أحمد يونس خليل شاهين
صيدلة مستوى أول
الفصل الصيفي
2019/2020

علم البيئة

إعـــداد

الدكتور/ خـالـد فتـحي عبيـــد

كلية العلوم/قسم الجيولوجيا

الجامعة الأزهر - غزة

مكتبة الطالب جامعة الأزهر

ق 4

الفصل الأول

تطور العلاقة بين الإنسان و البيئة

1) علم البيئة نشأته ومراحل تطوره:

شهد النصف الثاني من القرن العشرين تغيرات عميقة في العديد من فروع العلم كما شهد بزوغ فروع جديدة, لعل أكثرها شهرة علم الحاسبات الإلكترونية وعلم البيئة. وقد نقلت هذه التغيرات ذوي التخصصات المختلفة إلى القرن الحادي والعشرين بمفاهيم جديدة ونظرة أكثر عمقاً في أصول الأشياء.

ففي الخمسينات ومطلع الستينات من القرن العشرين كانت قلة من الباحثين على دراية بمفهوم علم التبيؤ Ecology كما أن مصطلح البيئة Environment كان يعني القليل كقضية اجتماعية أو سياسية وبفعل أحداث هنا وهناك, كظهور أعراض مرض لم يكن مكتشفا من قبل وظهور مخاطر تتهدد أنواعاً من الكائنات الحية, أصبحت البيئة قضية لها شعبية كبيرة.

والسؤال المطروح هنا ماذا نعني بعلم التبيؤ؟ وماذا نعني بمصطلح البيئة؟ أما علم التبيؤ فيعني ذلك الفرع من العلم الذي يهتم بدراسة العلاقات والتدخلات بين الكائنات الحية وبيئتها. أما مصطلح البيئة فيعني العالم الطبيعي الذي يعيش فيه البشر والحيوانات والنباتات معا, والذي يعد من الكثيرين عرضة للخطر بفعل الأثار المدمرة لنشاطات المجتمعات الصناعية.

وكما هو الحال بالنسبة للكثير من القضايا السياسية والاجتماعية, استشعرت في البداية قلة من الناس أهمية البيئة وضرورة التحدث عنها وإبراز الهموم المتعلقة بها. وقد شهدت البدايات صراعاً بين أنصار البيئة ودعاة التقدم الصناعي والاقتصادي الذي يجب أن يواكب الزيادة في عدد السكان.

وفي أيامنا الحالية تغير الوضع بشكل كبير وأصبحت البيئة قضية اجتماعية وسياسية رئيسة. وتشير إحصائيات الرأي العام إلى أن القضايا البيئية تحتل المرتبة الأولى من بين القضايا الأخرى. كما خفت حدة الصراع بين أنصار البيئة ودعاة التقدم الصناعي والاقتصادي. وظهرت الحاجة لاستدامة البيئة نقية غير مهدد وكذلك الحال استدامة التقدم الصناعي والاقتصادي لرفع مستوى الحياة.

2) مجالات علم البيئة المختلفة

على الرغم من أن ما نعلمه عن بيئتنا قليل بالمقارنة بما يجب أن نلم به إلا أن تقدما ضخماً قد حدث في هذا المجال أدى إلى ظهور مجالات معددة لهذا العلم تشمل العلوم الطبيعية والتطبيقية والاقتصادية والإنسانية. ومرد ذلك إلى تعدد أنماط بيئة الإنسان إذ يمكن أن نميز:

طبيعية وتتضمن هذه:

- الأرض بما في ذلك التربة والغلاف الصخري ودور العمليات التي تتم على سطح الأرض وفي باطنها.
- المناخ وجميع عناصره من هطول ودرجات حرارة ورياح وغير ذلك.
- الغلاف الحيوي بنظمه البيئية النباتية والحيوانية.
- الغلاف المائي وما يحويه من مياه سطحية وجوفية.

ب- البيئة الصناعية وتشمل:

- الأراضي واستعمالها المختلفة.
- البنى التحتية والخدمات من مثل نظم الصرف الصحي وتصريف مياه الأمطار وإمدادات المياه من حيث النوعية والكمية.
- تلوث الهواء والمياه والتلوث بالضجيج وكيفية معالجة كل منها.

ج- البيئة الاجتماعية وهذه تشمل:

- الخدمات الاجتماعية من مدارس ومتنزهات ومراكز صحية ودفاع مدني ومطافي ومواصلات عامة.
- التجمعات السكانية وما يتعلق بها من خصائص عرقية واجتماعية واقتصادية.
- بيئة العمل وتشمل المناطق التجارية والصناعية.

د- البيئة الجمالية:

وتتضمن بصورة عامة جميع المناطق التاريخية والآثار والمناظر الطبيعية والطراز المعماري القائم.

هـ- البيئة الاقتصادية:

وتشمل المقومات الاقتصادية لبيئة الإنسان ونسب العمالة والبطالة ومستويات الدخل.

وقد أدى هذا التعدد في بيئات الإنسان إلى تعدد في فروع علم البيئة, فهناك علوم الكيمياء البيئية والفيزياء البيئية والجيولوجيا البيئية والتبيؤ والجغرافيا البيئية والجيوفيزياء البيئية والجيوكيمياء البيئية والهندسة البيئية.....إلخ. بمعنى أن علم البيئة محصلة لجميع فروع العلوم الطبيعية والاجتماعية. أما جذوره فهي ضاربة في علم التاريخ الطبيعي الذي يناقش أين وكيف تتمم الكائنات الحية دورة حياتها. وقد مثلت مشاهدات هذا العلم الأساس لعلم التبيؤ الذي يدرس العوامل البيئية التي تؤثر وتتأثر بالكائنات الحية.

3) مراحل تطور بيئة الإنسان

منذ أن خلقت الأرض وإلى يومنا هذا, تطور وباستمرار الوسط البيئي الذي نعيش فيه. والباحث في طبيعية هذا التطور يستطيع أن يميز المراحل التالية:

- مرحلة تسخير الأرض لاستقبال البشر: وهذه تمثل الفترة التي انقضت إلى أن أصبحت الأرض مؤهلة لظهور الإنسان عليها. فخلالها تطور الغلاف الجوي والمائي للأرض

وظهرت أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات وتشكلت الثروات المعدنية. وتشمل هذه المرحلة معظم تاريخ الأرض إلى أن ظهر الإنسان عليها.

- مرحلة الصيد: حيث عاش الإنسان خلالها حياة تنقل مستمر باحثاً عن طعامه وشرابه ومارس فيها مهنة الصيد. ولم يكن للإنسان في هذه المرحلة أي دور يذكر في التأثير على البيئة والإضرار بها. واقتصر التأثير فقط على العمليات التي تم على سطح الأرض وفي باطنها مثل الزلازل والبراكين والفيضانات والخسف والانزلاقات الأرضية والارتطامات النيزكية.
- مرحلة الزراعة: وتعود إلى قبل 12-10 آلاف عام ولغاية بدء الثورة الصناعية في منتصف القرن الثامن عشر. ففي بدايتها عرف الإنسان الزراعة وبدأ بالاستقرار. ويمكن اعتبارها المرحلة التي بدأ فيها التأثير السلبي للإنسان على البيئة إذ بدأ بحرق الغابات لأغراض الزراعة والرعي.
- مرحلة الثورة الصناعية: وتمتد هذه المرحلة من منتصف القرن الثامن عشر ولغاية منتصف القرن العشرين حيث بدأ الإنسان في استخدام الآلات لأغراض شتى وبدأ بحرق الوقود الأحفوري لتسيير وسائط النقل المختلفة مثل السفن والقطارات والسيارات والطائرات. وخلال هذه المرحلة أدى التصنيع إلى هجرة السكان من الأرياف إلى المدن التي بدأت تكبر بحيث تجاوز بعض منها المليون من البشر, مما أدى إلى ظهور مشكلات بيئية خطيرة.
- مرحلة ثورة المعلومات: وهي المرحلة التي نعيشها الأن وتمثل بدايتها النصف الثاني من القرن العشرين. ففي هذه المرحلة ظهرت الحاسبات الإلكترونية وتطورت وسائل الاتصال وتفجرت ثورة المعلومات وحدثت مشاكل بيئية متعددة من مثل تلوث الهواء والماء واستنزاف الثروات الطبيعية وبدأ الجميع بالحديث عن حلول لهذه المشكلات والعمل من أجل الحفاظ على البيئة واستدامة ثرواتها للأجيال القادمة.

4) <u>المشكلات البيئية ومسبباتها</u>

شهدت مرحلتي الثورة الصناعية وثورة المعلومات قمة التداخل الإنساني في إحداث المشكلات البيئية وتفاقمها, ولعل أهم أسباب ظهور المشكلات البيئية ما يلي:

- محدودية الثروات وزيادة السكان.
- استنزاف الثروات المعدنية وما ينتج عن ذلك من تلوث خلال عمليات الاستخراج والمعالجة.
- إنتاج كم هائل من المركبات الكيميائية الخطرة التي لا نظير لها في الطبيعة والتي لا تتحلل بسهولة إلى مكوناتها الطبيعية مما يؤدي بالتالي إلى دخولها في السلسة الغذائية.
- سوء الممارسات الزراعية والإفراط في استخدام المخصبات الكيميائية والمبيدات الحشرية والفطرية, مما أدى إلى تدهور نوعية التربة وفقدها.
- إنتاج كم هائل من النفايات يصعب التخلص منه مما يتسبب في تلوث المياه السطحية والجوفية.
- مداولة المواد السامة على نطاق واسع وزيادة احتمال وقوع حوادث ضارة بالبيئة مثل انسكاب الكيماويات الضارة والنفط.
- سوء التخطيط في تنفيذ المشاريع وعدم تقييم الآثار البيئية الناجمة عن إقامتها.

5) الخيوط التي تجمع الفروع المختلفة لعلم البيئة

أسلفنا القول أن علم البيئة علم متعدد الأطياف والمجالات. من هنا ستجد أن كتابنا هذا يغطي مواضيع مختلفة تمتد بين الأخطار الطبيعية وثقب الأوزون ومعالجة النفايات إلى كيفية تقييم الأثر البيئي لأي مشروع تنعقد النية لإقامته والمواضيع المختلفة هذه يوحدها ويجمعها في نسيج واحد خيوط الأفكار التالية:

- مشكلة الزيادة السكانية: حيث أن الأخطار التي تتهدد البيئة بعضها طبيعي وبعضها مصدره الإنسان لذا فإن الزيادة المطردة في عدد السكان تفاقم المشكلات البيئية. ومن هنا تتعذر الحلول مع عدم السيطرة والحد من الزيادة في عدد سكان العالم.
- الاستيطان ومشكلاته: بما أن غالبية سكان العالم تعيش في المدن الكبيرة لذا نجد أن معظم المشكلات البيئية تتركز في المدن والبلدات الكبيرة. وبما أن هذه التجمعات تنمو باستمرار فإنها تلتهم مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية والمراعي والغابات. من هنا كان لا بد من التركيز على ضرورة التناغم بين هذه التجمعات الاستيطانية والبيئة.
- الاستدامة: في الماضي القريب, كنا نستغل الثروات الطبيعية الحية دون خوف من نضوبها كونها متجددة باستمرار. كما كنا نستغل أيضاً المصادر الطبيعية غير المتجددة كالنفط والمياه الجوفية دون الخوف من نضوبها ونتيجة لذلك بدا بعض من هذه الثروات في النضوب. لذا كان لابد من دق ناقوس الخطر للتركيز على ضرورة استدامة هذه الثروات كي نستمر في الانتفاع منها إلى أقصى مدى ممكن.
- المنظور العالمي: بما أن الأرض تمثل نظاماً مغلقاً, لا يسمح بانتقال المادة منه وإليه, فلا بد من أن ندرك أن أهم خصائص النظام المغلق هي أن مادته محدودة ومن هنا جاءت فكرة الاستدامة. وأن أي تغير في جزء من أجزاء هذا النظام سيؤثر على بقية الأجزاء الأخرى, ومن هنا تأتي فكرة المنظور العالمي عند معالجة المشكلات البيئية إذ أن أي إضرار بالبيئة في مكان من العالم لا بد وأن يؤثر سلباً على بقية الأمكنة الأخرى.
- أهمية المعرفة العلمية: تعد المعرفة العلمية بعناصر النظام البيئي والفهم العميق لطبيعة المشكلات التي يمكن أن تحدث له والإخلالات باتزانه المنارة التي نهتدي بها لوضع الحلول المناسبة لهذه المشكلات من خلال البحث العلمي.

وما من شك في أن هنالك اعتبارات أخرى نستلهمها في وضع الأولويات عند اتخاذ القرارات منها مجموعة من القيم البيئية والأخلاقية والجمالية. فبيئياً علينا مثلاً أن نختار بين رغبتنا في إنجاب العديد من الأطفال وضرورة تحديد النسل للسيطرة على الزيادة المطردة في عدد السكان بهدف استدامة الثروات الطبيعية. أما أخلاقياً فعلينا أن نوازن على سبيل المثال بين استعمالنا لمصادر الوقود الأحفوري والأضرار التي يمكن أن نلحقها بالغلاف الجوي وما ينتج عن ذلك من إحرار لجو الأرض وخلق مشكلات صحية جديدة. وأما جمالياً فقد أملت الرغبة في الحفاظ على جمال الطبيعة على شركات التعدين ضرورة إعادة تأهيل المواقع التي جرى استغلال الثروات الطبيعية فيها.

إن خيوط الأفكار السابقة الذكر أساسية لفهمنا لعلم البيئة, وستتكرر معك في معظم فصول هذا الكتاب, وهي المادة اللاحمة التي تجمع الأفكار والتصورات التي يناقشها هذا الفرع من العلم في نسيج واحد.

علم البيئة

د.خالد فتحي عبيد

الفصل الثاني

الأرض والأخطار البيئية والطبيعية

1. تسخير الأرض لعيش الإنسان

بعض النظريات الخاصة بنشأة الأرض توضح أن الأرض كانت قد نشأت في صورة كتلة ملتهبة ذات حرارة عالية جداً شأنها في ذلك شأن بقية كواكب المجموعة الشمسية وتوابعها.
لقد أثبتت الدراسات التي أجريت على العناصر المشعة الموجودة في الصخور الأولية للقشرة الأرضية أن عمر الأرض يرجع إلى حوالي 4600 مليون سنة، إذ كانت الأرض قبل ذلك كتلة ملتهبة وكانت مكوناتها ممتزجة مع بعضها البعض, لقد كانت هذه الكتلة غنية بعناصر الحديد والأكسجين والسيليكون والماغنيسيوم وكانت توجد بها بكميات أقل عناصر النيكل والكبريت والكالسيوم والصوديوم والألومنيوم بالإضافة إلى العناصر الأخرى.
وقد أدى دور أن هذه الكتلة الملتهبة حول نفسها إلى انكماشها وحدوث ترتيب حلقي في داخلها للمواد المكونة لها حسب الكثافة بحيث تجمعت العناصر الثقيلة وهي الحديد والنيكل في مركز الأرض بينما أصبحت الطبقات الخارجية غنية بمركبات العناصر الأخرى مثل الكبريت والنحاص والرصاص والزنك ثم المركبات السيليكاتية الغنية بالسيلكون والأكسجين والماغنيسيون والألومنيوم. ومع مرور الوقت ونتيجة لدوران الأرض حول نفسها وفقدانها لحرارتها تتابع انكماشها وتصلب سطحها الخارجي مكوناً صخور القشرة الأرضية الأولية بينما بقى جوفها في حالة بين السائلة والصلبة بدليل ما تقذفه البراكين من مواد ملتهبة سائلة ذات حرارة عالية جداً مصدرها جوف الأرض.
هذا وقد صاحب تصلب القشرة الأرضية استغلال الأكسجين الذي كان موجوداً في بناء المعادن السيليكاتية المختلفة لصخورها. بينما تجمع غلاف كثيف من بخار الماء وثاني أكسيد الكربون حول الكرة الأرضية مكونا غلافها الهوائي. وبانخفاض درجة حرارة الغلاف الخارجي المحيط بالأرض تكثف بخار الماء وسقط على سطح الأرض في صورة أمطار غزيرة يصعب تصورها أدت إلى تكون الغلاف المائي للأرض.
ومنذ ذلك الوقت بدأ التاريخ الجيولوجي للكرة الأرضية حيث بدأت العوامل الجيولوجية المختلفة تأثيرها على سطح القشرة الأرضية وخاصة التجوية والتفتيت والنحت. وبالرغم من أن عمر الأرض الجيولوجي يرجع إلى حوالي 4600 مليون سنة إلا أن الحياة لم تظهر على سطحها إلا قبل حوالي 600 مليون سنة فقط. وقد كانت النباتات هي أول كائنات حية ظهرت على سطح الأرض والتي اعتمدت في غذائها على الماء وثاني أكسيد الكربون الذي كان مركزاً في الغلاف الهوائي للأرض في ذلك الوقت وأنتجت الأكسجين أثناء عملية التمثيل الضوئي. وعليه فإن مصدر الأكسجين الموجود حالياً في الغلاف الهوائي للأرض يرجع إلى النباتات, أما الحياة الحيوانية والتي تعتمد أساساً على الأكسجين في حياتها فلم تظهر على سطح الأرض إلا بعد مرور ملايين من السنوات على ظهور الحياة النباتية.
ومنذ ذلك الوقت ازدهرت الحياة على سطح الكرة الأرضية مكونة غلافها العضوي.

2. بنية الأرض وأغلفتها

يمكن تقسيم ذلك الجزء من الأرض الذي نعيش عليه وما يحيط به إلى خمسة أنظمة أو أغلفة تتفاعل مع بعضها بعضاً ومع الطاقة الشمسية أيضاً مشكلة بذلك بيئتنا التي نؤثر ونتأثر بها. وهذه الأنظمة أو الأغلفة هي: الغلاف الصخري والتربة والغلاف المائي والغلاف الحيوي والغلاف الجوي. وأهم ما يميز هذه الأغلفة أن المادة والطاقة تنتقل فيها من غلاف إلى غلاف. وفي فصول لاحقة سيجري الحديث وبالتفصيل عن كل من التربة والغلاف المائي والغازي، خصوصاً وأننا نعتبرها من أهم الموارد في نظامنا البيئي.

2.1 بنية الأرض

تعلم أن خلقت قبل 4.6 بليون عام. وفي بدايتها كانت الأرض عبارة عن كرة من الصخور المصهورة والغازات وبدون داخلية معينة. ومع استمرار عملية التبريد غطست المواد الكثيفة كالحديد إلى المركز وصعدت المواد ذات الكثافة الأقل كالماء والأكاسيد والسليكات إلى السطح. وكنتيجة لذلك تشكلت ثلاث نطاقات في جسم الأرض هي:

1. القشرة الأرضية: تتكون من صخور ذات كثافة قليلة نسبياً. أشهر مكوناتها الغرانيت تحت القارات (القشرة القارية) والبازلت تحت المحيطات (القشرة المحيطية). متوسط سمكهما 35 كم و 10 كم على التوالي. وكلا النوعين من الصخور يتكون في غالبيته من معادن سيليكاتية.
2. الستار: تبلغ سماكة هذا النطاق 2900 كم تقريباً. وأهم ما يميزه أن معظم مادة الأرض توجد في هذا النطاق. ويمكن تصنيفه إلى ستار علي حتى عمق 700 كم وستار سفلي من عمق 700 كم إلى 2900 كم . ويسمى الحد الفاصل بين القشرة الأرضية والستار سطح موهو.
3. اللب: ويبلغ سمكه 3400 كم تقريباً. ويقسم إلى جزأين: 1) اللب الخارجي وهو سائل طبيعته و 2)اللب الداخلي وهو صلب في طبيعته ويتكون من الحديد والنيكل.

ويسمى الجزء الخارجي الصلب والهش من الأرض بالغلاف الصخري ويبلغ سمكه 120-100 كم .وينقسم إلى عدد من الصفائح الأرضية التي هي في حركة دائم مستمرة. وينشأ عن هذه الحركة الدائمة القارات وقيعان المحيطات والسلاسل الجبلية. وهي المسؤولة كذلك عن حدوث الزلازل والبراكين. ويسفل هذا النطاق الصخري الصلب نطاق لدن ضعيف نسميه الغلاف المائع وهو نطاق متغير السماكة وموقعه في ستار الأرض العلوي.

2.2 التربة

يطو النطاق الصخري طبقة رقيقة من الفتات الصخري الناتج عن التجربة والتعرية التي تتعرض لها صخور القشرة الأرضية. وذلك الجزء من هذا الفتات القادرة على دعم الحياة وإنبات النبات يسمى التربة. تتكون التربة بالإضافة إلى الفتات الصخري من مواد عضوية وهواء ورطوبة. وينقسم قطاع التربة الناضجة إلى آفاق متعددة لكل خصائصه. وهناك مجموعة من العوامل تتحكم في معدلات نموها وتطورها كالمناخ وطبيعة الصخر وطوبوغرافية الأرض والزمن. كما أن هنالك عوامل أخرى تعمل على تدهور نوعيتها بعضها طبيعية كالفيضانات والانزلاقات الأرضية وبعضها من صنع البشر كما سيرد ذكر ذلك لاحقاً.

2.3 الغلاف المائي

يضم الغلاف المائي جميع أنواع المياه التي تغطي سطح الكرة الأرضية كمياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات والبحار والمحيطات والجليديات والمياه الجوفية ويختلف عمق هذه المياه في البيئات المختلفة. فهي قليلة العمق في الأنهار والبحيرات والمستنقعات ولا تتعدي عشرات الأمتار في حين أنها تصل إلى بضعة كيلومترات في البحار والمحيطات.وتغطي المياه قرابة 71% من مساحة سطح الأرض ويتركز معظمها في نصف الكرة الجنوبي.
وتمتاز مياه المحيطات بملوحتها التي تصل 3.5% وأهم الأيونات المساهمة في ذلك الكلوريد والصوديوم والكبريتات والكالسيوم مرتبة حسب شيوعها من الأكثر إلى الأقل.
وللمياه فعل عظيم في تغيير وتشكيل ملامح سطح الأرض حيث تفتت الصخور وتذيب جزءاً من محتواها وتحملها إلى المجاري المائية وشواطئ البحار مرسبة بذلك الصخور الرسوبية المختلفة والرواسب الرملية والجيرية والطينية التي تضم في ثناياها بقايا كائنات عضوية (مستحاثات) وتوضعات فلزية ولا فلزية.

2.4 الغلاف الغازي

يمتد هذا الغلاف من بضعة أمتار تحت الأرض في بعض المواقع إلى مئات الكيلومترات فوق سطحها. ويتكون في المناطق الجافة من غازات النتروجين 78% والأكسجين 21% والأرغون 0.90% وثاني أكسيد الكربون 0.03% بالإضافة إلى قليل من الغازات الخاملة مثل النيون والهيلوم.
وينقسم هذا الغلاف إلى عدة طبقات أهمها طبقة التروبوسفير التي تتركز فيها معظم كتلة الهواء وتحدث فيها ظواهر الطقس والمناخ, التي تؤثر بدورها علي بيئتنا. ويمثل هذا الغلاف بالنسبة للكائنات الحية, وكبقية الأغلفة الأخرى, نوعاً من الثروات الطبيعية.

2.5 الغلاف الحيوي

يشمل الغلاف الحيوي جميع أصناف أشكال الحياة الأرضية في المياه والغلاف الصخري والتربة والهواء. ويصل عدد أصناف الحياة على سطح الأرض إلى أكثر من أربعة ملايين صنف يعتمد معظمها على عملية التمثيل الضوئي المعتمد أصلا على طاقة الإشعاع الشمسي.
وتسود في هذا الغلاف العناصر الخفيفة, حيث أن ما يقارب 99% من مكونات هذا الغلاف هو هيدروجين وأكسجين وكربون ونتروجين. وقد تحدثنا في مطلع هذا الفصل عن تطور الكائنات الحية عبر الزمن الجيولوجي وعن دورها في تغيير مكونات الغلاف الجوي.

3. الأخطار البيئية الطبيعية

نتحدث تحت هذا العنوان عن مجموعة من الظواهر الطبيعية التي لها دور في التأثير على البيئة وخاصة البيئة البشرية. هذه الظواهر لا دخل للبشر في حدوثها. فهي تحدث من تلقاء أنفسها تبعاً لنواميس الطبيعة الموروثة في الأرض والكون.

3.1 أخطار الزلازل

حظيت الزلازل باهتمام بني البشر لهول ما توقعه بهم وبممتلكاتهم من خسائر فادحة. ولعل عناصر المفاجأة والغموض والعنف التي تميز الزلازل هي السر وراء هذا الاهتمام.

فبلد كالصين مثلاً خسر في القرون الخمسة الماضية ما يزيد على مليون إنسان. ولم تنج منطقتنا هي الأخرى, كبقية مناطق العالم, من الزلازل وأصابها من جراء ذلك الكثير من الخسائر. فما هي الزلازل؟ وما هي آلية حدوثه؟ وما هي الأخطار والأضرار التي تواكبه؟ وهل يمكن التنبؤ به والتقليل من أضراره؟ هذا ما سنحاول الإجابة عليه في هذا العنوان.

3.1.1 الزلزال: ماهيته وآليته ومكان حدوثه

الزلزال هو اهتزاز للأرض ناجم عن التحرر المفاجئ للطاقة. والسؤال المطروح هنا, ما هي الميكانيكية التي تؤدي إلى حدوث الزلزال؟ ولتوضيح ذلك نورد ما يلي: تتعرض صخور الأرض إلى إجهادات (أي ضغوط في اتجاهات معينة) مع مرور الوقت. ويقاوم الصخر عادة مثل هذا الإجهاد عن طريق تخزين الضغط الواقع عليه على شكل طاقة كامنة. وفي حالة زيادة الإجهاد بحيث يتم تخطي حدود مرونة الصخر ينكسر الصخر فتتحرر الطاقة الكامنة وتنبعث على شكل موجات مسببة اهتزاز صخور الأرض.
تسمى النقطة التي بدأ فيها التكسر في باطن الأرض "بؤرة الزلزال".
أما "مركز الزلزال" فهو يمثل أقرب نقطة على سطح الأرض من البؤرة, لقد لوحظ أن توزيع الزلازل ليس عشوائياً على سطح الأرض.
إن الزلازل (وإلى حد ما البراكين) تركز على حدود الصفائح. وبالتالي فإن أكثر المناطق المعرضة لأخطار الزلازل في العالم هي المناطق المحاذية لحدود الصفائح.
ويعتمد احتمال تعرض منطقة لحدوث الزلازل المدمرة على عدة عوامل أهمها: 1) السرعة النسبية لحركات الصفائح المتجاورة. 2) نوع العلاقة بين حركتي الصفيحتين المتجاورتين. فقد تتقارب الصفيحتان مما يؤدي إلى تصادمهما. وقد تتباعدان. وقد تكون العلاقة مجرد انزلاق صفيحة بمحاذاة الأخرى دونما تصادم أو تباعد. ففي حالة التصادم تخضع هذه المناطق لأعنف أنواع الزلازل (قد تتعدى حتى 8 درجات على مقياس رختر). ثم إن فترة تكرارها تكون متقاربة (ن بضع سنوات إلى بضع عشرات من السنوات) كاليابان وتايون وإندونيسيا وتشيلي وإيران ومعظم أطراف المحيط الهادي. أما في علاقة التباعد فمثلها البحر الأحمر أو أواسط المحيط الأطلسي. ونلاحظ هنا اعتدالا نسبياً لأعداد الزلازل ومقاديرها. أما الصدع الأردني فهو يشكل حدود صفائح من النوع الثالث, حيث تنزلق عليه الصفيحة العربية المكونة من معظم بلاد المشرق العربي نحو الشمال إلى صفيحة سيناء-فلسطين. تتميز حدود الصفائح من النوع الثاني وإلى حد ما النوع الثالث المشابهة لصدع الأردني بأنه من النادر نسبياً أن تحصل عليها زلازل تتعدى في مقدارها الدرجة 7 وإن حصلت فتكون متباعدة (من بضع عشرات إلى بضع مئات أو ألوف السنين) وقد يكون مثل هذه الزلازل مدمراً إن توفرت الظروف المناسبة للتدمير كالقرب من المناطق المأهولة بالسكان أو عدم ارتقاء نوعية البناء إلى الحد المناسب لمقاومة أفعال الزلازل من تلك الفئة. إلا أن السمة العامة لتدمير هذه الزلازل تبقى الاعتدال النسبي مقارنة ببعض ما يحصل على حدود الصفائح المتقاربة.

3.1.2 ماذا يحدث عند حصول الزلزال؟

تختلف الزلازل في خاصيتين هامتين هما قوة الزلزال أو مقداره وشدة الزلزال. فقوة الزلزال تشير إلى كمية الطاقة المتحررة منه. ولحساب القوة الزلزالية يستخدم مقياس رختر. وهو مقياس مفتوح من الناحية النظرية إذ يمكن أن يعبر من خلاله عن أي كم من الطاقة الزلزالية.
ومن خصائص هذا المقياس أن طاقة زلزال ذي رقم معين تساوي30 مرة طاقة الزلزال ذي الرقم الأدنى منه. فزلزال 6 أقوى 30 مرة من زلزال 5 وزلزال 7 أقوى 30X30 مرة من

زلزال قوه 5 على مقياس رختر. وعليه فإن زلزالاً واحداً قوته 8 درجات يعادل زهاء ألف زلزال مقدار كل منها 6 درجات.
أما شدة الزلزال فتعتر عن كمية الدمار الذي يخلفه الزلزال. وتقاس الشدة بمقاييس وصفية أشهرها مقياس ميركالي. وتتدرج هذه المقاييس من درجة واحدة إلى اثنتي عشرة درجة. يبدأ الإحساس الإنساني الموثوق بالاهتزاز الزلزالي بالدرجة الثالثة. ويفقد الإنسان قدرته على حفظ توازنه إذا ما بلغت الشدة الدرجة السابعة. ويبدأ الدمار الفعلي في المنشآت المختلفة بنسب متفاوتة مع الدرجات الثامنة والتاسعة. وتميز الدرجتان الحادية عشرة والثانية عشرة بحالة الدمار التام للمنشآت في موقع معين.

3.1.3 الوضع الزلزالي في فلسطين وما حولها

وقبل الحديث عن الأبعاد البيئية المتعلقة بالزلازل, دعنا نلقي قليلاً من الضوء على الوضع الزلزالي في منطقتنا.
يشكل الصدع التحويلي الأردني/الفلسطيني الحدود الشمالية الغربية للصفيحة العربية التي تفصلها عن الصفيحة الصغيرة المجاورة لها غرباً وهي صفيحة "سيناء-فلسطين" يمتد الصدع التحويلي الأردني من مدخل خليج العقبة جنوباً حتى مشارف منطقة جبال طوروس في جنوب شبه جزيرة الأناضول شمالاً. تتحرك أو تنزلق الأردني/الفلسطيني (كجزء من الصفيحة العربية) بالنسبة لفلسطين عبر الصدع التحويلي الأردني/الفلسطيني على هذا الصدع إلى الشمال تقريباً بمعدل 5مم/سنة تقريباً. تتحول الحركات الأرضية من حركات تباعد نشط للصفائح مسرحها البحر الأحمر حالياً إلى تصادم نشط تتأثر به الحدود الشمالية والشمالية الشرقية للصفيحة العربية في كل من تركيا وشمال العراق وغرب إيران.
وبتعبير آخر فإن حركة الصفيحة العربية في اتجاه شمال شمال شرق تكون: 1)تباعدية في البحر الأحمر وخليج عدن. وهي سبب نشأتهما, 2)انزلاقية على طول الصدع التحويلي الأردني, 3)تصادمية مع تركيا وإيران. والتصادم هو سبب نشأة سلسلتي جبال طوروس وزاغروس, والخلاصة هنا أن الصفيحة العربية فعلياً على طول حدودها. والحركة مدعاة لنشوء الزلازل.
لعلك أدركت عزيزي القارئ من السياق أن الصدع التحويلي الأردني/الفلسطيني هو المكان الذي تنشأ عليه الزلازل في منطقتنا بسبب الحركة الانزلاقية التي وصفناها. ينتج عن هذه الحركة تراكم للإجهادات والضغوط على هذا الصدع أدت إلى نشوء مظاهر تضاريسية كخليج العقبة والبحر الميت وبحيرتي طبريا والحولة. وهي أي الضغوط و الإجهادات الناتجة عن هذه الحركة هي السبب المباشر الأول للأخطار الزلزالية في المنطقة, وقد تمخضت عن مجموعة من الزلازل سببت العديد من الضحايا والخسائر في القرون العشرين الماضية عينة الزلازل، وقد قدرت قوة بعضها بما يكافئ سبع درجات حسب مقياس أمواج السطح الزلزالية حسب المصادر العربية الموثقة جيدا.

3.1.4 الأخطار البيئية للزلازل

يواكب حدوث الزلازل مجموعة من المخاطر بعضها أولي ذو تأثير مباشر على بيئتنا مثل حركة الأرض وتصدعها والبعض الآخر ثانوي وثلاثي التأثير مثل الزلازل الرادفة وانتشار الحرائق وحدوث الانزلاقات الأرضية وأمواج التسونامي المدمرة لمدن الشواطئ والفيضانات العادية الناجمة عن فشل السدود.

أ- *حركة الأرض وتصدعها*

تنتج حركة الأرض عن انتشار الموجات الزلزالية وعند حدوث الزلازل القوية (قوة 8 فأكثر) يمكن أن يشاهد سطح الأرض متموجاً كموجات سنابل القمح عندما تهب عليها الرياح. مثل هذا النوع من الحركة هو الذي يتسبب في انهيار المباني وتصدع القشرة الأرضية. وبإمكانك أن تتخيل ما ينجم عن ذلك من خسائر مادية وبشرية.

ب- *الزلازل الرادفة*

يعقب الزلزال الرئيسي والمسمي الراجفة زلازل لاحقة تسميها الرادفة مثل هذه الزلازل يضاعف من الخسائر البشرية والدمار.

ت- *الحرائق*

من الآثار الثانوية لحدوث الزلازل خطر اندلاع الحرائق بفعل تقطع أسلاك الكهرباء وأنابيب الغاز, مثل ذلك أعقب زلزال سان فرانسيسكو عام 1906م وطوكيو عام 1923م.

ث- *التغيرات في مستوى سطح الأرض*

يمكن أن ينتج عن الزلازل تغيرات في طوبوغرافية الأرض بفعل عمليات الرفع إلى أعلى والخسف إلى أسفل, ففي زلزال الأسكا عام 1964 خسف ببعض الأجزاء من الأرض بما قيمه مترين إلى أسفل بينما ارتفعت أجزاء أخرى حوالي أحد عشرة متراً إلى أعلى.

ج- *الفيضانات والتسونامي*

يعتبر خطر حدوث الفيضان نتيجة الزلزال أثراً ثانوياً من أخطار الزلازل. ويمكن أن يتسبب به الفشل السدود وانهيارها وأكثر المناطق عرضة لهذا الخطر المدن والقرى المجاورة البحرية الناتجة عن حدوث الزلازل تحت قاع المحيط.

3.1.5 التنبؤ بالزلازل

حاول الإنسان منذ فجر الحضارة اتقاء أخطار الزلازل عن طريق التنبؤ بأوقات حدوثها. ولكن مما يؤسف له أنه ولغاية هذا التاريخ لم يوفق في ذلك إلا في حالات معدودة في أيامنا المعاصرة.

3.1.6 التقليل من أخطار الزلازل

من بين الإجراءات الممكن إتباعها للتقليل من أضرار الخطر الزلزالي:

1. إتباع مواصفات خاصة للبناء المقاوم للزلازل عند إنشاء المباني والسدود والمرافق العامة.
2. تزويد محطات إنتاج الطاقة الكهربائية بأنظمة للإغلاق الأوتوماتيكي عند حدوث الزلازل.
3. توعية السكان بكيفية التصرف لحظة وقوع الزلزال وإجراء التمارين لذلك.
4. تزويد مناطق الخطر الزلزالي بأجهزة دفاع مدني فاعلة لكي تتمكن من إيواء من شردهم الزلزال ومعالجة المصابين والدفن السريع للجثث وإخراج المدفونين تحت الأنقاض.
5. توأمة المستشفيات وتزويدها بمولدات كهرباء احتياطية.
6. ضمان سرعة وصول المعدات اللازمة للإنقاذ وتسهيل وصول فرق الإنقاذ المختلفة عبر المطارات في هذا الوضع الاستثنائي دون إجراءات روتينية كالجمارك وتأشيرات الدخول.

3.2 الأخطار البركانية

مثل النشاط البركاني عبر القرون أحد أخطر الظواهر الطبيعية وأكثرها إلحاقاً للضرر ببنى البشر. فقد أودى ثوران بضع عشرات البراكين حول العالم بحياة مئات الآلاف من الناس في بضعة قرون خلت, ولعل أفدح الخسائر تلك التي تلحق بالذين يقطنون مباشرة بالقرب من البراكين حيث يؤدي دمار المنازل والدفن تحت المقذوفات البركانية والحرارة الشديدة والاختناق إلى موت الكثيرين. وما زالت الخسارة الفادحة التي عانت منها كولومبيا عام 1985 والتي تمثلت في موت خمسة وعشرين ألفاً من البشر في بلدة أرميرو نتيجة ثوران بركان نيفر الهلع في النفوس وتستحثنا على بذل المزيد من أجل الوصول إلى تقنيات ناجعة في موضوع التنبؤ بثوران البراكين وفي معالجة الأضرار الناتجة عن الثوران والتقليل منها.

3.2.1 البراكين وأنواعها ومنتجاتها

البركان هو مخرج على سطح الأرض, للصخور المصهورة والغازات والماء والحرارة القادمة من الغلاف المائع (أستينوسفير) والخرج إما فتحة أو صدع أو شرخ, وعادة ما تتجمع الماغما في خزان تحت هذا المخرج يسمى غرفة الصهير ومع امتلائها وتهيؤ الظروف المناسبة تتدفق الماغما إلى السطح. وغالباً ما يسبق هذا التدفق انبعاث لغازات ورماد ومقذوفات بركانية. ويسمى الصهير السائل المتدفق من فوهة البركان, والذي فقد معظم مكوناته الغازية, اللابة وتعتمد سرعة تدفق اللابة على لزوجتها, أما اللزوجة فتعتمد بدورها على نسبة السيلكا في الماغما, فكلما قلت نسبة السيلكا قلت اللزوجة وتدفقت اللابة بسرعة أكبر ولمسافات أكبر.
ومع تكرار الثوران يتخذ البركان شكلاً درعياً (كالدرع)أو مخروطياً, والشكل هنا ما هو إلى انعكاساً لنوع اللابة المتدفقة فالبراكين الدرعية تنشأ عن تدفق اللابة البازلتية (50% سيلكا) أما البراكين المخروطية فتنتج عن تدفق اللابة الأندزيتية (60% سيلكا) واللابة الريوليتية (72% سيلكا)

3.2.2 أخطار الثوران البركاني

يعرف الخطر البركاني على أنه احتمالية أن تتأثر منطقة ما بنشاط بركاني مدمر. أما الضرر البركاني فيعرف على أنه الخسارة المادية أو البشرية التي نتج عن النشاط البركاني, ويمكن تصنيف الأخطار البركانية إلى: أخطار أولية وثانوية وثلاثية من حيث التأثير المباشر أو غير المباشر لها في إحداث الأضرار. فمن مصادر الأخطار الأولية: طفوح اللابة والفتات البركاني, والغازات السامة, أما مصادر الأخطار ذات التأثير الثانوي والثلاثي فتتمثل في: الطفوح الطينية, وطفوح الفتات الناري, والفيضانات والتسونامي, والزلازل والتغيرات المناخية وحدوث المجاعة وانتشار الأمراض.

3.2.2.1 *الأخطار الأولية*

1. طفوح اللابة: تعتبر اللابة البازلتية الأسرع من بين أنواع اللابة المختلفة (60كم/الساعة), وبالتالي فإن الأنواع الأخرى الأبطأ تتيح الفرصة للناس لمغادرة المكان والابتعاد عن طريقها.
2. الفتات الناري: هي أخطر أنواع النشاط البركاني حيث تسبب الوفاة بالاختناق والحروق, وقليل من الناس من ينجو منها, كما أن لها القدرة على تدمير أسقف المنازل نظراً لثقلها, والتسبب في قتل المواشي التي تأكل الأعشاب التي اختلطت بها.
3. انبعاث الغازات السامة: تنفث البراكين غازات سامة مثل كلوريد الهيدروجين وكبريتيد الهدروجين وفلوريد الهيدروجين وثاني اكسيد الكربون.

3.2.2.2 *مصادر الأخطار الثانوية والثلاثية*

1. الطفوح الطينية :يختلط ماء المطر الناتج عن الثوران البركاني أو الماء الناتج عن ذوبان الثلوج المتراكمة فوق قمة البركان مع الفتات الناري المنبعث من البركان محدثاً طفوحاً مدمرة للمناطق المجاورة.
2. الفيضانات: تغلق في بعض الأحيان مجاري الأنهار بفعل طفوح اللابة مما يتسبب في تكون سدود مؤقتة قد تحجز خلفها كميات كبيرة من المياه. وغالباً ما تفشل هذه السدود محدثة فيضانات مدمرة. وقد يحدث الفيضان أحياناً تدمير البحيرة الموجودة فوق فوهة البركان.
3. التسونامي: وهي أمواج بحرية عاتية قادرة على إغراق المدن الساحلية ويمكن أن تنشأ عن الثوران البركاني أو النشاط الزلزالي.
4. الزلازل: على الرغم من أن الزلازل التي تسبق النشاط البركاني ضعيفة في طبيعتها إلا أن بعضاً منها قادر على إحداث انزلاقات أرضية.
5. الآثار المناخية: حيث أن الرماد البركاني والمقذوفات البركانية قد تصل إلى عنان السماء فإنه سيكون لها اثر, ولو على المدى القصير, في إحداث تغيرات كانخفاض درجات الحرارة حيث يحجب الرماد البركاني أشعة الشمس وعلى العكس من ذلك يؤدي انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون إلى رفع درجات الحرارة.
6. المجاعات والأمراض: ما ينجم عن النشاط البركاني من تلف للمحاصيل الزراعية ونفوق للماشية وتلف لأنظمة الصرف الصحي يمكن أن يؤدي بدوره إلى نقص في المواد الغذائية وتفشي للأمراض.

3.2.3 التنبؤ بثورة البركان

تعتبر دراسة التاريخ الجيولوجي للبركان الخطوة الأولى على طريق التنبؤ بثورانه وتصنف البراكين من حيث نشاطها أو عدمه إلى:

1. *براكين نشطة*: وهي البراكين التي أظهرت نشاطاً في الماضي المؤرخ له وفي أيامنا الحالية هناك ألف من هذا النوع يثور منها 60-50 بركاناً في العام مثل بركان Kilauea في هاواي.
2. *براكين منطفئة*: وهي البراكين التي لم تظهر أي نشاط في الماضي المؤرخ له كالبراكين في شمال الأردن وجنوب سوريا.
3. *براكين خامدة*: وهي براكين ما بين النشطة والمنطفئة ولكنها أظهرت نشاطاً, فمثلاً بركان بناتوبو في الفلبين استمر في سبات عميق لمدة أربعمائة عام قبل أن يثور مرة واحدة في العام 1991.وبركان جبل القديسة هيلين Mount St – Helen في أمريكا ثار عام 1980 بعد أن كان خامداً لمدة 123 عاماً.

ولتحقيق تصنيف براكين المنطقة ذات الاهتمام يقوم الجيولوجيون باستخدام التاريخ المطلق معتمدين على ظاهرة النشاط الإشعاعي في تحديد تكرر الثوران. وتتضمن الخطوة التالية تحديد المناطق الممكن تعرضها لأخطار الثوران البركاني وذلك عن طريق رسم خرائط تبين النطاقات التي يمكن أن تتعرض لطفوح اللابة وطفوح الفتات الصخري والطفوح الطينية.

3.2.4 الإجراءات الممكن إتباعها للتقليل من أضرار الثوران البركاني

يمكن التخفيف من الأضرار التي يمكن أن يحدثها الثوران البركاني عن طريق اتخاذ أحد الإجراءات التالية:

1. تغيير اتجاه تدفق اللابة وإبعادها عن المناطق المسكلية, وقد جرى استخدام الطائرات في رشم مجاري اللابة وتحويلها.
2. محاولة إيقاف اللابة المتدفقة عن طريق قصفها بالمدافع المائية بهدف تجميدها وجعل ما تجمد منها سداً في طريق اللابة المتدفقة.
3. تجهيز المناطق المحتمل تضررها بأجهزة لماطة في مكافحة النيران وإطفائها.

3.3 الفيضانات

مثلت الأنهار عبر التاريخ أماكن ملائمة لعيش البشر على ضفافها, فهي تؤمن لهم سهولة الانتقال ومصدراً للماء والطاقة وأماكن مناسبة للتخلص من النفايات والمياه العادمة, كما أنها تزودهم بالمياه اللازمة للشرب والزراعة والصناعة. وللعيش قرب الأنهار مخاطره نظراً لما تمثله الفيضانات من كوارث طبيعية مكلفة من الناحية البشرية والمادية. ويحدث فيضان النهر عندما يزداد منسوب الماء فيتخطى مجراه الطبيعي غامراً المناطق المجاورة.
إن أكثر بلاد العالم عرضة لخطر الفيضان هي بنغلادش (بلاد النغال) حيث لا يزيد ارتفاع أرض هذه البلاد عن 8م فوق سطح البحر مع وجود نهر عظيم يمر فيها. ومن ثم يمكن أن يغطي الفيضان أكثر من 30% من مساحتها.

3.3.1 أسباب الفيضانات

تحدث الفيضانات لأسباب نذكر منها:
1. *الهطل الغزير*: يعتبر هطول المطر على الأرض وغزارته من المسببات الرئيسية للفيضان, فالماء الجاري في الأنهار إذا ما زاد عن حدود النهر فإنه يفيض على الجوانب ويغمر الأراضي المجاورة لها مما يؤدي إلى أضرار إنسانية واقتصادية وبيئية كبيرة وخاصة في حالة ذوبان الثلوج وعدم وجود أنظمة مائية للصرف النهري.
2. *فيضان السواحل*: قد تغمر مياه البحر الساحل لأسباب كثيرة, منها ما يحدث في العواصف البحرية مثل الهوريكان أو التايفون, وقد تغرقه أمواج البحر المعروفة بالتسونامي وسندرس تأثير هذه الظواهر بعد قليل.
3. *فشل السدود*: يعتبر انهيار السدود أهم الأسباب التي تؤدي إلى مخاطر الفيضان, والسدود منشآت بشرية . ومن ثم فإن الأخطار الجيولوجية في اختيار مواقعها أو الأخطاء الهندسية في تصميمها وبنائها قد يؤدي إلى انهيار السد مغرقاً ومدمراً ما يقع في طريقه.

3.3.2 الأخطار البيئية المصاحبة للفيضانات

تقسم آثار الأخطار المصاحبة للفيضانات إلى آثار أولية وثانوية وثلاثية, فالخسائر الأولية للفيضان تنتج عن التماس المباشر للمياه الجارية وتشمل الموت غرقاً وتدمير المباني والمحاصيل. كذلك دمار الطرق والسكك الحديدية والجسور والمنشآت الهندسية والمواقع الأثرية.
أما الآثار الثانوية والثلاثية فتحدث على المدى القصير والبعيد في أعقاب الفيضانات. مثالها انتشار الأمراض بسبب التلوث والجروح من الصدمات الكهربائية والإجهاد واليأس. كذلك اختلال وسائل النقل وتسرب الغاز وانقطاع التيار الكهربائي والنقص في مياه الشرب ونقص

الغذاء الناتج عن دمار المحاصيل الزراعية وسوء استخدام المساعدات الحكومية وتغيير مجاري الأنهار وتدمير منشآت المجتمع المحلي.

وبزيادة سرعة الصرف خلال الفيضان فإن النهر يمكنه أن يحمل ليس فقط حملاً عظيماً وإنما أيضاً كتلاً كبيرة. فالضرر الناتج عن حركة الفتات يعتبر واحداً من أهم الأضرار المصاحبة للفيضان. وأهم تأثير للفيضان هو تحويل نمط حياة الإنسان إلى حياة بدائية حتى يتم إصلاح الدمار والأعطال التي نتجت عنه.

3.3.3 التنبؤ بالفيضانات والتقليل من أخطارها

يمكن التنبؤ بالفيضان من دراسة تكرار حدوثه في منطقة معينة, ويمكن التقليل من أضراره التي تواكب حدوثه بإتباع واحد أو أكثر من الإجراءات التالية:

1. بناء سواتر ترابية على طول الأنهار.
2. توسيع مجرى النهر بحيث يستطيع تصريف كمية أكبر من الماء.
3. بناء سدود على مجرى النهر للتحكم في فيضانه.
4. إنشاء بحيرات صناعية لاستيعاب مياه الفيضان.
5. مراقبة العاصفة المطرية وتحذير الناس من ساعة حدوث الفيضان.
6. عمل خرائط يبين عليها المناطق المحتمل أن يغمرها الفيضان.
7. تنظيم استخدام الأراضي بحيث يمنع البناء في المناطق المعرضة مباشرة للفيضانات.

3.4 الأعاصير والعواصف

كثيراً ما تسبب الاضطرابات في الطقس مصائب شتى للجنس البشري, تتولد هذه الاضطرابات من تغيرات في توزيع الضغط الجوي على الأرض. ومن هذه الظواهر العواصف والأعاصير والتصحر وتيارات النينو والنينا البحرية. دعنا نذكر شيئاً عن هذه الظواهر وما لها من تأثير مباشر على البيئة البشرية.

3.4.1 العواصف القمعية

وهي عواصف لولبية ذات ضغط مركزي شديد الانخفاض قصيرة الأمد ومحلية الامتداد ولكنها تصنف ضمن قوى التدمير الطبيعية العنيفة التي تؤدي إلى الوفيات والدمار.

وتنشأ من تصادم كتلة هواء باردة مع أخرى دافئة ورطبة تحتها. مما يؤدي إلى اندفاع الهواء الدافئ إلى أعلى نحو مركز العاصفة في حركة حلزونية . وينسحب في الوقت نفسه الهواء البارد للأسفل حلزونياً أيضاً مسبباً دوامة أو مخروط من السحب المبرومة.

يظهر التورنادو على شكل قمع مقلوب في الهواء رأسه لأسفل وقاعدته لأعلى في السحب التراكمية يتراوح معدل قطره بين 150-600م ويعبر سطح الأرض بسرعة 45كم/الساعة ويقطع ممراً 10كم.

3.4.1.1 الدمار الناتج عن التورنادو

يعتمد مقدار الدمار الذي يسببه هذا النوع من العواصف على سرعة الرياح الهوجاء والتي قد تبلغ حوالي 450كم/الساعة وعلى الفراغ الذي يتولد ضمن قمع التورنادو الذي ربما يصل إلى أقل من 60% من الضغط الجوي. فالبنايات يمكن أن تنفجر وتتفكك بسبب اختلاف ضغط

الهواء الداخلي والخارجي للبناء. ويؤدي الفراغ الجزئي في القمع أيضاً إلى اقتلاع التراب والفتات الأرضي لأعلى والذي يظهر على شكل سحابة سوداء. ويستطيع أن يقتلع أسقف البيوت الخشبية والأشجار. تقاس شدة هذه العواصف القمعية بكمية الدمار ونوعه الناتج عنها حسب مقياس فوجيتو.

الدمار الناتج عن التورنادو	سرعته كم/الساعة	قوته	درجته
تدمير بسيط	118-65	ضعيف	0.00
ثني الأشجار وخلع البيوت المتنقلة من الأساس	119-181		1
إزالة البيوت المتنقلة واسطح المنازل	253-182	قوي	2
رفع بعض السيارات وتدمير الإنشاءات المتينة	332-254		3
تسوية المباني بالأرض وقذف السيارات	419-334	عنيف	4
رفع المباني ورميها	513-426		5

مقياس فوجيتو لشدة التورنادو

3.4.1.2 التحذير من العواصف

تقوم محطات الأرصاد الجوية المحلية بمتابعة تطور عواصف التورنادو ومراقبتها بوساطة رادارات خاصة طوال فترة حدوث العاصفة. وترسل مباشرة إلى محطة التلفزيون المحلية أو محطة التلفزيون المناخية التي تبث مباشرة تحذيراتها إلى المواطنين فيما هو معروف بجهاز مراقبة العواصف, يبث التلفزيون معلومات واضحة عن المناطق التي ستتعرض لهذه الجبهة وسرعة الرياح فيها والأماكن التي يتوقع أن يحدث فيها أقماع. وفي هذه الحالة الأخيرة قد يطلب من المواطنين الذهاب إلى أقبية بيوتهم حفاظاً على سلامتهم . وتساعد عمليات الإنذار هذه إلى التقليل من عدد القتلى ولكنه لا تسعف مثلاً في منع التورنادو من تدمير البيوت أو اقتلاع الأشجار.....إلخ

3.4.2 الأعاصير البحرية

في البحر الكاريبي والمحيط الأطلسي الذي يلي جنوب شرق الولايات المتحدة يسمى الإعصار البحري هوريكان ولكنه يسمى تيفون في المحيط الهندي وجنوب شرق آسيا, غير أنهما شيء واحد.

تنشأ هذه الأعاصير في البداية على شكل منخفضات جوية مدارية أو استوائية وهي منخفضات دائرية تشبه الدوامة في مركزها ذات قطر يصل إلى 600كم. وتسير متعرجة وتستمر لعدة أسابيع. ويصبح الضغط في المركز منخفضاً جداً قد يصل إلى 660ملم زئبق مما يسبب دخول رياح قد تصل سرعتها إلى 300كم/الساعة . عند الشاطئ تتحول طاقة العاصفة إلى أمواج

علم البيئة

د.خالد التمر عيد

عاتية عالية قد يصل ارتفاعها إلى 7م تغمر المناطق الساحلية وتدمرها. وتقوم بحت أجزاء صخرية أو كبيرة منها وإزالتها تبعاً لشدة الإعصار. وينتج معظم الدمار من الرياح العاتية المصاحبة التي تمتد بعيداً داخل اليابسة. لضيف إلى كل ذلك الأمطار الغزيرة جداً التي تهطل في وقت قصير مما ينشأ عنه فيضانات مدمرة.
فالأضرار التي تنتج عن الرياح العاتية التي تقتلع كل شيء والأمطار الغزيرة التي تسبب الفيضانات المدمرة والأمواج البحرية العنيفة والعالية التي تسبب الدمار وحت الجزر والسواحل.

3.5 التصحر

تعد ظاهرة التصحر من الكوارث الطبيعية والاجتماعية التي عرفتها الحضارات المختلفة في منطقتنا العربية وفي مناطق أخرى من العالم عبر العصور, وعانت من ويلاتها الشيء الكثير. وتمثل هذه الظاهرة انتشار الصحراء في مناطق غير صحراوية أصلاً كنتيجة لتغيرات بيئية ومناخية ونتيجة أيضاً للنشاط الإنساني.
أما التعريف العلمي لظاهرة التصحر فهو التدهور الكلي أو الجزئي.الذي يحدث في عنصر أو أكثر من عناصر الأنظمة البيئية الأرضية مؤدياً إلى تراجع خصائصها النوعية وتدني قدرتها الإنتاجية إلى الدرجة التي تصبح فيها هذه النظم عاجزة عن إعالة ما يعيش فيها من كائنات حية.

3.5.1 أسباب التصحر

تعزى أسباب التصحر إلى عاملين رئيسين هما:
1. *التقلبات المناخية:*

يعتبر مناخ المناطق الجافة من أكثر العوامل الطبيعية أثراً في خلق ظاهرة التصحر إذ يتسم مناخ هذه المناطق بخصائص معينة يجعل منها مناطق ذات درجة حساسية مفرطة لمسببات التصحر. إن التقلبات المناخية التي تعرضت لها المنطقة العربية منذ 5000سنة تشبه تقلبات المناخ الحالي. إذ يعتقد بأن فترة الجفاف التي تسود المنطقة العربية في الوقت الحاضر قد بدأت منذ آلاف السنين. وإن ظاهرة الجفاف الحالي تعتبر نتيجة طبيعية لنظام دورة الهواء الكونية. وتتمثل هذه الظاهرة في انخفاض معدلات الأمطار, وارتفاع درجات الحرارة في أغلب أيام العام, وبالتالي ارتفاع معدلات التبخر وسيادة الرياح الجافة.

2. *العوامل البشرية*

من الأنشطة البشرية التي ساعدت على تفاقم مشكلة التصحر في الوطن العربي
أولاً: الاستخدام السيئ للغطاء النباتي الطبيعي. ومثال ذلك

- الرعي الجائر.
- قطع الغابات.
- حرق الأعشاب والغابات.
- جمع الثمار والبذور والأزهار البرية.
- نقل الأوبئة والأمراض لهذه النباتات.

ثانياً: الممارسات الزراعية الخاطئة والمؤدية إلى تدهور نوعية التربة.

- زراعة الأرضي الهامشية التي هي في الأساس مناطق رعوية.
- حراثة الأرض الهامشية دون زراعتها مما يجعل تربتها عرضة للنقل الريحي.

مكتبة الطالب - جامعة الأزهر
Jawwal:0598926939

الدولة	صحراوية مجدبة	جافة	شبه جافة	مجدبة وجافة وشبه جافة	رطبة
المغرب	-	27	53	80	20
الجزائر	50	38	9	97	3
تونس	-	75	14	89	11
ليبيا	75	23	2	100	-
مصر	86	14	-	100	-
السودان	24	34	34	92	8
فلسطين	19	42	10	76	24
الأردن	5	92	3	100	-

النسب المئوية للأراضي الجافة في الوطن العربي

3.5.2 مكافحة التصحر

من أهم الإجراءات الممكن إتباعها في مكافحة التصحر ما يلي:

1. تبني خطة إقليمية ضمن خطة عالمية للحد من التصحر.
2. تنمية الغطاء النباتي ووقف تدهوره.
3. التقليل من أثر انجراف التربة وتدهورها.
4. إتباع سياسة واضحة لاستخدامات الأراضي.
5. إتباع سياسة عمرانية مبنية على أسس بيئية.
6. إدارة الموارد الطبيعية بطريقة مبنية على أساس سلمية.

3.6 الانزلاقات الأرضية

قد تتحرك المواد المكونة لسفوح الجبال ببطيء شديد لا تلاحظه عيون البشر.وقد تكون الحركة سريعة مدمرة وتنطوي على مضاعفات بيئية كبيرة كتدمير الطرق والمباني وقتل البشر.وبالتالي لا بد من إلقاء نظرة سريعة على هذا الموضوع وما يحمله من مضاعفات على البيئة.
تتحرك المواد طبيعياً (دون تدخل البشر) على السفوح بقوة الجاذبية الأرضية, وهي القوة الرئيسية التي تنشأ عنها الانزلاقات بأنواعها المختلفة.

3.6.1 أنواع الانزلاقات الأرضية

ليس من أهداف هذه المعالجة تصنيف الانزلاقات أو استقصاء أنواعها, لكننا نذكر بعض أهمها كأمثلة لها.

أ- الانزلاقات الصخرية وانهيارها

تحدث عندما يكون ميل الصخور في اتجاه ميل السفح, فإذا حدث أن وجدت طبقة طينية ضعيفة مثلاً تحت هذه الصخور تشبت بالماء في فترة أمطار غزيرة, فإن الصخور التي تعلو هذه الطبقة تنزلق عليها نحو أسفل السفح بسرعة كبيرة. فإذا بقيت الصخور بعد انزلاقها كما هي دعيت انزلاقاً صخرياً. وإن تهشم الصخر إلى قطع صغيرة في أثناء الانزلاق اسميناها انهياراً صخرياً.

ب- الزحف

يحدث الزحف في مواد السفح غير المتماسكة وليس في الصخور. حيث تتحرك هذه المواد نحو أسفل السفح بسرعة بطيئة تقل عن 1سم في السنة, يساعد في حدوثه ميل السفح والأمطار.

ت- الانسياب

تحدث الانسيابات أيضاً في المواد غير المتماسكة وليس في الصخور ولكن بسرعة أكبر كثيراً من الزحف. فعلى السفوح الجبلية المنحدرة تنساب المواد ير المتماسكة في فترات الأمطار الغزيرة. وربما أشعل فتيل هذا الانسياب حدوث زلزال أو ثوران بركان. ومنها انسياب هشيم الصخر حيث تنساب فتات الصخر والطين والشجر والمباني بسرعة بضعة كيلومترات في الساعة مدمرة كل ما يعترض طريقها حتى تستقر في أسفل المنحدر.

ومن أخطرها وأسرعها انسياب الطين الذي يحدث عندما تتشبع المواد الطينية الناعمة بمياه الأمطار على السفوح المنحدرة. وبسبب نعومة المواد الطينية وكثرة مياه الأمطار يصبح المزيج قليل اللزوجة وينساب بسرعة على السفوح قد تصل إلى مئات الكيلومترات في الساعة. ومن ثم تكون قادرة على مداهمة المدن أو القرى الموجودة في نهاية واد مثلاً حدث فيه الانسياب. فتطمرها بالطين وتقتل من فيها وتدمر مساكنهم قبل أن ينتبهوا لذلك.

3.6.2 الأخطار البيئية للانزلاقات الأرضية

تحدث آلاف الانزلاقات الأرضية سنوياً في العالم وتؤدي إلى قتل آلاف البشر وهدم البيوت وتدمير الطرق والجسور والمنشآت التي تقع في طريقها. ولعل أفضل طريقة للحديث عن الآثار البيئية للانزلاقات الأرضية أن نصف بعض الأمثلة المعروفة منها وما نتج عنها من أضرار.

ففي جبال البامير في روسيا 1911موإثر زلزال قوته 7 على مقياس ريختر انزلق 2.5مليون م3 من فتات السفوح التي دمرت قرية أوسوى وقتلت 54 شخصاً. كما أن المواد المنزلقة قد أغلقت مجرى نهر مرغاب فكونت بحيرة عمقها يقارب 300متر وطولها 54كم.

وفي إيطاليا عام 1717م انزلقت كمية كبيرة من الصخر والثلج بسرعة 320كم/الساعة في البداية أي على السفوح المنحدرة تناقصت إلى125كم/الساعة قرب النهاية. وقد استغرقت عملية الانزلاق 2-4 دقائق. فلم تمهل سكان قريتين جبليتين فقتلتهم جميعاً مع مواشيهم.

وفي يوتا في الولايات المتحدة الأمريكية عام1983م انزلقت 4مليون م3 من مواد غير متماسكة غطت خط سكة الحديد القطري والطريق السريع في وسط يوتا وانشأت بحيرة كبيرة أغرقت بلدة ثيستل الصغيرة. وفي جبال الأنديز في البيرو عام 1970م حدث زلزال قوي أدى إلى حدوث انزلاق أرضي ضخم فيه حطام الصخر مع الجليد فغمر مدينة في أسفل الجبال وقتل 66000ألفاً من سكانها.

3.6.3 حماية البيئة من أخطار الانزلاقات

تحدثنا في مقدمة هذا الموضوع عن التغيرات التي تنتج عنها الانزلاقات الأرضية. ومن ثم يسهل التفكير في الطرق التي بها يمكن تلافي خطر هذه المتغيرات ومن أشهر ذلك:

- تقليل زواية انحدار السفح وذلك ف المناطق التي بها نشاط عمراني كالطرق السريعة أو البلدات أو السدود.
- عدم السماح لكميات كبيرة من المياه بالتجمع في المواد التي على السفوح خاصة تحت الطرق السريعة وذلك بعمل مصاريف لها.
- عدم قطع النهايات السفلى للسفوح.

وتوجد أساليب هندسية كثيرة لإيقاف الانزلاقات قبل حدوثها لا مجال للحديث عنها

علم البيئة

د.خالد فتحي عيد

3.7 الأخطار الكونية

ونقصد بها تلك الكوارث الطبيعية التي تنتج عن اصطدام نيزك أو مذنب بالأرض. كانت الديناصورات تعمر الأرض قبل 65مليون سنة. وقد كانت هذه الزواحف الضخمة تعيش في البر والبحر وطائرة. وقد بلغ أكثر من 60م. وقد بقيت سائدة قرابة 175 مليون سنة من عمر الأرض تنوعت فيها وأصبحت موجودة في كل مكان. غير أنها انقرضت فجأة عند تاريخ 65 مليون سنة مضت. فكيف حدث ذلك؟

قال بعض الباحثين أن التنوع الشديد لهذه الزواحف وكبر حجمها جعل الأرض عاجزة عن إطعامها فانقرضت. هذا ما تجده في كتب الباحثين قبل السبعينات من القرن العشرين. ولو كان الأمر كذلك لكان الانقراض تدريجياً ولبقيت منها أعداد تستطيع العيش على ما يتوفر في الأرض من غذاء. غير أن الملاحظة الميدانية تدل على أنها انتهت جميعها بحيث لا نجد منها واحداً بعد تاريخ 65 مليون سنة.

لم يقبل الباحثون بقلة الغذاء سبباً لانقراضها, فكان الفرضية الجديدة التي ظهرت في عدد من البحوث في أواخر السبعينات من القرن العشرين, مفادها جميعها أن نيزكاً قطره 10-15 كم قد اصطدم بالأرض بتاريخ 65مليون سنة قبل الآن. هذا الاصطدام أدى إلى كارثة كبيرة أصابت جميع أشكال الحياة على الأحداث عمراً, قطر الحفرة قرابة 150كم.

لم تفن الديناصورات فقط بل لحق الفناء بمجموعات كبيرة من الكائنات البحرية والبرية الموجودة على الأرض في ذلك الزمان. مثالها مجموعة الأمونيت البحرية وبعض أنواع من الكائنات وحيدة الخلية (الفورامنيفرا) وكثير غيرها. فهي إذن كارثة أرضية طبيعية كبيرة بكل المقاييس. وطبيعي أن نذكر هنا أن الطيور والثدييات لم تكن قد وجدت على الأرض بعد هذا التنوع الذي نراه اليوم بل كانت بداياتها.

ولكن كيف حدث الفناء من هذا الارتطام؟ لا يوجد رأي واحد يصف ما حدث. بل هي اجتهادات. ومن ذلك أن الارتطام قد أدى إلى صعود كمية كبيرة من الرماد والغبار إلى جو الأرض أدت إلى حجب الشمس فترة طويلة من الزمن مما أثر على الكائنات التي تتغذى بالتمثيل الضوئي فمات الكثير منها في البر والبحر وهذا الغبار أيضا قد أدى إلى صعوبات جمة في تنفس الكائنات الحية الكبيرة كالديناصورات كما تسبب أيضاً في انخفاض درجات الحرارة فوق سطح الأرض بحيث لم تستطيع الديناصورات تحمل ذلك مما أدى إلى انقراضها.

3.7.1 حماية البيئة من الأخطار الكونية

قد أوضحت البحوث الجيولوجية في العقدين الماضيين أن مثل هذه الكارثة التي حدثت قبل 65مليون سنة قد تكررت مرات عديدة في تاريخ الأرض, وتوجد أدلة جيدة على أنها كانت دورية تقريباً بحيث كانت تحدث مرة كل 30مليون سنة تقريباً هذه البحوث دفعت علماء الفضاء في وقتنا الحالي إلى بحوث كثيرة وجادة في كيفية تلافي مثل هذه الاصطدامات مع النيازك أو المذنبات وذلك لحماية الحياة على الأرض من كارثة مشابهة لما حدث للديناصورات, ولذا نجدهم يراقبون الأجرام الكونية التي تقترب في دورانها في الأرض. يراقبونها وهي بعيدة جداً وقد طوروا صواريخ يمكن أن تطلق على هذه الأجسام بحيث يغيرون مسارها في الفضاء بعيداً عن الأرض. أو أن يفجروها إلى قطع صغيرة لا تؤثر في الحياة على الأرضية إن هي وصلت. لاحظ كيف يستفيد العلماء من بحوث بعضهم في حفظ بيئة الأرض صالحة لعيش الإنسان والكائنات الحية الأخرى. هذا واحد من أهم الأمثلة على أهمية البحث العلمي.

الفصل الثالث

الإنسان والبيئة والمصادر الطبيعية في نظام الأرض الصلب

1. الزيادة السكانية وأثرها على البيئة

لو علمت أن عدد سكان العالم قد بلغ 500 مليون إنسان عام 1650م وأصبح 5300 مليون إنسان عام 1990م, فإن تفكير لك في ما هو قادم من السنين لا بد وأن يقودك إلى كابوس مزعج, مشاهده نقص في الطاقة والغذاء والعمل والإسكان والعناية الصحية حيث استنفدت المصادر الطبية وتلوثت التجمعات السكنية, وتفشت بها الجريمة. والدارس لمعدلات النمو السكاني في أيامنا الحالية سرعان ما يدرك قرب الوصول إلى لحظة الكابوس المزعج, مما حدى ببعض المسؤولين في العالم إلى الدعوة إلى خفض حاد وسريع في معدلات النمو السكاني عن طريق السيطرة على معدلات الولادة بهدف موازنة عدد السكان بما يمكن أن يتناغم مع مقدرة بيئتنا على الاحتمال.

وعلى النقيض من ذلك يعتقد البعض الأخر من المسؤولين أن الانفجار السكاني المتوقع يمكن أن يؤدي إلى تطورات تكنولوجية واقتصادية قد تجعل الحياة أفضل لكل إنسان. يعتمد منطقهم في ذلك على أن عبقرية البشر قادرة على رفع قدرة النظام البيئي على دعم عدد أكبر من الناس. وطبقاً لوجهة النظر هذه فإن الزيادة في السكان لابد وأن يتبعها زيادة في كمية المصادر تسمح لجميع سكان العالم بتحقيق معدلات نمو ونمط معيشي أفضل.

فهل هنالك داع للقلق فعلاً يستوجب دق ناقوس الخطر؟ مرة أخرى توجد إجابات مختلفة حول نفس الموضوع, ويحاج البعض أن زيادة السكان هي أساس الازدحام والفقر والعنف والتدهور البيئي. وحسب وجهات النظر هذه فإن عدداً كبيراً من الناس سيتقاسمون مصادر محدودة يجري استنزافها وحرمان الأجيال القادمة منها. بينما يناظر البعض الأخر بأن هناك ما يكفي من المصادر لكل فرد ولكن الجشع والهد والقهر وسوء الإدارة تحرم الناس من الوصول إلى المصادر التي يحتاجونها. وما يتفق عليه أصحاب وجهتي النظر هاتين أن الحل الدائم لمشكلة ندرة المصادر التي يحتاجونها. وما يتفق عليه أصحاب وجهتي النظر هاتين أن الحل الدائم لمشكلة ندرة المصادر وسوء توزيعها هو تغير وتطور السلوك والأنظمة الإنسانية. ومنواءً استمرت معدلات النمو السكاني في الارتفاع أم لا فإن أثر ذلك على تطور الحياة البشرية لزيادة السكان كما سنناقش العوامل التي تشجع النمو السكاني وأهم العوامل التي تثبطه. كما سنناقش الوضع المثالي لسكان العالم الذي يمكن أن تستقيم معه البيئة.

1.1 تطور معدلات الزيادة السكانية

لقد بقي عدد سكان العالم على مدار تاريخ البشرية, وحتى عهد قريب, قليلاً ذا معدلات نمو بطيئة.

نماذج معدلات النمو: يلاحظ المتتبع لمعدلات زيادة عدد الأفراد التي تربيها الكائنات الحية المختلفة أن هنالك نموذجين رياضيين لها. أحدهما أسي حيث يتضاعف عدد الأفراد للمجتمع الواحد في وحدة الزمن ومثل هذه الزيادة يسمى أيضاً زيادة هندسية كزيادة الأرقام 8,16,32,.....64 إلخ . والأخر يظهر زيادة ثابتة في وحدة الزمن, مثل الأرقام 8,10,12,14, أو 1,3,5,7, ويسمى النموذج الحسابي والنموذج الأسي له شكل الحرف اللاتيني J أو العربي ل ويتوقف معدل الزيادة فيع عند تخطي حدود مقدرة النظام على الإعالة (بند 3.1.4) أو حدوث كارثة طبيعية.

1.2 حدود النمو

تعتقد قلة من الناس أن معدلات النمو السكاني الحالية يمكن أن تستمر ولفترة طويلة في المستقبل. وواضح أن عالمنا الفيزيائي له حدود ونهايات لا بد وأن تقيد هذه الزيادة عاجلاً أم آجلا. والسؤال المطروح في هذا الصدد عما إذا كنا نتقرب من هذه الحدود؟ وإذا حدث ذلك فعلاً فما مدى إمكانية استمرارنا في تبوء الأرض؟ وما الذي سيوصلنا إلى مرحلة من التوازن مع المصادر المتاحة؟ وهل سنتحكم في مدى اقترابنا من هذه الحدود أم أن قوى خارجية هي التي ستتحكم في ذلك؟

تشير الإحصائيات إلى أن معدلات الزيادة في عدد السكان في البلاد المتقدمة (الصناعية) قد تباطأت بل إنها في بعض البلاد قد انعكست بحيث تحول ذلك إلى نقص مثل بريطانيا وألمانيا وفرنسا. ويعتقد بعض الباحثين في علم السكان أن المواطنين في الدول النامية, حيث معدلات النمو السكانية مرتفعة, إذا ما أحسوا بالأمن على مستقبلهم وأصبحت حياتهم أكثر رغداً فإن معدلات نموهم ستشهد استقراراً وربما تتجه إلى مثيلاتها في الدول المتقدمة.

أما البعض الأخر فلهم آراء مختلفة تتركز في معظمها على مقالة كتبها مالتهوس في نهاية القرن الثامن عشر مفادها أن القوى البشرية أعظم من القوى الطبيعية في إنتاج ما يعيلها. وأن تحقيق استقرار في معدلات النمو السكاني يواكب محدودية المصادر يمكن أن يتأتي عن طريق ضوابط ايجابية طبيعية, وهذه عوامل تساهم في تقصير الحياة كالحروب وانتشار الأوبئة أو ضوابط وقائية تؤدي إلى التقليل من معدلات الولادة من بينها تحفظات أخلاقية كتأخير سن الزواج بهدف التمكن من تحقيق مصادر دخل ومستوى معيشية أفضل لإعالة الأولاد وتنشئتهم.

ومن الأمور التي يحتدم فيها النقاش وتختلف فيها الأراء في هذا الصدد, مدى إسهامات التكنولوجيا المتقدمة في جعل الأرض قابلة للتبوء في ظل عدد كبير من السكان والعوامل التي تتحكم في معدلات الولادة والوفاة, ودوافع الهجرة والارتحال, وضرورة تدخل المؤسسات الحكومية في تحديد معدلات النمو السكانية كما هو حاصل في الصين والهند.

1.3 النمو السكاني ومحدودية المصادر

سبق وأن أسلفنا أن الأرض نظام بيئي مغلق وأن مصادره الصلبة محدودة. وعلينا الأن أن نوضح أبعاد ذلك في ضوء عدد السكان الذي يمكن للأرض أن تعيله. وفي البنود الأولى من هذا الفصل تبين لنا أن زيادة عدد السكان على الأرض تتخذ في أيامنا الحالية شكل علاقة أسية. وكما يعلم الجميع فإن معدلات الزيادة الأسية لا يمكن أن تستمر في نظام محدود إلى ما لا نهاية. ولا بد من أن نتدخل العوامل المحددة للحفاظ على اتزان بين معدلات المواليد والوفيات. فما طبيعة هذه العوامل في حالة الإنسان؟ الدارس لهذه العوامل يجد أن لها طبيعة جيولوجية أو بيولوجية أو اجتماعية أو اقتصادية أو سياسية أو دينية أو ثقافية. أما من ناحية المصادر الطبيعية فإن أهم العوامل المحددة لاستمرارية تزودنا بمصدر ما منها هي:

1 مدى توفر المصدر بكميات كبيرة.
2 كلفة الاستخلاص والشحن والمعالجة
3 مدى منافسة المصدر مع مصادر أخرى متوفرة وتفي بنفس الغرض.
4 إمكانية إعادة تدوير المنتج من هذا المصدر في حالة نضوبه وكلفة ذلك.

أما طبيعة العلاقة بين السكان ومعدلات نموها والنقص المستمر في المصادر الطبيعية ومحدوديتها فيمكن مناقشتها من منظور المصطلح البيئي المسمى قدرة الإعالة, إذ تعرف قدرة النظام البيئي أو الموارد على الإعالة بعدد الكائنات الحية الذي يمكن لهذا النظام أو المورد إعالته إلى ما لا نهاية. وأول من قام بتقديم هذا المصطلح هم مديرو المراعي, لبيان أقصى عدد لأفراد القطيع من المواشي التي يمكن للمرعى أن يعيلها دون تردي خصائص وطبيعية التربة والنبات, وفي هذا الصدد يخطر إلى بالنا السؤال التالي: ما حدود مقدرة أرضنا على إعالة ساكنيها؟ تفيد التقديرات التي تصدت للإجابة على هذا السؤال بأن الأرض يمكن أن تعيل ستة بلايين. وفي تقديرات أخرى ثمانية وعشرة وحتى مائة بليون من البشر. وهنا لا بد من التساؤل عن سبب اختلاف هذه التقديرات!!! يعزى السبب وراء اختلاف حسابات قدرة الأرض على الإعالة إلى حقيقة أن ما تستهلكه بعض التجمعات السكانية من المصادر يختلف عما تستهلكه التجمعات الأخرى. ولتوضيح ذلك نقدم المثال التالي: في أيامنا الحالية يستهلك الفرد الياباني من الحديد تسعة أضعاف ما يستهلكه الفرد الصيني. كما يستهلك السويسري من مصادر الأرض أربعين ضعف ما يستهلكه الفرد الصومالي . ومن هنا ومع افتراض تساوي عدد السكان في هذه الدول. فإن قدرة الأرض في الصين على الإعالة أقل تسعة مرات عن قدرتها في اليابان. وفي الصومال تقل قدرة الأرض على الإعالة أربعين مرة عن قدرتها في سويسرا . والسبب في ذلك اختلاف مستويات المعيشة في هذه البلاد.

والمفهوم الذي نرغب في توضيحه هنا, ليس أن مستوى الحياة في الصومال يجب أن يرتفع ليماثل نظيره في سويسرا أو أن مستوى المعيشة في سويسرا يجب أن ينخفض ليماثل نظيره في الصومال من أجل تعظيم قدرة الأرض على الإعالة. وإنما نرغب في أن نوضح أن هنالك خيارات متعددة يجب علينا التفكير بها, وقضايا كثيرة في إدارة المصادر لا بد من أخذها بعين الاعتبار وصولاً للاستغلال الحكيم لمصادر الأرض ومواردها بمعنى أن هناك دائماً طرقاً أفضل لفعل أكبر بجهد أقل لزيادة قدرة البيئة على الإعالة.

2. المصادر الطبيعية ومضامينها البيئية

تعرف المصادر الطبيعية Natural Resources على أنها المواد ذات الفائدة للإنسان التي يمكن استخلاصها من الطبيعة والتعامل معها كسلعة مهمة في التجارة المحلية والدولية. ويتضمن هذا التعريف المعادن والصخور والفلزات ومصادر الطاقة والتربة والمياه السطحية والجوفية . .

فالصناعة العالمية في أيامنا الحالية تعتمد اعتماداً كلياً على المصادر المعدنية . وتسمى المعادن التي لا تمتلكها الدول معادن إستراتيجية لأنه في حالة حدوث نقص بالتزود بها فإن اقتصاد هذه الدول ومجهودها العسكري سينشل إلى درجة كبيرة.

المصادر المتجددة وغير المتجددة :

نعني بالمصدر المتجدد Renewable Resource ذلك المصدر الذي يمكن تجدده و إثراؤه و إعادة إنتاجه . فالأسماك تبيض في كل عام . والأشجار تقطع وينمو بدلاً منها والتربة تتجوى وينتج بديل لها بطرق فيزيائية و كيميائية وبيولوجيه . كما أن المياه الجوفية التي تغور مياهها في الآبار ستتجدد حتماً بماء المطر . إن إعادة تجدد بعض من هذه المصادر قد يستغرق فترات

زمنيه طويلة . فمثلاً تتم إعادة تجدد تربة جرف منها عشرة سنتمترات عن طريق التعرية بضعة آلاف من السنين ، أما إعادة تغذية الخزانات الجوفية التي نضبت مياهها , فيمكن ان يتم في عشرات أو مئات السنين . لذا فقد جرى تقييد تعريف المصادر المتجددة على أنها تلك التي تتجدد خلال حياة الإنسان وفي هذا الصدد يمكن أن نميز نوعاً ثالثاً من المصادر الطبيعية غير القابلة للنفاذ كطاقة الشمس والموج والرياح ما دامت الشمس تشرق على الأرض . أما المصادر غير المتجددة Nonrenewable Resoures فلا تتجدد خلال حياة الإنسان , أي تلك التي يستغرق تجددها ملايين السنين .

2.1 استدامة المصادر الطبيعية:

يمكن تصنيف ما مر معنا من مصادر طبيعية , وبصوره عامة , إلى مصادر حية, مثل الثروة السمكية , ومصادر صلبة, مثل خامات المعادن . ومعظم المصادر الحية متجدد طالما لم تتخطى معدلات الاستهلاك معدلات التجدد , بينما معظم المصادر الصلبة غير متجدد .
والسؤال المطروح في هذا الصدد : ماذا نحن فاعلون لو نضبت المصادر الطبيعية ؟ .
يترسخ في أيامنا الحالية في أذهان المسؤولين عن إدارة هذه المصادر ضرورة استدامتها وتعني استدامة المصادر استغلالها بشكل حذر ومنظم لتغطي حاجاتنا دون إضرار بالأنظمة البيئية الحية أو الإضرار بإمكانية توفرها أيضاً للأجيال القادمة. وهذا يتطلب وضع سياسات لابد من ترجمتها إلى أفعال بحيث تتضمن توضيح أثر استغلال الإنسان للمصادر الطبيعية واستنزافه لها و الإجراءات المناسبة التي يجب اتخاذها للتقليل من هذا الأثر.

2.1.1 استدامة المصادر المتجددة:

يهدف موضوع استدامة المصادر المتجددة إلى تحقيق توازن بين معدلات استغلالها ومعدلات تجددها. فمثلاً يجب أن لا تتخطى معدلات حصاد الثروة السمكية معدلات تكاثرها. كذلك الحال بالنسبة للحصاد المائي للمياه الجوفية, والتي بصنفها البعض كمصادر متجمدة في فترة قصيرة, يجب أن لا يتخطى معدلات تغذيتها من جديد.
وعموماً يوجد هنالك حد يجيب أن لا نتخطاه في استغلال المصادر الطبيعية إذ تحته يصعب تجدد هذه المصادر بصورة تلقائية مما يضطرنا إلى اللجوء إلى طرق اصطناعية لتجديده. مثل إكثار الأسماك في برك خاصة وإعادة نقلها إلى البيئة البحرية.

2.1.2 استدامة المصادر غير المتجددة

يختلف مدار اهتمام إدارات المصادر غير متجددة عن مدار اهتمام إدارات المصادر المتجددة, في أن الأولى يتم استنزافها مع زيادة استغلالنا لها. وكما هو معلوم فإن كمية المادة في النظام البيئي المغلق محدودة وبالتالي فإن المصادر الطبيعية الصلبة التي تمتلكها أرضنا حالياً, هي كل ما لدينا. وإلى أن يأتي ذلك اليوم الذي نستطيع فيه أن نقوم بتعدين الحديد مثلاً من أحد الكويكبات علينا أن نحافظ على ما نملكه من خامات للحديد عن طريق ترشيد الاستهلاك وإعادة تدوير المواد المصنعة منه, أي التفكير بواقعية في محدودية مصادر الأرض هذه. والإرادات الحكمية لمثل هذه الموارد لا بد وأن نفكر في الاستعاضة عنها بموارد متجددة أو موارد غير قابلة للاستنزاف. كاستبدال الوقود الأحفوري غير المتجدد بالطاقة الشمسية أو الريحية أو طاقة الأمواج أو المد والجزر والطاقة الحيوية كما سيجري تفصيل ذلك لاحقاً.

2.2 الطاقة كمصدر طبيعي

نعلم أن مصادر الطاقة في الأرض ثلاثة هي: الإشعاعات الشمسية وجوف الأرض والمد والجزر. وتنتقل مصادر الطاقة هذه من خزان إلى آخر في مسارات مختلفة. وإذا ما قارنا ما تحتاجه البشرية من طاقة تبلغ 10 تيراواط مع ميزانية الأرض السنوية والبالغة 174000 تيراواط يبدو واضحاً أن خطر حصول نقص في الطاقة أمر مستبعد. أما مصدر قلقنا في هذا الموضوع فهو مدى استمرارية توفر مصادر طاقة رخيصة ومناسبة. أي مصادر يسهل تداولها ورفيقة بالبيئة.

وفي هذا الفصل سنركز على الوقود الأحفوري بنوعية الهيدروكربونات السائلة والصلبة كمصدر من مصادر الطاقة التي حركت وما زالت تحرك التطور الصناعي للبشرية وفي نهايته سنبين مضامين استمرار اعتمادنا على الوقود الأحفوري وأثر ذلك على البيئة.

2.2.1 الهيدروكربونات السائلة

تعتبر النباتات البحرية, وحيدة الخلية, التي تعيش على طول الأرصفة القارية والمسماة العوالق البحرية, والبكتيريا كذلك, المصادر الرئيسية للمواد العضوية في المحيطات ومعظم المادة العضوية التي تتجمع مع مرور الأيام على قاع المحيط محصورة في الطين, الذي يتحول ببطء إلى غضار. وخلال هذا التحول يجري تحويل المادة العضوية إلى نفط وغاز طبيعي, وهذان المنتجان هما الحالتان اللتان يوجد عليهما النفط. وكلمة نفط كثيراً ما تستعمل للإشارة إلى الزيت القادم من الأرض.

2.2.1.1 تكون النفط وهجرته

تعلم أن الرسوبيات التي تتجمع فيها المواد العضوية في أيامنا الحالية غنية بالمعادن الطينية. وأن هذه الرسوبيات ستتحول بدورها إلى غضار ولكن معظم الصخور الحاوية على النفط إما صخور رملية أو صخور جيرية. فما سبب ذلك؟؟؟ لقد لاحظ الجيولوجيون ومنذ عهد بعيد, أن النفط يتكون في بيئة معينة, أي في نوع ما من الرسوبيات, ويهاجر بعد فترة إلى نوع آخر منها. ومع مرور الزمن تبدأ قطرات الزيت والغاز بالتجمع إلى بعضها بعضاً, ثم يجري عصرها بعيداً عن مكان تكونها. ولكي تتمكن القطرات المتولدة من الضغط الهجرة لا بد من أن تصادف طبقات تسمح لها بالارتحال إلى أعلى, حيث الضغط الأقل. وبالتالي فإن هجرة النفط تتطلب ذا مسامية ونفذية عاليتين أيضاً. ويسمى التكوين ذو المسامية والنفاذية العاليتين, والذي يمكن أن يتجمع فيه النفط, خزاناً صخرياً. وعندما يتم عصر الزيت والغاز من الغضار الذي جرى تكونهما فيه ينتقلان بعد ذلك إلى الحجر الرملي أو الكربوناتي حيث تصبح حركتهما أكثر سهولة, وعادة لا يلتصق النفط بحبيبات الصخر الذي يمر من خلاله كما يلتصق الماء, لذلك تجري في الطبيعة عملية فصل تلقائية للزيت عن الماء, حتى على الرغم من كونها لا يذوبان في بعضهما بعضاً, أي لا يمتزجان.

2.2.1.2 المصائد النفطية

يصطدم الزيت المهاجر في كثير من الأحيان بطبقات صخرية أقل مسامية وأقل نفاذية, ذات تراكيب معينة يجري حصره فيها, بذلك يتشكل ما يسمى المصيدة النفطية وأشهر الصخور التي لا تنفذ الزيت هي الطبقات الطينية وصخور الغضار وهناك أنواعاً شائعة من المصائد النفطية

ذات مسميات تشير إلى طبيعة صخور المصيدة وبنائيتها كالمصائد التركيبية والصدعية وجيرية.

2.2.1.3 التنقيب والاستخراج

قديماً حفرت الآبار في الأماكن التي يتدفق منها النفط على سطح الأرض أو التي تري شواهد على وجوده.

ويجري حالياً تحري مكامن النفط فوق اليابسة وتحت الماء, قد أدى استخدام التقنيات الحديثة في الحفر إلى استخلاص الزيت من أعماق بحرية تزيد على 2000 متر ومما يؤسف له أن عمليات كهذه يمكن أن تعود أحياناً بأفدح الضرر على الإنسان وعلى البيئة البحرية نظراً لإمكانية انفجار الحفارات من شدة ضغط الغاز المرافق.

وما نستخلصه من البئر بداية لا يتعدى في كثير من الأحيان أكثر من 30-40% من كمية النفط المتوفرة. لذا نضطر لاستخلاص أجزاء مما تبقى باستخدام تقنيات معينة كحقن الماء الساخن أ البخار بهدف تسييل النفط ودفعه إلى أعلى, وعلى الرغم من ذلك يتبقى حوالي 50% من النفط في البئر يستحيل استخراجها بطرق اقتصادية.

2.2.2 الهيدروكربونات الصلبة

تشكل الهيدروكربونات الصلبة وفي مقدمتها الفحم الحجري ما قيمته 92% من احتياط الوقود الأحفوري. وعلى العكس من النفط يتكون الفحم الحجري من بقايا نباتات عاشت على اليابسة وجرى دفنها لاحقاً في الرسوبيات والصخور. وتحتوي هذه النباتات على المواد الهيدروكربونية بالإضافة إلى احتوائها على الأصماغ والشمع واللجنين (وهي مادة عضوية تشكل مع السيلولوز قوام الخشب) والناظر إلى قطعة من الفحم الحجري من خلال عدسة أو ميكروسكوب سيرى بقايا النباتات بكل وضوح, وبالتالي يستطيع أن يستنتج أن مادة الفحم الحجري ذات أصول نباتية.

ومن المواد الهيدروكربونية الصلبة أيضاً الخث وهو مادة غير متماسكة من بقايا النباتات تحتوي على 60% كربون . وفي بعض البلاد (مثل ايرلندا وروسيا) يجفف الخث ويستخدم في أمور منزلية كالتدفئة والطهي. ويوجد ثلث الخث المتوفر في العالم في كندا حيث يغطي 12% من مساحتها. ويعتبر الخث الخطوة الأولى لتكون الفحم. ون أشكال الهيدروكربونات الصلبة الأخرى الرمل القاري والصخر الزيتي.

2.2.2.1 تكون الفحم

يتكون الفحم الحجري , كما أسلفنا من بقايا نباتات عاشت على اليابسة في يوم من الأيام. حيث كانت تشكل غابات كثيفة, والأرجح أن بقايا هذه النباتات قد تجمعت عند موتها في أماكن مناسبة مثل المستنقعات حيث جرى تحللها وتعفنها في جو من عدم وجود الأكسجين, منتجة بذلك مادة الخث , ومع الدفن في الأعماق يرتفع الضغط والحرارة مما يؤدي إلى سلسلة من التغيرات على مادة الخث حيث يتم انتزاع الماء والمواد الغازية فيتبقى الكربون بذلك تتحول مادة الخث إلى نوع من الفحم الحجري يسمى الجنيت وإذا ما ازداد الضغط والحرارة, حصلنا على نوع جديد من الفحم الحجري يسمى الأنثراسيت وهذا النوع من الفحم يشتعل بدون صدور كم كبير من الغازات كما هو الحال في الخث, ويعطي درجات حرارة عالية عند اشتعاله. وفي حالات التحول الشديدة أي أعلى درجات التحول, يمكن أن يتكون الجرافيت الذي لا يشتعل بسهولة في الظروف العادية.

2.2.2.2 الرمل القاري والصخر الزيتي

تحتوي بعض الرمال, وكما هو موجود على ساحل البحر الميت, على مواد هيدروكربنية صلبة تشبه الإسفلت أو القار أو القطران, تسمى البتيومين, والصخر الرملي الحاوي على هذه المادة يسمى الرمل القاري أو القطراني. ويمثل الرمل القاري بالنسبة للنفط إما مرحلة ما قبل النضوج أو ما بعده. وتشير الدراسات الحديثة إلى أن مادة البتيومين هذه يمكن أن تكون في طبيعتها بقايا نفط مهاجر إلى أعلى عملت بكتيريا التربة على تخليصه من محتوياته الغازية.
وهنالك نوع آخر من المواد الهيدروكربونية يمكن أن نجده في الصخور الفضارية المسماة أيضاً الصخر الزيتي, وتسمى المادة العضوية الموجودة في الصخر الزيتي (الكيروجين) ولو سخنت هذه المادة في وعاء مغلق لتحولت إلى سائل وغاز شبيه بالمواد الهيدروكربونية الموجودة في النفط. وفي الأردن وفلسطين كميات هائلة منها يصل مخزونها في وسطه إلى أكثر من 40 بليون طن. قدرت نسبة الزيت الصخري الذي يمكن أن يستخرج منها بقرابة 10%.

2.3 الأثر البيئي لاستغلال مصادر الطاقة الأحفورية

لو لم يحدث التحول في الاعتماد على الوقود الأحفوري من الفحم الحجري إلى النفط لكان لذلك آثار بيئية مدمرة على صحة الإنسان في فترة وجيزة من الزمن . وتشمل الأخطار البيئية التي تواكب استخلاص الفحم الحجري من الطبيعة واستخدامه الأخطار البيئية المختلفة التالية :

1_ يعتبر تعدينه عملاً غير مربح وخطر خصوصاً إذا ما تم ذلك تحت سطح الأرض Underground Mining لما يواكب ذلك أخطار حدوث الحرائق و الانهيارات وتجمع الغازات السامة مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وكبريتيد الهيدروجين .

2_ أما تعدينه من سطح الأرض عن طريق إزالة الغطاء الترابي Strip Mining فيؤدي إلي المسارعة في تعرية التربة و تشويه المناظر الطبيعية إذا لم يواكب ذلك تشريع يجبر الشركات التي تعمل على تعدينه على إعادة تأهيل مواقع المناجم .

3_ تلويث الهواء إذ تنبعث من احتراق الفحم الحجري كميات من ثاني أكسيد الكبريت . كما أن الحرارة الناتجة عن عمليات الحرق تؤدي إلى أكسدة نيتروجين الهواء الجوي و تكوين أكاسيد النيتروجين المختلفة . وجميع هذه الأكاسيد لها أخطار عظيمة على الأنظمة البيئية الطبيعية في كونها تهيج الأنسجة و تؤثر على العمليات الغذائية للنبات فتتلف الأوراق . كما يواكب انبعاثها سقوط أمطار حامضية مما يؤدي إلى إتلاف المحاصيل . ومما تجدر الإشارة إليه انه بالإمكان انتزاع الكبريت من الفحم قبل حرقه والتقليل من تكون أكاسيد النيتروجين خلال عمليات الحرق. أما غاز ثاني أكسيد الكربون فيبرز أثره السلبي في دوره في ظاهرة الاحترار العالمية Global Warming وقد تحدثنا في كل ذلك في فصل تلوث الهواء لاحقاً.

4_ النشاط الإشعاعي وتحرير الفلزات الثقيلة, حيث تؤدي عمليات حرق الفحم إلى تحرر كميات كبيرة من العناصر الثقيلة والمشعة مثل الزئبق والكادميوم والكروم والرصاص والسلينيوم والزرنيخ والنحاس والكلور واليورانيوم والثوريوم. قد تصل هذه العناصر السامة إلى مصادر المياه السطحية أو الجوفية في المناطق المطيرة فتلوثها كيميائياً.

أما الاعتماد على الوقود السائل فيواكبه أخطار بيئية تماثل تلك التي تواكب الاعتماد على الفحم الحجري, خصوصاً الانبعاثات غازات الكبريت والكربون الملوثة للهواء والمحررة للعناصر الثقيلة. أما الغاز الطبيعي فيعتبر اقل ضرراً وتتركز خطورة الاعتماد عليه كمصدر للطاقة في مداولته وما يمكن أن يواكب ذلك من خطر حدوث الانفجارات والحرائق خلال عمليات نقله وتخزينه, ويمكن أن يؤدي الاعتماد عليه إلى: تقليل ظاهرة الاحترار العالمي كون كميات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراقه تعادل نصف الكميات الناتجة عن احتراق الوقود السائل.

2.4 استدامة مصادر الوقود الأحفوري

يمدنا الوقود الأحفوري بما قيمته 95% من كمية الطاقة التي نحتاج إليها, ومع زيادة الطلب عليه, وبقائه المصدر الوحيد للطاقة الذي نعتمد عليه, فإنه سيأتي اليوم الذي ينضب فيه هذا المصدر ليس هذا فحسب, ولاعتبارات بيئية وإستراتيجية أيضاً لا بد من البحث عن طرق للاستغلال الأمثل لهذا المصدر لاستدامة الاعتماد عليه ولا بد أيضاً من البحث عن مصادر بديلة له. وأهم السياسات والحلول الممكن إتباعها بهذا الصدد ما يلي:

1. الحفاظ على مصادر الطاقة:

يعتبر الحفاظ على مصادر الطاقة الوسيلة الأسهل والأقل كلفة في سد العجز المتوقع بين العرض والطلب. لذلك يجب أن يؤخذ ذلك بعين الاعتبار في التخطيط إلى المستقبل مصادر الطاقة هذا. وقد بدأت فعلاً الكثير من الدول الصناعية في التقليل من اعتمادها على مصادر الطاقة وتعظيم الاستفادة مما هو متوفر. فمثلاً قامت الصين بتقليل الزيادة المئوية اعتمادها على مصادر الطاقة من 7% إلى 4%

وهنالك أمثلة كثيرة أخرى على ما يمكن عمله بهذا الصدد مثل فكرة التوقيت الصيفي, والسماح للسيارات ذات الأرقام المزدوجة بالسير على الطرقات في أيام محددة وذات الأرقام الفردية في أيام أخر. وما فكرة الربط الكهربائي بين الدول والاستفادة من الفائد الحراري في محطات توليد الكهرباء في تزويد الكهرباء في تزويد المجتمعات المحلية بالماء الساخن إلا أمثلة أخرى على ما يمكن عمله للحفاظ على الطاقة.

2. التحول إلى المصادر المتجددة وغير القابلة للنفاد

حيث أن الوقود السائل الأسهل نقلاً والأكثر اقتصادية وتنوعا (أي له مشتقات كثيرة) كمصدر من مصادر الطاقة, فمن الطبيعي أن نتوقع نفاده أولاً. وبالتالي فإنه لأمر حسن أن نفكر في التقليل من استهلاكه والاستعاضة تدريجياً عنه بمصادر أخرى رفيقة بالبيئة. والنظام الذي سيبنى على مصادر أخرى بديلة لا بد وأن يكون أكثر فاعلية من نظامنا الحالي لأن التقنيات التي ستستخدم لتنفيذ ذلك ستكون أكثر تعقيداً وأكثر توفراً من تلك المعتمدة حالياً على النفط.

3. رفع كفاءة تحويل الطاقة

نعني بكفاءة تحويل الطاقة كمصطلح النسبة بين الطاقة المنتجة والطاقة المستهلكة. إذ نخسر عند استهلاكنا للطاقة جزءاً منها على شكل فاقد حراري, فمثلاً عند استخدامنا للفحم الحجري لتوليد الطاقة الكهربائية نقوم بحرقه للحصول على الحرارة اللازمة لإنتاج البخار الذي سيشغل توربينات توليد الكهرباء. وفي هذا فقد للطاقة الحرارية إلى المحيط الخارجي للمحطة. كما أن نقل الكهرباء المولدة إلى المنازل والمصانع يواكبه فقد للطاقة الحرارية إلى المحيط الخارجي للمحطة بفعل مقاومة مرور التيار. وعندما تتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء في المصابيح

الكهربائية تفقد جزءاً كبيراً من الطاقة على شكل حرارة. لذا تمثل فكرة رفع كفاءة تحويل الطاقة الأحفورية إلى شكل آخر طريقاً من الطرق الممكن إتباعها لاستدامته.

2.5 بدائل الوقود الأحفوري

تملي علينا الاعتبارات البيئية في أيامنا الحالية ضرورة البحث عن مصادر بديلة للوقود الأحفوري وتسخيرها لخدمتنا. ولغاية الآن أصبح بالإمكان استغلال ثلاثة مصادر طبيعية هي:

1. الطاقة الكهرومائية:

تولد الطاقة الكهرومائية من طاقة الماء المتحرك في مجاري الأنهار, لتحقيق ذلك يجري بناء السدود على مجاري الأنهار وبناء التوربينات التي تولد الطاقة الكهربائية. ولكن تراكم الطمي والغرين يجعل محطات الطاقة الكهربائية المقاومة على السدود ذات فترة حياة قصيرة. على الرغم من ذلك فإن هذا المصدر للطاقة هو أكثرها نظافة وفقاً بالبيئة. ولا يعني ذلك أنه لا آثار بيئية لهذه المحطات. فالسدود يمكن أن تتسبب في إحداث هزات أرضية تأثيرية. إذ يساعد ضغط الماء المحصور خلفها في زيادة الإجهادات الواقعة على الصخور تحتها مما يؤدي إلى تكسر الصخور وبالتالي إلى حدوث الهزات. كما أن بحيرات السدود يمكن أن تتلوث فيها المياه بسهولة بفعل البشر مما يؤدي إلى تأثيرات سلبية على هذه البيئة وعلة كمية المياه المتاحة للاستعمال.

2. الطاقة النووية:

ونعني بالطاقة النووية الطاقة الحرارية التي تنتج عن تحول نظير مشع وتحلله. ويمكن الحصول على هذه الطاقة الحرارية بالانشطار والدمج في ما يسمى بالمفاعلات الذرية. حيث تستخدم الحرارة الناتجة في توليد الطاقة الكهربائية. إلا أن هذا النوع من الطاقة الكهربائية. ونظراً لما لإنتاجه من خطورة على البيئة تتمثل في احتمال تسرب الإشعاعات الضارة ناهيك عن صعوبة التخلص من نفايات الوقود, أصبح أقل استعمالاً.

3. الطاقة العضوية البيولوجية:

نعني بالطاقة البيولوجية أي نوع من الطاقة نحصل عليه من الكائنات الحية أو مخلفاتها. ويمكن النظر إلى هذا المصدر على أنه وقود غير أحفوري كونه لم يتعرض لعمليات جيولوجية كما تعرض الوقود الأحفوري الذي يمثل هو الأخر بقايا كائنات عاشت قبل ملايين السنين. وأمثلة الطاقة البيولوجية متعددة مورد منها:

1- الفحم المنتج من مخلفات عصر الزيتون, 2- الكحول المنتج من مخلفات قصب السكر,
3- الغاز الحيوي, أي غاز الميثان المولد من ورث الحيوانات ومن العادم المنزلي في مكبات النفايات.

أما الأنواع الأخرى من مصادر الطاقة والتي عرفها الإنسان منذ عهد بعيد وتخلى عنها ثم عاود استغلالها لاعتبارات بيئية فهي:

1- الطاقة الشمسية:

تعتبر الطاقة الشمسية مصدراً من مصادر الطاقة غير القابلة للنفاذ. وتتخطى كمية الطاقة التي تصلنا من الشمس حدود حاجتنا الحالية والمستقبلية. ويتوقع أن يستمر وصول نفس المعدلات من الطاقة مدة خمسة بلايين عام أخرى. ويمتاز هذا المصدر من مصادر الطاقة بدعمه للحياة على الأرض وضرورته للأنظمة البيئية المختلفة. ولا يثير هموما بيئية ولا إستراتيجية.
مثل هذه المعالم تجعل الطاقة الشمسية خياراً رائعاً يمكن اللجوء إليه ما عزت مصادر الطاقة الأخرى. وقد بدأ الإنسان فعلاً في الاستفادة من مصادر الطاقة هذه في: تدفئة المنازل وتسخين المياه وتوليد الكهرباء.

2- *طاقة المد والجزر:*

تشهد شواطئ جميع المحيطات والبحار في العالم ظاهرة المد والجزر يومياً. وقد وظف الإنسان قديماً هذه الطاقة في تشغيل مطاحن الغلال في كل من بريطانيا وهولندا. وفي أيامنا الحالية وظف هذا النوع من مصادر الطاقة في توليد الكهرباء.

وفكرة ذلك تتمثل في الاستفادة من الفرق في مستوى ماء البحر عند المد والجزر والذي يصل إلى متر تقريباً. إلا أن إنشاء محطة توليد للكهرباء بشكل تجاري اعتماداً على هذا المصدر يتطلب فرقاً في مستويات الماء يصل إلى ثمانية أمتار. مثل هذه الظروف المثالية يتوافر في أماكن قليلة من العالم مثل فرنسا وروسيا وبريطانيا وهولندا وأمريكا الشمالية.

3- *طاقة الرياح:*

عرف الإنسان طاقة الرياح منذ آلاف السنيين عندما سخرها في الإبحار مثلاً على نهر النيل. كما استخدم طواحين الهواء في ضخ الماء وطحن الغلال. ولقد ساعد انتشار الإسلام في نقل تكنولوجيا طواحين الهواء (النواعير) في منطقة البحر الأبيض المتوسط.

ولقد تراجع استخدام الإنسان لهذا المصدر من الطاقة لعدة أسباب منها: كون أن الرياح غير قابلة للانتشار وغير محصورة, كالطاقة الجوفية, بالإضافة إلى أن هبوب الرياح عشوائي ومتغير السرعة, ويشيع في المناطق غير الأهلة السكان. ناهيك عن أن ما ينتج عنه من طاقة(كالطاقة الكهربائية مثلاً) يصعب تخزينه.

ومع مطلع القرن العشرين وبدء الطيران ساعد تطوير المراوح في تعظيم الاستفادة من طاقة الرياح خصوصاً ذات السرعات القليلة. ويجري حالياً توليد الكهرباء من الرياح في ما يسمى مزارع الريح كتلك الشهيرة في كاليفورنيا.

2.6 المصادر المعدنية

يلاحظ الباحث في تاريخ الحضارة الإنسانية أن مراحل تطورها قد قسمت إلى عصور ثلاثة تعتمد على مهارات اهتدى إليها الإنسان في تصنيع أدواته عبر تاريخه الطويل هي: العصر الحجري والذي لا نعلم بدايته على وجه التحديد ويرجح أنه انتهي قبل ستة آلاف عام تقريباً. والعصر البرونزي الذي بدأ مع نهاية العصر الحجري وانتهي قبل حوالي أربعة آلاف عام. والعصر الحديدي الذي ما زال مستمراً إلى يومنا هذا, حيث يمثل الحديد الفلز الأكثر استخداماً في الصناعة. وفي أيامنا الحالية, يحلو لبعض الباحثين أن يطلق علي العصر الحديدي اسم العصر الحجري الحديدي. نظراً للكم الهائل من المعادن والصخور الصناعية التي نستهلكها في تصنيع وبناء ما نحتاجه من أدوات ومنشآت. ويطلق على المعادن والصخور الصناعية التي نستهلكها مصطلح المصادر المعدنية.

وفي هذا الفصل سنعرف المصادر المعدنية وحاجات مجتمعاتنا المعاصرة إليها ونبين أهم معالمها وكيفية التنقيب عنها وأنواعها المختلفة كما سنتحدث عن استدامتها والآثار البيئية الناجمة عن استخلاصها وتصنيعها.

2.6.1 استعمالات المصادر المعدنية

يشمل تعريف المصادر المعدنية اي صخر أو معدن أو مركب أو فلز يمكن استخراجه من الأرض مع تحقيق فائدة اقتصادية. فمن الصخور نبني طرقنا ومنازلنا ومن المعادن نصنع الأسمدة والمركبات الكيميائية المختلفة ومنها أيضاً نستخلص الفلزات التي نصنع منها آلاتنا وأدوات إنتاجنا ووسائط نقلنا. وتمثل المعادن لبنات البناء الأساسية لصخور القشرة الأرضية

ومما يؤسف له أن الكثير منها يصعب استغلاله واستخلاص الفلزات منه. أما المعادن الاقتصادية فهي نادرة الوجود والعثور عليها أمر صعب للغاية.

وتعتبر العمليات الجيولوجية المختلفة، مثل التجوية والترسيب والنشاط البركاني والتحولي، المسؤولة عن تكون المصادر المعدنية. ولا يوجد عمل أكثر تحدياً ولا أكثر صعوبة من البحث عنها واكتشافها. ويسمى ذلك الفرع من العلم الذي يلتقي المصادر المعدنية وسبل اكتشافها الجيولوجيا الاقتصادية. ويستخدم كل نوع من الصخور أو المعادن لغرض ما، ولكن أكثرها قيمة أكثرها ندرة، والمجتمعات العصرية تستهلك الكثير من المصادر المعدنية، حيث أن كل فرد منا يستخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة مواد مشتقة من المعادن.

2.6.2 معالم المصادر المعدنية

تمتاز المصادر المعدنية بالمعالم التالية: (أولاً) أنها من مكونات القشرة الأرضية (ثانياً) وأنها غير متجددة، (ثالثاً) وبأن ما يحتويه كل بلد منها غير معلوم بدقة وأن احتمالية اكتشاف توضعات جديدة منها يصعب تقييمها. والآن دعونا نقترب أكثر من هذه المعالم.

1. توزعها في القشرة الأرضية

يعتبر توزيع المصادر المعدنية في القشرة الأرضية نتيجة طبيعية للعمليات التي تؤثر على دورة الصخور في الطبيعة ونتيجة طبيعية أيضا لحركة الصفائح. وهذا هو السبب الرئيسي في عدم توزيعها بالتساوي في أرجاء العالم. فمثلاً تتحكم أستراليا وغينيا في ثلث إنتاج العالم من الألومنيوم، وجنوب إفريقيا في نصف إنتاج العالم من الذهب وثلاثة أرباع إنتاج العالم من الكروم. ولأن المعادن المطلوبة محدودة في أماكن معينة لذا يتوجب البحث عنها. وذلك الفرع من الجيولوجيا الذي يهتم بالتنقيب عن المعادن الثمينة يسمى جيولوجيا الاستكشاف وتسمى الأقاليم التي تمتاز بتوضعات معدنية معينة أقاليم تمعدن. كالحزام الممتد على طول السواحل الغربية للأمريكتين والذي يحتوي على توضعات النحاس البورفيري، وقد تكون هذا الإقليم نتيجة حركية الصفائح.

2. استنزاف المصادر المعدنية

تعتبر المصادر المعدنية، وعلى العكس من المصادر الحية، قابلة للاستنزاف وهي غير متجددة،والكثير من المصادر التي تكونت قبل ملايين السنين ما تزال تتكون حتى في أيامنا الحالية إلا أن استنزافها يتم بسرعة عظيمة بالمقارنة مع الزمن اللازم لتكونها. كما أن بعض المصادر الطبيعية التي تكونت في الماضي لا يمكن أن تتكون في أيامنا الحالية. فمثلاً لا يمكن أن تتكون توضعات للنيكل بفعل النشاط البركاني كون مادة ستار الأرض التي تتشكل منها الماغما قد استنفد منها عنصر النيكل. وفي أيامنا الحالية يجري التغلب على هذه الخاصية باكتشاف توضعات جديدة أو إعادة تدوير المادة المستخرجة من الأرض.

3. تقييم الخامات

والمعلم الثالث من معالم الخامات والمصادر أنه يصعب تقييمها في أي بلد من البلاد بدرجة كافية من الدقة. والأكثر صعوبة هو إمكانية تخيل أن مصادر جديدة يمكن اكتشافها والبلد الذي يستطيع أن يلبي حاجاته في يوم من الأيام قد يصبح غير قادر على تلبيتها في المستقبل.

وهنالك مصطلحان بهذا الصدد يجب التفريق بينهما، هما المصادر والاحتياط. فكما سبق وأن علمنا يعتبر المصدر المعدني أي توضع معدني ذو قيمة ويتضمن المكتشف وما يمكن اكتشافه. والاحتياط يشير إلى مصادر معدنية تم التعرف عليها وتحديد كمياتها بدرجة كافية من الدقة.

2.6.3 أنواع المصادر المعدنية

تقسم المصادر والخامات المعدنية حسب كيفية استخدامها إلى قسمين، أولهما: الخامات الفلزية، وثانيهما: الخامات اللافلزية. والآن دعونا نتحدث وبقليل من التفاصيل عن كلا النوعين:

1. المصادر المعدنية الفلزية

يستهلك العالم كميات كبيرة من الحديد والكروم والألومنيوم وعناصر أخرى. وهذه فلزات يجري استخلاصها من معادن تسمى المصادر المعدنية الفلزية.

2. المصادر المعدنية اللافلزية

لا تستخدم المصادر المعدنية اللافلزية من أجل فلزات قد يحتويها, ولكنها تستخدم لخصائصها كمركبات كيميائية مثل الملح والجبس والمعادن الطينية.

2.6.4 تكون المصادر المعدنية

لكي تتكون المصادر المعدنية لابد من عملية أو مجموعة من العمليات يحدث منها تركيزا معينا لمعدن أو مجموعة من المعادن, ومن أمثلة هذه العمليات:

1. النشاط الماغمي الذي ينتج التوضعات المعدنية خلال عمليات التبلور الجزئي للماغما.
2. نشاط العمليات الحرمائية التي تتخلل الشقوق والصدوع في القشرة الأرضية.
3. العمليات الرسوبية.
4. التورق الناتج عن عمليات التحول.
5. نشاط الأمواج وتكون المتابر.
6. عمليات التجوية والتي تنتج التوضعات المعدنية المتبقية.

2.6.6 الآثار البيئية لأعمال التعدين

تتضمن عملية إنتاج الفلزات من خاماتها عدة بدءاً بالتنقيب وانتهاءً بالحصول على الفلز مروراً بالاستخراج من المنجم والطحن والمعالجة والصهر والتصنيع. وبعد فترة من الزمن يتم التخلص من المنتج. وجميع العمليات السابق ذكرها ينتج عنها آثار ضارة بالبيئة, يمكن تلخيصها على النحو التالي:

1. آثار على الأرض مثل تشويه معالمها من خلال إزالة الغطاء النباتي والترابي وصولا إلى جسم الخام وما ينتج عن ذلك من أكوام للأتربة والمعادن الغثة خلال المعالجة. أما أعمال التعدين تحت سطح الأرض فينتج عنها كهوف كبيرة يمكن أن تعاني من انهيارات واحتمال حدوث خسف لها.
2. آثار على الهواء مثل تصاعد الأتربة خلال التعدين والغازات خلال الصهر. أو تلوث الهواء بالإشعاعات الضارة التي يحتويها الخام المستخرج من باطن الأرض.
3. آثار على الماء مثل تكون مياه المناجم الحامضية والمياه السامة الحاوية على العناصر الثقيلة أو التي يمكن أن تنقل بدورها إلى المياه الجوفية.

وعندما ينتهي العمل بمنجم من المناجم يجري تشكيل لجنة لإعادة استصلاح موقعه وتأهيله . وذلك بضغط من أنصار الحفاظ على البيئة أو رضوخا للأنظمة والقوانين. وعادة ما يتضمن هذا إعادة تخفيف ميول الأكوام الترابية ومناطق الحفر. ومن ثم تزويد المنطقة بالتربة المناسبة وإعادة زراعة الموقع بالأنواع المناسبة من النباتات حسب النظام البيئي السائد.

2.6.7 استدامة المصادر المعدنية

سبق وأن علمت أن المصادر قابلة للاستنزاف كونها مصادر غير متجددة وبالتالي لا بد من استدامتها والحفاظ عليها. وبالإمكان تحقيق ذلك عن طريقين هما: التدوير والبحث عن البدائل لهذه المصادر.

ويتضمن الطريق الأول إعادة استغلال ما تلف من منتجات تصنيع المصادر المعدنية كالسيارات والطائرات. فالألومنيوم مثلاً يمكن استغلاله مما تلف من أدوات ولي ذلك توفير هائل للطاقة التي نحتاجها لاستخلاصه من خام البوكسيت. ومن الفلزات الأخرى التي يعاد استغلالها من تالف الأدوات: الفضة والنحاس والرصاص والحديد. أما الطريق الثاني فيتضمن البحث عن بدائل للمصادر المعدنية وهذه تقليد راسخ عبر التاريخ فقد استعيض عن الحجارة بالبرونز بالحديد. وفي أيامنا الحالية نستخدم نوعاً من البلاستيك في صناعة الأنابيب عوضاً عن النحاس والرصاص والحديد. كما أن اكتشاف الألياف البصرية اختزل الحاجة للنحاس لصناعة أسلاك التلفونات.

2.7 التربة كمصدر طبيعي

التربة مصدر مهم من المصادر الطبيعية التي نعتمد عليها في إنتاج ما نحتاجه من غذاء. وقد شهد مطلع الخمسينات من القرن العشرين, وعلى العكس ما كان متوقعاً, زيادة هائلة في إنتاج المواد الغذائية تخطت معدلات زيادة السكان. ومع حلول العام 1990 كان قد تضاعف ثلاث مرات. وقد أطلق على هذه الزيادة مصطلح الثورة الخضراء. ومما أسهم في ذلك مجموعة من العوامل تتضمن: 1) زيادة الرقعة الزراعية. 2) استخدام أنواع محسنة من الحبوب. 3) زيادة استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب وكذلك. 4) زيادة استخدام المخصبات الكيميائية. وقد كانت أكبر النجاحات للثورة الخضراء في آسيا وبالذات في دول الهند والصين إذ أصبحت هذه الدول مكتفية من الناحية الغذائية.وبالتالي حققت الثورة الخضراء لهذه الدول الأمن الغذائي الذي كانت تسعى إليه. ومما يؤسف له أن الطريق إلى تحقيق الأمن الغذائي يتهدد دائماً مشكلات بيئية مثل تلوث التربة وتجويتها. وأكبر دليل على ذلك التراجع في معدلات إنتاج الغذاء الذي شهده مطلع التسعينات من القرن العشرين. إذ أدت المشكلات البيئية التي واكبت الثورة الخضراء إلى انجراف التربة وتمليحها بفعل الإفراط في استخدام المواد الكيميائية أعقبه تلوث المياه السطحية والجوفية.

وفي هذا الفصل سنختبر طبيعة التربة وكيفية تكونها وآلية انجرافها والاستراتيجيات المتبعة في استدامة استغلالنا وتقليل انجرافها وبوارها

2.7.1 ما هي التربة؟ وكيف تتكون؟

يعرف الباحثون مصطلح التربة بطرق مختلفة كل حسب اختصاصه, فالمهندسون يعرفونها بطريقة فضفاضة على أنها الفتات الصخري الذي يغلف صخور الأرض. بينما يعرفها علماء التربة على أنها الجسر الذي يربط بين عالم الجماد وعالم الحيوان, كما يعرفونها أيضاً على أنها تلك المادة القادرة على إنماء النبات ويميزونها عن الفتات الصخري غير القادر على دعم الحياة والمسمى حزرية وتنتج التربة من عمليات التجوية بأنواعها المختلفة حيث تؤدي تلك العمليات إلى تفتت الصخور وتحللها. وتتحكم مجموعة من العوامل في المكونات النهائية للتربة ويتضمن البند التالي تعريفاً بعمليات التجوية وأنواعها والعوامل التي تتحكم في معدلات حدوثها

2.7.2 التجوية

نطلق على العمليات التي تؤدي إلى تفتت الصخور وتحللها مصطلح التجوية. ويتضمن ذلك جميع العمليات التي تحدث تغيرات فيزيائية وكيمائية على طبيعة صخور الأرض تؤدي إلى هذا التفتت. واعتماداً على ذلك جرى تصنيف التجوية إلى ثلاث أنواع هي: 1) التجوية الميكانيكية, و2)التجوية الكيميائية. و 3) التجوية الحيوية, وفيما يلي تعريف بهذه الأنواع الثلاثة:

ويتضمن الطريق الأول إعادة استغلال ما تلف من منتجات تصنيع المصادر المعدنية كالسيارات والطائرات. فالألومنيوم مثلاً يمكن استغلاله مما تلف من أدوات وفي ذلك توفير هائل للطاقة التي نحتاجها لاستخلاصه من خام البوكسيت. ومن الفلزات الأخرى التي يعاد استغلالها من تالف الأدوات: الفضة والنحاس والرصاص والحديد. أما الطريق الثاني فيتضمن البحث عن بدائل للمصادر المعدنية وهذه تقليد راسخ عبر التاريخ فقد استعيض عن الحجارة بالبرونز والحديد. وفي أيامنا الحالية نستخدم نوعاً من البلاستيك في صناعة الأنابيب عوضاً عن النحاس والرصاص والحديد. كما أن اكتشاف الألياف البصرية اختزل الحاجة للنحاس لصناعة أسلاك التلفونات.

2.7 التربة كمصدر طبيعي

التربة مصدر مهم من المصادر الطبيعية التي نعتمد عليها في إنتاج ما نحتاجه من غذاء. وقد شهد مطلع الخمسينات من القرن العشرين, وعلى العكس ما كان متوقعاً, زيادة هائلة في إنتاج المواد الغذائية تخطت معدلات زيادة السكان. ومع حلول العام 1990 كان قد تضاعف ثلاث مرات. وقد أطلق على هذه الزيادة مصطلح الثورة الخضراء. ومما أسهم في ذلك مجموعة من العوامل تتضمن: 1) زيادة الرقعة الزراعية. 2) استخدام أنواع محسنة من الحبوب. 3) زيادة استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب وكذلك. 4) زيادة استخدام المخصبات الكيميائية.
وقد كانت أكبر النجاحات للثورة الخضراء في آسيا وبالذات في دول الهند والصين إذ أصبحت هذه الدول مكتفية من الناحية الغذائية. وبالتالي حققت الثورة الخضراء لهذه الدول الأمن الغذائي الذي كانت تسعى إليه. ومما يؤسف له أن الطريق إلى تحقيق الأمن الغذائي يتهدد دائماً مشكلات بيئية مثل تلوث التربة وتجويتها. وأكبر دليل على ذلك التراجع في معدلات إنتاج الغذاء الذي شهده مطلع التسعينات من القرن العشرين. إذ أدت المشكلات البيئية التي واكبت الثورة الخضراء إلى انجراف التربة وتلميحها بفعل الإفراط في استخدام المواد الكيميائية أعقبه تلوث المياه السطحية والجوفية.
وفي هذا الفصل سنختبر طبيعة التربة وكيفية تكونها وآلية انجرافها والاستراتيجيات المتبعة في استدامة استغلالنا وتقليل انجرافها وبوارها

2.7.1 ما هي التربة؟ وكيف تتكون؟

يعرف الباحثون مصطلح التربة بطرق مختلفة كل حسب اختصاصه, فالمهندسون يعرفونها بطريقة فضفاضة على أنها الفتات الصخري الذي يغلف صخور الأرض. بينما يعرفها علماء التربة على أنها الجسر الذي يربط بين عالم الجماد وعالم الحيوان, كما يعرفونها أيضاً على أنها تلك المادة القادرة على إنماء النبات ويميزونها عن الفتات الصخري غير القادر على دعم الحياة والمسمى حزرية وتنتج التربة من عمليات التجوية بأنواعها المختلفة حيث تؤدي تلك العمليات إلى تفتت الصخور وتحللها. وتتحكم مجموعة من العوامل في المكونات النهائية للتربة ويتضمن البند التالي تعريفاً بعمليات التجوية وأنواعها والعوامل التي تتحكم في معدلات حدوثها

2.7.2 التجوية

نطلق على العمليات التي تؤدي إلى تفتت الصخور وتحللها مصطلح التجوية. ويتضمن ذلك جميع العمليات التي تحدث تغيرات فيزيائية وكيمائية على طبيعة صخور الأرض تؤدي إلى هذا التفتت. واعتماداً على ذلك جرى تصنيف التجوية إلى ثلاث أنواع هي: 1) التجوية الميكانيكية, و2)التجوية الكيميائية. و 3) التجوية الحيوية, وفيما يلي تعريف بهذه الأنواع الثلاثة:

1. *التجوية الميكانيكية*

يتضمن هذا النوع تفتت صخور القشرة الأرضية إلى قطع أصغر دون إحداث تغير في تركيبها الكيميائي. وعادة ما يحدث هذا بفعل التذبذب في درجات الحرارة والحصار الأحمال على الصخور مما يؤدي إلى تشققها والسماح للماء بدخول هذه الشقوق. وفي المناطق الباردة يعمل تجمد الماء المتخلل إلى هذه الشقوق على تفتت الصخر بفعل الزيادة في الحجم ومهما كان السبب فإن هذا النوع من التجوية سيحول الكتل الصخرية الكبيرة إلى قطع أصغر مما سيزيد في مساحة سطوح الصخر الذي تعرض للتجوية.

2. *التجوية الكيميائية*

تتضمن عمليات التجوية الكيميائية تحلل معادن الصور نتيجة لتفاعلات كيميائية مثل الحلمأة والذوبان في الماء والتأكسد وانتزاع ماء التبلور.

وتعزز عمليات التجوية الميكانيكية دور عمليات التجوية الكيميائية عن طريق زيادة مساحة السطح الخارجي لحبيبات الصخور المعرضة للتفاعل

3. *التجوية الحيوية*

يمكن أن يكون أثر التجوية البيولوجية على صخور القشرة الأرضية ذا طبيعية ميكانيكية أو كيميائية. مثال ذلك دور الجذور في تفتيت الصخور تفتيتاً ميكانيكياً.وكيميائياً. ودور الديدان وبعض الكائنات الدقيقة في تذويب وتفتيت المعادن.

ومن العوامل التي تتحكم في عمليات التجوية وبالتالي في تكون التربة: المناخ وطبيعة الصخر والزمن وطوبوغرافية الأرض.

2.7.3 تكون التربة وأنواعها

تعتبر نواتج عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية لبنات البناء الأساسية للتربة. كما أن هناك مواد عضوية تمتزج مع المكونات المعدنية للتربة ويعتبر وجودها حاسماً في تحديد مدى خصوبتها وتطور نطاقاتها المختلفة. كما يعتبر الماء والهواء من مكوناتها الأساسية.

2.7.3.1 التعرية

هنالك ثلاثة أنواع من العمليات الجيولوجية التي تعمل على إعادة تشكيل سطح الأرض وتغيير معالمها عبر الأيام والسنين هي التجوية والتعرية والانزلاقات الأرضية. وتتضمن الأولى تفتت وتحلل صخور القشرة الأرضية أما الثانية فتتضمن نقل الفتات الناتج عن الأولى بفعل عوامل مثل الماء والهواء والجليد أما الثالثة فتتضمن حركة للمواد الأرضية تحت تأثير الجاذبية.

وتعتبر عمليات التعرية من أهم عوامل تكون التربة وفقدها. بالتالي فإن فعلها على التربة في المكان الخاطئ يعتبر كارثة طبيعية. ويمكن أن تحدث التعرية بسرعة عظيمة بفعل الفيضانات مثلاً أو ببطء شديد كما في المناطق الباردة والمتجمدة. والمحصلة النهائية لذلك كله تدهور خصوبة التربة وفقدها. وفي هذا المقام لا بد من ذكر دور عمليات التصحر في تدهور إنتاجية الأراضي الزراعية وفقدها كما ه حاصل في منطقة الشرق الأوسط.

2.7.4 تدهور التربة وفقدها

تفيد تقارير منظمة الغذاء والزراعة الدولية أن التراجع الذي شهدته الثورة الخضراء مع مطلع التسعينات من القرن الماضي عائد إلى فقد التربة بمعدلات سنوية تصل إلى ما مساحته 11 مليون هكتار.

ويساهم التحول إلى الاستخدامات غير الزراعية كإنشاء التجمعات السكانية والتوسع في إنشاء الطرق السريعة وأعمال التعدين وإقامة المنشآت الصناعية في ربع ما يفقد من التربة سنوياً.

كما يساهم في تدهور إنتاجيتها بالإضافة إلى عمليات التعرية السابق ذكرها النشاط الإنساني المتمثل في إنتاج العوادم الخطرة ذات السمية العالية والمسكب الكيماويات والتمليح والإفراط في الري وسوء استخدام المبيدات الحشرية وترسب ملوثات الغلاف الجوي.

2.7.5 الحفاظ على التربة

بعد أن قمنا باستعراض العمليات الطبيعية والنشاطات الإنسانية التي تؤدي إلى انخفاض خصوبة التربة وفقدها لا بد وأن نتطرق لما يمكن عمله للتقليل والحد من آثار ذلك بهدف الحفاظ عليها واستدامة الزراعة. ومن الحلول التي تتبادر إلى الأذهان:

أولاً: إستصلاح أراض جديدة

يتوفر على المستوى العالمي 3.2 بليون هكتار صالحة للأغراض الزراعية يستخدم منها حالياً نصفها. وتعتبر اليابان أشد الدول فقراً في الأراضي الصالحة للزراعة. والولايات المتحدة الأمريكية وروسيا أكثر غنى بها.

وتعزى الزيادة في الإنتاج الزراعي في كثير من الدول النامية إلى استخدام التقنيات الزراعية الحديثة وليس إلى التوسع في استصلاح أراضي جديدة ومن ناحية أخرى فقد فرضت محدودية الأراضي الزراعية والزيادة الهائلة في عدد السكان التفكير الجدي في استصلاح الأراضي وزيادة مساحة الرقعة الزراعية. ويعتبر بلد كمصر أحسن مثال على ذلك إذ يجري حالياً تنفيذ مشاريع لهذا الغرض في صحراء سيناء وصحراء مصر الغربية عن طريق إيصال مياه نهر النيل هذه المناطق.

ثانياً: الحفاظ على التربة

كما أسلفنا, تعتبر التربة من المصادر الطبيعية المتجددة إذ تجري تغذيتها إذا ما أولينا عملية زراعتها عناية فائقة. وعلى العكس من ذلك تعمل الممارسات الخاطئة مع العمليات الطبيعية على زيادة معدلات فقدها. والسؤال المطروح: ماذا يمكننا فعله من أجل الحفاظ على التربة؟ من بين المقترحات المقدمة في هذا الصدد العناية بطبوغرافيتها وتزويدها بغطاء يمنع انجرافها وحراثتها بطرق علمية صحيحة والتأقلم مع نوعها ومناخها. وفي ما يلي موجز لما يمكن عمله:

1. *العناية بطوبغرافيتها:* يعتبر ماء المطر المنساب من المناطق المرتفعة إلى المناطق المنخفضة أهم عامل في تعرية التربة. وتعد الحراثة الكنتورية علاجاً ناجحاً في التقليل من ذلك. كما أن إعادة تشكيل الأرض عن طريق عمل المصاطب تساعد على احتفاظ التربة بالماء ومنع انجرافها واليمن خير مثال على ذلك. وكذلك المناطق المرتفعة من الأردن وفلسطين. كما أن زراعة النباتات الحولية تعتبر مناسبة لبعض الأنواع من التربة وتساعد على الحفاظ عليها.
2. *تزويدها بغطاء مناسب:* يعتبر ترك بقايا المحاصيل الزراعية في التربة من الوسائل البدائية التي تستخدم في الحفاظ على التربة ولا ينحصر دورها في التقليل من عمليات تعرية التربة فقط وإنما في التقليل أيضاً من معدلات التبخر وتلطيف درجة حرارتها. ومن مساوئ ذلك تفاقم الآفات الزراعية. وحديثاً يجري استخدام أغطية بلاستكية للحد من مشكلتي التبخر والتعرية كما هو حاصل في منطقتنا التي تعاني من شح في المياه والتصحر.

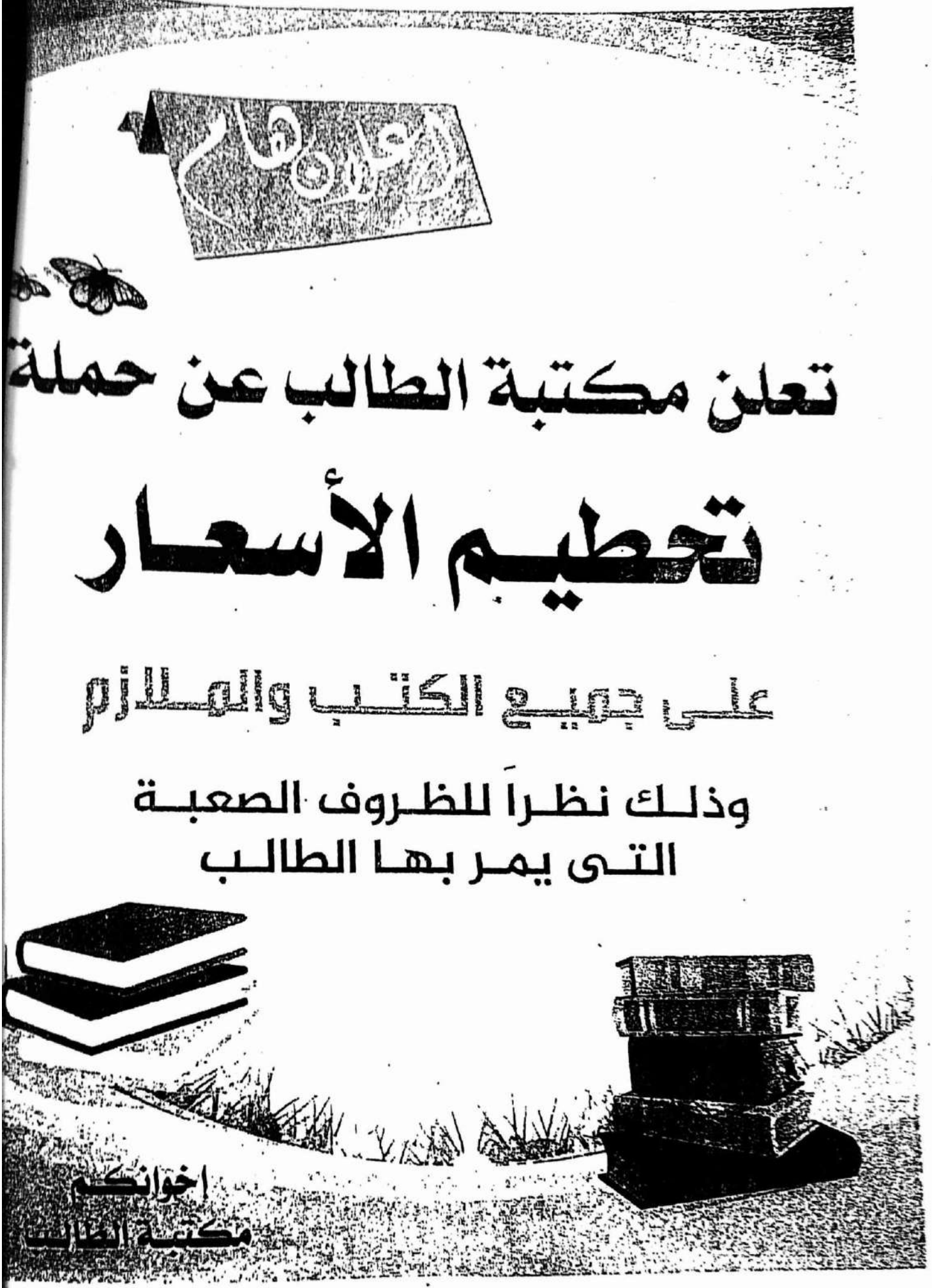
3. *الحراثة غير العميقة:* يهدف المزارع من الحراثة العميقة إلى قلابة التربة من أجل تهويتها ورفع العناصر الغذائية فيها إلى السطح وتسهيل ريها من أجل زيادة إنتاجها. وما زالت الحراثة العميقة حلاً مناسباً في الكثير من أنواع التربة وللكثير من أنواع المحاصيل. وقد تبين أن الحراثة العميقة ليست الحل الوحيد المناسب لزيادة أنواع المحاصيل الزراعية. وأن الحراثة غير العميقة التي تستخدم محاريث تصل إلى عمق أقل في التربة تقلل من معدلات انجرافها عن طريق المحافظة على بقايا النباتات والمحاصيل الزراعية كغطاء لها. ولكن المزارعين الذين يستخدمون مثل هذه التقنيات للحفاظ على التربة لا بد لهم من الاعتماد على المبيدات الحشرية مما يعرض التربة لمعدلات عالية من السمية.

4. *المكافحة المتكاملة للآفات:* يعتبر الملحى الجديد في إتباع نظام المعالجة المتكاملة للآفات وسيلة مهمة من وسائل الحفاظ على التربة. فقد خفض هذا النظام من معدلات استخدام المبيدات إلى درجة كبيرة تصل إلى 90% في بعض الحالات. ويتضمن هذا النظام مجموعة من التقنيات تعتمد على استخدام المحددات البيولوجية مثل المفترسات أو الممرضات كالفيروسات وأنواع من البكتيريا في مكافحة الآفات الزراعية, أو إجراء عمليات تعقيم ذكور الحشرات التي تسبب هذه الآفات.

كما أن إتباع النمط الزراعي وغمر التربة بالماء قبل الزراعة وحرق بقايا المحاصيل الزراعية من الوسائل الناجحة في التقليل من استخدام المبيدات.

5. *الزراعة العضوية:* يلجأ بعض المزارعين على أراضيهم الزراعية إلى تقليل من استخدام المخصبات غير العضوية والمبيدات والآليات وبالتالي التقليل من استهلاك الوقود. وعلى الرغم مما في ذلك من تخفيض لمعدلات الإنتاج إلا أنه يواكب ذلك حفاظ على التربة وتقليل للنفقات. وقصص النجاح في هذا المضمار تعج بها تقارير منظمة الزراعية الدولية والمجلات العلمية المتخصصة خصوصاً في الولايات المتحدة الأمريكية وكثير من دول السوق الأوروبية المشتركة.

6. *إتباع أنظمة زراعية رفيقة بالبيئة وعادلة:* لقد أصبحت الحاجة ملحة لاستدامة الزراعة بدلاً من زيادة الإنتاج عن طريق البحث عن محاصيل لها خصائص غذائية عالية ومقاومة للآفات الزراعية. ويذهب البعض إلى ضرورة السيطرة على معدلات النمو السكاني عن طريق تأسيس نظم اجتماعية وسياسية واقتصادية مبنية على التوزيع العادل للمصادر الطبيعية. فهم يشجعون على إصدار قوانين إصلاح تسمح للمزارعين بجني ثمار جهدهم عن طريق الحصول على أسعار عادلة لمحاصيلهم مما يمكنهم من الحفاظ على أراضيهم بهدف استدامة زراعتها وخير مثال على ذلك الصيني والهند ومصر. وقد أثبت تطبيق هذه السياسات في المناطق النائية من دول العالم الثالث مدى نجاعتها في الحفاظ على التربة واستدامة زراعتها.


إعلان هام
تعلن مكتبة الطالب عن حملة
تحطيم الأسعار
على جميع الكتب والملازم
وذلك نظراً للظروف الصعبة
التى يمر بها الطالب
إخوانكم
مكتبة الطالب