الجيولوجيا البيئية

المقدمة:

شهدت الفترة الواقعة بين نهاية الستينيات وبداية السبعينيات من القرن المنصرم اهتماما كبيرا بالبيئة، وقد لاقت اهتماما بالغا من قبل العديد من الدول والعلماء والناشطين والذي ادى بالنهاية الى تاسيس مجموعة من المنظمات والهيئات التي تُعنى بالمجال البيئي وحماية البيئة، والتي دعت بدورها الى الاهتمام بالبيئة وبمواردها والى العمل على تثقيف العامة بهذا الخصوص، وايجاد الحلول والمعالجات للمشاكل البيئة الطارئة، والاهتمام بكوكب الارض وبموارده الطبيعية.

يجب علينا ان ندرك تماما ان الله سبحانه وتعالى قد خلق الارض و ما عليها من ماء ونبات واحياء وخلق الانسان لكي يكون الوريث الحقيقي والمستفيد الاول من هذه الموارد ولذا يجب عليه استغلالها بحكمة وعدم اهدارها او الاضرار بنظامها البيئي قدر الامكان الكي تدوم هذه النعم.

ان ارتباط علم الجيولوجيا بعلم البيئة يتمحور في جانبين اساسيين الاول اكاديمي (نظري) والثاني تطبيقي، اذ يهتم **الجانب الاكاديمي** بدراسة تاثير العوامل الجيولوجية التي تحدث بشكل اقليمي او عالمي وغالبا ما تكون بطيئة جدا وتاثيرها غير محسوس خلال فترة حياة الانسان، ولكن يحتاج الانسان لدراستها وفهما لتفسير حياة الارض ومظاهرها وتقسيمات اليابسة والبحار والمحيطات وسمك الطبقات ومحتواها من الموارد الطبيعية المختلفة، علاوة عن دراسة تقسيمات الغلاف الغازي والصخري. اما **الجانب التطبيقي** فهو عادة ما يهتم بدراسة الظواهر الجيولوجية المؤثرة على البيئة بصورة سلبية او ايجابية، من خلال فعاليات محسوسة يدركها الانسان كالزلازل والبراكين والفيضانات والتجوية وغيرها، وهذه الفعاليات يستطيع الانسان التعامل معها اما عن طريق تجنب مخاطرها او التقليل من اثارها السلبية. وعلى ضوء ذلك فقد اهتم الانسان بوصف وتشخيص هذه المظاهر الجيولوجية وارسى قواعدعلمية للتعامل معها وطور عبر التاريخ وسائل وطرق للتعامل مع هذه الظواهر او بعضا من جوانبها. ونتيجة لذلك فقد وظف الانسان جميع ادراكاته الحسية والعلمية عبر مجالات المعرفة المختلفة لغرض مواجهة تلك الظواهر، ولقد انبثق عن ذلك ونتيجة لتداخل علم الجيولوجيا مع العلوم الاخرى، فروع عديدة تتناول كل منها وصف ودراسة احدى هذه الظواهر الطبيعية التي تحدث بشكل متكرر على كوكبنا ومحاولة التقليل من اثارها السلبية.

تعرف الجيولوجيا البيئية على انها: حقل تطبيقي للجيولوجيا يتمثل بتطبيق المعلومات الجيولوجية بكافة جوانبها وموضوعاتها وفروعها لحل المشاكل البيئية او تحجيمها الى اقل ما يمكن بالنسبة للمجالات البيئية السلبية، او تعزيزها قدر المستطاع بالنسبة للحالات ذات الفائدة الناتجة عن استخدامات البيئة سواءا كانت طبيعية او محورة من قبل الانسان لتحقيق الفائدة منها. ونتيجة لاهتمامنا بكوكب الارض فان ظواهرها تتباين من حيث الحدث او الحجم او المردود، وهذا يستدعي تقييم المخاطر الطبيعية والظواهر الطبيعية (مثل الزلازل والبراكين والفيضانات والانزلاقات الارضية والتصحر والمناخ وغيرها) وكيفية تحجيم تاثيرها على البيئة لغرض حفظ الانسان بشكل مباشر عن طريق حفظ حياته، او بشكل غير مباشر عن طريق حفظ المكونات المتعلقة بحياته مثل الثروة المائية والنباتية والحيوانية..... الخ. وكذلك تتطلب معرفته بالبيئة الالمام بمكوناتها ابتداءا من الدقيقة منها مثل العناصر ثم المعادن ثم الصخور ثم الطبقات الصخرية، علاوة عن مكونات التربة والماء والهواء بهدف تحديد وتقدير نوع الاستخدام اما كمصدر واما كمطروحات بيئية طبيعية وتاثير كل ذلك على حياة الانسان.

المفاهيم الأساسية لفهم الجيولوجيا البيئية وحالات تطبيقها:

المفهوم الأول: الأرض ككل عبارة عن نظام مغلق وفهم نوع ومقدار التغيرات التي تحدث فيها هي مفتاح لحل المشاكل البيئية.

فالأرض كنظام تحتوي على عدة مكونات، تتكون من عدة أنظمة تعتمد الواحدة على الأخرى وتتداخل معها التي تتمثل بالغلاف الغازي Atmosphere والغلاف المائي Hydrosphere والغلاف الحياتي Biosphere والغلاف الصخري Lithosphere، ولا يوجد أي تفضيل من حيث الأهمية والدور لأي من هذه الأغلفة لأنها مجتمعة تمثل بيئتنا. مثال ذلك ان حجم التداخل بين هذه الأغلفة هو الذي رسم شكل البيئة ، بمعنى أخر رسم شكل سطح الأرض بظواهره التضاريسية وتوزيع النبات والماء والحياة عليها وتباين ذلك من موقع الى أخر بموجب هذه العلاقات بين الأنظمة الأربعة وتأثير ذلك على نمط الحياة للأحياء بشكل عام. ولذلك يطلق مصطلح مبدأ الوحدة البيئية *Principle of environmental unity* بسبب تأثير كل قسم من الأقسام الأربعة.

الأرض عبارة عن نظام ديناميكي، فأن المكونات والطاقة في حالة تغير دائم. اكتساب الأرض للطاقة من الشمس ينعكس على تغير كثير من مكوناتها ، فمثلا تباين درجات الحرارة على سطح الأرض (تباين دوائر العرض من حيث درجات الحرارة) يولد التيارات البحرية التي تقطع محيط الأرض والتي يرتبط بها نوع الحياة البحرية التي تنعكس على طبيعة الرواسب البحرية، تباين تأثير الطاقة على سطح ألأرض ينعكس أيضا على تباين أغلفة الغلاف الغازي، وتؤثر على توزيع الغلاف الحياتي. كما ان مصادر الطاقة الذاتية للأرض المتمثلة بالبراكين والينابيع الحارة السطحية منها وتحت البحرية تساهم بشكل كبير في تنويع مكونات الغلاف الصخري وتكوين الصخور النارية والمتحولة وتوزيع أنماط الحياة وتؤثر على أشكال قاع المحيطات.

المفهوم الثاني:الأرض هي المكان المناسب الوحيد لنا في الكون، وإن مصادرها الطبيعية محدودة.

حياة الإنسان مناطة بصورة دقيقة جدا بظروف الأرض وموقعها في المجموعة الشمسية من حيث بعدها عن الشمس وشكل مدارها وسرعة دورانها وعلاقة الأرض بالقمر وتأثيراته عليها وكذلك بظروف طبيعة الأرض من حيث نوعية صخورها وتربتها ونوع مياهها ونوع الغلاف الغازي ويرتبط بكل من هذه الأنواع نسب معينة من المكونات لها مدى محدد يلاءم حياة الكائنات على الأرض ومنها الإنسان ويقترن بهذه الظروف الموارد الطبيعية الموجودة في الأرض والتي يعيش عليها الإنسان ولذلك يجب أن تكون عملية استغلال هذه المصادر يأخذ اتجاهين:

الأول: أن يكون الاستغلال غير جائر.

ثانيا: أن يكون الاستغلال مبني على أسس علمية من حيث مجالات الاستفادة والتصنيع واستخدام مطروحات التصنيع كبدائل لبعض المصادر.

ويجب أن ننظر الى إن جميع المصادر هي ذات نفس الأهمية على الرغم من تباين قياس قيمها وأثمانها ومقتضيات استخداماتها، لأنها جميعا تقع ضمن حاجة وطلب الإنسان لها على مر العصور.

ويجب أن نأخذ بنظر الاعتبار أن مدد التعويض للموارد المستغلة لا تتناسب مع مدد استنزافها السريعة جدا بالمقارنة بالأولى، وهذا ما يقود الى نضوبها. لاسيما وان بعضا من تلك المصادر لا يمكن تعويضها عبر استغلال مواقع جديدة ربما لأنها بعيدة وان تقنية الوصول اليها لا زالت صعبة ومعقدة، أو عدم استكشاف مواقع جديدة ضمن نطاق سطح الأرض والأعماق القريبة. وقد جرت عدة دراسات حول تقدير المدة المتبقية للموارد الطبيعية المختلفة في الأرض.

المفهوم الثالث: الفعاليات الفيزيائية التي حدثت طوال الزمن الجيولوجي غيرت في طبيعة الأرض. وان مقدار وتكرار هذه الفعاليات خضع لعدة تغيرات طبيعية.

بمعنى ان ما يحدث في الزمن الجيولوجي القريب أو الحاضر من فعاليات طبيعية هي نفسها قد حدثت عبر الأزمان الجيولوجية السابقة، وهذا ما يسمى بمبدأ الوتيرة الواحدة Uniformitarianism لذلك فان دراسة الحوادث التي تحدث الأن من حيث مسبباتها ونتائجها تعطي صورة واضحة جدا عن الحوادث المشابهة التي حدثت عبر الأزمنة الجيولوجية السابقة، ولذلك يمكن القول ان الحاضر هو مفتاح الماضي the present is the key to the past .

فمثلا من ملاحظة جريان جدول في وادي عميق بين جبلين نتوقع في زمن جيولوجي سابق كان الجدول يمر بين الجبلين ولكن بموقع مرتفع أكثر ومع الوقت استمر الجدول بالنحر والتعرية فأدى إلى تكوين هذا الوادي العميق. كما دراسة الثلاجات وما تحدثه من تغيرات في شكل الأرض يقودنا الى فهم عمليات التعرية بفعل الثلاجات التي حدثت في مناطق أخرى وفي أزمان جيولوجية سابقة. ويظهر تأثير الإنسان على مقدار وتكرار الفعاليات الأرضية الطبيعية مثال ذلك ارتفاع وانخفاض الفيضانات نتيجة النشاط البشري ويمكن للإنسان في الوقت الحاضر أن يستفاد من هذه الظواهر الطبيعية أن يأخذ صورة مستقبلية عن نتائجها وما ستسببه من تغيرات بيئية.

المفهوم الرابع: هنالك دائما عمليات أرضية تكون خطيرة على الناس، وهذه الأخطار الطبيعية يجب أن تميز ويمنع تأثيرها قدر المستطاع ، وأن يقلل تهديدها لحياة الإنسان وممتلكاته.

ظهر تأثير مختلف الحوادث الأرضـــية مثل البراكين، والفيضـــانات والزلازل والحوادث الطبيعية الأخرى تأثيرها على الإنسان منذ بداية التاريخ، ومع تطور حياة البشر تعلم كيف يتجنب قدر المسـتطاع بعض من هذه المخاطر على الرغم من إن زيادة عدد السـكان تتصـاحب معهم زيادة تأثير هذه الكوارث عليها.

تكون العمليات الأرضـــية بنوعين : ظاهرية exogenetic التي تحدث على أو قرب ســطح الأرض أو تكون من نوع الباطنية endogenetic التي تحدث ضــمن أو تحت القشــرة الأرضية. ومن الأمثلة على الفعاليات الظاهرية: التجوية والتعرية والأنزلاقات الأرضية والترسيب بفعل إما المياه أو الرياح أو الثلوج. بينما الفعاليات الباطنية فتتمثل بشكل كبير بالنشاط البركاني وفعاليات تكوين الجبال وأحواض المحيطات والقارات والزلازل العميقة. ويبدو إن تأثير الإنســـان للتعامل مع الظواهر السطحية يكون أيسر من المخاطر الباطنية.

المفهوم الخامس: تخطيط استخدام الأرض (الماء) يجب أن يكون بهدف الحصـول الى موازنة بين الأعتبارات الأقتصادية وتقليل في المتغيرات الملموسة.

بدأ الإنسان يأخذ بنظر ألاعتبار التقييم الجمالي لموقع ما قبل إجراء أي فعاليات تحويرية ويعد هذا الفعل مهم ضـــمن مفهوم التأثيرات البيئية environmental impact وعادة ما تكون عملية الموازنة بين اســـتغلال الأرض (الماء) وبين المحافظة على جمالية الموقع تكون عملية صـــعبة ولا يمكن أن تصـــل الى حالة مثالية من التوازن لأن الأمر يتعلق بالمردود الاقتصـــادية مقابل المردود الجمالي، وهي ليست عملية مجدية بالنسبة للأقتصاديين والمستغلين للأرض، ولكن يمكن الوصـــول الى حالة وســطية ممن خلال تطوير أســاليب اســتغلال الأرض (الماء) مقابل المحافظة على جمالية الموقع. ويجب أن نأخذ بنظر الاعتبار إن جمالية الموقع تتأثر بها ظروف بيئية كثيرة (صحية واقتصادية وسكانية وزراعية).

المفهوم السادس: تأثيرات استخدام الأرض تميل لأن تكون متصاعدة ولذلك نحن في التزام تجاه من سيأتي بعدنا.

انعكسـت عملية استخدام الأرض من قبل الأنسـان منذ القدم بسـبب حاجته الى مقومات حياته أنذاك مثل النار والغذاء والملبس والمأوى لذلك تعامل مع الغابة والزراعة وكان يطورها بموجب احتياجاته منها، فعلى ســـبيل المثال نشـــأت الزراعة كمرحلة أولى في المناطق التي تم تهيئتها للزراعة وإجراء تحويرات في البيئة الطبيعية ومن ثم تطويرها باســـتمرار كموقع زراعي أو

كمجموعة مواقع، مما ارتبط بحياة الأنســـان جراء ذلك مثل انشـــاء ملاجيء للعيش ومواقع طرح الفضـلات وإنشاء حواجز لحمايته من الحيوانات المفترسة أو السكان الأخرين. فنشأت عن حياته مشاكل تتعلق بتعرية التربة وتدهور الأرض وطرح الفضلات، كما دعته الحاجة الى تجهيز المواد الغذائية بسبب إزدياد السكان، فأضطر الى استخدام مواقع اخرى للأرض، وهذا النشاط أثر على صـيغة التوازن بين الأرض والسـكان وبشـكل عام فان اسـتخدام الأرض يجب أن يخضـع لعملية التوازن مع النمو السكاني من جهة وحاجة الأنسـان المتطورة على الرغم من ان هذا التأثير يبدو صغيرا مقارنة بفعاليات بناء الجبال والنشاط البركاني.

ولعل نضوب آبار النفط المتوقعة خلال السنوات القادمة في معظم دول العالم هو بسبب الأسـتغلال غير المسـؤول للنفوط ، لاسـيما وان بدائل الطاقة التي اكتشـفها الأنسـان لازالت غير اقتصادية لحد الأن.

المفهوم الســابع: المكون الرئيس لمفهوم البيئة لأي شــخص هي العامل الجيولوجي، ولفهم هذه البيئة يتطلب قاعدة عريضة من الفهم والأدراك لعلوم الأرض وفروع العلوم الأخرى ذات العلاقة.

وقبل التطرق الى هذا المفهوم يجب أن نشـــير الى معنى العبارة الأخرى (فروع العلوم الأخرى ذات العلاقة) بما ان علوم الأرض تتعامل من الذرة حتى المجرة فان هذا المدى الواســـع جدا جعل علوم الأرض لها علاقة مع كافة العلوم الأخرى، وهذا بحد ذاته يعطى مداخل كثيرة لفهم البيئة من منظور علاقة علوم الأرض بعلم معين، مما يوضـح ويرسم صـور كثيرة عن البيئة بكل مقوماتها وعناصـــرها ويســـهل على جميع الباحثين والعاملين في مجال تحســـين البيئة والمحافظة عليها أن يسخروا هذه العلاقة بين العلوم لحل المشاكل البيئية المختلفة.

يشـــكل العامل الجيولوجي أهمية كبيرة لأن كل ما هو جيولوجي هو بيئي ولأننا نعيش على سـطح الأرض فاننا نتأثر بشـكل مباشـر أو غير مباشـر بالفعاليات الجيولوجية المختلفة. ولـذلـك لفهم تكوين بيئتنـا المعقدة يجـب أن نـأخـذ بـالأعتبـار معرفتنـا بـالعلوم الأخرى. فمثلا الجيومورفولوجيا *geomorphology* هو علم دراسـة سـطح الأرض والفعاليات السـطحية المؤثرة عليه، والبتروغرافي *petrology* : علم دراسة الصخور والمعادن. والرسوبيات *sedimentology* : علم دراسـة الرسـوبيات والبيئات الترسـيبية. وتكتونية الأرض *tectonics* : علم دراسـة تكوين القـارات والمحيطـات والجبـال والظواهر التركيبيـة الكبيرة. الهـايـدرولوجي *hydrology& hydrogeolology* : علم دراسـة المياه السـطحية وتحت السـطحية. البيدولوجي *pedology* : علم دراسة التربة. الجيولوجيا الاقتصادية *economic geology* : هي تطبيقات الجيولوجي في

تقدير وتقييم الموارد الاقتصـــــادية الطبيعية كالمعادن والصـــــخور. الجيولوجيا الهندســـــية *engineering geology* : تطبيقات الجيولوجيا لحل المشاكل الهندسية.

أغلفـة الأرض

1. الغلاف الصخري *Lithosphere*

يشـمل الغلاف الصـخري القشـرة الأرضـية والجزء العلوي من الجبة مشـكلا نطاقا حول الأرض يمتاز بطبقة شبه مطاطية (semi plastic) تمتد الى داخل الجزء العلوي تسمح بحدوث الحركات العمودية التي تلعب دورا في حالة التوازن للكتل القارية (land masses) الواقعة فوقها.

ويوجد اختلاف كبير في سـمك الغلاف الصـخري في منطقة القارات الذي يمثل جزء الجبة العلوي الواقع تحت القشـرة القارية (القارات) وبين جزء الجبة الواقع تحت القشـرة المحيطية (قاع المحيطات) ، إذ يمتد سمكه في منطقة القارات الى عشرات الكيلومترات، بينما يتراوح سمكة في قاع المحيطات 10–20 كيلومتر؛ يعزى ذلك الى ان جزء الجبة العلوي الواقع تحت القارات قد تعرض الى عمليات استنزاف لفترات زمنية طويلة فتراكمت خلالها كميات هائلة من الصهارات التي طفحت على سطح الأرض لتكون فيما بعد القشرة القارية السميكة والتي قسم كبير منها لم يعد الى الجبة ثانية، أما في المناطق المحيطية فان القشـرة التي تتشـكل على جانبي المرتفعات الوسـطية المحيطية (mid oceanic ridges) تتحرك الى الجانب وتغور في داخل الجبة عند اصطدامها مع صفيحة أخرى وبذلك تتعرض الى الأنصهار مرة أخرى ثم تعاد على السطح ثانية بنفس الميكانيكية ولذلك فهي في حالة تجدد (كل 200 مليون سنة) مقارنة بالقشرة القارية.

تتكون القشـرة القارية من نطاقين نطاق سـفلي يتكون من صـخور نارية قاعدية داكنة اللون، ونطاق علوي يتكون من صخور نارية حامضية ومتحولة متنوعة وطبقات متباينة السمك من صخور الرسوبية التي تكون بفعل عمليات الترسيب ضمن الأحواض الترسيبية عند حافات القارات في مناطق الجرف القاري او داخلها ضـمن البيئات الترسـيبية القارية مثل الأنهار والبحيرات والترسـبات الريحية والثلاجات وغيرها، ويغطي حوالي 70% من القارات نطاق تربة اشـتقت من الصـخور الواقعة تحتها . تنشـط على هذا الجزء من القشـرة الفعاليات الجيولوجية المتعددة مثل عمليات التجوية والتعرية والنقل والترسيب والطفح البركاني ودخول الأجسام النارية بين الطبقات وفعاليات التحول الحرارية والإقليمية ولذلك تعطينا أنواع مختلفة من الصخور النارية والمتحولة والرسوبية. أما القشـرة المحيطية فتتكون من صـخور نارية قاعدية تعلوها طبقة رقيقة متقطعة من الترسبات البحرية أو المحيطية.

ومن الناحية الجيومورفولوجية فان جزء الغلاف الصـخري المتمثل بالقارات يتكون من عدة ظواهر طبيعية تضاريسية تمثل بمناطق الجبال المعقدة التراكيب والسلاسل الجبلية والجبال البسيطة ومناطق الهضاب الواسعة وهذه تمثل مناطق التعرية الشديدة حسب موقعها وظروفها المناخية، أما المناطق المنبسطة (السهول والصحارى) فتتناوب فعاليات التعرية والترسيب عليها

بشكل موضعي بحسب ظروفها المناخية. كما تشكل المسطحات المائية الموجودة في القارات مثل البحار المغلقة وشبه المغلقة والبحيرات مواقع ترسيب لرواسب مختلفة فتاتية أو كيميائية مكونة الأنواع العديدة من الصخور الرسوبية مثل صخور المدملكات والحجر الرملي والطيني أو صخور كيميائية مثل الحجر الجيري والمتبخرات.

التركيب الكيميائي

لا يمكن حصر التركيب الكيميائي للغلاف الغازي بسبب التباين الكبير للصخور واختلافها أنواعها من موقع الى اخر. ولكن أشارت مجمل المحاولات لتقدير التركيب الكيميائي الى ان الغلاف الصخري يتكون من مجموعة محدودة من العناصر تشكل حوالي 99% من تركيب القشرة تسمى بالعناصر الرئيسة وهي (O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, Mn, P, H) ويضاف لها عناصر اخرى توجد في بعض الصخور الرسوبية مثل (C, S, Cl) ، بينما تمثل بقية العناصر 1% والتي تسمى بالعناصر الأثرية. وتشترك هذه العناصر في تكوين اغلب المعادن وأكثرها شيوعا المعادن السليكاتية سواء في الصخور النارية او المتحولة او الرسوبية (مع الأخذ بنظر الاعتبار دخول عناصر اخرى في المعادن المكونة للصخور الرسوبية بنسب مرتفعة كما هو الحال في صخور المتبخرات والحجر الجيري والصخور الفوسفاتية).

الفعاليات الجيولوجية

أ. فعاليات الزحف القاري: وتحدث على مستوى القارات التي تؤدي الى حركة الصفائح التكتونية، وبالرغم لكونها غير محسوسة في تأثيرها على شكل اليابسة والمحيطات إلا ان تأثيرها يظهر من خلال الهزات الأرضية المستمرة الحدوث في مناطق اصطدام الصفائح كما هو الحال غرب إيران وجنوب تركيا نتيجة حركة الصفيحة العربية تحت الصفيحة الإيرانية والصفيحة التركية. أو من خلال النشاط البركاني في مناطق الحواجز الوسطية المحيطية كما هو الحال في اليمن والمحيط الأطلسي وجزر الهاواي في المحيط الهادي.

ب. تكوين الصخور النارية: تتكون الصخور النارية خلال مراحل تبريد الصهارات النارية وتبلورها سواء خلال صعودها الى الأعلى أو عند الطفح البركاني أثناء النشاط البركاني. عملية تبلور الصهير تحدث بصورة معقدة تنتج عنها مجاميع من المعادن السليكاتية التي تكون الصخور النارية المختلفة الحامضية أو الوسطية أو القاعدية أو فوق القاعدية وبأنسجة مختلفة.

ت. تكوين الصخور المتحولة: تتكون هذه الصخور في مناطق جذور الجبال المتعرية وفي مناطق الدروع القارية (الصفيحة) والمناطق المجاورة للأجسام النارية المقحمة بين الطبقات الصخرية بفعل عاملي الحرارة أو الضغط أو كليهما معا. وتنتج عملية تأثير هذين العاملين

الى تحول (تغيير) المعادن سواء في الصخور النارية أو الرسوبية الى أطوار أخرى تكون صخور مختلفة معدنيا ونسيجيا تسمى بالصخور المتحولة.

ث. تكوين الصخور الرسوبية: تتكون الصخور الرسوبية اما نتيجة تجمع نواتج التعرية في حوض ما سواء داخل اليابسة مثل البحر المغلق والنهر والبحيرة أو عند مصبات الأنهار في البحار أو عند الجرف القاري مكونة صخور رسوبية فتاتية. أو تتكون نتيجة الترسيب الكيميائي المباشر من مياه البحر او المحيط عند اجتياز حدود الإشباع أو تغير الدالة الحامضية وجهد الأكسدة والأختزال كما صخور المتبخرات والحجر الجيري . او تتكون نتيجة النشاط الكيميائي الأحيائي كما في صخور الحجر الجيري العضوي والصخور الفوسفاتية وصخور الحيد المكونة من المرجان.

ج. تكون التربة: تتكون أنطقة التربة فوق الصخور المعرضة لفعاليات التجوية والتعرية ويعتمد تكونها على شدة الفعاليات الكيميائية والظروف المناخية.

ح. التجوية الكيميائية والتعرية: من الفعاليات الكيميائية المستمرة التي تحدث على الصخور هي فعاليات التجوية الكيميائية مثل : الأكسدة (Oxidation) والإذابة (Dissolving) والتحلل المائي (Hydrolysis) والتميؤ والتفكك (Breakdown) وتغير الأطوار المعدنية التي تحدث على الصخور فتؤدي الى تغيير أطوار المعدنية وتكوين صخور جديدة. وكذلك الحال في الفعاليات الفيزيائية مثل التعرية التي تغير من شكل الأرض وتتضمن نقل نواتج التجوية الكيميائية الى مواقع ترسيبها الجديدة.

2. الغلاف المائي *Hydrosphere*

يشـــتمل الغلاف المائي على الماء المالح والماء العذب والثلج . توجد كتل الماء المالح بشكل محيطات وبحار وبحيرات، ويوجد الماء العذب بشكل بحيرات عذبة وأنهار وعيون وجداول ومياه جوفية عذبة، أما الثلج فيتمثل بطبقات الجليد التي تغطي القطبين والصـــقيع الذي يغطي بعض مناطق اليابسة خلال فصلي الشتاء والربيع. ويوضح الجدول التالي النسب المئوية لكميات المياه:

جدول النسب المئوية للمياه في الأرض

أنواع المياه	حجمها (كم^3)	نسبتها المئوية
المحيطات والبحار	$1.23X10^9$	97.2
الغطاء الجليدي والثلاجات	$2.86X10^7$	2.15
المياه الجوفية (لحد عمق 0.8كم)	$4.00X10^6$	0.31
البحيرات ذات المياه العذبة	$1.23X10^5$	0.01
بخار في الغلاف الغازي	$1.27X10^4$	0.001
أنهار وجداول	$1.20X10^3$	0.0001

تغطي المحيطات حوالي 361 مليون كم^2 أي ما يقارب 71% من مســـاحة ســـطح الأرض، وبسبب نسب مياه المحيطات العالية فان معدل التركيب الكيميائي للمياه يؤخذ تبعا لمياه المحيطات.

التركيب الكيمياوي:

تعد مياه البحار والمحيطات مياه معقدة التركيب الكيمياوي بســـبب محتواها من الأملاح المذابة، وفضـلا عن التباين العمودي في الملوحة الأنف الذكر، فان المياه السطحية تتباين أيضا في الملوحة وحسـب الموقع الجغرافي لكتل المياه ، ففي المناطق المعرضـة للتبخر الشـديد والذي يقابله تزود قليل بالمياه العذبة كما هو الحال في المناطق شـبه الاسـتوائية الجافة تكون الملوحة للمياه الســـطحية عالية ، في حين تكون الملوحة منخفضـــة في المناطق الاســـتوائية والمناطق المطيرة بغزارة، كما يلعب شـــكل المســـطح المائي دورا كبيرا في تركيز الملوحة ، فمثلا في المحيطات والبحار المفتوحة تتراوح الملوحة بين (33–37)‰ بينما في البحار شـبه المغلقة مثل المتوسـط والأحمر والخلجان التي يكون دوران المياه فيها قليل والتغذية المائية منخفضـة والتبخر

عالي فتبلغ الملوحة 42‰ ، وبالمقابل فان البحار التي تمتاز بموقعها في المناطق المطيرة والمتعرضة إلى تغذية مائية عالية نتيجة السيول والروافد التي تصب فيها فان الملوحة تكون فيها منخفضة كما هو الحال في بحر البلطيق إذ تتراوح الملوحة بين (2–7) ‰ .

تتكون المياه بشكل عام من ايونات موجبة (cations) وهي (الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم) وايونات وجذور سالبة (anion) التي تضم (الفوسفات والكاربونات والبيكاربونات والكبريتات والكلوريدات والنترات) وبسبب قابلية الذوبان المنخفضة للجذور السالبة الثلاث الأولى مقارنة بالكبريتات والكلوريدات فان تراكيزها عادة ما تكون منخفضة في مياه البحر بسبب ترسيبها إما كيميائيا أو بايو–كيميائيا بفعل البكتريا والطحالب والأشنات وغيره من الأحياء الدقيقة منها والكبيرة التي تعتمد على هذه الجذور في بناء هياكلها كالأصداف والأشواك والعظام والأسنان والخ، كما ان الأحياء عادة ما تسحب النترات من المياه خلال فعالياتها الحيوية . وتؤلف الأيونات الموجبة والسالبة الأملاح المذابة التي تعكس ملوحة المياه، تضم مياه البحر فضلا عن الأيونات الأنفة الذكر تراكيز متباينة ولكنها جميعا ضئيلة من الأيونات الموجبة والسالبة لبقية العناصر التي توجد في مكونات القشرة.

ذوبان الغازات:

يحوي ماء البحر أيضا على عددا من الغازات المذابة بسبب التماس المباشر للغلاف الغازي مع المسطحات المائية الشاسعة للمحيطات والبحار، وتخضع عملية ذوبان الغازات في مياه المحيطات والبحار الى علاقة من التوازن تتحكم فيها الضغوط الجزيئية وقابلية الغاز على الذوبان.

الأوكسجين: تغذية الأوكسجين في مياه البحر تأتي من الغلاف الجوي بشكل رئيس ومن عمليات التمثيل الضوئي للنباتات البحرية وعادة ما تكون في الطبقات العليا والطبقات القليلة العمق حيث تعيش غالبية الأحياء، ومن جانب أخر فان الأوكسجين المذاب في مياه البحر يستهلك أيضا من قبل جميع الأحياء وكذلك في أكسدة وتفسخ المواد العضوية. تتباين درجة ذوبانه من منطقة الى أخرى ففي المناطق الباردة تكون المياه غنية بالأوكسجين بسبب انخفاض درجة حرارة المياه وكذلك بسبب تيارات الحمل. بينما على العكس في المناطق الحارة.

النتروجين: لا يدخل النتروجين المذاب في مياه البحر في التفاعلات الكيميائية لتكوين الأملاح أو المركبات اللاعضوية، ولذلك يبقى في حالة اتزان غير متغيرة مع الغلاف الغازي ، وقد وجدت عدة صور للنتروجين المتحد بالأوكسجين (NO_x) بتأثير البرق .

ثنائي أوكسيد الكاربون: ان عملية ذوبان غاز ثنائي أوكسيد الكاربون في مياه البحر تأخذ عدة مراحل تؤدي الى وجود الغاز بالأشكال التالية وهي: بشكل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون الجوي

(الحر)، وبشـــكل غاز ثنائي أوكســـيد الكاربون المذاب في المياه والذي يعتمد على قابلية ذوبانه وضـــغطه الجزيئي، وبشـــكل حامض الكاربونيك غير المتأين ، وجذر البيكاربونات ، وجذر الكاربونات. تلعب أشـــكال هذا الغاز دورا كبيرا في الفعاليات الحيوية وتكوين هياكل الأحياء المختلفة من خلال تكوين كاربونات الكلسيوم.

ثنائي أوكسيد الكبريت: غالبا ما يكون مصدر هذا الغاز هو النشاط البركاني سواء القاري منه أو تحت بحري ويســـلك هذا الغاز نفس ســـلوك ثنائي أوكســـيد الكاربون حيث يوجد بنفس الصـــيغ الكيميائية.

توجد في مياه البحار غازات أخرى مذابة إلا ان تراكيزها ضـــئيلة مثل الغازات الخاملة كالهليوم والأركون والنيون وبعضـها تكون محلية مثل الأمونيا وكبريتيد الهيدروجين التي توجد في البيئات المختزلة والشديدة الاختزال.

المياه البرية

على الرغم من ان تأثير المياه البرية تشـــكل جزءاً ضـــئيلا من الغلاف المائي إلا ان تأثيرها يظهر كبير جدا في العمليات الجيولوجية المختلفة المتمثلة بفعاليات التجوية والتعرية والنقل والترسـيب وتكوين أطوار معدنية جديدة. المصـدر الرئيس للمياه هي الأمطار وما يرتشـح منها الى المياه الجوفية التي تعاد الى الســـطح بهيئة عيون وينابيع، هذا من جانب؛ ومن جانب اخر فان الثلوج الســـاقطة يمثل منهل اخر للمياه البرية لاســـيما في فترات الذوبان. مما تقدم فان تأثير الغلاف المائي على البيئة من الناحية الجيولوجية تتمثل بالجوانب التالية:

أ. البحار هي مصـــــدر المياه العذبة على اليابســـــة إذ تغذي هذه المســـــطحات حوالي $0.875X10^{15}$ كغم يوميا بوســـــاطة عملية التبخير. وتعاد هذه المياه من خلال الأمطار والثلوج الساقطة، تتحول الى مياه سطحية جارية (أنهار وجداول) أو محصورة كالبحيرات أو تغور الى المياه الجوفية الضحلة منها والعميقة.

ب. تذوب في مياه الأمطار عدد من الغازات بكميات كبيرة ومتباينة النسـب حسـب قابلية ذوبانها بمياه الأمطار، تعمل هذه الغازات المذابة على تغير الصـــفات الكيميائية لمياه الأمطار من مياه متعادلة التأثير (تشـابه الماء المقطر) الى مياه ذات دالة حامضـية منخفضـة لها قابلية الإذابة والتحلل للمكونات الصخرية في اليابسة.

ت. عدم احتواء مياه الأمطار على أيونات يجعلها مياه ذات نشـــاط فعال في إذابة المكونات الصخرية والأطوار المعدنية وتساعد على حركة العناصر (الأيونات) من الطور الصلب الى المحلول ، ومما يساعد على ذلك انخفاض الدجالة الحامضية.

ث. الصفات الهيدروجيولوجية والهيدروليكية للمياه السطحية تعمل على نقل المكونات الصخارية في المياه بعدة صـــور تبعا الى نوع المكونات والأطوار والعناصـــر . فالمياه لها قدرة نقل المكونات بشـــكل حبيبات متباينة الحجم تبعا لســـرعة الجريان وحجم الحبيبة، وتنقل هذه الحبيبات إما متدرجة أو قافزة أو طافية. أو بشـــكل عوالق أو غرويات أو أيونات ذائبة إما منفردة أو بهيئة جذور لمعقدات عضوية أو لاعضوية.

ج. للمياه السطحية تأثير ميكانيكي في تعرية المكونات الصخرية من خلال تأثير قطرات المطر الساقطة أو حركة المياه في الجداول والأنهار وخاصة في مرحلة الطفولة للنهر.

ح. للمياه تأثير كيميائية في تجوية المكونات الصـــخرية وإذابتها أو تكوين أطوار جديدة كما هو الحال في تكوين المعادن المائية (التي تحوي على جزيئات الماء في تركيبها الكيميائي).

خ. حركة المياه الجوفية وانتقالها بين الطبقات الصـــخرية المختلفة يؤدي الى تكوين الفجوات والتكهفات والقنوات تحت السطحية مما ينعكس أيضـا على نوعية المياه الجوفية نتيجة إذابة بعض الأملاح والمعادن .

د. تعمل كتل الجليد المتحركة التي تســـمى بالثلاجات على تعرية كميات كبيرة من المكونات الصخرية باختلاف أحجامها وأنواعها.

ذ. يعتمد اســـتهلاك المياه ومجال اســـتخدامها على نوعيتها التي ترتبط بمحتواها من الأملاح المذابة وصفاتها الكيميائية الأخرى بشكل عام.

ر. تنتقل المياه بمحتواها من المواد العالقة والذائبة الى مياه البحر بشـــكل عام ، وربما تحدث فعاليات ترسيب في قنوات وضفاف الأنهار لبعض المكونات التي يحملها النهر نتيجة تغير قابلية الحمل الهيدروليكي مما يؤدي الى تكوين رواســـب نهرية مثل رواســـب الحصـــى والمدملكات والرمل والغرين والأطيان التي تكون كل منها بدورها نوع من الصـخور الرسوبية وكذلك هو الحال في البحيرات التي تصـــب فيها مجموعة من الجداول والســـيول أو الأنهار الصغيرة.

ز. التركيب الكيمياوي للمياه البرية وكما ذكر سابقا انها تتكون من الأيونات الموجبة: الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم فضلا عن نسب ضئيلة من الحديد، والأيونات السالبة: الكاربونات والبيكاربونات والكبريتات والكلوريدات والنترات. ويعتمد تباين تركيز هذه الأيونات في المياه البرية (الأنهار والبحيرات) على ظروف المناخ من درجة الحرارة وكمية الســـاقط المطري وطبوغرافية المنطقة و نوع الصخور التي تمر وما يصحب ذلك من فعاليات الغسل والإذابة والأمتزاز والترســـيب. ولذلك من المتوقع ان تكون مياه البحيرات في المناطق الجافة اكثر ملوحة من تلك في المناطق الرطبة والمعتدلة

فعاليات السحب أو الفقدان من مياه البحار والمحيطات

أما بالنسبة لمياه البحار والمحيطات التي تمثل مستودع لما تنقله المياه البرية من مواد عالقة وذائبة، فان عملية إضافة هذه المكونات خلال فترة زمنية جيولوجية معينة يقابله ما يزال أو يسحب من مياه البحر في نفس تلك الفترة أيضا . تحصل فعاليات السحب أو الفقدان للأيونات الرئيسة ومنها والثانوية من خلال عدة فعاليات عضوية أو لاعضوية، ومن أمثلة ذلك:

أ. يزال الكالسيوم من مياه البحر إما نتيجة عمليات لاعضوية تتمثل باتحاده مع الكاربونات والبيكاربونات وتكوين كاربونات الكالسيوم بهيئة أطوار معدنية مثل الأراكونايت والكالسايت. ويسهم في هذه العملية عدة عوامل فيزيو-كيميائية مثل درجة الحرارة وضغط غاز ثنائي أوكسيد الكاربون ودرجة تركيز الأيونات وحدود الأشباع كما ان استمرار عمليات التبخر سوف تسهم بتكوين أطوار اخرى من الأملاح وهي كبريتات الكالسيوم مثل الأنهايدرايت والجبسوم. أما بالطريقة العضوية فان غالبية الأحياء البحرية تستفاد من كاربونات الكالسيوم في تكوين هياكلها أو أصدافها أو أسنانها أو أشواكها مثل المرجان والنواعم (المحاريات) والأسماك والأحياء البحرية الأخرى.

ب. يزال المغنيسيوم أيضا وفق أسلوب مشابه لتكوين كاربونات الكالسيوم بالطريقة اللاعضوية ، إذ يترسب بصورة كاربونات المغنيسيوم والكالسيوم مكونا معدن الدولومايت. ويزال جزء منه عن طريق تكوين معادن طينية يدخل المغنيسيوم في تركيبها الكيمياوي مثل معدن الكلوكونايت.

ت. غالبية البوتاسيوم يزال عن طريق اقتناصه من قبل الأطوار المعدنية للمعادن الطينية التي تثبت البوتاسيوم في تركيبها الكيمياوي، فضلا عن إمتزازه على بعض المعادن المتكونة والمركبات العضوية.

ث. الصوديوم لا يزال بشكل كبير من مياه البحر كما هو عليه بالنسبة للأيونات الأنفة الذكر، ولذلك هو في حالى ازدياد مستمر ، على الرغم من وجود حالات لترسيبه بشكل أملاح الصوديوم والزيولايت، ولا زالت هنالك عدة وجهات نظر حول كيفية ازالته من مياه البحر.

ج. يزال الحديد والمنغنيز من مياه البحر بشكل أطوار لأكاسيد وهيدروكسيدات كل منهما في الظروف البحرية المؤكسدة وعلى هيئة عقد وحبيبات ضمن الرواسب البحرية، كما تكون أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد بشكل دقائق غروية تغلف الحبيبات الطينية والمعادن الفتاتية . أما في البيئات المختزلة فيزال الحديد والمنغنيز على شكل كاربونات وكبريتيدات.

ح. لا تكون السليكا أطوار معدنية من مياه البحر ولكن النشاط الإحيائي يستهلك السليكا المذابة إذ تعمل بعض الأحياء على تكوين قشور سيلكية تسكن فيها كما هو الحال في الراديولاريا (وهي أحياء وحيدة الخلية).

خ. أما بقية العناصر وعلى اختلاف سلوكها الكيميائي فهي تزال من مياه البحر بالطرق أعلاه ، أما ترسيب كيميائي مباشر بشكل كاربونات او كبريتيدات أو هيدروكسيدات مثل الرصاص والزنك والنحاس أو إمتزازه على المعادن المتكونة وخاصـــة المعادن الطينية وأطوار الحديد والمنغنيز مثل النيكل والكوبلت والزنك، أو اســتهلاكه من قبل الأحياء في أجزاءها الرخوة او الصلبة مثل الفوسفور والفناديوم واليود والنحاس.

د. يساهم النشاط البركاني تحت بحري بتزويد مياه البحر بالعناصر وبشكل كبير سواء التي تخرج ضمن الصهيرة أو من خلال المحاليل المائية الحارة (الحرمائية) مثل غالبية الفلزات أو بشكل غازات مثل الكبريت والبروم والبورون والكلور والفلور.

3. الغلاف الغازي *Atmosphere*

يحيط الغلاف الغازي بالأرض ويعد سـطح الأرض الحد السـفلي له بينما لا يكاد يحدد بدقة الحد العلوي للغلاف الغازي، إلا انه يمتد بشـكل عام تقريبا الى حوالي 600 كيلومتر حيث يتلاشـى بعدها الى الفراغ الخارجي (الفضـاء الكوني). ولا تتوزع مكونات الغلاف الغازي بصـورة متجانسـة على طول هذا الأرتفاع ، إذ تشـغل حوالي 90% من مكونات الغلاف الغازي طبقة بسمك 16 كيلومتر فوق سطح الأرض وتقل نسبة المكونات كلما ابتعدنا عن سطح الأرض.

يمكن تقسـيم الغلاف الغازي بالأعتماد على التغير في درجة الحرارة الى أربع طبقات (أنطقة) ابتداءا من سطح الأرض باتجاه الفضاء وكما يلي:

أ. نطاق التروبوسفير (Troposphere):

يمتد من سـطح الأرض والى ارتفاع حوالي 12 كم ، ويحدث في هذا النطاق امتزاج للمكونات الغازية كما تتولد فيه الغيوم والأعاصـير والزوابع، وتنخفض درجة في هذا النطاق بمعدل درجتين لكل كيلومتر واحد ارتفاع.

ب. نطاق الستراتوسفير (Stratosphere):

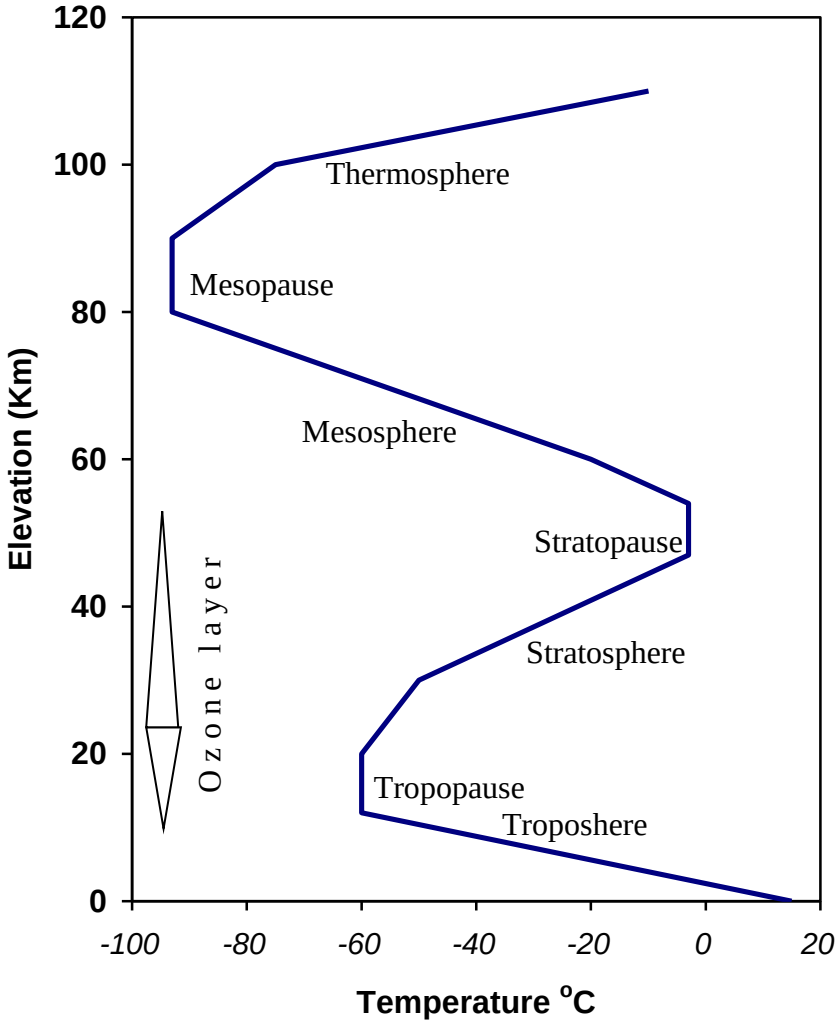
يقع هـذا النطـاق فوق التروبوسـفير ويفصـل بينهمـا حـد يـدعى بـالتروبوبوس (Tropopause)، وفي هذا النطاق تبقى درجة لحرارة ثابتة ولغاية ارتفاع 20 كم، ثم تبدأ بالأزدياد تدريجيا حتى أعلى النطاق عند ارتفاع 50 كم.

ج. نطاق الميزوسفير (Mesosphere):

يمتد هذا النطاق بين ارتفاعات 50 – 80 كم ، ويفصله عن النطاق الذي أسفل منه حد يدعى سـتراتوبوس (stratopause) ، تقل درجة الحرارة في هذا النطاق مع زيادة الأرتفاع ولغاية ارتفاع 80 كم حيث تصل الى أقل من 100 درجة سلزية تحت الصفر.

د. نطاق الثرمو سفير (Thermosphere):

يشـغل هذا النطاق الحيز الأكبر من الغلاف الغازي ، إذ يمتد من ارتفاع 80 كم والى نهاية الغلاف الغازي (الفضاء الكوني). يفصل هذا النطاق عن نطاق الميزوسفير حد الميزوبوس (mesopause)، وفي هذا النطاق تزداد درجة الحرارة من 100 تحت الصفر والى درجات حرارة عالية. ويسمى هذا النطاق ايضا Uonosphere بسبب تأين مكونات الهواء.



مكونات الغلاف الغازي

يتكون الغلاف الغازي (إذا استثني منه بخار الماء والمواد الصلبة العالقة والمواد الناتجة عن التلوث) من ثلاث عناصر رئيسة تشكل أكثر من 99% من حجمه وهي: النتروجين (78.08%) والأوكسجين (20.95%) والأركون (0.93%). ويحتوي أيضا على عناصر ومركبات أخرى رغم ان نسبها ضئيلة إلا إن وجودها له أهمية عظمية بالنسبة للحياة على الأرض وأيضا من الناحية الجيوكيميائية مثل غاز الأوزون وثاني أوكسيد الكاربون وثاني أوكسيد الكبريت.

الأوزون:

يوجد بنسب ضئيلة في الغلاف الغازي ويكون توزيعه غير منتظم إذ يوجد في الطبقات السفلى بتركيز لا يتجاوز جزء واحد لكل 100 مليون جزء، بينما يزداد تركيزه في الارتفاعات بين 10 و 50 كيلومتر وخاصة عند الارتفاع 25 كيلومتر. يتكون الأوزون من انشطار جزيئة

أوكسجين نتيجة تأثير الأشعة فوق البنفسجية التي تصل الغلاف الغازي من الشمس، يعقب ذلك تفاعل ذرة أوكسجين واحدة مع جزيئة اوكسجين مكونة جزيئة اوزون:

$\mathbf{O_2}$ ---------- O + O ……by ultra violet ray
O + O2 ---------- O_3 ……..……in present another gas as catalyst

ان سـبب التركيز العالي نسـبيا للأوزون عند الارتفاعات بين 10–50 كيلومتر لان التفاعلات تكون على أشدها عند هذا الارتفاع بسبب توفر الشدة المناسبة (الطاقة) للأشعة فوق البنفسجية اللازمة لشطر جزيئة الأوكسجين.

يعد وجود طبقة الأوزون في الغلاف الغازي ذو أهمية قصـوى للكائنات الحية بسـبب قابلية على اسـتنزاف طاقة الأشـعة فوق البنفسـجية (التي لها تأثيرات محرقة وقاتلة للكائنات عموما) مما يعمل على خفض تأثيرها بشكل كبير يصل الى حوالي99% ، الآمر الذي يساعد على دوام عيش الكائنات على سطح الأرض. ان وصول الأشعة الى سطح الأرض لها تأثيرين كبيرين له مساس مباشر بالحياة الأول قابلية الأشعة على تفكيك المواد العضوية (المكونة من الكاربون والهيدروجين) ومن المعروف ان الكائنات الحية تتكون من المركبات العضوية وكل منها له دور في جسـم الكائن الحي. والتأثير الثاني قابلية الأشـعة على تفكيك جزيئات الماء الذي ترتبط بوجوده الحياة على سطح الأرض.

غازات الكاربون :

واهمها غاز CO_2 الذي تبلغ نسبته 0.03% حجما، وبالرغم من نسبته الضئيلة إلا انه يذوب بالماء مكونا حامض الكاربونيك ويساهم في خفض الدالة الحامضية للمياه، ولذلك يلعب دورا مهما في عمليات التجوية وتفكيك المكونات الصخرية وإذابة بعضها. كما يعمل غاز ثنائي أوكسيد الكاربون على إبقاء سخونة الغلاف الغازي ضمن درجة حرارة ذات معدل 15 سلزية نتيجة قابليته على امتصاص الطاقة الحرارية التي تشعها (المنعكسة) الأرض. إذ يعمل غاز CO_2 مع بخار الماء على مرور الطاقة الشمسية المكونة من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء، لكنه يمتص الأشعة تحت الحمراء التي تنعكس من على سطح الأرض مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة من –19 الى حدود 15، مهذا المدى مرتبط بتركيز الغز في الغلاف الغازي. أما اذ ارتفع تركيزه لظروف غير طبيعية فان هذا الأرتفاع سيؤدي الى ارتفاع درجة حرارة سـطح الأرض ألمر الذي ترتبط به ظواهر طبيعية كثيرة وذات مردود كارثي مثل ذوبان الكتل الجليدية في المناطق الباردة والقطبين وتغير الظروف المناخية (اتجاه حركة الرياح والغيوم والأمطار) بما يؤثر على النشاط الزراعي.

يعد أول أوكسيد الكاربون (CO) من ضمن عائلة أكاسيد الكاربون ويمتاز بفاعليته القوية على سحب الأوكسجين وتغيره الى CO_2 لذلك فهو غاز غير مستقر ، وتكون نسبته في الغلاف الغازي ضئيلة جدا تبلغ 1 من 3500 من تركيز CO_2 ، وينبعث من خلال النشاط البركاني.

أما غاز الميثان (CH_4) فيشـــكل 1.5 من 350 من تركيز CO_2 ، ينبعث من البراكين أيضا ومن النشاط البكتيري في البيئة الأختزالية.

غازات الكبريت :

تشكل هذه الغازات نسبة ضئيلة في الجو يقترن غاز ثنائي أوكسيد الكبريت عادة بالنشاط البركاني ويؤدي ســرعة قابلية ذوبانه في قطرات بخار الماء الجوي الى تكوين حامض الكبريتيك ورغم هذا التركيز الضـــئيل للغاز الإ ان فعاليته نتيجة الأذابة هذه تؤثر على تجوية وإذابة كثير من الأطوار المعدنية التي تتعرض الى الأمطار الحاوية على قطرات حامض الكبريتيك والتي تعرف بالأمطار الحامضـية لاسـيما في المناطق ذات النشـاط البركاني أو (الصـناعي المتعلقة بتكرير النفط أو استخدام الفحم الحجري أو مشتقات النفط للوقود).

ينبعث غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S في المناطق ذات النشـــاط البكتيري الذي تقوم به نوع من البكتريا التي تختزل الكبريتات. أو من خلال الغازات المنبعثة الســـطحية منها وتحت البحرية نتيجة فعاليات البراكين. يمتاز هذا الغاز بفاعليته الشديدة على الأختزال.

غازات النتروجين:

يشكل النتروجين N_2 نسبة كبيرة من مكونات الغلاف الغازي تساوي حوالي 79% ويعد ســـلوكه الجيوكيميائي في الجو معقدا ، إذ يتحد مع الأوكســـجين نتيجة البرق مكونا أكاســـيد النتروجين ومنها NO و NO_2 ، يؤثر NO سلبيا على حياة الكائنات الحية إلا ان تركيزه بشكل عام لا يصل الى حدود السمية. اما NO_2 فان البكتريا تعمل على تثبيت هذا الغاز المذاب بمياه الأمطار في التربة والنبات ولذلك فان كمية NO_2 المتحررة نتيجة النشـاط البكتيري اكبر من تلك المتحررة نتيجة النشـاط المدني والصـناعي. ان ذوبان NO_2 في مياه الأمطار تؤدي ايضـا الى تكوين حامض النتريك الذي يسهم بفعالية التأكل والتأثير على المكونات الصخرية.

4. الغلاف الحياتي *Biosphere*

نشأ الغلاف الحياتي بعد نشأ الغلاف الصخري (المتمثل ببرودة الأرض وتكون القشرة وسطح الأرض) ثم الغلاف الغازي فالغلاف المائي حيث اصبحت الظروف البيئية ملائمة لانتشار الأحياء. تقسم الأحياء الى مملكتين هما النباتية والحيوانية وتعتمد الثانية على الأولى في قوتها، لذلك لايمكن اعتبارهما مملكتين منفصلتين، وعلى ضوء ذلك تعد عملية هضم ثاني أوكسيد الكاربون بواسطة الكلوروفيل والضوء من من قبل النباتات تعقبها عملية حرق السكر المتكون من قبل الأحياء من العمليات الأساسية للحياة على الأرض.

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

التفاعل من اليسار الى اليمين يحتاج الى طاقة وهي ضوء الشمس والتي تخزن في المواد العضوية المتكونة (الناتجة) من هذه العملية. أما التفاعل من اليمين الى اليسار فيحرر طاقة من خلال أكسدة المواد العضوية (كما هو الحال في عملية التنفس).

يختلف توزيع ونوع وعدد أجناس الحياء المائية عن الأحياء البرية ، إذ تنتشر الحياء المائية في في جميع أنواع المياه سواء المالحة منها أو العذبة وتوجد في البحار والمحيطات عند أهماق مختلفة إلا ان أغلبها يتركز في النطاق الممتد من سطح البحر الى عمق 150 متر الذي يصله ضوء الشمس. أما أحياء اليابسة فيقتصر وجوده اغلبها على السطح مع وجود بعض الأنواع التي تعيش لأعماق بضعة سنتمرات. وكلا النوعين من الأحياء النباتية والبحرية تتباين احجمها من المجهرية الى الضخمة كما في الأشجار الشاهقة والحيتان على التوالي.

تأثيرات الغلاف الحياتي

يشكل الغلاف الحياتي نسبة ضئيلة جدا من الغلاف المائي أو الصخري وحتى من الغلاف الغازي الذي يشكل 300 ضعف مقارنة بالغلاف الحياتي. ولكن بالرغم من كون كتلةالغلاف الحياتي متناهي الصغر فأنه يشكل نطاقا ذا نشاط بايو–كيميائي كبير التأثير. كما ان تأثيراته الجيوكيميائية المتراكمة على مر العصور الجيولوجية لها مردود كبير، ويمكن ان نعبر عنه من المشاهدات التالية:

1. تراكم غاز الأوكسجين في الغلاف الغازي نتيجة الفعاليات للكائنات الحية (عملية التركيب الضوئي).

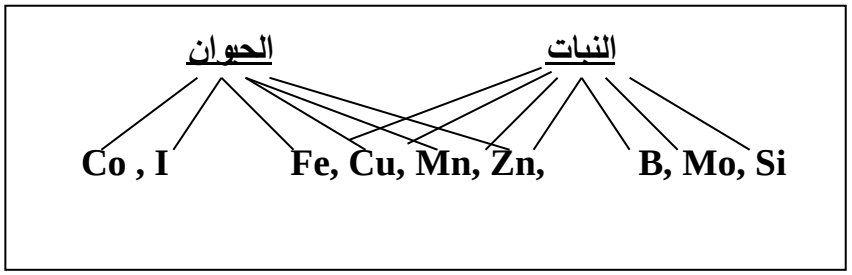
2. استخلاص كاربونات الكالسيوم من مياه البحر من قبل الأحياء البحرية وترسيبها على شكل طبقات لصخور جيرية.
3. استخلاص السليكا المذابة بتراكيز ضئيلة جدا في ماء البحر من قبل بعض الأحياء ثم ترسيبها في قعر البحر على شكل عقد الصوان والرواسب السليكية الأخرى.
4. قيام بعض أنواع البكتريا بدور فعال في تكوين خامات أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد.
5. دور البكتريا اللاهوائية في ترسيب خامات الكبريت الرسوبية.
6. استخلاص الفوسفور من ماء البحر وتركيزه في الأجزاء الصلبة أو في الجزء الرخو (المادة الحية) لبعض الأحياء وومن ثم مساهمتها من خلال فعالياتها الحيوية في تكوين الرواسب الفوسفاتية.
7. ترسيب الكاربون العضوي بشكل مركبات عضوية تؤدي الى تكوين الفحم الحجري والنفط، وهذا الكاربون قد تم استخلاصه من ثاني أوكسيد الكاربون من قبل النباتات ثم انتقل الى الأحياء خلال السلسلة الغذائية.
8. مساهمة الأحياء في الدورة الجيوكيميائية للعناصر من خلال استخلاص العناصر الموجودة بتراكيز ضئيلة في بعض البيئات الفلزية، كما هو الحال في امتصاص بعض الفلزات من التربة من قبل بعض النباتات.

تركيب الغلاف الحياتي

إذا كان تقدير كتلة الغلاف الحياتي من الأمور الصعبة فان تقدير تركيبه الكيميائي كذلك من الأمور الأكثر صعوبة. ولكن من الممكن وضع الملامح العامة المتعلقة بتوزيع وحركة العناصر خلال دورة حياة الكائن الحي أي خلال الغلاف الغازي. ومن أبرز هذه الملامح العامة:

1. تشكل عناصر C , P , N , O , H المكونات الأساسية لجميع الكائنات الحية لأنها تكون المواد الأساسية البنائية مثل الأحماض الأمينية والبروتينات والكاربوهيدرات. بالغم من اختلاف نسبها بين نوع واخر من الكائنات الحية.
2. تعد عناصر Ca , Mg , K , Na , S , Cl من العناصر الضرورية لأدامة حياة الكائنات التي تأخذها بشكل أملاح ومعادن وتدخل في تركيب بعض المركبات العضوية.
3. بعض العناصر الأثرية وهي أيضا ضرورية لكي يتمكن الكائن الحي القيام بفعالياته الحيوية ولكنها توجد بتراكيز أثرية.

4. العناصـر الأخرى المتبقية: لاتشـكل ضـرورة حياتية الاّ ان زيادة تركيزها أو نقصـانه ينعكس على الصـفات العامة للكائن وأحيانا على وظائفه وغالبا ما تكون بشـكل سـلبي وتؤدي الى هلاك مجاميع الكائن الحي أو مجموعة من الكائنات الحية التي نعبر عنها بالكارثة الأحيائية أو الموت الجماعي أو الأنقراض بسبب الكوارث لطبيعية.



المخاطر البيئية

تأخذ المخاطر التي تهدد بيئتنا بشكل عام اتجاهين رئيسين هما:-

أولاً: المخاطر الطبيعية: وهذه عادة تحدث بشكل طبيعي بتأثير عوامل طبيعية.

ثانياً: المخاطر الصناعية: وتحدث عادة بفعل النشاطات الصناعية والمدنية المتعددة للأنسان.

المخاطر الطبيعية

المخاطر الطبيعية المؤثرة على بيئتنا عديدة ومتباينة. فهي عديدة من حيث تعدد مصادرها إذ ترتبط بعضها بالأرض بمختلف مكوناتها وتضاريسها وموقعها أو بالمناخ بمختلف عناصره وطبيعة العلاقات المتداخلة بين هذه العناصر.

1. المخطر الطبيعية التي ترتبط بالأرض:

أ. تحدث بفعل عوامل سطحية: مثل الأنزلاقات الأرضية، التخسفات بالتربة والخسفات، تلوث المياه، النشاط الأشعاعي، .

ب. تحدث بفعل عوامل باطنية: مثل: الزحف التكتوني ، البراكين، الزلازل، التسونامي، التخسفات الأرضية.

2. المخاطر الطبيعية التي ترتبط بالمناخ: مثل الثلاجات، الأعاصير، التصحر، العواصف الترابية، الفيضانات، الأحتباس الحراري، ارتفاع درجة الحرارة، الحرائق الطبيعية، الأمطار الحامضية.

أما تباين درجة تأثير هذه المخاطر على البيئية بشكل عام فان ذلك يعتمد على:

1. نوع الظاهرة الخطرة.
2. الفترة الزمنية التي تحدث فيها.
3. مدى تأثيرها على البيئية سواء أكانت تأثيرها مباشر على الحياة أو غير مباشر.
4. حجم الضر الناجم عنها.
5. مدى تكرارها.

وعلى ضوء التعرف على مصدر هذه المخاطر الطبيعية وتأثيرها يمكن دراسة هذه المخاطر بهدف تلافي قدر المستطاع تأثيرها المدمر على البيئة والأنسان والحياة بشكل عام، مستفيدين من تقييم نتائج هذه المخاطر التي حدثت عبر التاريخ. نستعرض بشكل موجز أهم هذه المخاطر الطبيعية المؤثرة على بيئتنا:

1. الزحف التكتوني (Tectonic drift):

عندما بردت قشرة الأرض بقي باطنها محتفظا بدرجات الحرارة العالية التي تسبب في انصهار المكونات الواقعة تحت الجزء الخارجي من القشرة. ودرجات الحرارة هذه عادة ما تكون متباينة مع العمق مما يسمح بحدوث حركة للصهير بشكل تيارات الحمل، التي تؤثر على القشرة أيضا فتسبب في حركتها مع اتجاه الصهير ، وهذا سوف ينعكس على القشرة الظاهرة على السطح والقشرة القارية والقشرة المحيطية الموجودة في قاع المحيطات.

سبق التطرق الى ان سمك القشرة الخارجي لعمق 100 كيلومتر تقريبا تضم الغلاف الصخري المكون من القارات والمحيطات . وهذا الغلاف الصخري لا يمثل طبقة مستمرة ومتجانسة وإنما مقطع الى عدة أجزاء كبيرة الحجم تسمى بالصفائح ((الصفائح التكتونية)) والتي تتحرك بالنسبة لبعضها البعض بتأثير حركة الصهير تلك.

لننتقل الأن الى سطح الأرض فنجد ان الأرض منذ 200 مليون سنة كانت القارات عبارة عن اجزاء متلاحمة مكونة قارة واحدة كبيرة وشاملة تسمى البانجيا (Pangea) ونتيجة حركة الصهير تلك انفصلت الى كتلتين كبيرتين احدهما تضم امريكا الجنوبية وأفريقيا واستراليا والقارة القطبية الجنوبية وتسمى كوندوانا (Gondwana) والأخرى تضم امريكا الشمالية والقارة الأوربية–الأسيوية وتسمى (Laurasia) . ثم استمر الأنفصال مكون القارات في وضعها الحالي نتيجة حركة الصفائح المستمر الذي يسمي بالزحف التكتوني أو القاري (continental drift).

تتكون الصفائح بشكل عام من ثلاث انواع من الحافات النوع الأول تسمى بالحافات المتباعدة (divergent boundary) التي تمثل ابتعاد صفحتين الواحدة بعيدا عن الأخرى والتي تتمثل بمناطق الحواجز الوسطية المحيطية (mid oceanic ridges) تمتاز هذه المواقع بالنشاط البركاني وتوليد مواد صخرية جديدة وبالنشاط الزلزالي ، أما النوع الثاني من الحافات فيمثل الحافات المتقاربة (convergent boundary) وهي تمثل مناطق اصطدام صفيحتين مع بعضها وانزلاق احداهما اسفل الأخرى باتجاه الأعماق وتسمى هذه المنطقة أيضا بنطاق الغور (subduction zone) تمتاز هذه المنطقة بتكوين السلاسل الجبلية وبالنشاط الزلزالي والبركاني. أما النوع الثالث من الحافات فتسمى بالفوالق الأنتقالية (transform fault) تتكون نتيجة تباين في حركة صفيحتين متجاورتين كما هو الحال على طول الحواجز المحيطية الوسطية، وينشا عن هذه الحركة أيضا نشاط زلزالي.

بالرغم من كون حركة الصفائح لازالت مستمرة إلا انها بطيئة ولا يمكن تحسسها بشكل مباشر إلا عبر أجهزة الرصد إذ تبلغ حوالي 2–4 سم/عام في انفتاح البحر الاحمر ، وحوالي 8 سم/عام في منطقة بيرو وشيلي ، وحوالي 18 سم/عام في الحواجز الوسطية المحيطية في الأطلسي. إلا ان نشاط

الزلزالي الكبير أحيانا يؤدي الى حدوث هزات أرضية شديدة جدا كما حدث في اليابان وسان فرانسيسكو وشيلي–بيرو ، فضلا عن الأنشطة البركانية المدمرة كما حدث في اندونيسيا وجنوب شرق اسيا وجزر الهاواي . ولعل الخندق تحت البحري العظيم على طول الساحل الغربي لأمريكيتين شاهد على منطقة الغور التي تؤدي الى حدوث الزلازل المستمرة على لجانب الغربي من الأمريكيتين.

الجوانب الإيجابية وهي الوجه الأخر لهذه المخاطر هي ان الزحف التكتوني يحقق عملية التوزان بين حركة الصهير بتأثير تيارات الحمل في اعلى الجبة واسفل القشرة مع صخور القشرة القارية والمحيطية واستمرار عملية الزحف القاري التي حدث في الماضي قبل 200 مليون سنة نتجت عنها توزيع تكل الماء المتمثلة بالبحار والمحيطات بين كتل اليابسة الأمر الذي ينعكس مناخيا بشكل ايجابي على اليابسة وخاصة بما يخص توزيع الأمطار والرياح فيقلل من مساحة الأراضي البعيدة عن البحار والمحيطات التي تمثل الصحاري كما هو الحال في الصحراء العربية الكبرى وصحراء سيبريا.

2. الهزات الأرضية (Earthquakes)

كما سبق الذكر فان حركة الصفائح تؤدي الى حدوث الهزات الأرضية وسبب ذلك يعزى الى ان حركة الصفائح يرافقها اجهاد كبير على الصخور التي تتعرض لفعل الأصطدام أو لفعل الأنفراج مما ينتج في النهاية تحطمها وتكسرها الأمر الذي يسبب في عملية اهتزاز ينجم عنها انواع عديدة من الموجات الزلزالية بعضها تمر عبر الأرض كالموجات الأولية والثانوية (P & S waves) والأخرى تنتقل على امتداد سطح الأرض فتسبب في كوارث تحطم المكونات الطبيعية كالشقوق والفواصل والفوالق والأنزلاقات الأرضية أو المدنية كالبنايات على اختلاف انواعها (مباني ، جسور ، طرق سدود ....الخ) .

ولا تشكل حركة الصفائح السبب الوحيد للهزات الأرضية إذ ان بعض الهزات المدمرة التي حدثت وسط أمريكا الشمالية لم يكن سببها حركة الصفائح أو نشاط بركاني لأنها كانت بعيدة عن حافات الصفائح وانما حدثت بسبب وجود مناطق ضعيفة في القشرة القارية في تلك المنطقة أدت الى حدوث تخسف كبير وانهيار لمكونات القشرة نجم عنه هزات أرضية مدمرة (إذ غير نهر المسيسيبي مجراه إثر تغير طبوغرافية الأرض نتيجة الزلزال). وعادة تكون بؤرة الزلزال واقعة في المناطق العميقة تحت سطح الأرض أما ما يؤشر موقعيا فهو المركز السطحي للزلزال (Epicentre).

تعد الهزات الأرضية من المخاطر الطبيعية الكبيرة والمؤثرة جدا على البيئة سواء الأنسان أو ممتلاكاته أو الحياة أو شكل الأرض ولذلك تصنف ضمن الكوارث الطبيعية المدمرة . فعلى سبيل الأمثلة زلزال الصين في القرن السادس عشر قتل 850.000 نسمة وزلزال اليابان عام 1923 قرب

طوكيو قتل 143.000 نسمة وفي الصين علم 1976 قتل الزلزال 600.000 نسمة. ومما يرفع من قيمة الزلازل بوصفها كوارث مدمرة انه عادة ينتج عن الزلزال خلال فترة أنية أو بعد فترة قصيرة مخاطر اخرى طبيعية مثل الأنزلاقات الأرضية والتصدع في الأرض والتخسف في الأرض والتربة والأنجراف والفيضانات والموجات البحرية وتغير في الوضع التركيبي للأرض وتغير مستويات المياه الجوفية. وأخرى مدنية مثل الحرائق وانقطاع المواصلات وتغير في شكل المجمعات السكانية وتغير في نمط المعاشي للسكان...الخ (مثال ذلك الحرائق الناجمة عن زلزال سان فرانسيسكو سنة 1906 لحق الضرر بحوالي 80% من المدنية أكثر من تاثير الزلزال نفسه. وكذلك الحال حصل في زلزال اليابان إذ قضت الحرائق على حوالي 40% من سكان المنطقة المنكوبة.

تجدر الأشارة الى وجود مقاييس لقياس الهزات الأرضية أو الزلزل منها مقياس ميركلي المكون من 12 درجة ويعتمد على مقدار شدة الزلزال بحسب تأثيره ونتائجه المدمرة، اما مقياس رختر المؤلف من 9 درجات فيعتمد على سعة الموجة المسببة للزلزال وبذلك فان تدريجاته تأخذ مقياسا لوغارتميا تسجل على مخطط السيزموكراف. فمثلا هزة ذات 3 درجات تعادل 10 أضعاف هزة ذات 2 درجة على مقياس رختر. وتستخدم المقاييس لغرض اعطاء تقديرات كمية لكل هزة أرضية مما يفيد في عمليات الرصد الزلزالي والتبؤ.

الأمر الذي يؤدي الى جسامة خطر الهزات الأرضية هو حدوثها بشكل مستمر في كافة أرجاء الأرض وبمختلف الشدات وكذلك صعوبة التنبؤ بوقوعها في منطقة ما لغرض تفاديها كما ان نتائجها الكارثية تودي بنتاج حضاري لعشرات أو مئات الأعوام يتعرض للدمار خلال بضع ثوان.

ومن الأسباب الأخرى المسببة للهزات الأرضية حدوث تغيرات في الطبقات الصخرية نتيجة حركة المياه الجوفية وحصول ذوبان لبعض الصخور وتحدث هذه الهزات ضمن مواقع محدودة . وكذلك فان بعض نشاطات الأنسان مثل التجارب النووية والحروب تسبب في حدوث هذه الهزات. الأنهيارات المصاحبة للأستغلال العشوائي للمقالع يسبب أيضا بحدوثها. حركة الثلاجات تؤدي ايضا الى حدوث هزات موقعية.

خفض خطر الزلازل

ان مخاطر الهزات الأرضية الكبيرة دفعت العلماء الى الأهتمام باجراء بحوث ودراسات اخذت بمجملها محاولة التوصل الى الطرق التي تتنبأ بحوث الهزات الأرضية وذلك بالأعتماد على الدراسات التفصيلية للهزات القديمة والنشاط الزلزالي.

وبما ان عملية استخدام منظومات الأنذار المبكر للزلازل لازالت غير مضمونة النتائج، عليه اتجه العلماء الى السيطرة على نتائج الهزات الأرضية باجراء الحماية الهيكلية للمنشات والتخطيط لأستخدام الأرض واتخاذ تدابير الأغاثة السريعة.

3. الفعاليات البركانية Volcanic activities

وتشمل كافة الفعاليات التي لها علاقة بخروج مواد الصهيرة من باطن الأرض وبالطرق المتعددة. تعد البراكين من الفعاليات الشائعة طبيعيا في الأرض، وقد جذبت انتباه الأنسان منذ القدم. تحدث البراكين بفعل الفعاليات الباطنية التي تحدث تحت سطح الأرض وبأعماق مختلفة نتيجة حركة الصهير عبر مناطق الضعف الموجودة في القشرة مثل الشقوق والفواصل والحافات المتباعدة للصفائح التكتونية.

تقسم البراكين بشكل عام الى براكين فعالة التي قد انفجرت في فترات زمنية ماضية وعاد نشاطها البركاني خلال الزمن الحاضر، وبراكين غير فعالة (خاملة) وهي التي حدث في الزمن الماضي ولا زالت لحد الأن غير نشطة ومستقرة من الناحية التكتونية تقريبا.

من الممكن ان يحدث الأنفجار البركاني في أي منطقة من الأرض إذا ما حدثت مناطق ضعف وتشقق في القشرة تحت سطح الأرض في تلك المنطقة. ولكن غالبا ما تكون مواقع هذه البراكين في مناطق الحواجز الوسطية المحيطية وسط المحيطات كما هو الحال في محيطات الأطلسي والهندي والهادي ، وتحدث في مناطق تصادم الصفائح المحيطية مع الصفائح القارية في مناطق تكون الجبال في مواقع التشققات والتكسرات نتيجة عملية التصادم وما يصاحبها من نشاط بركاني بفعل انصهار مكونات القشرة في منطقة الغوران (subduction zone) كما هو الحال في شرق اسيا وغرب الأمريكيتين. ومن ملاحظة خارطة العالم البركانية نجد ان هنالك مجموعة كبيرة جدا من البراكين الصغيرة والكبيرة الفعالة منها والخاملة والبالغة ثلاثة أرباع البراكين في العالم (وتقدر بنحو 850 بركان فعال) موجودة ضمن نطاق بشكل حلقة حول المحيط الهادي تمتد من غرب امريكا الجنوبية باتجاه

الشمال (غرب امريكا الشمالية) نحة الأسكا وشرق سيبريا في الشمال ثم نحو شرق أسيا (جزر اليابان) ثم باتجاه شرق استراليا، وهذا النطاق يعرب بحلقة النار (Ring of fire).

الفعاليات التي تصحب البركان

تؤدي عملية حدوث البركان الى عدد من الفعاليات تمتد من قبل وخلال والى بعد حدوث البركان وكما يلي:

1. قبل حدوث البركان: سلسلة من الهزات الأرضية الصغيرة، خروج الغازات والأبخرة بكميات قليلة نسبيا من فوهة البركان، حدوث تسرب للغازات والأبخرة من مواقع التشققات حول فوهة البركان أو على سفح البركان.

2. خلال حدوث البركان:

- انفجارات كبيرة للحمم البركانية والرماد البركاني تغطي ارتفاعات كبيرة ومساحات كبيرة.
- تدفق اللافا من فوهة البركان مصحوبة بانفجارات متعددة ومتكررة مع خروج اللافا من موقع التشققات على جوانب البركان.
- جريان اللافا المتدفقة على سفح البركان محدثة عملية تدمير للمساحات التي تمر فوقها لاسيما وانها ذات درجات حرارة مرتفعة جدا.
- سقوط الرماد البركاني الذي يتكون من الغبار والدقائق التي قذفها البركان مما يؤدي الى طمر مساحات كبيرة حول البركان وبارتفاعات كبيرة تصل أحيانا الى أكثر من خمسة أمتار محدثة عملية طمر لمعالم الأرض المختلفة ومنها المناطق السكنية. (مثال ذلك بركان Crater Lake في سلسلة جبال كاسيكيد غربي امريكا الشمالية الذي غطى الغبار البركاني مسحة 2100كيلومتر مربع بسمك 15 سم)

3. بعد حدوث البركان:

- نتيجة الحارة العالية للافا المتدفقة تحصل حرائق كبيرة في المنطقة تتحول الى مساحات شاسعة اذا لم يتمد اخمادها والسيطرة عليها.
- تذوب مساحات الجليد المغطية لسفوح البراكين نتيجة الحرارة محدثة تدفق كبير للمياه تقوم بجرف التربة والأطيان والغبار البركاني المتساقط مما تعمل على رفع الحمل الهيدروليكي للنهر فتؤدي الى الفيضانات بطاقة حمولة عالية تعمل على تدمير معالم الأرض التضاريسية وكذلك هدم المعالم المدنية كالسدود والطرق والبنايات.
- حصول انهيارات وانزلاقات أرضية نتيجة حركة الافا وبفعل الفيضانات.

نتائج البركان العامة:

1. اطلاق الغازات والأبخرة البركانية التي تلوث الجو ولكن لفترة غير طويلة نسبيا.
2. تلف وتدهور التربة وتغير الأرض من صخور رسوبية الى صخور نارية من نوع البازلتية.
3. تلوث المياه السطحية والجوفية القريبة وارتفاع حامضيتها.
4. تلف مساحات زراعية وغطاء نباتي نتيجة حركة اللافا والفيضانات.
5. تغير معالم الأرض اختفاء أو ظهور مناطق جديدة أو تغير معالمها التضاريسية.
6. تغير النمط السكاني كما ونوعا (نمط المعيشة) في المناطق المحيطة والقريبة من البركان وحدوث الهجرة السكانية.
7. تدمير للنشاط المدني الموجود منذ عشرات السنين في تلك المنطقة.

إجراءات الوقاية

1. لايمكن منع البركان من الأنفجار، كما لا يمكن بشكل عام السيطرة على تدفق اللافا، إلا انه توجد إجراءات وقائية موضعية لحماية موقع ما من تأثير تدفق اللافا وحركتها باتجاهه كان يكون سد أو ميناء أو مجمع سكني وغير ذلك. وتتم العملية إما بتغيير حركة اللافا من خلال عمل مجموعة من القواطع والجدران أو حفر مجموعة من الخنادق باتجاه معين بفعل التفجيرات لتغيير مسار جريان اللافا ، وأحيانا تستعمل اللافا نفسها كجدران بعد تبريدها برش الماء بكميات كبيرة كما حصل في جزيرة هايمي الأيسلندية (1973) حيث اقتربت اللافا من ميناء المدنية الذي هو عصب الحياة فيها فغيروا مسار اللافا برش الماء عليها وتكوين جدران قاطعة منعت وصل اللافا المتدفقة الى الميناء.
2. هنالك فرصة للتهيؤ وتوفير المستلزمات التي يمكن استخدامها في معالجة الحرائق والفيضانات آثار سقوط الغبار البركاني وتلوث الجو بالغازات من خلال توفير اقنعة الوقاية والكمامات اللازمة وخاصة للعاملين في مجاميع الأنقاذ، توفير وسائط لاخلاء السكان من المناطق المتضررة.
3. مراقبة البراكين واستشعار حدوثها من خلال الدراسات الزلزالية للهزات الأرضية التي تحدث في منطقة البركان بين فترة واخرى، دراسة جيوفيزيائية للتغيرات الحاصلة في الخواص الحرارية والمغناطيسية وللصخور، مراقبة ورصد التغيرات الطوبوغرافية للبركان أو ما يعرف بالأنتفاخ البركاني volcanic bulge ، استخدام التحسس بالأشعة تحت الحمراء لمتابعة حركة الصهيرة واقترابها من البركان ومتابعة ارتفاع سخونة الصخور تحت السطحية.

الجانب الإيجابي

لا تظهر الجوانب اللأيجابية لحدوث البركان بسبب ما يسببه من تلوث للجو والتربة والمياه فضلا عن خطره على الأنسان وممتلكاته. ولكن بعد فترة زمنية طويلة فان تحلل الصخور النارية بفعل

عوامل التجوية الكيميائية تساهم في اغناء المنطقة بتربة خصبة بسبب محتواها من العناصر المفيدة. وكذلك الحال فان عملية التحلل والتجوية الكيميائية للغابر البركاني الذي يغطي مساحات كبيرة ينتج تربة خصبة. الفيضانات تغطي الأرضي بكميات كبيرة من الطمى المهم في عملية الأستغلال الزراعي للأرض. كما ان البراكين تحقق التوزان في اضافة مكونات صخرية جديدة كما سبق الشارة إليها في السابق.

4. الأنزلاقات الأرضية Landslides

وتشمل الحركات الرئيسة للمواد المكونة للقشرة الأرضية، والتي تحدث غالبا تحت تأثير الجاذبية الأرضية كانزلاق الطبقات الصخرية والتربة وحركة التربة المشبعة بالماء فضر عن الأنزلاقات التي تحدث في قاع البحار والمحيطات.

وتحدث الأنزلاقات حين توفر الظروف المناسبة للحركة مثل زيادة القوة المسببة للانزلاق على الصخور مقارنة بالمقاومة التي تبديها الصخور تجاه عملية الأنزلاق. وبالمكان اختصار أسباب حدوث الإنزلاقات الأرضية كما يلي:

1. سقوط الأمطار وذوبان الثلوج: يؤدي عمليتي سقوط الأمطار وذوبان الثلوج الى خفض مقدار الاحتكاك بين الطبقات الصخرية وزيادة وزن المنحدرات مما يؤدي الى زيادة القوة المسببة للانزلاق. لا سيما وان بعض المواد الصخرية تتغير صفاتها الفيزيائية والميكانيكية عند تعرضها للمياه مثل الأطيان؛ إذ يحصل لبعض أنواعها انتفاخ مما يغير من حالة الاتزان بين الطبقات الصخرية وكذلك بين الصخور والتربة.

   كما تسلك الأطيان كمواد تسمح بانزلاق الطبقات التي فوقها بسبب خاصيتها الصفائحية مما تساعد على حدوث الأنزلاقات لاسيما في مناطق المنحدرات والمناطق المتموجة.

   كما تعمل المياه المترشحة على إذابة الاملاح مما يخفض من تماسك الحبيبات والمكونات الصخرية وتولد مجموعة من مواضع الأذابة الصغيرة منها والكبيرة التي تزيد كميات المياه المخزونة وتخفض من مقاومة الأنزلاق.
2. ارتفاع مناسيب المياه الجوفية يعمل على ذوبان وتحلل وتفكك لبعض مكونات التربة والمكونات الصخرية فيؤدي الى تكون قنوات إذابة وفجوات إذابة تحت سطحية، تعمل على حفظ الماء وزيادة ضغط الماء الموجود بين مكونات تربة المنحدر فيؤدي الى خفض مقاومة الأنزلاق.
3. وجود الشقوق والفواصل والتكسرات في الصخور تعمل على خفض مقدار الاحتكاك والتماسك بين الصخور؛ فتساعد على الانزلاق.

4. تساعد التضاريس في عملية الانزلاق كما هو الحال في المنحدرات الشديدة حيث تكون التربة والصخور في وضعية قلقة مما يهيئها للتعرض للانزلاق تحت تأثير اي مسبب.
5. تؤدي الزلازل الى حدوث الأنزلاقات وخاصة في المناطق التي حدث فيها تشوه نتيجة الزلزال أو بسبب وضعها الطوبوغرافي مثل المنحدرات، وعادة ما تترافق الأنزلاقات الأرضية مع فعاليات الزلازل والبراكين.
6. امتزاج المواد الطينية الموجودة في أغلب المنحدرات مع المياه السطحية المرتشحة أو مياه الأمطار الساقطة والمرتشحة الى حدوث ظاهرة الجريان الطيني إذ تتصرف المكونات الطينية مع الماء كما لو كانت مواد سائلة فتعمل على جرف وانزلاق مكونات التربة.
7. تساهم حركة الثلاجات بحدوث مجموعة من الأنزلاقات الأرضية مع استمرار حركة الثلاجات في المناطق الجبلية والمنحدرات، وبسبب كتل الجليد وكتل الصخور المعراة والمتحركة ضمن الثلاجة فان الحركة سوف تضغط على التربة والصخور التي تحتها فتسبب في حركتها إما بشكل بطيء أو سريع أو بشكل انزلاقات أرضية خاصة في المنحدرات.
8. تدخل الأنسان: تؤدي عمليات شق الطرق والأنفاق في المناطق الوعرة واستخدام التلال والجبال لأغراض مختلفة كالسياحة والسكن والتعدين والخزن الجوفي والمقالع الى اختلال حالة الأتزان فتسبب إما في زيادة الحمل فوق أرضية الموقع (زيادة القوة المحركة مثال ذلك بناء مشاريع كبيرة أو بنايات كبيرة) أو في خفض مقدار الأحتكاك (مقاومة الأنزلاق مثل ارتفاع المياه الجوفية أو تسرب المياه) أو الأثنين معا، ومن ثم سهولة حدوث الأنزلاقات. وقد سجلت حالات حدوث انزلاقات أرضية في المناطق المحيطة بخزانات المياه نتيجة بناء السدود وارتفاع مناسيب المياه وتأثيرها على المناطق المحيطة بالخزان، وهي مثال على تأثير العاملين معا: زيادة القوة المحركة (زيادة كمية الماء) وخفض المقاومة (تشبع مكونات التربة والصخور بالماء).

تدابير الوقاية من الأنزلاقات الأرضية:

إذا أشارات مجمل الدراسات والأجراءات الآنفة الذكر على احتمالية حدوث انزلاق أرضي فيتم استبدال الموقع الى موقع آخر بديل يكون أمنا من حدوث الأنزلاق . أما إذا أشارات دراسات الجدوى الأقتصادية من إنشاء مشروع هندسي معين في هذا الموقع، فيجب ان يتم الى مجموعة من الأجراءات والمعالجات بهدف خفض تأثير القوى المحركة للأنزلاق وزيادة مقاومة الطبقات الصخرية والتربة لغرض تأمين الموقع من الأنزلاق

وبشكل عام يمكن تقييم استقرارية موقع من التعرض الى ظاهرة الانزلاق الأرضي من خلال تقدير معامل الأمان الذي يمثل النسبة بين مقاومة الأنزلاق وبين القوة المحركة للأنزلاق والذي عادة يجب ان تكون قيمته أكبر من واحد، ولذلك تنصب جهود الجيولوجيين والمهندسين الى رفع معامل

الأمـان فـي الموقـع مـن خـلال تعزيـز القوى التـي ترفـع مـن مقاومـة الانـزلاق وتحسـين المواصـفات الهندسية والفيزيائية لكل من التربة والصخور عبر الإجراءات أعلاه مع محاولات خفض القوة المحركة والمسببة للانزلاق.

ويتم ذلك من خلال ما يلي:-

أ. إبعاد المياه السطحية والتقليل من تأثيرها على المنحدر عبر مجموعة من السواقي والقنوات، وكذلك خفض مستويات المياه الجوفية في الموقع باستخدام المرشحات المختلفة.

ب. خفض زاويـة الانحـدار وإزالـة المـواد التـي تـؤثر علـى اتـزان المنحـدر أو عمـل المصـاطب لزيـادة استقرارية المنحدر.

ت. حمايـة المنحـدرات باسـتخدام الأعمـدة السـاندة والمسـامير الحديديـة والكونكريتيـة للصـخور والتربـة rock bolts وبناء جدران ساندة.

ث. تقويـة المـواد المكونـة للمنحـدر باسـتخدام تقنيـات التحشـية بالأسـمنت grouting أو الإسـفلت أو المواد الكيميائية التي تؤدي الى زيادة تماسك المادة وملـيء المسامات والشقوق والتكسرات التـي فيها.

ج. زيادة مساحة الغطاء النباتي وخاصة النباتات ذات الجذور السطحية أو الجذور غير الكبيرة ، مما تعمل على خفض تأثير المياه السطحية على التربة، وزيادة ترابط مكونات التربة وتثبيتها فتمنعها من التعرية ومن الانجراف ومن الانزلاق.

ح. عدم زيادة الحمل المنشأ على الأرض (زيادة في كمية البنايات أو في حجم البنايات) في المواقع التي يخشى تعرضها للانزلاق.

5. الفيضانات Floods

يقصد بفيضان النهر هو عملية جريان المياه فوق مستوى ضفتي النهر . ويحدث عندما تكون كمية المياه أكبر من طاقة النهر لتصريف المياه (channel discharge). وتعد مياه النهر هي المسؤولة عن عمليات النحت والتعرية الميكانيكية لمكونات التربة والرواسب والمكونات الصخرية للمناطق المعرضة لمياه النهر وهي المسؤولة ايضا عن نقل هذه المكونات المعراة بوساطة الحمل الهيدروليكي والميكانيكي للنهر الى مواقع اخرى اما على جانبي النهر او خلال انتقال النهر عبر مجراه او في المصب وحسب طاقة الحمل الهيدروليكي.

العوامل المؤدية الى حدوث الفيضانات هي :

1. كميات غزيرة من الأمطار خلال الفصول المطيرة من السنة في ذلك الموقع.
2. انخفاض ارتشاح مياه الأمطار خلال التربة بسبب تشبعها بالمياه من فترة مطيرة سابقة قريبة.
3. ذوبان الثلوج في بداية فترات ارتفاع درجات الحرارة خلال العام وبشكل سريع.
4. طوبوغرافية المنطقة تساهم في جمع الجداول والسيول باتجاه مجرى النهر مكونة مجموعة من الروافد التي تنقل المياه من منطق اخرى غير مصدر مياه النهر كما هو الحال في روافد نهر دجلة.
5. حدوث فيضان نتيجة انهيار السدود الخازنة لكميات من المياه .

ويقسم الفيضان حسب حدوثه في مواقع النهر الى قسمين : فيضان يحدث أعالي النهر (upstream flood) نتيجة لسقوط امطار غزيرة على مساحة صغيرة من الأرض وخلال فترة زمنية قصيرة. والقسم الثاني هو الفيضان الذي يحدث اسفل النهر (downstream flood) ويغطي مساحات واسعة من الأرض بسبب حدوث العواصف المطرية الغزيرةالتي تستمر لفترات طويلة إذ يحصل تشبع التربة بالمياه لا تسمح بسهولة ارتشاح المياه مع ازدياد كبير في الساقط المطري.

نتائج الفيضان

ترافق عملية الفيضان حصول مخاطر كبيرة تتصل بالأنسان وبيئته وتؤثر عليه وتصل مخاطره الى حد اعتباره من الكوارث المدمرة، ويمكن ان نذكر بعضا من نتائجه:

أ. طغيان المياه يؤدي الى تدمير المجمعات السكنية والأراضي الزراعية مما يسبب في موت الأشخاص ونفوق الحيوانات الداجنة وتلف مساحات شاسعة من المحاصيل.
ب. انجراف التربة والصخور والمواد الأخرى ترفع من طاقة مياه الفيضان على التدمير والتخريب.
ت. انجراف التربة والمكونات الصخرية بكميات كبيرة يؤدي الى تغير في شكل الأرض (التضاريس).
ث. من المحتمل ان يغير النهر من مجراه اثر عملية طغيان مياهه، وهذا يترتب علية تغير في نمط الحياة سواء على صعيد حياة البشر أو الحيوانات أو الزراعة، فضلا عن استخدامات مياه النهر في المجلات صناعية.
ج. ثلوت مياه النهر نتيجة امتزاجها مع مواد ومطروحات ضارة صحية أو صناعية (وعادة تكون فترة التلوث هذه محدودة).
ح. تكلف عمليات التخلص من مخلفات الفيضان مبالغ طائلة على صعيد الفرد والمجتمع.

تدابير الوقاية من الفيضانات

يتم التهيؤ لحالة حدوث الفيضان عبر جهود كثيرة وعلى جميع الأصعدة بهدف خفض حالات الوفيات والنفوق بالثروة الحيوانية وتدمير الثروة الزراعية. ويمكن ان يتم ذلك عبر مايلي:

1. دراسة وتقييم حالة الفيضان المحتملة الحدوث في منطقة معينة من خلال:
أ. تقدير كميات الساقط المطري خلال الفترات المطيرة في تلك المنطقة والمناطق التي تقع أعلي النهر (upstream) ضمن حوض النهر.
ب. تقدير كميات الثلوج التي تذوب في المناطق التي تعد مناطق جابية للنهر والتي تقع ضمن حوض النهر.
ج. حساب قمة التصريف التي تمثل أكبر كمية من المياه (مقدرة بالأمتار المكعبة) التي تعبر نقطة معينة خلال فترة زمنية (ثانية).
د. تحديد أعلى منسوب للماء في حالة حدوث الفيضان، لغرض تحاشي اجراء اي نشاط مدني لفترة طويلة كالبناء مثلا أو اقامة أي مشروع زراعي أو صناعي أو سياحي.
هـ تقدير التوزيع الزمني لتصريف مياه الفيضان، أي حساب تقريبي للزمن لذ يستغرقه الفيضان عند حدوث ولغاية تصريف المياه.
و. دراسة مجرى النهر التي تشمل مقطع النهر وضفافه لغرض حساب سرعة جريان لمياه خلال اجتيازها منطقة معينة.
ز. دراسة الأحواض الثانوية المرتبطة بحوض النهر الرئيس من حيث مساحة المنطقة الجابية وكمية المياه ونوع التربة وفترات التصريف العالية لأنها تمثل روافد تغذي النهر الرئيس بالمياه.

2. التهيؤ عبر عدد من الإجراءات الوقائية الهندسية والمدنية، والتي تشمل:

أ. بناء السدود والخزانات الكبيرة لغرض خزن موجات الفيضان التي لا يمكن استيعابها ضمن مجرى النهر.

ب. تنظيف مجرى النهر من الرواسب المختلفة التي ترفع من منسوب مياه النهر ومن الأجسام الصلبة التي تعيق حركة جريان المياه وتقلل من سرعته.

ت. حماية ضفاف وأكتاف النهر من الأنهيارات قبل وخلال فترة الفيضان بوسائل التثبيت المختلفة مثل الرصف الحجري أو الأسمنتي أو التشجير أو الزراعة.

ث. الأستفادة من المنخفضات الطبيعية لتوجيه مياه الفيضان الفائضة الى هذه المنخفضات وامكانية الأستفادة منها في فترات انحسار المياه.

ج. توسيع القنوات وتهيئة الأودية المرتبطة بالنهر لغرض تصريف الموجات الكبيرة من الفيضان في حالة حدوثها.

الجانب الأيجابي:

بالرغم من حالات الكوارث المدمرة التي تحدثها الفيضانات ، إلا انها تساهم في تجديد التربة بالطمى الحديث القادم خلال الفيضان نتيجة عمليات الأنجراف والهدم لضفاف الأودية وأكتاف مجرى النهر. تساهم الفيضانات بعملية التوازن الطبيعية للغلاف الصخري، إذ تنقل كتل الصخور والرواسب والمكونات الصخرية المختلفة من المناطق المرتفعة المعرضة للتعرية الى مواقع ترسيبها سواء في مجرى النهر أو الضفاف أو البحيرات أو الى البحر. كما تساهم الفيضانات في شق الوديان وتكوين مناطق فيضية تصلح للأستخدامات الزراعية، كما هو الحال في الحضارات التي نشأت في السهل الرسوبي لوادي الرافدين.

6. الأعاصير Cyclones

تعرف الأعاصير بأنها عبارة عن ريح دوارة حلزونية الشكل حول مركز يسمى عين الإعصار، وتتحرك هذه اريح بسرعة شديدة أكثر من 100 كيلومتر بالساعة ، تضرب المناطق الساحلية في البحار والمحيطات ، ولها قدرة تدميرية هائلة لأنها تدمر كل ما تمر عليه ولها طاقة حمل كبيرة جدا بحيث ممكن أن تجفف بحيرة ، فضلا على حمل أجزاء المنازل والمنشاءات والعجلات الضخمة . مثال ذلك الإعصار الذي ضرب سواحل البنغال (بنكلادش) سنة 1970 قتل 300.000 نسمة وسبب خسارة 63 مليون دولار بالحاصل الزراعي ودمرت 60 بالمائة من الثروة السمكية بالمنطقة.

يطلق على هذه الأعاصير عدة مسميات إضافة الى تسمية السايكلون إذ تسمى في أغلب مناطق المحيط الهادي typhoons ، وتسمى في أمريكا والمناطق الغربية hurricanes ، وتسمى في مناطق اخرى من العالم أيضا tornado .

تحدث عادة في المناطق المدارية بين 8 شمال خط الأستواء الى 15 جنوب خط الاستواء التي تكون مياهها السطحية دافئة. تتولد الأعاصير فوق البحار والمحيطات وتتبدد طاقتها وتقل سرعتها كلما توغلت باتجاه اليابسة. يبلغ قطر المناطق التي يصبها الإعصار بسرعة 100كم وأكثر حوالي 160 كم .

تعد الأعاصير على اختلاف حجمها وسرعها ومواقع تأثيرها من الكوارث الطبيعية الشديدة التدمير، لأن حدوثها الذي يمثل حركة أخطر عناصر المناخ في الأرض ألا وهي الريح يرافقه سقوط أمطار بكميات كبيرة جدا تحدث كارثة أخرى وهي الفيضانات، ولذلك فان حجم الخسائر البشرية تأتي من حالات الغرق بينما خسائر الممتلكات عادة ما تكون بسبب قوة تدمير الريح بشكل مباشر. ومن النتائج المصاحبة للأعصار حدوث اختلال في توازن مياه البحار والمحيطات نتيجة عملية الدوران الحلزونية للريح (للإعصار) مما تسبب أحيانا موجات فيضان مدية مفاجئة (flash tidal flood) التي تضرب السواحل وتحدث تدمير للمنشأءات وحالات الغرق للسكان أيضا.

إجراءات الوقاية

لا يمكن التغلب على فعالية هذه الظاهرة أو محاولة خفض تأثيرها الكارثي والمدمر ، إلا ان جهود المختصين بهذا المجال تنصب على دراسة الأعاصير من النواحي التالية:-

وقت حدوثه ، الفترة الزمنية لحدوثه ، موقع ولادته ، سرعته ، مساره ، تكرر حدوثه ، قطر دائرة تأثيره ، الظواهر الخطرة المصاحبة له ، وبعض المواصفات الأخرى . وبذلك تم تميز هذه الأعاصير بعضها عن بعض الأخر وإعطائها اسم خاص بها .

ومن تدابير الوقاية المهمة المتبعة في المناطق المعرضة للأعاصير هي تنبيه السكان عبر القنوات الأذاعية والتلفزيونية المختلفة عن الأعصار واسمه والوقت المتوقع لحدوثه لكي تتم عمليات الجلاء للسكان وإنقاذ ما يمكن من الممتلكات المهمة وتجند الدول طواقم انقاذ متدربة في هذا المجال ، فضلا عن ان السكان في مثل هذه المناطق تتبع أسلوب خاصا في طريقة بناء المنازل ونمط التجمع السكاني ونمط الخدمات التي تكون بكلف أقل مما في المناطق الأخرى.

(ملاحظة: أكبر مدينة سكانية في العالم وهي نيومكسيكو تقع قرب خليج مكسيكو الذي يتعرض دائما لأكبر الأعاصير في العالم!!!؟)

7. التسونامي Tsunamis

وهي ظاهرة بحرية قليلة الحدوث وتسمى أحيانا (بالموجات المدية، tidal waves) وتحدث نتيجة تغير مفاجيء في كتل الماء التي تحل بشكل عمودي في منطقة ما في البحار أو المحيطات بسبب هزة أرضية كبيرة أو انزلاق صخري ضخم أو نشاط بركاني تحت بحري كبير فتسبب هذه الظاهر حركة لكتلة كبيرة من المياه بشكل عمودي مكونة موجات متعددة من المياه تنتقل بسرع عالية جدا تصل الى 800 كم بالساعة وتتجاوز المسافة بين القمم المتعاقبة للموجات حوالي 100كم . وعندما تدخل الموجات المياه الساحلية الضحلة تنخفض سرعتها الى حوالي 60 كم وبارتفاع حوالي 15 متر. وهذه الأرقام تتباين حسب نوع التسونامي. مثل التسونامي الذي حصل شرق الهندي وضرب الجزر والسواحل الجنوبية لقارة أسيا ووصل تأثيره الى ساحل افريقيا الشرقي. كما حصل تسونامي قبالة سواحل شيلي ووصل تأثيره الى جزر الهاواي بعد 15 ساعة.

النتائج المدمرة لهذه الظاهرة هي بسبب حصولها بشكل مفاجئ وخاصة تلك المرتبطة بحدوث الهزات الأرضية تحت بحرية، وعدم إمكانية تنبيه جميع السكان أو غالبيتهم وخاصة في المناطق النائية والزراعية عن إمكانية حدوث التسونامي كنتيجة لحدوث هزات تحت بحرية في منطقة ما . ولذلك تعد التسونامي من الظواهر الطبيعية الخطرة التي تصل الى حدود الكارثة المدمرة . لاسيما وإنها تسبب عملية غرق لمساحات كبيرة من المناطق بارتفاعات عالية حوالي 15 متر مغطية مجمعات

سكنية وأراضي زراعية وتسبب في تشرد ونزوح ألاف السكان (كما حدث في تسونامي اندونيسيا الذي شرد الأف البشر معظمهم مات من شدة البرد).

تدابير الوقاية

بهدف التغلب على حجم الكارثة التي تنجم عن التسونامي ولكون هذه الظاهرة تحدث بشكل مفاجئ، فقد عملت الدول (وخاصة الساحلية المطلة على المحيط الهادي خصوصا حيث تحدث معظم ظواهر التسونامي) على عمل خارطة نظام تتبع مسار التسونامي (tsunami warning system map) عندما يحدث بهدف الإسراع في تبليغ السكان وإجلائهم وإخلاء الممتلكات المهمة في المناطق التي ستصلها موجات التسونامي بعد فترة من الزمن. ولذلك تنشط مراكز الرصد الزلزالي تحت بحري أو مراكز مراقبة النشاط البركاني تحت بحري أو أية ظواهر تحت بحرية ممكن أن ينتج عنها مثل هذه الظاهرة. وعادة ما تكون هذه المراكز على اتصال مستمر بهدف تقييم حالة البحار والمحيطات القريبة منها.

ومن التدابير المهمة أيضا هي التوعية بوسائل الأعلام المختلفة حول تدابير الوقاية التي يتخذها الفرد تجاه حالة حصول الإنذار عند حدوث التسونامي التي تخص عملية البناء، عملية الأخلاء والجلاء السكاني، عدم بناء منشاءات حيوية قرب المناطق الساحلية، إدامة وتطوير انظمة الأنذار المحلية والأقليمية بما ينسجم والحجم السكاني .

8. الانهيارات (التهدم الكتلي mass movements)

وهي عملية انهيار الصخور أو الكتل الصخرية من أعلى إلى أسفل المرتفعات أو الجبال أو المقاطع نتيجة فعل جاذبية الأرض. وتحدث الانهيارات نتيجة عدة عوامل منفردة أو مشتركة مع بعضها تعمل على خفض الأحتكاك ومن ثم حصول الحركة المتمثلة بالانهيارات. ومن هذه العوامل:

1. وضعية الطبقات الصخرية: بعض الصخور تكون بشكل طبقات كتلية ذات سمك كبير أو تكون سميكة التطبق (مكونة من طبقات سميكة أكثر من متر) فعند تعرضها الى تكسر فان حجم الكتل المتكسرة يكون كبيرا مما يسهل من حركته وسقوطه الى الأسفل. أما الطبقات القليلة السمك (بضع عشرات من السنتمترات) فأنها لا تكون كتل كبيرة الحجم عند تكسرها أو تفتتها بتأثير عوامل التعرية وبذلك لا تشكل كتلها هذه قوة للحركة نحو الأسفل فيكون مقدار الاحتكاك لها كبيرا مقارنة بكتلتها.
2. نوع الصخور أو الترسبات: تتباين الصخور في صفاتها الصخارية ، فبعضها تتكون عادة من طبقات قليلة السمك متطبقة مثل الصخور الطينية وطبقات المارل وهذه الأنواع من الصخور يكون مقدار احتكاكها أكبر من قوة جذبها نحو الأسفل كما ان صخور المفتتة عادة ما تكون كتلها صغيرة الحجم نسبيا ، بينما توجد صخور اخرى مثل بعض أنواع الجبس وبعض أنواع الحجر لجيري تكون بشكل كتل كبيرة السمك ولذلك فان كتل صخورها تكون كبيرة مما يسهل انهيارها أو حركتها الى الأسفل.
3. موضع الصخور: تتباين قوة جذب الكتل الصخرية حسب موقعها وموضعها ضمن المرتفع أو المنحدر ، وتزداد الطاقة الكامنة للكتلة الصخرية من زيادة حجمها (كتلتها) وزيادة ارتفاعها ولذلك تكون الصخور في أعلى المنحدرات وفي أعلى الطيات واقعة تحت تاثير الحركة والأنهيار باحتمالية اكبر من بقية الكتل الصخرية، فضلا عن الصخور الموجودة على سفوح المرتفعات تكون مهيأة للحركة بفعل الظروف المناخية أو عوامل التعرية الميكانيكية أو بفعل الهزات الأرضية بأحتمالية أكبر من الكتل الصخرية الأخرى .
4. شكل المقطع أو المنحدر: المنحدرات الشديدة تكون الكتل الصخرية فيها معرضة للأنهيار أكثر من المنحدرات قليلة الانحدار. وتكون الكتل الصخرية ضمن المقاطع التي تكون درجة انحدارها بزاوية قائمة، معرضة للانهيار تحت تأثير عوامل التعرية الميكانيكية والظروف المناخية.
5. تأثير الفواصل والتكسرات والفوالق: تحوي بعض الطبقات الصخرية على مجموعة أو أكثر من الفواصل وكذلك تحوي تكسرات تعمل على فرز الكتل الصخرية عن بعضها البعض فتخفض من مقدار الاحتكاك مما يسهل عملية حركتها وانهيارها نحو الأسفل.
6. تأثير عوامل التعرية: المناطق المعرضة الى تأثير عوامل التعرية المختلفة مثل التفتت بفعل الأنجماد للمياه بين الفواصل والتكسرات في الطبقات الصخرية أو تأثير عوامل التجوية الكيميائية

أو النحت بفعل الرياح في المواضع الضعيفة التماسك من الطبقات الصخرية وغيرها من عوامل التعرية الأخرى تكون صخورها معرضة للحركة والانهيار بشكل أكبر من المناطق ذات فعاليات التعرية القليلة الشدة والتأثير.

7. تأثير الغطاء النباتي : يكون تأثير الغطاء النباتي باتجاهين الأول الغطاء النباتي الذي يغطي التربة ويعمل على تماسكها يرفع من معامل الاحتكاك ويمنع من انهيارها وخاصة في الترب ذات نبات الصغيرة والشجيرات قصيرة الجذور . أما بالنسبة للأشجار الكبيرة ذات الجذور الممتدة والموجودة في المنحدرات فتعمل على تباعد كتل التربة ومن ثم تسهيل عملية انهيارها أو حركتها بفعل مياه الأمطار الجارية على السفوح والمنحدرات.
8. الجهد المدني للأنسان: يتمثل الجهد المدني للأنسان بفعاليات شق الطرق على السفوح والمنحدرات فيعمل الى القص العمودي للمنحدر، انشاء مباني في المناطق المنحدرة فيعمل على تسوية المنحدر بنقل كتل صخرية أو تربة الى موقع البناء، أو أي نشاط أخر يتضم فعاليات قص المنحدر أو التسوية أو نقل الركام أو دفن ...الخ. فأن أي خلال هندسي في مثل هذه العمليات يؤدي الى الحركة والأنهيارات خاصة إذا لم تأخذ عوامل التعرية وتأثيراتها بالحسبان ضمن الدراسات الموقعية والتصميمية.

تدابير الوقاية

هنالك مجموعة من الفعاليات يجب ان تمارس في المناطق التي في النية استخدامها لأغراض شق الطرق أو بناء أو أية نشاط هندسي. وهذه الفعاليات تشمل:

1. رصد الكتل الصخرية ذات الأوضاع القلقلة المحتملة السقوط والأنهيار.
2. تدعيم الطبقات الصخرية ذات الفواصل والتكسرات بعمل المقاطع التي تمنع تعرضها لتأثير المياه الجارية.
3. بناء سداد وجدران كبيرة تمنع وتصد وصول الكتل الصخرية الى الموقع.
4. رفع فعالية الغطاء النباتي في المنطقة لتثبيت الترب .
5. اختيار الموقع الأمثل لشق الطرق أو للبناء التي تضمن عدم انهيار الكتل الصخرية عبر سلسلة من الفحوصات الجيولوجية والهندسية.
6. تدعيم الطبقات الصخرية بالركائز والمساند للحفاظ على معامل احتكاكها.

9. التصحر (Desertification)

تمثل الصحاري المناطق التي يقل نسبة الساقط المطري فيها عن 25 سم في السنة مما يؤدي الى غياب الغطاء النباتي (إلا بشكل قليل جدا وبأنواع محدودة ومعينة) وعدم وجود نشاط زراعي لذلك يكون النشاط المدني أيضا محدود جدا. وهي من المخاطر الطبيعية التي تؤثر على الدول الواقعة حول مداري السرطان والجدي مثال ذلك دول شمال أفريقيا والجزيرة العربية.

وتوصف ظاهرة التصحر بأنها تحول المناطق الزراعية أو ذات الغطاء النباتي الى مناطق جرداء أو ذات غطاء نباتي قليل جدا. وقد سبق الذكر ان النطاق أو الأفق العلوي في التربة (نطاق A) يكون عادة مفتقرا الى دقائق الطين مقارنة بحبيبات الرمل التي تكون هي المتغلبة ولذلك عند غياب أو قلة الغطاء النباتي فان الرياح سوف تنقل حبيبات الرمل والغرين التي ستكون مفتتة وغير متماسكة، وهكذا تتحول بعض المناطق الزراعية الى صحارى تغطيها الرمال نتيجة غياب الساقط المطري. وفي أحيان كثيرة فان استمرار عدم تماسك مكونات التربة يجعل من النطاق B معرض أيضا الى عامل النقل بالريح بعد تعرية النطاق A .

وهنالك عوامل ساعدت على حدوث التصحر ضمن انطقة غير واسعة أو محدودة، مثل:

1. انجراف الجزء العلوي من التربة بسبب غياب وتدهور لغطاء النباتي نتيجة انخفاض الساقط المطرى أو قلة فعاليات الري وتغيره تدريجيا الى أراضي صحراوية.
2. نشاط في حركة الكثبان الرملية وزحفها باتجاه المناطق الزراعية لاسيما خلال فترات الجفاف، يعمل على تلف مساحات زراعية كبيرة وتحولها الى مناطق صحراوية.
3. ارتفاع ملوحة التربة يعرض الأراضي الزراعية الى ان تتحول الى أراضي قليلة الخصوبة ومن ثم تترك مما يساعد على تعرضها لعملية التصحر.
4. تحول نمط الحياة لبعض السكان من النمط الزراعي الى انماط اخرى وانتقالهم الى المدن أدى الى ترك مساحات زراعية كبيرة بدون استمرار زراعي فتحول الى مناطق قابلية للتصحر.

الطرق المتبعة لمكافحة التصحر وإيقاف زحف الكثبان الرملية:

تتباين الطرق المستخدمة في مكافحة التصحر من اقليم أو من بلد الى اخر تبعا لنوع الأمكانيات والتقنيات المستخدمة وطبيعة وشدة التصحر والأمكانيات المالية المخصصة لذلك:

1. إنشاء قنوات لنقل المياه من مصادره القريبة الى المواقع غير المستغلة لأغراض الزراعة.
2. التحري عن المياه الجوفية واستغلالها في الزراعة.
3. تشجير المناطق ذات الساقط المطري أو الحاوية على المياه الجوفية بأنواع تتحمل ظروف الجفاف. وتكون بشكل غابات صغيرة لتسهل عملية ريها وخاصة في السنوات الأولى لكي تمنع حركة التربة وتدهورها.
4. تزييت سطوح الكثبان الرملية بمواد عضوية غير ملوثة تعمل على تماسك حبيبات الرمال وعدم حركتها وانتقالها فتمنع من زحف الكثبان الرملية، وتستخدم هذه الطريقة بشكل واسع وخاصة في البلدان ذات المياه القليلة وذات مناخ جاف.

5. دراسة مصادر الرمال وسرعة الرياح في المنطقة وانماط حركتها وتغير ذلك خلال فصول السنة ومحاولة تثبيت الرمال في المناطق التي تغذي الكثبان.
6. استخدام السدود والحواجز لمنع زحف الكثبان وخاصة في المناطق الصغيرة المعرضة لحركة الكثبان.
7. التعامل مع الكثبان الرملية إما عن طريق تخريبها واستغلال رمالها، أو تغير شكلها وحجمها وخفض ارتفاعاتها.
8. تلجأ بعض الدول الى استخدام الأمطار الأصطناعية باستخدام المرشات أو الطائرات بهدف تثبيت عملية التشجير.

10. الجفاف (Drought):

في أحيان كثيرة تذكر ظاهرة الجفاف ضمن ظاهرة التصحر، ولكن ما يميزها عن التصحر ان الجفاف يحدث بسبب انحسار الأمطار أو قلتها عن معدلاتها بشكل كبير في المناطق ذات الساقط المطري مما يؤثر بشكل ملحوظ على توقف النشاط الزراعي خلال تلك الفترة التي تمتد لعام أو لعدة أعوام مسببة الجفاف وتؤثر كذلك على الثروة الحيوانية، وتحدث في المناطق أو الدول الزراعية التي تحدث فيها كوارث موت الأفراد ونفوق الحيوانات وعدم انتاج الحاصل الزراعي مما يؤثر سلبا على اقتصاد تلك البلدان كما يحدث في بعض دول افريقيا. وسبب ظاهرة الجفاف عدة ترتبط بالتغيرات المناخية . وتستخدم الأساليب المتبعة في معالجة ظاهرة التصحر أيضا لمعالجة حالات الجفاف، وتجدر الأشارة الى ان اعلان حالة أو كارثة الجفاف في أي بلد تسترعي المعونات الغذائية والأقتصادية من الدول الأخرى للحد من تاثير الجفاف على موت الأفراد ونفوق الماشية من خلال فسح المجال لقطعان الماشية الأنتقال الى مناطق اخرى عبر الحدود بين بعض الدول.

11. العواصف الترابية

توصف العواصف التربية بأنها ريح عالية السرعة لها القدرة على حمل دقائق الطين والغرين وبعض حبيبات الرمل الناعمة وأحيانا تكون سرعتها شديدة فتحمل معها حبيبات الرمل بمختلف الأحجام. تتولد العواصف الترابية عادة في المناطق الصحراوية والمناطق الزراعية المعرضة لفترات الجفاف بسبب انحسار الساقط المطري .

تعمل الظروف المناخية الجافة وفي المناطق الحارة على تفتيت النطاق العلوي للتربة (نطاق A) كما يساعد انعدام أو قلة الغطاء النباتي سواء الطبيعي أو الزراعي على عدم تماسك حبيبات الرمل والغرين، لذلك فان أية سرعة للريح سوف تجعلها قادرة على حمل حبيبات الرمل بارتفاعات

منخفضة أو دحرجتها أو على سطح الأرض أو تحركها بشكل قفزات، إذ تتحرك حبيبات الرمل قريبا من السطح وبارتفاعات منخفضة، وهذا ما سيؤدي الى انجراف وتعرية النطاق A وتعرض النطاق B الواقع أسفله الى الجفاف بتأثير الحرارة ومن ثم تعريته وحمل مكونات من دقائق الطين بكميات كبيرة وبارتفاعات عالية ولمسافات طويلة، وتصل أحينا العواصف الترابية الحاملة لدقائق الطين والغرين الى عدة مئات من الأمتار وتنتقل لمسافة عدة تلاف من الكيلومترات، كما تصل طاقة الحمل لها الى مئات وأحيانا ألاف الأطنان من الطين والغرين . ومع تقدم العواصف الترابية وانخفاض سرعتها تبدأ طاقة الحمل تنخفض ايضا ولذلك تسقط دقائق الغرين بينما قد تبقى دقائق الطين عالقة لفترة زمنية أطول.

تؤثر العواصف الترابية سلبيا وبشكل كبير على البيئة والنظام الحياتي العام في المنطقة سواء بما يخص الأنسان أو الحيوان أو النبات:

- فكثيرا ما تؤثر العواصف الترابية على الحالة الصحية للأفراد وخاصة المتعلقة بالجهاز التنفسي سوء على صعيد الأفراد الأصحاء أو المرضى.
- تحدد من حركة الأشخاص الأمر الذي يصل أحيانا الى تعطل حركة العمل في بعض المواقع والمؤسسات.
- توقف بعض الأنشطة على الصعيد الأقليمي بين المدن مثل حركة الطائرات وحركة العجلات على طرق الخط السريع والقطارات.
- قد تسبب بعض من العواصف الترابية بسبب طاقة الحمل العالية للريح الحاملة لدقائق الغرين والطين في تلف بعض الممتلكات مثل خطوط الكهرباء والهاتف وبعض الأبنية والممتلكات.
- تلف بعض الحاصل الزراعي وخاصة الفواكه والخضروات التي تتأثر بالغبار.

تدابير الوقاية

تشمل معظم تدابير الوقاية اجراء معالجات تهدف الى المحافظة على التربة وخاصة الزراعية منها وعدن تعرضها للتدهور بفعل الريح والعواصف بشكل عام، ولعل أهم تلك المعالجات والأجراءات هي:

- إدامة استغلال الأرض زراعيا ومحاولة توسيع الرقعة الزراعية سواء بالمحاصيل الزراعية الأقتصادية أو بعمليات التشجير وخاصة في المناطق التي ممكن زراعتها بأصناف تتحمل ظروف شبه جافة والأصناف التي تحتفظ بمياه الندى خلال فترات الليل نتيجة الفارق بدرجات الحرارة بين الليل والنهار .

- التحري عن المياه الجوفية ومحاولة استغلالها في تنشيط الغطاء النباتي الطبيعي أو الزراعي كما هو الحال في الواحات الموجودة في الصحاري.
- مد قنوات الري في بعض المواقع القريبة من مصادر المياه واستغلالها في الزراعة، كما هو الحال في مشروع ري الجزيرة المزمع انشاؤه.
- تزييت المناطق التي لاتستخدم في الزراعية لعدم صلاحية التربة أو عدم وجود مياه وصعوبة عملية سقيها بهدف المحافظة على تماسك التربة من التعرية الميكانيكية بفعل الريح .
- توسيع مساحات الغابات الصغيرة والمساحات المشجرة حول المدن تعمل عمل مصدات وحواجز تخفض من تأثير العواصف الترابية.

16. تخسفات التربة

تشابه حالة التخسفات في التربة الى حد كبير التخسفات الأرضية ولكن غالبية الأسباب المؤدية الى تخسفات التربة تتعلق بحركة المياه الجوفية وتأثيرها على أنطقة التربة تحت السطحية مثل النطاقين C و D . وتحدث هذه الظاهرة بشكل كبير مما تنعكس آثارها السلبية على الحاصل الزراعية مسببة أضرار اقتصادية كبيرة. كما إن عملية التخسفات التي تحدث في التربة غالبا ما تؤدي الى تدهورها وعدم امكانية استغلالها كتربة مستقبلا.

كما يوجد بعض من المعادن الطينية التي لها قابلية الأنتفاخ نتيجة دخول طبقات الماء بين وحداتها البنائية، فعند فقدان هذه المياه بسبب الضغط أو درجات الحرارة أو الفعاليات الكيميائية التي تحدث في التربة فتسبب في تقلص الوحدة البنائية لمعدن الطيني ومن ثم تقلص في التربة الذي ينعكس بشكل انضمام وتخسف.

ولذلك وبهدف منع حدوث هذه الظاهرة يتم دراسة مستويات المياه الجوفية وطبيعة عمليات السقي وطرق الري والبزل ومحاولة اتباع انظمة توقيت لفعاليات الري للحد من استغلال المياه دون فائدة مما تنعكس سلبا على التربة حيث تتكون خزانات موضعية قليلة العمق تحت سطحية تؤدي أحيانا الى حدوث التخسفات في التربة وتدهورها.

17. النشاط الأشعاعي الطبيعي Natural Radioactivity

نتناول في هذا الجانب النشاط الأشعاعي الطبيعي فقط وهذا النشاط يأتي من مصادر طبيعية وهي:

أ. الأشعة الكونية

ب. صخور القشرة الأرضية

ويقصد بالأشعة الكونية هي تلك الأشعة التي تأتي الى الأرض من الفضاء الخارجي المحيط بها. وعند وصولها الى الغلاف الغازي المحيط بالأرض فان معظم هذه المواد المشعة تتفاعل مع جسيمات ومكونات الغلاف الغازي مكونة جسيمات ذات طاقة اشعاعية أوطأ ، ويمكن لبعضها ان تصل الأرض بينما يتشتت القسم الأكبر في الجو.

أما الأشعة التي تاتي من بعض صخور الغلاف الصخري ، فقد اشارت الدراسات الى وجود أنواع معينة من الصخور يمتاز باحتوائها على مواد مشعة كما هو الحال في الصخور النارية الكرانيتية التي تحوي مواد مشعة اكثر من بقية انواع الصخور النارية الأخرى. وكذلك الحال فان صخور الفوسفورايت بشكل عام تحوي مواد مشعة اكثر من الصخور الرسوبية الأخرى. كما توجد بعض الرواسب تتوي بين طبقاتها على رواسب عضوية غنية بالمواد المشعة

بسبب قابلية المواد العضوية على امتزاز بعض العناصر الفلزية ذات الخاصية الأشعاعية. كما توجد في الرواسب أيضا تجمعات لخامات أو لمركبات فلزية بعضها تضم مواد مشعة ضمنها. وتتعرض بعض الصخور الحاوية على عناصر مشعة لفعاليات التجوية لكيميائية فتنتج مركبات او معادن لهذه العناصر تتجمع بشكل معادن ثانوية في التكسرات والفجوات الموجودة بين الصخور. ومن أهم العناصر ذات النشاط الأشعاعي هي اليورانيوم والثوريوم والرادون .

للأنسان قابلية معينة ومحدودة على استلام جرعات إشعاعية تأتي من المصادر أعلاه. ولكن التعرض لهذه الجرعات بشكل مستمر وأكثر من قبلية تحمله تسبب بعض المشاكل الصحية التي تعلق بالأمراض الخبيثة مثل سرطانات الدم والجلد والعظام والغدد أو تحدث تشوهات خلقية بسبب تأثيرها على الجينات. يستقبل الأنسان الجرعات الأشعاعية إما مباشرة من مصدرها أو بشكل غير مباشر عبر تلوث الهواء والماء والتربة والنبات بالمواد المشعة.

الوقاية السليمة من هذه المواد المشعة تأتي من خلال تحديد الطاقة الأشعاعية للصخور التي من المتوقع ان تحوي مواد مشعة مثل استخدام صخور الكرانايت للبناء او استخدام صخور الفوسفورايت لأنتاج الأسمدة أو استغلال الخامات للأغراض القتصادية فإذا كانت محتواها من المواد المشعة ضمن الحدود المقبولة فمن الممكن استخدامها.

18. الحرائق الطبيعية

تعد الحرائق من الظواهر الطبيعية المصاحبة لعناصر المناخ وهي البرق وارتفاع درجات الحرارة. فالظاهرة الأولى عادة ما تسبب حدوث الحريق نتيجة إصابة البرق وعلى الرغم من كون الحريق موضعي إلا انه من المحتمل ان يمتد الى مساحات أكبر في حالة كون المواقع المصابة بالبرق تحوي على مواد سهلة الاحتراق مثل ذلك مساحات الحقول أو الغابات.

أما الحرائق الطبيعية التي تحدث نتيجة ارتفاع درجات الحرارة فعادة ما تكون المساحات كبيرة بسبب حالة الجفاف أو كون المناطق ذات الغطاء النباتي في حالة جافة ويابسة مما يسهل من حدوث الحرائق عندما تصل في بعض المواضع الى درجة اتقادها، وهذا ما يحدث في المناطق ذات المناخ المداري وذات الغطاء النباتي الذي يكون في فصل الصيف في حالة جافة ويابسة مثل أواسط استراليا وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية.

بعض الحرائق تحدث نتيجة الفعاليات الكيميائية الموضعية التي تحدثها فعاليات الأكسدة بسبب كيميائي مباشر أو بسبب دور البكتريا والنشاط العضوي، وهذه الحرائق تكون عادة صغيرة وتحت سطح الأنبات ولكنها من الممكن ان يكبر تأثيرها فتتحول الى حرائق ظاهرة على السطح إذا ساعدت الريح على فعل ذلك.

وتجدر الأشـارة الى ان عملية الحريق تكون متباينة التأثير تبعا لنوع الغطاء النباتي أو نوع الحاصـــل الزراعي ودرجة تشـــبع النبات بالماء، وكمية النباتات الحاوية المواد المســـاعدة على الأحتراق مثل بعض المواد الصمغية، وكمية النباتات ذات الأوراق السميكة، وكمية النباتات ذات المواد الخشبية مثل الأشجار، .....الخ.

تسبب الحرائق خسائر كبيرة في المحصول لزراعي أو الغطاء النباتي واحيانا تشكل سحب الحريق تأثيرا خطيرا على تلوث الغلاف الغازي للمناطق القريبة من مواقع الحريق أو الواقعة على مسـار اتجاه الرياح. مما يسـتدعي تظافر الجهود الدولية لنجدة المناطق المتضـررة تحسـبا من انتشار الحريق أو توسع دائرة الغازات الملوثة الناجمة عنه.

الجانب الأيجابي: أما من الناحية الأيجابية فان فعاليات الحريق في مناطق الغابات تسـاعد على التخلص من كتل الشـجار الميتة والسـاقطة ، تعطي الفرصـة لبعض الأنواع التي لا تسـتطيع الأنبات بســـبب وجود الغطاء النباتي فعند احتراق الغطاء النباتي فان هذه الأنواع تعود للأنبات رغم مرور عدة سـنوات على وجودها في التربة، بعض النباتات التي تعود للأنبات يحصـل لها تطور تجاه الحرائق فيمكن ان تجدد دورة حياتها إذا ما تعرضـــت المنطقة الى حريق أخر، تعيد الحرائق حالة التوازن بين الكائنات التي تعيش في المنطقة ســـواء الحيوانية منها أو النباتية أو البكتيرية، تشكل عملية الأحتراق تجدد وتنشيط لجذور بعض النباتات الكبيرة خاصة في الأنبات. أما في المناطق الزراعية فان الحرائق تعمل على قتل الكثير من الطفيليات على اختلاف انواعها واحجامها التي كانت تسبب حالات مرضية وسلبية لعملية الأنبات، كما تعمل على التخلص من النباتات غير المرغوب بها والتي تنتشر بصورة كبيرة ومستمرة خلال فصول الأنبات والزراعة.

وسائل الوقاية: على الرغم من ارتباط الحرائق بشكل عام بالعناصر المناخية فان تدابير الوقاية لتخفيف خطر الحرائق يمكن ان تؤخذ بالأعتبار وخاصـــة في المناطق المحتملة حدوث الحرائق فيها ومنها:

أ. زراعة ألأشـــجار والنبات المقاومة نســـبيا لفعاليات الحريق حول الغابات لتحديد وتقليص المساحات المعرضة للحريق وعدم امتداده وانتشاره.

ب. تهية وسائل المكافحة السريعة ولمساحات كبيرة مثل الطائرات وقنابر الأطفاء.

ت. اعداد خطط المكافحة على عدة مستويات محلية وأقليمية ودولية.

ث. تدريب كوادر متخصصة على اطفاء حرائق مثل هذه الأنواع.

19. انتفاخ التربة Expansive soil

تحدث ظاهرة انتفاخ التربة نتيجة وجود بعض الأنواع من المعادن الطينية التي تتكون منها التربة وخاصة الناضجة منها ، وهذه المعادن لها قابلية على امتصاص جزيئات الماء بشكل طبقات بين وحداتها البنائية مما يسبب في امتداد طول واحد أو أكثر من محاورها البنائية فيؤدي الى زيادة حجم الوحدة البنائية للمعدن الطيني وبالتالي زيادة حجم حبيبة الطين مما يسبب في انتفاخ التربة . وبسبب كون عملية دخول الماء بين وحدات المعدن الطيني أوى من أي فعالية اخرى فذلك يعني عدم وجود فعالية تمنع انتفاخ التربة ولذلك فان جميع المنشآت المدنية المقامة فوق التربة لمتأثرة بهذه الظاهرة سوف يحصل لها ازاحة ربما تؤدي الى انهيارها أو تصدعها أو احداث اضرار هندسية اخرى فيها.

ولذلك من التدابير الضرورية لتفادي هذه الأنواع من الترب يجب القيام بحري دقيق عن نوعية التربة في المنطقة التي سيتم فيها اجراء أي نشاط مدني، ويجب على ضوء النتائج تغير الموقع إذا كانت التربة من نوع المنتفخة . أما إذا من الضروري تنفيذ النشاط المدني في تربة من هذا النوع فيجب القيام بعملية تبديل التربة باخرى من نوع غير المنتفخة لتأمين سلامة عدم الأنتفاخ وانهيار المنشأ المدني.

20. الأمطار الحامضية Acidic rains

يقصد بالأمطار الحامضية تلك الأمطار التي تحتوي على الحوامض المذابة في قطرات المطر والمكونة من واحدة أو أكثر من الحوامض التالية: HNO_3, H_2CO_3, H_2SO_4 المتكونة من ذوبان غازات أكاسيد النتروجين والكاربون والكبريت NO_x , CO_x, SO_x فضلا عن غازات اخرى لها تأثير حامضي أيضا مثل غاز كبريتيد الهيدروجين. تأتي مصادر هذه الغازات إما طبيعية من المناطق ذات النشاط البركاني أو من فعاليات الأكسدة الطبيعية لبعض المركبات أو نتيجة النشاط البكتيري (وعادة ما تكون واطئة نسبة لتأثير البراكين). أو تأتي نتيجة النشاط المدني للأنسان المتمثلة بشكل رئيس بحرق وقود النفط والفحم الحجري. تمتزج هذه الغازات مع مكونات الهواء وتذوب في قطرات المطر مما يرفع من قابلية على التفاعل فتعمل عند ملامستها التربة الى التفاعل معها والأرتشاح خلالها الى الطبقات تحت السطحية (تحت التربة) فتتفاعل معها أيضا أو تمتزج مع المياه الجوفية فتنتقل الى موقع اخرى مسببة فعاليات الإذابة والغسل لاسيما إذا كانت الصخور من النوع الذي تتفاعل بسهولة مع هذه الحوامض مثل صخور الحجر الجيري والمارل.

تسبب الأمطار الحامضية عادة نتائج سلبية منها:

أ. تدهور التربة وعدم صلاحيتها للأستخدام الزراعي بسبب إذابة مكوناتها وانتقال العناصر التي يحتاجها النبات من التربة الى المحاليل أو المياه.

ب. تلوث المياه الجوفية بالحوامض المذابة مسببة عدم صلاحيتها للأستخدام في مجالات الشرب والسقي والمجالات الصناعية المختلفة.

ت. نعرض بعض الممتلكات للضـــرر نتيجة فعالية المياه الحامضـــية على بعض المكونات مثل بعض انواع المبـاني أو طلاء المبـاني أو المكونـات المصـــــنوعـة من المواد التي تتـأثر بالحوامض كالمنسوجات والمصنوعات الجيرية.....الخ.

تدابير الوقاية: في الظروف الشـديدة الأمطار يتم خفض حرق الوقود في المعامل التي تسـتخدم النفط أو الفحم الحجري كوقود لغرض خفض كميـة العوادم التي تطلقها هذه المعـامل ومن ثم تحولها الى أمطار حامضـــية. محاولة عزل الممتلكات المتوقع تأثرها بالأمطار الحامضـــية باستخدام عوازل بلاستيكية لتغطيتها. تستخدم بعض الدول لوحات تنبيه على ان المنطقة معرضة الى أمطار حامضـــية لكي يتم اتخاذ التدابير الشـــخصـــية من قبل الأفراد لتلافي التعرض الى الأمطار الحامضية سواءأ أشخاص او بالنسبة لممتلكاتهم أيضا. معالجة التربة المتأثرة بالأمطار الحامضـــية بإضـــافة مواد قاعدية مثل النورة لمعادلة الفعل الحامضـــي الناجم من تأثير تعرض التربة للأمطار

21. ارتفاع المياه الجوفية Water table rising

تعد المياه الجوفية من نعم الباري عز وجل لما لها من أهمية كبيرة في المناطق الخالية من المياه السـطحية وأهمها الأنهار. وعادة ما تسـتغل هذه المياه لأغراض الشـرب والسـقي وذلك تبعا لمواصـفاتها الكيميائية والفيزيائية، ولذلك تعد من الثروات الوطنية المهمة في البلدان الغنية بالمياه والفقيرة على حد سـواء. إلا انه تظهر معضـلة ارتفاع المياه الجوفية بسـبب تأثيرها السـلبي على الجوانب الزراعية والأنشائية ومنها:

أ. ان ارتفاع المياه الجوفية الى مســـتويات قريبة من ســـطح الأرض تغير من المواصـــفات الفيزيائية للتربة وتمنع نمو بعض الأنواع من الأشـــجار والشـــجيرات والنباتات وخاصـــة ذات المردود الأقتصادي .

ب. تغير مواصفات التربة الفيزيائية والهندسية ودرجة تحملها للمباني المشيدة فوقها.

ت. حصـول حالات الأنزلاقات الأرضـية نتيجة تذبذب منسـوب المياه الجوفية فيعمل على تغير معامل الأحتكاك للصخور الموجودة فوق الطبقات الحاوية على المياه.

ث. ارتفاع المياه الجوفية سـوف يؤدي الى امتزاجها مع المياه السـطحية المرتشـحة والتي تحمل بعضها مواد ضارة كأن تكون فضلات أو مطروحات صناعية أو مياه بزل .....الخ.

ج. يسهم ارتفاع المياه الجوفية في سرعة حصول ظواهر السيول والفيضانات الموضعية بسبب تشبع التربة بالمياه.

ح. حصول ارتفاع وانخفاض سريع ومستمر للمياه الجوفية يؤدي أحيانا الى ظاهرة التخسف بالتربة.

تدابير الوقاية: تهدف محاولات الوقاية الى خفض منسوب المياه الجوفية وذلك بمحاولة السيطرة على مصادر تغذيتها، ويتم ذلك بعمل قنوات مبطنة لتوجيه المياه الى مواقع اخرى ومنع ارتشاحها في المناطق التي تترتفع فيها المياه الجوفية. وأحيانا تستخدم انواع من النباتات التي تعمل على امتصاص المياه خلال فترات نموها بشكل كبير. ويحدث أحيانا تجمع للمياه الجوفية أو ارتفاعها نتيجة وجود طبقة غير نفاذة ، لذلك يتم حفر عدة مواضع في سبيل اختراق الطبقة غير النفاذة وخفض مستوى المياه الجوفية.

22. السبخة briny area

تعني السبخة حصول تجمع للأملاح على سطح التربة (ارض) نتيجة فعالية الخاصية الشعرية وحصول التبخر بسبب ارتفاع درجة الحرارة وخاصة في المناطق ذات الفصول الحارة ، أوانخفاض معدلات البزل للأراضي المروية فتبقى مياه السقي الحاملة للأملاح في التربة فتصعد الى الأعلى وتتبخر بفعل الظروف الحارة. يؤدي تحول الأراضي الزراعية الى مناطق سبخة الى حدوث اضرار بليغة بالحاصل الزراعية وتدهور التربة وعدم صلاحيتها للزراعة مستقبلاً ، لأن التربة ستصبح غنية بالأملاح ويكون سطحها صلبا فيمنع تهويتها. فضلا عن اكتساب الأرض للون الأبيض لمساحات شاسعة وهو غير لونها الطبيعي. ولذلك فان أهم اجراء وقائي لحامية الأرض الزراعية من التحول الى سبخة هو انشاء مبازل لمياه السقي تحمل الأملاح الذائبة عبر قنوات البزل الى المواقع المخصصة لها وعادة ما تكون مياه البحر. كمنا تسهم زراعة بعض انواع المحاصيل التي تتحمل الملوحة في خفض نسبة الملاح في التربة، اجراء فعاليات الحرث للأراضي السبخة، مزج التربة بترب نظيفة لخفض نسب الأملاح فيها.

23. ثقب الأوزون

تم التطرق لتأثير طبقة الأوزون على البيئة بشكل عام في مواضيع سابقة . أما الأجراء الذي يتم اتخاذه في سبيل حماية هذه الطبقة فهو اجراء عالمي تتظافر فيه جهود جميع الدول والشعوب والمنظمات في سبيل اتخاذ تدابير المعالجة وتوعية الأفراد والمجتمع بشكل عام حول

الأســاليب التي يجب اتباعها في ســبيل الحفاظ على طبقة الأوزون وتجنب الوســائل التي تتعلق أغلبها بالمجال الصـناعي (بعض المنتوجات الصـناعية) التي تعمل على تدهور والحاق الضـرر بالأوزون، وقد تبنت الأمم المتحدة على عاتقها أيضـــا حيث المجتمع الدولي على اتخاذ تدابير حماية الأوزون.