

فسلجة المحاصيل والأجهاد

الفسيولوجيا البيئية Ecophysiology

❖ دراسة مقاومة النباتات للإجهاد يتطلب دراسة فسيولوجيا الإجهاد و التي تعتمد أيضاً علوم فسيولوجيا النبات, التغذية المعدنية, العلاقات المائية, فسيولوجيا النمو و التكشف و كيمياء النبات.

❖ علم الفسيولوجيا البيئية يدمج بين علمي البيئة و الفسيولوجيا, و يهتم بالعلاقة بين العمليات الفسيولوجية و بيئة النبات.
الإجهاد هو اما:

□ **الإجهاد فيزيائياً:** هو مجموعة من الظروف تتسبب في إحداث تغيرات ملموسة في العمليات الفسيولوجية و التي تؤدي تدريجياً إلى إحداث الضرر.

□ **الإجهاد فسيولوجياً:** هو انعكاس لمجموعة من الضغوط البيئية لإحداث تغيرات في فسيولوجيا النبات تميزاً له عن الإجهاد المغير للأبعاد (**Strain**) و الذي يعرف بأنه التغير

الجزئي في المادة نتيجة للإجهاد و يمكن أن يميز بالتغير الفسيولوجي الحادث إستجابة للإجهاد البيئي و الذي لا يؤدي بالضرورة إلى خفض بالنمو أو التكاثر.

أنواع الإجهاد

1. الإجهاد الفيزيائي Physical Stress
هو كل ما يؤثر علي الأنماط الفسيولوجية بطريقة إيجابية أو سلبية فعلى سبيل المثال يزيد الجفاف من النشاط الإنزيمي إلي حد معين و إذا زاد عن ذلك فانه يحدث تثبيط قوي.

2- الإجهاد الكيميائي Chemical Stress
و هذا مثل التلوث, المبيدات أو الزيادة المرتفعة في تركيز الملوحة أو pH

3- الإجهاد الحيوي او البيولوجي Stress Biological
و هو الذي يختص بميكانيكات التداخل بين المجتمعات (العشائر) و البعض منها مثل الأمراض و التي تعتبر مهمة في الزراعة.

الشد الذي يسببه الإجهاد يزيد مع زيادة شدة الإجهاد و يمكن أن تعود العمليات المتأثرة بالإجهاد إلى وضعها الطبيعي هذا الإجهاد إذا كان خفيفاً. أما إذا كان الإجهاد شديداً فان الشد الذي حدث في النباتات يصبح ثابتاً و دائماً و لا يزول

عموما يعرف بعض الباحثين الإجهاد (Stress) بأنه تغير فسيولوجي يحدث عندما تتعرض الأنواع إلى ظروف غير عادية و غير مرغوبة لا تهدد بالضرورة حياتها, بل قد تكون حافزاً لاستجابتها للأقلمة لهذه الظروف.

فسيولوجيا الإجهاد (Stress Physiology)

يتعرض النبات إلى تغيرات كثيرة في العوامل البيئية المختلفة التي تحيط بالنبات سواء كانت هذه التغيرات يومية أو موسمية و بالتالي تتأثر العمليات الفسيولوجية التي تسببها التغيرات البيئية المختلفة.

التغيرات الفسيولوجية التي تؤثر عليها العوامل البيئية

التغير في العوامل البيئية تسبب تغيراً في تفاعلات البناء (تأثير الضوء, ثاني أوكسيد الكربون علي البناء الضوئي) , حدوث تغيرات في مكونات أو تركيب النبات مثل تأثير الضوء علي تمدد الأوراق و علي اخضرار الأوراق, الحد من توزيع و نجاح النبات في منطقة معينة.

فغالباً تتعرض النباتات خلال دورة حياتها إلي ظروف بيئية قاسية مما يسبب حدوث إجهاد للنبات

و لكي يحافظ النبات علي حياته و استمراره كان لزاماً عليه أن يقاوم الضغوط البيئية و يتأقلم مع هذه التغيرات.

لذلك لابد من معرفة أضرار الإجهادات المختلفة و معرفة ميكانيكية مقاومة النباتات لهذه الإجهادات.

أضرار الإجهاد Stress Injury

1) أضرار مباشرة (Direct Injury): يحدث هذا النوع من الضرر عند التعرض للإجهاد حيث ينتج عنه شد غير مرن Plastic Strain و يؤثر هذا الشد تأثيراً مباشراً و سريعاً و يحدث موت للنبات بعد التعرض لهذا الإجهاد بعد فترة قصيرة.

مثال ذلك عندما يتعرض النبات لدرجة حرارة منخفضة لدرجة التجمد بشكل فجائي يموت النبات و ذلك لان بروتوبلازم النبات يحدث له تجمد و يتمزق الغشاء البلازمي بسبب وجود البلورات الثلجية التي تكونت و بالتالي يفقد البروتوبلازم خاصية النفاذية الاختيارية وبالتالي تموت الخلية من جراء التعرض لهذا الإجهاد الفجائي.

(2) أضرار غير مباشرة : (Indirect Injury) يحدث عند التعرض للإجهاد بصورة غير مباشرة وفي هذه الحالة يحدث شد مرن Elastic Strain أي عكسي. و هذا النوع غير ضار و لكن إذا طالت مدة التعرض للإجهاد فيمكن أن يتحول هذا الشد المرن إلى شد غير مرن أي غير عكسي. و هذا النوع يمكن أن يسبب ضرراً للنبات و قد يؤدي إلى موته.

مثال ذلك عند تعرض النبات لدرجة حرارة منخفضة لا تسبب التجمد لأنسجة النبات مما يؤدي إلى حدوث شد مرن يحدث معه نقص في معدل جميع العمليات الكيميائية والفيزيائية في داخل النبات و التي لا تكون ضارة و لكن يحدث أحيانا عدم اتزان في العمليات الايضية للنبات وقد تتراكم بعض المركبات السامة.

(3) ضرر ثانوي (Secondary injury): و يحدث هذا الضرر عند التعرض للإجهاد و لكن لا ينشأ عن الشد الذي يحدثه الإجهاد, و لكنه ينشأ بسبب إجهاد آخر و الذي يكون نتيجة تعرض النبات لذلك الإجهاد.

يحدث هذا النوع عند تعرض النبات لدرجة حرارة مرتفعة (درجة الحرارة المرتفعة) لا يضر النبات بصورة مباشرة و لكنه يسبب إجهاداً آخر هو الإجهاد الجفافي في النبات نتيجة لزيادة التبخر - نتح Evapotranspiration على معدل الامتصاص و بالتالي ينتج شداً بسبب الإجهاد الجفافي مما يحدث ضرراً للنبات, و هذا ما يطلق عليه الضرر الثانوي.

العوامل البيئية المجهدة

(1) مجموع العوامل الإحيائية (Biotic Factors)

(2) مجموعة العوامل غير الإحيائية (A biotic Factors)

و التي تقسم الى ثلاثة أقسام:

1. مجموعة العوامل الجوية (المناخية) Atmospheric (Climatic) factors

و هذه تشمل (المناخية) الضوء- درجة الحرارة- الغلاف الجوي- الهواء- الماء- التضاريس و العوامل الأخرى التي لها دور في تنظيم العمليات الحيوية و التفاعلات الكيميائية في الخلية.

ب- مجموعة عوامل التربة Soil (Edaphic) factors

و تشمل الماء و العناصر المعدنية و المواد العضوية و مسامات التربة التي تحتوي علي محلول التربة و الهواء

ج- مجموعة العوامل الطبوغرافية Topographic (Orgraphic) factors

تستجيب النباتات للعوامل البيئية عند حد معين و هو ما يطلق عليه الحد Optimum حيث تصل جميع العمليات الفسيولوجية و الايضية لأقصى معدل لها. لكن إذا زادت أو قلت شدة أو تركيز العامل البيئي فان معدل العمليات يقل.

لكل عامل من العوامل البيئية المختلفة حد أدنى و حد أمثل و حد أقصى.

العوامل البيئية والحاصلات الزراعية

عوامل مناخية Climatic factors

وهي تمثل العوامل البيئية على المدى الطويل : أي تأثير المناخ مثل الشتاء البارد ، الصيف الحار بحيث تحدد المحاصيل الممكن نجاحها في منطقة معينة أو فشلها ، عوامل البيئة على المدى القصير وتعرف بإسم عوامل الطقس Weather factors . وعموماً تؤثر العوامل البيئية على الإنتاج أو النمو باختلاف شدتها وفترة مكثها في الحقل أو موسم النمو. وأهم العوامل البيئية التي تؤثر على الإنتاج الزراعي هي : الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ، الرياح.

أ- الضوء Light:

يخترق الإشعاع الشمسي الكون الخارجي في شكل موجات كهرومغناطيسية وتقوم طبقة الأوزون المغلفة للكرة الأرضية بامتصاص الإشعاعات الضارة للنبات والإنسان وتمتص السحب جزءاً من الإشعاعات ليصل الباقي إلى النبات الذي يستفيد بحوالي 1 – 2 % فقط من الطاقة الشمسية للقيام بعملياته الحيوية التي تحتاج إلى ضوء (ومن مجموع الطاقة الشمسية الممتصة ما بين 75 – 80 % يستعمل لتبخير الماء و 5 – 10 % طاقة تخزن في التربة). والضوء الذي يمتصه النبات هو الضوء المنظور حيث تحول النباتات هذه الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في عملية التمثيل الضوئي

ويمتص كلوروفيل النبات (أ و ب) الألوان – الزرقاء (بواسطة كلوروفيل ب) والحمراء (بواسطة كلوروفيل أ) وتعكس باقي الألوان ولا يستفيد النبات إلا بجزء ضئيل من هذه الألوان. والضوء له تأثيرات عديدة على النبات توجزها فيما يلي :

- تكوين المادة الخضراء وإكمال تكوين البلاستيدات الخضراء.
- يدخل في عملية التمثيل الضوئي كمصدر للطاقة.
- يتزايد نمو النباتات نتيجة للضوء الأزرق والأحمر.
- تؤثر الموجات الضوئية في توزيع الأوكسينات وبالتالي يؤثر ذلك في عملية النمو والانتحاءات وتكوين هرمونات الأزهار.
- يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور (عملية النتح).
- يتأثر التركيب التشريحي للنبات باختلاف شدة الضوء. فالنباتات المحبة للشمس تتميز بوجود طبقات من النسيج العمادي وأديم أكثر سماكة (Epiderm) مع تواجد شعيرات أو زغب على السطح الخارجي عن النباتات المحبة للظل.

ويختلف تأثير الضوء من حيث النوع Quality ، الكمية Quantity وشدة الإضاءة Light Intensity ومدة الإضاءة Duration.

ب- الحرارة Temperature

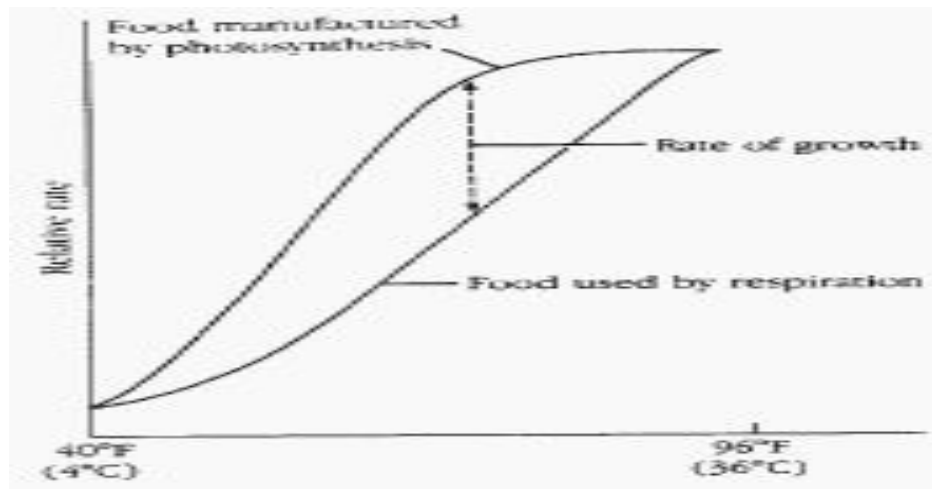
من أهم العوامل البيئية التي تؤثر على الكائنات الحية. وتلعب الحرارة دوراً رئيسياً في كثير من العمليات الطبيعية والكيميائية والتي تؤثر بدورها في التفاعلات الحيوية. فتؤثر الحرارة على عمليات إنتشار الغازات والسوائل وكذلك على عمليات إذابة الأملاح كما تؤثر على التفاعلات الإنزيمية في الخلايا.

الدرجات الحدية : Cardinal Temperature

وهي الدرجات التي تحدث عندها تغيرات حساسة في حيوية النباتات وفي نموه وفي طاقته الإنتاجية. وقد حدد لكل عملية حيوية ثلاث درجات حرارية مميزة هي القصوى (الحد الأعلى) الصغرى أو الدنيا (الحد الأدنى) وبينهما المثلى وهي أكفى درجة حرارة لحدوث التفاعل.

• **محاصيل المناطق المعتدلة Temperate** : وهذه تنمو بين درجات حرارة 5 – 30⁵م ، درجة الحرارة المثلى لها بين (15 – 25⁵م) مثل القمح – الشعير – الراي – الشوفان .

• **محاصيل المناطق الدافئة** : وهذه تنمو ما بين درجة حرارة 10 – 40⁵م والمثلى ما بين (30 – 38⁵م) ولا تنمو إذا قلت درجة الحرارة عن 10⁵م. وأهم هذه المحاصيل الذرة الشامية – الذرة الرفيعة – القطن الأرز – فول الصويا



الوحدات الحرارية التراكمية : (العلاقة بين درجات الحرارة والنضج) “Thermal DD”
unit Heat units

بالنسبة للمحاصيل المحايدة لطول النهار فإن العامل المحدد لتمام النضج هي درجات الحرارة التي يتعرض لها هذا المحصول. ولكل محصول حد أدنى من درجات الحرارة – إذا قلت عنه – لا ينمو هذا المحصول ويعرف بالحد الأدنى باسم صفر النمو grow zero وهي أقل درجة حرارة لازمة لنمو المحصول.

أما درجات الحرارة التراكمية (المجمعة) فهي عبارة عن مجموع درجات الحرارة التي تزيد عن صفر النمو والتي يحتاجها المحصول من الزراعة حتى النضج accumulative heat units (الوحدات الحرارية) (Degree days (DD)).

وتساوي = متوسط درجة حرارة اليوم – صفر النمو للمحصول

$$\text{Accumulative Heat} = (T_a - T_{\text{zero}})$$

ويوضح الجدول الآتي صفر النمو لمجموعة من المحاصيل

المحصول	صفر النمو
القمح	3 ⁵ م
العنب	10 ⁵ م
الذرة الشامية	13 ⁵ م
القطن	16 ⁵ م
النخيل	18 ⁵ م

مثال: إذا زرع نبات الذرة الشامية في أول شهر مارس وحصد في العاشر من يولية وكانت درجات الحرارة القصوى والصغرى كما يلي:

	مارس	أبريل	مايو	يونية	يولية
عدد الأيام	31	30	31	30	أيام منه 10
درجة الحرارة القصوى	27	32	39	42	44
درجة الحرارة الدنيا	13	18	23	25	27
المتوسط	20	25	31	33.5	35.5
الحرارة التراكمية اليوم	7=20-13	12	18	20.5	22.5
الحرارة التراكمية للنمو = (22.5 × 10) + (30 × 20.5) + (31 × 18) + (30 × 12) + (31 × 7) = 2010 درجة متراكمة					

وعلى هذا كلما أرتفعت درجة الحرارة كلما زادت عدد الوحدات الحرارية التراكمية ويقبل موسم النضج أما إذا أرتفعت درجة الحرارة عن 35⁵م في الذرة فنحسب على أنها الحد الأعلى. (الوحدات الحرارية).

- ويفيد حساب عدد درجات الحرارة التراكمية في الآتي :
- تحديد أنواع الحاصلات التي يمكن زراعتها وكذلك الأصناف وتحديد موعد الزراعة المناسب.
 - تحديد موسم النمو وبالتالي ميعاد النضج بدقة وسهولة وذلك لتجهيز الحصاد في الوقت المناسب وخصوصاً للمحاصيل الحقلية.
 - تحديد مواعيد الزراعة إذا زرع في الحقل أكثر من صنف ويراد التلقيح بينهما (التوافق بينهما في مواعيد التلقيح) كما في حالة إنتاج الذرة الهجين.

الأضرار الحرارية : Heat Stress
في الملزمة

الإجهاد الملحي Salt stress

تعد الملوحة هي أحد أهم عوامل الأجهادات غير الحيوية a biotic stress المحددة لنمو وإنتاجية النبات. وهناك دليل على تأثيرات الأملاح في أنزيمات البناء الضوئي، الكلوروفيل والكاروتينات، القدرة على البناء الضوئي، تغيرات في الجهد المائي والضغط الانتفاخي للورقة حيث سجلت تأثيرات متراكمة تعزى إلى الإجهاد الملحي، كذلك بعض الترب والعوامل البيئية الأخرى لها تأثيرها على نمو النبات تحت الظروف الملحية

تأثير تراكم الاملاح في التربة

إنبات البذور، نمو البادرات، النمو الخضري، التزهير وتكوين الثمار وبالتالي تقليل الغلة الاقتصادية وريادة نوعية المنتج لذلك تم تقسيم النباتات حسب تحملها الملوحة الى:

1- glycophytes حساسة للملوحة 2- haplophytes متحملة للملوحة

والمملوحة عدة تأثيرات فقد تعمل على تكوين معقدات من عمليات نشوية مختلفة. أن الأعراض المورفولوجية تظهر تأثيرات مؤذية بالإجهاد الملحي، لذلك فإن الملوحة تثبط بشكل مباشر أو غير مباشر الانقسام الخلوي cell division واتساع الخلية cell enlargement لمناطق النمو في النبات وكذلك اختزال نمو المجموع الخضري، تقليل محتوى الكتلة الجافة، زيادة نسبة shoot: root، تقليل حجم الورقة وبالتالي قلة إنتاج الحبوب.

Physiological التأثير الفسيولوجي للنبات بملوحة التربة

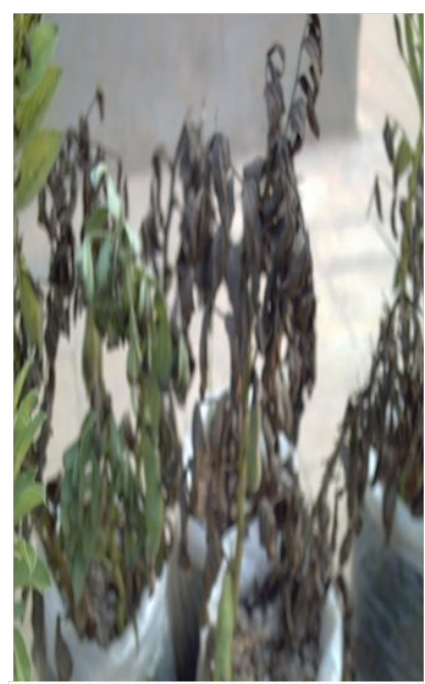
effect of soil salinity on plant

• تؤثر ملوحة التربة علي فسيولوجية النبات بوحدة أو أكثر من الطرق التالية:

١- التأثير الأيوني **Ionic Effect** :- وهو تراكم الأملاح في أنسجة النبات المختلفة بتركيزات عالية وزائدة عن حاجة النبات والذي يؤدي إلي إعاقة نمو النبات وموته.

٢- تأثير تداخل الأيونات **Interactions of Ions** :- احتواء التربة علي تركيزات مرتفعة من الأملاح يؤدي إلي إعاقة امتصاص المغذيات النباتية (العناصر المعدنية الضرورية للنمو) وهو واضح بشدة بين البوتاسيوم والصوديوم فكلما زاد أحدهما قلت قدرة النبات علي امتصاص الآخر.

٣- التأثير الاسموزية **Osmotic effect** :- يميل الماء إلي التحرك من المناطق ذات الجهد المائي المرتفع إلي الجهد المائي المنخفض وزيادة تركيز الأملاح في التربة يخفض الجهد المائي لمحلول التربة مقابل خلايا الجذر مما يشكل صعوبة في امتصاص الماء من قبل النبات.



The harmful impact of the **التأثير الضار لتراكم الأملاح الذائبة على نمو النباتات** accumulation of soluble salts on plants growth

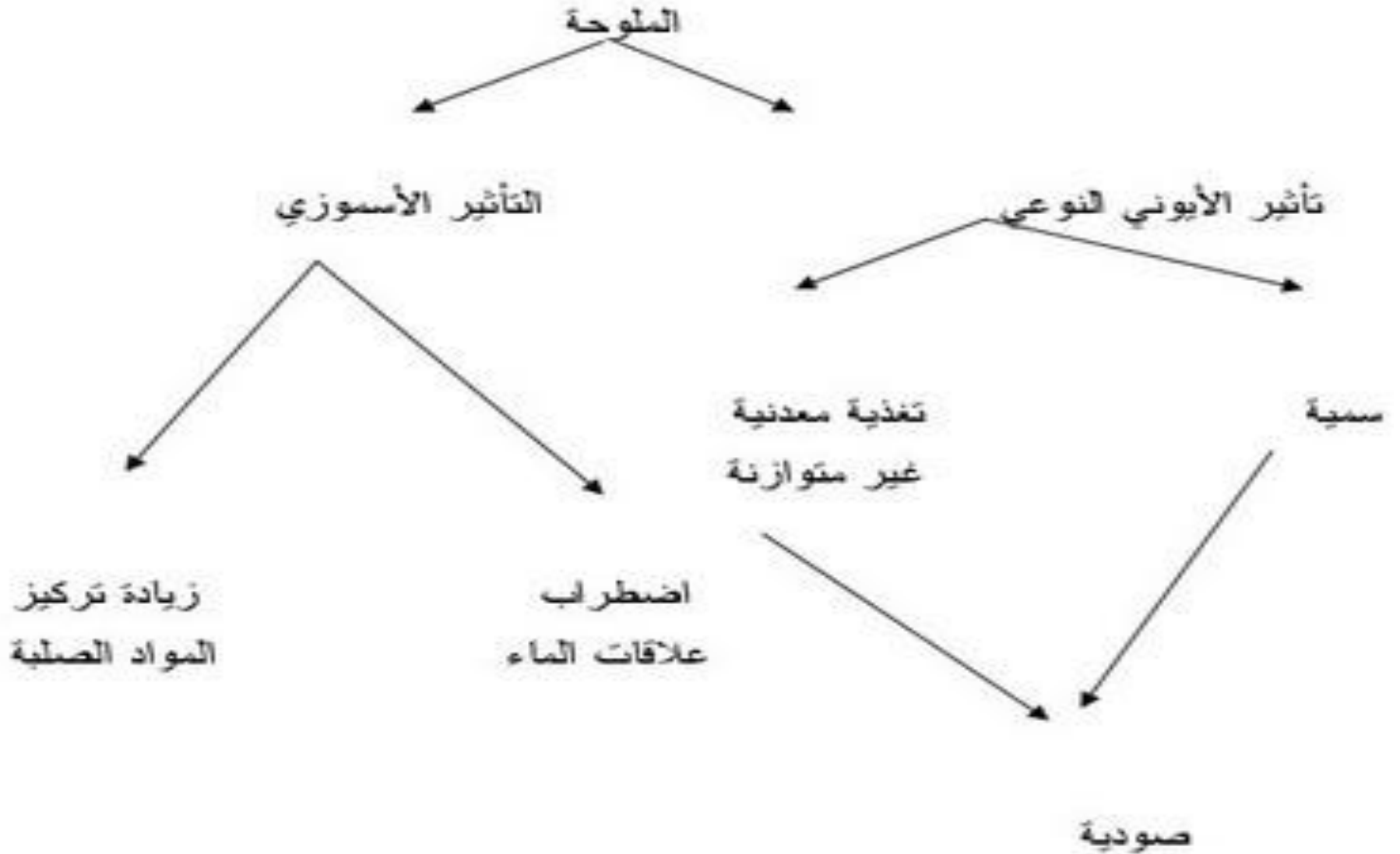
• **التأثير الكلي لتركيز الأملاح في المحلول الأرضي:** يؤدي زيادة تركيز الأملاح إلى زيادة الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي وبالتالي قد تتعذر حركة الماء إلى النبات، أي ينخفض معدل امتصاص النبات للماء، ويمكن حساب قيمة الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي من المعادلة

الضغط الاسموزي (جو) = التوصيل الكهربائي بالملموز / سم × ٠.٣٦ .

معلومة - **الاسموزية (الانتشار الغشائي):** هو انتشار جزيئات الماء دون المادة المذابة خلال غشاء شبه منفذ. - **السيتوبلازم بغشائية المحيطين به يمثل غشاء شبه منفذ يفصل بين محلول التربة والعصير الخلوي الموجود في الفجوة العصارية في الداخل (الجار الخلوي السليلوزي يمكن إهماله لأنه منفذ تماما للماء).** - **الضغط الانتشاري للماء في محلول العصير الخلوي ينقص بكثير عن الضغط الانتشاري للماء في الخارج وبالتالي تكون صافي حركة الماء لداخل الخلية، ويطلق عليه قوة الامتصاص الاسموزية للخلية.** - **قوة الامتصاص الاسموزية هي = الضغط الاسموزي للعصير الخلوي - (الضغط الجداري + الضغط الاسموزي للمحلول الخارجي).** - **العامل المسؤول عن دخول الماء للخلية هو قوة الامتصاص الاسموزية وليس الضغط الاسموزي للعصير الخلوي.**

• **التأثير النوعي للأملاح (Specific effect):** وهو تأثير نوع معين من الأملاح على النبات سواء عند تركيز مرتفع أو منخفض، مثل **البورون** إذ يؤثر على نمو كثير من النباتات إذا زاد تركيزه عن واحد جزء / مليون في المحلول الأرضي، وكذلك زيادة تركيز **عنصر الصوديوم** يؤدي إلى الإضرار بالنبات.

التأثير الفسيولوجي لملوحة التربة على النبات عن طريق التأثير الاسموزي والنوعي للأملاح



تأثير إجهاد الملوحة **Salinity stress**

- هو نوع من الإجهاد الناتج عن فعل مؤثرات فيزيائية أو كيميائية.
- يعتبر إجهاد الملوحة واحد من أهم عوامل الإجهاد التي تؤثر على نمو النباتات وجودة وكمية المحصول.
- يرجع التأثير الضار لظروف إجهاد الملوحة للتأثير المباشر وغير مباشر لعوامل الإجهاد stress على تكوين جذيرات الأوكسجين الحرة **Activated oxygen radicals** التي تسبب دمار وهدم الخلايا والأنسجة النباتية، وأيضا المواد المضادة للأكسدة والتي تقوم بحماية هذه الخلايا والأنسجة النباتية تحت ظروف الإجهاد.
- **Oxygen free radicals** من أهم العوامل المؤدية لدخول النبات في طور الشيخوخة وذلك عن طريق تنشيط عمليات الأكسدة الضارة للجزيئات البيولوجية مثل جزيئات DNA مما يؤدي إلى خلل شديد في عمليات **metabolism** واختلال وظيفي لا يمكن تعويضه أو إصلاحه مما يؤدي إلى هدم الخلايا وموت النبات.
- حدوث زيادة واضحة في إنتاج الجذيرات الحرة مثل ذرات الاكسجين النشطة أو مجاميع الهيدروكسيل **OH-** أو أكسيد النيتروجين **NO2** أو أكسيد الكبريت **SO** ومجاميع الكربوكسيل النشطة **COO-**، وهذه الجذيرات الحرة لها تأثير مدمر على الأغشية الخلوية وعملية البناء الضوئي ومحتوى **DNA** والاحماض النووية والبروتينات والسكريات.

ميكانيكات التحمل والتكيف والتجنب للملوحة

النباتات المتحملة للملح لها القابلية على تقليل التأثيرات على النبات بواسطة إنتاج تكيفات تشريحية، مورفولوجية وفسولوجية مثل النظام الجذري الواسع، وغدد خازنة للملح Secreting glands على سطح الورقة. إن التأثيرات التي تسببها النسب المختلفة من الملوحة للنباتات كقيلة بموت الكثير من النباتات لاسيما الحساسة منها، أو على الأقل تعيق النمو أو تقلل من نسب الإنبات أو الحاصل، لذلك أصبح من الضروري أن يحصل النبات على التكيفات التي تسمح له بالحفاظ على ديمومة حياته ونموه

هناك مجموعتان من التكيفات وهي:

أولا التكيفات المظهرية والتشريحية ومنها قلة عدد أوراق النبات وصغر حجمها، وزيادة سمك طبقة الكيوتكل والطبقة الشمعية للأوراق وقلة عدد الثغور في وحدة المساحة للورقة واختزال في تمايز وتكشف الأنسجة الناقلة واختزال تكشف الشعيرات الجذرية وغيرها من التكيفات التشريحية أو الشكلية الحاصلة في كثير من النباتات. الملوحة تؤثر في توفر المغذيات والماء، الانخفاض في جودة الأراضي الصالحة للزراعة وتبديل التراكيب في المجتمعات البيئية ecological communities

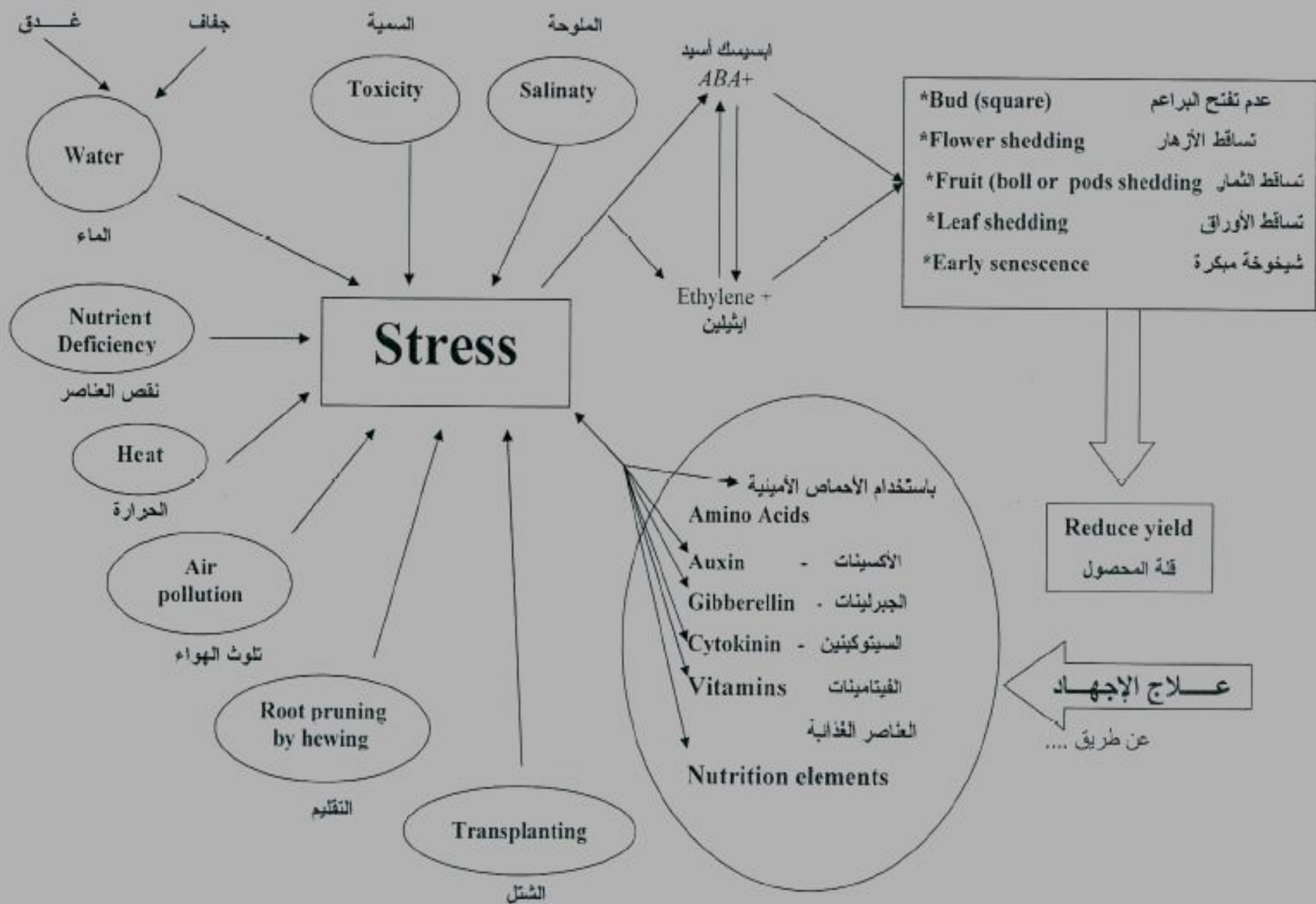
ثانياً التكيفات الفسلجية وقد قسمت إلى نوعين هما التحاشي أو التجنب avoidance وطرق التحمل tolerance المتعددة، ويقصد بطرق التجنب أو التحاشي قلة امتصاص الأيونات الملحية حيث إن بعض النباتات لها قابلية انتقائية في امتصاص الأيونات الضارة بميكانيكية تسمح بعد ذلك بامتصاص الأيونات المفيدة، والتخلص من الأملاح الفائضة أو طرحها خارجاً وذلك من خلال استبعاد الملح exclusion وهذا يمكن أن ينجز بواسطة نفاذية الجذور لأيونات مختلفة وخصوصاً الصوديوم، وكذلك من خلال عملية الإفراز secretion وهذا يعتمد على وجود غدد ملحية وتراكيب مثالية bladder خاصة

وآليات التحاشي للملوحة الأخرى هي تخفيف dilution تركيز الأملاح الداخلة إلى النباتات بواسطة العصارية، حيث في بعض الأحيان يزداد سمك الورقة النباتية إلى درجة تصبح كأنها ورقة نبات عصاري

وميكانيكيات التحمل للملوحة تتضمن بعض الميكانيكيات المهمة التي تمنح النباتات آلية التحمل وهذه تتضمن استبعاد الأيونات، الحفاظ على أخذ أيونات البوتاسيوم K^+ ، التنظيم الأوزموزي، تحمل النسيج لأيونات الصوديوم Na^+ وتجمع أيونات الصوديوم في الأوراق القديمة

وان آليات التحمل للملح تتطلب توفر محاليل متناغمة تتجمع في الساييتوبلازم والعضيات التي لها وظيفة في التنظيم الاوزموزي وحاميات الاوزموزية osmoprotectants. كما إن الأصناف الرئيسية للمحاليل العضوية الأوزموزية تتكون من سكريات بسيطة (بصورة رئيسة الفركتوز والكلوكوز)، كحولات سكرية (كليسول و methylated inositols) وسكريات معقدة (تريها لوز، رافينوز و fructans). وأخرى تتضمن مشتقات الأحماض الأمينية الرباعية (برولين، كلايسين، proline، Balancing betaine، betaine tetrahydro-2-methyl-4-carboxyl-1,4,5,6) وأمينات ثلاثية (pyrimidine dimethyl choline sulfonamide O-sulfate, dimethyl sulphonium propionate).

أن التكيف للإجهاد الملحي يتضمن العديد من العمليات منها : زيادة في محتوى ABA، تراكم الذوائب مثل الأحماض الأمينية والسكريات وبروتينات حماية protective protein مثل (PRD) البروتينات المتعلقة بالأمراض وزيادة مضادات الأكسدة وكبح مسالك استهلاك الطاقة وتلك الذائبات التي تتراكم تحت الإجهاد الملحي ربما تشترك في إزالة ROS كذلك تتراكم الكربوهيدرات غير التركيبية Non-structural carbohydrates مثل (السكروز والهكسوز والكحولات السكرية)، وتعمل هذه السكريات بدور الحماية حيث تساهم في الحفاظ على ثباتية الغشاء ومن الأحماض الأمينية المهمة التي تزداد خلال الإجهاد هو البرولين حيث يقوم بدور حماية سلامة الغشاء البلازمي وإنتاج الطاقة



الآثار الناجمة عند تعرض النبات لظروف الإجهاد وعلاقتها بالمنشطات والمثبطات الداخلية وكيفية علاجها
 الآثار الناجمة عند تعرض النبات لظروف الإجهاد وعلاقتها بالمنشطات والمثبطات الداخلية وكيفية علاجها