Institute. New York, Mc-Graw-Itill.
- **Petti John, F.H,** (1957) . *Sedimentary Rocks,* Harper and Brothers, New York.
- **Pilcitar, T.** , (1983) . *Earthquake forecasting and warring,* London.
- **Read , H.H.** and **Watson, J.** (1975) . *Interaction to geology,* English Language Book Society and Mac Millan. London.
- **Rowntree, R. A.,** (1974) . *Coastal erosion.* The meaning of natural hazard in the Cul White, pp 70 - 99, New York.
- **Sarre , IP. H,** (1991) . *Environment, population and Development,* London. Hodder and Stoughton.
- **Schultz, J. R.** and **Cleaves, A. B.** , (1955) . *Geology in Engineering,* New York. John Wiley and Sons.