كلية العلوم البيئية

قسم علوم البيئة – المرحلة الثالثة

محاضرات البيئية

المحاضرة الاولى

علم الفسلجة البيئية Environmental Physiology:

هو العلم الذي يدرس تكيف العمليات الوظيفية للكائنات الحية مع الظروف البيئية المحيطة بها، و هذه العلم قريب جدا من علم الفسلجة Physiology والبيئة Ecology ويدرس كيفية تفاعل الكائنات الحية مع بيئتها الطبيعية وتأقلمها مع التغيرات البيئية.

يهتم هذا العلم بفهم الآليات او العمليات التي تحدث داخل الخلايا او انسجة او أعضاء الكائن الحي التي تساعد على التكيف مع العوامل البيئية مثل الحرارة، الضوء، الطوية، التغيرات الموسمية وتوفر الماء والمغذيات، يركز هذا العلم على استجابات الجسم الفسيلوجية والسلوكية لتلك العوامل بهدف الحفاظ على التوازن البيولوجي والبقاء على قيد الحياة في ظل مدى واسع من الظروف البيئية المختلفة.

ان مجال فسلجة البيئة النباتية Plant Ecophysiology يتضمن عدة علوم متداخلة ومترابطة كعلم البيئة Ecology والجغرافية النباتية Biogeography وعلم الفسلجة النباتية Plant Physiology ولا يكفي استخدام مكونات علم النبات Botany فقط بل ولا بد بالاستعانة بالعلوم الاخرى. فهناك العوامل البيئية والجوية التي يتعرض لها النبات ولها اثرها الواضح في حياته وتوزيعه وانتشاره، ويقتضي دراسة هذه العوامل الماما واسعا بعلم الطقس او علم الارصاد الحوية وعلم التربة وكذلك علم المياه وما الى ذلك من العلوم الطبيعية الاخرى.

ان علم فسلجة النبات هو العلم الذي يدرس كيفية قيام النبات بوظائفه الحيوية وتشمل عمليات النمو والايض والتكاثر والتنفس والنتح والبناء الضوئي كما انه يرتبط بباقي العلوم البيئية والزراعية الاخرى في تفسير تأثيرات البيئية والوراثة على وظائف وتركيب الخلايا والانسجة والاعضاء النباتية. ويهتم علم فسلجة النبات في دارسة العمليات التي تجري اثناء حياة النبات واهميتها ودراسة الظروف المؤثرة فيها.

ان النظم البيئية Ecosystems

التي عبارة عن نمط من انماط البيئة في مساحة محددة ومعينة وناتجة من تفاعل الكائنات مع البيئة المحيطة بها والمحددة حسب نوع الكائن الحي.

ويتكون النظام البيئي بشكل رئيسي من:

1- المكونات الحية: كالكائنات النباتية والحيوانية والكائنات المجهرية وطريقة تفاعلها مع بعضها البعض ضمن الوسط البيئي مثل التنافس والتعايش وللافتراس والتطفل والتضاد او التضادية

2- المكونات غير الحية: وتشمل العوامل المناخية كالرياح والرطوبة والحرارة والضوء ومكونات التربة غير الحية مثل الماء والعناصر كالكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين والعناصر الثقيلة وغيرها من العوامل.

انعكاس التغيرات البيئية على النبات تتعرض العوامل البيئية المختلفة المحيطة بالنبات الى تغيرات يومية وموسمية كبيرة وقد تكون بعض هذه التغيرات غير ملائمة لنمو النبات وتطوره فتنعكس وتأثر هذه التغيرات على العمليات الفسلجية للنبات.

تشمل التغيرات الفسيلوجية للنبات والتي تسببها العوامل البيئية:
1- تسبب العوامل البيئية تغيرات في مكونات او تركيب النبات مثل تأثير الضوء على اخضرار الاوراق وتمددها.

2- التغير في البيئة قد يسبب تغيرا في تفاعلات البناء مثل شدة الاضاءة وتركيز ثاني اوكسيد الكاربون على البناء الضوئي.

3- العامل البيئي من الممكن ان يسبب حدوث عملية جديدة قد يكون لها دور في تنظيم نمو النبات وتطوره مثل: -الحرارة المرتفعة قد تسبب تسخين انسجة النبات فيزداد معدل النتح مما يؤدي الى ذبول النبات.

- الارتفاع الكبير في درجة الحرارة يسبب عدم اتزان في العمليات الايضية مما يؤدي الى تراكم المواد السامة او نقص في المركبات المهمة في النبات.

- درجة الحرارة المنخفضة جدا قد تصل الى درجة تجمد الانسجة النباتية واختلال في العمليات الفسيلوجية والايضية.

- قد يتعرض النبات الى تغيرات كبيرة في المحتوى المائي للوسط البيئي تتراوح بين زيادة كبيرة في ماء التربة يصل الى درجة الغمر فيسبب نقصا في محتوى التربة من الاوكسجين، او ان يصل النقص في محتوى التربة المائي الى درجة الجفاف.

مفهوم الفسلجة البيئية للنبات Concept of Physiological Plant Ecology:

تؤثر جميع العوامل البيئية على نمو النبات وتطوره وهي تتداخل فيما بينها في تأثيرها على العمليات الفسيولوجية والأيضية في النبات كالتنفس، البناء الضوئي، النتح، الأيض... وغيرها. ونظراً للارتباط الكبير بين العوامل البيئية والعمليات الفسيولوجية والأيضية ونمو النبات وتطوره، قام العديد من العلماء بربط الفسيولوجيا والبيئة فأجريت أبحاث فسيولوجية وكيميائية على النبات في بيئته، كدراسة العلاقات المائية للنباتات الصحراوية والملوحة والعلاقات المائية للنباتات الملحية. بذلك يمكن تعريف علم الفسيولوجية البيئية للنبات Ecophysiology بأنه العلم الذي يختص بدراسة تأثير العوامل البيئية على العمليات الفسيولوجية والأيضية في النبات. هذا العلم يدمج بين علمي البيئة والفسيولوجيا أو بمعنى آخر يهتم بالعلاقة بين العمليات الفسيولوجية وبيئة النبات.

فسيولوجيا الإجهاد Stress Physiology:

يستجيب النبات للعوامل البيئية على نمط واحد، فعند زيادة شدة أو تركيز العامل البيئي إلى ما يسمى

بالشدة أو التركيز Threshold تبدأ استجابة النبات لذلك العامل وهذا مفهوم الإجهاد البيئي Environmental stress للنبات، أي الظروف البيئية الغير مناسبة والتي تسبب نقصاً في العمليات الأيضية للنبات وكذلك نقص في معدل نموه. عموماً الإجهاد البيئي للنبات وبالأخص إجهاد الجفاف وإجهاد الأملاح من أهم المشكلات التي تواجه التوسع الزراعي في جميع أنحاء العالم، وخاصة في المناطق ذات الصفات الحارة وشبه الحارة، وينعكس أثر هذين الإجهادين على الإنتاج النباتي، والذي هو من أهم مصادر الغذاء للإنسان. إن دراسة فسيولوجيا النبات تحت الإجهاد، قد تكون من أكثر موضوعات فسيولوجيا النبات صعوبة، وقد يرجع ذلك إلى اعتمادها بشكل كبير على جميع فروع علم فسيولوجيا النبات، مثل العلاقات المائية والتغذية المعدنية وكيمياء النبات وفسيولوجيا النمو والتميز بالإضافة إلى اعتماده بدرجة كبيرة على علم بيئة النبات. نادراً ما ينمو النبات في ظروف بيئية مثالية، وغالباً ما يتعرض النبات في دورة حياته إلى ظروف بيئية قاسية مثل الجفاف، ارتفاع أو انخفاض كبير في درجة الحرارة، نقص أو زيادة كبيرة في شدة الإضاءة، فيسبب تعرض النبات المثل هذه الظروف البيئية القاسية إجهاداً Stress للنبات يؤثر على معظم أو جميع العمليات الفسيولوجية والأيضية في النبات. يوجد هناك نوع آخر من الإجهاد وهو الإجهاد الحيوي Biotic stress وينشأ بسبب الكائنات الأخرى كالإصابة المرضية أو التنافس بين الكائنات.

يستخدم مصطلح الإجهاد في العلوم الطبيعية، للتعبير عن تأثير قوة ما على جسم معين. عندما يتعرض الجسم إلى إجهاد يصبح الجسم تحت شد strain، حيث يحدث تغير في شكل الجسم وحجمه. تقاس شدة الإجهاد بكمية القوة المؤثرة على وحدة المساحة من الجسم.

تعريف الإجهاد البيئي هو العامل البيئي القادر على إحداث شد يسبب أضراراً للكائن الحي. يستخدم للإجهاد البيئي وحدات الطاقة أو وحدات التركيز.

أضرار الإجهاد البيئي عندما يتعرض الكائن الحي إلى إجهاد قد يحدث له شد فيزيائي (طبيعي) أو شد كيميائي (وهي التغيرات في التفاعلات الكيميائية) وعند زيادة شد الإجهاد إلى مستوى معين فقد تظهر على الكائن الحي تغيرات دائمة أو أضرار قد تؤدي إلى موته. للإجهاد وينقسم الضرر الناتج عن الإجهاد البيئي للنبات إلى:

1- ضرر إجهاد مباشر Direct stress injury:

هذا النوع من الضرر ينتج عنه شد غير مرن يحدث تدهور للعمليات الحيوية للنبات بشكل سريع يؤدي إلى موته مباشرة. مثال على ذلك عندما يتعرض النبات إلى درجة حرارة منخفضة بشكل مفاجئ، تسبب تجمد البروتوبلازم، والبلورات الثلجية المتكونة تمزق الغشاء البلازمي ويفقد نفاذيته الاختيارية وتموت الخلية نتيجة ذلك.

2- ضرر إجهاد غير مباشر Indirect stress injury:

قد يتعرض النبات لضرر ينتج عنه شداً مرناً غير ضار في حد ذاته ولكن بازدياد التعرض لهذا الضرر فترة زمنية طويلة يمكن أن يتحول إلى شد مرن يسبب موته، مثال ذلك قد يتعرض النبات إلى درجة حرارة منخفضة ولكنها ليست منخفضة لدرجة أن يتجمد البروتوبلازم كما في السابقة ولكن هذه الدرجة يتعرض لها النبات لفترات طويلة، يتسبب عنها حدوث تغيرات فسيولوجية غير مميتة للنبات في حينها ولكنها تتسبب في تغير في العمليات الفزيائية والكيميائية للخلية ويكون الضرر على عملية أكبر عنه في العمليات الأخرى هذا

ينتج عنه عدم توازن في أيض النبات ينتج عنه تراكم مركبات سامة أو نقص في بعض المركبات الأيضية الوسطية تؤدي جميعها إلى موت النبات.

3- ضرر الإجهاد الثانوي: تعرض الكائن الحي إلى إجهاد معين قد تنشأ عنه أضراراً، ولكن هذه الأضرار لا تنشأ عن الشد الذي يحدثه ولكنها تنشأ من شد يسببه إجهاد آخر. مثلًا عندما يتعرض النبات إلى درجة حرارة مرتفعة قد لا يسبب هذا التعرض ضرراً للنبات في حد ذاته، ولكنه قد يسبب إجهاداً مائياً (إجهاد جفاف)، نظراً لزيادة معدل النتح على معدل الامتصاص ويسبب الجفاف شداً ينتج عنه أضراراً للنبات. عموماً عندما يتعرض النبات إلى ظروف بيئية قاسية فإنه ينمو نمواً غير طبيعياً، وهذا النمو غير الطبيعي دليل على مرض النبات نتيجة تعرضه للظروف البيئية القاسية وهناك مظاهر محدودة من استجابة النبات للظروف البيئية القاسية الإجهادات البيئية) مثل توقف نمو النبات أو نقص معدله عن المعدل الطبيعي أو اصفرار النبات أو تبرقش في أوراقه أو نقص في تكوين البراعم الزهرية، أو نقص في عقد الثمار ونموها وتطورها.

استراتيجيات النبات للتأقلم مع الظروف البيئية

أولًا: مقاومة الإجهاد Stress resistance:

تتفاوت النباتات تفاوتاً كبيراً في درجة مقاومتها للظروف البيئية القاسية المختلفة، فهي تتراوح بين النباتات الحساسة جداً للإجهاد الخفيف والنباتات التي تقاوم الإجهاد الشديد. بعض الأنواع النباتية البرية متأقلمة لكي تعيش في بيئة صحراوية جافة ذات أمطار موسمية قليلة، ودرجة حرارة الهواء مرتفعة في معظم أيام السنة، والرطوبة النسبية للهواء فيها منخفضة جداً، وكذلك جهد ماء التربة منخفض جداً في معظم أيام السنة. غالباً تظهر على النباتات التي تستوطن مثل هذه البيئات صفات مورفولوجية وتشريحية تميزها عن نباتات البيئات الأخرى، وهذه الصفات تساعدها على التأقلم للبيئات ذات الصفات الجفافية.
من ناحية أخرى نجد أن هناك نباتات أو بعض الأنواع النباتية تستوطن بيئات ذات محتوى ملحي مرتفع مثل تلك النباتات الموجودة على شواطئ البحار المالحة. غالباً ما تمتلك هذه النباتات آليات وصفات تشريحية خاصة تساعدها على مقاومة الإجهاد الملحي. وهناك أيضاً نباتات تنمو في بيئات تكون التربة فيها مغطاة بالثلوج في عدة من أشهر السنة ودرجة حرارة الجو والتربة منخفضة جداً، ومع ذلك نجد أن هذه النباتات تستطيع أن تعيش في هذه البيئات.

عموماً يمكن القول وبناء على أبحاث عديدة قديمة وحديثة، أن النباتات التي تستوطن بيئات ذات ظروف بيئية قاسية، تملك صفات مورفولوجية وتشريحية وأيضاً فسيولوجية تمكنها من التأقلم للعيش في تلك البيئات وتمكنها من مقاومة الظروف البيئية غير الملائمة للنمو. وهناك نوعان من المقاومة، الأولى وهي المقاومة بالتجنب Stress avoidance، وهي تلك النباتات التي تمنع أو تقلل من دخول مسببات الإجهاد إلى داخلها، وبذلك فهي تتجنب الوصول إلى حالة اتزان مع الإجهاد ويتم ذلك بطرق طبيعية (فيزيائية) تعزل بها أنسجتها عن الإجهاد أو تستخدم أساليب كيميائية أو أيضية لاستبعاد الإجهاد مثل النباتات التي تمنع امتصاص الأملاح وتجعل تركيز الأملاح في أنسجتها منخفضاً فبذلك تقاوم الإجهاد الملحي. والثانية هي تحمل الإجهاد Stress tolerance، وهي النباتات التي تقاوم الإجهاد بالتحمل؛ لأنها قادرة على الوصول إلى اتزان مع الإجهاد ولكنها لا تتضرر به أو أنها قادرة على منع ضرر الشد الذي يحدثه الإجهاد أو تقليله أو إصلاحه. وقد عرف Levil مقاومة النبات للإجهاد بأنه مقدار الإجهاد اللازم لإحداث شد معين طبقاً المعادلة رياضية.

ثانياً: التأقلم Adaptation:

من الصعب تعريف التأقلم بدقة، فهو يستخدم للتعبير عن الأصل التطوري لصفة ما، وكذلك يستخدم للتعبير عن مدى مساهمة صفة معينة في تمكين الكائن الحي للمعيشة في بيئته. من تعريفات التأقلم كذلك أنه التحورات التركيبية والوظيفية القابلة للتوارث، والتي تزيد من احتمال معيشة الكائن الحي في بيئة معينة. ونادراً ما يقتصر وجود الكائن الحي في بيئة ما على تأقلم صفة واحدة لتلك البيئة، وإنما يعتمد على مجموعة من الصفات لها دور كبير في تقليل الأضرار التي من المحتمل أن تسببها تلك البيئة. تتميز أفراد المجتمعات النباتية بوجود اختلافات وراثية، وهذه الاختلافات هي التي تجعل بعض الأفراد حتى في النوع النباتي الواحد أكثر تأقلماً من الناحية الفسيولوجية لبعض الظروف القاسية من الأفراد الأخرى.

النباتات المتأقلمة للإجهادات البيئية أكثر مقدرة على التنافس والعيش في البيئات القاسية. وأي صفة في الكائن الحي لها فائدة في مساعدته في العيش في ظروف معينة في موطنه تسمى تأقلم ، وهذه الصفة تمكن الكائن من الاستفادة التامة من المواد المتوفرة في موطنه واستخدامها مثل استخدام العناصر الغذائية والماء والضوء.

وتعدد الصفات التأقلمية تساعد الكائن على استخدام مصادر الطبيعة في موطنه بشكل أفضل وأكثر فاعلية. حدث أثناء تطور المملكة النباتية العديد من التحورات التركيبية والوظيفية، وكان ذلك نتيجة الطفرات الوراثية، ونتيجة الاتحاد العشوائي للجينات. بعض التحورات الناتجة لها فائدة إحيائية في مساعدة النبات على العيش والتكاثر . مثلًا حدث للنباتات التي تستوطن بيئات ذات صفات جفافية عدد من التحورات في الصفات الظاهرية والفسيولوجية مثل وجود الأدمة السميكة، وكثافة المجموع الجذري، والجهد الأسموزي المنخفض التي تساعدها على العيش في مثل هذه الظروف القاسية وغير الملائمة للنمو. تعريض الكائن الحي (النبات) إلى دورات من الإجهاد الخفيف، يساعده على التقليل من أضرار الإجهاد الشديد عند تعرضه له، مثلًا تعريض النبات إلى إجهاد جفاف خفيف (تقسية hardening ضد الإجهاد) ، بتقليل عدد مرات الري، والتي تؤدي إلى نقص في حجم الأوراق، وزيادة في سمك الأدمة وزيادة النسبة بين المجموع الجذري إلى المجموع الخضري، تساعد النبات على مقاومة إجهاد الجفاف الشديد.