مفهوم البيئة

البيئة لفظة شائعة الاستخدام يرتبط مدلولها بنمط العلاقة بينها وبين مستخدمها فنقول:- البيئة الزراعية، والبيئة الصناعية، والبيئة الصحية، والبيئة الاجتماعية والبيئة الثقافية، والسياسية.... ويعنى ذلك علاقة النشاطات البشرية المتعلقة بهذه المجالات وقد ترجمت كلمة Ecology إلى اللغة العربية بعبارة "علم البيئة" التي وضعها العالم الألماني ارنست هيجل Ernest Haeckel عام 1866م بعد دمج كلمتين يونانيتين هما Oikes ومعناها مسكن، و Logos ومعناها علم وعرفها بأنها "العلم الذي يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذي تعيش فيه ويهتم هذا العلم بالكائنات الحية وتغذيتها، وطرق معيشتها وتواجدها في مجتمعات أو تجمعات سكنية أو شعوب، كما يتضمن أيضاَ دراسة العوامل غير الحية مثل خصائص المناخ (الحرارة، الرطوبة، الإشعاعات، غازات المياه والهواء) والخصائص الفيزيائية والكيميائية للأرض والماء والهواء.

ويتفق العلماء في الوقت الحاضر على أن مفهوم البيئة يشمل جميع الظروف والعوامل الخارجية التي تعيش فيها الكائنات الحية وتؤثر في العمليات التي تقوم بها. فالبيئة بالنسبة للإنسان- "الإطار الذي يعيش فيه والذي يحتوي على التربة والماء والهواء وما يتضمنه كل عنصر من هذه العناصر الثلاثة من مكونات جمادية، وكائنات تنبض بالحياة. وما يسود هذا الإطار من مظاهر شتى من طقس ومناخ ورياح وأمطار وجاذبية ومغناطيسية. الخ ومن علاقات متبادلة بين هذه العناصر ، فالحديث عن مفهوم البيئة إذن هو الحديث عن مكوناتها الطبيعية وعن الظروف والعوامل التي تعيش فيها الكائنات الحية. وقد قسم بعض الباحثين البيئة إلى قسمين رئيسين هما:-

1- البيئة الطبيعية:- وهي عبارة عن المظاهر التي لا دخل للإنسان في وجودها أو استخدامها ومن مظاهرها: الصحراء، البحار، المناخ، التضاريس، والماء السطحي، والجوفي والحياة النباتية والحيوانية. والبيئة الطبيعية ذات تأثير مباشر أو غير مباشر في حياة أية جماعة حية Population من نبات أو حيوان أو إنسان.

2- البيئة المشيدة:- وتتكون من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان ومن النظم الاجتماعية والمؤسسات التي أقامها، ومن ثم يمكن النظر إلى البيئة المشيدة من خلال الطريقة التي نظمت بها المجتمعات حياتها، والتي غيرت البيئة الطبيعية لخدمة الحاجات البشرية، وتشمل البيئة المشيدة استعمالات الأراضي للزراعة والمناطق السكنية والتنقيب فيها عن الثروات الطبيعية وكذلك المناطق الصناعية وكذلك المناطق الصناعية والمراكز التجارية والمدارس والعاهد والطرق...الخ

والبيئة بشقيها الطبيعي والمشيد هي كل متكامل يشمل إطارها الكرة الأرضية، أو كوكب الحياة، وما يؤثر فيها من مكونات الكون الأخرى ومحتويات هذا الإطار ليست جامدة بل أنها دائمة التفاعل مؤثرة ومتأثرة والإنسان نفسه واحد من مكونات البيئة يتفاعل مع مكوناتها بما في ذلك أقرانه من البشر، "أننا شئنا أم أبينا نسافر سوية على ظهر كوكب مشترك. وليس لنا بديل معقول سوى أن نعمل جميعاً لنجعل منه بيئة نستطيع نحن وأطفالنا أن نعيش فيها حياة كاملة آمنة". و هذا يتطلب من الإنسان وهو العاقل الوحيد بين صور الحياة أن يتعامل مع البيئة بالرفق والحنان، يستثمرها دون إتلاف أو تدمير... ولعل فهم الطبيعة مكونات البيئة والعلاقات المتبادلة فيما بينها يمكن الإنسان أن يوجد ويطور موقعاً أفضل لحياته وحياة أجياله من بعده.

عناصر البيئة :-

يمكن تقسيم البيئة، وفق توصيات مؤتمر ستوكهولم، إلى ثلاثة عناصر هي:-

1- البيئة الطبيعية:- وتتكون من أربعة نظم مترابطة وثيقاً هي: الغلاف الجوي، الغلاف المائي، اليابسة، المحيط الجوي، بما تشمله هذه الأنظمة من ماء وهواء وتربة ومعادن، ومصادر للطاقة بالإضافة إلى النباتات والحيوانات، وهذه جميعها تمثل الموارد التي اتاحها الله سبحانه وتعالى للإنسان كي يحصل منها على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى.

2- البيئة البيولوجية:- وتشمل الإنسان "الفرد" وأسرته ومجتمعه، وكذلك الكائنات الحية في المحيط الحيوي وتعد البيئة البيولوجية جزءاً من البيئة الطبيعية.

3- البيئة الاجتماعية:- ويقصد بالبيئة الاجتماعية ذلك الإطار من العلاقات الذي يحدد ماهية علاقة حياة الإنسان مع غيره، ذلك الإطار من العلاقات الذي هو الأساس في تنظيم أي جماعة من الجماعات سواء بين أفرادها بعضهم ببعض في بيئة ما، أو بين جماعات متباينة

أو متشابهة معاً وحضارة في بيئات متباعدة، وتؤلف أنماط تلك العلاقات ما يعرف بالنظم الاجتماعية، واستحدث الإنسان خلال رحلة حياته الطويلة بيئة حضارية لكي تساعده في حياته فعمّر الأرض واخترق الأجواء لغزو الفضاء.

وعناصر البيئة الحضارية للإنسان تتحدد في جانبين رئيسيين هما:-

أولاً:- الجانب المادي:- كل ما استطاع الإنسان أن يصنعه كالمسكن والملبس ووسائل النقل والأدوات والأجهزة التي يستخدمها في حياته اليومية.

ثانياً :-الجانب الغير مادي:- فيشمل عقائد الإنسان و عاداته وتقاليده وأفكاره وثقافته وكل ما تنطوي عليه نفس الإنسان من قيم وآداب وعلوم تلقائية كانت أم مكتسبة.

وإذا كانت البيئة هي الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته من غذاء وكساء ويمارس فيه علاقاته مع أقرانه من بني البشر، فإن أول ما يجب على الإنسان تحقيقه حفاظاً على هذه الحياة . يفهم البيئة فهماً صحيحاً بكل عناصرها ومقوماتها وتفاعلاتها المتبادلة، ثم أن يقوم بعمل جماعي جاد لحمايتها وتحسينها و أن يسعى للحصول على رزقه وأن يمارس علاقاته دون إتلاف أو إفساد

النظام البيئي Ecosystem

يمثل النظام البيئي Ecosystem 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 Niches 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 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، من حيث توفر المكونات الحية والمكونات غير الحية، الى قسمين:

نظام بيئي طبيعي أو متكامل 2- ونظام بيئي غير متكامل.

أولاً- النظام البيئي الطبيعي أو المتكامل

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

1-المكونات أو العوامل غير الحية Abiotic components or Factors

وهي مكونات لاتتمتع بمظاهر الحياة وتتكون من المواد العضوية وغير العضوية وتقسم الى ثلاث اجزاء : جزء مائي ، جزء غازي ، جزء صلب .

1. الجزء المائي : يشكل الوسط الذي تتم فيه التفاعلات والوظائف الحيوية للكائن الحي ،والماء موطن العديد من الانواع الحية وهو مورد طبيعي تزداد اهميته في المناطق الجافة وشبه الجافة لذا لابد من الحفاظ عليه وعدم هدره وترشيد استخدامه .

2. الجزء الغازي : يتألف الهواء من مزيج من الغازات اهمها غاز الازوت بنسبة (78%) ،الاوكسجين (20،9%) ثاني الكربون بنسبة (0،003%) بالإضافة الى بخار الماء وغازات اخرى نادرة .

3. الجزء الصلب (اليابسة) : تتألف اليابسة من الصخور والرواسب والاتربة التي تتواجد وتعيش بها كائنات مختلفة وللعناصر المعدنية والعضوية الموجودة في التربة دور هام في حياة الكائنات الحية وفي تكوين مادتها والتربة مورد طبيعي متجدد لابد من حمايتها من الانجراف ومن التلوث ،كما ان اغلب العناصر المعدنية او بعضها يؤثر على نمو النباتات او انقراضها في بعض

الاحيان والحالات مما يؤدي الى اختلال التوازن بين الانواع النباتية وما ينشأ عنه من اختلاف مشابه في الكائنات الحيوانية .

إضافة لذلك المكونات غير الحية تشمل أملاح الفوسفور وأحماض أمينية والبروتينات والكاربوهيدرات والدهون والفيتامينات والأحماض النووية، والدبال Humus.وكذلك 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.

2-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.

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 3 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.

حيث تقسم المكونات الحية الى ثلاثة اقسام رئيسية :-

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 التغذية 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 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- المُستهلكاتConsumers

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 التغذية 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:

أكلات الأعشاب Herbivores

أكلات اللحوم Carnivores

أكلات الأعشاب واللحوم Omnivores

الحيوانات المستهلكات الأولية تسمى Primary Consumers ، ويمكن تسميتها بالعواشب أو أكلة 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 بأكلات 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- المُحللاتDecomposers

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 أيضاَ 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 الموث 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

ثانيا- النظام البيئي غير المتكامل

ويشار لهئ 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.

حجم النظام البيئي الطبيعي

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، وفي الوقت نفسه يمكن ان يتغذى عليه (يأكله) كائن حي ثالث.وهكذا ويسمى 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.

مقدمه عن علم المناخ

"المناخ" كلمة مشتقة من اللغة الإغريقية " Clima " ، وتعني : الانحراف أوالميل، بمعنى آخر انحراف الأشعة الشمسية المتساقطة على سطح الأرض سواء على المستوى اليومي أو على المستوى السنوي، أي من فصل إلى آخر. وهذا الميل مرتبط أساسا بميل محور الكرة الأرضية (محور القطبين). أما كلمة "ميتيورلوجيا" : أي علم الأرصاد الجوية فهي مشتقة من اللغة الإغريقية (ميتيور)، وتعنيا الأشياء العالقة في السماء (النجوم، الكواكب...) ثم (لوجي logos) وتعني الدراسة أو العلم.

فالمناخ إذن علم يهتم بدراسة الغلاف الجوي والظواهر الجوية التي تطرأ داخل هذا الغلاف مثلا التساقطات والرياح الخ... هذه الظواهر الجوية تختلف حسب المكان تبعا لعدة عوامل تتحكم في توزيع النطاقات المناخية وأهمها :

1- عوامل فلكية: أي أن الإشعاع الشمسي الذي يمدنا بالطاقة يعرف توزيعا غير عادل على مستوى سطح الأرض.

2- عوامل كونية : متعلقة بشكل الأرض الكروي المتكون من عناصر سائلة : البحار والمحيطات، وصلبة : القارات ، وغازية: الغلاف الجوي.
3- عوامل جغرافية :و التي تلعب دورا مهما في التوزيع المجالي للمناخ : كتأثير التضاريس والغطاء النباتي وتداخل اليابس بالبحار

أما بالنسبة للتعريف العلمي للمناخ، فنهاك عدة تعاريف مختلفة حسب المدارس والاتجاهات

عناصر المناخ

سواء أكان الآمر خاصاً بالطقس أم المناخ . فأن كليهما يعبر عن حالة جوية . وهذه الحالة تعني مركباً جوياً . أي مظهراً ناجماً عن تفاعل بين عدة عناصر . وعلى الرغم مما قد شاع على السنة الناس من تعابير عن الحالة الجوية على اساس عنصر واحد ، كما يقال : طقس بارد . جاف ، ريحي . مطير . ..... الخ) اقرب مايكون الى الواقع ، والدلالة .
ان الحالة الجوية في مكان ما . وليدة تفاعل عناصر عديدة ممثلة في الحرارة . والرطوبة الجوية ، والضغط الجوي ، والرياح . وبطبيعة الحال فأن تلك العناصر تخضع الى تأثير مجموعة من العوامل التي تؤدي دوراً كبيراً في رسم الحالة المناخية التي تكون نتيجة تفاعل مجموعة من العناصر المناخية .

الاشعاع الشمسي

يعرف الإشعاع بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية ، وأحياناً يطلق على هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرى ، وعلى ذلك يمكن تقسيم الإشعاع إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى :

أولاً : الإشعاع الشمسي : **Solar radiation**

وينقسم بدورة إلى ثلاثة أنواع من الأشعة أيضاً هى :

1- الأشعة فوق البنفسيجية : Ultraiviolet Rays

2- الأشعة الضوئية : Light Rays

3- الأشعة الحرارية : Heat Rays

ثانياً : الإشعاع الارضي : **Earth's Radiation**

ثالثاً : الإشعاع الجوى : **Atmosphere's Rediation**

ولكن قبل أن نتعرض لأى من هذه الأشعة بالدراسة والشرح يجب أن نؤكد أن المصدر الرئيسى لهذه الإشعاعات الثلاث هو الشمس ، حيث أن الغلاف الجوى يستمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس ، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوى بأى نصيب يذكر ، حيث أن سمك القشرة الأرضية كفيل بأن يحول دون وصول الحرارة الباطنية إلى السطح ، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذا لها إلى السطح الخارجى للقشرة الأرضية ، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة ، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس ، والتى هى عبارة عن كتلة غازية ملتهبة يبلغ حجمها حوالى مليون مرة حجم الكرة الأرضية ، بينما يبلغ قطرها قدر قطر الأرض بأكثر من 100 مرة .

وتقدر درجة حرارة الإطار الخارجى للشمس.ينحو 5 7000 مئوية بينما تصل درجة حرارة مركز الشمس إلى أكثر من 20 مليون درجة مئوية ومن هذا الجسم الهائل الضخامة الملتهب تخرج أشعة قوية تصل إلى الأرض بعد مرورها في الفضاء الخارجى لمسافة 93 مليون ميل ، ومن ثم لا يصل منها إلى سطح الأرض إلا جزء بسيط من قوة الأشعة التى تخرج من الشمس ، وهذا هو الجزء الذى يقوم بتسخين جسم الأرض وإمدادها بالضوء .

أولاً : الإشعاع الشمسي: **Solar radiation**

كما سبق القول فإن الإشعاع الشمسي عبارة عن مجموعة من الإشعاعات الأثيرية مصدرها الشمس وأنه يتألف من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هى :

1- الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet rays

وهى أشعة غير مرئية (أى لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة) ، وتمثل هذه الأشعة 9 % من جملة الإشعاع الشمسي ، ويتراوح طول موجاتها ما بين حوالى 0.2 إلى 0.4 ميكرون * ولهذه الأشعة عدة فوائد منها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية ، وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح ولذلك تقام المصحات وحمامات الشمس في المناطق الجبلية المرتفعة حيث الجو النقى والصافى ، والذى يساعد على وصول هذه الأشعة إلى سطح الأرض لأن العوالق (الغبار) يقلل من نسبتها .

2- الأشعة الضوئية : Light rays

أشعة مرئية وهى التى تعرف بضوء النهار، وتؤلف حوالى 41% من أجمالى الإشعاع الشمسي ، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.4 -0.7 ميكرون ، وتصل إلى أقصى حد لها فى منتصف النهار وتزيد في الصيف عنها في الشتاء ، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها ، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسيجية والزرقاء والخضراء والصفراء والحمراء ، والتى ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبيض الذى نعرفه بواسطة منشور زجاجى ، أو عند سقوط هذه الأشعة على السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئى

ملون يعرف باسم قوس قزح Rain Bow ، والذى ينتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية .

3- الأشعة الحرارية : Heat rays

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراءInfrared Raysوهى أشعة غير مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسي ، حيث تمثل 50%من أجمالى الإشعاع الشمسي وتتراوح أطوال موجاتها ما بين 0.7 إلى 0.8 ميكرون ، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الشمسي من حيث الموجات .

وتخرج هذه الأشعة كلها من جسم الشمس وتندفع في الفضاء في شكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة (311 ألف كم / ثانية) ، ولكن لا يصل إلى سطح الأرض من هذه الأشعة إلا القدر الضئيل والذى يقدر بحوالى جزء من 2 مليار جزء ، ونجد أن هذا الجزء لا يصل كاملاً إلى سطح الأرض ، حيث أن الأوكسجين الذرى في طبقة الأيونوسفير وطبقة الأوزون يعملان على امتصاص جانباً من الأشعة فوق البنفسيجية (حوال 2.1 % من الإشعاع الشمسي)،

* الميكرون = 1000 /1 من المليمتر1000000 /1 أو من المتر .

فإن الإشعاع الشمسي يمثل 100%، يفقد من هذه النسبة حوالى 40% وذلك بالانعكاس من عناصر الجو ، بينما تقدر نسبة ما يمتصه الغلاف الجوى بما يحتويه من مواد عالقة حوالى 15% من الإشعاع الشمسي ، وكذلك يتم عكس 10% من مقدار الإشعاع الشمسي بواسطة المبانى والأشجار وباقى الموجودات على سطح الأرض، ونجد أن هذه

النسبة تختلف من مكان لآخر وذلك لاختلاف طبيعة غطاء سطح الأرض، فمثلاً الجهات المغطاه بالحشائش تعكس ما بين 3% إلى 10% من الأشعة التى تصل إليها ، بينما يعكس السطح المغطى بالثلوج والجليد ما بين 50% إلى 90% من نسبة الإشعاع الشمسي الواصل إليها وهكذا ، ومن ثم فإنه ما يصل إلى سطح الأرض من الإشعاع الشمسي ويؤثر فيه يبلغ حوالى 35% من مقدار الإشعاع الشمسي .

العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض:

حيث أن الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلى :

1- طبيعة الغلاف الغازى والمواد العالقة به ، ويتوقف ذلك على عاملين هما :

أ- سمك طبقة الهواء التى تخترقها الأشعة الشمسية .

ب- مقدار ما يحتويه الغلاف الجوى من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذى له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسي خلال الغلاف الجوى في اتجاه الأرض ، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتى نحو الأرض ، مما يساعد على رفع درجات حرارة الهواء ، هذا إلى جانب ماله من قدرة على امتصاص 90% من الأشعة الحرارية التى يشعها سطح الأرض ، ويعنى ذلك أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسي والارضي ، وبالتالى يحفظ لسطح الأرض حرارته .

2- تركيز أشعة الشمس أو الزواية التى تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض . نلاحظ أن شعاعاً يصل إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض ، وذلك لأن الإشعاع المائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوى فيفقد جزءاً أكبر من قوته ، بينما الإشعاع العمودى الذى يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل ، هذا فضلاً عن أن الأشعاع المائل يتوزع على مسافة أكبر من سطح الأرض فيقل تركيزه فى حين أن الاشعاع العمودى يتركز فى مساحة أصغر فتزداد قوته .

3 – طول المدة التى تسطع فيها الشمس فوق الأفق ، ويتغير ذلك تبعاً للفصول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج أن كمية الحرارة التى تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما لو كان النهار قصير ، هذا فضلا عن أن خطوط العرض الواحدة عادة تكتسب كمية واحدة من الحرارة ، وباختلاف خطوط العرض تختلف درجات الحرارة ، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التى تؤثر فى حرارة خط العرض .

التوزيع الجغرافى للاشعاع الشمسي :

يؤثر الغلاف الجوى فى طاقة الاشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية ، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة ، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها من هذه الطاقة فى السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضاء ، وأن هذا التعادل هو الذى يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخرى ، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو فى كل أيام السنة متعادلة فى مكسبها أو خسارتها للاشعاع الشمسي ، لأن توزيع هذا الاشعاع يختلف من مكان لآخر ، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلى :

1- اختلاف الألبيدو الارضي من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر .

2- اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة فى الصيف عنه فى الشتاء .

3- اختلاف طول الليل والنهار فى العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة كما سبق ذكره .

4- اختلاف الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض .

ويختلف الألبيدو الارضي من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتى أو ثلوج أو جليد .. الخ كما سيرد ذكره ، أما عن العامل الثانى فانه يلاحظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس فى أول تموز بنحو 4.8 مليون كيلو متر عنها فى أول كانون الاول ، بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع ، بالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطاً مباشراً، ففى فصل الصيف يتزايد طول النهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طوله فى يوم الانقلاب الصيفى (21 تموز) إلى 24 ساعة عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب ، وتتبدل الصورة فى فصل الشتاء .

ومما تقدم نرى أن معدل الاشعاع الشمسي السنوى يبلغ أقصاه عند خط الاستواء ، ويبدأ فى التناقص فى الاتجاه نحو القطبين ، ويقدر أن مقدار الاشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ اربعة أمثاله عند القطبين ، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الاشعاع الشمسي الذى يصل إلى الأرض طوال العام ، ولا تظهر بين أجزاؤه فروق كبيرة مع اختلاف الفصول ، بينما يصل الاشعاع الشمسي إلى ذروته فى فصل الصيف فى العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هذا الاشعاع أدنى حد له فى الشتاء فى نفس العروض ، أما من الدائرتين القطبيتين وحتى نقطتى القطب فانه يوجد فائض فى الأشعة فى فصل الصيف الذى يطول فيه النهار وينقص هذا جدا فى فصل الشتاء .

ثانياً : الاشعاع الارضي : The Earth's Radiation

قبل أن يصل الاشعاع الشمسي إلى الأرض يكون قد فقد نصيباً كبيراً منه فى الغلاف الغازى البعيد وكذلك فى الغلاف القريب من سطح الأرض ـ كما سبق ذكره ـ بواسطة الامتصاص من ناحية والانعكاس من ناحية أخرى ، فالمعروف أن سطح الأرض يمتص قدراً من أشعة الشمس التى تسقط عليه بينما يرد الباقى إلى الفضاء بتأثير الألبيدو الارضي ، ويقوم سطح الأرض بتحويل الأشعة الشمسية التى امتصها إلى طاقة حرارية تنطلق إلى الغلاف الجوى فى شكل موجات طولية ، وبالتالى يستمد الغلاف الجوى حرارته من هذه الموجات الطويلة الصادرة من سطح الأرض فى الوقت الذى لم يستطع الهواء امتصاص الموجات القصيرة المكونة لأشعة الشمس عند اختراقها له ، ولذلك يمكن القول بأن الهواء يستمد حرارته من الاشعاع الارضي .
ويختلف الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي فى أن أشعته غير مرئية وحرارية وطويلة (يتراوح طول موجاتها ما بين 3 إلى 80 ميكرون) بينما تتفاوت أطوال موجات الاشعاع الشمسي ما بين 0.17 إلى 4.0 ميكرون ، ويتميز كذلك الاشعاع الارضي عن الاشعاع الشمسي بأنه يستمر طوال الأربع والعشرين ساعة (طول اليوم ـ ليلاً ونهاراً) فى حين أن الاشعاع الشمسي يبدأ مع شروق الشمس وينتهى عند غروبها ، كما يتزايد الاشعاع الارضي تدريجياً بعد شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل ، ويرجع ذلك لأن الأرض تستمر محافظة على حرارتها فترة من الوقت بعد تعامد الشمس فى وقت الزوال ، بينما يأخذ الاشعاع الشمسي فى الهبوط تدريجياً بعد أن يمر وقت الزوال مباشرة.

ثالثاً : الاشعاع الجوى : Atmosphere`sRadiation

يقصد بالاشعاع الجوى تلك الموجات الاشعاعية التى تنطلق من الغازات التى يتكون منها الغلاف الغازى وما به من المواد العالقة سواء كانت ذرات الغبار أو ذرات بخار الماء ، ويجب أن نعرف أن المصدر الأصلى لهذا الاشعاع الجوى هو ما استمدته مكونات الغلاف الغازى من الاشعاع الشمسي (كما سبق القول)، وبعد ذلك تقوم الغازات والمواد العالقة باشعاعه مرة ثانية فى جميع الاتجاهات فى صورة اشعاعات حرارية وضوئية ، ويصل جزء من هذه الاشعاعات إلى سطح الأرض ، خاصة تلك الاشعاعات الحرارية التى تنطلق من بخار الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الغازى ، ويوضح الجدول التالى النسب المئوية للاشعاعات التى تصل من الجو إلى سطح الأرض .

الألبيدو الارضي :Earth` s Albedo

يقصد بالألبيدو الارضي قدرة كل من الأرض والجو الكلية على رد الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتهما ، حيث أنه من المعروف أن جزءاً كبيراً من الأشعة ينعكس إلى الفضاء بعد سقوطه على السطح العلوى للسحاب ، وكذلك بعد اصطدامها بذرات الغبار وبخار الماء العالقة بالجو ، أو تلك الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض نفسه .

ويتكون الألبيدو الارضي من القدرة الكلية لكل هذه الأجسام على رد الأشعة ، ولكن يتميز كل جسم منها بأن له ألبيدو خاص به ، ويمثل ألبيدو السحب أكبر ألبيدو عاكس للأشعة التى تصل إلى الغلاف الجوى للأرض حيث يعكس وحده 40% من مجموع الأشعة الشمسية التى تصل إلى جو الأرض، ويأتى ألبيدو المواد العالقة فى الغلاف الجوى (الغبار ـ بخار الماء ـ ثانى أكسيد الكربون) فى المرتبة الثانية، حيث يعكس حوالى 15% من مجموع الأشعة الواصلة إلى جو الأرض ، بينما يقدر ما يعكسه ألبيدو سطح الأرض نفسه حوالى 10%، أى أنه أقل من ألبيدو السحاب والمواد العالقة بالغلاف الجوى ، ويبلغ مجموع الأشعة التى تعكسها هذه الأنواع الثلاث من الألبيدو حوالى 65 % من مجموع الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض .

وبالتالى فان ما يصل من أشعة إلى سطح الأرض فعلا يمثل حوالى 35 % من مجموع الأشعة الواصلة إلى الغلاف الجوى للأرض بعد أن فقد من هذه الأشعة 65 % من مجموعها ، ولكن هذه الكمية الواصلة فعلا إلى سطح الأرض والبالغة 35 % من مجموع الاشعاع الشمسي لا تنعكس جميعها إلى الغلاف الجوى بل يتوقف هذا بطبيعة الحال على غطاء سطح الأرض حيث أن كل غطاء من أغطية سطح الأرض لها قدرة مختلفة على عكس الاشعاع الشمسي .

جهد ماء التربة **Soil water potential**

أتضح من الدراسات العلمية أن المحتوى الرطوبى للتربة لا يكفى لتحديد حالة الرطوبة في التربة soil water status وهذا يرجع إلى:

1- سلوك الترب المختلفة يختلف رغم تواجد نفس المحتوى الرطوبى لها
2- اختلاف نمو النباتات في الترب المختلفة رغم تساويها في المحتوى الرطوبى
3- عند وضع ترب مختلفة القوام ولها نفس المحتوى الرطوبى في حالة تلامس مع بعضها فقد لوحظ انتقال الماء من تربة إلى أخرى(من التربة خشنة القوام إلى التربة ناعمة القوام)

على هذا لابد من وجود مفهوم أخر لاستكمال الصورة ويعطى تحديد تام للحالة المائية للتربة – هذا المفهوم الجديد يسمى جهد ماء التربة Soil water potential

والماء مثله مثل أي مادة يكون له طاقة جهد او طاقة حركة وجهد الماء يحدد طاقة الجهد للماء في التربة وتعرف طاقة الجهد بأنها المقدرة على بذل الشغل. وعلى هذا فان جهد الماء يقيس مقدرة ماء التربة للتحرك او إنتاج حرارة.

تعريف جهد ماء التربة

يعرف جهد ماء التربة على انه مقدار الشغل الذي يجب بذله من وحدة الكمية من الماء(كتلة أو حجم) الموجودة في حالة اتزان في نظام التربة– الماء عندما تتحرك هذه الوحدة من التربة إلى نقطة ماء في الحالة المرجعية عند نفس درجة الحرارة. والحالة المرجعية Reference state التي يتم
اختيارها عادة الماء الحر النقي المعرض للضغط الجوى عند نفس درجة الحرارة.

والجهد الكلى لماء التربة Total soil water potential هو مجموعة من الجهود مسؤولة عن طاقة ماء التربة او مسك الرطوبة حول حبيبات التربة الصلبة. ويمكن التعبير عن جهد ماء التربة بالمعادلة التالية:

$$\psi_w = \psi_m + \psi_s + \psi_p + ...$$
$$\psi_t = \psi_w + \psi_z$$
$$\psi_w = \text{water potential}$$
$$\psi_m = \text{matric potential}$$
$$\psi_s = \text{solute potential}$$
$$\psi_p = \text{pressure potential}$$
$$\psi_z = \text{gravity potential}$$
$$\psi_t = \text{total water potential}$$

ويعبر عن جهود ماء التربة بالشغل لوحدة الكتلة جول/كيلوجرام او الشغل لوحدة الحجم جول/متر مكعب أو الشغل لوحدة الوزن جول/نيوتن

وفيما يلي وصف لمكونات جهد ماء التربة:

1- الجهد الماتريكي **Matric potential**

حيث أن جزيئات الماء تكون روابط هيدروجينية مع سطح حبيبات التربة (قوى إدمصاص او تجاذب Adhesion force) وكذلك بين جزيئات الماء وبعضها(قوى التصاق Cohesion force)

قوى الإدمصاص بين جزيئات الماء وسطح التربة تتكون على السطح مباشرة وتتوزع خلال ماء التربة نتيجة قوى الالتصاق بين جزيئات الماء.

أي قوى خارجية تحاول إزالة آو نزع الماء من على سطح التربة لابد لها من التغلب على هذه القوى(قوى الإدمصاص وقوى الالتصاق) وهذا يضع ماء التربة تحت شد فTension وهذا الشد يسبب طاقة جهد potential energy للماء لتقليل طاقته أو جهده للوصول إلى طاقة الماء الحر بfree water energy (ليس تحت أي قوى شد). لهذا فان الماء في التربة يمسك على سطح الحبيبات بسبب إدمصاص الماء على سطح حبيبات التربة.

الماء الممسوك بقوى الشد يكون له طاقة جهد اقل مقارنة بالماء الحر ولذا سوف يكون له جهد مائي اقل. النقص في جهد ماء التربة بسبب الإدمصاص على سطح حبيبات التربة يسمى الجهد الماتري أو جهد النسيج matric potential . والجهد الماتري دائما يكون سالب او يساوى صفر في حالة التربة المشبعة.

2- الجهد الأسموزي **Osmotic potential**

أو الجهد الملحي **Solute potential**

وجود الأملاح الذائبة في الماء يقلل من طاقة جهد ماء التربة مقارنة بالماء النقي pure water – والذائبات التي تقلل من طاقة جهد الماء تسمى Osmotically active solutes أي الذائبات النشطة إسموزياً وهى تسبب نقص في طاقة الجهد.

الأملاح غير العضوية دائما نشطة إسموزياً وعديد من الجزيئات العضوية تكون نشطة إسموزياً.

نقص طاقة الجهد نتيجة الأملاح الذائبة ترتفع جزئيا عند حدوث التأدرت hydration للمذاب أو تكوين روابط كيماوية بين المذاب وجزيئات الماء– لهذا فان الذائبات تقلل من طاقة جهد الماء في المحاليل النموذجية حيث لا يحدث تداخلات كيماوية . ماء التربة باستمرار ليس ماء نقى فهو يحتوى على أملاح ذائبة ولذا فهو دائما يكون محلول ووجود الذائبات النشطة إسموزياً به تقلل من جهد ماء التربة.

الانخفاض في جهد ماء التربة الناشئ عن وجود الذائبات النشطة إسموزياً يسمى الجهد الأسموزي Osmotic potential أو الجهد الملحي Solute potential . والجهد الأسموزي أو الجهد الملحي دائما سالب أو يساوى صفر في حالة الماء النقي.

3– جهد الضغط **Pressure potential**

إضافة أي ضغط خارجي موجب على الجسم يؤدى إلى زيادة طاقة الجهد للجسم أما إضافة ضغط سالب(الشد) للجسم يقلل من طاقة الجهد. وهذا صحيح بالنسبة للماء أيضا. فالتغير في جهد الماء الناشئ عن إضافة ضغط أو شد لماء التربة يسمى جهد الضغط Pressure potential وهذا يعنى انه لابد من إضافة الضغط الخارجي وليس داخليا كما هو متولد في حالة الجهد الماتريكي.

الضغط المضاف على ماء التربة يمكن أن يأتي من مصادر عديدة– لكن المصدر الأساسي هو ضغط الماء او تراكم الماء على سطح التربة أو ما يسمى الضغط الهيدروستاتيكي Hydrostatic pressure . فالماء باستمرار يغمر سطح التربة أثناء الري أو المطر الشديد – هذا الماء يسبب ضغط موجب على ماء التربة. وعندما لا يوجد ماء على سطح التربة فان الضغط المضاف الخارجي على التربة هو فقط الضغط الجوى. وهو حالة الضغط المميزة للحالة المرجعية reference state لجهد ماء التربة. على هذا فانه في حالة عدم وجود غمر لسطح التربة فان جهد الضغط يساوى صفر . هذه الزيادة في الضغط المضاف تزيد طاقة الجهد لماء التربة ويكون الضغط باستمرار موجب.

4– جهد الجاذبية **Gravity potential**

وضعية ماء التربة في القطاع يؤثر على جهد ماء التربة بنفس الطريقة كما يحدث مع الأجسام الأخرى. فالصخر الموجود في أعلى الجبل له ارتفاع أعلى في حقل الجاذبية الأرضية عن الموجود في قاعدة او أسفل الجبل. لهذا فان له طاقة جهد أعلى . وماء التربة الذي يقع في أعلى قطاع التربة يكون له طاقة جهد أعلى عن ذلك الموجود في أسفل القطاع. على هذا فان الزيادة أو النقص في جهد ماء التربة الناشئ عن التغيرات في الارتفاع يسمى جهد الجاذبية Gravity potential .

حركة الماء من المناطق ذات جهد الجاذبية الأعلى(ارتفاع اعلي) إلى مناطق لها جهد جاذبية اقل(ارتفاع اقل) هو السبب في العبارة الشائعة(الماء يجرى لأسفل الجبل) بصفة عامة – الماء يتحرك من المناطق ذات جهد الماء العالي إلى المناطق ذات جهد الماء المنخفض وليس كما في حالة جهد الجاذبية.

الحالة المرجعية لماء التربة فيما يتعلق بقوى الجاذبية هو مفهوم اختياري ولكنه محدد– فلابد من اختيار المستوى الذي عنده يمكن اعتبار جهد الجاذبية مساوي للصفر (المستوى القياسي أو مستوى الإسناد) وهو عادة سطح التربة أو مستوى الماء الأرضي أو مستوى سطح البحر ولكنه يمكن أن يكون عند أي مستوى معرف سبق تحديده.ررر

جهد الجاذبية يمكن أن يكون موجب أو سالب فماء التربة الذي يقع فوق المستوى القياسي أو المرجعي سوف يكون موجب والعكس صحيح .

هواء التربه :–

تحت الظروف العاديه مكونات الهواءالجوي يقترب من مكونات هواء الترب فنسبة النتروجين N 79% في الاثنين (في التربه والهواء) وكذالك 2O تقترب نسبته من 21% وبالنسبه لـ2CO فإن نسبته في هواء التربه أعلى من تلك الموجوده في هواء التربه .وتصل في هواء التربه . وتصل في هواء التربه 0.6%وفي الهواء الجوي 0.03% ويعود سبب ذالك الى تنفس جذور النبات الكائنات الحيه الدقيقه وتحت ظروف تهويه سيئه تقل نسبة 2O وتزداد نسبة 2CO بشكل كبير .

كمية الهواء في التربه :– الهواء يشغل حجم معين من مسام التربه ونظراً للعلاقه الوثيقه بالمحتوى الرطوبي للتربه فإن ذالك يدخل في الحساب

$E=P-Qv$

نسبة الهواء في التربه = E

المسام الكليه في التربه =P

نسبة الرطوبه الحجميه في التربه =Qv

بصفه عامه النسبه المثاليه للهواء في التربه تساوي بـ25%.

وهذه المعادله تعطي فكره عن كمية الهواء الكليه في التربه ولاتبين توزيعه أو تواجد هذا الهواء في المسام مختلفه الاحجام فعلى سبيل المثال / الهواء الموجود في الترب الطينيه يكون موجود في المسام الصغيره جداً ويعتبر هواء محبوس يصعب على جذور النبات إمتصاصه كما لايتجدد بسهوله .

على الرغم من المساميه الكليه في التربه الطينيه كبيره مقارنة بالتربه الرمليه فيلاحظ أن النبات تعاني من سوء التهويه في التربه الطينيه الثقيله لانها تحتوي على هواء من النوع المحبوس .

اما التربه الرمليه مسامها كبيرة الحجم فلاتعاني من سوء التهويه .

وتختلف النباتات في درجة إحتياجها للتهويه فالقمح 15% نسبة الهواء للنمو الجيد .

الرز ينمو في مناطق مغموره سيئه التهويه .

كيفية تجديد هواء التربه / نظراً لإستهلاك 2O في التربه من قبل الجذور والكائنات الدقيقه الهوائيه يتراكم غاز 2CO في التربه وتسوء حالة التهويه مما يستوجب تجديد الهواء أو هذا يتم عن طريقين .

1.التدفق الكتلي :– ويحدث لإن نتيجة الظغط الكلي للهواء في التربه أقل من الضغط الجوي وسبب ذالك تحرك بخار الماء من التربه الى السطح بواسطة التبخر أو النتح من النبات فينشأ تدرج في الضغط مما يحرك الهواء الى أسفل التربه وتأثير هذه الظاهره في التربه متقطع وغير كافي لإمداد جذور النباتات بـ 2O وإزالة 2CO المتراكم إلا في الطبقه السطحيه العليا في التربه

2.الانتشار :– في هذه الحاله يتحرك جزيئات الغازات المكونه للهواء بواسطة خاصية الانتشار ، وهذه الخاصيه تحدث حتى في حالة عدم موجود تدرج في الضغط الكلي والذي قد يساوي صفر وإنما سببها تدرج في الضغط الجزئي مما يسبب إنتشار 2COو 2O من التربه الى الجو أو العكس وهذه العمليه على الرغم من أنها بطيئه ألا أنها تمد النبات بكميات كافيه من 2O .

بيئة التربة Environment Soil

تعرف التربة بتلك الطبقة السطحية من القشرة الارضية التي تنشا بصورة مباشرة او غير مباشرة من عمليات تفتت الصخور ويشارك في تكوينها الماء والهواء والكائنات الحية والتي تستمد منها النباتات احتياجها من الماء والمواد الاخرى . ولاتعد التربة مكانا جيدا للانظمة الجذرية في النباتات فحسب وانما توفر موطنا Habitat للاحياء المجهرية والحيوانات الحفارة Burrowing وتجهز المواد المغذية لعدد من الاحياء الاخرى . لذا فان التربة ضرورية ايضا للحيوانات حيث يعيش منها عدد منها كالديدان الخيطية الاهداب والحشرات والقوارض فضلا عن البكتريا والطحالب والفطريات والابتدائيات وغيرها . وتحدث تغيرات مختلفة في الترب باتجاهات مختلفة كزيادة المادة العضوية وصفات الاحتفاظ بالرطوبة وغسل المغذيات النباتية الى اعماق التربة وغبرها .

ويصاحب تطور وتغير صفات التربة نوع وكمية الكائنات الحية التي تنمو وتتواجد كما يحدث في التعاقب البيئي Succession . فالاحياء المجهرية كالبكتريا والطحالب والفطريات تعيش في المسافات البينية بين جزيئات التربة . كما يمكن للاشنات lichens والحزازيات القائمة mosses ان تغطي مساحات معينة من سطح التربة فضلا عن وجود النباتات الجذرية التي تعطي الظل وحماية السطح مع اختراق جذورها لاعماق متباينة . كما ان الحيوانات تتواجد على السطح او في اعماق التربة وفقا لطبيعة حياتها .

وتمتص النباتات الجذرية والاشنات الماء والمواد الذائبة من التربة خاصة العناصر الضرورية لنمو النباتات كالنتروجين والفسفور والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والكبريت والحديد وعدد من العناصر النزرة كالبورون والزنك والكلور والمنغنيز والنحاس والمولبيدنوم . كما ان الحيوانات تتغذى على تلك النباتات بشكل مباشر او غير مباشر وبذلك تنتقل الطاقة من المواد النباتية الى جسم الحيوانات . ومن خلال الفحص المستمر واستخلاص المواد الذائبة لاعماق مختلفة من التربة بواسطة الجذور النباتية وتثبتها في اجسام النباتات والحيوانات يمكن التعرف على عدة امور عن حركة تلك المواد او العناصر المختلفة بين الكائنات الحية والمحيطة ويشكل تجمع الاوراق المتساقطة من النبات على سطح التربة طبقة من الاوراق والاغصان الميتة Litter ولكي تكون هذه الطبقة مفيدة لخصوبة التربة بشكل يجعلها تستخدم من قبل جذور النباتات كمواد مغذية يجب ان تخضع الى عملية تحلل Decay

والتي تقوم بها الاحياء المجهرية المحللة كالبكتريا والفطريات الموجودة في التربة فضلا عن مساعدة بعض الحيوانات في طرائق معينة . وتقود عملية التحلل الى تكون طبقة تدعى الدبال Humus التي فقدت طبيعتها العضوية السابقة .

وفي الظروف الملائمة لنمو الاحياء الدقيقة (المجهرية) كالحرارة والرطوبة وتوفر الغذاء فانها سوف تزداد عدديا خاصة البكتريا الهوائية . فالمواد سهلة الهضم او التحلل كالسكريات والبروتينات تستعمل اولا وينتج غازات مثل ثنائي اوكسيد الكاربون والامونيا وبعض المواد البسيطة الاخرى فضلا عن الفضلات . اما المواد السللوزية والشبه السللوزية والدهون واللكنين فانها تتحلل باكثر صعوبة . ويعد اللكنين من اواخر المواد التي يتم تحللها . وبذلك يتم تحلل الدبال بصورة تدريجية الى مواد بسيطة كالماء وثنائي اوكسيد الكاربون وبعض الاملاح البسيطة وخلال تقدم عملية التحلل فيلاحظ ان مجتمعات الاحياء الدقيقة تتباين كثيرا في العدد وفق عوامل مختلفة كتوفر الغذاء والحرارة والرطوبة . وتتجمع الاعداد الكبيرة من الكائنات الميتة في التربة لتكون مصدرا كبيرا لنتروجين التربة .

الترب المختلطة Mixing Soils

ان بقايا النباتات الساقطة على سطح التربة تشكل طبقة تغطي التربة تختلط مع ماموجود من مادة الدبال وسوف تتعرض الى التحلل بصورة كاملة الى مواد غير عضوية التي تشكل بداية للتربة المعدنية . كما ان جذور النباتات التي تمتد لاعماق مختلفة تموت وتتفسخ مما تضيف الى مادة الدبال التي تختلط مع التربة المعدنية . وعند تحلل هذه المواد سوف تسهل عملية حفر بعض الحيوانات الصغيرة للانفاق في التربة ، كما تعمل الحشرات التي تتغذى على الفطريات والتي تخترق الى الاعماق ويتبع هذه الخطوة بحركة حيوانات اخرى تتغذى على هذه الحشرات كبعض المفترسات من صنف محيطية الاقدام Chilopoda مثل ام اربع واربعين Centipeds وهناك عدد من الحيوانات الحفارة التي تقوم بحفر انفاق مختلفة تشمل الديدان الصغيرة التي تعمل حفرا صغيرة فضلا عن الاحجام المتوسطة كالحشرات الى مفترسات كبيرة كالقوارض مثل ابو العرس التي تعمل انفاقا اكبر . ويشمل تاثير هذه الحيوانات الحفارة:

1- تحرك التربة من مكان لاخر بواسطة الحيوانات وعادة يغطى بقايا النباتات الساقطة مع التربة التحتية . وتعد هذه الطريقة طبيعية لعملية الحراثة .

2- ان الفتحات تسمح لجزيئات الماء ان تخترق التربة وتعد عاملا مهما في امتصاص مياه الامطار .

3– يسمح للمواد السطحية ان تسقط في الحفر أي تنجرف من السطح لتصل الى طبقات اعمق من التربة .

4– تسمح الانفاق الى تهوية التربة بصورة افضل .

5– سوف تترك الاجسام الميتة والمواد النتروجينية الاخرى في التربة .

وسوف تسهم التاثيرات اعلاه باستمرار دعم المادة العضوية الى التربة المعدنية الخم . حيث تتحلل المادة العضوية وتتجزا الى مواد ابسط منها التي هي اساس كمغذيات للنباتات .

قطاع التربة (مقد التربة) Soil Profile

تتميز التربة الى طبقات افقية يختلف وجودها او سمكها باختلاف انواع التربة واصلها ويمكن دراسة والتعرف على هذه الطبقات من خلال فحص لمقطع عمودي للتربة . ويطلق على هذا المقطع العمودي الذي يمر بطبقات التربة وصولا الى حد الصخور الام (المكونة للتربة) بقطاع التربة . ويمكن ملاحظة الطبقات الاتية في التربة النموذجية :

اولا – A– Horizon

وتشمل اعلى طبقة في التربة ويمكن ملاحظة طبقات ثانوية هي :

1– طبقة 1O (العضوية السطحية) : وتحتوي على الفضلات الساقطة حديثة وتضم الاوراق الميتة او الاغصان او الازهار والثمار ومخلفات الحيوانات والتي لم تبدأ بالتحلل بعد .

2– طبقة 2O (العضوية التحتية) : وتحتوي على الفضلات التي تتكسر الى اجزاء صغيرة متحللة جزئيا وتكون بعض الحيوانات الصغيرة كالحشرات كثيرة فيها ويطلق عليها ايضا طبقة المادة العضوية المتعفنة Duff layer .

3– طبقة ((1A وتحتوي بقايا النباتات والحيوانات والاحياء الاخرى المتحللة تحللا كاملا مكونة مادة غير بلورية ذات لون رمادي فاتح الى غامق او اسود . وتمثل هذه الطبقة المادة الدبالية Humus والتي تمتزج تماما مع المواد المعدنية وتتواجد فيها الاحياء المجهرية باعداد كبيرة كالبكتريا والفطريات .

4– طبقة (2A) : التي تمثل الطبقة السفلية من طبقات أ وتحتوي على كمية من الدبال اقل نسبيا وتتجرف معظم المعادن للاسفل .

ثانيا – **B – Horizon**

تكون مكونات التربة المعدنية في هذه الطبقة اكثر صلابة نتيجة للمفعول اللاصق لكل من الحديد والالمنيوم اللذين يترشحان من الطبقات فضلا عن وجود كاربونات الكالسيوم المترسبة في بعض المناطق كالترب الرسوبية . وتوجد المادة العضوية بكميات اقل اذا ماقورنت مع الطبقة الاولى . وتصل جذور الشجيرات والاشجار عادة الى عمق هذه الطبقة .

ثالثا – **C – Horizon**

وتشمل الصخور الام Parent rocks المجواة جزئيا Wathered وتكون خالية من جذور النباتات والكائنات الاخرى عادة ، وان هذه الطبقة تعد الطبقة الاصلية (الام) في تكوين التربة في ذلك المنطقة .

تكوين التربة **Soil Development**

يتم تكوين التربة من خلال مرحلتين اساسيتين هما :

1–عمليات التجوية Weathering

2–النضج وتكوين الطبقات الافقية Maturation

ويقصد بعمليات التجوية تلك التي يتم فيها تكسر الصخور الكبيرة (الصخور الام) الى اجزاء صغيرة في الحجم وتستمر بهذه التغيرات الفيزياوية للوصول الى تكون مسحوق ناعم فضلا عن التغيرات الكيمياوية في تركيب المواد المكونة لها . وتستغرق هذه العملية وقتا طويلا وتتاثر بالظروف المناخية المحيطة من عوامل فيزياوية كالحرارة والماء والرياح والجليد والجاذبية الارضية ، فالتجوية الميكانيكية او الفيزياوية يمكن ان تتم من خلال حركة الصخور مع المياه الجارية او الثلوج كالانهار والقطع الجليدية وبواسطة تاثير قوة الجاذبية الارضية كالانهيارات الصخرية للمناطق الجبلية . كما يولد تجمد الماء في الشقوق الصخرية الصغيرة ضغطا كافيا لتكسير الصخور الى اجزاء صغيرة . فضلا عن التجوية الكيمياوية مثل ذوبان المواد المختلفة وعمليات الاكسدة (Oxidation) والتميؤ (Hydration) والكربنة Carbonation (تحويل المركبات المعدنية في الصخور الى كاربونات بفعل الاحماض الضعيفة كحامض الكاربونيك) والحامضية والتفاعلات الاخرى كما ان التجوية الحياتية لها بعض التاثيرات من خلال ماتقوم به بعض الكائنات كالنباتات الواطئة مثل الاشنات والحزازيات من افراز احماض عضوية مختلفة تنتج الحامض الدبالي Humic acid بعد موتها وتحللها والذي يساعد عملية التجوية .

اما مرحلة النضج فتشمل تكوين المقطع الجانبي للتربة ونوعية التربة وهي الاخرى تتاثر بالظروف المناخية المحيطة ونوعية الكساء النباتي . وتمر هذه المرحلة بعمليات نضج مختلفة تلعب فيها درجة الحرارة والرطوبة دورا واضحا وتشمل امتزاج الدبال بالطبقات العلوية من التربة وترشح المعادن الى الطبقات السفلى وتفاعل المياه الجوفية الموجودة على طبقة الصخور مع المواد المعدنية واختزال المعادن وتحلل المواد العضوية وتحرر القواعد من المركبات العضوية وذوبان السليكا وتكوين اكاسيد الحديد والالمنيوم والمنغنيز وغيرها .

مكونات التربة **Soil Composition**

للتربة مكونات احيائية وغير احيائية . تشمل المكونات الاحيائية كما تم اعلاه جميع الكائنات الحية التي تضم الاحياء الدقيقة كالبكتريا والفطريات والابتدائيات والديدان والحشرات وحيوانات اخرى فضلا عن النباتات بجذورها او سيقانها او اجسامها كاملة كالطحالب التي تنمو على سطح التربة . اما اللااحيائية فتضم اربعة مكونات رئيسة هي :

1– الدقائق المعدنية (الصخرية) .
2– المادة العضوية غير الحية .
3– محلول التربة .
4– الهواء ويتواجد مع محلول التربة داخل الفراغات الموجودة بين المواد الاخرى .

نسجة التربة **Soil Texture**

تعتمد نسجة (قوام) التربة على المقدار النسبي للمكونات الثلاثة لها وهي الرمل Sand والغرين Silt والطين Clay ويمكن اتباع الجدول التالي في تصنيف انواع الحبيبات المكونة للترب وفق حجم تلك الحبيبات :

حجم الحبيبات (القطر بالمليمتر)	نوع الحبيبات
اكثر من 2	حصو Gravel
0.02 – 2	رمل sand
0.002 –0.02	غرين Silt
اقل من 0.002	طين Clay

واعتمادا على النسب المتفاوتة لمكونات الرمل والغرين والطين يمكن الحصول على انواع متباينة من النسج والتي اتفق عليها عالميا لتصل الى اثني عشر نوعا . ومن هذه الانواع الترب الرملية والطينية والمزيجية Loam والغرينية والرملية الطينية وهكذا . وتختلف الصفات الفيزياوية لهذه الانواع ليس فقط بالنسب المئوية لكل من مكوناتها (الرمل والغرين والطين) ولكن في مساحتها السطحية وقابلية مسكها لجزيئات الماء والايونات الموجبة والتهوية وغيرها التي تسهم بقدر او اخر بالصفات الكيمياوية كنسبة وجود المادة العضوية والايونات والاملاح ومجموع السعة التبادلية القاعدية Total base exchange capacity والاس الهيدروجيني .

تاثير عوامل التربة على نمو النبات وتطوره

تؤثر عوامل التربة على نمو النباتات بصورة مباشرة من خلال وجود جذورها التي تقوم بتزويد المغذيات الضرورية والماء من دقائق التربة فضلا عن ان الصفات الفيزياوية والكيمياوية للتربة من العوامل الهامة في نمو جذور النباتات ونوعيتها وبالتالي نوعية الكساء الخضري لتلك المنطقة . فيلاحظ مثلا ان التربة الرسوبية ونتيجة لاضافة المعادن والمواد العضوية اليها من مجرى النهر تكون كثيرة الخصب والترب الصحراوية ذات قوة التماسك للماء ضعيفة تكون فقيرة بالكساء الخضري وهكذا وبالامكان التطرق الى بعض من عوامل التربة المؤثرة على النبات ومن اهمها ماياتي :

1– نسجة التربة (قوامها)

لنسجة التربة اهمية واضحة لنمو النباتات فنوعية الدقائق المكونة للتربة تحدد صفاتها من حيث قابليتها للاحتفاظ بالماء وتبادل الايونات فالترب الطينية على سبيل المثال تكون طبيعتها غروية وذات دقائق صغيرة الحجم لذا تكون ذات قابلية كبيرة على الاحتفاظ بالماء كما تمتص الايونات الموجبة للمواد المعدنية بسهولة بحيث تكون متوافرة للنبات ومن جهة اخرى قد تكون قابلية هذه التربة العالية للاحتفاظ بالماء عامل سلبي في نمو الجذور عند الري الجائر من خلال نقصان الاوكسجين اللازم للتنفس . وللترب الرملية صفات مغايرة للطينية . لذا فان الترب المزيجية Loam أي المزيج من الرمل والطين مثلا تكون اكثر ملائمة لنمو النبات .

2– المحتوى المائي **Water content**

ان للمحتوى المائي في التربة اهمية كبيرة في نمو الكائنات الحية خاصة النباتات . وتعتمد النباتات في حصولها على الماء من خلال جذورها النامية في التربة . ويتاثر المحتوى المائي بعوامل عدة وله علاقة وثيقة بنسجة التربة كما وضح اعلاه فالترب الرملية ذات القوام الخشن

لاتحتفظ بمحتوى عالي من الماء عكس ماهو الحال في الترب الطينية . وقد تضاف المواد العضوية لتحسين صفات الترب الرملية اوذات القوام الخشن في قابليتها لمسك الماء والايونات . ويعبر عن المحتوى المائي في التربة بمصطلحات معينة كالسعة الحقلية Field capacity التي تعبر عن المحتوى المائي بعد ان يصبح صرف ماء الجاذبية الارضية بطيئا جدا ويعادل جهدا مائيا Water potential قدره 0.03 ميكاباسكال (0.1 ميكاباسكال Mpa = 1 بار Bar) . والبار هو وحدة قياس ضغط جوي . وفي حالة الذبول الدائم للنباتات Permenant wilting فيقدر الجهد المائي للتربة بحوالي 1 – 2 ميكاباسكال . ويعتبر المحتوى المائي للتربة بين هاتين القيمتين مثاليا لنمو النباتات وامتصاص جذورها للماء . وقد يكون المحتوى المائي عاليا جدا كما في حالة الري الجائر او الفيضان الا انه يؤثر سلبا على نمو جذور النباتات وذلك لانعدام الهواء خاصة الاوكسجين بين دقائق التربة التي يحل محلها جزيئات الماء مما يتسبب في اختناق الجذور (ايقاف عملية التنفس) .

3– المادة العضوية Organic matter

تتكون المادة العضوية من تحلل الكائنات بعد موتها كبقايا النباتات والحيوانات . وبذلك تضاف مركبات عضوية مختلفة تصلح كمادة غذائية للاحياء الدقيقة . كما تساعد المادة العضوية في تحسين صفات التربة بقابليتها بالاحتفاظ بالماء فضلا عن المحافظة على درجة حرارة التربة من التقلبات مما يساعد على نمو افضل للجذور بسبب الصفات الانعزالية للمادة العضوية .

4– الاحياء الدقيقة **Micro organisms**

تعمل الاحياء الدقيقة في التربة على تحلل المادة العضوية من بقايا النباتات والحيوانات والكائنات الاخرى . وتقوم بضعة انواع من البكتريا والطحالب على تثبيت النتروجين الجوي بالشكل الذي يكون جاهزا للامتصاص من قبل جذور النباتات كايونات النترات على سبيل المثال . كما تعمل انواع من الكائنات الدقيقة على تهوية التربة وانتاج مواد مساعدة للنمو . وفي بعض الاحيان تكون الاحياء الدقيقة ضارة لنمو النباتات خلال مساهمتها في انتاج مواد سامة او تسببه من امراض نباتية .

5– المغذيات **Nutrients**

ويقصد بالمغذيات تلك العناصر الاساسية لنمو النباتات منها النتروجين والفسفور والكبريت والكالسيوم والبوتاسيوم والحديد والخارصين وغيرها من العناصر التي تحتاجها النباتات بكميات متباينة . لذا فان التربة تعتبر مستودعا مهما لهذه المغذيات النباتية . وقد تزداد بعض من هذه

العناصر او الايونات كالكلوريدات والصوديوم والكبريتات مما يجعل الترب مالحة غير صالحة لنمو بعض النباتات لكنها قد تكون صالحة لنباتات اخرى التي يطلق عليها النباتات الملحية Halophytes . ويكون نمو النباتات الملحية متباينا وفق درجة ملوحة التربة وانواع الايونات الموجودة وتراكيزها .

6- الاس الهيدروجيني **PH**

يقصد بالاس الهيدروجيني لمحاليل التربة بتفاعل التربة الذي يؤثر بصورة مباشرة على نمو النباتات من خلال تاثيره على تجهيز العناصر المغذية الضرورية لنمو النبات . كما ان للنباتات مديات معينة في التحمل لقيم الاس الهيدروجيني . والترب ذات الكميات العالية من الكاربونات وبيكاربونات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم يطلق عليها بالترب القاعدية تكون غير ملائمة لنمو النبات عادة .

المـــاء

صفاته

الماء مركب كيميائي مكون من ذرتي هيدروجين وذرة من الأكسجين . ينتشر على الأرض بأشكاله المختلفة ، السائل والصلب والغاز . والشكل السائل يكون شفافا بلا لون ، ولا طعم ، ولا رائحة . كما أن 74% من سطح الأرض مغطى بالماء ، ويعتبر العلماء الماء أساس الحياة على أي كوكب . لصفات الماء أهمية في الحياة ، في استعمال الإنسان وترتيب المنظر والمناخ .

تميل جزيئات الماء للتصرف كمجموعات مترابطة وليس كجزيئات منفصلة ، ومجموعات جزيئات الماء تكون محتوية على فراغات .

يتمدد الماء وينكمش بالبرودة شأنه في ذلك شأن كل السوائل والغازات والأجسام الصلبة ، إلا أنه يسلك سلوكا شاذا تحت درجة 4 م حيث أنّه يتمدد بدلا من أن ينكمش وهذا يجعل ثقله النسبي (أي كثافته) يقل بدلا من أن يزيد وبذلك يخف فيرتفع إلى الأعلى ، وعندما يتجمد في درجة الصفر المئوي يكون تجمده فقط على السطح بينما في الأسفل يكون الماء سائلا في درجة 4 م ، وفي ذلك حماية كبيرة للأحياء التي تعيش في الماء .

للماء دور مهم في حياة الإنسان ، الحيوان والنبات وبدون الماء لا تكون حياة على سطح الكرة الأرضية . الماء هو المادة الأكثر وجودًا في جميع الأجسام الحية ، حيث يتواجد في الخلية بنسبة 50–60% من وزن الخلية ، ويوجد بنسبة 70% من وزن الإنسان والخضراوات ويشكل 90% من وزن الفواكه . تأتي أهمية الماء للإنسان بعد الأكسجين مباشرًة ، فالإنسان يحتاج إلى بضعة لترات منه كل يوم . لماذا الماء ضروري للحيوان والنبات ؟ لأنه يشكل بيئة حياتية للقيام بتفاعلات بيولوجية داخل الخلايا .

إن كل الكائنات الحية تحتاج إلى الماء للقيام بعمليات الحياة المختلفة ، وهذه الكائنات بحاجة إلى مياه عذبة . 97.5 % من المياه الموجودة بالكرة الأرضية هي مياه مالحة وأغلبها موجود في المحيطات ولذلك لا نستطيع استعمالها . فقط 2.5% من المياه هي عذبة وأغلبها موجود بكتل ثلجية أو بالهواء كبخار ماء أو بالمياه الجوفية العميقة ، ولهذا هي غير متوفرة للاستعمال فقط 0.75% من المياه العذبة ممكن استعمالها .

إن كمية المياه المستغلة غير متساوية في الدول المختلفة ، حيث يقرر المناخ في كل دولة كمية المياه التي تتبخر أو التي تهطل على شكل أمطار لهذا السبب نجد بعض الدول غنية جدًا بالمياه ودول أخرى فقيرة بالمياه .

دورة المياه

تدخّل الإنسان في مراحل مختلفة من الدورة تعتبر المياه موردًا متجددًا اذ أغلب المياه المستهلكة من قبل الكائنات الحية والمياه الضرورية لاحتياجات أخرى تعود مجددًا إلى البيئة ، أحيانًا مع انخفاض في الجودة . لتجديد المياه هنالك عمليتان أساسيتان : الأولى هي عملية التبخر من المجمعات المائية المختلفة من التربة ومن النباتات . أما العملية الثانية فهي التنقية الذاتية الطبيعية في البحيرات والأنهار والبحار بواسطة عمل المحللات . هذه المحللات تقوم بتحليل المواد العضوية التي تشكل غذاءها إلى ماء وثاني أكسيد الكربون بشكل خاص ، إضافة إلى مواد أخرى . إن كمية المياه ثابتة بالعالم وذلك بسبب دورة المياه بالطبيعة ، والتي تتم بواسطة تبخر المياه وتجمع هذا البخار على شكل غيوم ، التي تعود مجددًا إلى الأرض . يقوم الإنسان بإعاقة هذه الدورة عن طريق زيادة الملوثات المنطلقة إلى المجمعات المائية مما يؤثر على عملية التبخر . يقوم الإنسان بعدة عمليات يعيق بها هذه الدورة مثل :

1. إلقاء مياه المجاري في المجمعات المائية .
2. تلوث الهواء وتكوين المطر الحامضي .
3. قطع الغابات مما يؤدي إلى انجراف بالتربة وعدم تغلغل المياه إلى المياه الجوفية .
4. رش الأسمدة الكيماوية والمبيدات التي تنجرف في نهاية الأمر إلى المجمعات المائية .
5. تغطية مساحة الأرض بالبنايات والشوارع مما يقلل من تغلغل المياه في التربة .

جميع هذه الأعمال تؤدي بالطبع إلى تقليل كمية المياه الصالحة للاستعمال وتؤثر على دورة المياه في الطبيعة .

مصادر المياه على الأرض وما هي أنماط توزيعها

يوجد الماء على الكرة الأرضية في أشكال كثيرة تبعًا للمكان المتواجد به :

1. مياه المحيطات : تشكل مياه المحيطات والبحار حوالي 74% من مساحة سطح الأرض وتشكل 97.6% من مجموع مياه الأرض . معدل ملوحة هذه المياه 35% أي 35 غم/لتر . تلعب المحيطات دورًا هامًا بكونها نظامًا بيئيًا بحريًا يحتوي على الكثير من الكائنات الحية ، ولها دور في ضبط مناخ الأرض ، وفي كمية المياه المتبخرة من سطحها . على الرغم من أن مياه البحار والمحيطات لا تصلح للشرب ونشاطات الإنسان الزراعية والصناعية إلا أن في المستقبل القريب ستُجبر الكثير من الشعوب على تحلية هذه المياه بسبب شح المياه العذبة في مناطق مختلفة .

2. الجليديات : نعني بالجليديات المياه المتجمدة في الأقطاب وعلى قمم الجبال العالية . توجد معظم هذه الكتل الجليدية في القارة المتجمدة الجنوبية حيث تشكل حوالي 85% من جميع المياه المتجمدة .

3. المياه الجوفية : مياه مخزونة في باطن الأرض في مسامات الصخور أو الشقوق بينها . تحتوي المياه الجوفية على ثاني أكبر كمية من المياه العذبة بعد الكتل الجليدية . تدعى مجموع الطبقات الحاملة للمياه الجوفية الأكوافير . جزء من هذه المياه يدعى المياه الأحفورية وهي المياه

التي لا نستطيع استغلالها ولا يتم تجديدها . داخل الأكويفير تجري المياه الجوفية . في الأكويفير الحر تجري المياه على سطح الصخور الصماء ، من الأماكن العالية إلى الأماكن المنخفضة مثل جريان الماء على سطح الأرض . أما في الأكويفير المحصور تكون المياه مضغوطة مثل المياه الموجودة في أنبوب . لذلك تجري المياه هنا في جميع الاتجاهات وذلك حسب الضغط وحتى باتجاه إلى أعلى .

بشكل طبيعي ممكن أن تترك المياه الجوفية مكانها بعدة طرق عندما تصل المياه إلى السطح الخارجي يتكون الينبوع وتخرج المياه بواسطته ، طريقة أخرى هي انتقال المياه الجوفية إلى البحر حيث تلتقي بماء البحر بما أن المياه الجوفية العذبة أخف من مياه البحر المالحة ، تطفو المياه العذبة على سطح المياه المالحة .

علاقة الماء بالنبات

تعتبر كمية وتوزيع الأمطار السنوية من أهم العوامل المحدد لنوع وكثافة وإنتاجية الغطاء النباتي في أي مكان. يزداد إنتاج الغطاء النباتي بزيادة معدل الأمطار السنوية حتى بلوغ 500 ملليمتر ليبدأ بعد ذلك تأثير صفات التربة بالظهور بشكل أكبر يتأثر توزيع وكمية الأمطار بالتضاريس والبعد عن المحيطات فمثلا نجد ان المناطق الساحلية تتلقى كميات من الأمطار أكثر من المناطق الداخلية اذ تعبر الرطوبة عن كمية الماء في الهواء وهي نسبة مئوية. يقل البخر من التربة والنتح من النبات بازدياد الرطوبة النسبية في المنطقة. لذلك نجد ان المناطق ذات الرطوبة النسبية العالية تعطي نمو في الغطاء النباتي أعلى لوحدة الأمطار مقارنة مع تلك المناطق ذات الرطوبة النسبية المنخفضة.

إن حركة الماء المحيطات تسبب تغيرا كبيرا في بيئات اليابسة . النباتات الصبارية تستطيع تحمل الظروف الصحراوية في المناطق التي تقع على خطوط عرض 30 شمال وجنوب خط الاستواء. أما النباتات التي تعيش في بيئات مرتفعة الرطوبة والواقعة على خطوط العرض 60 شمال وجنوب خط الاستواء فهي غير متحملة للظروف البيئية الصحراوية وعلى ذلك يمكن توضيح أهمية الرطوبة في تغيير انتشار الأنواع النباتية على الأرض. الأقاليم التي تستقبل كميات كبيرة من الرطوبة نجد فيها تنوعا نباتيا كبيرا ويمكن ملاحظة ذلك في الغابات الاستوائية المطيرة.

وظائف الماء في النبات

1- يشكل الماء ما نسبته 80-90% من وزن النباتات العشبية و 50% من الوزن الطازج للنباتات الخشبية. يعتبر المِاء جزءا من تركيب البروتوبلازم ولذلك فإن نقص الماء للحد الحرج يرافقه تغير في تركيب البروتوبلازم وبالتالي موت النبات.

2- يعمل الماء كمذيب للعناصر الغذائية والغازات والتي تنتقل بين خلايا النبات والنفاذية العالية للجدران الخلوية في خلايا النبات تبقي السوائل في حالة تدفق.

3- يدخل الماء في معظم التفاعلات الكيميائية في النبات فعملية التمثيل الضوئي تتم بوجود الماء كما يعمل الماء على تحلل النشأ (الأميلوز) إلى سكر في عملية إنبات البذور.

4- يدعم الماء ضغط الامتلاء في خلايا النبات والذي يعتبر هاما في تمدد الخلايا ونموها. كما يعتبر الامتلاء هاما في فتح الثغور النباتية في الورقة والتي يتم عن طريقها تبادل الغازات أثناء عملية التمثيل الضوئي.

الماء وإنتاجية النبات

تعتمد العمليات الفسيولوجية في النبات على الماء وعند نقص الماء تقل قدرة النبات على النمو بسبب ما يسمى بالإجهاد المائي. يمكن تعريف الإجهاد أنه أي عامل (حيوي أو غير حيوي) يستطيع إحداث سلسلة من التغيرات المتوالية في النبات ذات تأثير ضار. يمكن القول أن التأثير الضار لنقص الماء على النبات يكون في مراحل النمو المختلفة وبصورة عامة يشمل التأثير ما يلي:

1- تناقص المحتوى المائي للخلية والتأثير على ضغط الامتلاء للأنسجة النباتية خاصة الورقة.

2- غلق الثغور في الورقة نتيجة تناقص ضغط الامتلاء في الخلايا الحارسة وبالتالي توقف عملية التمثيل الضوئي.

3- توقف عملية النتح من الورقة مما يؤدي لارتفاع درجة حرارتها.

التساقط

هو كل أشكال الماء التي تصل إلى الارض من الجو و من الاشكال الاعتيادية سقوط المطر و الثلج و البرد و الصقيع و الندى ولكي يتكون السقيط ينبغي توفر الظروف التالية :

1. يجب أن يحتوي الجو على رطوبة .
2. يجب أن توجد ذرات كافية تساعد على التكاثف.
3. يجب أن تكون الظروف الجوية مناسبة لتكاثف بخار الماء .
4. يجب أن يصل ناتج التكاثف إلى الارض.

عناصر المناخ

1- الحرارة
أهميتها :

تعتبر الحرارة أهم هذه العناصر المناخية نظرًا لأن اختلاف درجتها يؤثر في العناصر الأخرى مثل الضغط الجوي والرياح والرطوبة والتكاثف وبالتالي الأمطار.

مصدرها:

الشمس هي مصدر الحرارة الرئيسي للأرض والجو، كما أن الحرارة الباطنية للأرض لها تأثير أيضا ولكن درجتها قليلة. وتمتاز أشعة الشمس بأنها تعطي الحرارة والضوء والأشعة الحيوية، فعندما ترسل الشمس أشعتها يسخن سطح الكرة الأرضية من يابس وماء ثم تنعكس حرارتهما على الغلاف الغازي المحيط بالأرض. فترتفع درجة حرارته، وتكون طبقات الجو القريبة من

سطح الأرض أشد حرارة من البعيدة عنه، أي أن الإنسان كلما ارتفع في الجو قلت الحرارة وشعر بالبرودة. وتقطع أشعة الشمس مسافة 93 مليون ميل في الفضاء حتى تصل إلى سطح الأرض في مدة ثماني دقائق تقريبًا. ولا تسخن أشعة الشمس جميع جهات سطح الأرض بدرجة واحدة بل هناك جهات تشتد فيها الحرارة، وهي التي تسقط عليها أشعة الشمس عمودية أو قريبة من العمودية، وجهات أخرى تسقط عليها أشعة الشمس مائلة فتقل فيها الحرارة.

المناطق الحرارية

ترتب على اختلاف درجات الحرارة على الكرة الأرضية تقسيم العلماء لسطح الأرض إلى عدة مناطق حرارية، هي كالآتي :

المناطق الحرارية على سطح الأرض

1- المنطقة الحارة "المدارية" : وتقع بين مدار السرطان ومدار الجدي ويمر بوسطها خط الاستواء، وتتميز بأنها حارة على مدار السنة تقريبًا.

2- المنطقتان المعتدلتان " الشمالية والجنوبية " : وتنحصران بين كل من المدارين والدائرتين القطبيتين

وتقل فيهما الحرارة كلما ابتعدنا عن المدارين واقتربنا من دائرتين القطبيتين، وبالتالي يمكن تقسيم كل منها إلى منطقتين متميزتين كالتالي:

أ - منطقة معتدلة دفيئة: توجد بين خطي عرض 1/2 23 ْ- 40 ْ ش و ج وتتميز بأنها حارة صيفًا ودفيئة شتاءً.

ب- منطقة معتدلة باردة تنحصر بين خطي عرض 40 ْ 1/2 66 ْ ش و ج وتتميز بأنها معتدلة صيفًا باردة شتاءً.

3- المنطقتان القطبيتان " الشمالية والجنوبية ": وتقعان بين الدائرتين القطبيتين والقطبين الشمالي والجنوبي، وتتميزان بشدة البرودة وتراكم الثلوج طوال العام تقريباً.

2- الضغط الجوي .

يحيط بالكرة الأرضية من جميع جهاتها غلاف غازي يعرف بالهواء ويقدر ارتفاعه بنحو

350 كم فوق سطح البحر، ويتكون هذا الغلاف من عدة غازات أهمها النتروجين (الأزوت) ونسبته 78% من حجمه والأكسجين ونسبته 21% والباقي وهو 1% خليط من غازات أخرى ومن مواد عالقة به مثل بخار الماء والغبار، وهذا الغلاف الجوي ضروري لحياة الإنسان والحيوان والنبات على سطح الأرض. وللغلاف الجوي ثقل يولد ضغطًا يساوي هذا الثقل مثل سائر الأجسام الأخرى، والدليل على ذلك أننا مثلا إذا فرغنا أي وعاء من الهواء بواسطة آلات التفريغ فإن ثقل الضغط الجوي يهشم جدرانه إذا كانت رقيقة. ويختلف ثقل الغلاف الجوي وبالتالي ضغطه تبعًا لحرارته أو برودته أو رطوبته، فالمعروف أن الهواء إذا سخن زاد حجمه وبذلك تقل كثافته ويخف ضغطه، ويحدث العكس إذا انخفضت درجة حرارته فيقل بذلك حجمه وتزداد كثافته فيشتد ضغطه.

ويعرف : الضغط الجوي بأنه وزن عمود الهواء الممتد من سطح البحر إلى نهاية الغلاف الغازي على البوصة المربعة وهو يقدر في الأحوال العادية بمقدار 6,6 كيلوجرامًا. وهذا يعادل عمودًا من الزئبق ارتفاعه حوالي 76 سم على البوصة المربعة.

ونظرًا لاختلاف حالة الضغط الجوي على سطح الكرة الأرضية بالنسبة للحرارة والرطوبة، فقد أمكن تقسيم سطح الأرض إلى مناطق ذات ضغط منخفض وأخرى ذات ضغط مرتفع.

1 - منطقة ضغط منخفض على جانبي خط الاستواء لشدة الحرارة وكثرة الأبخرة وتصاعد الهواء إلى الطبقات العليا.

2- منطقتا ضغط مرتفع حول خطي عرض 30 شمالاً وجنوبًا لقلة بخار الماء بهما، ولأن الهواء بهما هابط من أعلى إلى أسفل، والهواء الهابط يكون عادة أثقل من الهواء الصاعد.

3 - منطقتا ضغط منخفض حول خطي عرض 60˚ شمالاً وجنوبًا لتصاعد الهواء وكثرة الأبخرة بهما

4 - منطقتا ضغط مرتفع عند القطبين لشدة البرودة وقلة الأبخرة وهبوط الهواء بهما.

3- الرياح

تـهب الرياح بمشيئة الله وإرادته وتتحرك بقدرته سبحانه وهي تيارات هوائية تتحرك مندفعة من جهة إلى أخرى فوق سطح الكرة الأرضية، لوجود مناطق ذات ضغط مرتفع بجواري مناطق ذات ضغط منخفض، فالهواء الموجود فوق مناطق الضغط المرتفع يكون ثقيل الوزن بينما الهواء الموجود فوق مناطق الضغط المنخفض يكون خفيف الوزن. لذلك يتحرك الهواء الثقيل الوزن من منطقة الضغط المرتفع نحو منطقة الضغط المنخفض ليملأها حتى يتساوى الضغط في المنطقتين، ولو كان الضغط الجوي متساويًا على جميع جهات الكرة الأرضية لما تحرك الهواء ولبقي ساكناً في مكانه. ويمكن تشبيه حركة الرياح من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض بانسياب الماء تلقائيًا من المرتفعات إلى المنخفضات لكي يحصل التوازن في المستوى.

أنواع الرياح

أ - الرياح الدائمة :

وهي رياح تـهب باستمرار وانتظام طوال السنة وتنحصر في طبقات الجو السفلى، وتسمى عادة بأسماء الجهات الأصلية أو الفرعية التي تهب منها وتشمل الرياح الدائمة ، الرياح التجارية ، الرياح العكسية والرياح القطبية.

أنواع الرياح الدائمة.

1- الرياح التجارية :

وتـهب هذه الرياح من منطقتي الضغط المرتفع المداريتين نحو منطقة الضغط المنخفض الاستوائي، وتكون شمالية شرقية في نصف الكرة الشمالي، وجنوبية شرقية في نصف الكرة الجنوبي، وتمتاز الرياح التجارية بأنها جافة وغير ممطرة لأنها تأتي من جهاز دافئة إلى جهات حارة.

2- الرياح العكسية :

تـهب الرياح العكسية من منطقة الضغط المرتفع الموجود حول دائرتي 30˚ شمالا وجنوبًا إلى الدائرين القطبيتين، وتهب عادة من الجنوب الغربي في نصف الكرة الشمالي، ومن الشمال الغربي في نصف الكرة الجنوبي، وهي ممطرة بإذن الله ودافئة، وسبب ذلك أنها تأتي من جهات دافئة إلى جهات باردة نوعًا، وكثيرًا ما تصحب الرياح العكسية معها الأعاصير وهي عواصف شديدة الهبوب كثيرة الرعد والبرق مع تقلبات سريعة يضطرب معها الجو كثيرًا.

3- الرياح القطبية :

تـهب الرياح القطبية من القطب الشمالي نحو الدائرة القطبية الشمالية، وتأتي من الشمال الشرقي كما تهب من القطب الجنوبي نحو الدائرة القطبية الجنوبية وتكون جنوبية شرقية وهي رياح باردة جافة.

ب - الرياح الأخرى :

وهناك غير الرياح الدائمة رياح أخرى مثل: الرياح الموسمية، والرياح المحلية، ونسيم البر، ونسيم البحر.

1- الرياح الموسمية :

تـهب الرياح الموسمية في فصول معينة من السنة، وسبب هبوبها هو أنه في فصل الصيف تكون الوسطى للقارات شديدة الحرارة لبعدها عن تأثير المحيطات فيسخنالهواء بها كثيرًا ويخف وترتفع، ويحل محله رياح رطبة آتية من المناطق المرتفعة الضغط من البحار المجاورة فتسبب سقوط أمطار الغزيرة بإذن الله تعالى وفِى فصل الشتاء ينعكس الحال وتصبح الجهات الداخلية بالقارات أبرد من جو البحار المحيطة بها، ولذا تهب الرياح من وسط القارة إلى المحيطات المجاورة وتكون جافة باردة، وأكثر ما تهب هذه الرياح الموسمية بصورة منتظمةعلى جهات آسيا الجنوبية الشرقية وأواسط إفريقيا والحبشة وشمال أُستراليا وجنوب غرب الجزيرة العربية.

2- الرياح المحلية :

تـهب الرياح المحلية في مناطق معينة صغيرة المساحة لمدة قصيرة في فترات متقطعة وتنشأ عن عوامل خاصة بالتضاريس، وهي تختلف عن الرياح الموسمية في أنها لا تشمل فصلاً بأجمعه ولا تهب بانتظام مثلها. الرياح المحلية توجد في أغلب جهات العالم ولكنها تختلف في شدتها وتأثيرها من جهة إلى أخرى ومن أمثلتها رياح " السموم " التي تهب من جنوب الجزيرة

العربية إلى شمالها ورياح " الخماسين الحارة " التي تهب من الصحراء الكبرى بإفريقيا وتنتشر في الأقطار المجاورة.

3 - نسيم البر ونسيم البحر :

نسيم البر ونسيم البحر (شكل 33) من الظاهرات الجوية التي تحدث في الجهات الساحلية التي يعظم فيها الفرق اليومي بين درجات حرارة كل من اليابس والماء، وذلك لاختلاف طبيعة كل منهما في امتصاص الحرارة، وفقدانها، فاليابس يمتص الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة، أما الماء فإنه يمتصها ببطء ويفقدها ببطء، ولذلك تختلف الحرارة على اليابس والماء المتجاورين وبالتالي يختلف الضغط عليها وينتقل الهواء من أحدهما إلى الآخر، ففي أثناء النهار عندما تسطع أشعة الشمس على اليابس والماء ترتفع درجة حرارة الهواء الملامس للأرض فيخف ويرتفع ويحل محله هواء بارد يهب من ناحية البحر، فيشعر الناس بنسيم بارد عليل نهارًا يسمى نسيم البحر. وفي أثناء الليل بعدما تغيب أشعة الشمس يكون الهواء فوق سطح البحر أدفأ من هواء اليابس حيث يكون الهواء فوق البحر ليلاً دافئًا فيخف ويرتفع، ويهب نحوه هواء بارد ثقيل من ناحية البر يسمى نسيم البر. ويلطف نسيم البحر مناخ السواحل التي يهب عليها، ويدعو ذلك إلى وجود المصايف البحرية،

انحراف الرياح :

لو كانت الأرض ثابتة لهبت الرياح مباشرة وفي خط مستقيم من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض إلاَّ أنه بسبب دوران الأرض حول نفسها من الغرب إلى الشرق فإن الرياح أثناء هبوبها من منطقة إلى أخرى من مناطق الضغط تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، وسبب ذلك كما ذكرنا هو دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق وانتقال الرياح من جهة أبطأ حركة إلى جهة أسرع منها حركة .ومثال ذلك الرياح التي تهب نحو خط الاستواء فإنها تنتقل من جهات بطيئة الحركة إلى أخرى سريعة تسبقها في حركتها نحو الشرق وذلك لأن دوران الأرض عند خط الاستواء أسرع .

4- الرطوبة

ويقصد بالرطوبة هنا بخار الماء الموجود في الجو والجو لا يكون رطباً إلاَّ إذا احتوى على بخار الماء، ولا تخلو الطبقات السفلى من الغلاف الجوي من بخار الماء بأي حال من الأحوال.

وبخار الماء هو ذرات صغيرة جدًا من الماء متطايرة في الهواء، ويتعذر على العين المجردة رؤيتها، والمصدر الرئيسي لهذا البخار هو المسطحات المائية التي تغطي أكثر من ثلثي سطح الكرة الأرضية. وإذازاد بخار الماء في الهواء صار كثير الرطوبة وإذا قل صار جافًا، و التكاثف هو عملية تحول بخار الماء إلى قطرات مائية إذا انخفضت درجة حرارته، أما إذاارتفعت حرارته فإن قابليته لتقبل بخار الماء تزداد.

عوامل تكاثف بخار الماء :

العامل الأساسي في التكاثف هو انخفاض الحرارة لأي سبب من الأسباب الآتية:

1- ارتفاع الهواء إلى طبقات الجو العالية الباردة.

2- انتقال الهواء الرطب من جهات دافئة إلى جهات باردة.

3- وجود ذرات من الغبار في الجو يتكاثف بخار الماء حولها.

4- إشعاع سطح الأرض لحرارته ليلاً حتى يبرد وهذه البرودة تؤثر في الهواء الملاصقة له فيتكاثف .

مظاهر التكاثف

للتكاثف مظاهر مختلفة منها الضباب والسحاب والندى والصقيع والثلج والجليد والبرد والمطر.

1 - الضباب

هو ظاهرة تكاثف تشاهد فوق اليابس والماء على السواء ففي فصل الشتاء نرى هذا الضباب وكأنه الدخان الكثيف المتجمع فوق سطح الأرض بصورة تحجب الرؤية أحيانا، وتسبب حدوث كثير من المصادمات في حركة المرور ويعوق المواصلات بصفةعامة برية كانت أم بحرية أم جوية، والضباب في حقيقته ذرات صغيرة جدًا من بخار الماء. ومن أسباب الضباب:

1-انتقال هواء دافئ رطب إلى هواء بارد ومن أمثلة ذلك انتقال هواء البحر الدافئ الرطب أخر الليل إلى حيث الهواء البارد على اليابس ولذا يكثر الضباب على شواطئ البحار والمحيطات والبحيرات في الصباح الباكر.

2- تقابل تيارين هوائيين أحدهما دافئ رطب والآخر بارد كما يحدث في تلاقي تيار الخليج الدافئ [بتيار لبرادور البارد شرقي جزيرة نيوفوندلند بأمريكا الشمالية.

2 - الندى :

كثيرًا ما يشاهد الإنسان صباحًا قطرات ماء على الأزهار وأوراق النبات وسطوح الأجسام المصقولة كالزجاج والمعادن، وهي ظاهرة من التكاثف أيضًا تنشأ بسبب فقدان مثل هذه الأشياء لحرارتها بالإشعاع ليلاً حتى تبرد كثيرًا، فإذا لامسها بخار الماء العالق بالهواء تكاثف عليها مباشرة على صور قطرات تعرف بالندى، ومما يساعد على حدوث الندى صفاء الجو المساعد على إشعاع الحرارة ثم ضعف هبوب الرياح حتى تتهيأ الفرصة للأبخرة أن تتكاثف وتتبخر قطرات الندى عادة بعد شروق الشمس.

3 - السحاب :

هو في حقيقة أمره ضباب معلق بين طبقات الهواء بعيداً عن سطح الأرض، وينشأ من ارتفاع الهواء إلى حيث يبرد فتتكاثف أبخرته، وتحمل الرياح السحب بإذن الله تعالى وتسوقها معها من مكان إلى مكان حسب اتجاه هبوب الرياح. وتكثر السحب في المناطق الاستوائية لكثرة البخر، وفي مناطق الضغط المنخفض عند خطي عرض 60° شمالاً وجنوبًا، وفي الجهات القطبية لضعف أشعة الشمس عن تبديد البخار، ويوجد السحاب في طبقات الجو على ارتفاع لا يزيد عن 12 كم وإن كان معظمه في طبقات أدنى من ذلك.

4 - المطر :

وهو من أهم مظاهر التكاثف الذي يتحول بمقتضاه بخار الماء إلى قطرات من الماء لا يستطيع الهواء حملها فتسقط على هيئة مطر في الجهات الدافئة أو ثلجي الجهات الباردة. وتتكون من الأمطار المتساقطة بكثرة الأنهار والبحيرات العذبة، كما أن جزءً من مياهها يتسرب في مسام الأرض مكوناً العيون والآبار، وجزءًا منه يتبخر ويصعد إلى الجو. والأمطار هي مصدر الماء العذب اللازم للحياة على الأرض. ويمكن قياس المطر بجهاز معين لذلك.

5 - الثلج :

هو تحول بخار الماء في طبقات الجو العالية إلى ندف خفيفة تشبه القطن المندوف ويكون الثلج على أشكال هندسية وتحدث هذه العملية إذا وصلت درجة حرارة الهواء في الطبقات العليا درجة الصفر المئوية، وفي أثناء هبوط الثلج تذروه الرياح فيعلق بأغصان الأشجار وأسلاك الهاتف وسطح المنازل والطرقات فيكسوها بغطاء أبيض ناصع، وإذا ما تراكمت الثلوج فإنها تعيق المواصلات في الطرق والممرات الجبلية كلما تجمدت وصارت جليدًا.

المحتوى الرطوبي للتربة

الماء هو العامل الباعث للحياة، وهو الذي تحتاجه جميع الكائنات الحية.
تلعب التربة دوراً هاماً في توزيع الماء خلال دورته في الطبيعة حيث تدخل إلى التربة كميات كبيرة من ماء التساقط .
ينزل جزء منه إلى أعماق بعيدة على السطح ويتبخر جزء منه من السطح، أما الباقي فإما ان يمتص من قبل النبات أو يبقى حول دقائق التربة كماء جزء منه جاهز وأخر غير جاهز.
ويحتل الماء والهواء مسامات التربة فعندما تكون التربة مشبعة تكون جميع المسامات مملوءة بالماء وعندما تقل كمية الماء بمرور الزمن تفرغ المسامات الكبيرة أولا .لان الماء يمسك بقوة قليلة فيها ثم تتبعها المسامات الصغيرة والتي يكون فيها الماء مشدوداً بقوة ثم يصبح الماء كغشاء حول دقائق التربة ومرتبط بقوة شد كبيرة وبالتالي فان كمية الماء في التربة في لحظة معينة تختلف حسب حجم وتوزيع المسامات والتي تعتمد بدورها بدرجة كبيرة على نسجه وتركيب التربة بإضافة إلى المكونات الكيميائية للمعادن والمادة العضوية. جرت العادة على استخدام محلول التربة بدلا من ماء التربة حيث لا يوجد ماء نقي في الطبيعة لما للماء من قدرة كبيرة على إذابة المواد.
يتواجد في محلول التربة أيونات عديدة منها أيونات الصوديوم، الكالسيوم، المغنيسيوم ، البوتاسيوم، الامونيوم، وبيكاربونات، الكلور، الكبريتات والنترات وغيرها.
إضافة إلى ذلك فان هناك بعض المواد العضوية الذائبة في ماء التربة وكذلك الغازات الذائبة مثل النتروجين والأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون وغيرها.
يلعب الماء في التربة دوراً بالغ الأهمية للأسباب التالية:-
1-لابد من توفر كميات كبيرة من الماء بصورة ميسرة لسد احتياجات التبخر والنتح.
2-يعمل كمذيب لمعظم المواد التي يحتاجها النبات.
3-يكون وسطاً للتفاعلات الكيميائية في التربة وكعامل مشترك فيها.
4-يقوم الماء بنقل العناصر الغذائية والمواد الأخرى من أماكن تواجدها إلى أماكن احتياجها من قبل النبات.
5-يعمل على التحكم في كثير من الظروف البيئية المحيطة بالتربة والنبات كالهواء وحرارة التربة.

الثوابت المائية

تتغير نسبة الرطوبة في التربة مع الزمن نتيجة لعمليات عديدة إضافة إلى اختلاف التربة في قابليتها بالاحتفاظ برطوبة معينة تحت قوى شد معينة تبعاً لنسجتها وبنائها. هذا التغير في الرطوبة له علاقة وثيقة بنمو النبات

1. إذا كانت كمية الماء قليلة جداً فإن التربة سوف تحتفظ بها بشد عالي جداً وعملية الحصول على الماء في هذه الحالة مجهدة للنبات ويموت تحت تأثير الجفاف
2. اذا كانت الرطوبة عالية جداً فأنها تؤدي إلى موت النباتات أيضا بسبب اختناق الجذور وقلة فعاليتها.
3. حدود معينة تتغير عندها كمية الماء تبعاً لذلك وسميت بالثوابت المائية. ان معرفة مقدار هذه الثوابت تفيد

أ. في حساب كمية الماء الجاهز للنبات

ب. كمية الماء التي يمكن للتربة ان تحتفظ به ضد الجاذبية الأرضية

ج. قابلية الماء على الحركة.

يمكن ملاحظة الثوابت المائية اذا تتبعنا التغيرات كما يلي

1. القابلية العظمى على مسك الماء عند إضافة الماء إلى تربة ذات نسجه متجانسة ذات بناء.

فان الماء سوف يتغلغل إلى داخل التربة طارداً معظم الهواء إلى أن تمتلئ جميع المسامات، تكون التربة عندئذ مشبعة او في سعتها العظمى للاحتفاظ بالماء.

2. السعة الحقلية عند توقف إضافة الماء إلى سطح التربة فان الماء الحر الزائد عن قدرة احتفاظ التربة بالماء سيتحرك إلى الأسفل بتأثير الجاذبية الأرضية وبعد مرور فترة زمنية مناسبة يتوقف نزول الماء نسبياً وعند ذلك يقال للتربة بانها عند سعتها الحقلية.

نسبة الرطوبة عند السعة الحقلية قد تصل إلى 4%وزناً في الترب الرملية إلى 45% في الترب الطينية الثقيلة إلى 100% في بعض الترب العضوية.

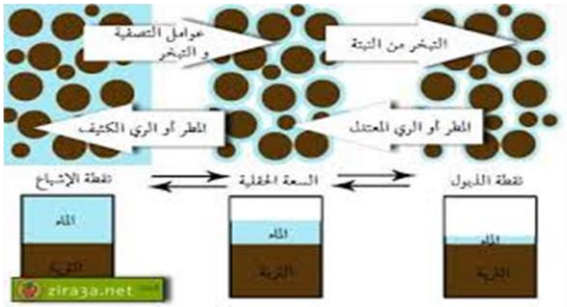
3. نقطة الذبول يقوم النبات بامتصاص الماء من الأغشية المائية المحيطة بحبيبات التربة للقيام بعملياته الحيوية وكذلك بعملية النتح والتبخر من سطح التربة. ذبول مؤقت

أن النبات سوف يستمر على ذبوله ويعتبر هذا الذبول دائمياً ويقال للتربة بانها في نقطة الذبول الدائم. قوة الشد التي تحدث عند نقطة الذبول تكون بحدود (10 ض ج) ويكون سمك الماء حوالي (20) انكستروم.

4.العامل الهايكروسكوبي يمثل الحد الفاصل بين المظهر الرطب والجاف و يكون غير مفيد للنبات. ويمكن تمثيله بوضع عينة من التربة جافة في الفرن في محيط مشبع ببخار الماء فان التربة تقوم بامتصاص الماء من الجو المحيط بها حتى تصل إلى حالة التوازن.

ويطلق على المحتوى الرطوبي في هذه الحالة اسم المعامل الهايكروسكوبي ويكون هذا الماء مشدوداً إلى حبيبات التربة بقوة كبيرة تتراوح بين (10000–31 ض ج).

شكل يوضح ماء التربة



قوى احتفاظ التربة بالماء

جزيئات الماء مستقطبة والتي تعني ان جزيئة الماء احدهما سالب والأخر موجب ويمكن لجزيئات الماء ان دقائق التربة تكون مشحونة بشحنات كهربائية سالبة، فان سطوح حبيبات التربة تجذب الماء اليها بقوة تسمى قوة الالتصاق.

مسببة توزيع الماء حولها على شكل غشاء مكون من عدة طبقات من الجزيئات المدمصة بقوة على دقائق التربة ويسمى هذا الماء بماء الالتصاق.

ينتج عن امتصاص الماء على سطح الحبيبات:

1.نقص في حركة جزيئات الماء.

2.انخفاض في محتوى الماء من الطاقة.

3.انطلاق الحرارة المرتبطة بانتقال الماء إلى مستوى منخفض من الطاقة وبالإمكان قياس طاقة ماء التربة بوحدات شغل (القوة × الإزاحة) أو وحدات جهد (شغل على وحدة الكتلة)، أو وحدات ضغط (قوة على وحدة المساحة) أو وحدات ضغط جوي أو بالبار.

تصنيف ماء التربة فيزياويا

1.الماء الهيدروسكوبي :- **Hygroscopic Water**

هو جزء من ماء التربة، على شكل أغشية رقيقة حول حبيباتها. ويكون مرتبطاً بأسطح هذه الحبيبات بقوة كهروستاتيكية كبيرة جدا تتراوح بين (10000–31 ض ج)، تحُول دون قدرة جاذبية التربة على تحريكه إلى الأسفل، دون أن تمتصه جذور النبات.

ويتم التخلص من هذا الماء، من خلال تجفيف التربة عند درجة حرارة 105 درجات مئوية، مدة أربع وعشرين ساعة.

2. الماء الشعري –**Capillary Water:**

يكون الماء في المسام الرفيعة، ويكون ممسوكاً في هذه المسام بقوة اقل من الماء الهيدروسكوبي تحُول دون قوة الجاذبية التربة على تسريبه في الأسفل وارتفاع الماء بالخاصية الشعرية

الماء الشعري ممسوكاً في مسام التربة على مدى كبير من قوة الشد، فإن جزءاً منه يكون ميسراً لتمتصه جذور النبات. أما الجزء الآخر، فيكون ممسوكاً بقوة شد أكبر، تُعْجِز النبات عن امتصاصه يسمى بالماء غير الميسر وهما...

أ. الماء الميسر Available Water

ب. الماء غير الميسر Unavailable Water

3.الماء الحر (ماء الجاذبية) –: **Gravitational Water**

الماء الذي يكون في المسام الكبيرة للتربة بعيداً عن أسطح المعادن، لا يكون ممسوكاً بقوة شد أكبر من قوة الجاذبية التربة لذلك فهو حر الحركة وتكون حركته إلى الأسفل استجابة للجاذبية التربة ليترك المسام الكبيرة في التربة ممتلئة بالهواء اللازم لتنفس جذور النبات.

العوامل المؤثرة على حركة الماء

1. نسجة التربة(% للحبيبات المختلفة الأحجام)
2. بناء التربة متضمنا نسبة التجمعات الثابتة
3. المحتوى المائي للتربة
4. نسبة المادة العضوية على سطح التربة
5. عمق مستوى الماء الأرضي
6. عمق الطبقات الصماء قليلة النفاذية للماء
7. درجة حرارة التربة والماء
8. وجود التشققات
9. عمليات الخدمة الميكانيكية وتفكيك الأرض
10. طريقة إضافة الماء

التربه تتكون من جزء صلب ومسامات هذه المسامات إما أن تكون مملؤه بالماء أو الهواء حيث توجد علاقة عكسيه بينهما و الموجود في التربه مهم لإنه يحتوي على الاملاح والعناصر المعدنيه المهمه للتربه .

العوامل المؤثره على جاهزيه النبات للماء :

1.قابلية التربه على مسك الماء

2.عمق منطقة الجذور

3.وجود طبقات صماء

4.ملوحة التربه

5.الضغط الازموزي .

طاقة ماء التربه :–

يوجد عاملين يؤثران على مسك الماء من قبل حبيبات التربه

1.الألتصاق :– وهي جذب حبيبات التربه جزيئات الماء .

2.التماسك :– وهي تمثل التجاذب بين جزيئات الماء مع بعضها .وينتج من هاتين القوتين الخاصيه الشعريه والتي يمكن إيضاحها بإرتفاع الماء في الانابيب الشعريه الضيقه ، فالماء المرتفع في هذه الانابيب تشكل عمود من جزيئات الممسوكه مع بعضها البعض بقوه تمارس ومع جدار الانبوب الزجاجي بقوة الالتصاق .

وفي التربه غالباً مايوجد عادة من الانابيب الشعريه بين حبيباتها مما يسهل على حركة الماء بينها .كذلك يلاحظ تجمع الاملاح على السطح في بعض المناطق بسبب حركة الماء الارضي الى السطح بالخاصيه الشعريه ومن ثم تبخره وتراكم الاملاح .

اشكال التساقط : **Forms of Precipitation**

من الاشكال العامة للسقيط المطر و الثلج و الرذاذ (المطر الخفيف) والصقيع ، ويمثل المطر وصفاً للسقيط بشكل قطرات ماء أكبر من 0.5 ملم ويصل أكبر قطر لقطرات المطر إلى 6 ملم تقريباً و تصنف الامطار إستناداً إلى شدتها إلى:

الصنف	الشدة المطرية
مطر خفيف	أقل من 2.5 ملم / ساعة
مطر متوسط	2.5 – 7.5 ملم / ساعة
مطر كثيف	أكبر من 7.5 ملم / ساعة

يكون من الضروري قبل إستعمال تسجيلات سقوط المطر في المحطات تدقيق إستمرارية المعلومات و تجانسها أولاً، لأن إنقطاع التسجيلات يمكن أن يكون بسبب التلف أو الخلل الذي يطرأ على الاجهزة خلال فترة من الزمن ، وإن المعلومات المفقودة يمكن حسابها بإستعمال المعلومات من المحطات المجاورة لها.

يستعمل سقوط المطر الاعتيادي في هذه الحسابات وهو معدل المطر الساقط في التأريخ المحدد شهراً أو سنة و على مدى (30) سنة.

حساب المعلومات المفقودة: **Estimating of Missing Data**

تحسب المعلومات المفقودة بإحدى الطريقتين التاليتين:

1 . طريقة المعدل الحسابي :

$$P_x=1/m[P_1+P_2+\ldots\ldots+P_m]$$

m : عدد المحطات

P_x : معدل السقيط المفقود في تلك الفترة

تعتمد هذه الطريقة في حالة إذا كان معدل التساقط الاعتيادي في المحطات المختلفة بحدود 10% من معدل السقيط الاعتيادي في المحطة X . حيث أن ،..... P_m P_1 , P_2 معدلات التساقط للمحطات المجاورة ، 1 ، 2 ، .... m على التوالي .

2 . طريقة النسبة الاعتيادية :

$$P_x=N_x/m[P_1/N_1+P_2/N_2+\ldots\ldots+P_m/N_m]$$

معدلات السقيط السنوي الاعتيادي (لفترة 30 سنة) N_1 , N_2 , ..., N_m

معدل السقيط السنوي الاعتيادي للمحطة المفقودة (لفترة 30 سنة) N_x

ملاحظة : تعتمد هذه الطريقة في حالة (N_m / N_x > 1.1) أي أن النسبة ليست في حدود 10 %

مثال / كان معدل سقوط المطر السنوي الاعتيادي في المحطات A و B و C و D في حوض ما هو 80.97 ، 67.59 ، 76.28 ، 92.01 على التوالي وفي عام 2007 لم تعمل المحطة D في حين سجل السقيط السنوي في المحطات A و B و C المقادير 91.11 ، 72.23 ، 79.89 سم على التوالي ، إحسب مقدار السقيط في المحطة D في تلك السنة ؟

الحل /

بما أن قيم سقوط المطر الاعتيادي تختلف بمقدار أكبر من 10 % ، عليه تعتمد طريقة النسبة الاعتيادية

$$P_D = 92.01/3\ (91.11/80.97 + 72.23/67.59 + 79.89/76.28) = 99.41\ cm.$$

الرطوبة **Humidity** أو الرطوبة الجوية.

هي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء الجوي وخاصة طبقة التروبوسفير ومع أن كمية الماء الموجودة على شكل رطوبة في الغلاف الجوي هي قليلة جداً (نحو ٠.٠١% من كمية الماء الموجودة على الأرض) مقارنة بتلك الموجودة على سطح الأرض (نحو بليون و ٣٦٠ مليون كم^3) إلا أنه يتبخر نحو ٣٨٠ ألف كم^3 من الماء إلى الغلاف الجوي كل عام .

تعد الرطوبة الجوية أحد المحركات الرئيسية للمناخ Climate Engine بسبب الطاقة الهائلة المكتسبة أو المحررة عند تحوّل الماء من حالة إلى أخرى إذ يكتسب الماء طاقة عند التبخر تبلغ ٥٨٠ سعرة لكل غم من الماء تنقل مع البخار على شكل حرارة كامنة ويعبر عن محتوى الهواء من الرطوبة بعدة صيغ:-

1– الرطوبة المطلقة **Absolute humidity**

ويقصد بها كتلة بخار الماء في حجم معين من الهواء (غم/م ٣) وتُعَد هذه الطريقة غير كفؤة لكون كميتها تتغير بتغير كثافة او درجة حرارة الهواء اذ تتحكمان في حجمه إذ ان الزيادة في الرطوبة تؤدي الى انخفاض كثافة الهواء ما يزيد من حجم الهواء لوحدة الكتلة أما التغير في درجة الحرارة فيؤدي تغيراً في كثافة الهواء وحجمه بالنسبة إلى وحدة الكتلة فعندما تزداد الحرارة

يتمدد الهواء فيكبر حجم الكتلة المعينة وتنخفض الكثافة فاذا رفعت درجة حرارة الهواء فسوف يتمدد بقدر التسخين ليصبح حجمه أكبر أما كمية الماء المحمولة فيه على شكل بخار فلن تتغير ما يقلل من رطوبته المطلقة

2- الرطوبة النوعية **Specific Humidity**

ويقصد بها كتلة بخار الماء الموجود في كتلة معينة من الهواء المكون من هواء جاف وبخار ماء وتكون وحدتها (غم/كغم) وتُعّد الرطوبة النوعية من الطرائق المعتمدة للتعبير عن رطوبة الهواء أي أنها لا تتأثر بالتغير في درجة الحرارة وما ينتج عنه من تمدد أو انكماش يؤثر في كثافة الهواء. وتعرف الرطوبة النوعية الإشباعية بأنها كتلة بخار الماء التي تستطيع كتلة معينة من الهواء حملها عند درجة حرارة معينة وضغط جوي معين.

3- الرطوبة النسبية **Relative Humidity**

هي نسبة بخار الماء الموجود في الهواء إلى ما يستطيع الأخير حمله منه عند درجة الحرارة نفسها والضغط الجوي نفسه وتحسب بوساطة الرطوبة النوعية الفعلية والرطوبة النوعية الإشباعية أو بوساطة ضغط بخار الماء الإشباعي وضغط بخار الماء الفعلي كما يلي:

الرطوبة النسبية = (ضغط بخار الماء الفعلي / ضغط بخار الماء الاشباعي)x 100 او

الرطوبة النسبية = (الرطوبة النوعية الفعلية / الرطوبة النوعية الاشباعية)x 100

وايضا تعرف الرطوبة النسبية Φ Relative Humidity لمزيج من الهواء مع الماء بأنها نسبة الضغط الجزئي لبخار الماء (ew) في مزيج إلى ضغط البخار المشبع للماء (e*w) عند درجة الحرارة المحددة. ويعبر عن الرطوبة النسبية عادة كنسبة مئوية وتحسب باستخدام المعادلة التالية-:

$$\Phi = (ew \setminus e*w) \times 100$$

يستخدم مفهوم الهواء الحامل لبخار الماء في كثير من الأحيان لوصف مفهوم الرطوبة النسبية إلا أن الهواء يعمل كمجرد وسيلة نقل لبخار الماء وليس حاملا له ولذلك فإن الرطوبة النسبية تفهم تماما من الخصائص الفيزيائية للماء وحده وبالتالي لا علاقة لها بهذا المفهوم . في الحقيقة يمكن لبخار الماء أن يكون موجودا في الفضاء الخالي من الهواء وبذلك يمكن تحديد الرطوبة النسبية لهذا الفضاء بسهولة . ان البشر حساسون للهواء الرطب لأن الجسم البشري يبرد نفسه بالتبخر كوسيلة أولية لضبط درجة حرارته . ففي ظروف الجو الرطب ينخفض معدل التبخر من الجلد مقارنة مع ظروف الجو الجاف ولأن الجسم البشري يشعر بمعدل انتقال الحرارة من الجسم أكثر من شعوره بالحرارة ذاتها فإننا نشعر بالحر عندما تكون الرطوبة النسبية أعلى من معدلاتها مثلا إذا كانت درجة حرارة الهواء ٢٤ °م والرطوبة النسبية مساوية للصفر فإننا

سنشعر بدرجة الحرارة مساوية لـ ٢١°م وإذا كانت الرطوبة النسبية مساوية لـ ١٠٠ بالمئة عند درجة الحرارة نفسها فإننا نشعر بأنها ٢٧°م . إذا كانت درجة حرارة الهواء ٢٤°م وكان يحتوي على بخار الماء المشبع فإن الجسم البشري يبرد ذاته بنفس المعدل كما لو كانت درجة الحرارة ٢٧°م وكان الجو جافا .

وهنالك دائما قدر معين من بخار الماء في الهواء وحتى في الصحاري اما كمية الرطوبة في الهواء هو أيضا يعتمد على درجة الحرارة وكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت من رطوبة الهواء. الرطوبة النسبية هو مصطلح يستخدمه خبراء الارصاد الجوية لوصف كمية الرطوبة في الهواء عند درجة حرارة معينة. ويمكن تمثيلها او مقارنتها إلى وعاء نصف مملوء بالماء. إذا كان الوعاء مرن بحيث يمكن تغيير ارتفاع الماء فيه افذا كان نصف مملوء من المياه يمكن أن نقول إن له رطوبة تقدر ب ٥٠ في المئة إذا احتفظ بكمية المياه نفسها، ولكن عند تقليل حجم الحاوية بحيث حجمها يساوي كمية المياه التي احتوتها عندها "الرطوبة" ستكون قد ارتفعت إلى ١٠٠ في المئة لأن الوعاء او الحاوية تحتجز الآن كل ما هو قادر على احتواءه في حجمها الجديد هذا الشيء نفسه ينطبق على الغلاف الجوي. إذا كانت درجة الحرارة الهواء يمكن ان تصل الى نقطة اذ يمكنه احتواء أكثر رطوبة وكانت الرطوبة النسبية تصل الى ١٠٠ في المئة عندها تبدا الرطوبة بالتكثف للخروج من الهواء عن طريق تشكيل قطرات الماء الصغيرة على الأشياء هذا ما يسمى برطوبة الندى (او ما يعرف بنقطة الندى اذ يتساوى فيه ضغط بخار الماء الفعلي مع ضغط بخار الماء الإشباعي أو تصبح رطوبته النسبية ١٠٠%) اضافة الى ذلك كلما ارتفعت درجة الرطوبة النسبية وخاصة خلال النهار كلما زاد احتمال حدوث عواصف رعدية وقد يتشكل الضباب أيضا إذا الرطوبة قربة ايضا من ١٠٠ في المئة . وتتحكم رطوبة الهواء النسبية في معدل التبخر من الأسطح المائية والتربة والنتح من أوراق النبات فكلما ازدادت الرطوبة النسبية قلّ التبخر والنتح والعكس صحيح ولأن ضغط بخار الماء الإشباعي يعتمد على درجة الحرارة لذا فإن الرطوبة النسبية تتغير في خلال اليوم الواحد تبعاً لتغير درجة الحرارة إذ ترتفع الرطوبة النسبية في خلال ساعات اليوم الباردة في الساعات الأخيرة من الليل حتى تصل أحياناً إلى درجة الإشباع وينتج ما يُعرَف بالندى إذا كانت درجة الحرارة فوق الصفر المئوي اما إذا كانت دونه فينتج الصقيع . أما في منتصف النهار حين تبلغ درجة الحرارة ذروتها فإن الرطوبة النسبية تنخفض إلى أدنى معدل لها ما يزيد من معدل التبخر .

السحب

السحابة أو الغيمة عبارة عن تجمّع مرئي لجزيئات دقيقة من الماء أو الجليد أو كليهما معًا يتراوح قطرها ما بين 1 إلى 100 ميكرون، تبدو سابحة في الجو على ارتفاعات مُختلفة كما

تبدو بأشكالٍ وأحجامٍ وألوانٍ مُتباينة، كما تحتوي على بخار الماء والغبار وكميّة هائلة من الهواء الجاف ومواد سائلة أخرى وجزيئات صلبة مُنبعثة من الغازات الصناعيّة.

تعتبر السحب عبارة عن شكل من أشكال الرطوبة الجويّة التي يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة، حيث تعتبر الشمس المُحرّك الأساسي لدورة الماء، تقوم بتسخين المحيطات التي تحوّل جزءاً من مياهها من حالتها السائلة إلى بخار، فتقوم التيارات الهوائية المتصاعدة بأخذ بخار الماء إلى داخل الغلاف الجوي (حيث درجات الحرارة المنخفضة) فيتكاثف الهواء المشبّع ببخار الماء مكونًا بذلك جزيئات الماء السائلة أو المتجمدة فتمتزج بذرات الغبار مشكلة بذلك السحب.

بما أنّ درجة كثافة السحب هي من 10 إلى 100 مّرة أقل من درجة كثافة الهواء فإنّها تطفو في السماء، أمّا ما يُفسّر تحرّك السحب عبر الرياح هو الحركة الدائمة لجزيئات الهواء التي تدفع كل الكتل التي تحتك بها بما في ذلك السحب.

تنقسم السحب حسب ارتفاعها إلى 3 أقسام: السحب عالية الارتفاع، السحب متوسطة الارتفاع والسحب منخفضة الارتفاع. تنقسم كل مجموعة من المجموعات الثلاثة إلى عدّة أنواع

اولاً:- السحب المنخفضة 2000 متر عن مستوى سطح الأرض

وتكون هذه السحب على عدة أنواع وهي:-

1- السحب الطباقية المنبسطة الخفيضة أو الرهج

السحاب الطباقي هو سحاب منخفض رمادي اللون قريب من سطح الأرض أشبه ما يكون بالضباب المرتفع، وأحيانًا على هيئة رقع مهلهلة تتركّب من قطيرات مائيّة دقيقة تتشكل بفعل تبريد الجزء الأسفل من الجو قد ينشأ من تأثير الحركة المزجيّة عندما يترطّب الهواء بواسطة الهطول الساقط من سحب الطبقي المتوسط أو الركام المزني أو المزن الطبقي ويرمز لها بِـ(St).

2– السحب الركامية الطباقية

سحب منخفضة قريبة من سطح الأرض تبدو بشكل طبقة رماديّة يغلب عليها وجود أجزاء داكنة تترافق بهطول مطر خفيف وأحيانًا بثلوج ويرمز لها بِـ(Sc) .

3– السحب الركامية المنخفض أو الخفيض

يعرف هذا النوع من السحب عند العرب باسم القرد، وهي سحب منخفضة تنمو بشكل رأسي شديدة السماكة والكثافة، تكون الأجزاء المضاءة من الشمس بيضاء وتكون قاعدتها داكنة نسبيًا ومهلهلة في بعض الأحيان، وتتكوّن من قطرات مائيّة ويمكن أن تكون في أجزائها العلويّة مُكوّنة

من بلورات ثلجيّة، تتشكل على طول الجبهات الباردة من المنخفضات الجويّة وتترافق بهطول على شكل زخّات من المطر ويرمز لها بِـ(Cu) .

4– المزن الركاميّة أو الركام المزني

يعرف في لسان العرب باسم الصيب، وهي سحب شديدة الكثافة والضخامة لها إمتداد رأسي كبير، بإمكانها أن تمتدّ من سطح الأرض إلى نهاية طبقة التروبوسفير، مظهرها يشبه مظهر الجبال وغالبًا ما يكون جزءها العلوّي متفلطحًا بشكل سندان تتركب من قطرات مائيّة وبلورات ثلجيّة ويكون التهاطل على شكل زخّات شديدة من المطر أو الثلج أو البرد ويندر أن يهطل البرد من سواها وهي أشهر أنواع السحب وأكثرها قوّة وتحمل في داخلها قوّة ديناميكيّة هوائيّة خارقة بإمكانها الإطباق على جناحي طائرة ركّاب، كما تحمل في باطنها أكثر شحنات كهربائيّة وأكثرها قوّة وبإمكان شرارة برق صادرة منها أن تمد مدينة بالكامل بالكهرباء، وهي السحابة الوحيدة التي تتميّز بشكلها المُهيب والمُخيف، وهذا النوع من السحب يتميّز بقربه من سطح الأرض وعلو قمّته، فنمو القمّة مُستمر حتى تصطدم بطبقة الغلاف الجوي الأولى، فتنحرف القمّة لتتمدد بشكل جانبي، حتى يتم ما يُسمى بالسندان.

ثانياً:– السحب المتوسطة (2000–6000) متر

وتكون هذه السحب على عدة أنواع وهي:-

1– السحب الركامي المتوسط

سحب متوسطة الإرتفاع تتكوّن من قطرات مائيّة تتحوّل إلى بلورات ثلجيّة عند إنخفاض درجة الحرارة ويرمز لها بِـ(Ac) .

2– السحب الطباقي المتوسط

سحب متوسطة الإرتفاع تأخذ شكل صفائح أو طبقات متجانسة، وقد تغطي السماء كليًّا أو جزئيًّا كما تبدو بعض أجزائها رقيقة، ويمكننا من رؤي الشمس من خلالها ولكن بلون باهت، وهي تتركّب من قطرات مائيّة وبلورات جليديّة تؤدي في بعض الأحيان بمشيئة الله إلى تهاطل مطري وأحيانًا ثلجي ويرمز لها بِـ(As) .

3– المزن الطباقيّة

تبدو على شكل طبقة رماديّة اللون تحجب الشمس تمامًا و تصبح غالبًا سحب مُنخفضة يُصاحبها هطولات مطريّة و ثلجيّة ويرمز لها بِـ(Ns) .

ثالثاً:– السحب المرتفعة (6000–12000) متر

وتكون هذه السحب على عدة أنواع وهي:–

1– السحب الرقيقة المرتفعة

يُطلق عليه العرب إسم القزع، وهي عبارة عن سحب عالية تتواجد على إرتفاع 6 كم وما يزيد عن ذلك، وعادةً لا تغطي السماء كلها ولونها يميل للبياض، كما تتركب من بلورات ثلجيّة دقيقة الحجم لا تؤدي إلى أيّ هطول، ظهورها يعد نذير وبشير لحدوث تغييرات في الجو ويرمز لها بـِ(Ci) .

2– السمحاق الركامي

تظهر هذه السحب على أشكال كرويّة أو على شكل خطوط أو موجات تشبة تجاعيد رمال الصحراء. تدل هذه السحب بصفة عامة على الجو الصحو ولكنها قد تكون في مقدمة عاصفة إذا ما ازدادت كثافتها وقلَّ إرتفاعها ويرمز لها بـِ(Cc) .

3– السحب الطباقية المرتفعة أو السمحاق الطباقي

يُمثّل هذا الصنف سُحبًا عالية شفافة تغطي السماء كليًّا أو جزئيًّا ولا تحجب أشعة الشمس تمامًا، كما تترافق عادةً بشكل هالة حول الشمس أو القمر، وهي تتركب في الغالب من بلورات ثلجيّة لا يرافقها هطول. ويرمز لها بـِ(Cs) .