علم البيئة

ما الذي نعرفه عن علم البيئة ؟ ما أهميته ؟ ما الذي يدرسه ؟ وما علاقته بالعلوم الأخرى؟

يتفق الخبراء والمختصون المعنيون بأن علم البيئية يحتل في الوقت الحالي حيزاً هاماً بين العلوم الأساسية والتطبيقية والإنسانية.ولعل من أهم ما دعا الإنسان المعاصر الى النظر الى علوم البيئية بهذه الجدية هي التفاعلات المختلفة بين أنشطة التنمية والبيئة، والتي تجاوزت الحدود المحلية الى الحدود الأقليمية والعالمية.واصبح الإنسان ينظر الى هذه المستجدات كمشاكل عالمية لا تستطيع الدول، إلا مجتمعة، أن تضع الأطر والحلول المناسبة لها.علماً بأن مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية في ستكهولم عام ١٩٧٢ أعطى للفضة " البيئة" فهماً واسعاً، بحيث اصبحت تدل على أكثر من مجرد عناصر طبيعية (ماء، وهواء، وتربة، ومعادن، ومصادر للطاقة، ونباتات، وحيوانات)، وإنما جعلها بمثابة رصيد من الموارد المادية والإجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته.

لقد نشأ علم البيئة كحاجة موضوعية،ليبحث في أحوال البيئة الطبيعية، أو مجموعات النباتات، او الحيوانات التي تعيش فيها، وبين الكائنات الحية الموجودة في هذه البيئة.وعلم البيئة يبحث في الأفراد والجماعات والمجتمعات والأنظمة البيئية، وحتى في الكرة الحية،ولذا يعتبر أحد فروع علم الأحياء الهامة،حيث يبحث في الكائنات الحية ومواطنها البيئية.

ويُعرفُ علم البيئة بانه العلم الذي يبحث في علاقة العوامل الحية (من حيوانات ونباتات وكائنات دقيقة) مع بعضها البعض، ومع العوامل غير الحية المحيطة بها.وهو معني بدراسة وضع الكائن الحي في موقعه، فضلا عن محيطه الفضائي.ويحاول علم البيئة الإجابة عن بعض التساؤلات، ومنها: كيف تعمل الطبيعة، وكيف تتعامل الكائنات الحية مع الأحياء الآخرى أو مع الوسط المحيط بها سواء الكيماوي أو الطبيعي . وهذا الوسط يطلق عليه النظام البيئي،الذي نجد أنه يتكون من مكونات حية وأخري ميتة أو جامدة.إذاً،فعلم البيئة هو دراسة الكائنات الحية وعلاقتها بما حولها وتأثيرها على علاقتنا بالأرض.

المرادف لمصطلح البيئة بالأنكليزية هو Environment.وهناك مصطلح Ecology، مشتق من كلمة Okologie الذي إقترحها عالم الحيوان الألماني أرنست هيكل Ernest Haeckel (١٨٦٩) لتعني علاقة الحيوان مع المكونات العضوية واللاعضوية في البيئة.وأصل الكلمة مشتق من المقطع اليوناني Oikes والتي تعني بيت و Logos تعني علم. وبذلك تكون كلمة إيكولوجي هي علم دراسة أماكن معيشة الكائنات الحية وكل ما يحيط بها.

وفي اللغة العربية، فان كلمة بيئة مشتقة من الفعل الثلاثي بَوَأَ، ونقول تبوأ المكان أي نزل وأقام به. والبيئة هي المنزل، أو الحال (المعجم الوسيط). ولقد درجنا في اللغة العربية على إطلاق إسم علم البيئة على التسمية Ecology فأختلط بذلك الأمر مع مفهوم البيئة Environment وأصبح عالم Ecologist وعالم Environmentist وكأنهما تسميتان مترادفتان لمجال عمل واحد، ولكن الواقع يختلف عن ذلك تماماً .فعالم Ecologist يعني- بحسب اَيوجين اَدوم- بدراسة وتركيب ووظيفة الطبيعة، أي أنه يعني بما يحدد الحياة وكيفية إستخدام الكائنات للعناصر المتاحة.أما عالم البيئة Environmentis فيعنى بدراسة التفاعل بين الحياة والبيئة،أي انه يتناول تطبيق معلومات في مجالات معرفية مختلفة في دراسة السيطرة على البيئة، فهو يعني بوقاية المجتمعات من التأثيرات الضارة، كما يعنى بالحفاظ على

البيئة محلياً وعالمياً من الأنشطة البشرية ذات التأثير الضار، وبتحسين نوعية البيئة لتناسب حياة الإنسان.

إن علم البيئة أو علم التبيؤ Ecology هو الدراسة العلمية لتوزع وتلاؤم الكائنات الحية مع بيئاتها المحيطة وكيف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأحياء كافة وبين بيئاتها المحيطة. بيئة الكائن الحي تتضمن الشروط والخواص الفيزيائية التي تشكل مجموع العوامل المحلية اللاحيوية كالطقس والجيولوجيا (طبيعة الأرض)، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي (مقرها البيئي) habitat.

تقسيمات علم البيئة

لتسهيل دراسة علم البيئة وتخصيص مجال الدراسة، وضعت عدة تقسيمات لعلم البيئة، منها:

١-علم البيئة الفردية Autecology والذي يهتم بدراسة نوع واحد أو التداخلات الحيوية في مجموعة مترابطة من الأنواع في بيئة محددة،ويعتد هنا إستخدام التجربة في الدراسة، سواء المخبرية او الميدانية، لجمع المعلومات البيئية.

٢-علم البيئة الجماعية Synecology وهو نوع من الإتجاه الجماعي في الدراسة، وفيه تدرس جميع العوامل الحية(جميع أنواع الكائنات الحية) والعوامل غير الحية في منطقة بيئية محددة. ويقسم هذا العلم الى:

علم البيئة البرية Terrestrial Ecology- اوعلم بيئة اليابسة وهو العلم الذي يبحث في دراسة الكائنات الحية في أي منطقة على اليابسة وعلاقاتها مع بعضها البعض من جهة ومع العوامل البيئية من جهة اخرى. ويمكن تقسيم بيئة اليابسة الى

- حسب طبوغرافية الارض الى بيئة الجبال ، بيئة السهول ، بيئة الهضاب، بيئة التلال.

-حسب انماط النظم البيئية الى بيئة الغابات بيئة الادغال ، بيئة المحاصيل ،بيئة المراعي ، بيئة المدن، - حسب الموقع على الكرة الارضية الى البيئة الاستوائية والبيئة شيه الاستوائية وبيئة المنطقة المعتدلة والبيئة القطبية

علم البيئة المائية Aquatic Ecology

ويمكن تقسيمها اعتماداً على الملوحة الى

أ- علم بيئة المياه العذبة fresh water ecology وتتميز بعذوبة مياهها اذ لا تزيد الاملاح في مياها 0.5 جزء بالألف .

ب- علم بيئة المصبات Estuarine ecology وتتميز بأن الملوحة فيها لا تزيد عن 19جزء بالألف

علم بيئة البحار marine ecology وتتميز بملوحتها العالية اذ تزيد الاملاح فيها عن 35 جز بالألف

اوعلم البيئة البحرية Marine Ecology

وفي تقسيم اَخر، يقسم البيئة الى:

علم البيئة الحيوانية Animal Ecology
علم البيئة النباتية Plant Ecology

وفي تقسيم اخر يمكن تقسيمها حسب المجموعة التصنيفية الى بيئة اللبائن بيئة الطيور بيئة الزواحف وبيئة الحشرات

وقد إتسعت دائرة علم البيئة لتشمل العديد من الفروع المتعلقة به، ومنها إدارة الحياة البرية Wildlife Management وعلم الغابات Forestry وعلم بيئة المتحجرات Paleoecology وعلم المحيطاتOceonography وعلم الجغرافيا الحياتية Biogeography وعلم تلوث البيئة Pollution Ecollgy و علم التقانات البيئية Eclogical Technology وعلم البيئة الفسيولوجي Physiological Ecology الخ.

وكغيره من العلوم، فانه من الصعب فصل علم البيئة عن غيره من العلوم الطبيعية والبحتة، فهو مرتبط بكل فروع علم الأحياء إرتباطاً وثيقاً كالفسيولوجيا،أو الفسلجة، وعلم الحيوان، وعلم النبات، والكيمياء الحيوية، والوراثة والتطور، وعلم السلوك، والبيولوجيا الجزيئية، والتقانات الحيوية. ويرتبط علم البيئة أيضاً بالعديد من العلوم الأخرى، أهمها :علم الأحصاء، وذلك لتوزيع البيانات التي يحصل عليها الباحث البيئي توزيعاً إحصائياً، ويستخدم الحاسوب في تحليل النتائج وإعطاء أفضل الوسائل لعرضها وتوضيحها. وكذلك فهو يرتبط بعلم الكيمياء، والفيزياء، والجيولوجيا، والهندسة، وله علاقة كبيرة مع علم الصيدلة، والطب، والزراعة بشتى فروعها.

ومن هنا فإن مجال علم البيئة واسع جداً، مقارنة بعلوم الحياة الأخرى.ولأدراك ما يبحثه هذا العلم، علينا أولاً التعرف على ما يسمى بالطيف البيولوجي Biological Spectrum الذي يمثل أولى الخطوات في مفهوم علم الحياة، حيث تتألف حلقات هذا الطيف من مكونات تُرسم في وضع افقي، لا تأخذ فيه حلقة أهمية عن حلقة أخرى:

أجهزة- ---- أعضاء ----- أنسجة----- خلايا ---- عُضيات------ جزيئات
Molecules- --Organells-- Cells ---Tissues-- -Organs - Systems
/
كائنات حية -- Organisms
/
جماعات - ----- مجتمعات حيوية --- أنظمة بيئية ---- الكرة الحية
Ecosphere - Ecosystems - Communities - Populations

الطيف البيلوجي- الصف الأعلى يمثل مجال عمل العالمي البيئي، الأسفل- مجال فروع علم الحياة الأخرى

و يمثل الطيف البيولوجي،من جانب اَخر، ترابط هذه الحلقات مع بعضها البعض. فالمفهوم العام بأنه لا يمكن لعضو معين ان يمارس وظيفة معينة إلا إذا كان ضمن جهاز يضمن له البقاء والإستمرارية. والجماعة السكانية الحياتية لها فرصة بالبقاء أفضل ضمن المجتمع البيئي، والمجتمع ضمن النظام البيئي، وهكذا حتى يصل المطاف الى الكرة الحية التي تحوي مجموعة الأنظمة البيئية كلها. ولولا وجود الكرة الحية لتداعت هذه الحلقات جميعها ولما وجد الطيف البيولوجي والحياة بأكملها.

بعض المفاهيم التي نحتاجها في دراسة علم البيئة

١-السكان (ال**جماعة) Population** عرفه Meline عام ١٩٦٢ بأنه عدد من الافراد لنوع معين تحيا في مكان معين ، ويتبدل السكان بمرور الزمن مثل جماعة من العصافير او الغزلان او الوز.

٢-**المجتمعات (Communities)** وتشمل جميع المجموعات السكانية لأنواع مختلفة التي تعيش وتتطور وتتفاعل مع بعضها في تزاحم او تعاون في منطقة معينة تستطيع العيش فيها عبر فترة زمنية طويلة من الزمن مثل بركة او مرعى او صحراء.

٣- **الغلاف الحيوي Biosphere** وهو ذلك الجزء من الكوكب (الارض) الذي توجد فيه الحياة اذ يمتد من ١١٠٠٠متر تحت مستوى سطح البحر الى ١٥٠٠٠متر فوق مستوى سطح البحر.

٤- **الموطن البيئي Habitat** وهو يمثل وحدة النظام البيئي اذ يمثل الملجأ او المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

٥- **المركز (النيخ البيئي) Ecological Niche :** ويقع ضمن الموطن وهو المحل الذي توجد فيه مجموعة من الاحياء تعيش مع بعضها وتعرف من خلال علاقة هذه الاحياء من ناحية الغذاء والاعداء ويعتبر اكثر شمولاً من الموطن البيئي حيث انه لا يشمل المكان الطبيعي الذي يحتله الكائن الحي وانما يشمل اثره في المجتمع مثل موضعه الغذائي وموقعه في التدرجات البيئية كدرجات الحرارة والرطوبة والرقم الهيدروجيني ph والتربة وشروط الوجود الاخرى لذا فالموطن هو عنوان الكائن الحي والمركز البيئي هو حرفته او وظيفته ضمن المجتمع.

٦- **المكافئات البيئية Ecological Equivalent** : تعرف الكائنات الحية التي تحتل المراكز البيئية نفسها او مشابه لها لمساحة جغرافية مختلفة مكافئات بيئية. وتميل الانواع التي تحتل مراكز متكافئة ان تكون على علاقة تصنيفية قريبة في المناطق المجاورة ولكن كثير ما لا تكون على علاقة في المناطق المفصولة عن بعضها كثيراً او بعضها معزول عن بعض. ويمكن اعتبار الكنغر الاسترالي مكافئاً بيئياً للثور الامريكي لأنها تتغذى في مناطق عشبية واحدة.

المصادر:

د. حسين علي السعدي علم البيئة
د. علياء حاتوغ- بوران و محمد حمدان أبو دية، علم البيئة،دار الشروق، عمان، ١٩٩٤، ص ٥.
[١] - - رشيد الحمد ومحمد صباريني، البيئة ومشكلاتها،عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب،الكويت١٩٧٩، ص ٢٤.
[١] - د. علي حسين عزيز حنوش، البيئة العراقية: المشكلات والآفاق، وزارة البيئة، بغداد، مايس ٢٠٠٤
[١] - علم البيئة،، من ويكيبيديا ،الموسوعة الحرة. http://ar.wikipedia.org
- د. محمد صابر سلين، د. أمين عرفان دويدار، د. حسني أحمد إسماعيل، ود. عدلي كامل فرح، علوم البيئة، وزارة التربية والتعليم، بالإشتراك مع الجامعات المصرية، برنامج تأهيل معلمي المرحلة الإبتدائية للمستوى الجامعي، ١٩٨٦، ص ٧.
[١] - محمد السيد أرناؤوط، الإنسان وتلوث البيئة،الدار المصرية اللبنانية،١٩٩٣، ص ١٨.
[١] - علم البيئة،، من ويكيبيديا، الموسوعة الحرة http://ar.wikipedia.org

لماذا الإهتمام بالبيئة وضرورة المحافظة عليها

يؤكد الخبراء بأن إدراك الفرد والجماعة لأهمية البيئة وضرورة المحافظة على مقوماتها قديم قدم وجود الإنسان على الأرض. غير أن هذا الإدراك تزايد منذ إنعقاد مؤتمر الأمم المتحدة لبيئة الإنسان في العاصمة السويدية ستوكهولم في حزيران/ يونيو ١٩٧٢، واليوم ثمة إجماع عام على أن حياة الإنسان وصحته ورفاهيته مرتبطة كل الإرتباط بمصادر البيئة المحيطة وسلامتها، وهي تحدد مصير الأجيال- حاضراً ومستقبلاً.

إن البيئة- ظاهرة كونية طبيعية، تشكلت وارتبطت بسلسلة من التحولات الجيولوجية والمناخية قبل مئات الالوف، بل ملايين السنيين، لتكون النظام البيئي الخاص Ecosystem ، الذي تحكمه قوانين مكونات البيئة وعناصرها الأساسية، والتحولات والتغيرات في الظواهر البيئية.والتحولات والتغيرات البيئية هي نتاج التغيرات الطبيعية وما يتبعها من تحولات، او ناجمة عن تنامي دور الإنسان والمجتمعات البشرية عبر ضغطها المتواصل وافراطها في استثمار مواردها او اطلاق الملوثات والنتائج العرضية لمخلفات التنمية. هذه التحولات والتغيرات تتسبب باحداث خلل في التوازن البيئي. والخلل في التوازن البيئي ينعكس بصور متنوعة منها

- **موجات الجفاف،**
- **التقلبات المناخية المتطرفة.وتفضي التقلبات المناخية الى احداث أضرار على التوازن الاحيائي، ونمط الحياة السائد. ونتيجة لتلك الأضرار تختفي مجموعات من الكائنات الاحيائية (حيوانية او نباتية ممن كانت سائدة). و بالتالي فهذه التغيرات تشكل طريقاً سهلاً لاضطرابات اقتصادية واجتماعية وصحية متنوعة. وبذا تصبح الحياة، بشكل عام، والحياة الانسانية، بشكل خاص، اكثر تعقيداً، وصعوبة، ومشقة**

لقد شكلت،وتشكل الضغوط البيئية، وتفاقماتها المتراكمة على امتداد ما يقرب من قرن من الزمان، عبئاً ثقيلاً على النظام البيئي. غير ان وتائر التدهور تسارعت خلال النصف الثاني من القرن العشرين وحتى اليوم، بسبب الأحداث التي شهدها، وأثرت تأثيراً كبيراً على البيئة في العالم، كالحروب، والتلوث، والتغيرات المناخية،والفقر، والمجاعة، وإنتشار الأمراض،وغيرها..فاضحت مشكلات التدهور والتلوث البيئي قضية مركزية للحياة ولمستقبل المنطقة بكاملها.وأصبح أمراً مؤكداً، ولا يقبل الشك، بأن الاستقرار والتنمية ترتبطان اوثق ارتباط مع تعزيز اتجاهات تنظيف البيئة ورعايتها وحمايتها. وكل هذا يستلزم إدارة بيئية عصرية ومتطورة، من دونها لا يمكن بلوغ الإستقرار والتنمية المستدامة. ويمكن تلخيص محاور التدهور البيئي بما يلي:

١ -التعرية لمكونات النظام البيئي الاساسية، وهي الموارد الارضية، والغطاء النباتي، والتنوع الاحيائي، والتغيرات المناخية وغيرها.

٢- تزايد مستويات التلوث لمحيط الهواء والماء والتربة الزراعية والمحيط الاحيائي.

٣-تدهور نوعية الحياة الانسانية (تراجع معدلات عمر الانسان بعد الولادة، وتراجع مستويات الخدمات، وانتشار ظاهرة الفقر).

فالبحث في هذه المحاور، في احد جوانبه ، البحث بالمشكلات الاقتصادية – الاجتماعية، بحكم الروابط والتاثيرات المتبادلة بين مكونات البيئة الطبيعية والاجتماعية. فالبيئة النظيفة لا يمكن الوصول إليها الا بحسن التنظيم، والمعرفة المناسبة، وبتوازن يؤمن عدم الافراط في الاستثمار، وضمان ديمومة الموارد الطبيعية، وامتلاك المجتمع لمستويات مناسبة من الوعي البيئي لكنف ومظلة الطبيعة التي يعيش تحت ظلها.

لقد أظهر المشاركون في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة البشرية في ستوكهولم بالسويد عام ١٩٧٢وعياً بان مستقبل التنمية، بل وربما بقاء الجنس البشري،أصبح محفوفاً بأخطار متزايدة بسبب تصرفات الإنسان الخاطئة في البيئة، التي بدأت تئن من الأذى وتعجز عن إمتصاصه.

ويؤكد الخبير البيئي الدولي د.عصام الحناوي أنه منذ إنعقاد المؤتمر المذكور والإدراك في العالم يتزايد بان حياة الإنسان ورفاهيته مرتبطة كل الإرتباط بمصادر البيئة وصحتها.يصدق هذا على الحاضر وعلى المستقبل.ولا يخفى على أحد ان حماية البيئة أصبحت من أهم التحديات التي تواجه عالمنا اليوم، وهي مواجهة يكون النجاح فيها خير ميراث للأجيال القادمة.ويضيف الحناوي بحق:إذا كان السلوك الإنساني هو العامل الأساس الذي يحدد إسلوب وطريقة تعاملنا مع البيئة وإستغلال مواردها، لا شك ان للتعليم والإعلام دور هام في ترشيد السلوك وحفزه للحد من الأخطار الناجمة عن الإستهلاك غير الصحيح للموارد البيئية المتاحة

وتستهدف حماية البيئة (بصورتها المبسطة) تحسين سلوك الانسان في التعامل مع الوسط المحيط به، ووقف ايذائه للطبيعة، والحد من مظاهر الافراط في استهلاك مواردها. فحماية الاراضي الزراعية الخصبة من التدهور والتعرية، وحماية الموارد الطبيعية في المرتفعات الجبلية او في الصحراء ، وحماية المحيط المائي او الغابات القديمة او المراعي القديمة، جميعها تتطلب الحماية والاستفادة من التقاليد والتراث القديم في ميدان حسن الاستثمار. اي ان الشكل الاولي لحماية البيئة هو منع الضرر، ومراقبة مستويات التلوث، او استباق حدوثه او تعطيله في اسرع فرصة زمنية.

إن المسألة البيئية تعد اليوم واحدة من أهم مسائل عصرنا.أهميتها نابعة من العناصر الأساسية للبيئة: الهواء، الذي نتنفسه، والماء الذي نشربه، والتربة التي نسكن عليها، ونزرعها ونحصد منتوجها، لنعيش ونتكاثر في أجوائها، ونمارس حياتنا وأنشطتنا المختلفة.تؤثر فينا ونتأثر بها.من هنا يأتي الإهتمام بشؤون البيئة وبدرجة كبيرة في بعض الدول،بحيث شكلت وزارة خاصة للبيئة أو ألحقت مسؤولياتها على أقل تقدير بإحدى الوزارات ذات العلاقة بالبيئة وأهمها وزارة الصحة.من بين الدول التي أنشأت وزارة خاصة بالبيئة كل من بريطانيا والسويد والنرويج وفنلندا وفرنسا،وأمريكا، وغيرها.
وتشكلت جمعيات لحماية البيئة أخذت أسماء مختلفة من نوع جمعية أصدقاء البيئة وجمعية حماية البيئة وجمعية مكافحة التلوث، والخط الأخضر، وغير ذلك من المسميات. ومن بينها منظمات أو هيئات حكومية وغير حكومية، محلية ودولية، وعلى المستوى الدولي تأسس برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ، وجماعات السلام الأخضر Greenpeace كمنظمة غير حكومية ومستقلة.

ولما كانت البيئة بمعناها الشامل تغطي كثيراً من المجالات التي لا يسهل حصرها، فان أي هيئة منفردة لا تستطيع مراقبتها كلها، ولهذا فقد كان من الضروري ان تتعاون كل هيئة من الهيئات مع الهيئات القريبة منها في تبادل البيانات والتنبيه الى مواطن التلوث. وتشمل إهتمامات الهيئات الحكومية أو شبه الحكومية المختصة بشؤون البيئة مجالات عديدة، من بينها:

١- مراقبة نشاط المصانع والورش والمؤسسات التي يؤدي عملها الى تلوث الهواء بالغازات والأتربة المتصاعدة من مداخنها أو تلوث المياه بصرف نفاياتها فيها، ومن حقها ان تطالب المسؤولين بإلغاء تراخيصها أو تعديل مواصفات نشاطاتها لتتمشى مع متطلبات السلامة.

٢- دراسة مشروعات المصانع أو المؤسسات الحكومية الجديدة للتأكد من أنها لم تضر بالبيئة وإلا فإنها يمكن ان تعترض على منحها تراخيصاً للعمل، وتدخل هذه المراقبة ضمن ما يعرف بإسم" دراسة الجدوى البيئية".

٣- مراقبة المجاري المائية ومياه الشواطئ لمنع تلوثها أو الصيد فيها بإستخدام وسائل ممنوعة مثل الصيد بواسطة المتفجرات أو تخريب التشكيلات المرجانية وإستنزافها.

٤- نشر الوعي البيئي بين الناس بمختلف الوسائل وأهمها وسائل الإعلام المسموعة والمرئية والمقروءة وإدخالها كلما أمكن ذلك في البرامج الدراسية، وتدريب المشرفين عليها على أفضل السبل لتأدية رسالتهم.

٥- إستخدام الحقوق القانونية الممنوحة لها في ظل قانون البيئة والقوانين الإدارية المختلة لمواجهة أي تعد على البيئة بأي صورة من الصور وليكن برفع دعاوى قضائية ضد المخالفين او تطبيق العقوبات المسموح بها في القانون ضدهم وذلك بالإستعانة بالسلطات التنفيذية والإدارية.

٦- مراقبة المصادر المختلفة للضوضاء الخارجة عن المعدلات المسموح بها في المناطق المختلفة، وخصوصاً في المناطق السكنية ومناطق المستشفيات ومعاهد التعليم وفي المناطق الصناعية القريبة من الأحياء السكنية.

والى جانب ذلك فقد أعطيت لبعض الأجهزة والهيئات شبه الرسمية سلطات إدارية وقضائية تستطيع بها ان تفرض قيودها وتحاكم من يخالفها او من لا يلتزم بقواعدها.وتوقع عليه العقوبات المنصوص عليها ي قانون البيئة والقوانين الإدارية، ولذلك بمساعدة المسؤولين الإداريين

وهكذا، أصبحت حماية البيئة والمحافظة عليها تحضى بإدارة بيئية حديثة وفاعلة، مقرونة بقوانين وتشريعات بيئية.كما ووظف العلم لخدمة قضايا البيئة، مدعوماً بتربية بيئية سليمة وفاعلة

أحجام الجماعات وتقديراتها

الطرق المتعددة التي تبحث في تقديرات (قياس) الكثافة المطلقة Absolute density للجماعات الحياتية هي التالية:
١-العد المباشر Total count حيث تستخدم الصور الفوتوغرافية الجوية والكاميرات التلفزيونية أحياناً لعد فطعان من الحيوانات البرية أو مستعمرات الطيور البحرية.وهي طريقة غير فعالة.

٢-طريقة جمع العينات Sampling Method وتعتبر هذه الطريقة هامة في قياس الكثافة في الجماعات السكانية، وكذلك على مستوى المجتمعات Communities أيضاً. وهذه الطريقة شائعة، حيث يبني الباحث رأيه العلمي على عينة من المنطقة المراد مسحها بيئياً.وحتى تكون النتيجة قريبة من الواقع الميداني يقوم الباحث بأخذ أكبر كمية ممكنة من العينات حتى تكون لديه فكرة أوضح، ويكون تقديره دقيقاً. وتستعمل لهذه الغاية المربعات Quadrats او الخطوط المستعرضةLine transicts في دراسة النباتات،أما في دراسة الحيوانات فتستعمل شبكة الصيد Grid التي تشابه في مضمونها المربعات والمصائد الخطية Linear raps والتي تشابه الخطوط المستعرضة في وظيفتها.

٣-طريقة صيد العينات وتأثيرها وإعادة صيدها.

دور المؤشرات الحياتية في أحجام الجماعات
من المؤشرات الحياتية التي تلعب دوراً مهماً في أحجام الجماعات:
نسبة المواليد،نسبة الوفيات، الهجرة، وغيرها..

١- نسبة المواليد Natality
تؤدي نسبة المواليد الى زيادة أحجام الجماعات، وتعني إنتاج أفراد جديدة عن طريق الولادة، الفقس،الإنتاش(للبذور) أو الإنشطار (في ألوليات).ويرتبط بنسبة المواليد مفهومين:
أولهما- الخصوبة Fertility وهي صفة فسيولوجية للدلالة على قدرة التزاوج لكائن ما.
ثانيهما- الذرية Fecundity وتعني عدد أفراد الذرية في زمن محدد لكائن ما.وهناك ما يسمى بالذرية الظاهريةRealized fecundity فمثلاً يكون معدل الذرية الظاهري للإنسان هو ولادة واحدة كل ٨ سنين لكل أنثى خلال فترة الخصوبة(يختلف هذا الرقم إعتماداً على عادات المجتمعات المختلفة)،أما مفهوم الذرية الحقيقي Potintial fecundity فيكون معدله في الإنسان ولادة واحدة كل ٩ – ١١ شهر لكل أنثى خلال فترة الخصوبة.
وتحسب نسبة المواليد Natality عن طريق حساب عدد الأفراد المولودين لكل أنثى في وحدة زمن معينة، ويعتمد هذا القياس على نوع الكائن المراد دراسته، فبعض الأنواع تتوالد مرة واحدة في السنة، وبعضها مرات عديدة، والبعض الآخر يتوالد بشكل مستمر.
٢- نسبة الوفيات Mortality
نظراً لإختلاف أسباب الوفيات فان هناك ما يسمى بالعمر الحقيقي أو الفسيولوجي Potintial or Physiological longevity وهو عمر الكائن الحي بشكل طبيعي وتحت ظروف بيئية، مثالية، والذي ينتهي بالشيخوخة Senescence.أما العمر الظاهري او البيئي Realized or Ecological longevity فتؤثر فيه ظروف بيئية كثيرة، منها الإفتراس والأمراض وأخطار بيئية كثيرة، وبالتالي ينتهي عمر الفرد قبل ان يتقدم عمره ويصل للشيخوخة.

٣- الهجرة Migration

يعبر عن الهجرة أحياناً بإنتشار الجماعات Dispersal وتشمل: الإستيطان Immigration ،أي الهجرة الى داخل الجماعات البيئية، والإغتراب Emigration، ويمثل الهجرة الى خارج الجماعة البيئية. وغالباً لا تؤخذ الهجرة في الحسبان عند دراسة ديناميكية الجماعات على إعتبار ان معدل الإغتراب في كثير من الأحيان يساوي معدل الإستيطان.ومن ناحية بيئية تُعد هذه الظاهرة هامة جداً لسببين:أولهما- في كونها تقلل من التزاوج الداخلي Inbreeding، وثانيهما- أنها تزيد من نسبة الأنسياب الجيني Gene flow فتسمح بتغير الصفات Variation وإنتاج أفراد ملائمة للبيئة.

وقد تكون ظاهرة الهجرة ذات أهمية لبعض الجماعات وذلك عندما تكون محصلة الهجرة تميل للإغتراب او الإستيطان، مما قد يغير من معايير هذه الجماعات، ويكون هذا عادة تحت ظروف غير إعتيادية، إما للجماعة المستوردة، او الجماعة المصدرة، وبصورة عامة عند إحتساب حجم الجماعة يجب ان يؤخذ بالحسبان معدل النقص The loss rate ومعدل الزيادة.

معدل النقص في الجماعة = نسبة الوفيات + نسبة الإغتراب

معدل الزيادة في الجماعة = نسبة المواليد + نسبة الإستيطان

الكثافة السكانية Population density

تعتبر كثافة الجماعة او السكان عبارة عن العدد الكلي للأفراد التي تقطن منطقة معينة من المواطن البيئية لفترة زمنية معينة. وتعد الكثافة السكانية ذات أهمية بالنسبة لتوزيع وحجم الجماعة على حد سواء، ففي جماعات معينة تكون الحدود الدقيقة للجماعة غير معروفة، وبالتالي يعبر عنها فقط بالكثافة السكانية.

التشبع والسعة الحملية

قد تصل أية جماعة الى الكثافة القصوى المعروفة بنقطة التشبع، وهي ثابتة حتى لو زادت كمية الغذاء او عدد أماكن المأوى، وغالباً ما يكون الوصول الى نقطة التشبع في أماكن التوالد حيث تحد المساحة الثابتة من عدد الأزواج المتناسلة القادرة على التوطن في موطن بيئي معين. ويؤدي التزاحم الزائد للجماعات المحصورة وبصورة خاصة في المواطن الضيقة الى تكوين نقطة تشبع، كما انها قد تؤدي تحت ظروف متطرفة الى الوحشية، كأن تأكل الأم صغارها او بيضها او يرقاتها.

ويميز كل منطقة ما يسمى بالسعة الحملية Carrying capacity التي تعرف على أنها العدد الكلي للأفراد التابعة لنوع ما والتي تعيش في موطن بيئي تحت ظروف معينة.وإذا تغيرت هذه الظروف، بالسلب او الإيجاب، فان السعة الحملية سوف تتغير تبعاً لذاك بالنقصان او الزيادة على التوالي.فإذا تغيرت المنطقة بالإتجاه الأحسن، كتحسن المأوى وزيادة الغذاء ومناطق التوالد للجماعات، تزداد السعة الحملية الى ان تصل الى نقطة لا يمكن ان تتغير بعدها.وتتغير السعة الحملية مع مرور لاوقت نظراً لأن التغيرات الموسمية تغير البيئة من ناحية توفر الطعام والمأوى والأقاليم وغير ذلك.

التوزيع المكاني للجماعة Local distribution

يعتبر التوزيع المكاني للأفراد ضمن الجماعة عاملاً مهماً في مفهومي حجم الجماعة وكثافتها، ويرتبط التوزيع المكاني بسلوك الكائنات الحية.

والتوزيع المكاني للجماعة توزيعاً عشوائياً Random distribution وتوزيعاً متماثلاً Uniform distribution وتوزيعاً تكتلياً Clumped distribuion - لامجال للخوض بها، على أمل أن تدخلوها ضمن المطالعة الذاتية.

التركيب العمري للجماعات The age structure

يعرف التركيب العمري للجماعة على انه نسبة الفئات العمرية المختلفة بالنسبة لبعضها البعض ضمن الجماعة ككل.ويتم رسم أشكال تمثل التركيب العمري بحيث تبين العلاقة بين النسبة المئوية للجماعة والفئة العمرية التي تناسبها، ويمكن ان يبين الشكل أيضاً النسبة المئوية للذكور والأناث.

نمو الجماعات Population growth

تمتاز الجماعات بأنها ليست كياناً ثابتاً، فعند أي نقطة زمنية تمارس الجماعات نمواً وإتساعاً أو إنحداراً وتقلصاً، وجميع الكائنات الحية لها القدرة على نمو جماعي محسوس.

العوامل المؤثرة على نمو الجماعات

١- عوامل غير متعمدة الكثافة Density- Independent factors
وهي العوامل التي تؤثر بشدة على نمو الجماعة بغض النظر عن الكثافة الحياتية. فقد يهلك اعصاراً، او موجة برد، ٩٥ % من الجماعة الحياتية، بغض النظر عن كثافتها السكانية.وفي البحث الدقيق في موضوع العوامل غير المعتمدة الكثافة تبين انها تكون معتمدة الكثافة بصورة غير مباشرة بالشكل التالي: في حالة حدوث فيضان او عاصفة شديدة او قحط او انفجار بركاني فان افراداً قليلة تلك التي يكون لها ملاجئ حماية بصورة غير اعتيادية تمكنها من البقاء حية.فاذا كان عدد مواقع الملاجئ الوقائية هذه محدوداً فانه يكون بالمكان إيواء نسبة من جماعة قليلة الكثافة بواقع أعلى في جماعة كثيرة الكثافة وفعلياً تكون جميع العوامل التي تتحكم في حجم الحماية ونموها معتمدة الكثافة.

٢- عوامل معتمدة الكثافة Density dependent factors
وهي عبارة عن مؤثرات بيئية تتباين فيها شدة التأثير على نمو الجماعات مع تباين كثافات الجماعات بصورة واضحة.على سبيل المثال فان عامل الوفيات الذي يهلك ١٠ % فقط من جماعة قليلة الكثافة و ٧٠ % عند جماعة كثيرة الكثافة يسمى عاملاً معتمد الكثافة. وتقوم العوامل معتمدة الكثافة بتنظيم الجماعات أما بطريقة خفض معدل المواليد Natality او بطريقة رفع معدل الوفيات Mortality
تذبذبات الجماعة Population fluctuations

التذبذبات عبارة عن سلسلة متواصلة من الزيادة والنقصان في حجم الجماعات.وقد تكون هذه التذبذبات موسمية Seasonal fluctuations أي المتعلقة بالمناخ الموسمي، او غير موسمية، لا تتعلق بالمواسم والفصول. وتذبذبات الجماعة المستقلة نسبياً عن المواسم تكون على طرازين:

التذبذبات العشوائية Random fluctuations والتذبذبات الدورية Periodic fluctuations.

مجالات التوطن Home ranges

المدى الذي يتحرك فيه الكائن الحي في وطنه او في مواطن بيئية مجاورة، يعرف بمجال التوطن. وفي كثير من الأنواع يكون هذا المجال ثابت المدى، خصوصاً عند الأنواع المستوطنة Endemic species في منطقة معينة. ويضم مجال التوطن موقع التوطن Home site وهو عبارة عن الجحر بالنسبة لفأر معين، او العش بالنسبة لطير، او العرين بالنسبة للأسد،أي أنه مكان مبيت الحيوان. ويضم مجال التوطن أيضاً مركز النشاط Center of activity وهو المنطقة التي يكون فيها الكائن الحي على أقصى درجة من النشاط، والتي تحضى بأكبر قسط من الإهتمام وتحتوي على منطقة الغذاء.

تتباين مجالات التوطن في الحجم بالنسبة للحيوانات المختلفة، وبصورة عامة يكون للحيوانات الأكثر حركة والأكبر حجماً مجال توطني أكبر قد يصل في كثير من الأحيان لعدة أميال مربعة.ويقاس مجال التوطن من قبل علماء البيئة بعدة طرق، ومنها ما هو مرتبط بحسب نشاط الحيوان نهاراً Diurnal activity او ليلاً Nocturnal activity .

الطرق البيئية المستعملة لمسح المجتمعات الحياتية
Ecological methods used in community survey

يحتاج العمل الميداني البيئي الى اخذ عينات من الوسط الذي ينوي الباحث العمل فيه، ويقترح الباحثون النقاط التالية لإجراء المسح البيئي:

١-يحدد موقع الدراسة على ان تكون ممثلة للمجتمع الحياتي والنظام البيئي المراد دراسته.

٢-يبدأ الباحث بوصف موقع الدراسة بناء على المسح البصري Visual survey من ناحية هيكل المجتمع، تقارب المجاميع الحياتية من بعضها البعض البعض (الترابط) Sociability المناطق الإنتقالية Ecotones ، الحواف Edges،إتصال المجتمعات، وغيرها من المعايير Parametres التي يمكن التعامل معها على أساس المسح والتحليل البصري. ويشار الى هذا النوع من المسح البيئي بالمسح النوعي Qualitative survey .

٣-يمكن تصوير المجتمع- موقع الدراسة.

٤-يبدأ بعد ذلك المسح البيئي الذي يعتمد على أخذ العينات، ويسمى المسح الكمي Quantitative survey ومن أهم مقوماته بانه يجب ان يكون غير متحيز Biased ويفضل أخذ أكبر عدد من العينات لتكون ممثلة Representative للموقع البيئي المعني.

٥-تستخدم عدة طرق لأخذ العينات من الموقع الميداني ومن أهمها طريقة المربعات Quadral method

جامعة المثنى/كلية الزراعة المقرر: علم البيئة
قسم وقاية النبات/ المرحلة الثالثة المحاضرة : الرابعة نظري

الغلاف الحيوي ومكوناته:
تعتبر الأرض كوكب الحياة، وهي المأوى الوحيد لكل أشكال الحياة.والأرض جزء من الكون الواسع، الذي لم يحط الإنسان بعد إحاطة تامة بحدوده، والأرض ما هي إلا جزء صغير يسبح في محيط الكون الشاسع. والأرض تعتمد إعتماداً مصيرياً على الشمس، حيث الجاذبية الشمسية هي التي تثبت الأرض في دورانها حول نفسها. وأشعة الشمس هي المصدر الرئيس للطاقة..وهكذا فان موقع الأرض ومكوناتها تهيؤ الظروف الملائمة للحياة بكل صورها وأشكالها.

الجزء المأهول من كوكب الأرض لا يزيد عن غلاف سطحي. وهذا الغلاف يشمل التربة، الى عمق عدة أمتار، وكل المحيطات، والبحار، والمياه العذبة، والغلاف الغازي، الذي يحيط بالأرض إحاطة تامة.

هذا الغلاف السطحي يطلق عليه علماء البيئة إسم المحيط أو الغلاف الحيوي Biosphere ، الذي يبلغ سمكه حوالي ١٤ كيلومتراً، حيث يبلغ أقصى عمق في المحيطات حوالي ١٣ كيلومتراً، وأعلى قمة للجبال حوالي ١١ كيلومتراً.في المرتفعات الشاهقة تواجه الحياة مشكلة إنخفاض الضغط، وقلة غاز الأوكسجين اللازم للتنفس.اما أعماق المحيطات فهي مظلمة لصعوبة وصول ضوء الشمس اللازم لعملية صنع الغذاء.وفي عمق الجزء الصلب من الأرض ترتفع درجة الحرارة الى الحد الذي لا يسمح للحياة ان تكون..

" بيئة الحياة
يمثل النظام البيئي وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية.ويعتبرالغلاف أو المحيط الحيوي Biosphere ،الذي يسمى أيضاً "بيئة الحياة"، نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، ومتنوع المكونات، متقن التنظيم، محكم العلاقات، تجري عناصره في دورات وسلاسل محبوكة الحلقات..كل حلقة تتوقف ببراعة مهيئة الجو لحلقة شقيقة..والحصيلة وحدة متكاملة يحرص الجزء فيها على الكل..
وتنقسم مكونات المحيط او الغلاف الحيوي الى قسمين:
مكونات حية ، ومكونات غير حية.
والقسمان يكونان نظاماً ديناميكياً متكاملاً..

١- المكونات الحية للبيئة
تشتمل هذه المكونات على أعداد هائلة من الكائنات الحية المتنوعة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وطرق معيشتها.ويشترك هذا العدد الهائل من الأحياء المتنوعة في مجموعة من الخصائص،تُعرف بمظاهر الحياة،كالإحساس والحركة والإغتذاء والنمو والتنفس وطرح الفضلات والتكاثر، مظاهر تبديها أشكال الحياة المختلفة بصورة أو بأخرى.

٢- المكونات غير الحية للبيئة
ليس من الصعب تمييز هذه المكونات عن المكونات الحية،التي تمتلك- كما أشرنا قبل قليل- مجموعة من الخصائص تعرف بمظاهر الحياة.كالحركة، والإحساس، والإغتذاء، والنمو، والتنفس، وطرح الفضلات، والتناسل، وهي مظاهر تبديها كل صور الحياة، صغيرها وكبيرها،نباتاتها وحيواناتها.بينما لا تبدي المكونات غير الحية أياً من مظاهر الحياة.
ولعل هذا الفرق الواضح بين مكونات البيئة الحية ومكوناتها غير الحية هو الذي حدى بالبيولوجيين الى تقسيم مكونات البيئة الى عالمين متميزين:
عالم حي، وعالم غير حي.

يتكون العالم غير الحي (المكونات غير الحية للبيئة) من ٣ نظم أو محيطات،هي:
أ-المحيط أو النظام المائي Hydrosphere
تبعاً للعالم G.Hutchinson يتعين توفر ٣ متطلبات تجعل من الغلاف الحيوي منطقة بيئية صالحة للحياة،هي: توفر الماء بالحالة السائلة،بكميات كافية لتسيير دفة الحياة.إستمرار وصول إمدادات من

الطاقة من مصدر خارجي،أي الشمس.وضمان الإبقاء على الحدود المشتركة بين حالات المادة الثلاث:الصلبة والغازية والسائلة

إن الماء ركن أساسي من الأركان التي تهيئ الظروف الملائمة للحياة وإستمرارها.فهو المصدر والمكون الأساسي الذي يدخل في تركيب كل شيء في الكرة الرضية، وهو أكثر مادة موجودة في الغلاف الحيوي.وأهمية الماء معروفة، حيث يكون ٦٠-٧٩ في المئة من أجسام الأحياء الراقية،بما فيها الإنسان،كما يكون حوالي ٧٠ في المئة من أجسام الأحياء الدنيا.والماء هو الوسط الذي تجري فيه العمليات الحيوية التي بدونها تنهار الحياة.ولولا الماء لما أمكن للنباتات الخضراء والأحياء الأخرى المحتوية على صبغة الكلوروفيل ان تقوم بصنع الغذاء في عملية البناء الضوئي.

وبدون الماء لا يمكن لخلايا الجسم الحي ان تحصل على الغذاء.وفي الماء يعيش حالياً حوالي ٩٠ في المئة من الأحياء التي تعمر الغلاف الحيوي..الماء إذن مكون أساسي من مكونات البيئة لا يمكن الإستغناء عنه لبقاء الحياة وإستمرارها وما يرتبط بذلك من نشاطات بشرية مختلفة في مجالات الزراعة والصناعة وغيرها.

ب-المحيط الجوي Atmosphere

الأرض مغلقة بجو، شأنها في ذلك شأن كواكب المجموعة الشمسية الأخرى، بإستثناء عطارد.وجو الأرض فريد في مكوناته، حسبما تظهر المعلومات العلمية المتوفرة لدينا، حيث هناك مجموعة قوى أوعوامل طبيعية تحفظ للجو توازنه، وتجعل منه مكوناً أساسياً من مكونات الغلاف الحيوي الذي يحتضن الحياة ويرعاها.فالجاذبية، والضغط الجوي، وغازات الهواء، وبخار الماء،والطاقة، تمثل أبرز قوى أو عوامل جو الأرض.

يتكون جو الأرض،أي الغلاف أو المحيط الجوي الحيوي المحيط بالأرض Boisphere ، من مجموعة طبقات متميزة،تعارف العلماء على تقسيمها الى ٤ طبقات رئيسية، هي بالترتيب- من أسفل الى أعلى:

١-طبقة التروبوسفير Troposphere :

ويبلغ سمكها في المتوسط ١١ كم، وتمتد من ٨-١٨ كم إرتفاعاً عن سطح البحر.سنتوقف بعد قليل عند هذه الطبقة بتفاصيل وافية..

٢-طبقة الستراتوسفير Stratosphere:

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٥٠ كم وتمتد من ١١-٦٠ كم إرتفاعاً عن سطح البحر،وتمتاز بعدم حركة الهواء وقلة بخار الماء. وهي الطبقة التي يتجمع ويتولد فيها غاز الأوزون، وتسمى أحياناً بطبقة الأوزون Ozonesphere .ويبدو ان سبب إرتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة هو إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية لتشكيل الأوزون.

٣-طبقة الميزوسفير Mezosphere:

ويبلغ سمكها في المتوسط حوالي ٣٠ كم، وتمتد من ٦٠-٩٠ كم إرتفاعاً عن سطح البحر، وهي طبقة ذات وظيفة وقائية، إذ تحترق فيها وتتحول الى رماد كل الشهب والنيازك التي تضل طريقها وتقع في مصيدة الجاذبية الأرضية.

٤-طبقة الثرموسفير Thermosphere أو الطبقة الأيونية Ionosphere:

وهي طبقة سميكة جداً يزيد سمكها عن ٨٠ كم وتمتد من ٩٠-١٧٠ كم تقريباً إرتفاعاً عن سطح البحر.الغازات هنا متأينة(على شكل ذرات مشحونة كهربائياً)بسبب تصادم جزيئات الغازات مع أشعة شمسية وكونية عالية الطاقة فتتأين. وهذا هو سبب إرتفاع درجة الحرارة في هذه الطبقة.ويذكر ان هذه الطبقة تؤثر على الموجات اللاسلكية فتعكسها الى الأرض،وبفضل ذلك يتم إنتقال الموجات الإذاعية القصيرة من مكان لآخر على سطح الأرض.

"*طبقة التغيير*"

ما يهمنا التركيز عليه هنا هو الطبقة الأولى- التروبوسفير،التي تعرف بطبقة التغيير، ويمتد إرتفاعها من حوالي ٨ كم فوق القطبين الى حوالي ١٨ كم فوق منطقة الأستواء تقريباً.وهي من أهم طبقات الغلاف الجوي، لأنها تضم أهم الغازات اللازمة للحياة، مثل الأوكسجين (بنسبة حوالي ٢١ %)

والنتروجين (بنسبة ٧٨ % تقريباً) وثاني أوكسيد الكاربون، وهي المكونات الأساسية لخليط الهواء.وفيها تحدث معظم الظواهر والتغيرات الجوية المعروفة من ضباب، وسحب، وأمطار، ورياح، ومطبات هوائية، وعواصف، وذلك نتيجة لدورة بخار الماء، التي تعتبر مقصورة على هذه الطبقة وحدها؟ كما ان درجة الحرارة في هذه الطبقة تتناقص بمعدل درجة مئوية واحدة كلما إرتفعنا حوالي ١٦٠ متراً للأعلى.

من المعروف،أن خليط الهواء حيوي جداً لجميع الكائنات الحية،إذ تحتاج النباتات الى غاز ثاني أوكسيد الكاربون والنتروجين لإستكمال عمليات نموها، في حين تحتاج الكائنات الحية الأخرى بما فيها الإنسان، الى غاز الأوكسجين لأداء وظائفها الحيوية.وقد إقتضت الحكمة ان تتحرك مكونات هذا الهواء الأساسية، الأوكسجين والنتروجين وثاني أوكسيد الكاربون، في دورات محكمة التنظيم تحفظ لخليط الهواء ثباته وإتزانه.

وإذا ما بحثنا في الإنسان وحده، فاننا نجد أنه يحتاج في الحالات العادية الى قدر كبير من الهواء يومياً، يقدر بنصف لتر هواء في كل شهيق، وبحوالي ٢٢ الف مرة في المتوسط في حالة السكون، ويزداد ذلك في حالة الحركة، وبذل المجهود.ويبلغ معدل ما يحتاجه الإنسان العادي من الهواء يومياً ١٥ ألف لتر، تزن نحو ١٦ كغم، وهي كمية تفوق كل ما يستهلكه الإنسان من غذاء وماء في اليوم الواحد.

ج-المحيط اليابس Lithosphere

أما المكون الرئيس الثالث للغلاف الحيوي، فهو المحيط اليابس، الذي يشمل الأجزاء الصلبة من الكرة الأرضية الى عمق يزيد قليلاً عن ٣ أمتار، على اساس ان الظروف بعد ذلك تصبح غير قادرة على إعالة الحياة، حيث ترتفع درجة الحرارة، وينعدم الهواء، ولا يتوفر الغذاء. والأجزاء الصلبة في الكرة الأرضية تتكون من الصخور، والصخر يتكون من واحد او أكثر من المعادن. والمعادن ثروات تزخر بها الأرض، ويستثمرها الإنسان في شتى مجالات حياته..والمعادن ليست فقط يغترف منها الإنسان ما يحتاجه للتصنيع والتشييد..ان الكثير من المعادن، قبل ذلك، مواد تدخل في بناء المادة الحية، وتسهم بفاعلية في تسيير النشاطات الحيوية في كل صور الحياة.

إن الأرض هي كوكب الحياة الأوحد،فلم يتوصل الإنسان لحد الآن الى كشف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان آخر غير الأرض.والتربة، كمكون رئيسي من مكونات الغلاف الحيوي،ونظام متجدد،قد تعرضت الى إستنزاف وتدهور مريع، وهو ما يستلزم وقفة جدية تنصر دورها في مسيرة النظام المحكم للغلاف الحيوي الذي يعيل الأعداد الهائلة من الأحياء بمن فيها الإنسان.

الدورات الحيوية الأرضية الكيميائية Biogeochemical Cyclees

يتبع النظام البيئي دورات تدويرية، كالدورة الكيمياوية الحيوية، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

المعروف ان قشرة الأرض تحوي كافة عناصر الجدول الدوري الطبيعية،غير المصنعة في المختبرات.وتتفاوت نسبة وجود هذه العناصر في الطبيعة، فمنها الشائع، ومنها النادر.والعناصر التالية هي الأكثر شيوعاً، وتشكل أكثر من ٩٩ % من مكونات صخور قشرة الأرض وهي:الأوكسجين،السيليكون، اللمنيوم، الحديد، المغنيسيوم،الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم.غير ان العناصر الرئيسية في النظام البيئي الحيوي هي: الأوكسجين والكاربون والنيتروجين والفوسفور والكبريت. وتدخل هذه العناصر في تكوين المادة الحية (الكتلة الحية) في الكائنات على شكل مركبات كيميائية مختلفة،مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات، وغيرها.

وبما ان هذه المواد الكيميائية تنتقل من العالم الحيوي الى العالم الجيولوجي، وبالعكس، فان الأساتذة الدكاترة عبد القادر عابد وغازي سفاريني وبلال عميرة يسمون إنتقالها هذا بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (الدورات البيوجيوكيميائية) Biogeochemical Cyclees ولكل مركب او عنصر كيميائي دورته الخاصة به. كما ان هنالك أشياء مشتركة بين جميع الدورات. ففي كل دورة هنالك أجزاء منها تسمى مستودعات Reservoirs حيث يتم إحتجاز العناصر فيها لفترة طويلة من الزمن، وبالمقابل هنالك أيضاً خزانات Pools تحجز فيها العناصر لفترة قصيرة من الزمن. والفترة الزمنية التي يستغرقها المركب او العنصر في المستودعات او الخزانات تسمى فترة المكوث Residence Time فالمحيطات على سبيل المثال مستودعات للماء، بينما تمثل الغيوم خزانات. كذلك بالنسبة للمجتمعات الحيوية، فان الأنواع الحية فيها تمثل خزانات. ومعظم الطاقة اللازمة لإنتقال المركبات او العناصر من مستودع او خزان لآخر تزودها الشمس أو تأتي من جوف الأرض.

سنركز هنا على دراسة دورات الماء والكاربون والنيتروجين والفسفور والكبريت لأهميتها في التعرف على حالة النظام البيئي من حيث غناه او فقره بهذا العنصر او ذاك، ويمكن من خلالها رصد مستويات التلوث او المستويات غير المرغوب بها في النظام البيئي.

دورة الماء

يعد الماء عنصر هام للحياة على سطح الأرض، فالنبات والحيوان والإنسان يعتمدون عليه اعتمادا كبيرا للاستمرار في الحياة. والماء أما أن يكون على صورة بخار في الهواء أو ماء سائل في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات أو متجمد على هيئة جليد في القطبين. وتقدر كمية الماء الموجودة في المحيطات بحوالي ٩٧% من كمية الماء على سطح الأرض ويتبخر منها حوالي ٨٧٥ كم٣ يوميا ويعود ٧٧٥ كم٣ على هيئة أمطار أما الباقي فيبقى على صورة بخار متطاير في الهواء، هذه بالإضافة الى ١٦٠ كم٣ من الماء تتبخر يوميا من اليابسة نفسها والتي تستقبل كم٣ على هيئة أمطار. وتتوزع هذه الكمية على اليابسة والأنهار والبحار والمحيطات، وتكون المياه الجوفية.

تستهلك النباتات والحيوانات والإنسان الماء الذي ما يلبث أن يعود أما على هيئة بخار كما هو الحال في عملية النتح والتعرق والزفير وأبخرة المصانع، أو سائل كما في المياه العادمة المنزلية والصناعية. وتعتمد كل هذه العمليات اعتمادا مباشرا على عناصر الطقس المختلفة من حرارة وضغط جوي ورياح وعمليات جريان الماء وتسربها الى التربة، أو وصولها الى الأنهار والبحار. وتجدر الإشارة هنا الى أن المياه العذبة لا تزيد نسبتها على سطح الأرض عن ٣% فقط من مجمل كمية الماء الموجودة وأن ٩٨% من هذه المياه العذبة موجودة على صورة جليد في القطبين. وبعبارة بسيطة يمكن وصف دورة المياه بالمعادلة التالية

تبخر + نتح = تكاثف

إن دورة المياه تمثل في الطبيعة نظاماً هائلاً تحركه الطاقة الشمسية، ويعمل فيه الغلاف الجوي جسراً بين المحيطات والقارات.فماء المحيطات بصورة رئيسية وماء القارات بصورة فرعية، يتبخران بإستمرار في الغلاف الجوي. وتعمل الرياح على نقل الهواء الحامل لبخار الماء الى مسافات بعيدة والى إرتفاعات شاهقة، حيث تبدأ عمليات معقدة في تكوين الغيوم، وحدوث الهطل. والماء الساقط على سطح المحيط ينهي بذلك دورته،أما الماء الساقط على اليابسة فأمامه رحلة طويلة الى المحيط

الدورات الغازية Gaseous cycles

١-دورة الكربون

الكاربون عنصر الحياة، فهو اللبنة الأساسية في بناء المركبات العضوية التي تبنى منها الخلايا، وبالتالي الكائنات الحية. ومن ثم فهو عنصر رئيسي في تركيب الكائنات الحية، ولكنه ثانوي في تركيب قشرة الأرض الصخرية، حيث يبلغ تركيزه ٠,٠٣٢، وترتيبه الرابع عشر. ويعتبر بعض الباحثين دورة الكاربون دورة للأوكسجين والهيدروجين والكاربون بسبب إرتباط العناصر جميعها في دورة واحدة. غير ان الأوكسجين يكاد يكون كوجوداً في دورات جميع العناصر الأخرى.

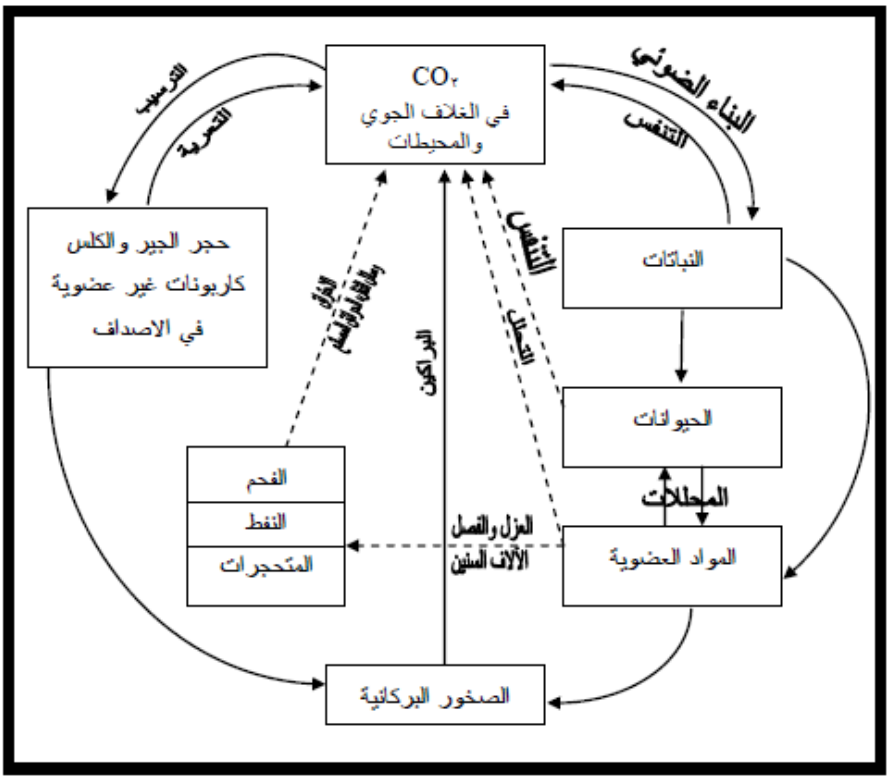
تبدأ دورة الكاربون في الطبيعة بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis فهي التي تحرك الكاربون في الطبيعة، ولو توقفت لتوقف وجود هذا العنصر في الإشكال الأخرى الحاملة له. وفي هذه العملية يأخذ النبات غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الجو، والضوء من أشعة الشمس، والماء من التربة، ليصنع منها الكاربوهيدرات في مجموعة من المعادلات..

هذا الغاز يسير بدوره مغلقة، يستهلك في خلالها من قبل عدد من الكائنات، وفي بعض التفاعلات، ثم ما يلبث أن يعود الى الغلاف الجوي. المعروف أنه يذوب في مياه البحار والمحيطات وقد يعود من هذه المياه الى الجو. وهو يخرج من غازات البراكين،ومن حرق الغابات الإستوائية.. فاحتراق الوقود والغابات، وعملية التنفس عند الإنسان من شهيق وزفير، وحرق البترول والفحم، وتحلل المواد العضوية بعد موت الكائنات الحية وخلال عمليات التحلل التي تقوم بها البكتريا والفطريات تتحلل فيها المادة العضوية وتتحول الى غاز CO_2، كلها تطلق غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي ما يلبث أن يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية. حيث يتحد مع بخار الماء فيكون دقائق الجير التي تترسب في أعماق البحار والمحيطات. كذلك فإن نسبة كبيرة من الكربون تتحول الى مواد مختزنة كالفحم والبترول، الذي يبقى مختزن في جوف الأرض، ثم ما يلبث أن يعود للاستخدام بعد أن يخرجه الإنسان. هذا بالإضافة الى كمية الكربون التي تختزن على صورة أحجار كلسيه.

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون حوالي ٠,٠٣% من الغلاف الجوي، وبزيادة كميته عن هذه النسبة تحدث المشاكل البيئية والصحية وبالرغم من قلة نسبة في الهواء الجوي فأنه يلعب دوراً اساسيا ومهماً لسببين هما.

١- قدرته على امتصاص الحرارة القادمة من الشمس ومن سطح الارض وبالتالي يقوم بتدفئة طبقات الجو السفلية.

٢- يعد المصدر الاساس في عملية البناء الضوئي في النباتات Photosynthesis خلال عملية البناء الضوئي فأن الكربون اللاعضوي الذي هو على هيئة غازثاني اوكسيد الكربون CO2 يتحول الى كربون عضوي يثبت في الخلايا النباتية ويعود الكربون مره اخرى الى الجو على هيئة غاز CO2 خلال عمليات التنفس للكائنات الحية المختلفة.



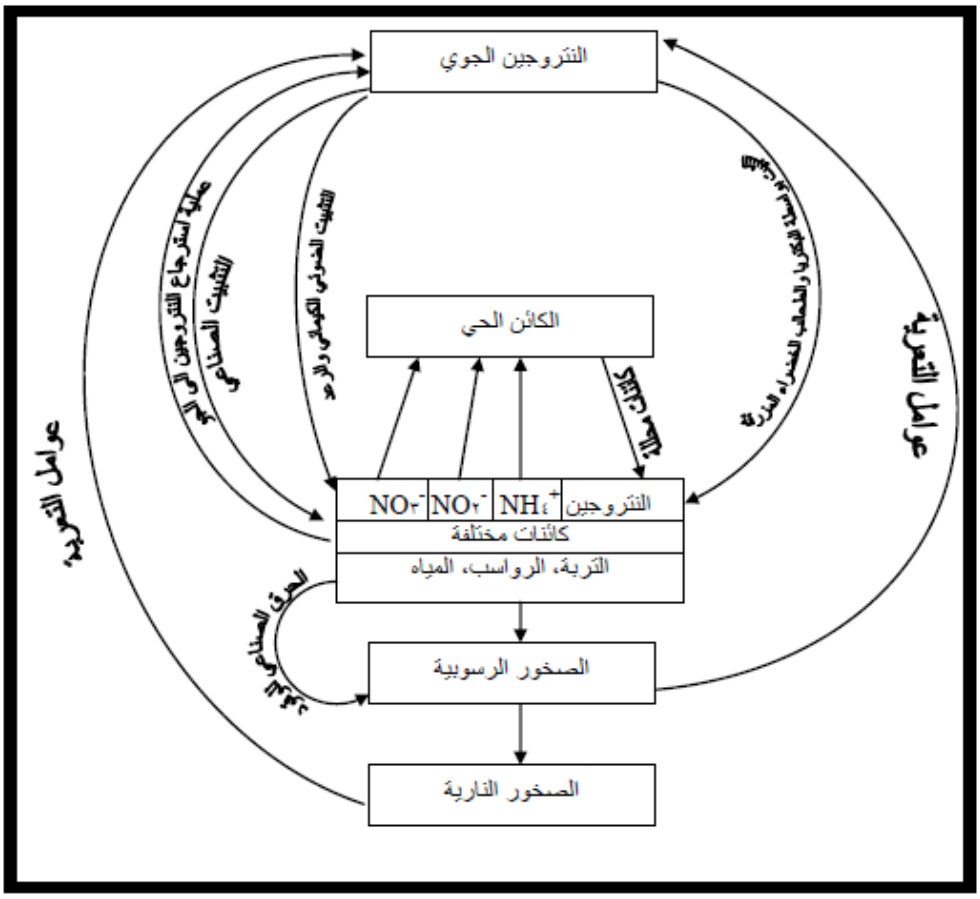
دورة الكربون في الطبيعة

دورة النيتروجين

تحتاج جميع الكائنات الحية الى عنصر النتروجين،الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية Deoxyribonucleic Acid (DNA).ومع ان غاز النيتروجين N_2 يشكل ٧٨ % من الغلاف الجوي، إلا ان المنتجات والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع إستخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والإستفادة منه. غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة الى أيونات الأمونيوم NH_4 أو النترات NO_3 وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين Nitrogem Fixation التي يمكن ان تتم بطرق:التثبيت الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الأصطناعي.وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الإستفادة منه وإستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي.

ه هذه التحه لات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق بواسطة التأثير المؤين للبرق وتسمى الكهربة Electrification ويصل النتروجين الى التربة كأكاسيد النتروجين أو النشاطات البركانية أو عن طريق البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين الى نيترات ومن ثم تتحول الى أحماض أمينية وبروتينات.هذا وتعتبر فضلات الكائنات الحية وتحللها مصدرا مهما للنيتروجين، حيث

تقوم البكتيريا بتحويلها الى نيتريت ٢NO ثم الى نيترات ٣NO ، وبعد ذلك إما يتم امتصاصها عن طريق الجذور أو تتحول الى غاز النيتروجين N2 الذي يعود الى الجو.
وهناك بعض الطحالب الخضراء المزرقة Blue green algae مثل طحلب الانابينا Anabaena



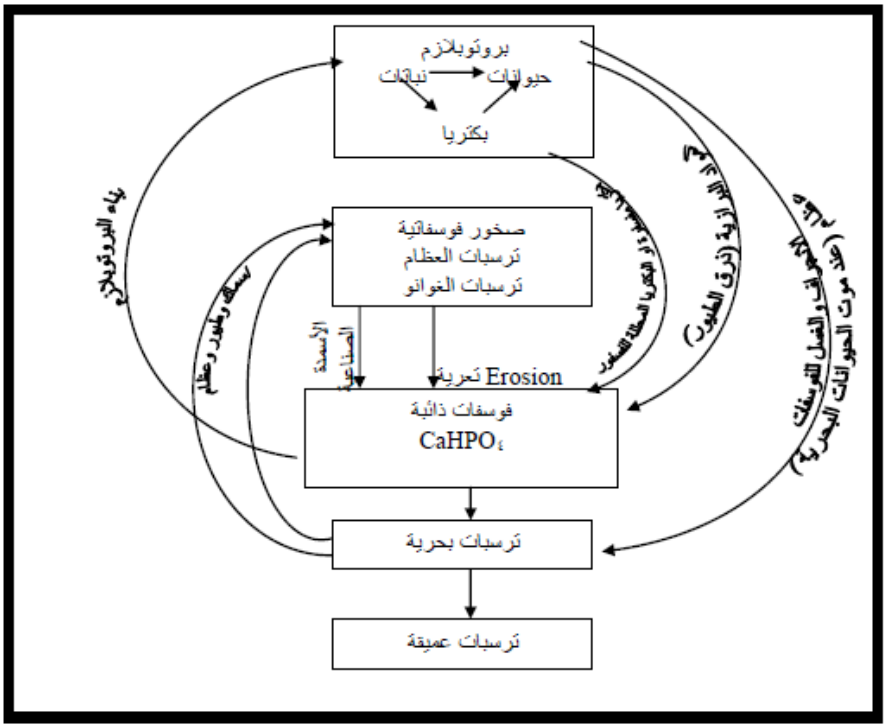
دورة النتروجين في الطبيعة

الدورات الرسوبية Sedimentary cycles :

١ـدورة الفوسفور

تختلف دورة الفوسفور عن دورات العناصر المارة في كون الغلاف الجوي لا يشكل أحد خزاناته. إنه يوجد في القشرة الأرضية كعنصر على شكل فوسفات، حيث تتحد ٤ ذرات من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الفوسفور مشكلة أيون الفوسفات، الذي يتحد بدوره مع أيون موجب، كأيون الكالسيوم، مكوناً معدن الأنتيت (فوسفات الكالسيوم) والموجود في كثير من صخور القشرة الأرضية النارية منها والرسوبية. وعندما تتجوى الصخور الحاوية على الفوسفات ينتقل أيون الفوسفات الى الماء ومن ثم الى النباتات (المنتجات) عبر التربة.وبعد ذلك الى الكائنات الحية (المستهلكات)، حيث يصبح مكوناً رئيسياً من مكونات أغشية الخلايا و DNA و RNA و ATP ثلاثي فوسفات الآدينوسين. ومع موت النباتات والحيوانات يعود الفوسفات الى الماء والتربة. يدخل الفوسفور في تركيب العظام والأسنان. وفي تركيب الأسمدة، وبهذه الطريقة، بالإضافة الى تحلل النباتات والحيوانات الميتة، يتم إيصاله

للتربة ومن ثم الى النباتات. ويوجد الفسفور بكمية كبيرة في فضلات الإنسان والحيوانات، التي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات. وأصبح الفسفور يدخل في تركيب مساحيق الغسيل مما أدى الى إرتفاع نسبته في المياه العادمة، وبالتالي الى حدوث تلوث في الأنهار والبحار والمياه الجوفية، مما دفع العلماء الى البحث عن طرق لإزالة مركبات الفسفور من المياه العادمة. وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في إيصاله للأنهار والبحار عن طريق التعرية والتجوية ، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل الى الطيور التي تعتاش على هذه النباتات. وتترسب الكميات التي تصل الى البحار والمحيطات في قيعانها لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور. اما الخزين الاساسي للفسفور في الطبيعة فهو الصخور الفوسفاتية معدن الابتايت وبقايا فضلات الطيور (الغواذر) وفضلات الاسماك والعظام والترسبات في الحيوانات المتحجرة.



دورة الفسفور في الطبيعة

٢-دورة الكبريت

يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية الحيوانية والنباتية. لذا يعد من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية. وتبدأ دورته بخروجه من بعض أنواع الصخور التي تحتويه، مثل صخور الجبس، التي تتكون من معدن الجبس CaSO4 وخام الكبريت الحر Native Sulfar خلال عملية التجوية الكيميائية.وينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبة SO4 مع المياه السطحية أو الجوفية الجارية، حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات. وجزء أقل يصل الى التربة. وينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة في البحار والمحيطات الى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل الى صخور، مثل صخور الجبس والآنهيدريت. وبذلك تغلق دورة الكبريت على هذا الوجه.

أما الكبريت الذي يصل الى التربة، فيمكن للنباتات أن تمتصه على شكل كبريتات ذائبة، حيث يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية، وخاصة البروتينات النباتية. ويمكن ان ينتقل هذا الكبريت الى المستهلكات برتبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية. وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحللات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت إما هوائياً أو لا هوائياً. وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة الكبريت الى التربة لتعود فتمتصه نباتا أخرى، أو ينتقل خلال غسيل التربة بواسطة مياه الأمطار الراشحة خلالها الى المياه السطحية الجارية او المياه الجوية. وهذه بدورها تصل في النهاية الى البحار والمحيطات لتترسب بعد ذلك وتكون الرسوبيات، ومن ثم الصخور الرسوبية المحتوية على الكبريت خلال الزمن الجيولوجي الطويل.

وتمتاز دورة الكبريت عن دورة الفوسفور بتكون طور غازي للكبريت لا تجد مثله في دورة الفوسفور.إذ يمكن ان يصل الكبريت الى الغلاف الجوي على شكل عدة أنواع من الغازات، ومنها: ثاني أوكسيد الكبريت SO_2 وكبريتيد الهيدروجين H_2S.وينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود الأحفوري المحتوي أصلاً على الكبريت بإحدى أشكاله، مثل معدن البايريت Fe_2S او المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجودة في الفحم الحجري.وعادة يتفاعل الغاز المذكور مع الماء ليكون حامض الكبريتيك H_2S_04الذي يسهم في تكوين المطر الحمضي Acid Rain والذي يهطل على سطح الأرض ويسبب العديد من المشكلات البيئية.وأيضاً يمكن ان ينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت Thiobacillus ذاتية التغذية الكيميائية. أما مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين،الذي يصل الى الغلاف الجوي، فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت. وغاز كبريتيد الهيدروجين واحد من ملوثات الجو وهو غاز سام وله رائحة كريهة تشبه رائحة البيض الفاسد. ،قد يصل غاز ثاني أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين الى الغلاف الجوي عن طريق البراكين.

جامعة المثنى/كلية الزراعة
قسم وقاية النبات/ المرحلة الثالثة

المقرر: علم البيئة
المحاضرة :السادسة نظري

مـوارد البـيـئـــة

الموارد الطبيعية وأصنافها

تُعـرف **مـوارد البيئـة الطبيعيـة** Environmental Resources بأنهـا المـواد ذات الفائـدة للإنسـان والممكن إستخلاصها من الطبيعة والتعامل معها كسلعة مهمة في التجارة المحلية والدولية، ويتضمن هذا التعريف المعادن والصخور والفلزات ومصادر الطاقة والتربة والمياه السطحية والجوفية.

و تصنف الموارد تبعاً لمدى إستمرار توافرها، الى ٣ أصناف، وهي:
موارد البيئة الدائمة، وموارد البيئة المتجددة، وموارد البيئة غير المتجددة.

أ- ***موارد البيئة الدائمة*** **Permanent Resources**

وتشمل **مكونات المحيط الحيوي** ذات الكمية الثابتة، وهي الهواء والماء والطاقة الشمسية.

الهواء أثمن موارد البيئة الطبيعية، رغم توفره بشكل دائم، حيث لا يستطيع أن يستغني عنه أي كائن حي.

وأما الماء فهو يغطي أكثر من ٧ أعشار الكرة الأرضية، وتقدر كميته بحوالي ١,٤٥ مليار كيلومتراً مكعباً. وتشكل المحيطات والبحار المستودع الرئيس له، فهي تحتوي حوالي ٩٧,٢ % من مجموع المحيط المائي على شكل ماء مالح لا يفيد الإنسان مباشرة في الإستخدامات الزراعية او الصناعية او الآدمية او للشرب.أما المياه العذبة، والتي تبلغ نسبتها حوالي ٢,٨ % فقط من مجمل المياه في الكون، فان حوالي ٧٥ % منها متجمدة على هيئة جليد وثلوج في القطبين وبعض المناطق الباردة الأخرى، أي حوالي ٢,٢ % من مجمل كمية المياه في العالم.وعليه فان نسبة المياه العذبة السائلة المتاحة للإنسان وللإستخدامات المعيشية تقدر بحوالي ٠,٨ % فقط من مجموع الماء في الكرة الأرضية، وهذه نسبة قليلة الى حد كبير، إلا أن هذا الماء على قلته يلعب دوراً رئيسياً في تهيئة الظروف الملائمة للحياة، ذلك أنه يكون ٦٠-٧٠ % من أجسام الأحياء الراقية بما فيها الإنسان وتزداد هذه النسبة الى ٩٠ % من أجسام الأحياء الدنيا.

وكما هو الحال مع مكونات الهواء، فان للماء دورة يسير فيها، وفي إحدى حلقاتها تكون الإستخدامت البشرية المختلفة.

ومصدر الطاقة الشمسية ، كما هو معروف،هو الشمس، التي توصف بأنها مفاعل نووي ضخم. وقد وجد العلماء ان حوالي ٣٥ % من الطاقة الشمسية التي تصل الى الأرض، تعود ثانية الى الفضاء، حيث تعكسها السحب ودقائق الغبار الجوي وسطح الأرض، وبشكل خاص الصحاري والثلج والجليد. وتعمل الإشعاعات الشمسية على مدى المحيط الجوي بالحرارة، علاوة على تبخير الماء، ونقل الهواء،

وتكوين الأمطار، وإتمام دورة الماء في المحيط الحيوي؟ كما ويتحول جزء من هذه الإشعاعات الى حرارة عادية تعطي للقشرة الأرضية ومياه المحيطات الدفء اللازم لإستمرار الحياة.

ب- ***موارد البيئة المتجددة*** Renewable Resources

وهي الموارد الطبيعية التي تمتلك خاصية التجديد ذاتياً،ويمكن إثراؤها وإعادة إنتاجها. وتشمل الكائنات الحية،كالأسماك والأشجار والتربة والمياه.

للكائنات الحية بكافة صورها دورات حياة تعطيها خاصية إستمرار الأنواع.ويقدر العلماء عدد الكائنات الحية الموجودة على الأرض بحوالي ٣٠ مليون، إستطاع الإنسان ان يصنف منها حوالي ١,٤ مليون نوع فقط ما بين حيواني ونباتي.

أما التربة، فهي طبقة سطحية من القشرة الأرضية تكونت مع الزمن، بفعل مجموعة من القوى والعوامل التي عملت، ولازالت تعمل، على تفتيت الصخور التي هي الأصل في نشأة التربة، ومن هذه العوامل: الماء المتجمد في الصخور، والماء الجاري، والرياح، والنباتات، وتباين درجات الحراة. **والتربة نظام متجدد:** صخور تفتت، معطية حبيبات صخرية تمتزج بحبيبات لا صخرية (الدبال Humus) الذي تكون من تحلل جثث وفضلات كائنات حية، وبالماء والهواء يستكمل نظام التربة كل عناصره. وهكذا فان التربة نظام متجدد.

والمياه الجوفية تتجدد مياهها في الآبار بمياه المطر.

ج- ***موارد البيئة غير المتجددة*** Non-Renewable Resources

وهي الموارد الطبيعية التي لا تتجدد خلال حياة الإنسان،أي تلك التي يستغرق تجددها ملايين السنين. إنها غير متجددة المصدر، وتؤخذ عادة من باطن الأرض، كالفحم والبترول والخامات المعدنية، أو من مياه حفرية، وهي ذات مخزون محدود، وتشمل النفط، والغاز الطبيعي، والفحم، والمعادن. وهذه الموارد البيئية تتعرض للنفاذ والنضوب، لأن معدل إستهلاكها يفوق معدل تعويضها، الذي يكون بطيئاً جداً، بحيث لا يدركه الإنسان في عمره القصير، ومن هنا سميت هذه الموارد بالموارد غير المتجددة.

فيما يتعلق بالنفط والغاز الطبيعي، فقد إحتل في السنوات الأخيرة مركز الصدارة بين مصادر الطاقة بدلاً من الفحم، وذلك لأسباب يقع في مقدمتها إختراع المحرك ذي الإحتراق الداخلي، وإرتفاع القيمة الحرارية لهما، وسهولة النقل والتخزين، ورخص الإنتاج. ومن هنا بدأ معدل إستهلاك النفط والغاز الطبيعي يزداد من عام لآخر، بحيث تشير بعض الإحصائيات الى ان هذه الزيادة في البلدان المتقدمة تبلغ ٣ % سنوياً، وأن الإستهلاك العالمي للطاقة يتضاعف كل ١٠ سنوات.

أما المعادن(الحديد والنحاس والألمنيوم والقصدير والذهب والفضة والبلاتين وغيرها) فتشير التقارير ان هناك زيادة مضطردة في إستخداماتها تبعاً للنمو السكاني وتقدم التكنولوجيا، بحيث أصبح نصيب الفرد من المعادن(إنتاج واستخدام السيارات ووسائل المواصلات الأخرى والآلات والأدوات والمنشآت والنقود المعدنية وغير ذلك)، يزداد بسرعة تبلغ ٣ أمثال سرعة إزدياد السكان. وبدأ واضحاً ان كميات المعادن المتبقية في الأرض تتراجع بسرعة، لا بل ان نضوب بعضها قد أصبح وشيكاً.

وهناك نوع آخر من المصادر الطبيعية غير قابل للإستنفاد، كطاقة الشمس والأمواج والرياح ما دامت الشمس تشرق على الأرض.

الإنسان والبيئة وإستدامة المصادر الطبيعية

في علاقة الإنسان بالبيئة، ثمة مسائل عدة لها أهميتها، اولها- أنه أستطاع ان يستغل مصادر حفرية للوقود هي الفحم والبترول، وبذلك اصبح يحرق مواد كاربونية أكثر بكثير من قدرة النظم البيئية على الإستيعاب.ونتج عن ذلك تزايد مضطرد في أوكسيد الكاربون في الهواء الجوي.وثانيها- ان الصناعة أصبحت قادرة على إنشاء مركبات كيميائية طارئة على النظم البيئية غريبة عليها،أي ان التحولات الطبيعية في دورات المواد غير قادرة على إستيعابها لأن النظم البيئية لا تشتمل على كائنات قادرة على تحليلها وإرجاعها الى عناصرها الأولى كما تفعل بالمركبات العضوية الطبيعية.وثالثها- ان الإنسان أصبح يعتمد على مصادر حفرية غير متجددة، بالإضافة الى المصادر المتجددة.

والواقع،أن الإنسان إستغل الثروات الطبيعية والمعادن والمياه والتربة إستغلالاً خاطئاً، وحتى جائراً ومتعسفاً ضحيته الأولى والأساسية البيئية،في بادئ الأمر. وكان الهدف من إستغلاله البشع للثروات هو توفير الرفاه المادي والمعنوي له، ناسياً أو متناسياً بأنه جزء من البيئة ومصيره مرتبط بمصيرها.فنجم عن تحقيق هدفه المذكور هو الإضار ببيته، أولاً، وبغذائه وصحته وصحة وحياة أطفاله..

ولعل من أبرز الفضاعات التي إقترفها الإنسان بحق بيئته ومن ثم صحته وحياته، هي الحروب وما سببته من قتل ودمار وخراب.ثم الإستخدام العشوائي النهم للتقدم العلمي والتكنولوجي على حساب البيئة، مهملاً البعد البيئي في الصناعة والزراعة والإنشاء، وما نجم عنه من تلوث بيئي خطير.ولليوم يعيش العالم نتائج الإنفجار السكاني ومعدلات النمو السكاني المتجاهلة لمحدودية المصادر، وما أدت إليه من نقص في الطاقة، والغذاء، والسكن اللائق، والعناية الصحية، نتيجة للإستنزاف الصارخ للمصادر الطبيعية،الذي بلغ حد تجاوز حق الأجيال القادمة في هذه المصادر.

إن الاستنزاف بالمفهوم العلمي يعني استغلال الموارد الطبيعية الى درجة النفاذ، بحيث يكون معدل الفاقد من هذا المورد أكبر من معدل المتجدد أو الوارد إليه. وهذا ما يحدث في حالة الغابات،مثلاً، حيث يتم قطع الأشجار بسرعة أكبر بكثير من معدل النمو السنوي، مما يؤدي الى زوال هذه الغابات، وبالتالي الى حدوث مشاكل بيئية عديدة كالتصحر، وانجراف التربة.ومن أسباب استنزاف الموارد الطبيعية سوء استخدامها،عشوائياً وبأساليب بدائية،مما أدى الى القضاء على وفرتها وفقدان بعضها

القدرة على العطاء. فاستخدام الوسائل البدائية في التعامل مع التربة،على سبيل المثال، أدى الى فقدانها لخصوبتها وعرضها للجرف والتصحر. كما أن الرعي الجائر وغير المنظم أدى الى استنزاف المراعي. وأدى سوء استخدام وسائل الصيد الحديثة، والمبيدات والأسمدة الكيماوية،الى تهديد الحيوانات البرية، وإنقراض قسم منها.وتشير الإحصائيات الى إختفاء الكثير من الغابات والمراعي وإنقراض آلاف الأنواع من النباتات والحيوانات،ومنها الفريد.

ويذكر ان معظم المصادر الطبيعية الحية هي متجددة طالما لم تتخط معدلات إستهلاكها معدلات التجدد، بينما معظم المصادر الصلبة غير متجددة.حيال ما أصاب هذه المصادر من إستنزاف، يدعو المسؤولون عن إستدامة هذه المصادر الى ضرورة إستدامتها Sustainability وهو ما يعني إستغلالها بشكل حذر، معقول، ومنظم، لتغطي حاجات البشر دون الإضرار بالأنظمة البيئية الحية أو الإضرار بإمكانية توفرها أيضاً للأجيال القادمة.وهذا يتطلب وضع سياسات لابد من ترجمتها الى أفعال بحيث تتضمن توضيح اثر إستغلال الإنسان لمصادر الطبيعة وإستنزافه لها والإجراءات المناسبة التي يجب إتخاذها للتقليل من هذا الأثر.

ويهدف موضوع إستدامة المصادر المتجددة الى تحقيق توازن بين معدلات إستغلالها ومعدلات تجددها.ولابد من البحث عن بدائل غير قابلة للإستنزاف لتحل محل المصادر غير المتجددة، مثل إستبدال الوقود الأحفوري بالطاقة الشمسية أو الطاقة الريحية أو طاقة الأمواج أو طاقة المد والجزر والطاقة الحيوية..

إن المعطيات والحقائق المذكورة تحتم على الإنسان أن يدرك بأن المحيط الذي يعيش فيه، ويحدد له، ولغيره من البشر، شروط البقاء،يمتلك مواردا غير متجددة، ولها نهاية،مثلما لموارده المتجددة نهاية ايضا،وستختفي اذا لم يحسن استخدامها ويواصل إستنزافها. فالتتابع التأريخي لتزايد السكان يبين بان هذا التزايد يسير في لولب تقصر حلقاته بإستمرار، وسيصل في المستقبل المنظور الى حد هائل يصعب معه توفير الغذاء ومتطلبات الحياة البشرية الأخرى لهذا العدد الهائل من السكان.والنمو المتعاظم في عدد السكان يمثل المشكلة الرئيسية للبيئة، فهو يحدث آثاراً موجعة فيها، كما ان أثر أي مشكلة بيئية أخرى يتناسب بلاشك مع حجم الزيادة في عدد السكان. والتلوث البيئي يعد اليوم من أخطر المشكلات البيئية المعاصرة في العالم وقد أدى الى كوارث بيئية وبشرية لا تعد ولا تحصى.

وإن صحة وحياة الإنسان ورفاهيته وتقدمه ترتبط وثيق الارتباط بمصادر البيئة وصحتها. من هنا فان الحفاظ على البيئة يعد جزءاً أساسياً لضمان استمرارية الحياة التي نعيشها.أما الحاق الضرر بها، فمعناه تعريض أمن بقائنا للخطر، وبالتالي فان قضية البيئة ومشكلاتها تعد إحدى القضايا الأساسية التي تحكم سياسات القوى الدولية، سواء من حيث السيطرة على الموارد، او ضمان محيط سليم للحياة البشرية، وهذا ما جعل مشكلات البيئة، التي كانت في السابق تبدو كمشكلات يمكن التعامل معها محليا، جعلها أزمات بالغة الصعوبة والتعقيد، وذلك جراء تقاطع المصالح بين وحدات النظام الدولي الساعية لتحقيق اكبر قدرممكن من المكاسب على حساب الوحدات الأخرى. وهذه الأهمية للبيئة تبين الارتباط

بين البيئة والأمن الدولي، فالضغط البشري على البيئة أحد القضايا الأساسية التي يتبلور في إطارها الأمن الدولي..

النظام البيئـــي

يمثل النظام البيئي Ecosystem (= Biogeocoenosis) وحدة تنظيمية في حيز معين تحتوي على عناصر حية وغير حية تتفاعل مع بعضها وتؤدي الى تبادل للمواد بين عناصرها الحية وغير الحية.لذا فالنظام البيئي، بما يشمل من جماعات ومجتمعات ومواطن بيئية مختلفة، يعني بصورة عامة التفاعل الديناميكي لجميع أجزاء البيئة، مع التركيز بصورة خاصة على تبادل المواد بين الأجزاء الحية وغير الحية.وهو تفاعل هذا المجتمع مع العوامل غير الحية، التي تحيط به في منطقته البيئية. ويسمى أكبر نظام بيولوجي على وجه الأرض بالكرة الحية Biosphere والتي تحتوي جميع العوامل الحية وغير الحية الموجودة في اليابسة والهواء والماء.
ويمثل الموطن البيئي Habitat وحدة النظام البيئي، حيث يمثل الملجأ أو المسكن للكائن الحي ليشمل جميع معالم البيئة، من معالم فيزيائية وكيميائية وحيوية، بينما تعتبر المواطن الدقيقة Microhabitates أصغر الوحدات البيئية المأهولة، وتوجد مصطلحات أخرى، مثل المناخ الدقيق Microclimate والحيز الوظيفي Niche لتحددا المتغيرات الدقيقة المتداخلة ووظيفة الكائن الحي ضمن النظام البيئي.
ويتكون النظام البيئي إجمالاً في أبسط صورة من مكونات غير حية Abiotic Components ومكونات حية Biotic Components تشكلان معاً نظاماً ديناميكياً متزناً.

التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية The Biotic Structure of Ecosystems

ينظر علم البيئة الى النظام البيئي الطبيعي Ecosystem بوصفه أية مساحة طبيعية وما تحتويه من كائنات حية نباتية أو حيوانية أو مواد غير حية، بل ويعتبره بعض الباحثين بأنه الوحدة الرئيسية في علم البيئة. والنظام البيئي قد يكون بركة صغيرة، أو صحراء كبيرة.

ويمكن تعريف النظام البيئي كتجمع للكائنات الحية من نبات وحيوان وكائنات أخرى، كمجتمع حيوي، تتفاعل مع بعضها في بيئتها في نظام بالغ الدقة والتوازن، حتى تصل إلى حالة الاستقرار، وأي خلل في النظام البيئي قد ينتج عنه تهديم وتخريب للنظام.

تقسيمات النظم البيئية ومكوناتها الحيوية

تُقسم النظم البيئية،بوصفها وحدة طبيعية تنتج من تفاعل مكونات حية بأخرى غير حية، الى أنواع Types of Ecosystems،من حيث توفر المكونات الحية والمكونات غير الحية، الى قسمين:
نظام بيئي طبيعي أو متكامل، ونظام بيئي غير متكامل.

أولاً- النظام البيئى الطبيعى أو المتكامل

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المفتوح Open Ecosystem، وهو الذي يحتوي على جميع المكونات الأساسية الأولية: مكونات حية Biota ومكونات غير حية Abiota.

١-***المكونات أو العوامل غير الحية*** Abiotic components or Factors

المكونات غير الحية تشمل المواد العضوية وغير العضوية، مثل الماء وثاني أوكسيد الكاربون والأوكسجين والكالسيوم والنتروجين والهيدروجين والماء وأملاح الفوسفور وأحماض أمينية

والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية، والدبال Humus[1].وكذلك نوع التربة والتضاريس،والغابة والمستنقع والنهر والبحيرة،وعناصر المناخ، كالحرارة والرطوبة والرياح والضوء.وعناصر فيزيائية، كالجاذبية والإشعاع الشمسي.علماً بأن جزءاً بسيطاً من هذه التراكيب تستفيد منه الكائنات الحية، وهو الذي يكون ذائباً في الماء.اما الجزء الأكبر فهو مُخزن في الرواسب القاعدية.

٢-***المكونات او العوامل الحية*** **Biotic Components or Factors**

تشمل المكونات الحية جميع الكائنات الموجودة ضمن النظام البيئي المعني بالدراسة من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة. وتشمل: النباتات- كالأشجار، والحيوانات- كالحشرات القاريات، والكائنات المجهرية (الميكروبات) كالبكتريا والفطريات..الخ.

الكائنات الحية و دورات الغذاء

مع ان للنظم البيئية الطبيعية إختلافات كبيرة فيما بينها، لكنها تشترك في صفة واحدة مهمة،وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات التغذية بين الأعضاء المختلفة. فكل نظام بيئي طبيعي يحتوي على ٣ أنواع من الكائنات الحية مرتبطة غذائياً مع بعضها بعضاً، وهي: كائنات تصنع المواد وتسمى المنتجات،وأخرى تلتهم الغذاء وتسمى المستهلكات، وثالثة نعيش متطفلة وتحل المواد او تفترس الكائنات الأخرى،وتسمى المفككات أو اَكلات الفتات والمحللات.

فما هي طبيعة هذه الكائنات ؟

أ-***المنتجات*** **Produceres**

كائنات حية توفر الغذاء لنفسها وللأحياء الأخرى التي تُعرف بالمستهلكات.هي غلباً من النباتات الخضراء والطحالب التي تقوم بصنع غذائها بنفسها، وتسمى أيضاً الكائنات الحية ذاتية الإغتذاء Autotrophs التي بإمكانها أن تصنع الغذاء في عملية البناء أو التمثيل الضوئي، وفي هذه العملية تأخذ المنتجات غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الجو بوجود أشعة الشمس، وتحتاج الى الماء والأملاح المعدنية ومصدر للطاقة لكي تبقى حية،وهي تنتج سكر الغلوكوز الذي يزود المنتجات بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية، وتطلق غاز الأوكسجين.ثم تقوم المنتجات بتحويل سكر الغلوكوز الى مركبات عضوية Organic Compounds معقدة تشمل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها، تبني بها أنسجتها وأجزاءها، بوجود العناصر الغذائية الأخرى Mineral Nutrients كالنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت، التي تقوم بإمتصاصها من التربة أو من الماء مباشرة... المنتجات تحصل على المواد الأولية اللازمة لعملية البناء الضوئي من البيئة.

وتكون الكائنات المنتجة في البركة على نوعين: نباتات ذات جذور Rooted aquatica ونباتات طافية Floating aquatica كبيرة الحجم وأخرى دقيقة الحجم، وتمثلها الطحالب، وتسمى الهوائم النباتية Phytoplankton وتتوزع في المنطقة المضاءة من ماء البركة لتقوم بعملية التركيب الضوئي.

وتعد جميع النباتات الخضراء، بما في ذلك الطحالب الدقيقة والمرئية، كائنات منتجة (ذاتية التغذية) لأنها تمارس عملية التركيب الضوئي. ويعد البناء الضوئي المنبع الرئيس للحياة، فهو

---

[1]- مادة سمراء أو سوداء تنشأ من تحلل المواد النباتية والحيوانية، وتشكل الجزء العضوي من التربة.

يمثل القدرة الإنتاجية لجميع النظم البيئية المحتوية على النباتات الخضراء، كما هو الوسيلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية الى طاقة كيمياوية.ولا يتم البناء العضوي ببساطة، وإنما يتضمن سلسلة متكاملة من التفاعلات الكيمياوية التي تحتاج الى الأنزيمات والعديد من المركبات الوسيطة المعقدة.

ب- *المُستهلكات* Consuners

كائنات حية تعتمد في غذائها على غيرها، مستهلكة ما تنتجه الكائنات الحية المنتجة،أو تتغذى على بعضها، مستعملة المواد العضوية المُنتجة من قبل الكائنات ذاتية التغذية، سواء بصورة مباشرة او غير مباشرة. وبذلك تسمى أيضاً كائنات حية غير ذاتية الإغتذاء Heterotrophs، لأنها غير قادرة على إنتاج مركباتها العضوية اللازمة للأغراض الغذائية الأساسية.وتشمل الحيوانات والفطريات وبعض الطلائعيات ومعظم البكتريا.وتصنف الكائنات الحية المستهلكة حسب مصدرها الغذائي الى:

أ- آكلات الأعشاب Herbivores
ب- آكلات اللحوم Carnivores
ت- آكلات الأعشاب واللحوم Omnivores

الحيوانات المستهلكات الأولية تسمى Primary Consumers ، ويمكن تسميتها بالعواشب أو آكلة الأعشاب Herbivores.أما الحيوانات التي تتغذى على المستهلكات الأولية فتسمى مستهلكات ثانوية Secondary Consumers ، فالغزال الذي يقتات على العشب يعد مستهلكاً أولياً، والذئب مستهلكاً ثانوياً عندما يتغذى على الغزال. وتسمى المستهلكات الثانوية والأعلى منها بآكلات اللحوم أو اللواحم Carnivores أو المفترسات (الضواري) Predators .أما المستهلكات التي تتغذى على النباتات والحيوانات معاً فتسمى مستهلكات إختيارية Omnivores .

وهناك مجموعة خاصة من المستهلكات هي الطفيليات Parasites وهي كائنات قد تكون نباتية او حيوانية تعيش في داخل الكائن الحي أو عليه، والذي يدعى العائل Host وتتغذى عليه خلال فترة من الزمن، ولكن لا تؤدي الى قتله مباشرة، بل الى إضعافه.

ج- *المُحللات* Decomposers

كائنات حية تقوم بتحليل الجثث والفضلات العضوية، معيدة للبيئة موادها،مثل البكتريا، والفطريات، التي تتجمع في قاع البركة، مثلاً، حيث تتراكم بقايا النباتات والحيوانات، وعندما تكون درجة الحرارة مناسبة يبدأ التحلل بسرعة وتعود المواد الأولية الى رواسب البركة أو قد تذوب في الماء لتغذي المنتجات، ولتستمر الحياة في هذا النظام البيئي.

وهذه الكائنات لا يمكن إعتبارها ذاتية التغذية، حيث أنها لا تصنع غذائها من مواد لا عضوية، ولا يمكن أيضاً ان نعتبرها كائنات مُستهلِكة، حيث أنها لا تتناول طعاماً جاهزاً، بل إنها تقوم بتحليل الكائنات الحية بعد إنتهاء عملية التحليل الذاتي Autolysis (والتي تحدث داخل الكائن الحي بعد الموت مباشرة) وذلك للحصول على الطاقة اللازمة لحياتها، وتشمل المحللات البكتريا والفطريات التي تمتص ما تحتاج إليه من مواد عضوية مُحلَلة عن طريق غشائها الخلوي مباشرة. وتصنف الى ٣ أنواع حسب متطلبات الأوكسجين:

١-الكائنات الدقيقة الهوائية Aerobes

٢-الكائنات الدقيقة اللاهوائية Anaerobes
٣-الكائنات الدقيقة الإختيارية Facultative anaerobes

خلاصة القول: يتكون النظام البيئي الحي من ٣ عناصر رئيسية، هي:
عناصر انتاج،وعناصر الإستهلاك،وعناصر التحلل.

وتتكون عناصر الإنتاج من النباتات الخضراء بكل أنواعها(من الطحالب الخضراء الى الأشجار الضخمة المختلفة) ولهذه النباتات القدرة على إنتاج غذاءها بنفسها، فهي تمتص غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الهواء وتمتص الماء من التربة عن طريق جذورها، وتصنع منهما معاً في وجود مادة الكلوروفيل وتحت تأثير أشعة الشمس، جميع أنواع المركبات العضوية التي تحتاجها، والتي تبني منها أجسامها(مثل المواد الكاربوهيدريتية والدهون والبروتينات وما إليها).وتعطي هذه الخاصية لهذه النباتات نوعاً من الإستقلال عن كل ما حولها من كائنات، ولكنها مع ذلك لا تستطيع أن تستغني عن إعتمادها على العناصر الطبيعية غير الحية.

وتتكون عناصر الإستهلاك (المستهلكون) من الحيوانات بأنواعها المختلفة، ولا تستطيع هذه الحيونات ان تعد غذائها بنفسها، ولكنها تعتمد على غيرها في إعداد هذا الغذاء، وعناصر الإستهلاك دراجات، منها الأولي والثانوي والثالث، يتغذى بعضها بالنباتات والأعشاب، ويتغذى بعضها الآخر من اَكلات اللحوم بغيره من الحيوانات، وفي كلتا الحالتين تقوم هذه الحيوانات بإستهلاك ما تنتجه عناصر الإنتاج.
وتشمل عناصر التحلل كل ما يتسبب في تحلل او تلف مكونات البيئية الطبيعية المحيطة بها، ومن أمثلة هذه العناصر: البكتريا، والفطريات، وبعض أنواع الحشرات التي تشترك في تحليل أجسام النباتات والحيوانات الميتة.وتساعد عناصر التحلل على أعادة جزء من المادة الى التربة، وتستفيد منها عناصر الإنتاج، وتستخدمها مرة أخرى في تكوين الغذاء، وبذلك تتكرر الدورة مرة أخرى.

ولابد من الإشارة الى أنه على الرغم من أن المكونات غير الحية تؤثر في المكونات الحية، وتتحكم بها، وتحدد خصائص النظام البيئي،إلا أن المكونات الحية تؤثر أيضاً في بعض المتغيرات غير الحية، عن طريق التهوية، وتثبيت التربة، وغيرها.

ثانيا- النظام البيئي غير المتكامل

ويشار له أحياناً بالنظام البيئي المغلق Closed Ecosystem وهو الذي يفتقر الى واحد او أكثر من المكونات الأساسية، مثل الأعماق السحيقة للبحر، والكهوف المغلقة، حيث تشترك في كونها لا تحتوي الكائنات المنتجة لعدم توفر مصدر للطاقة الشمسية.ولذا تعيش اَكلات القمامة والكائنات المُحللة على ما يسقط من مواد عضوية ونباتية وحيوانات ميتة من الطبقات العليا للمكان.وقد تتواجد قلة من البكتريا ذات البناء الكيميائي، لكنها لا تستطيع أن تنتج كمية فعلية من المادة العضوية.

وهنالك تقسيم ثالث - حسب مصدر الطاقة
وتقسم النظم البيئية الى ٣ نظم:

١- نظام بيئي طبيعي يُدار بالطاقة الشمسية، مثل المحيطات المفتوحة والغابات.
٢- نظام بيئي بشري يُدار بالطاقة الشمسية، حيث يقوم الإنسان تبعاً لمصالحه المعيشية بإستبدال النباتات الطبيعية ببعض المحاصيل الزراعية ويضيف إليها مواد جديدة، كالأسمدة والمبيدات الحشرية، ومن أمثلتها البساتين والحقول الزراعية.

٣- نظام بيئي صناعي يُدار بطاقة الوقود، حيث تعتمد طاقة هذا النظام على مصادر غير الشمس، كالكهرباء والوقود وغيرها.والنظام الثاني والثالث ساهما في تلوث البيئة بشكل كبير وأضرا بعناصرها الحيوية وغير الحيوية.

وهكذا، فان القوانين الإيكولوجية الثلاثة تنظم المكونات الطبيعية للبيئة، وتحفظ توازنها بشكل محكم ودقيق.ويبقى التعامل مع البيئة، بمكوناتها المتعددة، في ضوء هذه القوانين، وبعقلانية وحكمة في الإستخدام، وترشيد وضبط في الإستهلاك هي الضمانات لتلبية حاجات الأنسان والإيفاء بمتطلباته عبر الأجيال المختلفة. إلا أن واقع الحال لا ينبأ بذلك، إذا ستقوي الإنسان على البيئة، وتجاهل قوانينها الإيكولوجية، وأسرف في إستخدام مكوناتها وإستنزاف مواردها المتجددة وغير المتجددة، وأتلف الكثير من مواردها بما فيها الموارد الدائمة، مما نتج عنه ظهور مشكلات بيئية تهدد سلامة هذا الإنسان، وتنذر بشؤم مستقبل أجياله اللاحقة، لا بل وتهدد سلامة كوكب الأرض(بيئة الحياة الكبرى) التي يعيش عليها هذا الإنسان.

ما هو حجم النظام البيئي الطبيعي ؟

أشرنا الى ان النظام البيئي الطبيعي يُعرف بأنه مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة، وتتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية، ومع بعضها بعضاً، بحيث تحافظ هذه الكائنات على إستمرارية وجودها.ويمكن تعريفه أيضاً بأنه مجتمع من الكائنات الحية يتفاعل مع عناصر البيئة غير الحية المحيطة به من خلال دخول وخروج المادة (العناصر الكيميائية) والطاقة.

ويتفاوت حجم النظام البيئي الطبيعي بشكل كبير، إذا أنه يتراوح ما بين بركة ماء صغيرة، أو حتى السطح الخارجي لجلد الإنسان، الى غابة كبيرة، وينتهي بالغلاف الحيوي الأرضي.وتتفاوت النظم البيئية الطبيعية أيضاً في تنوع الكائنات الحية وإختلاف المكونات غير الحية فيها، وما يؤثر في كل ذلك من تغيرات زمنية ومكانية.وقد تكون حدود النظام البيئي الطبيعي واضحة، مفصولة عن النظام المجاور له، كالإنتقال من شاطئ محيط صخري الى غابة،أو من بركة الى الغابة المحيطة بها. وفي حالات أخرى يكون الحد متدرج،كالإنتقال من منطقة الأعشاب الى المنطقة العشبية(السفانا)، ثم الى الغابات في جنوب شرق أفريقيا مثلاً.وقد يكون النظام البيئي إصطناعياً، فالبحيرة خلف السد مثال مختلف عن البحيرة الطبيعية.

أن ما هو مشترك في ما بين النظم البيئية الطبيعية ليس حجمها أو شكلها أو حدودها، وإنما أيضاً عمليات دخول الطاقة وخروجها، وتدوير العناصر الكيميائية من خلال التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية.
ومن أهم العلاقات بين المكونات الحية للنظم البيئية الطبيعية هي إعتماد بعضها على بعض في التغذية،إذ يوجد العديد من مسارات التغذية في النظم البيئية الطبيعية، منها أن الكائن الحي يمكن ان يتغذى على كائن حي ثاني، وي الوقت نسه يمكن ان يتغذى عليه (يأكله) كائن حي ثالث.وهكذا دواليك. يسمي كل مسار من هذه المسارات بالسلسلة الغذائية Food Chain.ومع أنه

بالإمكان تتبع كل مسار او كل سلسلة غذائية لوحدها، إى أنه في الواقع تتشابك او تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض، مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية Food Web.

وعلى الرغم من العدد الكبير للسلاسل الغذائية والتعقيد الشديد للشبكات الغذائية، فان العلاقات الغذائية في النظم البيئية محكومة بعلاقة كلية بسيطة، وهي ان جميع السلاسل الغذائية تبدأ بالمنتجات فالمستهلكات فالمحللات.،تسمى هذه المستويات المتعاقبة مستويات التغذية Trophic levels

وسواء نظرنا الى التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية من خلال السلسلة الغذائية او الشبكة الغذائية او المستويات الغذائية، فاننا نجد أنه خلال أي خطوة من خطوات التغذية يحدث إنتقال رئيسي للعناصر الغذائية الكيميائية والطاقة المخزونة من الكائن الحي أو المستوى الغذائي الى الكائن او المستوى الغذائي التالي.

دراسة النظم البيئية الطبيعية

تعني دراسة النظم البيئية الطبيعية Ecosystems بالتعرف الدقيق على المجتمعات الحية التي تعيش معاً في بيئات محددة، كالغابات أو الصحارى أو البحيرات.وهي تحقق أهداف عدة، مثل:

١-تفهم العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين أنواع الكائنات الحية التي تعيش في هذه البيئة ومنها الإنسان، مما يؤدي الى التعرف الوثيق على الكيفيات التي تسعى بها هذه الكائنات للحصول على مقومات حياتها، كالهواء النقي والماء غير الملوث والمناخ والتربة المناسبين.

٢-عتبار النظم البيئية الحيوية من الأمثلة الجيدة على النظم المستدامةSustainability Models of

فقد عاشت الكائنات الحية في الغابة الإستوائية، مثلاً، أزماناً طويلة متمتعة بالظروف السائدة في هذا النظام البيئي، دون أن تتغير تغيراً سلبياً مؤثراً.ويمكن الإستفادة من ذلك بتوجيه الإنسان الى كيفية إبقاء هذه الظروف الطبيعية متوفرة حتى تبقى النظم البيئية مستدامة، لا تنفد مع الزمان.

٣-التعرف على التنوع الطبيعي، ومن ثم المحافظة عليه وتذوق جماله وجمال الطبيعة عموماً، مما يؤدي الى النهاية الى شعور حقيقي في نفس الإنسان من إنه يجب أن لا يعمل على تخريب بيئة الأرض التي سخرها الخالق له.

مكونات البيئة وتقسيماتها

تمثل البيئة، بإطارها الشامل، نظاماً كبير الحجم، كثير التعقيد، ترتبط مكوناته بتأثيرات عكسية، تأخذ صورة لولب من التفاعلات الارتدادية ،التي تشكل في مجموعها وحدة متكاملة تتميز بالاستمرار والاتزان ..

يوكد المختصون بأنه ليس هناك من إختلاف كبير بين الباحثين فيما يتعلق بمكونات البيئة من حيث المضمون وإن إختلفت المفردات،أو أختلف عدد هذه المكونات.فان مؤتمر ستوكهولم عام ١٩٧٢ أكد على ان البيئة هي كل شيء يحيط بالإنسان.ومن خلال هذا المفهوم الشامل الواسع للبيئة يمكن تقسيم البيئة التي يعيش فيها الإنسان مؤثراً ومتأثراً الى قسمين مميزين هما-

١-البيئة الطبيعية Natural Environment

ويقصد بها كل ما يحيط بالإنسان من ظواهر حية وغير حية، وليس للإنسان أي أثر في وجودها.وتتمثل هذه الظواهر أو المعطيات البيئية في البنية والتضاريس والمناخ والتربة والنباتات والحيوانات.ولاشك ان البيئة الطبيعية هذه تختلف من منطقة الى أخرى تبعاً لنوعية المعطيات المكونة لها.

٢-البيئة البشرية Human Environment

ويقصد بها الإنسان وإنجازاته التي أوجدها داخل بيئته الطبيعية، بحيث أصبحت هذه المعطيات البشرية المتباينة مجالاً لتقسيم البيئة البشرية الى أنماط وأنواع مختلفة.فالإنسان من حيث هو ظاهرة بشرية يتفاوت مع بيئة لأخرى من حيث عدده وكثافته وسلالته ودرجة تحضره وتفوقه العلمي مما يؤدي الى تباين البيئات البشرية.ويميل بعض الباحثين الى تقسيم البيئة البشرية الى نوعين مختلفين:

أ-البيئة الإجتماعية Social Environment

تتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان، ومن النظم الإجتماعية والمؤسسات التي أقامها.بعبارة اشمل، المقصود بالبيئة الإجتماعية ذلك الجزء من البيئة البشرية الذي يتكون من الأفراد والجماعات في تفاعلهم، وكذلك التوقعات الإجتماعية، وأنماط التنظيم الإجتماعي، وجميع مظاهر المجتمع الأخرى. وبوجه عام تتضمن البيئة الإجتماعية أنماط العلاقات الإجتماعية القائمة بين ألأفراد والجماعات التي ينقسم إليها المجتمع، تلك الأنماط التي تؤلف النظم الإجتماعية والجماعات في المجتمعات المختلفة.

ب- البيئة الثقافية Cultural Environment

ويعنى بها الوسط الذي خلقه الإنسان لنفسه بما فيه من منتجات مادية وغير مادية، وفي محاولته الدائمة للسيطرة على بيئته الطبيعية، وخلق الظروف الملائمة لوجوده وإستمراره فيها.وهذه البيئة التي صنعها الإنسان لنفسه، وينقلها كل جيل عن االآخر، ويطور فيها، ويعدل ويبدل، تسمى البيئة الثقافية للإنسان، وهي خاصة بالإنسان وحده.وعليه، فان البيئة الثقافية تتضمن الأنماط الظاهرة والباطنة للسلوك المكتسب عن طريق الرموز، الذي يتكون في مجتمع معين من علوم ومعتقدات وفنون وقوانين وعادات وغير ذلك.

وهناك تصنيف اَخر لمكونات البيئة لا يختلف كثيراً عن التصنيف الأول، ويرى ان للبيئة شقين:

طبيعي، ومشيد.

١-البيئة الطبيعية Natural Environment

وتتألف من الأرض وما عليها، وما حولها من الماء والهواء، وما ينمو عليها من النباتات وضروب الحيوان وغيرها نمواً ووجوداً طبيعياً سابقاً على تدخل الإنسان وتأثيره، والمقصود، وغير المقصود، في البيئة. كما يقع ضمن نطاق البيئة الطبيعية التربة والمعادن ومصادر الطاقة والأحياء(بما فيها الإنسان) بكافة صورها، وهذه جميعاً تمثل الموارد التي أتاحها الله للإنسان ليحصل منها على مقومات حياته.

٢- البيئة المشيدة Man-made Environment

البيئة المشيدة هي البنية الأساسية المادية التي شيدها انسان.وهي تتألف من المكونات التي أنشأها ساكنو البيئة الطبيعية (الناس)، وتشمل كل المباني والتجهيزات والمزارع والمشاريع الصناعية والطرق والمواصلات والمطارات والموانئ ، إضافة الى مختلف أشكال النظم الإجتماعية من عادات وتقاليد وأعراف وأنماط سلوكية وثقافية ومعتقدات تنظم العلاقة بين الناس.

ويرى آخرون في صورة ثالثة، أن للبيئة ٣ مكونات:

١- المحيط الحيوي Biosphere

والذي يمثل بيئة الحياة الأصلية أو الفطرية.

٢- المحيط المصنوع أو التكنولوجي Technosphere

ويتألف من كافة ما أنشأه الإنسان في البيئة الطبيعية بإستخدام مكوناتها سواء المستوطنات البشرية والمراكز الصناعية والطرق والمواصلات والمشاريع الزراعية والآلات وغير ذلك.

٣-المحيط الإجتماعي Social Environment

ويقصد به المنظومة التي تدير في إطارها الجماعة البشرية شؤون حياتها الإجتماعية والإقتصادية والسياسية والثقافية. وهذه المنظومات الثلاثة تتفاعل في ما بينها مؤثرة ومتأثرة.

وهناك صورة رابعة ترى ان للبيئة ٤ مكونات هي:

١- الطبيعية Natural

وتمثل الأرض وما عليها من ماء وما حولها من هواء وما ينمو عليها من نبات وما تحتضنه من حيوانات، وجدت بشكل طبيعي.وتمثل الطبيعة والموارد المتاحة للإنسان للحصول على حاجاته الأساسية من غذاء وكساء ودواء ومأوى ومواد مختلفة.

٢- السكان Population

وهم مجموع الأفراد القاطنين على الأرض في عصر ما. والسكان هم المكون المؤثر والنغير في المكان الطبيعي للبيئة من أجل حياة مريحة تليق بكرامة الحياة البشرية.

٣- التنظيم الإجتماعي Social Order

ويقصد به الأنشطة التي يمارسها السكان في علاقتهم مع الوسط المحيط بهم، والذي يحتوي أوجه حياتهم ومعيشتهم، بكل ما فيها من نظم وتنظيمات للعلاقات وإشباع للحاجات ومعايشة المشكلات.

٤- التكنولوجيا Technology

ويقصد بها مختلف أنواع التقنيات التي إستحدثها الإنسان، والتي مكنته من إستثمار موارد البيئة لتلبية حاجاته وتطلعاته.

وكما هو الحال في الصور الثلاثة السابقة لمكونات البيئة، فان هذه المكونات الأربعة، في هذه الصورة الرابعة: الطبيعة، والسكان، والتنظيم الإجتماعي، والتكنولوجيا، تتفاعل فيما بينها مؤثرة ومتأثرة.وقد يكون هذا التفاعل إيجابياً ينعكس بفوائد جمة على الابيئة، وقد يكون سلباً يؤثر على البيئة ويضر بها، بما ينتج عنه مشكلات تتفاوت أهميتها وتأثيرها من المستوى الهين البسيط الى المستوى المعقد والمدمر أحياناً.

بيئة الجماعات

ما المقصود ببيئة الجماعات ؟

المرادف لدراسة بيئة الجماعات أو السكان باللغة الأنكليزية هو Population Ecollogy.ويمثل السكان أو الجماعة Population مجموعة من الأفراد تنتمي لنفس النوع Species ولها القدرة على التكاثر في ما بينها، وتقطن منطقة بيئية محددة، وتمتاز الجماعات بالكثافة السكانية، وبالتركيب العمري، ومعدل النمو، والديناميكية (نسبة المواليد والهجرة الداخلية مقارنة بنسبة الوفيات والهجرة الخارجية).

أما المجتمع فيسمى Community (= Biocoenosis) وهو يمثل تفاعل مجموعة الجماعات،التي تعيش في منطقة بيئية محددة، مع بعضها الآخر.وتمتاز المجتمعات بطبيعتها الفيزيائية،وظاهرة التنوع، والسيادة، والأدوار الوظيفية، التي تقوم بها الجماعات المختلفة من خلاله.

إذن،فإن النوع Species يُعدُ وحدة بناء المجتمعات الحيوية Biotic Communities ،إذ يوجد في كل نظام بيئي عدد من أنواع الكائنات

الحية يميزه عن غيره. فالنوع يشمل جميع الكائنات الحية المتشابهة وراثياً، والقادرة على التكاثر وإنجاب الأجيال المخصبة.ويتكون النوع من الأفراد، فالنوع البشري مثلاً مكون من أكثر من ٦ مليارات من الأفراد. نطلق على مجموع الأفراد من النوع نفسه،التي تعيش في مكان واحد في الوقت نفسه، السكان،أوالتعداد Population ، بينما نسمي جميع أنواع الكائنات الحية، التي تعيش في منطقة واحدة، وتتفاعل مع بعضها بعض، مجتمعاً حيوياً،أو إختصار مجتمعاً Community .اما النظم البيئية المتشابهة مناخياً،أو المرتبطة مع بعضها بعض، فتدعى الأقاليم الحيوية Biomes، مثل إقليم الغابات الإستوائية، وإقليم الصحاري.

واضح ان الأقاليم الحيوية أكثر إتساعاً وتعقيداً من النظم البيئية الطبيعية، إلا أنها تمثل المجتمعات التي تعيش وتعتمد على العوامل البيئية غير الحية نفسها.مع بعض الإختلاف بين الكائنات الحية في الأماكن الجغرافية المختلفة من الأقليم الحيوي.

وأخيراً يشمل الغلاف الحيوي Biosphere جميع الأقاليم الحيوية الموجودة على سطح الأرض وفوقه متضافرة.ومن ناحية أخرى يمكن النظر الى الغلاف الحيوي على أنه إقليم بيئي حيوي هائل Super Ecosystem يتكون من جميع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض وتحت سطحها وفي الغلاف الجوي مع بيئتها المختلفة التي تعيش فيه.

مفهوم الجماعات Concept of population

تعد الجماعات اللبنة الأساسية في علم البيئة، حيث تكون المجتمعات، ومن ثم النظم البيئية. وتعرف الجماعة على أنها مجموعة من أفراد

أحياء تتبع نوع واحد، وتعمل داخل إطار الجماعة من حيث الزمان والمكان على حد سواء، وهذه الأفراد تتفاعل فيما بينها لتخلق علاقات وتداخلات حيوية تنظم نموها وتكاثرها وإنتشارها. وهكذا نتحدث عن جماعة من الفئران في حقل زراعي، وعن جماعة من العصافير في غابة، وعن جماعة من النباتات الأوركيد.

إن تجمع أنواع مختلفة من الكائنات الحية في بيئة معينة يشكل وحدة حية نطلق عليها إسم المجتمع الحيوي. فمثلاً يتكون مجتمع الغابة من أنواع شاهقة وأخرى قصيرة وشجيرات واعشاب وحيوانات متنوعة تشمل جماعات من اللافقريات (قواقع، ديدان، خنافس،فراشات) والزواحف (سحالي، أفاعي) والطيور المتنوعة والثدييات (غزلان، قوارض، أرانب، ثعالب).إن وجود هذه الكائنات مع بعضها في وحدة متفاعلة تشكل المجتمع الحيوي، وهنا لا تؤخذ بعين الإعتبار العوامل غير الحية، أما إذا أعتبرت فنطلق على هذه الكتلة المتداخلة- النظام البيئي.

عند الدراسة الأولية للجماعات الحياتية يكون من المفيد التعرف على خواص معينة للجماعات تميزها عن باقي حلقات(مكونات) الطيف البيولوجي، فنرى ان لها تنظيم تركيبي، ووحدة وظيفية، وطراز من النمو تختلف، بموجبه الجماعات عن بعضها البعض. ويكون تركيب الجماعة قابلاً للتجديد من حيث إعداد الأفراد، والكثافة، والإنتشار المكاني، والمجاميع العمرية، والنسب الجنسية، وتنظيم التوالد.كما وتكون تركيبة الجماعة محدودة من حيث معدلات الولادة، ومعدلات الوفيات، والتغيرات من خلال الهجرة أو الإستيطان.

طبعاً، لا تمتلك جميع الكائنات الحية الموجودة في المجتمع الحيوي نفس الأهمية البيئية من ناحية تأثيرها في المجتمع الحيوي، ويعتبر

النوع ذو السيادة البيئية Ecological dominance هو الأهم بالنسبة للمجتمع، حيث تدل السيادة البيئية على مدى علاقة هذا النوع في عملية تدفق الطاقة عبر المجتمع البيئي.ويجزم العديد من العلماء بان النوع السائد بيئياً هو الذي يتحكم بشكل رئيسي في مصير المجتمع، واذا عزلناه تحدث تغيرات مؤثرة. وفي المقابل، فان عزل أي نوع اَخر غير سائد، فقد لا يؤثر،أو قد يكون تأثيره غير ملحوظ على حيوية المجتمع. ويعتقد بعض العلماء بانه يمكن إعتبار الكتلة الحية Biomass كمقياس للسيادة البيئية.

تعتمد طبيعة المجتمعات الحية على عاملين اساسيين:

١-تأقلم وتكيف Adaptaionأفراد المجتمع للبيئة الفيزيائية المحيطة.

٢-مدى علاقة الكائنات الحية المكونة لهذا المجتمع مع بعضها البعض.

وكما للجماعات البيئية خصائصها وصفاتها، يوجد للمجتمعات البيئية صفات خاصة بها، مثل: الهيكل Structure ويطلق على هذه الصفة أحياناً أنماط النمو Growth forms، والتنوع Diversity، والسيادة Dominance،والوفرة النسبية Relative abundance، والحيز الوظيفي او العش البيئي Niche .

ويعتبر العلماء أن المعايير الرئيسية التي تتحكم في كثافة الجماعات السكانية هي:

-معدلا ت الولادة Natality

-معدلات الوفيات Mortality

-الإستيطان Immigration

-الهجرة للخارج(الأغتراب) Emigration.

التعاقب البيئي وأهميته

تتعرض المناطق الطبيعية الى إضطرابات (أو تغييرات سلبية) Disturbances من أنواع شتى.وهذه الإضطرابات ليست جميعها من فعل البشر، بل قد تكون طبيعية، كالعواصف والنار(الحرائق) التي ما فتأت جزءاً من البيئة.وقد أثرت هذه التغيرات السلبية على البيئة منذ أزمان بعيدة، بحيث تأقلمت Adapted (أو تكيفت) الكائنات الحية معها الى المدى الذي يمكن للبيئة (أو سطح الأرض) ان تستفيد من هذه التغيرات السلبية على المدى الطويل. فللحرائق الطبيعة فوائد عدة: منها ان الأشجار في الغابات التي لم تتعرض للحرائق قد تصبح معرضة للآفات الحشرية والأمراض ، بينما تزداد مقاومة النباتات المتبقية بعد الحرائق لهذه الآفات والأمراض.

تتغلب الطبيعة على مثل هذه التغيرات البيئية السلبية بحدوث ما يسمى التعاقب البيئي Ecological succession والذي يمكن تعريفه بالإنتقال المنظم من مجتمعات حيوية معينة Biotic community الى مجتمعات حيوية أخرى.

ما يحدث خلال التعاقب البيئي هو ان يحل مجتمع حيوي محل آخر تدريجياً مع الزمن، وهذا الثاني يحل محله مجتمع ثالث، وحتى يمكن ان يحل مجتمع رابع محل الثالث، ونستطيع مشاهدة كثير من الأمثلة على التعاقب البيئي حولنا. فمثلاً إذا تركت قطعة أرض مغطاة بالتربة دون زراعة وسقطت عليها كمية كافية من الأمطار، تبدأ الأعشاب بالنمو أولاً، وبعد بضع سنوات تغزوها الشجيرات، ثم بعد سنين عدة تبدأ الأشجار بالسيطرة على المكان. ويمكن سبب حدوث التعاقب البيئي اي التغيير الذي يطرأ على البيئة الطبيعية بفعل نمو المجتمع الحيوي نفسه، بحيث تصبح المنطقة مناسبة لعيش مجموعة جديدة من الأنواع، وفي الوقت نفسه تصبح اقل تناسباً مع المجتمع الحيوي الحالي، أي الذي كان أصلاً.

ولا يستمر التعاقب في الأنواع الى ما لا نهاية.إذ ينتهي المطاف بحالة من الإستقرار، حيث يتم الإتزان ما بين جميع الأنواع والبيئة الطبيعية.وتدعى هذه المرحلة النهائية نظام الذروة البيئي Climax ecosystem ، وتسمى التجمعات الحيوية المستقرة(أو الناضجة) مجتمعات الذروة Climax communities.

ويمتاز نظام الذروة بأنه:

١- ذو مقاومة عالية للتأثيرات السلبية.
٢- ذو تنويع حيوي عالي High Species Diversity
٣- غني بالمواد الغذائية والمواد العضوية .
٤- بأنه يظهر درجة عالية من الانتظام.

ولكن يجب التركيز بأنه حتى أنظمة الذروة قد تتعرض للتغيير إذا ما حدثت تغييرات جذرية في المناخ أو دخول انواع جديدة أو إظالة (نزع) أنواع قديمة من النظام البيئي.غير ان التغيير يكون بطيئاً في أنظمة الذروة إذا ما قورن بالتغيير في المراحل الأولى من التعاقب البيئي حيث قلة التنوع الحيوي.

ويوجد نوعان للتعاقب البيئي:

جامعة المثنى/كلية الزراعة المقرر: علم البيئة
قسم وقاية النبات/ المرحلة الثالثة المحاضرة : الثامنة نظري
- تعاقب بيئي أولي Primary Succession
-وتعاقب بيئي ثانوي Secondary Succession.

التنوع الحيوي خلال التعاقب البيئي

تمتاز المراحل الأولى من التعاقب البيئي Ecological succession بظهور أنواع متعددة من النباتات، وتبلغ قمة التنوع الحيوي Climax Species Diversity في المراحل الوسطى من التعاقب البيئي، إذ تظهر أنواع متعددة من الأشجار مختلفة الحجم. فتمتاز الغابة بحزم متعددة من أنواع الأشجار المختلفة. وهناك أمثلة أخرى عديدة..

تطور النظام البيئي- التعاقب Succession
أن التغير في العوامل الفيزيائية أو الحية، في منطقة ما، يسبب تغيراً في المجتمعات الحية، والذي يعرف بالتعاقب، وهو تطور منظم في الأنظمة البيئية، يتسبب في تشوه مجتمع حيوي بدلاً من مجتمع حيوي سابق في نفس المكان. ويمكن ملاحظة التطور في النظام البيئي في بحيرة حديثة التكوين، حيث تمر بالمراحل التالية: تتكون الخضرة داخل البحيرة نتيجة إنتشار الطحالب فيها. تستوطن جماعات القشريات والرخويات والحشرات المائية وبعض الديدان. ثم تلتحق بها جماعات من البرمائيات والأسماك. لذا تتغير البحيرة تدريجياً مع تراكم المواد العضوية في القاع، وثراء المياه بالمواد الغذائية.
وتتجه الأنظمة البيئية بشكل طبيعي نحو تكوين مجتمعات مستقرة تحتوي على أكبر كمية من المادة الحية.وتعرف المراحل التطورية بالأطوار التسلسلية Serial stages، ويعرف المجتمع الأخير والأكثر إستقراراً بمجتمع الذروة Climax community.وتمتاز الأطوار المبكرة بإنتاجية عالية وتنوع قليل في النباتات والحيوانات، كما تكون أقل استقرارا من الذروة، وأكثر عرضة للتغير البيئي المفاجئ.

العوامل والقوانين البيئية

من المعروف علمياً ان النظم البيئية الطبيعية تتأثر بالعديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية المتداخلة، وهي ما تسمى العوامل غير الحية. وتشمل هذه العوامل: معدل الأمطار من حيث الكمية والتوزيع خلال العام، بالأضافة الى كمية الرطوبة في التربة، ودرجة الحرارة من حيث الدرجات العليا والدنيا، والمعدل، والضوء، والعناصر الكيميائية الغذائية Chemical Nutriens ، ودرجة الحوضة Ph ، والملوحة، والحرائق، والتضاريس..إن وجود هذه العوامل أو غيابها، أو زيادتها او نقصانها، قد يؤثر على مقدرة الكائنات الحية على المعيشة. ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة. وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحية تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جميعها.ونتيجة لذلك، تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع.وهذا ما يحدد طبيعة النظام البيئي الطبيعي المعني.

تقسيمات العوامل البيئية

تنقسم العوامل البيئية الى عوامل حية أو حياتية أو تداخلات بيولوجية ، وعوامل لا حياتية أو غير حية.

أ- العوامل الحية

يمكن ان تؤدي العوامل الحية الى صياغة شكل النظام البيئي.فمثلاً تعيش الأعشاب في المناطق التي تسقط الأمطار فيها بمعدل يزيد على ٧٥ سم / سنة.ولكن إذا كانت كمية الأمطار كافية لنمو الأشجار فلا تتاح الفرصة للأعشاب للنمو، أي ان العامل الذي حد من نمو الأعشاب هو المنافسة مع الأشجار الأطول.

ب*العوامل اللاحية* Abiotics factors

من هذه العوامل:

١-الحرارة Temperature

يوجد لكل كائن حي مجال حراري معين يستطيع ان يعيش فيه.وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزيع ووفرة الكائنات الحية في منطقة ما.

إعتبر العالم دارون العوامل المحددة Limiting factors مثل الحرارة، من المعوقات البيئية Ecological barriers لإنتشار وتوزيع النوع، ولكنه وجد ان للكائنات الحية مقدرة خاصة (فسيولوجية أو سلوكية) للتعامل مع تذبذبات الحرارة طالما تقع هذه التذبذبات ضمن الحالة المثالية.ويعتقد العلماء بانه إذا إرتفعت درجة الحرارة عن الحد الأعلى لقدرة التحمل (أو إنخفضت) فإن هذه العوامل- الحراة- سيصبح تدرجاً قاتلاً ويعرف بالعامل القاتل Fatal factorأو Lethal factor ولن تستطيع الكائنات الحية ان تتكيف معه، فتلجأ الى الإعتماد على الإنتشار، الهجرة، او أي سلوك آخر يمكن ان يقيها من التعرض لدرجة الحرارة المرتفعة او تفشل فتموت.

٢- الضوء Light

يعد الضوء من العوامل البيئية الهامة إذ أنه مصدر الطاقة لجميع الكائنات الحية.وهو عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية تصل سطح الأرض من الشمس.ويحيوي الإشعاع الشمسي على الضوء المرئي(بالنسبة للإنسان) الذي يتكون من موجات أطولها موجات الضوء الحمراء ٦٠٠ – ٧٨٠ نانومتر، وأقصرها البنفسجية ٣٩٠ نانومتر.كما يحوي هذا الإشعاع على جزء غير مرئي تكون أطوال موجاته أقصر من البنفسجي كالأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet او أطول من الأحمر كالأشعة تحت الحمراء Infrared ولا يصل الأرض إلا جزء قيلل من الأشعة فوق البنفسجية وذلك بسبب إمتصاصها بواسطة طبقة الأوزون تاتي تحيط بالغلاف الجوي.وإن ما يصل الأرض هو نحو ٠,٣ % من مجموع الطاقة الشمسية فقط، حيث يمتص منه حوالي ٠,٠٤ بواسطة النباتات لتستَهلك في عملية التركيب الضوئي، إلا ان هذا الجزء البسيط من الطاقة يقوم بتصنيع جميع المركبات العضوية والغذاء في البحر وعلى اليابسة.

٣-الماء Water

الماء من أهم العوامل اللاحياتية.يتكون الماء بنسبة ٦٠ – ٨٠ % من أجسام الكائنات الحية، ويرتبط وجود الكائنات الحية ووفرتها في أي منطقة بيئية بوفرة الماء ونسبة محتوياته من المواد العضوية واللاعضوية، وكذلك درجة حموضته وملوحته.وتتكيف الكائنات الحية تبعاً لتوفر الماء، فنجد أنواع

الكائنات الحية وتكيفاتها في الصحراء تختلف عن تلك الموجودة في بيئة مائية او متوسطة الجفاف او متجمدة، ويرتبط بالماء عاملين مهمين، هما: الهطول Precipitation والرطوبة Humidity
..

٤-التربة Soil

التربة هي الأخرى من أهم العوامل اللاحياتية، وتعتبر عاملاً مهماً في توزيع الكائنات الحية وخصوصاً النباتات التي تعتمد إعتماداً كلياً على التربة. وتعود أهمية التربة للكائنات الحية للأسباب التالية:

١- تقوم التربة بتثبيت جذور النباتات.
٢- تزود التربة النباتات بالماء والأملاح المعدنية (المواد المغذية).
٣- تؤدي التربة مهمات النقل أو الغذاء أو الإيواء أو كمكان للراحة بالنسبة للحيوانات.
٤- تحلل المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة وإعادتها الى دورتها الطبيعية.

وتُعرف التربة على أنها المادة المعدنية التي قد توجد على هيئة صلبة(مثل الجلمود، والحصى، والبروزات الصخرية الكبيرة، والقطع الكبيرة من الحجارة) أو على هيئة جزيئات معدنية ناعمة يشار اليها بالرمال، والغرين، والطين، تبعاً لنسبها. وغالبا ما تحتوي هذه التربة على كميات ضخمة من المادة العضوية التي تكون دبالاً Humus غزير الإنتاج.
وتُعرف دراسة التربة بإسم علم التربة Pedology ، وهو فرع مرتبط بالعلوم التطبيقية، حيث يطور معلومات قيمة لعلماء الزراعة والغابات والبيئة والجيولوجيا.
وتتكون التربة نتيجة لثلاث عوامل رئيسية، هي:
١- التعرية الجوية Weathering
حيث درجات حرارة التجمد والإنصهار المتكررة، وخصوصاً عن طريق تجمد وإنصهار الماء الذي يتسرب بين شقوق الصخور الى التفكيك الفيزيائي للصخر ليعطي دقائق ناعمة نسبياً.

٢- عمليات التآكل أو الحت Erosion
وخصوصاً عن طريق التيارات المائية للسيول أو عن طريق المواد الكيميائية (ولاسيما الأحماض العضوية، التي تضاف الى التربة من قبل النباتات والحيوانات ونشاطات الإنسان المختلفة، والتي تغير من طبيعة الصخر الأصلي وتساعد في تجزئة وإذابة المكونات المعدنية) أو عن طريق بعض المواد المعدنية والكيميائية المتكونة من بقايا عضوية للنباتات والحيوانات أو التحلل الكيميائي للمواد المعدنية، حيث تختلط هذه المواد المعدنية أو الكيميائية مع ماء التربة الذي يتخلل حبيبات وشرائح التربة Soil profile ويحدث تفككاً في نسيج التربة.

٣- الترسيب Sedimentation
وهذا يتم عن طريق الرياح بشكل أساسي، حيث تحمل جزيئات التربة من منطقة معينة وتلقي بها في منطقة أخرى

وبسبب هذه العوامل الثلاث يختلف نوع التربة من مكان الى اَخر.

مكونات التربة

تتكون التربة من مكونات ٤ رئيسية وهي:

الرمل، الطين،الغرين والدبال.

وتحدد هذه المكونات خواص التربة وعادة ما تتكون التربة من نسب مختلفة من هذه المكونات، وتتغير التربة بتغيير الظروف المناخية وما يصاحبها من مجتمعات نباتية وحيوانية، وذلك لأن القوة الكيميائية والفيزيائية المختلفة سوف تغير بالتأكيد للمواد المعدنية والعضوية في التربة.

١- الرمل Sand

تتكون حبيبات الرمل من عملية التعرية الجوية لصخور السيليكا، وبالتالي تعتبر السيليكا(SiO_2) أهم مكونات الرمال وقد تختلط عناصر أخرى، مثل كاربونات الكالسيوم في الشواطئ المرجانية والجزر.ويبلغ قطر حبات الرمل ٥٠- ٢٠٠ ميكرون(الميكرون= جزء من الألف من المليمتر)، وهذا الحجم يعتبر كبيراً نسبياً، مما يجعل نفاذية الماء Permeability في الرمل عالية، ومما يجعل تهوية جذور النباتات بالأوكسجين Gaseous volume عالية أيضاً.ولكن تكون الخاصية الشعرية Capillarity ضعيفة(إنتقال الماء من أسفل الى أعلى في التربة إعتماداً على الخاصية الشعرية). وتعتبر التربة الرملية غير ناضجة وجافة نظراً لعدم قدرتها على الإحتفاظ بالمعادن وإرتفاع نفاذيتها ولتدني الخاصية الشعرية فيها.

٢- الطين Clay

يتكون من التعرية الجوية لصخور الغرانيت، ويحتوي على مركبات الألمنيوم والمعادن المرافقة له. وتعتبر حبيبات الطين دقيقة، حيث يبلغ قطرها أقل من ٢ ميكرون، وبالتالي يزداد تمسكها ببعضها، مما يجعل احتفاظها بالماء مرتفع، مقارنة بالرمل، مما يحسن من الخاصية الشعرية لها.ولكن قوة تماسكها تجعل جذور النباتات غير قادرة على إختراقها، وبالتالي غير قادرة على الإستفادة من ما تحتفظ به من ماء. ويستطيع الطين أن يحتفظ بالمعادن، ولكن لنفس السبب السابق، وهو عدم قدرة الجذور على إختراقها، يجعل النباتات غير مستفيدة من هذه المعادن.

٣- الغرين Silt

ويتكون من أنواع مختلفة من طبقات الصخور التحتية Parent rocks وتترسب بالتربة بواسطة الرياح والمياه، وخصوصاً في مناطق دلتا الأنهار، ويعتبر حجم حبيباتها وسيطاً بين الرمل والطين،إذ يتراوح ما بين ٢- ٥٠ ميكرون، ويشابه الغرين الطين في خواصه، لكنه أقل تمسكاً وصلابة.

٤-الدبال Humus

وهو عبارة عن المادة العضوية في التربة، ويتكون من بقايا النباتات وفضلات الحيوانات المحللة جزئياً، ويعتبر الدبال ضروري للتربة، حيث يحافظ على الفراغات الهوائية في التربة الطينية، مما يقلل من صلابتها،كما يجعل التربة الرملية تحفظ كمية أكبر من الماء.ويمنع الدبال من عملية نزع المعادن من التربة، ويؤثر الرعي الجائر والزراعة المتكررة على كمية الدبال، ويقلل من نسبته، مما يجعلها غير مناسبة للزراعة.

وهنالك التربة المزيجة Loam التي هي عبارة عن مكونين أو أكثر من المكونات الأربعة السابقة، وبالتالي تدمج الخواص الجيدة من كل نوع.وعلى سبيل المثال تكون التربة المزيجية ذات تهوية جيدة

بفعل الرمل، وتستطيع الاحتفاظ بالماء والمعادن بفعل التربة الطينية، وعادة ما يكون فيها كمية مناسبة من الدبال(٥- ٢٠ بالمائة أو أكثر).

والتربة المثالية للنباتات هي التي تحتوي على ٣٠ بالمائة رمل و ٤٠ بالمائة غرين و ٢٠ بالمائة طين.

لقوام التربة أهمية بيئية قصوى، نظراً لأن حجم الدقائق السائد في أي بقعة لابد وان يكون له أثر كبير على نباتات وحيوانات هذه البقعة، حيث نجد ان التربة الأقل خشونة تسمح لجذور النباتات ان تخترق الطبقة التحتية بسهولة أكثر، وتسهل عمل الحيوانات الثاقبة للتربة Burrowing animals.

ويعتبر مقد التربة Soil profile وعمقها Soil depth من أهم المميزات التي تميز أنواع التربة عن بعضها. ويتوقف عمق التربة على مجموعة واسعة من الظروف الكيميائية والحيوية والفيزيائية داخل المنطقة.وتعد المادة الترابية غير المتصلبة مهمة في تحديد الغطاء النباتي، وتباعاً لذلك الحيوانات الموجودة في المنطقة.

علماً بأن علماء التربة قسموا أشكال التربة حسب عمقها بصورة تقريبية. ويجب التفريق بين العمق الفيزيائي والعمق الفسيولوجي للتربة، حيث توصف التربة بأنها عميقة رغم أنها قد تكون ضحلة فسيولوجياً نظراً لوجود طبقات رقيقة من كاربونات الكالسيوم التي تؤدي الى إندفاع الماء الباطني الى سطح التربة مما يمنع الإستعمال الكامل للتربة المتاحة لجذور النباتات او كائنات التربة الأخرى.

٥-المغذيات الأولية (الأملاح المعدنية) Biogenic salts

الأملاح المعدنية من العوامل اللاحياتية، وهي تعتبر من العوامل البيئية المحددة لتوزيع الكائنات الحية، وبشكل رئيسي للنباتات.وقد بني العالم البيئي في الحد الأدنى إعتماداً على المغذيات الأولية. والمعروف ان النيتروجين والفوسفور لهما أهمية كبيرة من الناحية البيئية، حيث يشكلان الهيكل التركيبي للكائنا الحية(النتروجين ضروري لبناء الأحماض الأمينية، وبالتالي البروتينات، والفوسفور ضروري لبناء العظام، ويدخل في تركيب الأحماض النووية وحاملات الطاقات)، ويليهما: البوتاسيوم، والكالسيوم، والكبريت، والمغنيسيوم.

بالنسبة للكالسيوم، الرخويات تحتاجه بشكل دائم لصناعة أصدافها، ولابد من وجوده في طعامها.وكذلك النباتات، فهي تحتاج المغنيسيوم لصناعة الكلوروفيل، فلابد من وجوده في التربة.وهذه الأملاح المعدنية التي تحتاجها النباتات والحيوانات بكمية كبيرة، تسمى المغذيات الرئيسية Macronutrients.

وهناك بعض المغذيات التي تحتاجها الكائنات الحية بكميات بسيطة، وتسمى Micronutrients (المغذيات الدقيقة)، لكن عدم توفرها في التربة قد يؤدي الى عدم الإنبات،أو ظهور أعراض مرضية على النباتات. وهذه المغذيات هي الحديد، والمنغنيز، والنحاس، والزنك، والبورون، والصوديوم، والموليبديوم، والكلور، والكوبالت.وهناك اليود الذي تحتاجه الحيوانات الفقارية.

وهذا التقسيم للعناصر الغذائية ليس تقسيماً حاداً، بل يتداخل أحياناً، فمثلاً تحتاج الفقاريات الصوديوم والكلور أكثر من إحتياج النبات لهما.ومعظم هذه المغذيات الثانوية تقوم بعمل مشابه للفيتامينات أو تعمل كمنشطات معدنية وذلك عند إرتباطها بمركب عضوي.ومثال على ذلك يدخل الكوبالت في تركيب فيتامين B12 ، ويعتبر الموبيلديوم ضروري جداً للبكتريا والطحالب الخضراء المزرقة، التي تثبت النتروجين، ونقصه يعتبر عاملاً محدداً للنبات.

٦-ومن العوامل البيئية الأخرى:
الرياح Winds والغازات الجوية Atmospheric gases (كالأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون) والنار Fire والمناخ الدقيق Microclimate والكواشف البيئية Ecological indicators

الكواشف البيئية Ecological indicators

تستخدم بعض أنواع الكائنات الحية ككواشف تدل على طبيعة أو ظروف البيئة المحيطة بها، ويكون ذلك إما بدليل وجودها أو غيابها أو شكلها أو وفرتها.فمثلاً تنمو نباتات من الجنس أستراغالس Astragalus مرتبطة بالسيلينيوم، وهو معدن من المعادن الموجودة في التربة والتي تتواجد بصورة عامة في رسوبيات اليورانيوم أو قريبة منها.وهكذا تستخدم هذه البناتات للإستدلال على مكامن خام اليورانيوم. وقد دلت الدراسات على ان تواجد الصنوبر Pinus والعرعر Juniperus فوق مصادر اليورانيوم يؤدي الى إحتواء أغصانها الهوائية على تراكيب عالية من اليورانيوم.ويمكن الإستدلال على ذلك عن طريق جمع كمية من الأوراق وحرقها وفحص رمادها، فإذا كانت النسبة جزئين (٢ جزيئ) بالمليون، فان اليورانيوم قابل للإستغلال تجارياً.وغالباً ما يستخدم نبات البرعم الأحمر Cercis canadensis كدليل على وجود الدولوميت (كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم).

ويعد وجود البكتريا القولونية E.coli (وهي من الكائنات الدقيقة التعايشية في أمعاء الإنسان والحيوان) في الماء دليلاً على تلوثه بالبراز.فإذا فاق عدد البكتريا المذكورة معايير معينة في بحيرة بركة، تمنع السباحة فيها. وتستخدم أيضاً الطحالب لنفس الغرض، حيث تدل على التلوث بالمجاري العامة، الذي يؤدي الى ظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication، فإزدهار الطحلب الأخضر Chlorela يدل على التلوث. كما يدل الطحلب الأخضر المزرق Anabaena على تلوث أكثر خطورة. ويوجد الكثير من الأنواع النباتية، التي تدل على المناطق الجافة أو الرطبة أو المناطق الساحلية، وتدل بعض النباتات على أنواع التربة أو ملوحتها، وتدل أنواعاً أخرى على المناخ السائد في المنطقة.

وهناك طراز آخر من الكواشف البيئية وهو ظهور أعراض مرضية معينة مرتبطة ببيئة معينة أثرت على نبات أو حيوان.فتكون بعض أنواع النباتات تقرحات أو بقع إستجابة لملوثات هوائية معينة.مثلاً تدل علامات بين عروق أوراق البنفسج على تراكيز عالية من ثاني أوكسيد الكبريت.ويدل ظهور علامات بيضاء صغيرة على نباتات التبغ على مستويات عالية من الأوزرون في الهواء، بينما يدل إختفاء الأشنات على التلوث الهوائي بنسب عالية من الكبريت في الهواء.

العوامل المحددة Limiting factors

من المفاهيم الأساسية في علم البيئة أن لكل نوع من الكائنات الحية ظروفاً طبيعية (عوامل عير حية) يعيش فيها قد لا تشبه ظروف الأنواع الأخرى.فالفيل والنخيل تعيش في البيئات الدافئة نسبياً.والنباتات الخضراء لا تعيش دون ضياء، ونباتات الظل لا تفضل أشعة الشمس المباشرة.الى غير ذلك من الأمثلة.ولقد دلت التجارب على وجود ما يسمى الظرف او العامل الأمثل Optimum ، وهو مقدار العامل الذي يؤمن الحياة المثلى لذلك الكائن، حتى إذا تدنى هذا العامل أو إرتفع أصبحت حياة الكائن في كرب.لكنه لن يموت إلا إذا كان التغير ي العامل تغيراً جذرياً زيادة أو نقصاناً.

إن العامل المحدد هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي، الذي يؤدي الى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبيعياً حتى مع توفر جميع المغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن.ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصاناً أو زيادة،إذ لا تنمو الكثير من أنواع النباتات إذا قلت

نسبة المياه في التربة..ويمكن ان تتعدد العوامل الواقعة خارج مدى التحمل الأمثل فتظهر مسببة إجهاداً كبيراً للكائن الحي قد يصل الى الموت. وتسمى مثل هذه الحالات بالتأثير المتدائب Synergistic Effects ، وخير مثال عليها مجموعة الملوثات التي تؤثر على الكائن الحي فتجعله عرضة للمرض أو الهلاك.

مستويات التحمل **Tolerance levels**

من المعروف، ان لكل كائن مدى تحمل يخصه، كما أن بعض الأنواع تتمتع بمدى أوسع أو مدى أضيق من غيرها.وبحسب قانون ليبيج للحد الأدنى Liebig´s law of Minimum ، الذي وضعه عالم الكيمياء العضوية الألماني جوسوس ليبيج في عام ١٨٤٠،من خلال دراساته على المحاصيل النباتية،فانه يوجد لكل كائن حي متطلبات محددة لابد من توفر الحد الأدنى منها على الأقل حتى يستمر نموه وتكاثره.

ويندرج تحت قانون التحمل (قانون ليبج) بعض المبادئ الأساسية في علم البيئة وهي:

١- ان لكل كائن حي مدى تحمل للظروف البيئية المتعددة، كدرجة الحرارة والرطوبة والضوء..الخ. وقد يكون هذه المدى ضيق Stenoecious أو واسع Eurioecious .

٢- وقد يكون أحد الكائنات الحية واسع التحمل لعوامل معينة وضيق التحمل لعوامل أخرى.

٣- الكائنات الحية التي لها مدى تحمل واسع لمجمل الظروف البيئية المحيطة تكون واسعة الإنتشار.

٤- لا تعيش الكائنات الحية في الوضع الطبيعي في الظروف المثالية من مجال التحمل، وذلك لأن تأثيرات العوامل البيئية تتداخل مع بعضها.

٥- مرحلة التكاثر في الكائن الحي هي المرحلة الحرجة التي تحتاج لظروف بيئية قريبة من الحد المثالي. لذا نجد ان تكون البذور والأجنة والطلائع النباتية واليرقات لا يكون إلا في فترات معينة من السنة تحت الوضع الطبيعي وذلك لعدم إستمرارية الظروف المثالية على مدار السنة.

ويتباين مدى التحمل والظروف المثلى للنوع الواحد، وخصوصاً إذا تواجد هذا النوع في مدى جغرافي واسع، وذلك بسبب ظهور تراكيب جينية عن طريق الإنتخاب الطبيعي والتكيف.

الإتزان الطبيعي للجماعات

ما ينطبق على التحمل،حيث لكل كائن مدى تحمل يخصه،فان للجماعات Communities رد فعل مختلف تجاه العوامل البيئية، وفي معدل إستجابتها للظروف البيئية. فهناك بعض الجماعات التي تستجيب بسرعة للظروف الإيجابية، كتوفر الغذاء مثلاً، وتتأثر بشدة بالظروف البيئية السلبية، كالجفاف. ومن الأمثلة على هذه الجماعات النباتات الحولية والحشرات والفئران.وهناك جماعات تكون أقل إستجابة للتغيرات، فلا تتأثر معدلات الولادة أو الوفيات أو الهجرة بشكل حاد. ومن الأمثلة على هذه الجماعات الأشجار الكبيرة والحيوانات الثديية الكبيرة.

وأما النظم البيئية فتمتلك قدرة ذاتية على البقاء Persistence تحت ضغط التغيرات المحيطة.

وهنا قد يمارس النظام البيئي دوره بطريقتين لتحقيق العودة الى الإتزان الطبيعي:

١-المرونة البيئية Ecological reilience

وهي القادرة على إمتصاص التغيير، ومن ثم البقاء، ومن ثم العودة الى الوضع الطبيعي عند تحسن الظروف. ومن هذا المفهوم نستنتج بان تأرجح الجماعات السكانية تحت تأثير تغيير معين لا يعني ان النظام البيئي قد إنتكس، بل ان أمامه فرصة فسترداد عافيته إذا كانت الأفراد التي يتألف منها النظام البيئي متكيفة ومرنة.

٢-المقاومة البيئية Ecological resistance

وهي قدرة النظام البيئي على مقاومة التغيير بأقل ضرر ممكن. وتنتج المقومة من مكونات النظام البيئي نفسه.وعادة ما يمتاز النظام البيئي المقاوم بقدرة حيوية عالية وبطاقة مخزونة تساعد على البقاء فيستطيع نظام الغابات، مثلاً، أن يقاوم درجات الحرارة المرتفعة، والمنخفضة، وكذلك الجفاف، وإنتشار الحشرات الفصلي، وذلك لتمكن هذا النظام من إستخدام الطاقة المخزنة في أنسجته لإستدراج عافيته.

ما هي القوانين الإيكولوجية Ecological Rules ؟

تخضع الطبيعة لقوانين وعلاقات معقدة تؤدي في نهايتها الى وجود إتزان بين جميع العناصر البيئية حيث تترابط هذه العناصر بعضها ببعض في تناسق دقيق يتيح لها أداء دورها بشكل وبصورة متكاملة. فالتوازن معناه قدرة الطبيعة على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مشكلات أو مخاطر تمس الحياة البشرية. ومعنى هذا ان المواد التي تتكون منها النباتات، مثلاً، يتم امتصاصها من التربة، ليأكلها الحيوان الذي يعيش عليه الإنسان. وعندما تموت هذه الكائنات تتحلل وتعود الى التربة مرة أخرى. وبذلك، فالعلاقة متكاملة بين جميع العناصر البيئية. وتكون أشعة الشمس، والنبات، والحيوان، والإنسان، وبعض مكونات الغلاف الغازي، في إتزان مستمر. وخير من يجسد ذلك هو دورات بعض المواد،التي تدخل وتسري في المكونات الحياتية والطبيعية، ثم ما تلبث أن تعود الى شكلها الأصلي. وهذا ما يحصل للكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت والحديد وغيرها من المواد والمعادن، التي تسير في دورات مغلقة، وما تلبث ان تتحول من شكل الى آخر، مجسدة القانون المعروف: المادة لا تفنى ولا تستحدث، وإنما تتحول من شكل الى آخر في سلسلة طويلة تغذي بها الحياة على سطح الأرض..

إن الأرض تعتبر بيئة الحياة الكبرى، حيث لم يتوصل الإنسان بعد الى كشف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان غير الأرض. وقد شاءت إرادة الخالق ان يجعل هذه الأرض للإنسان بساطاً، ويوفر له فيها كل أسباب الحياة، ويقدر له فيها من الأرزاق ما يفي بحاجاته وحاجة كل الأحياء التي على ظهرها، بدءاً بالكائنات الدقيقة، وإنتهاءاً بالإنسان ذاته، كما سخر الخالق الشمس والقمر، دائبين، وأرسل الرياح والسحاب، وأنزل من السماء ماءاً عذباً طهوراً، أحيا بها النبات والحيوان والإنسان- حلى حد تعبير الأستاذان رشيد الحمد ومحمد صباريني. وكل هذه النعم وغيرها، مما لا

يعد ولا يحصى، يجري بإنتظام ودقة متناهية، وفقاً لثلاثة قوانين طبيعية ثابتة، تعرف بالقوانين الأيكولوجية Ecological Rules وهي:

قانون الإعتماد المتبادل، وقانون ثبات النظم البيئية، وقانون محدودية موارد البيئة.

١-قانون الإعتماد المتبادل

ان الأرض، وهي كوكب الحياة، مليئة بصور متنوعة من الحياة، متباينة في أشكالها وأحجامها وأنواعها وأنماط معيشتها.وتعتمد هذه الأحياء كلها بعضها على بعض في علاقة توصف بالآكل والمأكول. فهناك الأحياء المنتجة للطعام (المنتجات Producers).وقد تكون هذه المستهلكات آكلة للأعشاب (مثل الأرانب والغزلان والمواشي) او آكلات اللحوم (القطط والنمور والأسود) أو آكلات للأعشاب واللحم (الإنسان).

وتأخذ العلاقات الغذائية صورة سلاسل غذائية، بحيث ينتقل الغذاء من المنتج الى المستهلك الأول فالثاني فالثالث، وهكذا، تبعاً للبيئة التي تستوطنها الأحياء. ففي بيئات اليابسة، تكون عادة قصيرة، وتتكون من حلقة أو أثنين (أعشاب، حشرات، طيور آكلة حشرات).أما في الماء فإن سلاسل الغذاء عادة ما تكون طويلة الحلقات. على ان العلاقات الغذائية بين الأحياء تكون متداخلة وتأخذ صورة شبكة الغذاء التي تعطي المستهلك الكثير من فرص الإختيار . وبالمقارنة ما بين أعداد المنتجات وأعداد المستهلكات في كافة مستوياتها، نجد ان المنتجات أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الأول، وهذه أكثر عدداً من المستهلكات في المستوى الثاني، وهكذا، يتدرج العدد انخفاضا ليأخذ شكل اليوم، في ظاهرة طبيعية تحفظ للكائنات الحية توازنها.

٢- قانون ثبات النظم البيئية

من المعروف أن المحيط الحيوي نظام كبير الحجم، كثير التعقيد، متنوع المكونات، محكم العلاقات، يتميز بالإستمرارية والتوازن. وهذا النظام الكبير يتألف من مجموعة كبيرة من النظم البيئية الأصغر فالأصغر .ويقصد بالنظام البيئي تلك الوحدة الطبيعية التي تتألف من مكونات حية وأخرى غير حية تتفاعل فيما بينها أخذاً وعطاءاً مشكلة حالة من التوازن الديناميكي او المرن. ومن أمثلة هذه النظم البيئية: الصحراء والمنطقة العشبية(السافانا) والمنطقة القطبية والغابات والأرض المزروعة والمناطق المائية، وغيرها.

وهذه الأنظمة البيئية، وغيرها الكثير، أنظمة مرنة الأتزان، دائمة التغير من صورة لأخرى. وهذا التغيير في الأنظمة البيئية قد يكون سريعاً ومفاجئاً، وقد يكون بطيئاً ومتدرجاً، بحيث لا يمكن ملاحظته. وعليه فان الأنظمة البيئية في تغير مستمر، وكل نظام بيئي يهيئ الظروف لنظام لاحق، وعندما يحدث تغير ما (إنخفاض معدل المطر الى اللحد الأدنى) في نظام بيئي ما (الصحراء) فان هذا النظام البيئي يصاب بالإختلال(أعشاب قليلة وبالتالي مجاعة لآكلات العشب) مما يدفع بالنظام البيئي الى أخذ صورة إتزان جديدة(عدد أقل لآكلات العشب).وهكذا كلما حدث تغير في مكون أو أكثر من مكونات النظام البيئي فانه ينتقل من صورة من الإتزان الى صورة أخرى، أي ان الأتزان في النظام البيئي ديناميكي مرن وليس ثابتاً،إنما الثابت هو النظام البيئي نفسه.وسنعود للنظام البيئي من جديد بعد قليل.

٣- قانون محدودية موارد البيئة

أشرنا الى ان البيئة بمفهومها الشامل هي ذلك الإطار الذي يحيا فيه الإنسان، ويحصل منه على مقومات حياته، ويمارس فيه علاقاته مع بني البشر. وتمثل مكونات هذا الأطار موارد متاحة للإنسان يستخدمها لأستمرار حياته، وللقيام بنشاطاته العملية والإقتصادية المختلفة.غير ان هذه الموارد محدودة ولن تبقى الى ما لانهاية، وهو ما يستلزم إيقاف الإستنزاف الجائر والإستخدام العشوائي لهذه الموارد.

ان ما يجري من تدمير للموطن البيئي للنبات والحيوان ولاسيما في المناطق الاستوائية إنما يقود الكثيرمن أنواع الكائنات الحية الى الانقراض كل عام. وينتج التلوث أساساً من تدخل الإنسان في قوانين البيئة التي سنها الخالق عز وجل وإخلاله بتوازن عناصرها ومكوناتها، وكانت للثورة الصناعية والعلمية والطفرة الحضارية الكبيرة التي يعيشها الإنسان في هذا العصر آثار مدمرة على البيئة فبدلاً من ان يستفيد الإنسان من التطور العلمي ونمو التكنولوجيا لتحسين نوعية حياته وصيانة البيئة والمحافظة عليها أصبح الإنسان ضحية لهذا النمو الذي افسد البيئة وجعلها في كثير من الأحيان غير ملائمة لحياته بتلويثه للماء والهواء والتربة والغذاء وستكون العواقب وخيمة مالم نعكس هذا التوجه لمصلحة الكون. فالنمو السكاني والفقر والجهل والممارسات الزراعية الرديئة هي العوامل التي عرضت الموارد المائية للخطر، وسيتعرض العالم الى نقص حاد في هذه الموارد ما لم تتخذ خطوات مناسبة في القريب العاجل.

وقد أظهرت أحدث دراسة صادرة عن «شبكة الأثر البيئي العالمية» أن البشرية استهلكت مجموع الموارد المتجددة لهذا العام، حتى وصلت نسبة العجز البيئي إلى قرابة ٣٠ في المئة، بمعنى ان الانسانية تستهلك راهناً أكثر من قدرة الكوكب الأزرق على تجديد موارده بنحو الثلث. وبحسب المهندس منير العوامي- منسق برنامج «المدرسة الإلكترونية العالمية للتنمية المستدامة والتوعية البيئية» في السعودية فإن البيئة ستأخذ أكثر من سنة وثلاثة أشهر لإعادة ما استهلك في سنة. وأوضح العوامي أن العجز البيئي العالمي يشير إلى أن البشرية تبدأ مرحلة العجز في رصيد الائتمان البيئي من الآن ولغاية نهاية هذا العام.

توازن النظام البيئـــي واختلاله

أسلفنا بان البيئة نظام كبير معقد، يتكون من مجموعة من العناصر(حية وغير حية) تتفاعل فيما بينها، مؤثرة ومتأثرة، تحكمها علاقات أساسية، تحفظ لها تعقيدها ومرونة إتزانها. وتتكون البيئة من مجموعة من الأنظمة الأصغر، تجري مكوناتها في سلاسل ودورات طبيعية تحفظ لها أيضاً التعقيد ومرونة الأتزان. وهكذا، فان أهم ما يميز البيئة الطبيعية هو ذلك التوازن Homeostasis القائم بين عناصرها المختلفة، فلو أن ظروفاً ما أدت الى أحداث تغيير من نوع ما في أحدى هذه العناصر، فانه بعد فترة قصيرة قد تؤدي بعض الظروف الطبيعية الأخرى الى تلافي آثار هذا التغيير. ومن أمثلة ذلك ان النار إذا دمرت جزءاً من إحدى الغابات، فانه بعد عدة أعوام قليلة تعود هذه الأرض التي إحترقت أشجارها الى طبيعتها الأولى، فتنمو بها الحشائش والأعشاب، ثم سرعان ما تكتسي بالأشجار الباسقة مرة أخرى. ويرى العلماء ان هذا التوازن شيء حقيقي وقائم فعلاً بين العناصر المكونة للبيئة، يعبرون عنه باسم النظام البيئي Ecosystem ، وهو نظام متكامل يعيش فيه كل المساهمين في توازن تام، ويعتمد كل منهم على الآخر في جزء من حياته وإحتياجاته، ويقوم كل منهم بمهمته في هذا النظام خير قيام، إذا ما أتيحت له الفرصة كاملة.

إن توازن أو إتزان مجموعة الأنظمة البيئية الموجودة في الكرة الحية أمر ضروري لإستمرارية الحياة. وإتزان النظام البيئي يعني التوازن في مجمل الدورات الغذائية الأساسية والمسالك المتداخلة للطاقة داخل نظام بيئي ما، وهذا يتطلب ان تكون جميع نواحي عمل النظام البيئي بإتزان. ولذا لابد ان يكون هناك توازناً بين الإنتاج والإستهلاك والتحلل داخل النظام.

ويوجد الإتزان في جميع مستويات التنظيم الحيوي، فلو أخذنا اتزان داخل الفرد، فنلاحظ ان هناك إنتظاماً للعمليات الجسدية والوعائية والأيضية عن طريق تنظيم نبضات القلب والتنفس ودرجة حرارة الجسم. كما يوجد هناك تداخل وتأزر بين الضبط العصبي والهرموني في النمو والتكاثر والسلوك. لذا فالفرد قادر على مقاومة التغيرات البيئية الناتجة عن الوسط المحيط.

وتوجد الأنظمة البيئة المتوازنة حولنا في كل مكان. ومن أمثلتها: البحيرات والغابات والبحار.فكل منها يمثل بيئة منفصلة قائمة بذاتها تعيش مكوناتها معاً في توازن تام.وإذا أخذنا مفهوم الإتزان على مستوى النظام البيئي فإننا نبحث في مدخلات Inputs بيئية تأتي من الوسط المحيط، كالطاقة الشمسية، وثاني

أوكسيد الكاربون، والأوكسجين، والماء، والعناصر الغذائية.ومخرجات Outputs بيئية تطرح في الوسط المحيط، وتشمل: الأوكسجين، وثاني أوكسيد الكاربون، والماء، وعناصر غذائية، وطاقة حرارة مفقودة من عملية التنفيس. وحتى يتحقق الإتزان يجب ان يتوفر شرط التعادل في معدل دخول المدخلات وخروج المخرجات.

ويتحقق الإتزان في عمليات التنظيم داخل المجتمعات النباتية والحيوانية عن طريق:

التغذية الراجعة Feedback mechanism

والتنظيم الذاتي Self- regulation

كمثال على مفهوم التغذية الراجعة، هوالنشاط العضلي، الذي يزيد من تركيز ثاني أوكسيد الكاربون ويقلل من مستويات الأوكسجين في الدم، وهذا يحفز الإسراع في نبضات القلب ومعدلات التنفس، مما يساعد على طرد ثاني أوكسيد الكاربون CO_2، وأخذ الأوكسجين من الهواء، وعندما تعود مستويات الأوكسجين O_2 و CO_2 الى وضعها الطبيعي العادي، تعود أيضاً معدلات نبض القلب والتنفس الى الوضع العادي.وهكذا يبقى النظام في توازن ذاتي يعتمد على التغذية الراجعة لكي يسد إحتياجات الفرد الأيضية.وما حصل هنا هو تراكم للمخرجات في داخل الجسم (حالة تغيير) مما أدى الى زيادة معدل دخول المدخلات للسيطرة على هذا التغيير، وتستمر التفاعلات الأيضية ويستمر طرد المخرجات حتى يتعادل معدل دخول المدخلات مع طرح المخرجات.

إن سر إستمرار الإتزان البيئي هو قدرة البيئة الطبيعية على إعالة الحياة على سطح الأرض دون مخاطر او مشكلات تمس الحياة البشرية.ويعني ذلك إن عناصر البيئة تتفاعل وفق نظام معين يطلق عليه النظام البيئي Ecosystem وهو عبارة عن ما تحتويه أي كنطقة طبيعية من كائنات حية ومواد غير حية بحيث تتفاعل مع بعضها البعض ومع الظروف البيئية، ومت ينتج من تبادل بين كل من الممكونات الحية وغير الحية. ومن امثلة النظم البيئة الغابة والبحر والبحيرة، وخلافه،أي أن هناك نظم بيئية أرضية ونظم بيئة مائية، وللإنسان (كأحد مكونات النظام البيئي) مكانة خاصة نظراً لتطوره الفكري والنفسي، فهو المسيطر الى حد ملموس على النظام البيئية ويتوقف عليه المحافظة على النظام البيئي وعدم إستنزافه بحسن تصرفه.

ويوجد إتجاه اَخر من قبل المدرسة الأساسية البيئية لبحث ظاهرة الأتزان عن طريق دراسة مكونات النظام البيئي والسلسلة الغذائية، حيث يبرز علماء البيئة هنا سلبية إختفاء النوع أو الأنواع من السلسلة الغذائية والتي تعتبر على حد رأيهم من العوامل التي تدفع بنظام متزن الى حالة عدم الإتزان.

ووجهة النظر هنا إن النظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية (بشكل خاص) متكاملة الى أقصى حد.وأن إختفاء او إنقراض أو هجرة الأنواع نتيجة للملوثات او التعدي على مساحات الطبيعة بسبب العمران والصناعة، هو من مسببات إختلال التوازن البيئي، حيث أن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية، عدا عن دوره في عملية نقل الطاقة من مستوى الى اَخر.فإختفاء النوع أو الأنواع يحدث فجوة(فراغ) في البيئة من شانها ان تعطل مسار الطاقة الطبيعية، وبفقدان الطاقة او تشتتها يعتبر العلماء إن النظام غير متكامل، وبالتالي غير متزن.ولعل هؤلاء العلماء هم الأوائل الذين ارسوا فكرة إعادة توطين الأنواع في بيئتها الطبيعية حتى تسير الطاقة وتتدفق بشكل طبيعي ويعود النظام البيئي الى إتزانه الطبيعي.

والتوازن القائم بين مختلف عناصر البيئة توازن دقيق، ويمكن ملاحظته في كثير من الإشياء التي تقع حولنا، فيمكن ان نرى هذا التوازن مثلاً في دورة الكاربون.فيقوم النبات بإمتصاص غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الهواء الجوي، ويستخدمه في صنع ما يحتاجه من غذاء.ويطلق على هذه العملية عملية البناء الضوئي، وفيها ينطلق غاز الأوكسجين كناتج ثانوي. وتقوم عناصر الإستهلاك بإستخدام غاز الأوكسجين في عملياتها الحيوية وفي الحصول على الطاقة اللازمة، وتطلق بدورها غاز ثاني أوكسيد الكاربون الى الهواء لتستخدمه بعد ذلك عناصر الإنتاج مرة أخرى، وهكذا دواليك.

بيد ان الإتزان في النظام البيئي يتسم بعدم الثبات، نظراً للتغيرات المستمرة التي تتناول عاملاً أو أكثر من العوامل الداخلية في بناء النظام. والتوازن الطبيعي في البيئة هو في الواقع توازن ديناميكي يتصف بالمرونة التي تحفظ للنظام وحدة وتكاملاً في صورة ما..إن الإخلال في التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية ليست مشكلة مستقلة من المشكلات البيئية الرئيسية (زيادة السكان والتلوث وإستنزاف الموارد) بل إنها في الواقع نتيجة لهذه المشكلات.فالزيادة السكانية مثلاً تسبب في زيادة الفضلات التي تلقى في النظام البيئي، كما إنها تؤدي الى إستهلاك كميات كبيرة من موارده. ومن ذلك يظهر ان الإخلال في التوازن الطبيعي قد ينتج من الزيادة في السكان والزيادة في الفضلات المطروحة والزيادة في إستهلاك الموارد.إلا ان الزيادة الصغيرة في السكان لا تحدث مشكلات تخل في التوازن الطبيعي للنظام البيئي.فعندما يقيم مثلاً ١٠٠ شخص في ١٠ كم على طول جدول مائي فان إلقاءهم للفضلات في هذا المجرى قد لا يسبب مشكلة ما لأن العوامل الطبيعية للتطهير (الأسماك والبكتريا وغيرها) تستطيع

معالجة هذه الفضلات بسهولة.وبمعنى اَخر فان الفضلات المطروحة في الجدول (وهو نظام بيئي مائي) هي في حدود قدرته الإستيعابية دون إخلال في توازنه الطبيعي.ولكن عملية التطهير الطبيعية قد تختل لو أن هؤلاء السكان قد إزدادوا الى ١٢٥ مثلاً.. وهكذا بالفعل هو ما يحصل على نطاق كبير لموارد المياه في البيئة ككل..ان ظاهرة نمو المدن تتزايد في إطراد ونمو سكان الحضر يفوق نسبة التزايد السكاني وهذا بلاشك يوسع مدى التدخل في الأنظمة البيئية معاً..

ويمثل الإنسان أحد العوامل الهامة في النظام البيئي، بل هو يعتبر من أهم عناصر الإستهلاك التي تعيش على سطح الأرض.ولذلك فان الإنسان إذا تدخل في هذا التوازن الطبيعي دون وعي او تفكير أفسد هذا التوازن تماماً.ولقد إسترعى إنتباهه ان العوامل الطبيعية التي يعيش فيها تتعرض بين الحين والآخر للتلوث، مما يعود بالضرورة على حياته وحياة الكائنات الأخرى التي تشاركه فيها. وقد أصبح الإنسان مشكلة البيئة فعلاً، فهو لم يترك نظاماً بيئياً دون أن يقتحم معاقله، بل لم يترك مكوناً من مكونات البيئة دون تعديل او تغيير..يضيف يومياً اَلاف الأطفال الى " مستوطنة" محدودة المساحة، ومحدودة الموارد، وفي هذه " المستوطنة" يطرح سموماً تلوث الماء والهواء والغذاء والتربة، مما يجعل العيش فيها غير مريح.لقد تدخل الإنسان بكا ما أوتي من قدرات بيولوجية فذة بالنواميس والقوانين الطبيعية التي تحكم العلاقات والتفاعلات والدورات في الأنظمة البيئية، مؤذياً بذلك قدراتها على التجدد والإستمرار والتوازن.. البيئة تتظلم وتشكو من صنوف الأذى التي تلحق بها من تصرفات انسان وممارساته.

أبرز المشكلات البيئية الراهنة

يتفق الخبراء البيئيون بأن المشاكل البيئية الراهنة، التي تستلزم حلولآ ومعالجات عاجلة،هي كثيرة، وشائكة ومعقدة، وبخاصة التلوث البيئي بشتى أنواع الملوثات والسموم البيئية،وتداعياته الخطيرة، تقابلها،في العديد من دول العالم، وبضمنها العالم العربي، إجراءات علاجية دون المستوى المطلوب.ويقر الجميع بالحاجة الماسة لخلق تربية بيئية، ووعي بيئي، وثقافة بيئية لدى عامة الشعب لإدراك أهمية البيئة وضرورة المحافظة على مقوماتها، وغرس السلوك الإنساني السليم،بوصفه العامل الأساسي الذي يحدد إسلوب وطريقة تعامل الإنسان، فرداً وجماعة، معها، وإستغلال مواردها، بما من شأنه المحافظة على القوانين التي تنظم مكوناتها الطبيعية وتحفظ توازنها بشكل محكم ودقيق، وإشاعة التعامل معها في ضوء قوانينها الطبيعية وبعقلانية وحكمة في الإستخدام، بعيداً عن الإسراف والتلف وإستنزاف الموارد البيئية، بما فيها الموارد الدائمة، والمتجددة، وغير المتجددة، من خلال ترشيد وضبط الإستهلاك، بإعتبارها الضمانات الملبية لحاجات الإنسان والإيفاء بمتطلباته عبر الأجيال المختلفة..

ولكي تتحقق هذه المطالب المشروعة، لابد من دراسة المشاكل البيئية القائمة دراسة جدية ومعمقة بغية الوصول الى معالجات فاعلة.. من هنا،ومع أن المشكلات البيئية سيتم تناولها بالتفصيل في مادة " المشاكل البيئية المعاصرة في العالم"،

المشكلة السكانية

نظراً لوخامة المشكلة،أصبحت المجتمعات البشرية والمؤسسات والمنظمات العلمية البيئية تضع نصب أعينها مشكلة القضية السكانية، وذلك بسبب العلاقة التبادلية الهامة بين السكان ومسيرة التطور الإجتماعي والأقتصادي.وقد أظهرت البحوث العلمية الميدانية في كثير من المجتمعات ان عدم أخذ العامل السكاني بعين الأعتبار في التخطيط التنموي والبيئي سيؤدي الى حدوث خلل تنموي، بحيث تغدو المجتمعات عاجزة عن تلبية الحاجات الإجتماعية والإقتصادية والبيئية للأفراد.

وللتدليل على خطورة ظاهرة التزايد السكاني العالمي وما يتبعه من عملية إستنزاف للموارد،فان عدد سكان العالم يبلغ حالياً أكثر من ٦,٣ مليار نسمة، ومن المتوقع ان يصل الرقم الى ١٤,٢ مليار نسمة عام ٢٠٢٥، إذا إستمر معدل النمو السكاني الحالي على ما هو عليه، والذي يساوي ١,٦٧ % سنوياً.

ومن النتائج الناجمة عن معدلات الزيادة السكانية في العالم إرتفاع نسبة فئة الأعمار من ١-٢٤ سنة لتشكل ما مجموعه ٥٠ % من عدد سكان العالم عام ٢٠٠٠، وإزدياد معدلات الهجرة من الريف الى المدينة في الدول النامية، وزيادة معدلات الكثافة السكانية والإزدحام في المدن الكبرى.

ومن أهم الأخطار البيئية التي تهددها عملية النمو السكاني العشوائي هي:

١- الإكتظاظ السكاني في المدن وما يتبعه من مشاكل بيئية وإجتماعية وصحية.
٢- الهجرة من الريف الى المدينة مما يتخلى الريف من المزارعين وتتدهور التربة.
٣- توسع المدن والمراكز على حساب الأراضي الزراعية المنتجة.
٤- الإستعمال الخاطئ والعشوائي للمبيدات والمخصبات من قبل المزارعين.

التلوث البيئي

التلوث هو أخطر تهديد للبيئة ،لما يسببه من أذى وضرر للحياة البشرية، أو لحياة الأنواع الأخرى،أو يضر بالشروط الحياتية والنشاطات البشرية، أو بالمكتسبات الحضارية، وقد يبدد ويقضي على الموارد الأولية. والواقع ان التلوث طال كل شيء في الحياة..

لقد أصبح التلوث مشكلة كبيرة أعطيت الكثير من الإهتمام بالنظر لآثارها السلبية في نوعيية الحياة البشرية.فالملوثات تصل الى جسم الإنسان في الهواء الذي يستنشقه وفي الماء الذي يشربه وفي الطعام الذي يأكله وفي الأصوات التي يسمعها، هذا عدا عن الآثار البارزة التي تحدثها الملوثات بممتلكات الإنسان وموارد البيئة المختلفة.أما إستنزاف موارد البيئة المتجددة وغير المتجددة، فهي قضية تهدد حياة الأجيال القادمة.

مصادر التلوث

المؤسف ان أغلب العوامل المسببة للتلوث هي عوامل من صنع الإنسان، وقد إزدادت بصورة خطيرة مع التقدم الصناعي، ومع التوسع الهائل في إستخدام الطاقة، وإزدياد مشاريع التنمية الإقتصادية، خاصة تلك التي تجاهلت المسألة البيئية وأهملت حماية البيئة والمحافظة عليها.

فلو دققت بمصادر تلوث الهواء، تجد ما هي إلا مخلفات الصناعية المختلفة- مخلفات إحتراق الطاقة (الفحم الحجري، النفط، الغاز)- غازات عوادم السيارات- الإشعاع الذري،المواد الكيمياوية المؤدية الى تآكل الأوزون، الغازات المنبعثة من نشاطات بشرية مختلفة والتي تؤدي الى تغييرات مناخية وغيرها.

ومن مصادر تلوث المياه:المخلفات الصناعية والبشرية والحيوانية،التلوث الناجم عن الصرف الصحي،الأسمدة والأدوية والمبيدات، وتبديد المياه.

ومن مصادر تلوث التربة:المخلفات الصناعية والزراعية والبشرية،إنحسار الغطاء النباتي للتربة،التصحر،التملح، الإنجراف، تدمير الغابات والأشجار، سوء الإستثمار الزراعي للأرض،التوسع العمراني على حساب المناطق الخضراء، دفن النفايات النووية والكيمياوية،بقايا الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية، وغيرها.

وهنالك التلوث الغذائي،وما يسببه من تسمم يقتل الألوف سنوياً، ويخلف العوق لألوف أخرى من البشر.

وكذلك التلوث الصوتي،أو الضجيج، وأهم مصادره: الضجيج المنتشر في التجمعات السكانية والمناطق الصناعية والورش، والى جوار المطارات ومحطات سكك الحديد، وغيرها.

وهكذا، فان التلوث ينقسم عموماً الى: تلوث مادي: مثل تلوث الهواء والماء والتربة.وتلوث غير مادي: كالضوضاء التي تنتج عن محركات السيارات والآلات والورش والماكينات وغيرها، مما تسبب ضجيج يؤثر على أعصاب الإنسان ويلحق به الكثير من الأذى الفسيولوجي والضرر السيكولوجي، حيث تثير أعصاب الإنسان وتزيد من توتره وهياجه.بالإضافة الى الضرر العضوي- إصابة جهاز السمع بالصمم أوقلة السمع.

والواقع،أصبح تلوث البيئة ظاهرة نحس بها جميعاً، لدرجة ان البيئة لم تعد قادرة على تجديد مواردها الطبيعية،فأختل التوازن بين عناصرها المختلة، ولم تعد هذه العناصر قادرة على تحلل مخلفات الإنسان، او إستهلاك النفايات الناتجة عن نشاطاته المختلفة.وأصبح جو المدن ملوثاً بالدخان المتصاعد من عادم السيارات، وبالغازات المتصاعدة من مداخن المصانع ومحطات القوى، والتربة الزراعية تلوثت نتيجة الإستعمال المكثف والعشوائي للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية.. وحتى أجسام الكائنات الحية لم تخل من هذا التلوث..فكثير منها يختزن في أنسجته الحية نسبة من بعض الفلزات الثقيلة..ولم تسلم المجاري المائية من هذا التلوث.. فمياه الأنهار والبحيرات في كثير من الأماكن أصبحت في حالة يرثى لها، نتيجة لما يلقى فيها من مخلفات الصناعة، ومن فضلات الإنسان، كما أصاب التلوث البحيرات المقفلة والبحار المفتوحة على السواء..كذلك أدى التقدم الصناعي الهائل الى إحداث ضغط هائل على كثير من الموارد الطبيعية.. خصوصاً تلك الموارد غير المتجددة، مثل الفحم وزيت البترول وبعض الخامات المعدنية والمياه الجوفية، وهي الموارد الطبيعية التي إحتاج تكوينها الى إنقضاء عصور جيولوجية طويلة، ولا يمكن تعويضها في حياة الإنسان.ولقد صحب هذا التقدم الصناعي الهائل الذي أحرزه الإنسان ظهور أصناف جديدة من الموارد الكيميائية لم تكن تعرفها الطبيعة من قبل.. فتصاعدت ببعض الغازات الضارة من مداخن المصانع ولوثت الهواء، وألقت هذه المصانع بمخلفاتها ونفاياتها الكيميائية السامة في البحيرات والأنهار.وأسرف الناس في إستخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الآفات الزراعية، وأدى كل ذلك الى تلوث البيئة بكل صورها..فتلوث الهواء.. وتلوث الماء.. وتلوثت التربة، وإستهلكت وأصبح بعض الأراضي الزراعية غير قادر على الإنتاج..كذلك إزدادت مساحة الأراضي التي جردت من الأحراش والغابات وإرتفعت أعداد الحيوانات والنباتات التي تنقرض كل عام، كما إرتفعت نسبة الأنهار والبحيرات التي فقدت كل ما بها من كائنات حية، وتحولت الى مستنقعات.

الدلائل على عمومية تلوث البيئة

واليوم،يخطئ كل من يعتبر تلوث البيئة هو شأن محلي،أو مشكلة محلية، لآن البيئة في الحقيقة لا تخضع لنظام إقليمي، وإنما هي مفتوحة، وهو ما يجعل التلوث مشكلة دولية، تساهم فيها جميع الدول تأثراً وتأثيراً.ولا أدل على ذلك من تساقط كميات هائلة من ملوثات على كثير من الدول الأوربية عن طريق الأمطار لم تنتج من قبلها، بل نتجت عن مناطق ملوثة، وإنتقلت عبر الرياح والمياه ومع الأمطار من بلد الى اَخر. وعادة ما تنتقل الملوثات مباشرة عبر الرياح من مكان ملوث الى اَخر غير ملوث.وهناك مشكلة تلوث مياه الأنهار والمحيطات والبحار،التي أصبحت مشكلة عالمية..وهناك مشكلة تصدير وإستيراد المواد الغذائية من مناطق ملوثة وذات تأثير خطير، وتحولها من مشكلة إقليمية الى مشكلة عالمية.ومشكلة ثقب الأوزون التي تشترك فيها كل دول العالم، وتعتبر من أهم المشاكل البيئية التي يعتبر العالم كله مسؤولاً عنها، ولا يمكن تدارك مخاطرها،إلا إذا تعاونت كل الدول، متقدمة ونامية، من أجل تقليل الملوثات التي تصل الى البيئة.

المتضرر الاكثر من تلوث البيئة

إن العديد من علماء البيئة يجمعون بان الفقراء هم الأداة الأكثر إضراراً بالأنظمة البيئية سعياً وراء العيش والحياة، حيث أنهم يستهلكون ويستعملون ما يقع تحت أيديهم من أجل الحصول على الطاقة أو

الغذاء، حيث يتسبب إستخدام الحطب والمخلفات الزراعية والفحم والروث كوقود في الأغراض المنزلية في تلوث كثيف داخل المباني، وهو التلوث الذي تتعرض له في الأغلبية النساء والأطفال.وأدرجت العديد من الدراسات بيانات وإحصائيات تشير الى إرتفاع نسبة الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي وسرطان الأنف والحنجرة بسبب التعرض لإنبعاثات مثل هذا الوقود..

فقبل عقدين،أكد تقرير لمنظمة الصحة العالمية WHO ان البيئة الملوثة تقتل أكثر من ٣٠ ألف شخص يومياً في دول العالم الثالث، وان أكثر من نصف سكان العالم لا يستطيعون الحصول على مياه نقية خالية من الميكروبات، وأن ٦ ملايين طفل في الدول النامية يموتون سنوياً من جراء الإصابة بالإسهال، وان نصف سكان هذه الدول يعانون من مشاكل الديدان الطفيلية. وأكد مؤتمر المدن والعواصم الإسلامية، الذي عقد في القاهرة في أيلول / سبتمبر ١٩٨٦، إرتفاع نسبة الوفيات في العالم نتيجة للتلوث من ٦٠ حالة وفاة عام ١٩٣٠ الى ٢٠٠٠ حالة وفاة عام ١٩٨٥.

ويؤكد أحدث تقرير دولي نشر في أواخر تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٦، بأن أكثر من ٣ ملايين طفل دون الخامسة من عمرهم يتوفون في كل عام، لأسباب وظروف تتعلق بالبيئة، مما جعل البيئة واحداً من أهم العوامل المهمة في الحصيلة العالمية لوفاة أكثر من ١٠ ملايين طفل سنويا، وهذا جعلها أيضاً عاملا بالغ الأهمية في صحة وعافية أمهاتهم.فان تلوث الهواء داخل الأماكن وخارجها، وتلوث المياه، وأخطار التسمم، ونواقل الأمراض، والإشعاع فوق البنفسجي، وتردي النظم البيئية، جميعُها عواملُ أخطار بيئية هامة بالنسبة للأطفال، وفي معظم الحالات بالنسبة لأمهاتهم أيضاً. وأوضحت الدكتورة ناديا أبو ناصف- استشارية طب حديثي الولادة، وعضو اللجنة المنظمة للمؤتمر العالمي الثالث لصحة الطفل، أن الأخطار البيئية والتلوث في البلدان النامية، بوجه خاص، تكون عوامل إسهام رئيسية في وفيات الأطفال وأمراضهم وحالات عجزهم بسبب الأمراض النفسية الحادة وأمراض الإسهال والإصابات البدنية وحوادث التسمم والأمراض التي تنقلها الحشرات والعدوى التي تظهر في اوقات الولادة. كما أن وفيات الطفولة وأمراضها الناجمة عن أسباب مثل الفقر وسوء التغذية، ترتبط هي أيضاً بأنماط التنمية غير المستدامة وتدهور البيئات الحضرية أو الريفية.

ومن أهم العوامل الفتاكة المتصلة بالبيئة والتي تزهق أرواح الأطفال دون الخامسة من عمرهم،هي:

-الإسهال: يفتك بنحو ١,٦ مليون طفل سنويا، وهو ينجم أساساً عن المياه الملوثة وسوء طرق الوقاية والعلاج.

-تلوث الهواء داخل الأماكن: يقتل قرابة مليون طفل سنويا نتيجة العدوى التنفسية الحادة، وكذلك الأمهات اللاتي يكلفن بالطبخ أو يبقين قريبات من المواقد بعد الولادة يتعرض معظمهن للإصابة بالأمراض التنفسية المزمنة، نتيجة التلوث باستخدام وقود الكتلة الحيوية الذي لا يزال منتشراً على نطاق واسع.

-الملاريا: تقتل ما يقدر بمليون طفل دون الخامسة في كل عام، ومعظمهم في أفريقيا. ويمكن أن تتفاقم الملاريا نتيجة سوء معالجة المياه وتخزينها وعدم ملاءمة المساكن واجتثاث الأشجار وضياع التنوع البيولوجي.

-الإصابات البدنية غير المتعمدة: التي قد ترتبط بأخطار بيئية في الأسرة أو المجتمع، تقتل قرابة ٣٠٠ الف طفل سنوياً، تُعزى ٦٠ الف حالة منها إلى الغرق، و٤٠ الف حالة إلى الحرائق، و١٦ الف حالة إلى التسمم، و٥٠ الف حالة إلى حوادث المرور على الطرق، وأكثر من ١٠٠ الف حالة تعزى إلى اصابات أخرى غير متعمدة.

-الرصاص (الموجود في الجو) والزئبق (الموجود في الطعام والمواد الكيميائية الأخرى): يمكن أن تُؤدي على المدى الطويل إلى آثار مزمنة مثل العقم والإجهاض وعيوب الولادة.

-المبيدات والمذيبات والملوثات العضوية: قد تؤثر على صحة الجنين، إذا تعرضت الأم لها، كما تتأثر صحة المواليد، الذين تنمو أجسامهم سريعا، بارتفاع مستويات الملوثات في لبن الثدي. وفي بعض الحالات قد لا تظهر الآثار الصحية إلا في مقتبل العمر.

علم البيئة Ecology :– يمكن ان يعرف علم البيئة بأنه العلم الذي يهتم بدراسة العوامل المحيطة بالكائنات الحية او هو العلم الذي يهتم بدراسة كافة الكائنات وعلاقتها مع بعضها البعض من جهة ومع البيئة التي تعيش فيها من جهة اخرى.

وهو من العلوم التطبيقية وله علاقة مع بقية العلوم الاخرى ومن هذه العلوم (علم الحيوان وعلم الكيمياء وعلم الفيزياء) اي بمعنى اخر له علاقة بكافة العلوم الاخرى.

العوامل البيئية (Ecological Factors): تقسم العوامل البيئية الى

١- **عوامل فيزيائية (Phicycal Factors)** وتسمى كذلك العوامل اللاحياتية Abiotic Factors وتشمل كل ماله علاقة بحياة الكائنات الحية كدرجة الحرارة والرطوبة والضغط الجوي والأوكسجين وكذلك الماء والملوحة والدالة الحامضية وكذلك موطن الكائن الحي
٢- **عوامل حياتية (Biotic Facto)** وتشمل مجاميع الكائنات الحية ومن ضمنها انواع التجمعات السكانية.

النظام البيئي(Ecosystem)

ويشمل هذا النظام مجموع العوامل الفيزيائية (اللاحياتية) مع العوامل الحياتية من افراد وجماعات وسكان التي تتواجد في هذا النظام .

وتوجد نظم بيئية غير متكاملة (In completeki Ecosystem) ويقصد بها الأنظمة التي ينقصها احد العوامل البيئية مثال ذلك بيئة اعماق البحار والكهوف وكذلك طبقات الجو العليا

النظام البيئي الدقيق (Micro ecosystem)

ويعني النظام البيئي المصغر الذي يمكن تكوينه داخل المختبرات وداخل الغرف بحيث يماثل النظام البيئي الطبيعي.

بعض العوامل الفيزيائية:-

١- درجة الحرارة (Temperaterture) هي المعدل الذي يدل على مقدار سخونة الجسم اذ يسجل على مقياس آلي يسجل درجات الحرارة او هي درجة الاحساس بالبرودة او السخونة وبالتالي حالة تسخين المادة وشدتها لذلك يمكن الشعور بها عن طريق اللمس او قياسها بواسطة اجهزة الحرارة. والحرارة تنتقل من الجسم الساخن الى الجسم البارد ولها اهمية كبيرة في حياتنا اليومية فهي تؤثر في الحالة الجوية اليومية كما انها تساعد على انجاز كثير من الاعمال.

مصادر الحرارة(Heat sources) وهي اي شي يعطي حرارة وتصدر الحرارة التي نستخدمها او التي تؤثر في الحياة على سطح الارض من ستة مصادر رئيسية

١- الشمس ٢- الطاقة النووية ٣- الارض ٤- الاحتكاك ٥- الكهرباء

طرائق انتقال الحرارة:

١- التوصيل (Conduction) هي تلك العملية التي يتم فيها انتقال الحرارة من نقطة الى اخرى خلال المواد الصلبة دون ان تنتقل جزيئات المادة نفسها ويكون الشرط الاساس لأنتقال هذه الحرارة هو وجود الوسط المادي فعلى سبيل المثال يسخن الهواء الملامس للتربة بالتوصيل

٢- الحمل : Convection هو انتقال الحرارة بواسطة تحرك مادة مسخنة ضمن Convection والمعروف ان الهواء الدافئ يكون اقل كثافة من الهواء البارد لذلك يتصاعد فوقه لخفته . او هو انتقال الحرارة من مكان الى اخر خلال الغازات او السوائل وذلك بحركة جزيئات مادة الوسط نفسها على عكس جزيئات المادة الصلبة خلال عملية التوصيل والتي لاتتضمن حركة الجزيئات من مكان الى اخر

٣- الاشعاع (Radiation) تنتقل الحرارة بشكل موجات دون الحاجة الى وسط ليتم انتقالها كما في انتقال اشعة الشمس التي تصل الى سطح الارض عبر فراغ المحيط.

بعض اجهزة قياس درجة الحرارة

أ- المحرار الاعتيادي :- وهو عبارة عن انبوب زجاجي دقيق ينتهي ببصلة . لكل انبوب زجاجي دقيق قضيب زجاجي . تحتوي البصلة على سائل حساس لدرجات الحرارة مثل الزئبق والفينول والزئبق ذو اللون الفضي والكحول . ان عمود الزئبق يتمدد بأرتفاع درجات الحرارة وينكمش عند انخفاض درجات الحرارة ومن خلال مستوى الانبوبة الزجاجية الدقيقة يمكن معرفة درجة الحرارة الا ان الاجهزة لقياس درجات الحرارة قد تتباين في مواصفاتها ومنها جهاز المحرار الاعتيادي

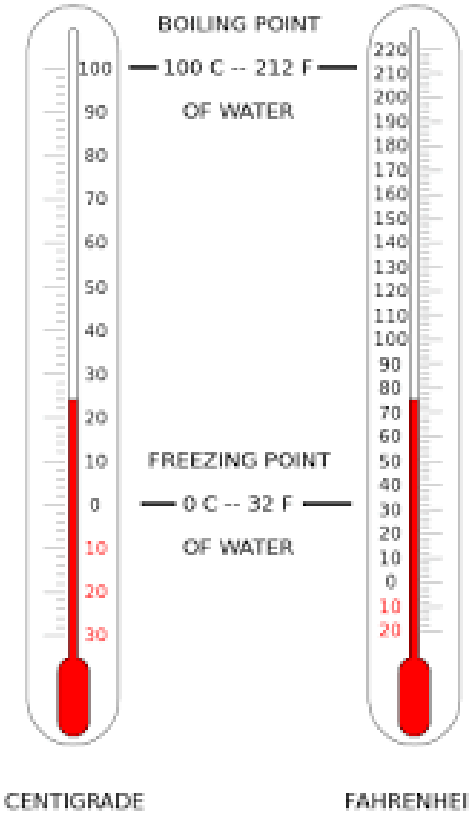
المواصفات

١- الجزء الحساس يمكن ان يكون زئبق او كحول او سائل فينول او اي مادة تتغير بتغير درجات الحرارة
٢- النظام الحراري يمكن ان يكون النظام المئوي او نظام الفهرنهايت او غير ذلك
٣- التدرج يمكن ان يكون اجزاء الدرجة او يكون عدة درجات
٤- المدى هو الذي يتضمن اعلى قراءة الى اقل قراءة يمكن قراءتها والتعرف عليها
٥- نوع قراءة المحرار يمكن ان آنية او عظمى او صغرى او مسجلة .
٦- موقع كتابة المعلومات يمكن ان تكتب على سطح القضيب او على مسطرة خارج القضيب الزجاجي او بشكل مسجل او شاشة او غير ذلك.
٧- الوسط المستخدم لأجله الجهاز يمكن ان يكون للهواء او الماء او التربة او غير ذلك

كيفية استخدام الجهاز لقياس درجة حرارة الهواء

يوضع الجهاز في موقع مظلل وعلى ارتفاع بحدود متر الى مترين وفي موقع يتخلله الهواء بحرية وفي محطات الانواء الجوية في انحاء العالم توضع اجهزة قياس الحرارة

للهواء في صناديق خشبية ذات مواصفات عالمية تعرف بصناديق الرصد او صندوق ستيفنسن (Stevenson screen)



المحرار الاعتيادي

كيفية تعيير الجهاز

من حيث الاساس توضع البصلة في انا فيه ثلج مجروش وعند توقف عمود السائل الحساس توضع علامة درجة الانجماد النقي ومن ثم توضع البصلة في اناء فيه ماء حار وعند الوصول الى الغليان فعندئذ توضع علامة درجة غليان الماء .

مديات وقراءة الانظمة الحرارية

١-**النظام المئوي**: درجة انجماد الماء النقي صفر مئوي ودرجة غليان الماء النقي ١٠٠ درجة مئوية.

٢-**النظام الفهرنهايتي**: درجة انجماد الماء ٣٢ درجة مئوية ودرجة غليانة ٢١٢ درجة مئوية

٣-**النظام المطلق**: درجة انجماد الماء النقي ٢٧٣ درجة مئوية والغليان٣٧٣ درجة مئوية.

مواصفات المحرار الاعتيادي

الجزء الحساس :الزئبق او الكحول

١-التدرج :درجة مئوية

٢-لنظام الحراري:المئوي

٣-المدى: اقل قراءة -٤ واعلى قراءة ١١٤ (-٤ – ١١٤ مْ)

٤-نوع القراءة : انية

٥-موقع كتابة المعلومات : على القضيب الزجاجي او على مسطرة

٦-الوسط الذي يمكن قياس درجة حرارته : الماء والهواء والتربة....الخ

ب- المحرار ذو الدرجة العظمى : يقيس اعلى درجة حرارة خلال مدة معينة .

يتكون من انبوب زجاجي دقيق فيه تخصر بالقرب من البصلة وهذا التخصر يعيق عودة الزئبق الى البصلة عند انخفاض درجة الحرارة بينما يسمح بمرور الزئبق الى الاعلى عند ارتفاع درجة الحرارة ولهذا فأن التخصر يعتبر اهم فارق ويحيط بالانبوب الزجاجي الدقبق قضيب زجاجي ومن مواصفات المحرارذو الدرجة العظمى في المختبر هي

١-الجزء الحساس: الزئبق

٢-التدرج :نصف درجة مئوية

٣-النظام الحراري: المئوي

٤-المدى من(-٢-٧٢ مْ)

٥-نوع القراءة الدرجة العظمى ويمكن ان تكون انية

٦-موقع كتابة المعلومات: على المسطرة داخل القضيب الزجاجي

كيفية استخدام الجهاز

يرج المحرار عدة مرات الى ان يتم ايصال عمود الزئبق من خلال التخصر الى البصلة وبعد ذلك يترك المحرار للمدة المطلوب دراستها اعلى درجة حرارة للهواء فيها ويتم التعرف الى اعلى درجة حرارة.

ملاحظة : ان هذا الجهاز يوضع في صندوق الرصد بشكل شاقولي او افقي

ج-المحرار ذو الدرجة الصغرى: يقيس اوطئ درجة حرارة خلال مدة معينة

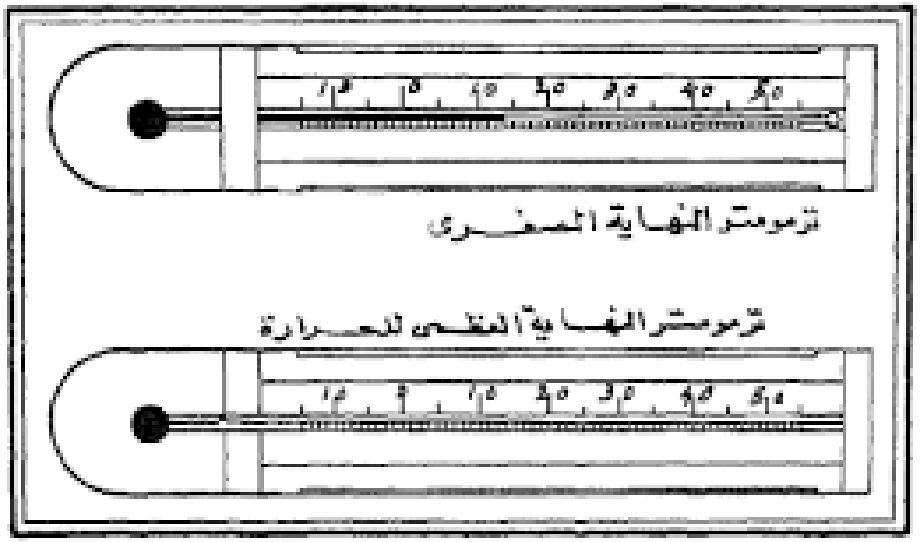
مواصفات الجهاز : يتكون الجهاز من انبوب زجاجي دقيق يحتوي على سائل ذو معامل تمدد عالي ينتهي بخزان ويحتوي الانبوب الزجاجي الدقيق على مؤشر يحيط بالانبوب الزجاجي الدقيق والخزان قضيب زجاجي ومن مواصفات المحرار ذو الدرجة الصغرى هي

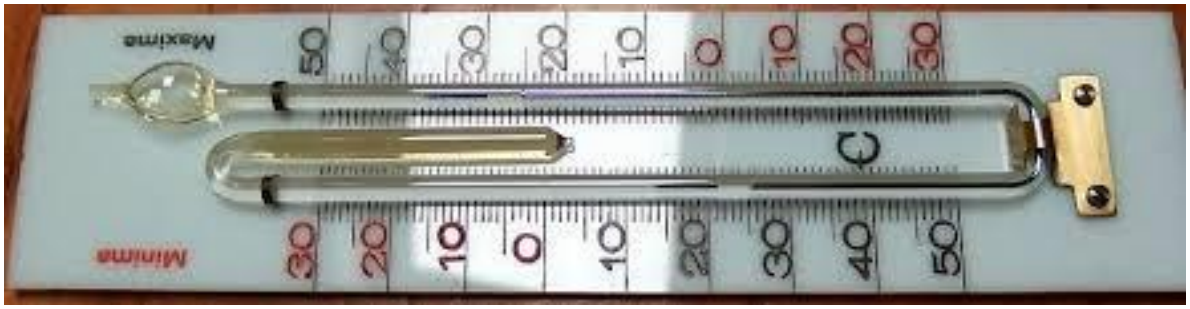
١- الجزء الحساس: الفينول
٢- النظام الحراري: الفهرنهايت
٣- التدرج (يوجد نوعين من التدرج على المسطرة وعلى القضيب) درجة فهرنهايت على المسطرة الموجودة خارج القضيب
٤- المدى من (-١٠- ١٢)فهرنهايتي
٥- نوع القراءة : الدرجة الصغرى ويمكن ان تكون انية
٦- موقع كتابة المعلومات : على المسطرة خارج القضيب الزجاجي وكذلك على القضيب الزجاجي.

كيفية استخدام الجهاز : يوضع المحرار بشكل شاقولي بحيث يكون الخزان الى الاعلى وبعد ذلك يطفوء المؤشر على سطح الفينول وموقع الاتصال يمثل القراءة الانية لذلك يجب وضع المحرار بشكل افقي وعندئذ يتم سحب المؤشر نحو الخزان عند انخفاض درجات الحرارة ومن خلال خاصية الشد السطحي بين الفينول والمؤشر وهكذا يتم التعرف على اوطأ درجة حرارة وصل اليها المحرار. اما عند ارتفاع درجة الحرارة فأن المؤشر سوف يبقى في موضعه بالرغم من تمدد سائل الفينول. ومن اهم مميزات هذا المحرار هو سائل الفينول(الجزء الحساس) ووجود المؤشر

ملاحظة (ان هذا المحرار سريع العطل ويحتاج الى عناية خاصة)

شكل (٢): ترمومتر النهاية الصغرى للحرارة، وترمومتر النهاية العظمى للحرارة





بعض مواصفات صناديق الرصد

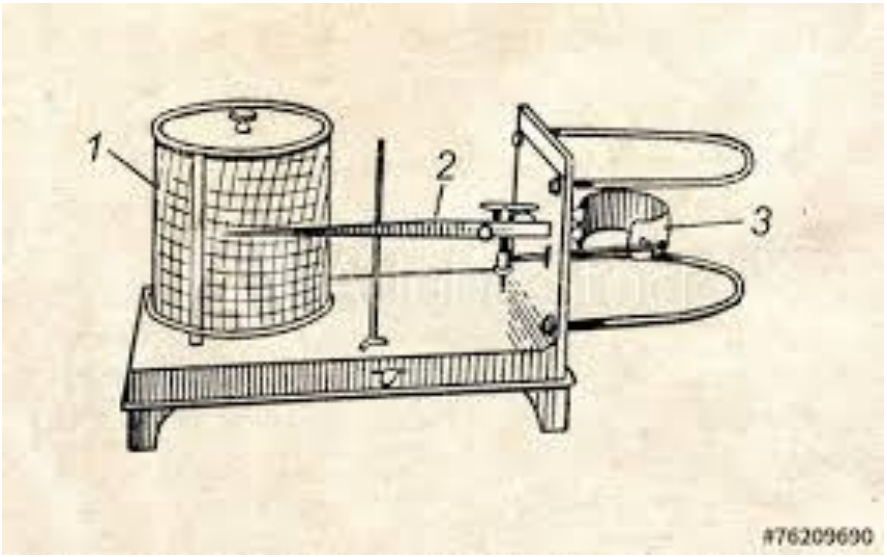
ويتكون الصندوق من الواح خشب ذات شقوق افقية مائلة ومتعددة تسمح الفتحات التي توجد فيها بمرور الهواء ولا يدخل الاشعاع الشمسي الى داخل الصندوق لكي لا يؤثر على المحارير داخل الصندوق وتوضع بأرتفاع (١-٢م) ويطلى الصندوق بالصبغ الابيض ويوضع في مواضع بعيدة عن تأثير اي عوارض مثل اشجار او بنايات او غيرها.

صندوق الرصد او صندوق ستيفنسن (Stevenson screen)

المحرار المسجل (Thermograph) :يتكون هذا الجهاز من اسطوانة تدور حول نفسها مثبت عليها ورقة بيانية مقسمة الى ساعات وايام وتحتوي هذه الاسطوانة على ساعة توقيت والجزء الاسفل منها يوجد عليها عتلات متشابة مع العتلات الموجودة في اسفل الجهاز مما يؤدي الى دوران الاسطوانة المعدنية ويوجد في قاعدة الجهاز مؤشر على شكل سهم يحتوي في نهايته على رقم واحد او سبعة يمكن تحريكه بحيث تتحرك الاسطوانة اما دورة كاملة في اليوم الواحد وعندئذ توضع ورقة بيانية يومية او تحرك الاسطوانة اسبوعيا وتوضع ورقة بيانية اسبوعية ان التحكم في دوران الاسطوانة يعود الى المؤشر الموجود على شكل سهم في قاعدة الجهاز والورقة البيانية تقسم الى خطوط افقية وعمودية فالعمودي يوضح ساعات الزمن والايام والافقي يوضح التدرج والمدى وتوجد حلقة معدنية تمثل الجزء الحساس في الجهاز تتمدد وتنكمش تتصل الحلقة بالعتلات وتتصل العتلات بمؤشر

مواصفات الجهاز :

١- الجزء الحساس: الحلقة المعنية
٢- النظام : النظام المؤي
٣- التدرج:المدى_-١٠-٥٠) درجة مئوية
٤- يقوم بتسجيل درجة الحرارة العظمى والصغرى والاعتيادية سواء خلال اليوم او الاسبوع
٥- لا يتطلب مراقبة مستمرة الا في نهاية كل اسبوع اذ يتم استبدال الورقة البيانية

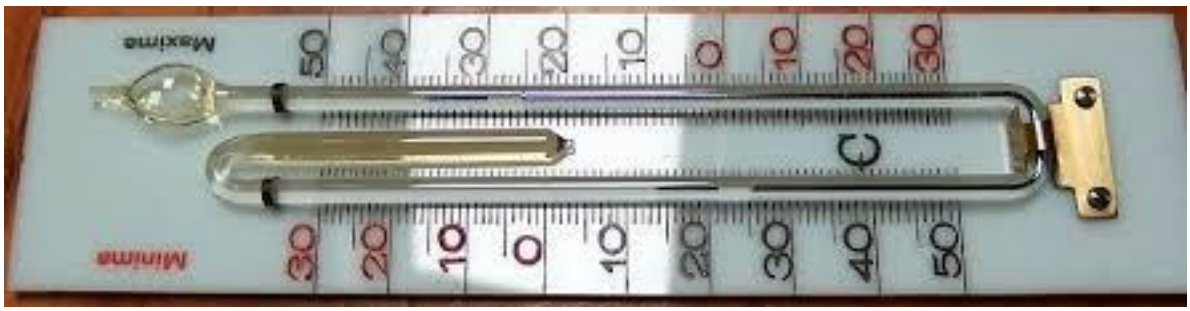


محرار الدرجة العظمى والصغرى: (Maximum and minimum)

يتكون هذا الجهاز او المحرار من انبوبتين زجاجيتين على شكل حرف u احد الانبوبتين الزجاجيتين يقيس الدرجة العظمى والاخر يقيس الدرجة الصغرى فالذراع الذي يقيس درجة الحرارة الصغرى هو الذراع الذي يحتوي على الكحول ،فعندما ترتفع درجة الحرارة يرتفع الزئبق في ذراع (Maximum) فيرتفع المؤشر الى الاعلى ويثبت درجة الحرارة ويحدث العكس عند قياس درجة الحرارة الصغرى يوضع مغناطيس صغير يثبت مكان المؤشر ويستعمل هذا المؤشر خلال ٢٤ ساعة

مواصفات الجهاز

١-الجزء الحساس هو الزئبق
٢-النظام الحراري المئوي
٣-التدرج : درجة مئوية واحدة
٤-المدى (-٣٩-٥١ م ْ)
٥-نوع القراءة عظمى او صغرى او انية
موقع كتابة المعلومات على مسطرة خارج القضيب.



كيفية استخدام الجهاز

يحرك المؤشر في كلا الجانبين بواسطة قطعة مغناطيس الى ان يلامس عمود الزئبق في كل جانب وبعد ذلك يوضع بشكل اما شاقولي او افقي عند ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الزئبق بالاتجاه الذي يقيس درجة الحرارة العظمى وعند انخفاض الحرارة يتجه الزئبق بالجهة التي تقيس درجة الحرارة الصغرى وتؤخذ القراءة من جهة المؤشر القريبة من الزئبق

مقياس درجة حرارة الاجسام عن بعد بواسطة الاشعة السينية: يمكن لهذا الجهاز ان يقيس حرارة اي جسم عن بعد فعند تشغيل هذا الجهاز يوجه الاشعة نحو الجسم المراد قياسه فيمكن لهذا الجهاز ان يتحسس حرارة الجسم عن طريق الاشعة وتظهر نتيجة القياس على شاشة رقمية في مقبض الجهاز

مواصفات الجهاز

١-سهل الاستخدام
٢-التدرج :درجة مئوية
٣-النظام هو النظام المئوي
٤- تظهر النتيجة بدقة وسرعة عالية

محرار الماء:

يتكون من انبوب زجاجي دقيق يتكون من جزء علوي يحتوي على مسطرة مدرجة وجزء سفلي ينتهي بمسطرة وان القضيب الزجاجي في الجزء العلوي الذي يحيط بالانبوب الزجاجي يكون قطره اكبر من الجزء السفلي الذي يكون معكوف بالقرب من البصلة والسبب هو لحماية البصلة من التعرض للكسر بسبب ما يحويه الوسط المائي من مواد تضر بالمحرار.

مواصفات الجهاز

١- الجزء الحساس الزئبق
٢- النظام الحراري : المئوي
٣- التدرج :٥/١ درجة مئوية اي ٠،٢
٤- المدى: من(-١٠-٦٧ مْ)
٥- نوع القراءة انية
٦- موقع كتابة المعلومات : على مسطرة داخل القضيب الزجاجي في الجزء العلوي من المحرار
٧- الوسط : الماء

كيفية استخدام الجهاز

يوضع الجزء السفلي من المحرار والذي يمثل القطر الاصغر في داخل الوسط المائي ضمن المستوى المطلوب دراسة درجة الحرارة فيه ويترك لفترة مناسبة الى ان تستقر القراءة وعندئذ يمكن التعرف على درجة حرارة الماء في ذلك الوقت

التربة : هي الطبقة السطحية من الكرة الارضية و هي عبارة عن مفتتات ناعمة تضم المادة الاساسية لنمو الاحياء وتعيش النباتات على التربة وتتغذاء على ما موجود فيها من مواد غذائية.

محرار التربة المعدني

عبارة عن جسم معدني يحوي بداخله على قضيب زجاجي بداخله انبوب زجاجي يحوي على سائل حساس هو الزئبق والجزء العلوي من القضيب الزجاجي قطره اكبر واطول من الجزء السفلي ويحوي على مسطرة تحتوي على درجات تقيس درجة حرارة التربة ونهاية الانبوب الزجاجي الدقيق تحتوي على البصلة وهو في تماس مع القضيب الزجاجي والجزء الاسفل من الجسم المعدني قطره اقل من القطر العلوي للجسم المعدني ويوجد مقبض معدني بين الجزء العلوي والسفلي يساعد على غرز المحرار في التربة حسب العمق المطلوب .

مواصفات الجهاز

١- الجزء الحساس :الزئبق
٢- النظام الحراري : المئوي
٣- التدرج : درجة مئوية واحدة
٤- المدى (-١٥-٦٥مْ)
٥- نوع القراءة : انية
٦- موقع كتابة المعلومات: على المسطرة داخل القضيب الزجاجي
٧- الوسط التربة

جهاز قياس حرارة التربة الاعتيادي

رطوبة التربة

الطريقة الوزنية : يمكن قياس رطوبة التربة بأتباع الخطوات التالية:

- نأخذ عينة من التربة ونضعها في جفنة ثم نزنها بدقة
- نضع العينة في فرن بدرجة حرارة لا تزيد عن ١٠٠م° لتجنب احتراق بعض المواد العضوية وفقدانها ويفضل استخدام درجة حرارة بين ٦٥-٧٠ م° ولمدة ٤٨ ساعة او لغاية استقرار الوزن الجاف
- نزن العينة مرة ثانية
- نستخرج النسب المئوية لرطوبة التربة بحسب المعادلة الاتية
- نسبة الرطوبة= الوزن الاول لعينة التربة- الوزن الثاني /الوزن الاول ×١٠٠

جهاز قياس رطوبة التربة : وهو جهاز الكتروني يمكن ان يتوصل لمعرفة رطوبة التربة بسرعة من خلال غرس الميتر في التربة والانتظار قليلاً حيث تظهر قيمة الرطوبة في شاشة الجهاز اما الميتر الاعتيادي فيغرس في التربة وتسجل درجة حرارة التربة

التبخر- النتح : يشمل هذا المصطلح مصطلحين مندمجين مع بعضهما البعض التبخر (Evaporation) والنتح (Transpiration) وهو

التبخر :(Evaporation) وهو ظاهرة فيزيائية فهي عملية تحول الماء من الحالة السائلة او الصلبة الى الحالة الغازية تحت ظروف الحرارة.

النتح:(Transpiration) وهو ظاهرة فزيولوجية لتحول الماء من الحالة السائلة الى الحالة الغازية بواسطة النبات (مسام النبات) وانتقاله الى الجو المحيط به

التبخر- النتح : وهو مجمل الفواقد المائية من سطح التربة وسطح الماء والغطاء النباتي وتظهر اهمية التبخر- النتح باعتباره عنصر هام من عناصر الدورة الهيدرولوجية لاسيما في المناطق الجافة حيث تندر المياه وهو نتيجة تفاعل عدد من عناصر المناخ اهمها (الاشعاع الشمسي ، الحرارة، سرعة الرياح، الرطوبة الجوية) كما انه اساس في تصميم برامج الري وذلك عن طريق تقدير حاجة اي منطقة للماء الواجب اضافته للمزروعات لان نمو المزروعات في اي مكان يتوقف على التوازن المائي بين كمية المياه المفقودة بالتبخر النتح والكمية المضافة لهذه المزروعات خلال دورة حياتها.كما ان مصطلح تبخر- نتح هو احد العناصر الاساسية في الموازنة المائية لأي منطقة .

انواع التبخر - النتح : يمكن تميز ثلاث انواع من التبخر النتح **وهي**

أ- التبخر- النتح الاساسي او الكامن : ETP Evapotranspiration Potential “

وهو التبخر – النتح لغطاء عشبي متجانس وينمو في تربة رطوبتها قريبة من السعة الحقلية ولا يخضع لأي عائق غذائي او فيزيولوجي او مرضي في ظروف محددة يمكن ان تبلغ قيمة التبخر- النتح الكامن قيمة التبخر من سطح مائي

ب- التبخر النتح الاعظمي “ ETM “ Evapotranspiration maximum

وهو التبخر الاعظمي لمحصول او نبات معين وخلال المراحل وخلال مراحل اطواره الفينولوجية وتحت ظروف مناخية محددة وقيمة التبخر –النتح الاعظمي اقل او تساوي قيمة التبخر-النتح الكامن وهناك علاقة تربط بينهما وهي

$$ETM = K * ETP$$

K معامل استهلاك النبات للماء (معامل الزرع) وهي تتوقف على نوع النبات و مرحلة نموه

جـ- التبخر- النتح الحقيقي “ ETR “ vapotranspiration Real

وهو التبخر النتح من سطح الارض المغطى بالنبات كليا او جزئياً حسب ظروف توافر المياه الفعلية لكن هناك بعض العوارض الفيزيائية(الناقلية ، الهيدروليكية للتربة) او الكيميائي (تجمع الاملاح الذائبة او البايلوجية(الية فتح واغلاق المسامات

التي تحد من الامداد المائي وهذا يقود الى ان التبخر –النتح الحقيقي اقل من التبخر- النتح الاعظمي .

ويحتاج التبخر الى حرارة وتكمن هذه الحرارة في جزيئة بخار الماء ويطلق على هذه الحرارة بالحرارة الكامنة وتعد احد طرق انتقال الحرارة وتنطلق هذه الحرارة الكامنة عند حدوث التكاثف وبذلك تساهم في تسخين المحيط في المناطق التي تحدث فيها عملية تكاثف وتساقط الامطار .

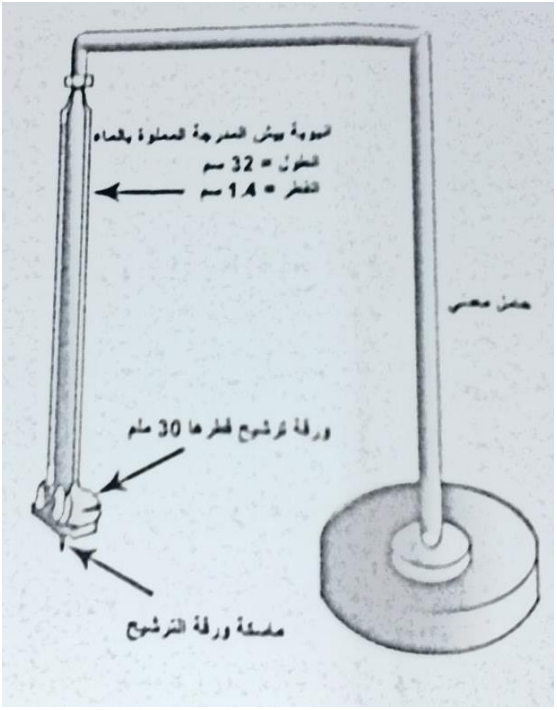
عند مقارنة نسبة بخار الماء للجو في بعض البيئات على الكرة الارضية نلاحظ ان البيئة الصحراوية تقل فيها نسبة بخار الماء في الجو اي قلة الرطوبة النسبية وذلك بسبب قلة الامطار في البيئة الصحراوية اما في البيئة القطبية الظروف الحرارية الواطئة وكون المياه في حالة انجماد فتقل نسبة بخار الماء في الجو وذلك لان الحرارة المنخفضة تقلل من قدرة الهواء على حمل بخار الماء ، اما بالنسبة لبيئة الغابات الاستوائية الممطرة تتميز بنسبة عالية من بخار الماء في الجو وذلك لأن الامطار تتساقط بغزارة على مدار السنة ولوجود الغابات وارتفاع درجات الحرارة على مدار السنة فأن الرطوبة النسبية عالية .

اجهزة قياس التبخر:

لقياس التبخر من السطوح المائية والتربة والنتح من النباتات اهمية كبرى في الدراسات الهيدرولوجية والحيوية خاصة في مجال انشاء السدود واعمال الري والصرف في المناطق الجافة وشبة الجافة . فالتبخر يشير الى كمية المياه المفقودة بالتبخر من وحدة المساحة في وحدة الزمن ويتم قياس التبخر بواسطة اجهزة قياس التبخر من اسطح مائية مبللة ومن السطوح المائية

اجهزة قياس التبخر من الاسطح المسامية المبللة

١- **الأنبوبة الزجاجية جهاز بيتش (Pich Evaporation)** : يتكون من انبوبة زجاجية مدرجة ومغلقة من احد طرفيها يبلغ طولها (٣٢سم) وبقطر (١،٤سم) ويثبت في الطرف الاخر قطعة من ورق النشاف (ورق ترشيح) اذ تمتص الماء من الانبوب و تعرضه للتبخر وان التبخر ما ينقص من قيم والتي تعني كمية المياه التي تفقد الماء الموجود في الانبوب حيث يتناقص عمود الماء في الانبوب . ويوضع هذا الجهاز في صندوق الرصد (صندوق ستيفن)

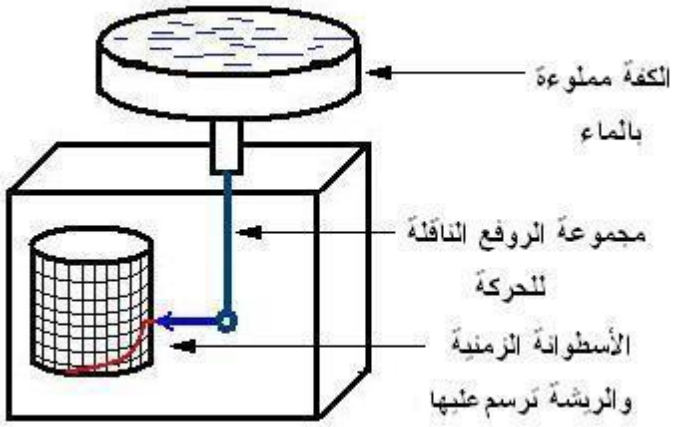


الأنبوبة الزجاجية جهاز بيتش

اجهزة قياس التبخر من الاسطح المائية

٢- جهاز تسجيل التبخر : ذو الكفة Evaporographe

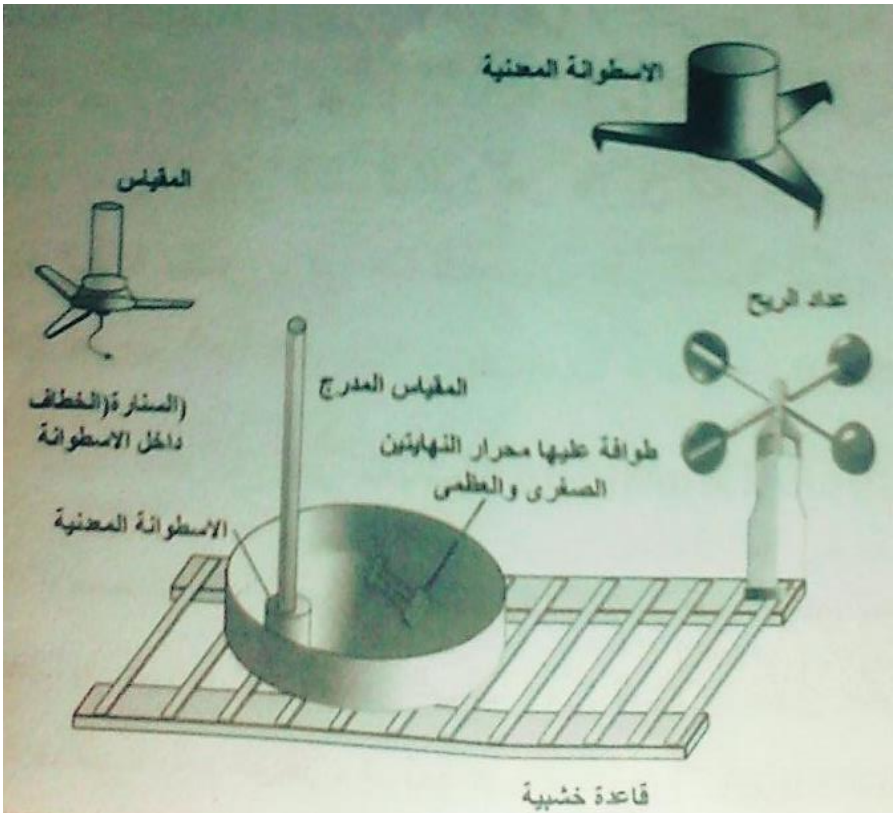
وهو عبارة عن جهاز تبخر مسجل على شكل ميزان ذو كفة واحدة(وعاء) مملوءة بالماء فعندما يتبخر الماء من الكفة يخف وزنها وتتحرك الى الاعلى محركة معها ريشة رسم مرتبطة بها عبر مجموعة روافع هذه الريشة ترسم حركتها على ورقة ملمتريه ملفوفة على اسطوانة زمنية تدور دورة كاملة كل يوم بحيث يتمكن الراصد من معرفة كمية التبخر في كل لحظة طوال اليوم وتحتوي هذه الاسطوانة المعدنية على ساعة توقيت تشابه مثيلاتها في الأجهزة التسجيلية الاخرى والوحدات المستخدمة هي وحدات الوزن . ويود



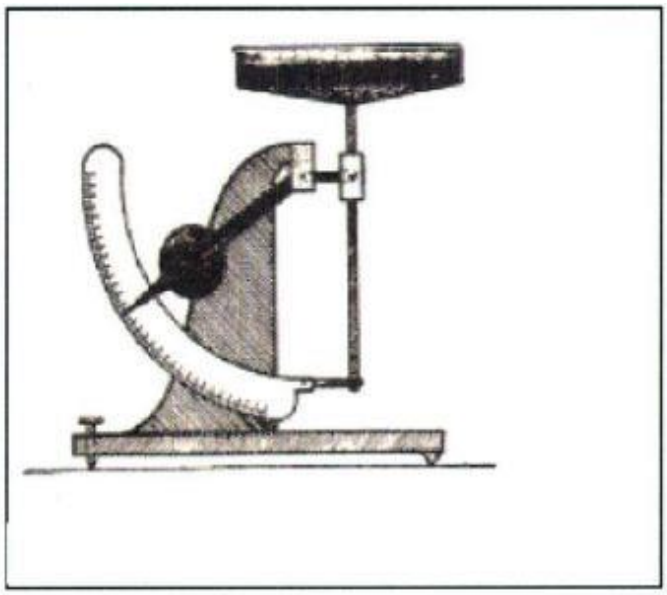
جهاز تسجيل التبخر : ذو الكفة

٣- **احواض التبخر(Water pans) :** تستخدم هذه الاحواض لقياس التبخر وهي طريقة عملية وسهلة وذلك بقياس ما يفقده من الماء من سطح مائي حر والحوض المسطح يسمح لسطح الماء بالتعرض الكامل للجو اذ تكون النتائج قريبة من ظروف المناخ البيئية السائدة ومن انواع هذه الاحواض pan A الامريكي و GGI-3000 الروسي ويحدد الارتفاع المضبوط للماء بواسطة محدد قياس خطافي (Hook gaug) مدرج الى ملم كما يتم حساب ارتفاع منسوب الماء بفواصل يتم حسابها اما بالساعات او بالأيام ويسجل بعد ذلك مقدار الفرق بين القياسين ويمثل مقدار قيم المياه المتبخرة.

حوض التبخر



مقياس التبخر ذو الكفة –نموذج ويلد: يتكون هذا الجهاز من وعاء يكون في اعلى الجهاز يملئ بالماء ويتصل هذا الوعاء بعمود يتحرك الى الاسفل يتصل بعتلة والعتلة تتصل بقلم او مؤشر يسجل على ورقة مدرجة كمية التبخر.



مقياس التبخر ذو الكفة نموذج وايلد

بعض الطرائق الرياضية المستخدمة لقياس التبخر- النتح:

١- علاقة دالتون Dalton:

تستخدم لحساب التبخر من سطح الماء الحر هي كمابلي

$$E = f(u)(ew - e)$$

E : كمية الماء المتبخر من السطح الحر ويقدر بالملم / يوم (mm/dau)

f (u) ثابت لسرعة الرياح على ارتفاع 2M وتستخرج قيمته من جداول خاصة

ew :ضغط بخار الماء المشبع

e : ضغط بخار الماء الفعلي

٢-علاقة دويت لحساب النتح (Dewit Equation):

$$Tr = \frac{Pc \times ETP}{f}$$

حيث ان Tr : النتح مقدر بالملم/يوم (mm/day).

Pc : كمية المحصول المدروس بالكغ/هـ (Kg/ha) .

ETP : التبخر –النتح الاساسي مقدر بالملم/يوم (mm/day).

F : عامل المحصول ويقدر بالكغ/هـ/يوم (Kg/ha/day).

تمرين محلول

في تجربة اجريت على احد المحاصيل العلفية كان انتاج الهكتار بالمتوسط : (9500 kg)

وكان متوسط التبخر –النتح الاساسي اليومي (8 mm) فاذا علمت ان الهكتار يعطي يومياً انتاج قدر بالمتوسط (50) (Kg/ha/day /عامل المحصول/

احسب متوسط النتح اليومي لهذا المحصول حلال دورة حياته:

الحل

$$Tr = \frac{Pc \times ETP}{f} = \frac{9500 \times 8}{50} = 1520 mm/day$$

الرطوبة: هي كمية بخار الماء في الهواء وتقسم الى

١- الرطوبة المطلقة: وتعني وزن بخار الماء الموجود في متر مكعب من الهواء وتقاس بوحدة قياس (غم/متر مكعب)
٢- الرطوبة النوعية: وتعني وزن بخار الماء الموجود في حجم معين من الهواء الى الوزن الكلي لهذا الهواء.

الرطوبة النسبية : وهي النسبة بين كمية بخار الماء الموجود فعلا في الهواء (الرطوبة المطلقة) في درجة حرارة معينة وبين ما يمكن لذلك الهواء ان يستوعبه من بخار في الدرجة الحرارية نفسها.

بعض الاجهزة المستخدمة لقياس الرطوبة النسبية :

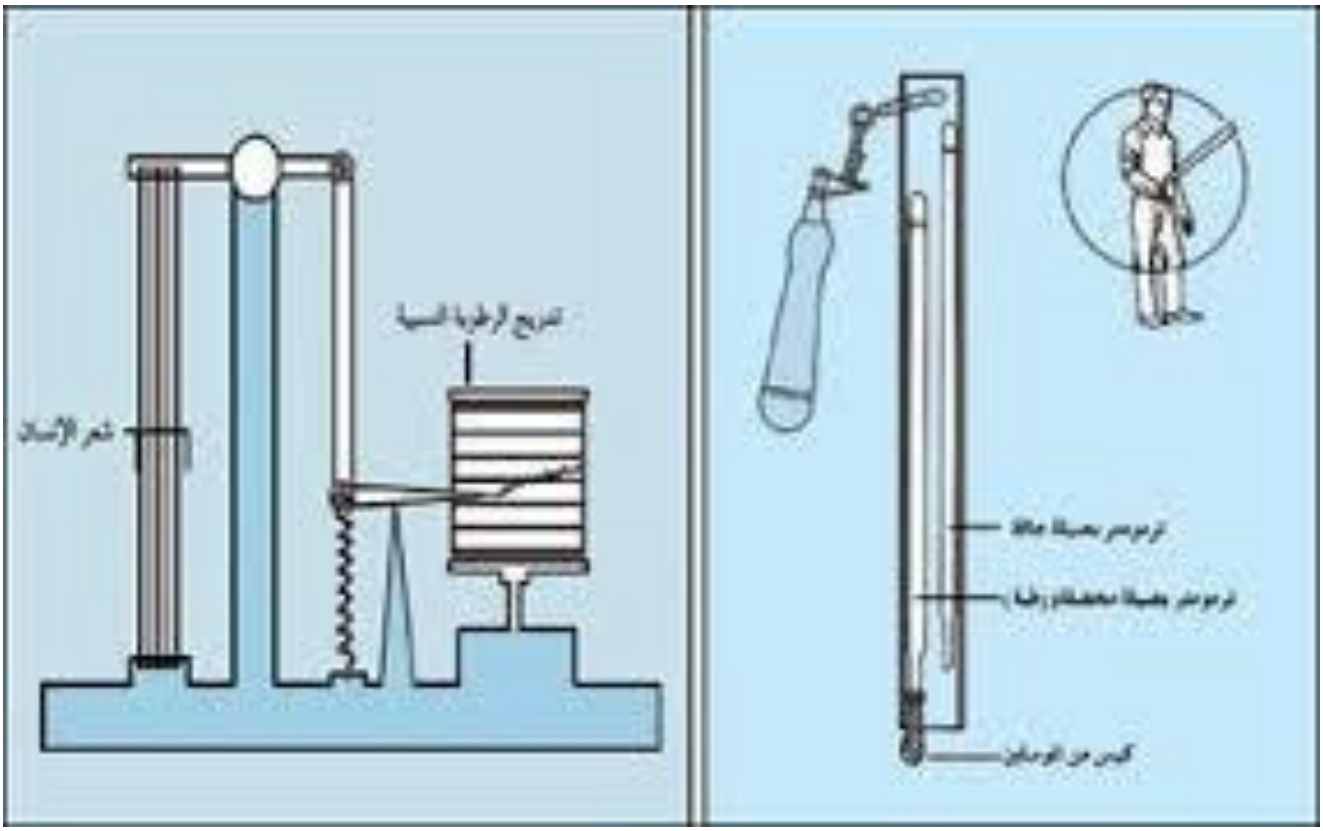
١- المحرار الشعري (الهيجروجراف)(Hygrographe)

يتكون هذا الجهاز من جسم معدني بحتوي على خصلات من شعر الانسان بداخله وهي تمثل الجزء الحساس في هذا الجهاز والذي يتمدد بالرطوبة العالية ويتقلص بالجفاف مرتبطة بريشة او مؤشر ينتهي بقلم ومتصلة ميكانيكياً بها تتقلص وتتمدد بسبب امتصاص الرطوبة فعندما تتغير الرطوبة فتؤشر العتلات المرتبطة بالقلم فوق الورقة المدرجة التي تدور فيرسم عليها ويسجل مقدار ارتفاع او انخفاض الرطوبة النسبية فعندما تكون الرطوبة عالية فأن الشعر سيتمدد ويهبط المؤشر للأسفل مشيراً الى ارتفاع الرطوبة وفي حالة قلة الرطوبة فأن الشعر سيتقلص فيرتفع المؤشر الى الاعلى مشيراً الى قيمة واطئة للرطوبة .

٢- المرطاب الدوار: يتكون الجهاز من محرارين متماثلين مثبت على جسم معدني احدهما محرار رطب والاخر محرار جاف والفرق بينهما ان المحرار الرطب تكون البصلة محاطة بقطعة شاش والجاف بدون قطعة شاش يحوي الجهاز على مقبض يدوي من خلاله يمكن تدوير المرطاب عدة مرات

كيفية استخدام الجهاز

يوضع ماء مقطر على قطعة الشاش ويتم تدوير الجهاز عدة مرات ويقرا كل من درجات حرارة المحرار الجاف والمحرار الرطب الى ان يتم استقرار قراءة المحرارين وبعدها يمكن استخراج الفرق بينهما ومن خلال الرجوع الى جداول خاصة للجهاز او منحنيات بيانية فيمكن التعرف على النسبة المئوية للرطوبة النسبية للهواء .



سيكرومتر (ذو المحرارين) المرطاب الدوار المحرار الشعري (الهيجروجراف)(Hygrographe)

٣- المرطاب متعدد الاغراض

يتكون من جسم معدني فيه مؤشر ويحتوي على خصلات من الشعر توجد في الجانب الخلفي من الجهاز متصلة بعتلات متصلة بالمؤشر كما يوجد في الجهاز محرار يحتوي على تدرجات من جهة و لقياس ضغط بخار الماء من جهة اخرى وفية محرار لقياس درجة الحرارة

استخدام الجهاز: يوضع الجهاز في جو مشبع من بخار الماء ليلاحظ تحرك المؤشر الموجود في القرص وعند دخوله الى درجة الا شباع فعندئذ يترك الى ان تستقر القراءة وبذلك يتم التعرف على الرطوبة النسبية من خلال قراءة المؤشر على القرص والجزء الحساس للجهاز هو خصلة الشعر التي تتمدد عند زيادة الرطوبة وتنكمش عند انخفاض الرطوبة واما درجة الحرارة فيمكن التعرف عليها من المحرار وكذلك يمكن استخراج ضغط بخار الماء،

٤- المرطاب ذو الهواء المسحوب

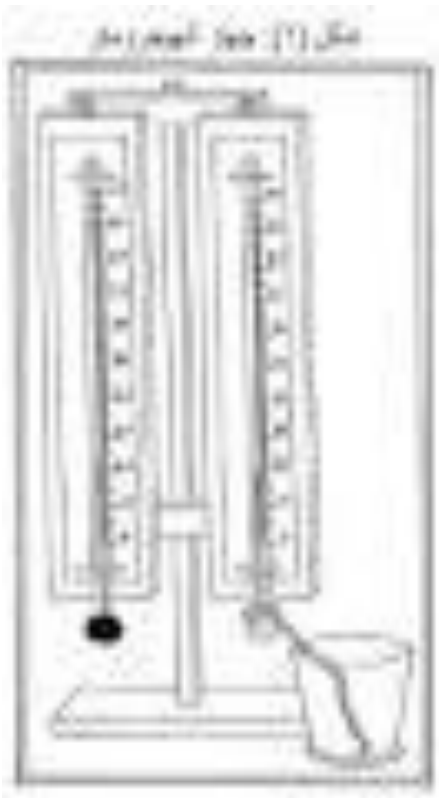
يتركب الجهاز من حيث الاساس على غرار المرطاب الدوار اذ يتكون من محرارين متشابهين مثبت على جسم معدني احدهما محرار رطب والاخر جاف وتوجد في اعلى الجهاز مفرعة الهواء تعمل على سحب الهواء من منطقة البصلة لكلا المحرارين.

كيفية استخدام الجهازين

بنفس طريقة استخدام جهاز المرطاب الدوار لكنه فقط استخدام مفرغة ولكل جهاز رسوم بيانية ومنحنيات

٥- المرطاب ذو البصلة الجافة والمبتلة

يحتوي على محرارين متشابهين احدهما احدهما جاف والآخر رطب في بصلة المحرار الرطب توجد قطعة شاش متصلة بخزان فيه ماء مقطر ويراعى ملئ لخزان بالماء المقطر باستمرار ومن ثم يتم اخذ القراءة للمحرار الجاف والرطب ومن خلال الفرق بينهما يمكن اخذ النسب المئوية ومن خلال رسومات خاصة ان هذا الجهاز لا يمكن استخدامه بالجولات العلمية لكنه يوضع في محطات الانواء والمختبرات اما الجهاز الدوار وذو الهواء المسحوب فيمكن استخدامه في الجولات العلمية لاستخراج الرطوبة النسبية في الهواء



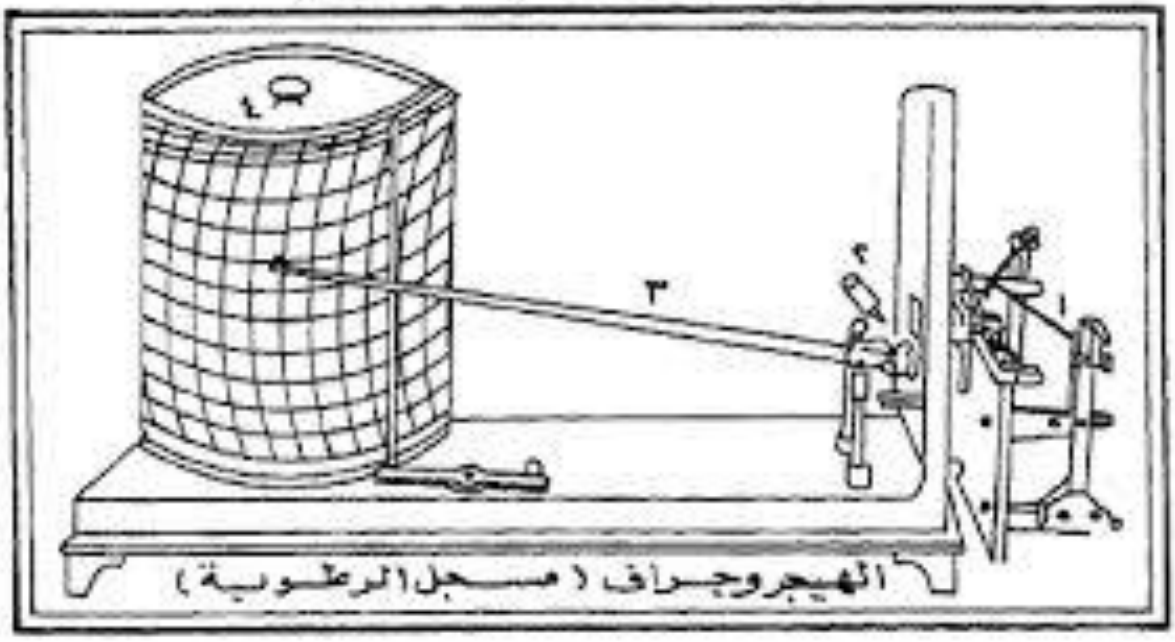
المرطاب ذو البصلة الجافة والمبتلة

٦- **جهاز تسجيل الرطوبة :** يشبه هذا الجهاز جهاز تسجيل الحرارة لكن الجزء الحساس هو الشعيرات المزال منها المادة الدهنية او الخيوط لحساسة لتغير الرطوبة وكذلك الاختلاف في الورقة البيانية التي عليها تدرجات الرطوبة الجوية .

ان الورقة البيانية تقسم الى مدى الرطوبة النسبية التدرج صفر%- ١٠٠%

ولكي يعمل الجهاز بشكل مضبوط لابد من تعريضه الى هواء مشبع بالرطوبة حتى يتحرك المؤشر الى ان يصل درجة الاشباع وبعدها يتم تدقيق قياس الرطوبة بالرجوع الى جهاز مقياس الرطوبة وتعتمد على محارير خاصة بالرطوبة وفي حالة وجود اختلاف في القراءة فأن هناك مواضع معلمة يمكن ان تستخدم لضبط قياس الرطوبة النسبية .

شكل (٢): الهيجروجراف (مسجل الرطوبة)



لهايكروميترHygrometer
وهو جهاز يشبه الساعة وله قوسان أحدهما كبير في الجهة العليا والآخر صغير في الجهة السفلى ، تدرج القوس الكبير من (صفر – ١٠٠) ويقرأ كنسبة مئوية أما الصغير فتدرج لقراءة درجة الحرارة (-٧ -٥٠ م) او من (0-40)

٧-**مقياس الرطوبة الرقمي او الالكتروني**: وتنتج مقاييس الرطوبة الرقمية قراءة اسهل كما انها لا تحتاج الى معايرة ولكنها تحتاج لبعض الوقت للتأقلم على تغيرات رطوبة ولن تظهر التغيرات لحضياً وليس شرطاً ان تكون مقاييس الرطوبة الرقمية ادق من مقاييس الرطوبة العادية و يعد مقياس الرطوبة الالماني أدوريني الرقمي احد مقاييس الرطوبة الرقمية القليلة في السوق المعدة لأفضل دقة قياس عند مستويات الرطوبة الأكثر من٦٠%
.

22.0 °C
58 %

27.3
00179

الاشعاع الشمسي واجهزة قياسه

يقصد بالإشعاع بأنه نوع من انواع الطاقة التي تصدر من الاجسام التي لها درجة حرارة اعلى من الصفر المطلق. وهو الصورة الوحيدة من الطاقة التي يمكنها الانتقال خلال الفضاء الخارجي .

الاشعاع الشمسي (Solar Radition): الطاقة الاشعاعية التي تطلقها الشمس في جميع الاتجاهات والتي تستمد منها كل الكواكب السيارة التابعة لها واقمارها كل حرارة اسطحها واجوائها وهي طاقة ضخمة جداً ، ومسؤولة عن كل الطاقة الحرارية والضوئية الكامنة في اشعتها لجو الارض.

ويعد الاشعاع الشمسي مصدر الطاقة في النظام البيئي ومصدر الحرارة للمحيط الارضي ويتأثر الإشعاع الشمسي بعدة مؤثرات هي

١-اختلاف زاوية ميل (سقوط) الاشعاع الشمسي

يقصد بزاوية ميل الاشعاع بأنها الزاوية التي تكونها اشعة الشمس مع سطح الارض ، ونظراً لان الارض تتأخذ شكلاً اهليجياً وتدور حول الشمس من الغرب الى الشرق فأن الزاوية التي تسقط بها اشعة الشمس اما ان تكون عمودية او شبة عمودية او مائلة فالأشعة العمودية او شبة العمودية تكون قوية اما المائلة فأنها تكون اقل شدة . اذ ان الاشعة العمودية تقطع مسافة اقصر فتكون ضائعاتها قليلة مقارنة بالأشعة المائلة التي تكون مسافتها اطول و تتعرض الى الامتصاص والانكسار والانعكاس .

٢- طول الفترة الضوئية (عدد ساعات النهار بالنسبة لساعات الليل)

الفترة الضوئية هي عدد ساعات النهار فكلما ازدادت تلك الفترة ازدادت شدة الاشعاع المتجمعة اذ تكون اشعة الشمس اثناء نهار الصيف اشد قوة منها في الشتاء لقصر الفترة الضوئية وكذلك تكون الاشعة مائلة

٣- البعد بين الارض والشمس :

نظراً لان الأرض تدور من الغرب الى الشرق في مدار بيضوي او اهليجي لذا فهي تقترب من الشمس وتبتعد مره اخرى وبذلك تختلف المسافة التي تتكون بين الارض والشمس فيصل المعدل الى حوالي(١٤،٧ مليون كم) وهذا البعد يختلف مع اختلاف موقع الارض على المدار ويقل تأثير هذا العامل اذ يتأثر بالعوامل الأخرى التي تم ذكرها.

اجهزة قياس الاشعاع الشمسي

١-**الجهاز الكروي (جهاز كامبل- ستوكس)**:يتكون من عدسة كروية الشكل لامعة وكبيرة الحجم مثبتة على اطار حديدي وقاعدة معدنية توضع تحتها ورقة بيانية خاصة مدرج عليها عدد ساعات النهار ويكون احد اوجه الشريط ملون بلون داكن **كاللون الازرق** الذي يستطيع امتصاص اشعة الشمس عمل الجهاز : خلال بدأ ساعات الشروق فأن الاشعاع الشمسي الساقط على الكرة الزجاجية وخلال بؤرة هذه الزجاجة المتحركة مع حركة الشمس الظاهرية من الشرق الى الغرب ، فأن تجمع

الاشعاع يعمل على احداث حرق بشكل سميك محروق على الشريط ويكون مستمراً بدون انقطاع خلال ساعات الشروق في حين اذا انقطع وصول الاشعاع الشمسي من خلال وجود غيوم او غبار او ضباب فأن ذلك يؤدي الى ظهور تقطع لعملية الخط المحروق ويمكن من خلال هذا الجهاز معرفة وقت وصول الاشعاع الشمسي وشدته وانقطاعه من خلال ملاحظة احتراق اثار الشريط كما ان هذا الجهاز يوضح لنا عدد ساعات السطوع النظرية والمحسوبة فلكيا وكذلك عدد ساعات السطوع الفعلية التي تعني اشعة الشمس الفعلية التي تصل سطح الارض عندما تكون السماء صافية

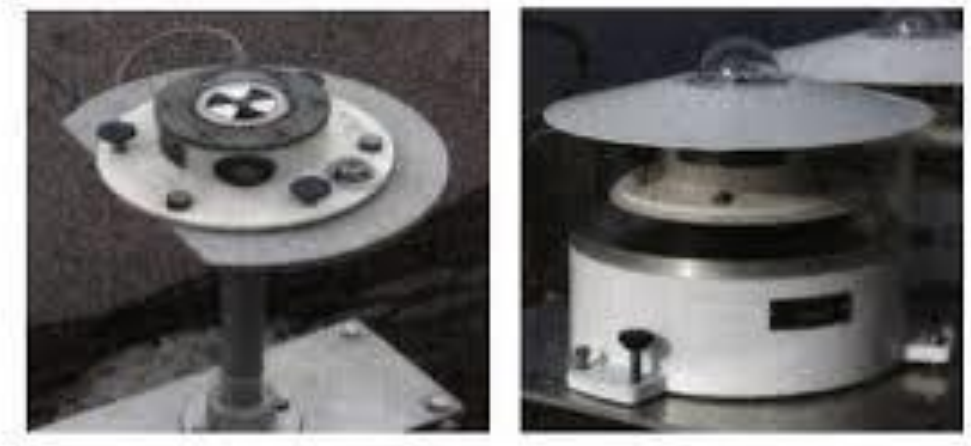
الجهاز الكروي (جهاز كامبل-ستوكس)

٢-**الجهاز الاسطواني** : يتكون من اسطوانة معدنية مجوفة تحتوي على قمتين على جانبي الاسطوانة وتحتوي هذه القمتان على عدسات لامعة ويوضع داخل التجويف ورقة بيانية بالجهاز لتسجيل فترة سطوع الشمس ويوضع الجهاز بشكل مشابه للجهاز الكروي السابق ويكون ميل الاسطوانة وفق خط العرض .

٣- **جهاز قياس الكثافة الضوئية** : يتكون من خلية ضوئية ويمثل الجزء الاول من الجهاز متصلة بالجزء الثاني من الجهاز الذي يتحول من خلاله الموجات الكهرومغناطيسية الى وحدات قياس شدة الاشعاع الشمسي والوحدات الموجودة بالجهاز هي اللوكس واليبركس (تمثل النسبة المئوية) وتقدر شدة الاشعاع الشمسي في يوم صحو حوالي (٨٠-١٠٠ الف لوكس) اما في يوم غائم من(٣٠-٥٠ الف لوكس)اما في يوم غائم كلي(١٢-٢٠ الف لوكس) .

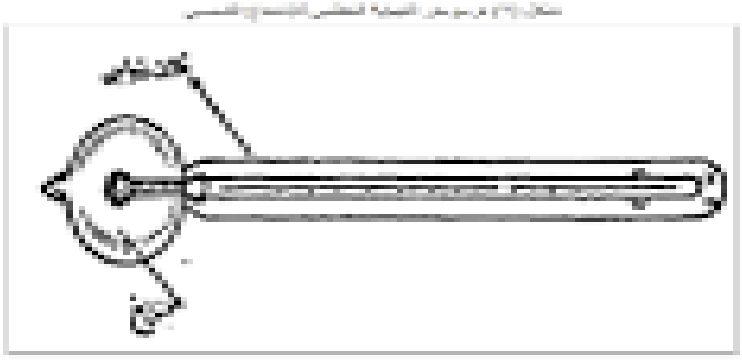
٤- **جهاز إيبلي** ويتألف من قطعتين من معدن (الفضة) في اعلى الجهاز احدهما مطلية باللون الابيض والثانية الاسود وتغطى بغطاء زجاجي ويختلف اللونين في عمليتي عكس و امتصاص الاشعة الواصلة الى المكان الذي يثبت فيه الجهاز وبالتالي اختلاف الحرارة في كل منهما وبذلك

يقيس المتحسس الفرق في الاشعة الشمسية على القطعتين ويكون الناتج هو صافي الاشعاع الشمسي والذي يسجله الجهاز للمنطقة المطلوبة .



شكل (13-14) : جهاز إيبلي لقياس الإشعاع الشمسي الكلي.

وهناك اجهزه اخرى منها ثرمومتر لقياس النهايه العظمى للإشعاع الشمسي وهذا يشبه الى حد ما المحرار ذو النهاية العظمى لدرجة الحرارة ويوضع هذا الثرمومتر في غلاف زجاجي مفرغ تماماً من الهواء وذلك من اجل ان تكون الفقاعة الموجودة داخله تتأثر بالإشعاع الشمسي المباشر وبدون ان تتأثر بحرارة الهواء الجوي ثانياً وتشير الدرجات المسجلة في المحرار على مدى وصول الاشعاع الشمسي وقوته خلال ساعات السطوع المباشرة .



ثرمومتر لقياس النهاية العظمى للإشعاع الشمسي

الضغط الجوي :يمكن تعريف الضغط الجوي بأنه وزن عمود الهواء المسلط على وحدة المساحة ويمتد من سطح لارض الى اعلى نقطة من الغلاف الجوي كما يعرف بأنه القوة التي يسلطها الهواء عمودياً على سنتمتر مربع واحد ويمتد من سطح البحر الى نهاية الغلاف الجوي.

وهناك عدة انواع من الوحدات التي يقاس بها الضغط الجوي ويمكن تحويلها من شكل الى اخر وفي الظروف القياسية الاعتيادية اعتبر الضغط الجوي المتمثل بـ ٧٦سم او (٧٦٠ملم) وهذا ان ارتفاع عمود الزئبق (٧٦٠ملم) يضغط على الهواء ويكون مساوياً تماماً لضغط الهواء الاعتيادي وهي الدرجة المثلى لقياس الضغط الجوي والتي قياسها على سطح البحر في خط عرض ٤٥ درجة شمالاً والذي يزيد عن ذلك يعتبر الضغط الجوي مرتفع والذي يقل هذا الرقم يعتبر الضغط الجوي منخفض وهناك قياسات للضغط الجوي هي (سم –زئبق،الانج – زئبق، ملم – زئبق، والبار وغيرها من الوحدات)

العوامر المؤثرة في الضغط الجوي

١- الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر(علاقة عكسية
٢- كثافة الهواء الموجود (علاقة طردية مع الضغط الجوي)
٣- كمية بخار الماء (علاقة عكسية مع الضغط الجوي)
٤- درجات الحرارة (علاقة عكسية مع الضغط الجوي)

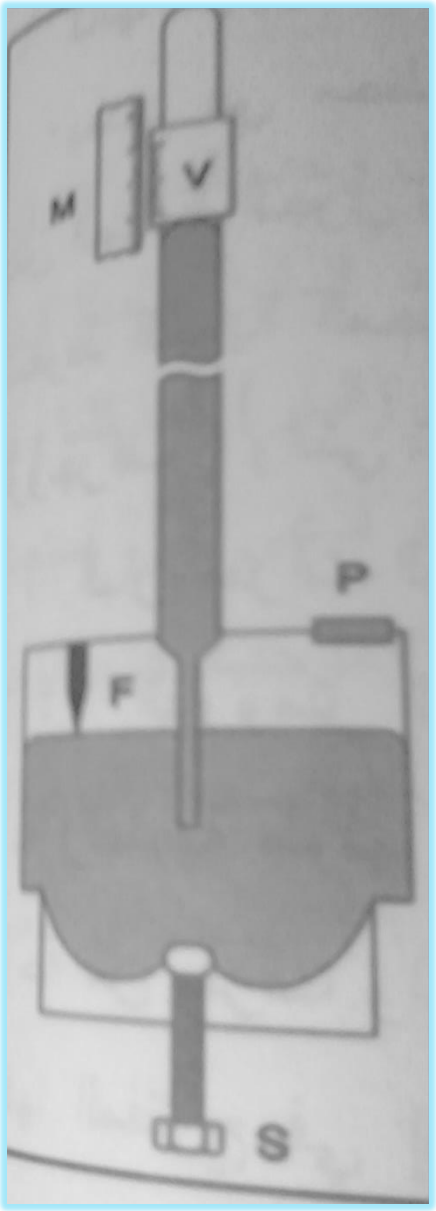
اجهزة الضغط الجوي الجوي :

١- البارومتر الزئبقي (Mecrcurial Barometer) : يتكون هذا لجهاز من أنبوبة زجاجية طولها متر ومساحة قاعدتها (١سم) وهي مفرغة من الهواء مفتوحة من طرف ومقسمة الى وحدات قياس تملأ الانبوبة بالزئبق وينكس طرفها المفتوح في إناء مملوء بالزئبق ويعرض الى الجو وعند ذلك سيشير الزئبق الى وزن الهواء المسلط عليه اذ يرتفع الزئبق عند زيادة وزنه وينخفض اذا قل وزنه اي (ضغط الهواء على الزئبق) اي فعندما ينزل عمود الزئبق الى (٧٥سم)مثلاً فيدل على ان الضغط الجوي منخفض.
ومن مساوئ الجهاز صعوبة نقله من مكان الى اخر وتعرض الزئبق الى الانسكاب خاصة عند استعماله في المناطق المرتفعة عن مستوى سطح البحر.

البارومتر الزئبقي (Mecrcurial Barometer)

٢- **بارومتر او جهاز فورتن (Fortin Barometer)** وهو يختلف عن البارومتر الزئبقي في كونه ثابت ويمكن نقله من مكان لأخر فضلاً عن انه مزود بمحرار لقياس الحرارة للعلاقة القوية بينهما وبين ما يسجل من قيم للضغط الجوي ويتكون من حوض من الزئبق اسفله من الجليد وفيه مؤشر من العاج في اعلى حوض الجهاز تطبق نهايته المدببة على قمة سطح الزئبق في الحوض .

تقرا القياسات للضغط الجوي من خلال قمة الزئبق في الانبوبة الشعرية كما يمكن معرفة درجة حرارة الهواء المقابلة لقيم الضغط الجوي بواسطة المحرار المثبت في الجهاز لأغراض التصحيح للضغط الجوي.



بارومتر او جهاز فورتن (Fortin Barometer)

٣- البارومتر المعدني الجاف (اندرويد):

وهو من النوع الثابت ، يتكون ايضاً من علبة او(صفيحة) معدنية غير سميكة الجدران ومفرغة من الهواء لذلك فهي تتقلص اوتتمدد تبعاً لزيادة او نقص الضغط الجوي فالجزء الحساس في هذا الجهاز هو العلبة المعدنية المفرغة من الهواء ، ويتصل مع العلبة المعدنية عدد

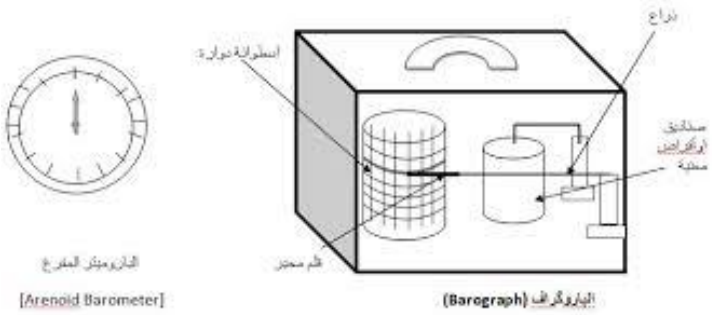
من النوابض ترتبط في نهايتها بمؤشر ويتحرك المؤشر امام لوحة دائرية مثبت عليها قيم الضغط الجوي ومع زيادة وزن الهواء فسوف يتم الضغط على العلبة المعدنية فيتحرك المؤشر مشيراً الى اعلى قيم لوزن الهواء اي ضغطه ، في حين عندما يقل وزن الهواء تعود العلبة الى وضعها الاعتيادي والذي يشير الى قلة الضغط الجوي .

البارومتر المعدني الجاف (اندرويد):

٤-**البارومتر المسجل او الباروجراف(Barograph)** : يتكون من صفائح معدنية رقيقة الجدران وتكون من عدة طبقات متصلة مع بعضها بمحور مركزي ومحصلة الانكماش والتمدد في هذه الصفائح تؤدي الى حركة العتلات وبعد ذلك الى المؤشر اللامس الى ورقة بيانية عليها تدرج بمقدار واحد ملم زئبق وبمدى(٧١٠-٧٩٠ملم زئبق) اذ تكون الورقة البيانية ملفوفة على اسطوانة دوارة تسجل اقيام الضغط الجوي ، تدور الاسطوانة دورة

كاملة خلال ٢٤ ساعة او اسبوع هذا الجهاز من اكثر الاجهزة شيوعاً في محطات الانواء الجوية والمختبرات العلمية .

البارومتر المسجل او الباروجراف



شكل تخطيطي البارومتر المسجل او الباروجراف

٥- **جهاز تسجيل الضغط والحرارة والرطوبة**: ويتكون من صفيحة معدنية ومفرغة من الهواء ايضاً وتتصل بنوابض تعمل على قياس الضغط الجوي ويتصل مع العلبة المعدنية عدد من النوابض ترتبط في نهايتها بمؤشر ويتحرك المؤشر امام لوحة دائرية مثبت عليها قيم الضغط الجوي. وايضاً يوجد مؤشر لدرجات الحرارة واخر لقياس الرطوبة النسبية.

جامعة المثنى علم البيئة العملي

كلية الزراعة الفصل الدراسي الاول للعام الدراسي (٢٠٢٠-٢٠٢١) المحاضرة :السادسة

قسم الوقاية المرحلة: الثالثة

الرياح (Wind) وهي الحركة التي تحدث بسبب تغير ضغط الهواء بسبب بأشعة الشمس التي التي تعد مصدر رئيسي لتغير درجات الحرارة وضغط الهواء هو تيارات تتحرك مندفعة من جهة الى اخرى فوق سطح الارض وتختلف قوة الرياح بناء على اختلاف الضغط الجوي

سبب حركة الرياح :وجود مناطق ضغط مرتفع بجوار مناطق ضغط منخفض حيث ان الهواء في مناطق الضغط المرتفع ثقيل فيتحرك الى مناطق الضغط المنخفض ذات الهواء الخفيف.

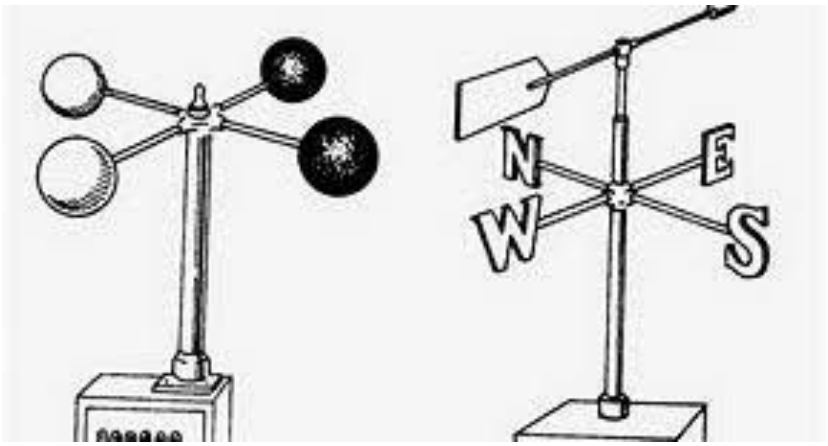
فوائد الرياح:

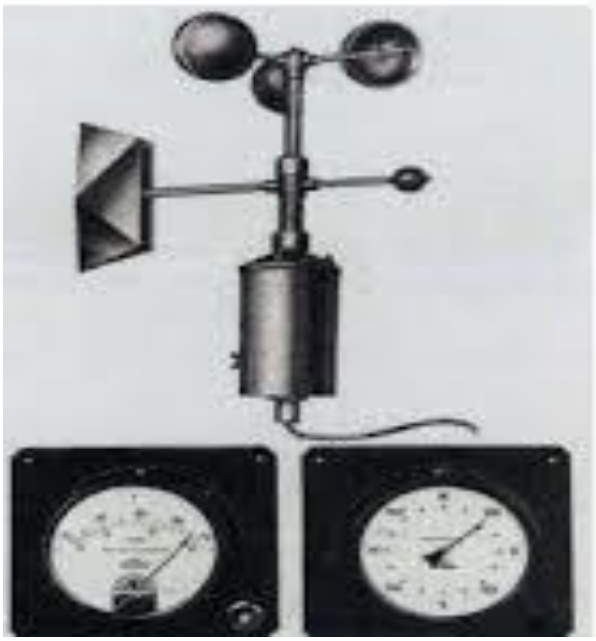
١- توزيع درجة حرارة وضغط الغلاف الجوي المحيط بالأرض
٢- تسبب سقوط الامطار
٣- تحمل البذور من مكان الى اخر فتنبت ليأكل منها الانسان والحيوان وتساهم في تلقيح النباتات
٤- تحرك السفن الشراعية .

اتجاه وقياس سرعة الرياح

يتحدد اتجاه الرياح بواسطة **دوارة الرياح** والذي يتكون من ذراع حديدي على شكل سهم يتركز على عمود رأسي من الحديد ويدور مع السهم بسهولة ويرتكز العمود و السهم على عمود آخر متحرك ومثبت علية ذراعين أفقيين يشيران الى الجهات الاصلية ونظراً لأن نهاية السهم عريضة فأن الرياح تدفعها باستمرار نحو الجهة التي تنطلق اليها في حين يبقى رأس السهم مشيراً الى الجهة التي تأتي منها الرياح ويسجل اتجاه الرياح في محطات الرصد الجوية في ساعات معينة كل يوم وتستخرج لهم متوسطات يومية وشهرية تبين فيها النسب المئوية لعدد تكرار الرياح من الاتجاهات المختلفة بالنسبة لمجموع عدد مرات الرصد .

اما سرعة الرياح فتقاس بواسطة جهاز يعرف بأسم (**الانيموتر**) او (**جهاز قياس سرعة الرياح**)
يتكون جهاز الانيموتر من اربع طاسات مثبتة على عمود تدور حوله بمستوى افقي بواسطة الهواء ويكون دورانها سريعاً اذا كانت سرعة الرياح قوية وبطيئة الدوران اذا كانت سرعة الرياح خفيفة ويسجل عدد مرات دورانها بواسطة عداد مثبت في اسفل العمود وتستخرج سرعة الرياح في مدة معينة بإيجاد الفرق بين قراءة العداد عند بداية هذه المدة وقراءته عند نهايتها ثم يقسم الفرق على عدد الساعات اذا كان المطلوب حساب السرعة في الساعة او على الدقائق اذا كان المطلوب معرفة السرعة في الدقيقة





:مقياس سرعة الرياح
واتجاهها

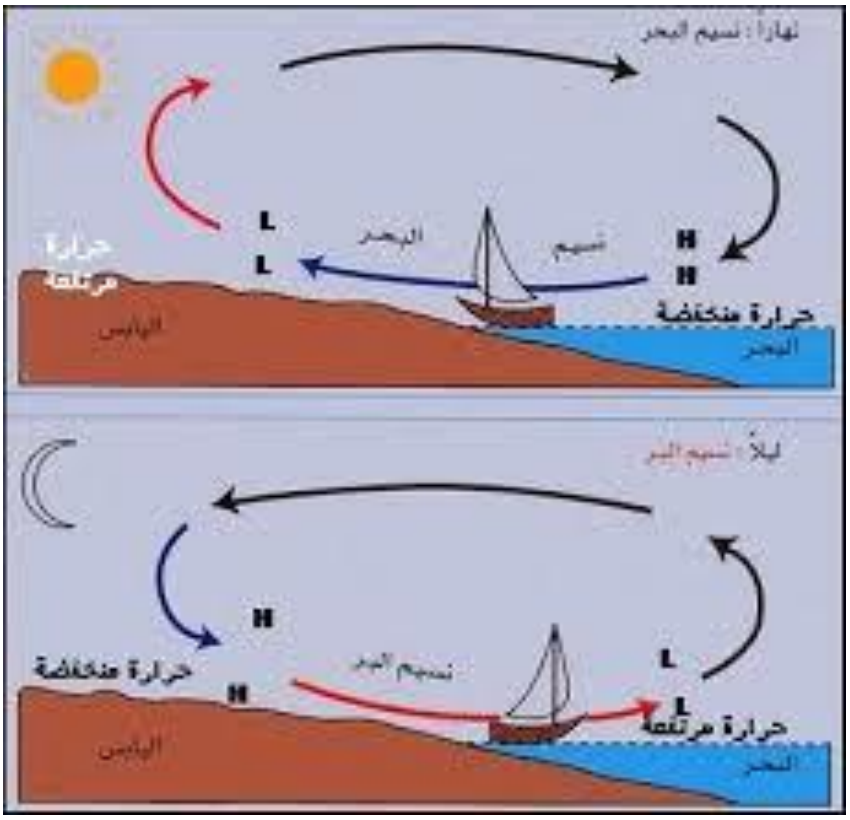
انواع الرياح :

١- **الرياح الدائمة :** وهي الرياح التي تهب باستمرار في معظم ايام السنة
٢- **الرياح الموسمية** : وهي الرياح التي تهب في مواسم او فصول معينة من السنة .وسبب هبوبها هو اختلاف الحرارة في مواسم معينة في المناطق الداخلية للقارات اذ يؤدي تغير درجات الحرارة الى تغير الضغط وبالتالي هبوب الرياح .
وتتميز الرياح الموسمية بأمطارها الصيفية الغزيرة وبجفاف معظم مناطق هبوبها في فصل الشتاء .
٣- **الرياح المحلية** :تهب في مناطق معينة وصغيرة المساحة في اوقات متقطعة بسبب التضاريس وتتخذ حركة الرياح المحلية اشكالاً ترتبط بتباين الضغط الجوي بين المنطقتين التي تتحرك بينهما الرياحً بسبب اختلاف عمليات التسخين بين سطح الارض و المناطق المرتفعة التي تتخللها وتتخذ هذه الرياح اشكالاً عده منها
أ- الرياح اليومية : وهي الرياح التي تنشأ بسبب اختلاف الضغط الجوي بسبب عمليات التسخين خلال النهار واثناء الليل ومنها

-نسيم البر والبحر (Land and SEA Breeze)

ينشأ نسيم البر والبحر نتيجة لأختلاف الضغط الجوي اليومي فوق اليابس والماء ففي اثناء النهار يسخن اليابس بسرعة اكبر من الماء مما يؤدي الى تمدد الهواء الملامس له وخفته بينما يكون الهواء الملامس للماء اثقل منه لذلك يتحول الاخير الى ضغط مرتفع فوق الماء والاول ضغط منخفض فوق اليابس لذلك يتحرك الهواء من منطقة الضغط المرتفع (الماء) الى منطقة الضغط المنخفض (اليابس)لذلك يعرف هذا الهواء المتحرك بأسم نسيم البحر ويعمل نسيم البحر على تلطيف درجة حرارة السواحل وخاصة في الجهات المدارية ولايتعدى اثره فوق اليابس ٣٠كم.

اما في اثناء الليل تفقد الارض كسطح يابس صلب حرارتها بسرعة بينما يحتفظ الماء كسائل بدفئه النسبي لذلك يتكون ضغط مرتفع فوق اليابس وضغط منخفض فوق الماء لذلك يتحرك الهواء من فوق اليابس باتجاه البحر ويعرف هذا الهواء المتحرك بنسيم البر



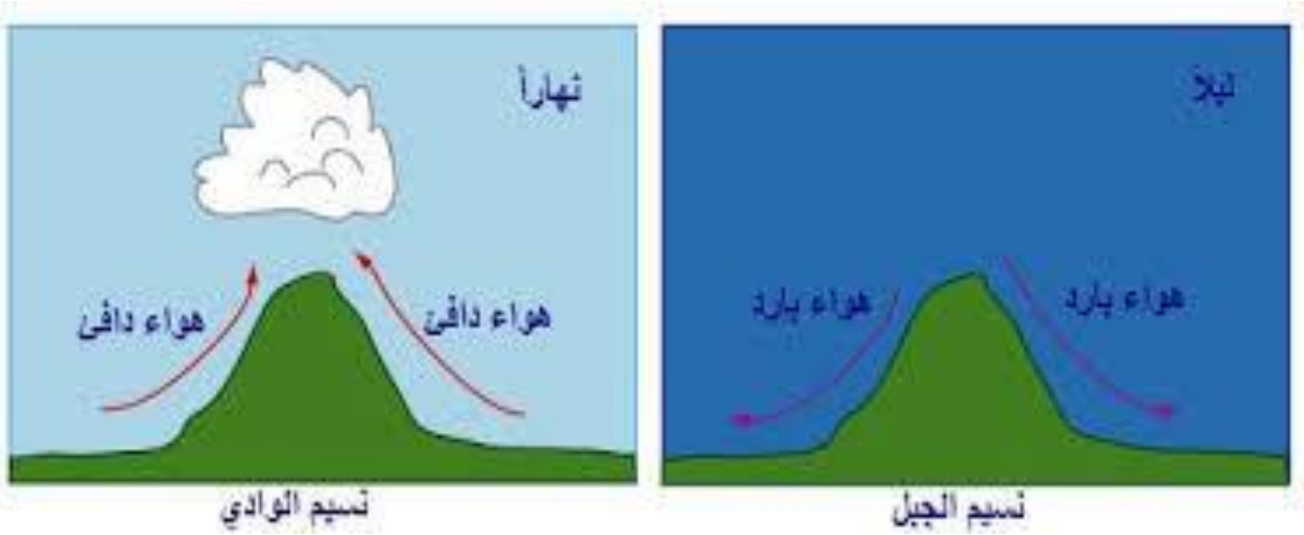
نسيم البر والبحر

نسيم الجبل والوادي(Mountain and valley Breeze)

ينشأ نسيم الجبل والوادي بسبب الاختلاف اليومي في درجة الحرارة ما بين السطوح العليا للمرتفعات المواجهة لأشعة الشمس وسطوح المنخفضات الواقعة في الظل مما يؤدي الى تباين في الضغط الجوي فيتجه الهواء في النهار من الوادي البارد نحو الجبل الدافئ ويعرف ذلك بنسيم الوادي .

وفي اثناء الليل تبرد سطوح الجبال بسرعة ويحتفظ الوادي بحرارته مما يؤدي الى تحوله الى منطقة ضغط منخفض . اذ في الليل يبرد هواء الجبال و المرتفعات و ينزلق هذا الهواء الى

الوديان المجاورة بفعل الانتقال الطبيعي بين الضغط المرتفع والمنخفض وبفعل الجاذبية الارضية ويعمل هذا الهواء على خفض درجة حرارة هذه الوديان ويعرف ذلك بنسيم الجبل .



ب-الرياح المحلية التي تسببها المنخفضات الجوية

- **رياح الخماسين**: وهي رياح محلية تهب على مصر لمدة تصل الى(٥٠يوماً)وتتميز بأنها حاره جافة تهب خلال فصل الربيع في مقدمة المنخفضات الجوية التي تتقدم من جهة الغرب على البحر المتوسط

- **السيركو (Sircco)** كلمة مأخوذه من الشرق العربية وتطلق على رياح الخماسين او السموم التي تهب من الصحراء الافريقية الكبرى التي تجتاز البحر المتوسط لتصل الى اوربا وهي رياح حاره جافة تحمل معها الغبار ودقائق الرمال الصغيرة وعندما تعبر البحر المتوسط تحمل بخار الماء.

- **الشرجي:** تطلق هذه التسمية على الرياح المحلية الهابة على جنوب العراق وتتميز بكونها دافئة رطبة تتقدم المنخفضات الجوية الحرارية التي تهب خلال فصل الشتاء ويتكرر هبوبها في تموز واب وتسبب طقس غير مريح للسكان في وسط وجنوب العراق

- **الهرمتان** :وهي رياح تتحرك من الصحراء الافريقية الكبرى في مقدمة الرياح التجارية الشمالية وتهب على خليج غانا وتتميز بأنخفاض حرارتها وجفافها

- **رياح الفوهن** :وتطلق هذه التسمية على الرياح الحارة الجافة في مناطق السهول والوديان المجاورة للجبال وتتركزهذه الرياح في الوديان المجاورة لسلاسل جبال الالب في اوربا.

التساقط واهم اجهزة قياسه

التساقط Precipitation

التساقط هو مصدر جميع المياه العذبة على سطح الكرة الارضية سوأ كان هذا التساقط على شكل امطار او برد او ثلج. ويمكن القول بأن كل انواع الجريان السطحي ناجمة بشكل مباشر او غير مباشر عن التساقط فالتساقط قد يكون على شكل مطر او على شكل برد او ثلج

ولكي يحدث التساقط يحب توفر كمية مناسبة من الرطوبة وتوفر ظروف مناسبة ترفع الكتل الهوائية التي تحمل تلك الكميات من الرطوبة الى اعلى لقدر يكفي لتكاثف بخار الماء الموجود وحدوث التساقط ان وجود الرطوبة في الهواء الموجود فوق اليابس يعود الى تحرك الهواء بموازاة سطح الارض لعدة مئات من الكيلومترات او مرورها فوق مسطحات مائية شاسعة كالبحار والمحيطات وقد ترتفع الكتل الهوائية بفعل اصطدامها بعوائق طبوغرافية او اصطدامها بكتل ابرد منها ويكون صعود ناجم عن التسخين كما في الامطار الانقلابية

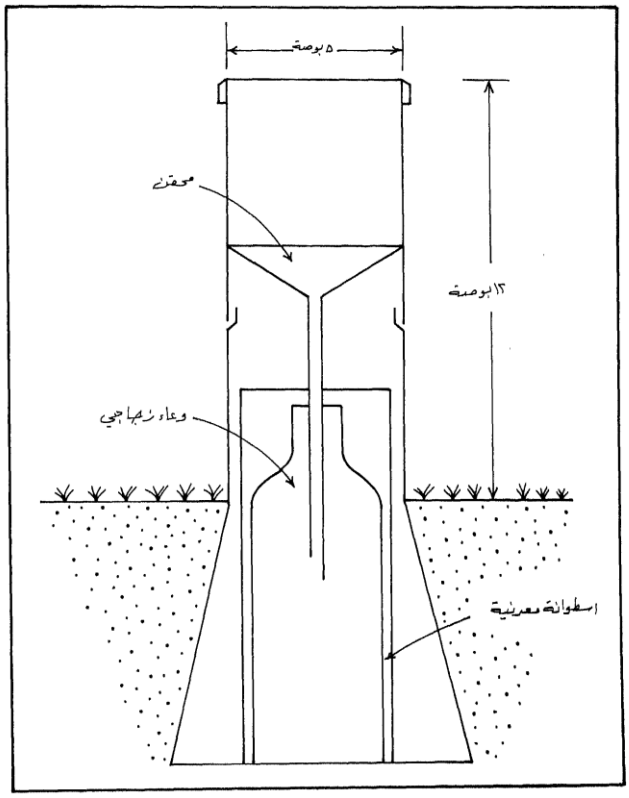
انواع مقاييس التساقط

تصنف مقاييس الامطار ضمن مجموعتين رئيسيتين

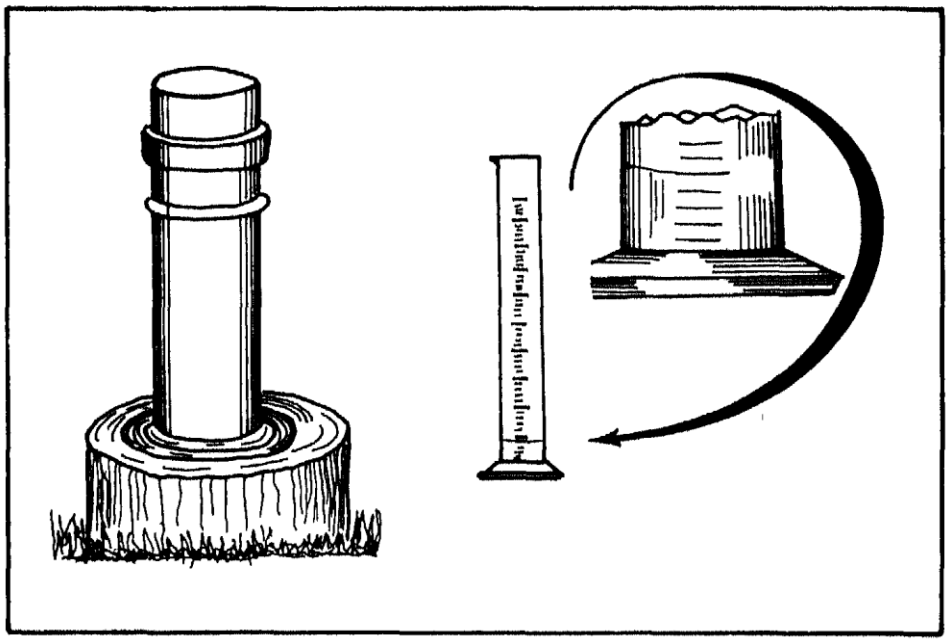
١- مقياس التساقط غير المسجل العادي Non-recording gauges

هو عبارة عن جهاز بسيط يتكون من اسطوانة معدنية او بلاستيكية طولها 580ملم وقطر فوهتها 200 ملم ترتبط الفوهة بقمع يوصل الامطار الى اسطوانة داخلية قطرها 20 ملم تكون غالباً مدرجة تدل على كمية الامطار المتساقطة في المنطقة وقد لا تكون مدرجة بحيث يتم قياس الامطار بواسطة المخبار المدرج ويتميز هذا النوع بالبساطة ولكنه قد لا يعطي فكرة واضحة عن الامطار التي تتميز بالغزارة او ديمومتها ولا يعطي فكرة تامة عن المسار العام للتساقط خلال فترة محدودة الا انه يمكن قياس الامطار المتجمعة به في اي وقت يشاء الراصد

ويتفوت نوع المقياس من دولة الى اخرى فهناك النوع البريطاني Mark 11 و النموذج الكندي



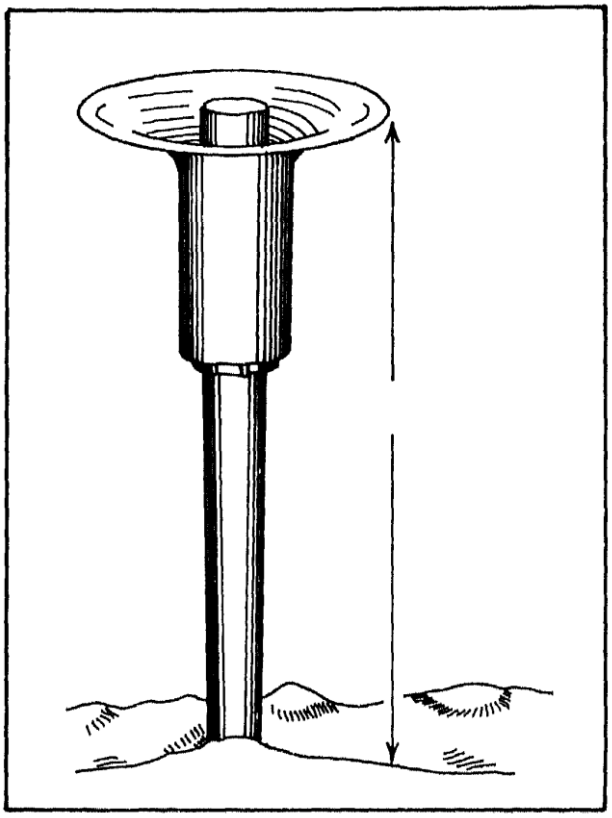
جهاز قياس الامطار العادي النموذج البريطاني



النموذج الكندي لقياس الامطار

وجميع النماذج من هذه الاجهزة تتبع نفس الاساس حيث تغلف الاسطوانة المعدنية او البلاستيكية اسطوانة اخرى مدرجة من الزجاج او البلاستيك ولكن هناك اختلاف في كيفية هذه تثبيت هذه الاجهزة على الارض فبعضها تدفن قاعدته في الارض والاخر يرتفع على قائم وبعضها كالنموذج الكندي يستند على قاعدة ترتفع على الارض ولغرض زيادة كفاءة هذه المقاييس وبخاصة في المناطق النائية فأن الاسطوانة الداخلية تكون من الكبر بحيث تكفي لتساقط كمية كبيرة من الامطار ويضيف الراصد احيانا بعض الزيوت على الاسطوانة الداخلية في المناطق النائية ويتعذر قياسها يوميا وذلك لخفض كمية التبخر من الكميات التي استقرت داخل الاسطوانة الداخلية وتسمى هذه الاجهزة **Storage or totlizer Gauges**.

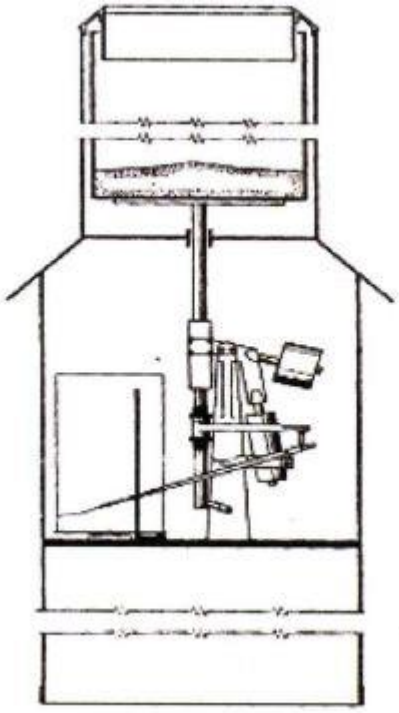
مقاييس الثلج : توجد مقاييس مخصصة لتقدير كمية الامطار الناتجة عن كية الثلج وتشبه الى حد بعيد سالفة الذكر الا انها لا تحتوي على قمع بحيث تهوي الثلوج من الفوهة الى القاع ثم تذوب بعد حين وتثبت هذه المقاييس على قائم قابل لرفعه او تنزيله ولك حسب تراكم الثلوج ويتبع الراصدين الجويين في كندا لتقدير كمية التساقط بفعل الثلوج من خلال قياس سمك الثلج بواسطة المسطرة بحيث يقسم السمك على 10 ويكون الناتج كمية الامطار المتساقطة وقد لاتعد هذه الطريقة فعالة في جميع الحالات بسبب تفاوت هشاشة الثلج من مكان الى اخر ومن وقت الى اخر



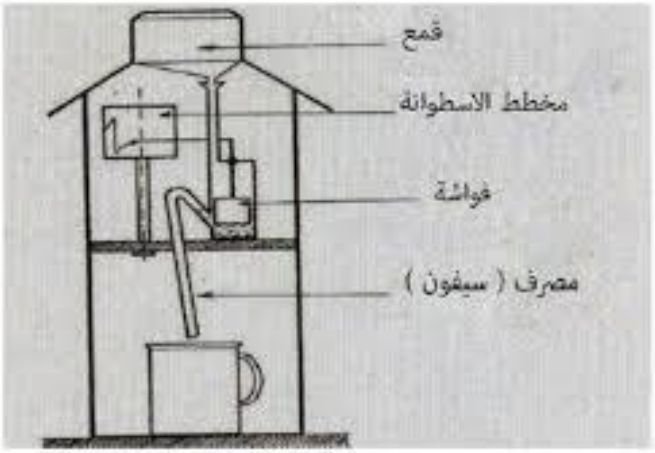
جهاز ليفر لقياس الثلج

اجهزة قياس المطر الالية Recording precipitation Gauges

رغم تعدد المقاييس الالية وتنوعها الا انها تقوم على اسس واحدة فمنها ما يعبر عن كمية التساقط باختلاف الوزن الذي يدل عليه مؤشر خاص يسجل ذلك على ورقة بيانية ملفوفة حول اسطوانة تدور باستمرار وقد تتغير هذه الورقة يوميا او اسبوعيا وقد يصل الامر الى شهر بحيث كمية الماء الداخلة الى الجهاز يمكن صرفها اوجمعها بوعاء كبير يمكن الاستفادة منها

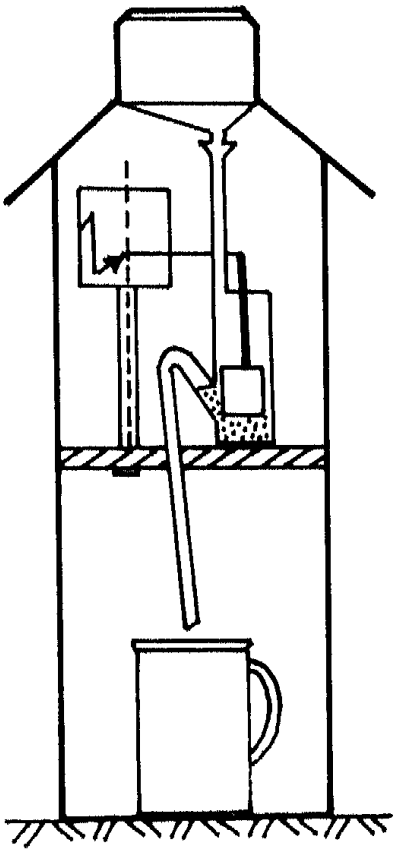


جهاز المطر ذو العوامة: اذ يمكن حساب كمية التساقط من خلال ارتفاع وانخفاض العوامة التي تطفو فوق المياه التي تتجمع داخل مستودع محدود السعة ويمكنه التخلص من الكميات الزائدة من خلال التخلص او جمعها ايضاً بمستودع اكبر وترتبط العوامة بمؤشر يحدد مسار تساقط الامطار على ورقة رسم بيانية



مسجل المطر ذو العوامة

-جهاز قياس المطر ذو الدلاء :وتعتمد بعض ارصاد الانواء الجوية على الجهاز الالي ذو الدلاء الذي يتكون من دلوين صغيرين يتسع الواحد منهما 0.25 ملم من الامطار وكلما امتلاء دلو بدأ الاخر بالأمتلاء بعد ان يبدأ الاول بتفريغ ما بحوزته ويوجد مؤشر خاص يرسم على ورقة رسم بيانية دوارة عدد المرات التي تم تفريغ تلك الدلاء وبعملية حسابية يتم حساب المطر



جهاز قياس المطر ذو الدلاء

وتوجد بعض الاجهزة التي توافق بين هذه الانواع الثلاثة وبإمكانها ان تحول التسجيل مباشرة الى قيم رقمية تخزن مباشرة على اشرطة الحاسبات الالكترونية وبعض هذه الاجهزة التي تثبت بمواقع نائية مزودة بأجهزة ارسال تزود المحطات الرئيسية بمقدار كميات التساقط المسجلة مباشرة وتعد هذه الطريقة ضرورية جدا في حساب كميات التساقط وتقدير كمية الجريان السطحي مما يفيد في تفادي اخطار الفيضانات في بعض المناطق المهددة بها

استخدام الرادار في قياس وتقدير كميات التساقط :

رادارات الطقس من التقنيات الحديثة التي تقيس تباين كميات التساقط للعواصف المطرية زمانيا ومكانياً حيث يقوم الرادار بأرسال حزم من الاشعاعات الرادارية بمعدل الف نبضة في الثانية ويتلقى الرادار الاشارات المنعكسة من الاهداف والاهداف هنا تكون قطرات المطر المتساقطة ومن خلال معادلات خاصة يمكن حساب كميات المطر المتوقع هطولها على المنطقة ويتراوح تأثير

بعض الرادارات بين 100 الى 150 ميل من موقع النظام الراداري وقد دلت بعض الدراسات ان استخدام الرادار يعاني من بعض الهنات التي لا تؤهله تماماً ليكون مصدرا موثوق لقياس كميات المطر بشكل دقيق. فقد تبين ان 30% من القياسات الرادارية تعادل 26% من القياسات التي تقاس بالطرق التقليدية على بعد يتراوح بين 19 – 60 ميل ويعود السبب الرئيسي في هذا الاختلاف الى ان الموجات الرادارية تسير بخطوط قوسية يفوق تقوسها تقوس الارض بحيث لا تستطيع هذه الموجات من الاصطدام بموجات المطر نظراً لانخفاض مستواها عن مستوى الارض لذلك فأن المناطق المجاورة لمحطة الرادار يستطيع الرادار ان يقدر كميات التساقط فيها بمعدل يساوي تماما ما تقيسه احهزة قياس المطر ومع ذلك فأن الدول المتقدمة كفرنسا وبريطانيا تكاد تكون مغطاة بشبكة من الاجهزة الرادارية

بعض المشكلات التي تواجه قياس الامطار

١- تضاريس المنطقة : فكلما كانت المنطقة التي توجد فيها المحطة وعرة اثر في قياسات المحطة لذلك لابد ان تكون المحطة في منطقة سهلية لذلك ففي المناطق الجبلية ينصح بقامة اجهزة رصد مطرية بكثافة عالية . ويتأثر القياس بمدى ارتفاع الجهاز المطري وضياع جزء من الامطار في التبخر وفي تبليل الجهاز وحدوث دوامات هوائية حول الجهاز فضلاً عن بعض الاخطاء التقنية في مكونات الجهاز نفسه.
٢- اضطرابات الهواء وتطاير قطرات الماء

: تمثل اجهزة رصد المطر عوائق امام تدفق الرياح فوق سطح الارض مما يسبب اضطرابات الرياح وحدوث دوامات هوائية حول الجهاز مما يمنع بعض قطرات المطر من الدخول الى الجهاز ويتفوت هذا التأثير بتفاوت سرعة الرياح وارتفاع الجهاز عن الارض

العكورة (Turbidity) هي الخاصية البحرية للماء الناتجة عن انتشار الضوء وامتصاصه من قبل المواد العالقة بدلاً من انتقاله بشكل مستقيم خلال النموذج وهي تمثل حالة الماء الناتجة من وجود مواد صلبة عالقة فيه . والعكورة يمكن ان تتراوح من عالية التركيز وهذا يحدث في النهر يحتوي الطين والغرين الى كميات منخفضة التركيز التي تلاحظ في ميه الينابيع

تأثيرات الكدرة (the effect)

لها تأثيرات عديدة يمكن اجمالها

١- حجب الضوء وتقليله عن الاحياء المائية وما لذلك من تأثير على هذه الاحياء
٢- تؤثر على تنفس الاسماك ويمكن ان تسد خياشم الاسماك عندما يزداد تركيزها عن 200mg
٣- لها تأثير على درجة حرارة الماء .
٤- زيادة تركيزها في الماء يجعله غير صالح للشرب وانتاج الاغذية والعمليات الصناعية الاخرى
٥- زيادة تركيزها في الماء يقلل من كفاءة وحدات التنقية ومن كفاءة عمليات تعقيم المياه.

مسببات الكدرة

١- الغرين والرمل والطين اثناء حركة التيار .
٢- البكتريا والجراثيم بالاضافة الى وفرة الطحالب .
٣- فضلات كيميائية ناتجة عن عمليات صناعية.
٤- مياه غسل الشوارع والساحات .

العكورة كدليل لنوعية مياه الشرب

يجب ان تكون نوعية العكورة للمياه المعدة للشرب اقل او حاوية للقيمة 5
وتكون المياه غير ملائمة لاغراض الشرب عندما تزداد عن **5 (NTU)**

وفيما يخص المياه المكلورة فيجب ان تكون قيمة العكورة اقل من 5 يفضل ان تكون اقل من 1 حتى تكون عملية الكلورة متعادلة ومن المهم جداً قياس العكورة في محطات تجهيز المياه المحلية وهذه الاجراءات غالباً ما يعتريها بعض المعالجات لتأثرها بالعكورة فعلى سبيل المثال خلال موسم الامطار عندما تكون غسل الطين والغرين الى الانهار والجداول يزداد تأثير الكدرة وهذا يقلل كفاءة كل الفلاتر وسوف يسبب ملئ الخزانات والانابيب بالطين والغرين وممكن ان يلحق ضرر بالحمامات . كما تعمل على سلامة الكلور لقتل الجراثيم في المياه

قياس الكدرة

يمكن قياس الكدرة باستخدام جهازقياس الكدرة الالكتروني وهنالك العديد من الانواع المختلفة من هذه الاجهزة التي تمتلك الكثير من المزايا والعيوب منها

١- دقيقة جداً وصغيرة بشكل خاص لقياس تراكيز العكورة المنخفضة جداً اقل من 5 وحدة الكدرة
اما العيوب تكلفة عالية ، الحاجة الى امدادات الطاقة ، تعرضه للتلف

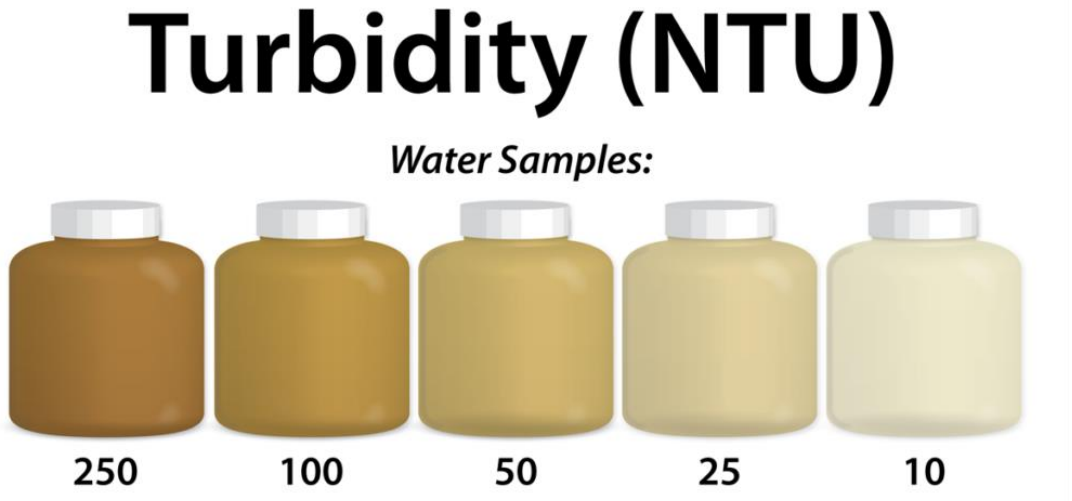
١-طريقة القياس باستخدام جهاز النفلوميتر
Nephelometric Turbidity Unit
وحدة القياس هي NTU
٢- طريقة جاكسون
Jackson Turbidity unit وحدة القياس.JTU

٣- طريقة قرص ساسكي .**Secchi Disk**

واعتماداً على الطريقة للقياس والوحدة متساوية تقريباً

الطريقة (Method)

لا يتطلب قياس الكدرة اي تحضير اللعينة سوى القيام برج العينة بشكل دقيق الحاوية على النموذج قبل التحليل بعدها تتحول العينة الى انبوب القياس الزجاجي ويشغل الجهاز ويقاس بواسطته المحلول المفحوص وتوضع العينة المراد قياسها داخل المكان الخاص لها في الجهاز ثم تقراء النتيجة مباشرة من الشاشة وهذه النتيجة تمثل تركيز الكدرة وينبغي ان تحفظ الكميات قياس عكورتها في درجة حرارة 4 مئوية خلال قياسها في المختبر



جهاز قياس العكورة

الاس الهيدروجيني (PH)

تتراوح قيم الاس الهيدروجيني للمياه الطبيعية من ٤ الى ٩ وتتميز مياه كثير من المسطحات المائية بقيم اكثر بقليل من ٧ للأس الهيدروجيني وذلك بسبب وجود الكربونات والبكربونات كما ان التغيير الذي يحدث للقيم الطبيعية للاس الهيدروجيني في المياه غالبا ما يكون بسبب عملية المزج مع المياه الصناعية (المتاتية من المصانع والمعامل) الحامضية او القاعدية لذا فان معادلة الاس الهيدروجيني تأخذ الأولوية في تطبيقات معالجة المياه

ان الاس الهيدروجيني لأي محلول يدل على فعالية ايون الهيدروجين ويعبر عنه بالقيمة السالبة للوغارتم تركيز ايون الهيدروجين في اللتر الواحد في درجة حرارة معينة ويستعمل لحساب الكاربونات والبيكاربونات وثاني اوكسيد الكاربون فالاس الهيدروجيني لمحلول تركيز واحد يساوي عياري يساوي صفر ولتركيز 0.1 ع يساوي واحد و 0.01 يساوي اثنين وهكذا ويعتمد مقياس الاس الهيدروجيني من الصفر الى 14 كما ان تركيز ايونات الهيدروجين في لتر من الماء النقي يساوي (10^{7}) اي ان الاس الهيدروجيني له يساوي (7) ويعد محلول متعادلاً Neutral اما اذا كانت قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول اقل من (7) فانه يعد حامضيا ويعد المحلول قاعديا اذا كانت القيمة اكثر من (7) وتعد الحامضية والقاعدية قياسا لمقومة التغير في قيم الاس الهيدروجيني او المحلول المنظم (Buffer solution) بينما يمثل الاس الهيدروجيني فعالية الهيدروجين غير المرتبط بالكاربونات او القواعد لذا فأن قيم الاس الهيدروجيني تكون تعبيراً عن الهيدروجين الحر

ويمكن قياس الاس الهيدروجيني بالطرائق الاتية

جهاز قياس الاس الهيدروجيني ph meter

هو عبارة عن فولتميتر الكتروني مصمم للأستعمال مع منظومة الكترود زجاجي ويتم القياس وفقا للمعادلة الاتية

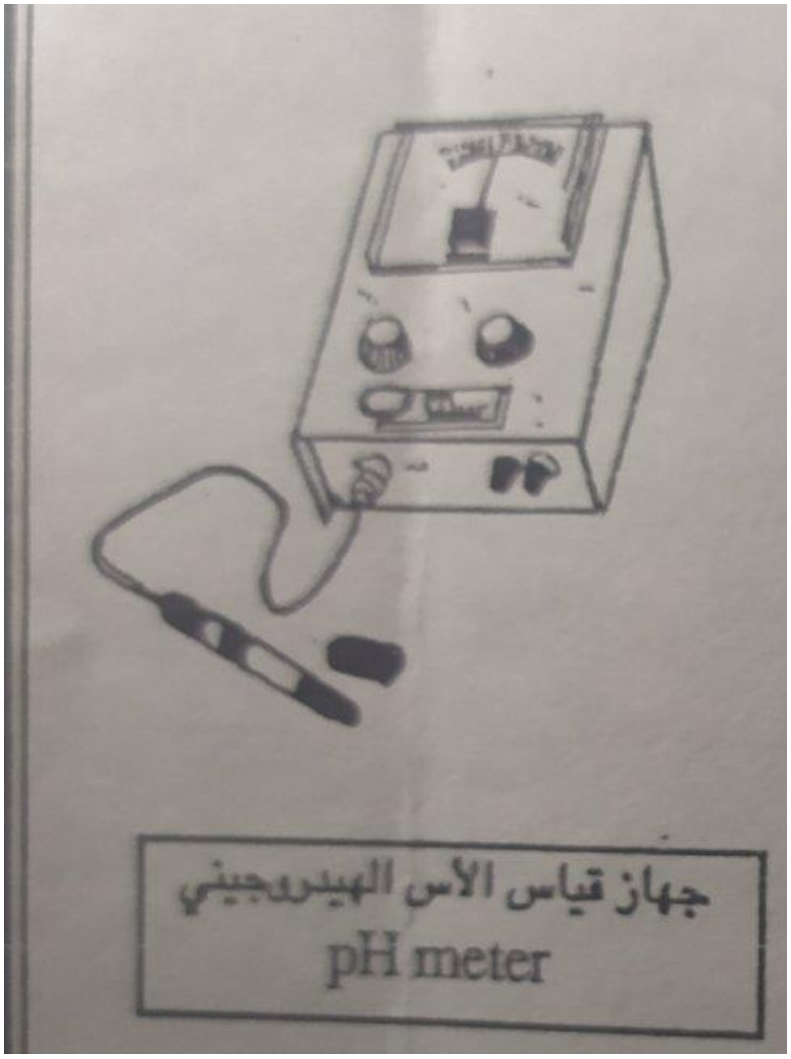
$E_{cell}=E+^{-}0.059\ PH$

حيث ان الوحدة الواحدة من الاس الهيدروجيني تكافئ ٥٩ ميلي فولت في ٢٥ درجة مئوية لذلك فأن المقياس نفسه مع قياسين يتم بواسطتهما قياس ملي فولت والاس الهيدروجيني كما في الشكل مخطط لدائرة الاساس لقياس PH مثالي في حين تكون حساسية الجهاز قابلة للتثبيت باستخدام زر سيطرة يسمح بالتغيير بمستوى العامل (0.059) مع درجة الخرارة يغير زر المعايرة الصفرية الوضع الصفري للجهاز بادخال انحراف فولتي في دائرة المقياس مطابقة لقيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الضابط وينبغي ان يعاير المقياس او لا بمحلول ضابط ذي 7 PH وتثبت المعايرة الصفرية لتعطي القراءة الصحيحة مع ضبط درجة الحرارة ومن ثم يبدل بمحلول ضابط اخر ذي 4 PH او 9 PH ومن ثم يثبت المقياس ليعط القراءه الصحيحة مع ضبط درجة الحرارة .

طريقة العمل

١- اغسل الالكترود بالماء المقطر ثم جففه بواسطة ورق التنشيف

٢- خذ بواسطة قدح نظيف جاف كمية من محلول منظم معلوم الاس الهيدروجيني . وتستعمل عادةً محاليل منظمة (Buffer solution) ذات اس هيدروجيني تساوي ٤و٧ و٩
٣- ضع الكترود الجهاز في المحلول (تجنب تماس الالكترود مع قاعدة القدح)
٤- اوصل التيار الكهربائي للجهاز ثم دور المحلول حول الالكترود بتأني شديد تجنباً لتحطيم الالكترود ثم لاحظ قراءة الجهاز .
٥- اذا كانت قراءة الجهاز تختلف عن القيمة الحقيقية للأس الهيدروجيني للمحلول المنظم عدل قراءة الجهاز بواسطة المنظم الخاص بذلك تصبح مساوية للقيمة الحقيقية للمحلول ثبت كذلك منظم الحرارة للجهاز بما يساوي درجة حرارة المحلول
٦- اقطع التيار الكهربائي عن الجهاز وبعد مدة اوصله مره اخرى نلاحظ قراءة الجهاز ثم عدله اذا كانت تختلف عن القيمة الحقيقية للمحلول كرر العملية عدة مرات .
٧- اقطع التيار الكهربائي بعد ذلك ثم ارفع المحلول واغسل الالكترود جيدا بالماء المقطر لعدة مرات ثم جففه تماما باوراق التنشيف
٨- خذ بعد ذلك كمية من المحلول المراد تقدير الاس الهيدروجيني بواسطة قدح نظيف وجاف
٩- ضع الالكترود في المحلول ثم اوصل التيار الكهربائي لبضع دقائق ثم دون قراءة الجهاز بعد استقرار المؤشر
١٠- اقطع التيار الكهربائي بعد ذلك ثم ارفع الالكترود واغسله بالماء المقطر وجففه تماما ثم ضعه في قدح يحتوي على ماء مقطر وهكذا في الاستعمالات التالية


جهاز قياس الأس الهيدروجيني
pH meter

781 pH/Ion Meter
Metrohm
pH 7.053
Temperatur (manuell) 25.0 °C
2008-07-14 13:35:48
801 Stirrer
Metrohm

قابلية التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity (EC))

تخضع المحاليل الموصلة والموصلات المعدنية لقانون اوم وبموجب هذا القانون اذا ما سلطت قوة كهربائية (E) على مادة موصلة ذات مقاومة (R)I فأن التيار الذي يسري خلال الملف يحسب وفقا للعلاقة الاتية

$$I = \frac{E}{R}$$

وعليه فأن التيار الجاري يتناسب عكسيا مع المقاومة كما ان التوصيلية النوعية لمادة موصلة هي التوصيلية ووحدتها اوم او يرمز لها عادة مهو (mho) لعينة طولها سنتميتر واحد ومساحتها سنتميتر مربع واحد وبعبارة اخرى تكون التوصيلية لمادة او محلول هي توصيلية لستنتميتر مكعب واحد من المادة الموصلة .

ويعبر عن وحدة التوصيل النوعي عادة بوحدة $mho.cm^{-1}$

ان التوصيل الكهربائي هو التعبير العددي على قابلية المحلول لتوصيل التيار الكهربائي ويعتمد هذا العدد على المجموع الكلي لتركيز المواد المتأينة المذابة في الماء ودرجة الحرارة خلال اجراء القياسات كما ان حركة وسرعة كل ايون وشحناته وتركيزه الحقيقي و النسبي تؤثر في التوصيل الكهربائي وان اي محلول يحتوي على الايونات يتميز بقابلية لتوصيل التيار الكهربائي حيث تنجذب الايونات الموجبة الى القطب السالب والعكس صحيح ان اكثر الحوامض اللاعضوية والقواعد والاملاح لها قابلية جيدة للتوصيل الكهربائي بينما المواد العضوية تكون رديئة التوصيل عادة .

وتتراوح قابلية التوصيل الكهربائي لعينة من الماء المقطر الطازج من 0.5 الى 2 مايكروموز بالسنتميتر واحد ((μ mhos.cm ¯1) وتزداد قيمة التوصيل الكهربائي فيها بعد اسبوعين لتصل من 2 الى 4 مايكروموز بالسنتمتر بينما تصل قابلية التوصيل الكهربائي لمياه مجاري المصانع الى 1000 مايكروموز بالستنتمتر

ان الوحدة العالمية للمقاومة هي الاوم (0hm) ومعكوسها بالطبع تكون وحدة التوصيل الكهربائي السيمنس S (mho) التي هي وحدة المقاومة المقاسة بين القطبين او وجهي المنشور عليه يشار اليها بالاوم × الطول ان وحدة التوصيل الكهربائي هي عادة السيمنس × الطول ويقصد بالطول المسافة بين قطبي الخلية وعادة تكون سنتميتر واحد

($mhos\ .cm^{-1}$) وتكون هذه الوحدة في تحليل المياه الطبيعية كبيرة علية يمكن استعمال وحدة ميليسمنس بالمتر

($millisiemens.\ m^{-1}$) التي تعادل ١٠ مايكروموز بالسنتمتر وتزداد قابلية التوصيل الكهربائي مع الحرارة بنسبة ٢% لكل درجة حرارية علية تقع اخطاء معنوية في الحسابات عند عدم حساب درجة الحرارة .

هناك عدة فوائد تطبيقية لتحديد التوصيل الكهربائي للمياه منها ما يأتي .

١-يكون التوصيل الكهربائي دالة جيدة في تقدير مجموع كمية المواد الذائبة في الماء المؤثر ة في كثير من العمليات الفسلجية في النباتات والحيوانات .

٢- تكون دالة على مدى نقاوة المياه المقطرة وغيرها

٣- يمكن ملاحظة التغيرات التي تحدث للمواد والعناصر الذائبة في المياه الطبيعية ومياه المجاري بسرعة وكذلك التغيرات اليومية والفصلية من خلال قياس قابلية التوصيل الكهربائي .

٤- معرفة قابلية التوصيل الكهربائي تسهل تقدير كمية الماء المستعمل في التحضيرات الكيميائية وكذلك التأكد من التحاليل الكيميائية

٥-قياس قابلية التوصيل الكهربائي يسهل معرفة مقدار الكواشف المراد استعمالها للأغراض المختلفة

٦- يمكن تقدير تركيز العناصر الذائبة في الماء من خلال حاصل ضرب قيمة التوصيل الكهربائي ($\mu mhos.cm^{-1}$) بعامل تتراوح قيمته من 0.55 الى 0.9 اعتمادا على نوع المواد الذائبة ودرجة الحرارة .

ويمكن استعمال خلايا توصيلية او قنطرة ويتستون لقياس المقاومة الكهربائية للمحلول كما يمكن قياس التوصيل الكهربائي على اساس نسبة التيار الكهربائي المار خلال الخلية على المقومة بالفولتية

جهاز قياس التوصيل الكهربائي (Conductivity meter)

يتكون هذا الجهاز من مصدر لتغير التيار وقنطرة ويتستون و مؤشر وخلية التوصيل كما في الشكل ادناه ان التدرج الذي يلاحظ في الجهاز هو التعبير عن نسبة التيار على المقاومة ويجب ان تكون حساسية الجهاز جيدة بحيث لايزيد الخطأ فيها عن 1% او ميكروموز واحد بالسنتمتر وهناك عداد يقيس لغاية 0.1 م٠ وبمدى 27- 23 م ٠ وغالبا ما يؤخذ محرار كهربائي مرتبط بالجهاز اما خلية التوصيل فتكون عادة من الكترودات بلاتينية او غير بلاتينية وفي الحالتين يعاير القياس مع محاليل كلوريد البوتاسيوم يتم معايرة جهاز الفحص بوساطة محاليل قياسية ذات توصيلية كهربائية معلومة وتكون مرفقة مع الجهاز وهي ((1.413µs)وهذه تستخدم للمياه المعدنية والإسالة والنهر كونها تراكيز واطئة أما ((12.88µs) فتستخدم لمياه الأهوار والصرف الصحي كونها ذات تراكيز عالية، وهذه المحاليل يتم قراءتها مع ضبط درجة حرارة لها.

حددت المواصفة الأوربية EEC لعام ١٩٧٦ قيم التوصيلية للمياه السطحية المستخدمة لإنتاج مياه الشرب بـ ١٠٠٠,٠ مايكروسيمنس .سم-١ حدًا أقصى مسموح به.

جدول: نوعية المياه بدلالة التوصيلية الكهربائية استناداً على دليل منظمة الصحة العالمية dS/m

نوعية المياه	التوصيلية الكهربائية
مياه ممتازة	٠,٠٥ إلى ٠,٤٠
مياه جيدة	٠,٤٠إلى ٠,٧٥٠
مياه متوسطة	٠,٧٥٠ إلى ١,٥٠
مياه ذات معدنية عالية	أكثر من ١