

الاجهاد البيئي – عملي

1- محاضرة الاولى

اثر درجة الحرارة والرطوبة على الاخصاب وعملية تركيب ضوئي

1- اذرة صفراء نموذجاً

نجد ان حاصل العروة الربيعية ينخفض عن العروة الخريفية وذلك للأسباب الآتية:

1- تتعرض حبوب اللقاح الى : انخفاض الحيوية والموت وفشل تكوين الانبوبة اللقاحية بشكل

كبير في العروة الربيعية وذلك للأسباب الآتية :

أ- ارتفاع درجة الحرارة: تؤثر درجة الحرارة على النورة المذكورة في طور تكوين الامشاج

الذكورية وطور الانقسام الاختزالي (Giorno وآخرون، 2013)، وإنبات أنبوب حبوب اللقاح

والنمو داخل الميسم "الخيوط السلكية" ، وكذلك يقل و/او ينعدم التواصل او النقل بين

خلايا وانسجة الزهيرات الذكورية (Saini وآخرون، 1983) . وفي دراسة فسلجية ومرفولوجية

أجريت في جامعة ريغنسبيرغ الألمانية وجامعة فينا عن اثر الحرارة على حبوب لقاح

الذرة الصفراء لمدة طويلة لوحظ ان مرحلة الانقسام الرباعي tetrad stage هي الأكثر

تأثراً مرفولوجياً (تظهر حبوب اللقاح بشكل مجعد وضامرة) وايضاً (ارتفاع نسبة السكريات

غير الذائبة)، ولوحظ ان يومين من التأثير الحراري المرتفع في مراحل مبكرة من نمو

الامشاج كافي لأحداث انخفاض في الاخصاب بسبب كون أكياس حبوب اللقاح تكون

شبة فارغة ، وفي (الشكل 1) يظهر اثر ارتفاع درجات الحرارة على النسبة الاخصاب في

العرنوص (Begcy وآخرون، 2019).



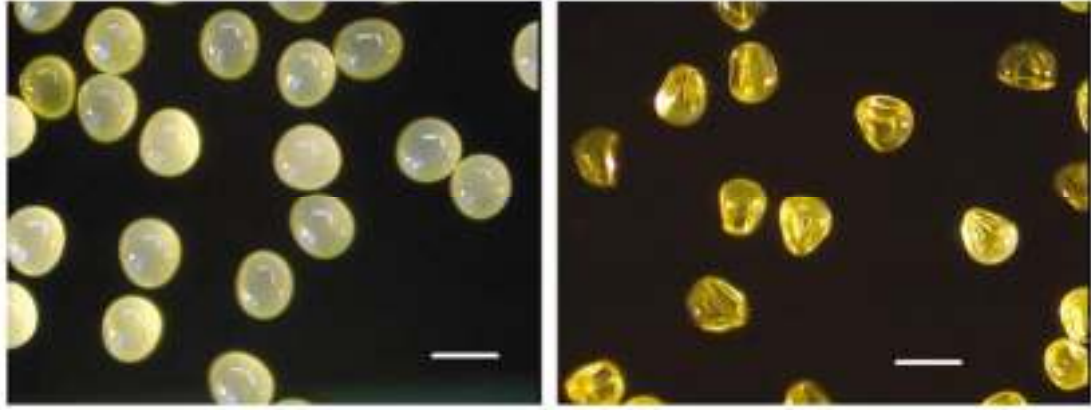
شكل 1 : تأثير درجة الحرارة على نسبة الخصب، لإجهاد الحراري يزداد في العنبيص كلما تجهدنا إلى اليمين.

على مستوى التمثيل الغذائي، فان حبيبات النشاء والنشاء الكلي في حبوب اللقاح الناضجة ينخفض في النباتات المجهد حراريا، ويعتقد بأن الانخفاض في التمثيل الضوئي يمكن أن يؤثر على النشاط الإنزيمي، مما يؤثر على مستويات النشاء الى السكر وتكوين الدهون وبالتالي على الاداء الوظيفي لحبوب اللقاح (Pressman واخرون، 2002).

وبنتج التحليل الايضي Metabolomic والاستساخ Transcriptomic لمجموعة فرعية من الجينات لحبوب لقاح ناضجة مجهد حراريا وغير مجهد حراريا، ومتابعة بروتينات الصدمة الحرارية (البروتينات التي يميل النبات الى تجميعها اثناء تعرضه الى صدمة حرارية)، ومراجعة لسيناريو موت الخلايا المجهد حراريا (تسلسل الاحداث داخل الخلية من تعرضها للشد الحراري الى موت الخلايا)، وبروتين التثبيط JAZ/TIFY للتعبير او فك التشفير للجينات المسؤولة عن انتاج المواد المرتبطة بالاستجابة للإجهاد الحراري نجد ارتفاع مستويات RNA (في الموقع MYP و MYP المرتبط) في المراحل الأولى للإجهاد الحراري، وكذلك هنالك فشل في ارتباط الجينات مع الكينيز kinases وبالتالي يحصل انخفاض بالترجمة او التعبير الجيني Gene Expression، وعلى العكس من بقية النباتات فان الذرة الصفراء لايتغير فيها استجابات الأوكسين في حبوب

لقاح الذرة الناضجة على الرغم من انخفاض مستويات الأوكسين في أكياس حبوب القاح في الأنواع النباتية الأخرى عند الإجهاد الحراري (Sakata وآخرون، 2010).

ب- انخفاض نسبة رطوبة الهواء: تؤثر الرطوبة الجوية على حيوية حبوب اللقاح، إذ إن حبوب اللقاح ذات جدران قليلة السمك، فانخفاض الرطوبة الجوية يؤدي إلى نزع أو تجفيف حبوب اللقاح (انظر شكل 2)، وما يزيد الأمر تعقيدا إن نبات الذرة الصفراء خلطي التلقيح وبالتالي تحتاج حبوب اللقاح إلى الانتقال لمسافة طويلة لكي يحدث الإخصاب مقارنة بالنباتات النجيلية الأخرى الذاتية التلقيح، كما إن النبات ذات الفلقة الواحدة تحتاج إلى أن يكون محتواها المائي أكثر من الثنائية الفلقة لكي تكون فعالة في عملية الإخصاب (Ettore و Rudy، 2019).

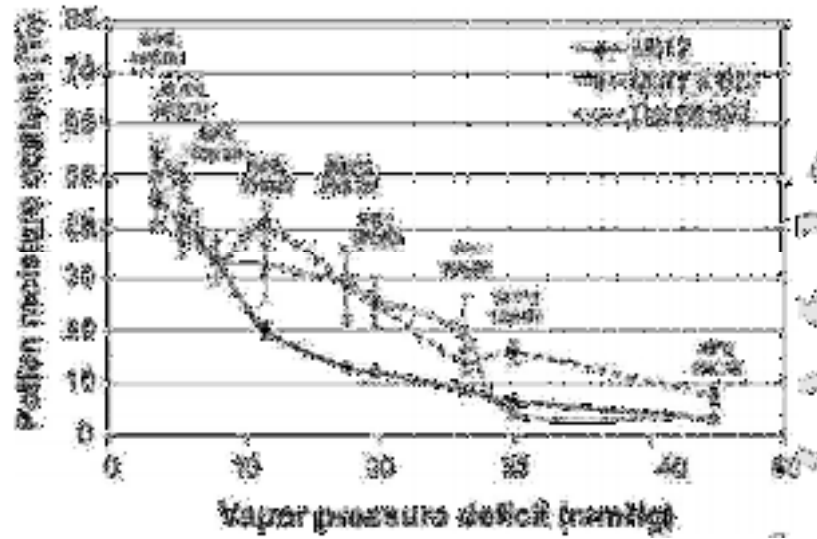


شكل 2: شكل نموذجي لحبوب لقاح لذرّة الصفراء أثناء التجفيف: حبوب لقاح لذرّة الصفراء رطبة بالكامل (يسار) نصف جافة (يمين)، تغير اللون من اللون الكريمي إلى اللون الكهرماني في النصف جافة، والتغير في الشكل من شكل كروي متدلي إلى مادة صلبة منشورية مسننة، شريط لقياس 100 مايكرومتر.

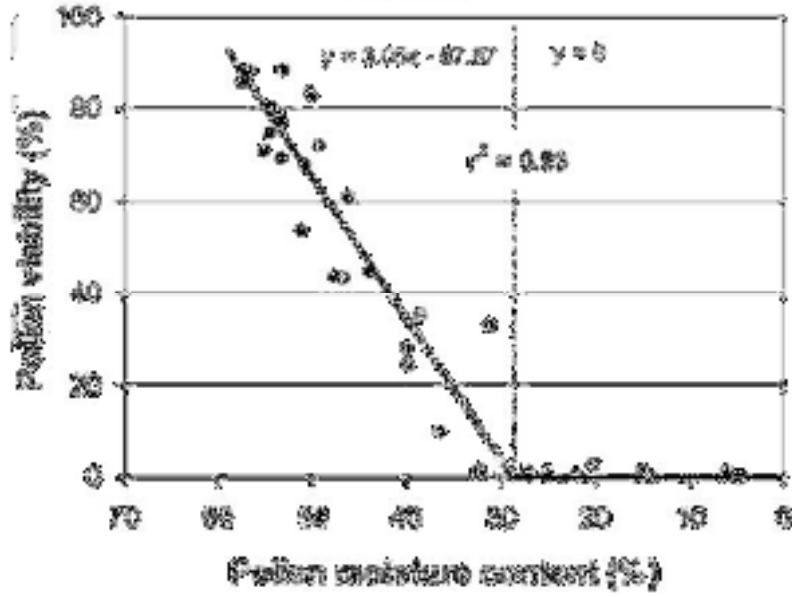
فترة إطلاق حبوب اللقاح تكون على مدار أسبوعين. لكي تنمو الحبوب، يجب أن تظهر الحريرة (الخيوط السلكية silks) ويتم تخصيبها بحبوب لقاح حية. تنمو الحريرة حوالي 2.5 إلى 4 سم في اليوم ويستمر في الاستطالة حتى حدوث الإخصاب. درجات الحرارة التي تزيد عن 35 درجة مئوية مع انخفاض الرطوبة النسبية ستجفف الحريرة المكشوفة أيضا، لكنها لن تؤثر على معدلات استطالة الحرير بشكل كبير (Aylor، 2003).

يؤدي إجهاد الجفاف إلى إبطاء استطالة الحرير ولكنه يسرع من تساقط حبوب اللقاح. يمكن أن يؤدي هذا إلى ظهور حبوب اللقاح قبل ظهور الحريرة. يمكن لأي إجهاد مثل عدم

كفاية المياه ، أو انخفاض خصوبة التربة ، أو زيادة معدل الزراعة أن يؤخر تكوين الحرير لأسبوعين أو أكثر، وبالتالي تقليل عدد البذور في النباتات إذا لم تعد حبوب اللقاح متوفرة، كمية حبوب اللقاح من نبات واحد كافية لعشرة نباتات؛ هذا يوفر درجة من التعويض ويحسن فرصة الإخصاب في البيئات المجهدة حراريا ومائيا (Aylor، 2003). هنالك علاقة عكسية بين الضغط البخاري للهواء (المحتوى المائي للهواء) مع المحتوى المائي لحبوب اللقاح (الشكل 3)، ويمكن الاستدلال على حيوية حبوب اللقاح من خلال رطوبة البذور (انظر الشكل 4) فنجد ان صلاحية حبوب اللقاح (pollen viability) تبلغ صفر عندما تصل رطوبة البذور الى 28.7%.

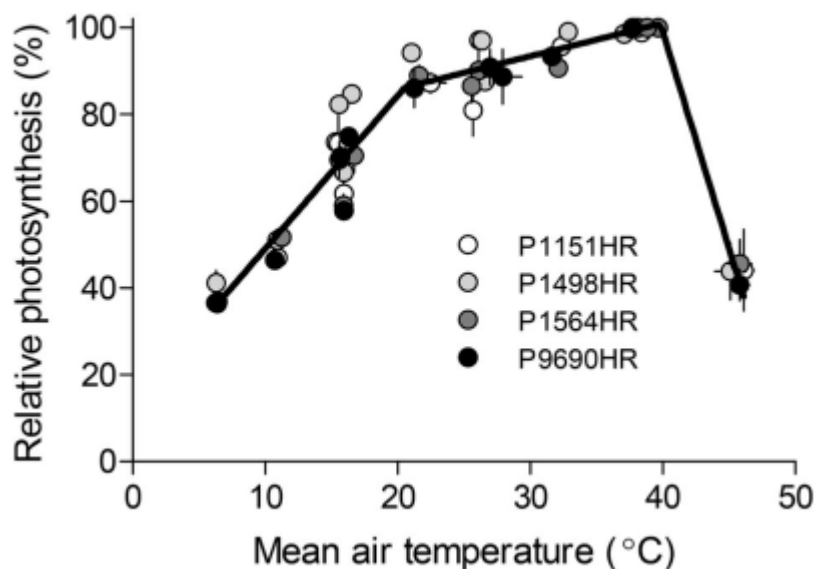


شكل 3: علاقة بين الضغط البخاري والمحتوى الرطوبي لحبوب اللقاح.



شكل 4: فقدان حيوية حبوب اللقاح كدالة لرطوبة حبوب اللقاح.

2- انخفاض كفاءة عملية التركيب الضوئي وذلك نتيجة لحصول عملية التنفس الضوئي و/او حدوث هدم للصبغة الكلوروفيل بسبب الارتفاع في درجات و/او الجفاف الفسيولوجي (انخفاض امدادات المياه لأنسجة النبات على الرغم من توفره بسبب زيادة عملية النتح عن كمية الماء الممتصة) وبالتالي غلق الثغور، وعلى العموم تبدأ عملية التركيب الضوئي بالانخفاض عندما تزداد درجة الحرارة عن 30-33 م انظر الشكل 5 (Rotundo واخرون، 2019).



شكل 5: درجة حرارة الهواء ونسبة علمية التركيب الضوئي % لأربعة هجن.

3- الادغال: تعتبر الادغال المنافس الاول للمحاصيل الحقلية على مقومات الحياة من ماء وضوء وعناصر غذائية ومكان ، ومن الاسباب التي تؤدي الى خفض الحاصل في محصول الذرة الصفراء في العراق ولاسيما في محافظة نينوى على وجه الخصوص هو وجود الادغال . حيث أن الادغال تنشط بصورة كبيرة في فصل الربيع مقارنة بالفصول الاخرى كالخريف والصيف والشتاء وهذا ما اكدته كثير من الدراسات التي اجريت لمكافحة الادغال في حقول محصول الذرة الصفراء أن عدد الادغال (كثافتها) والوزن الجاف لها اعلى في العروة الربيعية مقارنة بالعروة الخريفية الذي يؤدي الى زيادة التنافس بين نباتات الادغال ونباتات المحصول على الرغم من امكانية الذرة الصفراء العالية على التنافس الا أن وجود الادغال يؤدي الى زيادة في النمو الخضري على حساب النمو الثمري والذي يعتبر المصب الرئيسي لجميع الفعاليات النباتية الانزيمية البنائية من تركيب ضوئي والتمثيل الغذائي وبالتالي سوف يؤدي الى قلة كمية المادة الجافة المترسبة في الحبوب وبالتالي انخفاض الحاصل النهائي لمحصول الذرة الصفراء .

وفي دراسة اجراها العبيدي (2019) لتقييم فعالية بعض مبيدات الادغال في نمو وحاصل الذرة الصفراء (Zea mays L.) والادغال المرافقة في محافظة نينوى وجد أن محصول الذرة

الصفراء في العروة الخريفية تفوق على العروة الربيعية في معظم الصفات ومنها عدد الصفوف بالعنوص ووزن 100 حبة وحاصل الحبوب الكلي في وحدة المساحة بينما اظهرت النتائج المتحصل عليها من التجربة تفوق المحصول بالعروة الربيعية في صفة ارتفاع النبات وزيادة المساحة الورقية والحاصل البيولوجي وفيما يلي سرد لبعض التفاصيل لكل صفة من الصفات المرتبطة بالحاصل وما صاحبه من تأثيرات ادت الى انخفاض الحاصل النهائي لمحصول الذرة الصفراء في العروة الربيعية مقارنة بالعروة الخريفية :

أ- ارتفاع النبات :من النتائج الواردة في الدراسة وجد ان ارتفاع النبات في العروة الربيعية تفوق على ارتفاع النبات في العروة الخريفية وذلك يعود الى الزيادة في طول السلامة في الساق في العروة الربيعية بسبب التنافس الحاصل بين نباتات الذرة الصفراء فيما بينها من جهة وبين نباتات الادغال من جهة اخرى على الماء والعناصر الغذائية والضوء ، كون الادغال الحولية التي تنمو في فصل الربيع تكون جذورها سطحية وغير متعمقة وهذا على العكس من نباتات الذرة الصفراء التي تكون جذورها متعمقة مما يتيح للأدغال الاستفادة من المواد الغذائية والرطوبة اكثر من المحصول وبالإضافة الى ان درجة الحرارة في الربيع تكون مثلى للنمو الخضري وهي تكون منخفضة عن درجات الحرارة في الخريف فيزداد التمثيل الغذائي بالتالي زيادة في قابلية السلامة على الاستطالة وبالتالي زيادة ارتفاع النبات وزيادة النمو الخضري الى الثمري اي ان المادة الجافة المنتجة خلال عملية التمثيل الضوئي سوف تترسب في جسم النبات اكثر من المادة الجافة التي سوف تترسب في الحبوب فيزداد الحاصل البيولوجي في النبات في العروة الربيعية وسببه انخفاض درجات الحرارة في المراحل الاولى للنمو مقارنة بالعروة الخريفية التي يزرع فيها المحصول في بداية او منتصف الشهر السابع فينمو خلال الشهر الثامن والتاسع الذي تكون فيه درجات الحرارة مرتفعة نسبياً مقارنة بالشهر الثالث الذي تزرع فيه الذرة وتنمو في الشهر الرابع والخامس فتكون درجات الحرارة في الربيع مناسبة ومثلى لعمليات التركيب الضوئي وللمو الخضري فيذهب جميع ناتج النبات (المادة الجافة) الى جسم النبات فيزداد وزن النبات الكلي (الحاصل البيولوجي) الى وزن الحبوب او العرائص.

ب-المساحة الورقية: بينت نتائج الدراسة زيادة المساحة الورقية في العروة الربيعية بسبب توجه النبات الى النمو الخضري نسبة الى النمو الثمري بشكل امثل بسبب اعتدال

درجات الحرارة في الربيع مقارنة بالصيف او بداية الخريف مقارنة مع العروة الخريفية مما يؤدي الى تظليل الاوراق السفلى في النبات وتحجب عنها الضوء المباشر لأشعة الشمس فيسبب انخفاض في كفاءة عملية التركيب الضوئي والتمثيل الغذائي فيقل من كمية المادة الجافة المترسبة في الحبوب وكمحصلة نهائية ينخفض حاصل الحبوب في وحدة المساحة على عكس الذي يحصل في العروة الخريفية عندما تكون المساحة الورقية اقل فيكون توزيع الضوء على جميع اجزاء النبات فيكون افضل مما هو عليه في العروة الربيعية فيكون التمثيل الغذائي ذو كفاءة عالية وبالتالي تتخفض كمية المادة الجافة المترسبة في المصب النهائي وهي العرائيص وهذا ما اكده بعض الباحثين في مجال زراعة الذرة الصفراء في العراق بشكل عام ومحافظة نينوى بشكل خاص.

ج- وزن 100 حبة: من الصفات المهمة الدالة على درجة امتلاء الحبة وزيادة الحاصل حيث بينت النتائج على تفوق صفة 100 حبة او 300 حبة في العروة الخريفية عن العروة الربيعية معنويا بزيادة قد تصل في بعض الاحيان الى الضعف بسبب عدم بعثرة جهد النبات في التمثيل الضوئي بسبب انخفاض معدل ارتفاع النبات في العروة الخريفية عن العروة الربيعية مما ادى الى ترسيب اكبر كمية من المادة الجافة الناتجة عن طريق عمليات التمثيل الغذائي والبناء الضوئي ، اما في العروة الربيعية فذهب اغلب نتاج التمثيل الضوئي الى جسم النبات وبالتالي صغر حجم البذور وقلة وزنها المادة المترسبة فيها.

د- حاصل الحبوب: يعتبر حاصل الحبوب لوحدة المساحة المحصلة النهائية لجميع الفعاليات التي يقوم بها النبات من التمثيل الضوئي والفعاليات الانزيمية وعملية البناء . توضح النتائج بان الحاصل الذرة الصفراء الكلي ينخفض في العروة الربيعية مقارنة بالعروة الخريفية على الرغم من ان عدد الحبوب بالعنوص في العروة الربيعية اكثر من العروة الخريفية الان وزنها اقل من وزن الحبوب في العروة الخريفية وهذا ما تم ذكره في صفة وزن 100 حبة ويعود السبب الى ما تم ذكره سابقاً من وجود الادغال المرافقة وزيادة التنافس ومعدل درجات الحرارة وزيادة المجموع الخضري نسبة الى المجموع الثمري .

كيف يتم التخلص من اثر الاجهاد الحراري والرطوبي:

- 1) ري النباتات بشكل جيد خلال فترة التزهير وذلك لزيادة رطوبة الهواء خلال فترة التزهير (تستمر لمدة أسبوعين) وذلك لتقليل الأثر السلبي لارتفاع درجة الحرارة.
- 2) زراعة مصدات رياح باتجاه هبوب الرياح لتقليل فقدان الرطوبة نتيجة لاستبدال الهواء الرطب بالهواء الجاف او الأقل رطوبة وبالتالي الحفاظ على حيوية وعمر حبوب اللقاح والخيوط السلكية.
- 3) اثبتت دراستين في جامعة بغداد- كلية الهندسة الزراعية ان إضافة سماد الزنك (Abbas و Abdul-Razak ، 2019A ، والبورون (Abbas و Abdul-Razak ، 2019B ، أدى الى زيادة حيوية ومدة بقاء حبوب اللقاح وحاصل الذرة الصفراء.
- 4) التأخير في موعد الزراعة الربيعية لمحصول الذرة الصفراء الى بداية الشهر الرابع بدلاً من بداية الشهر الثالث لتقليل المدة الزمنية التي يستغرقها النبات في النمو الخضري وتحفيز النبات الى الاتجاه الى النمو الثمري والتبكير في الازهار واعطاء فرصة اكبر للأدغال الحولية كي تنبت وبالتالي القضاء عليها في عملية الحراثة خلال عملية اعداد الارض للزراعة وكذلك استخدام (رش) مبيدات انتخابية (اختيارية) تعمل على قتل بذور الادغال عند الانبات لا تترك اثر على نبات المحصول وبالتالي سوف يبدأ الطور الثمري ويزداد ترسيب المواد الغذائية في الحبوب وسينعكس ذلك على زيادة الحاصل الكلي في وحدة المساحة وخاصة ان درجات الحرارة ترتفع في نهاية الشهر الخامس في محافظة نينوى.
- 5) زراعة اصناف تمتاز بمجموع خضري قليل (ارتفاع نبات + مساحة ورقية) وذات انتاجية عالية للحبوب تتأقلم مع الظروف البيئية لمحافظة نينوى.

تجربة 1: خذ حبوب اللقاح لنباتات مختلفة وقم بتعريضها لدرجات رطوبة مختلفة وراقب التغيرات المورفولوجية حبوب اللقاح تحت المجهر.

تجربة 2: عرض نباتات لمستويات مختلفة من الرطوبة ودرجات حرارة وقم بقياس الصفات التالية:

1- المساحة الورقية.

2- ارتفاع النبات.

3-الوزن الجاف.

4-الحاصل.

4- عدد الأوراق.

5- عدد الأيام من الزراعة الى الحصاد.

تكيف النباتات للجفاف:

تختلف النباتات في تراكيبيها التشريحية الداخلية اختلافا كبيرا مع تغير الوسط البيئي الذي تعيش فيه، وعادة ما يصاحب هذه الاختلافات، تغير في المظهر الخارجي للكائن النباتي، فالنباتات التي تعيش تحت تأثير البيئية الصحراوية يمكن أن نلاحظ عليها التحويرات المورفولوجية والتشريحية التالية:
أولا- تقوية البشرة:

تحمل أوراق وسيقان معظم نباتات المناطق الصحراوية الجافة طبقة سميكة من الكيوتكتيل أو الكيتين، تعمل على الحد من كمية فقد الماء، وبالتالي من خفض معدل عملية النتح، كما قد يحدث في بعض النباتات أن تضاف طبقة شمعية فوق طبقة الكيوتكتيل، والدراسات التشريحية أثبتت انه عند إماهة الشرائط الشمعية تحت الظروف الرطبة، تتباعد هذه الشرائط فتسمح بذلك لعملية نتح الأدمة؛ وفي حالة الجفاف، تتقارب هذه الشرائط وتتطابق فوق بعضها البعض، فتوضع بذلك حدا لعمل نتح الأدمة. ولوحظ أن أوراق العديد من نباتات الجفاف تحتوي على طبقة أو عدة طبقات من نسيج إضافي يتوضع مباشرة بعد نسيج البشرة، وقد تكون خلاياه مليئة بالمخاط ومادة الدباغين، ويعرف بالنسيج تحت البشرة المتخشب .
ثانيا- تكون كميات وفيرة من النسيج السكليرانشيمي:

تتميز معظم نباتات الجفاف بوجود كمية كبيرة من الخلايا السكليرانشيمية وخاصة في الأوراق مقارنة بما يوجد في أوراق النباتات الوسطية، وعادة ما تصطف مثل هذه الخلايا، بشكل طبقة أو طبقتين، تقع بين البشرة والنسيج المتوسط. ففي أوراق نبات بانكاسيا (*Bankasia*)، على سبيل المثال، توجد أشرطة من السكليرانشيم بين طبقة تحت البشرة وطبقة البرانشيم العمادي. ويمتد النسيج اليخضوري التمثيلي ما بين هذه الأشرطة متصلا بالخارج عن طريق الثغور لضمان التبادلات الغازية. ودور هذه الأشرطة من نسيج السكليرانشيم، هو التقليل من عملية النتح من جهة، ومن جهة ثانية ضمان الدعامة الميكانيكية عند تعرض النبات للجفاف. وتسمى النباتات التي تتكيف بهذه الطريقة، نباتات الجفاف متصلبة الأوراق.
ثالثا- وفرة الشعيرات:

تكون كثير من نباتات الجفاف شعيرات كثيفة على السطوح السفلية للأوراق أو على الثغور، فنتكون بذلك شبكة متماسكة، تستطيع أن تحتفظ بالهواء المحيط بالثغر، يكون في درجة عالية من الرطوبة. وبهذه الوسيلة تقل سرعة الهواء المتاخم لسطح الورقة وبالتالي ينعدم التبخر السريع للماء من الثغور، ومن أمثلتها: أوراق نبات الدفلة (*Nerium oleander*)، أوراق نبات قصب الرمال (*Calamafrostis arenaria*) وأوراق نبات بانكاسيا؛ وتسمى النباتات في هذه الحالة أي تلك التي تستخدم الشعيرات السطحية في مقاومة ظروف الجفاف، بنباتات شعيرية الأوراق.
رابعا- انطواء الأوراق:

تستطيع أوراق بعض نباتات الجفاف، أن تقوم بعملية انطواء محكم عندما يشد الجفاف، وخاصة لدى بعض نباتات الفصيلة النجيلية. وتعزى القدرة على الانطواء في الجفاف والانبساط في الظروف العادية أو الرطبة، إلى وجود نوع من الخلايا

يمتد طوليا مع الاتجاه الطولي للورقة على البشرة العلوية فقط من الورقة أو البشرة البطنية تتميز هذه الخلايا بكبر حجمها ورقة جدرها وتأثرها السريع بالرطوبة والجفاف، فعندما يجف الهواء المجاور للورقة، تفقد هذه الخلايا بعض مائها وتنكمش وبذلك تنطوي الورقة، فينعزل سطحها العلوي تماما عن الجو الخارجي. وعندما تعود الرطوبة إلى الارتفاع تمتص هذه الخلايا الماء وتنتفخ وعندئذ تنبسط الورقة، وتمسى الخلايا التي تتحكم في آلية الانطواء، بالخلايا المحركة أو الخلايا المفصلية. خامسا- خصائص الثغور من حيث تركيبها وموضعها:

تعتبر الثغور الممر الرئيسي لخروج الماء من داخل جسم النبات، ولذلك فإن وجود عدد كبير منها يؤدي بلا شك إلى فقدان سريع للمحتوى المائي من خلال عملية النتج، وعكس ذلك ما يمتلكه النبات من احتفاظه بكمية مرتفعة من الماء عند وجود قلة من الثغور على سطحه أو إذا كانت الثغور مصانة بطريقة أو بأخرى من التعرض المباشر للهواء الخارجي. وفي بعض الحالات تنتظم الثغور في عمق تجاويف مشتركة تنتشر في سطح الورقة، كما في أوراق نبات الدفلة، فتحفظ هذه التجاويف بهواء عالي الرطوبة، مما يقلل من عملية النتج. سادسا- اختزال سطح الورقة:

تلجأ بعض نباتات الجفاف إلى تخفيض معدل النتج بها عن طريق تقلقل السطح الناتج، وذلك حملها لأوراق صغيرة، وتسمى هذه النباتات، نباتات الجفاف صغيرة الأوراق، ومن أمثلتها نبات ذيل الخيل (*Equisetum*)، والهيلون (*Asparagus*). تشترك العديد من نباتات الجفاف بتكوين أشواك وهي ذات أصول مختلفة: تحورات جزئية أو كلية للأوراق، تحورات للساق. تختلف أشواك نباتات المناطق الجافة عن مناطق نباتات البيئية الوسطية، حيث أن بعض أنواع نباتات الجفاف المحتوية على الأشواك، عندما تنقل إلى بيئة رطبة، تفقد قدرتها على تكوين الأشواك. إذن توجد علاقة دون شك بين كثافة الأشواك وجفاف الوسط.

معاملة البذور لزيادة المقاومة للجفاف

1- التنبيه الكاذب للإنبات Seed Priming

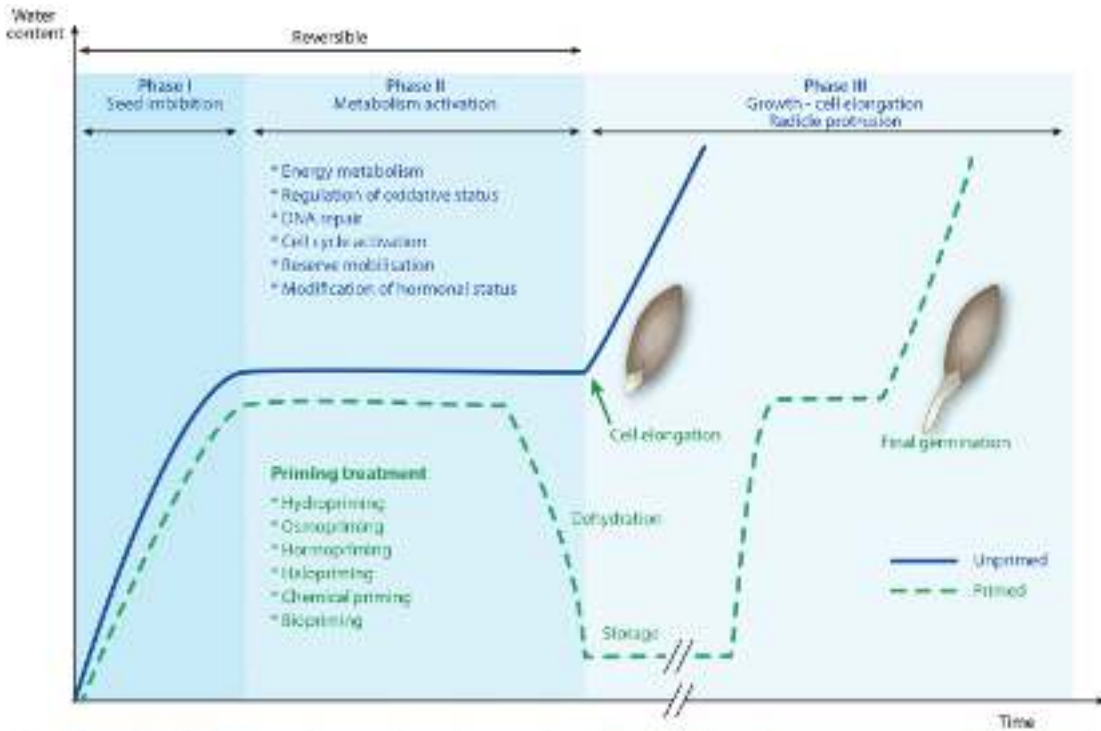
يحقق الـ Seed Priming الإنبات الفعال للبذور وهو مهم للزراعة، ويقصد بالانبات الفعال تأسيس ناجح في وقت مبكر وهذا يعني ان البادرات تظهر سريعا وينمو موحد ونمو جذري جيدا.

يمر الانبات عادة عبر ثلاث مراحل مميزة (الشكل 1) وهي:

(1) المرحلة الأولى: عملية ترطيب البذور المتعلقة بالتشرب السلبي للأنسجة الجافة المرتبطة بالماء تحدث الحركة لأول مرة في المناطق خارج الغشاء البلازمي Apoplast Space.

(2) المرحلة الثانية: مرحلة التنشيط المرتبطة مع إعادة إنشاء الأنشطة الأيضية وعمليات الإصلاح على مستوى الخلية.

(3) المرحلة الثالثة: بدء عمليات النمو المرتبطة باستطالة الخلية وتؤدي إلى خروج نتوء الجذير. تتضمن كل من المرحلتين الأولى والثالثة زيادة في محتوى الماء أثناء الترطيب كما ان المحتوى المائي يكون مستقرًا خلال المرحلة الثانية. عادة قبل نهاية المرحلة الثانية تكون عملية الإنبات قابلة للعكس: وبالتالي يمكن تجفيف البذور مرة أخرى وتبقى حية أثناء التخزين وقادرة على إعادة بدء الإنبات لاحقًا في حال توفر ظروف مواتية للإنبات (Chen و Arora، 2011)



الشكل (1): منحنيات ترطيب البذور ومراحل الإنبات في بذور غير مهياًة ومجهزة للإنبات.

المعاملات التي تطبق خلال أو أثناء مرحلة الإنبات القابلة للعكس (المرحلة الثالثة Phase III)، ومدتها تختلف حسب القدرة التناضحية بين المحلول والبذور ودرجة الحرارة ووجود المركبات الكيميائية، في المرحلة الثانية Phase II يحدث تنشيط لعمليات التمثيل الغذائي وإصلاح للأضرار في البذور ويتم إيقافها بإرجاع البذور إلى الرطوبة المناسبة لخبز البذور (الشكل 1) (Paparella وآخرون، 2015).

إلى seed Priming يساعد على نمو النباتات في ظروف بيئية واسعة ومقاومة الإجهاد البيئي (Zhang وآخرون، 2015)، إن إلى seed Priming مشابه لما يحدث لبذور بعض النباتات الصحراوية والتي بذورها تحتفظ بحيوتها لفترات طويلة؛ إذ تتعرض بذورها لدورات من الجفاف والترطيب دون حدوث الإنبات وبالتالي هذا يعزز الإنبات اللاحق بعد هطول كميات كافية من الأمطار الغزيرة (Santini و Martorell، 2013، من وجهة نظر عامة، فإن إلى Seed Priming لا تتعلق بالبذور فحسب، بل تتعلق أيضًا بنظام النبات بأكمله ويمكن تعريفه على أنه حالة مستحثة حيث يتفاعل النبات بشكل أسرع وأكثر كفاءة مع الإجهاد البيئي (Balmer وآخرون، 2015). النباتات المعرضة للإجهاد في مراحل الإنبات الأولى يعطي تكيف

ايضي يخزن في ذاكرة النبات فيعطيهها تكيفا اكثر كفاءة لنويات الاجهاد اللاحقة (Gamir وآخرون، 2015) (Tanou وآخرون، 2012).

فوائد التحفيز الكاذب للإنبات (Seed Priming) (Meena وآخرون، 2013):

- 1- زيادة Seed Vigor.
- 2- زيادة نسبة الانبات الحقلي والمختبري.
- 3- تقليل فترة التأسيس والترسيخ Seedlings Establishments وبالتالي يقلل من فشل نمو البادرات وتحسين المنافسة مع الادغال لصالح النباتات المزروعة.
- 4- النمو المنتظم والمتناسق Uniform Growth.
- 5- زيادة كفاءة استخدام المياه بسبب تقليل فترة الترسخ Seedlings Establishments.
- 6- زيادة الحاصل.

عيوب التحفيز الكاذب للإنبات Seed Priming:

- 1- تحتاج تقنيات عالية للسيطرة.
 - 2- صعوبة معاملة كميات كبيرة من البذور في وقت قصير.
- طرائق الـ Seed Priming: هنالك أربعة طرق لمعاملة البذور وهي
1. التحفيز الكاذب للإنبات بالماء Hydro-Priming: يشمل التحضير المائي أي دورات من النقع في الماء و التجفيف مرة أخرى ثم في الختام يتم التخفيض إلى الرطوبة الملائمة لتخزين البذور (Taylor وآخرون، 1998).
 2. التحفيز الكاذب للإنبات بالمحاليل الازموزية Osmotic Priming: يتم نقع البذور في محاليل ذات اثر ازموزي وبدورات من النقع والتجفيف ثم الخزن على الرطوبة الملائمة للخزن، ومن المواد الازموزية (Boudet وآخرون، 2006):

a. المانيتول mannitol.

b. نترات البوتاسيوم (KNO₃).

c. كلوريد البوتاسيوم (KCl).

d. البولي اثلين كلايكول (PEG).

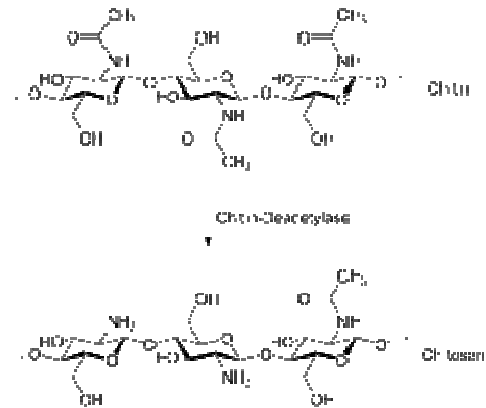
e. كلوريد الصوديوم (NaCl).

3. التحفيز الكاذب للإنبات بالمصفوفة الصلبة Solid Matrix Priming: يتم نقع البذور في مواد تعطي البذور أو تسمح لها بالتشرب البطيء مثل الفيرميكوليت vermiculite أو diatomaceous earth أو أي مادة بوليمر أخرى ماصة للماء بدرجة عالية (Di Girolamo و Barbanti، 2012).

4. التحفيز الكاذب للإنبات بالمواد الحيوية Bio Priming: وهو مزيج من ترطيب البذور مع التلقيح بالإحياء المجهرية المفيدة للبذور وبدورات من الترطيب والتجفيف ثم الخزن على الرطوبة الامنة للخزن (Raj وآخرون، 2004).

يتم تجفيف البذور بعد عملية Seed Priming الى الرطوبة الامنة لخزن البذور، وعادة يكون التجفيف بشكل بطيء وعلى درجات حرارة معتدلة، وفي بعض الأحيان يتم استخدام الصدمة الحرارية (Chen و Arora، 2013).

5- المعاملة بالشيتوزان Chitosan: عبارة عن مركب عديد السكاريد الخطي يتكون من D-glucosamine (وحدة منزوعة الأسيتيل) و N-acetyl-D-glucosamine (وحدة أسيتيل) موزعة عشوائياً (الشكل 2). يتم تصنيعه عن طريق معالجة قشور الكيتين في الجمبري والقشريات الأخرى بمادة قلوية، مثل هيدروكسيد الصوديوم. يستخدم الشيتوزان في معاملة البذور لحمايتها من الإصابات الفطرية وكمادة حاملة للمواد الفعالة في عملية تغليف البذور كما انها لا تحتاج الى حرارة عالية خلال عملية تغليف البذور (Stoner، 2006).



الشكل 2: تشكيل الشيتوزان عن طريق نزع الأسيتيل الجزئي من الكيتين.

7- مغنطة البذور: ويتم ذلك بنقع البذور بالماء وتعريضها للمغنطة وبشدة تقاس بوحدة الكاوس ولها تأثيرات معنوية على النباتات (كمال وآخرون، 2013) (Lawlor و Leahy، 1998) واثبتت نتائج التجارب ان البذور الممغنطة وكذلك مياه الري، تساعد على سرعة الانبات وانضاج وزيادة المحصول وجودة الانتاج في مدة زمنية تقل بنسبة تتراوح ما بين 20 الى 30% عن الظروف العادية لزراعة ذات المحصول.

8- المعاملة بالماء المؤكسج والاوزون: من خلال زيادة نسبة الاوكسجين في الماء عبر إضافة O₃ او زيادة BDO للماء فان ذلك يحسن من تشرب البذور للماء خاصة البذور المغلفة والبذور الساكنة (Pandiselvam وآخرون، 2020).

شد الضوء

ينشا شد الضوء اما نتيجة لنقص الاضاءة ويسمى شد الظل

او نتيجة لزيادة الاضاءة

نقص الاضاءة:

اذا نقصت الاضاءة عن النقطة الحرجة للضوء يصبح معدل التنفس اعلى من معدل البناء الضوئي وتصبح محصلة البناء بالسالب .

ويتعرض النبات للمجاعة عند استمرار وجوده في شدة الاضاءة اقل من النقطة الحرجة للضوء لفترة زمنية طويلة تختلف النقطة الحرجة من نوع نبات لنوع اخر ولكنها اقل من 2% من اقصى ضوء شمس.

شد زيادة الضوء: ينشا شد زيادة الضوء من زيادة كمية الضوء الساقط على الاوراق عن كمية الضوء المستخدمة في عملية البناء الضوئي لسببين:

1- زيادة كمية الضوء الساقطة على الاوراق.

2- نقص معدل البناء الضوئي عند كمية ثابتة من الضوء الساقط كما يحدث عند تعرض النبات الى شد جفاف او برد.

من اهم التأثيرات على النبات:

1- يزداد معدل اختزال CO_2 مع زيادة كمية الضوء الممتصة بواسطة الكلورفيل الى ان يصل الى التشبع.

2- زيادة كمية الضوء الممتص على كمية الضوء المستخدم في البناء الضوئي تسبب تحطم ضوئي لاصباغ البناء الضوئي وتسمى العملية (الاكسدة الضوئية) وتعتمد هذه العملية على الضوء والاكسجين .

كما يسبق هذه العملية بفترة من الزمن تثبيط للبناء الضوئي, ان تثبيط البناء الضوئي يحدث نتيجة اضرار تحدث في جهاز البناء الضوئي وليس نتيجة نقص اصباغ البناء الضوئي .

تتكون عوامل مؤكسدة قوية جدا مثل فوق أكسيد الهيدروجين وتسبب أضرار للنبات .
طرق الحماية من زيادة الضوء:

1- التبريد الحراري للطاقة (تفاعل غير مضر)

2- طرق دورة الزانثوفيل ويصاحبها تبريد حراري للطاقة , تحدث في أغشية الثيلاكويد , وفيها يتحول ثلاث مركبات زانثوفيليه الى زيازانثين .

3- تغيير وضع الاوراق بحيث تكون موازيه لاشعة الشمس فيقل امتصاصها للضوء .

4- تغيير وضع البلاستيدات في الخلية , ففي نبات الـ Elodea تتجمع البلاستيدات عند الجدار الخلوي لتقليل امتصاص الضوء , وهذا الوضع لا يمنع التثبيط الضوئي عند التعرض الى ضوء شمس كامل لفترة طويله .

5 - استمرار أيض الكبريت مهم لمنع أو تقليل التثبيط الضوئي .

التلوث البيئي أنواعه و

تعريف التلوث:

- ما هو التلوث؟ بالتأكيد يسأل كل إنسان نفسه عن ما هية التلوث أو تعريفه.

فالتعريف البسيط الذي يرقى إلي ذهن أي فرد منا: *كون الشيء غير نظيفاً* والذي ينجم عنه بعد ذلك أضرار ومشاكل صحية للإنسان بل وللكائنات الحية، بأكمله ولكن إذا نظرنا لمفهوم التلوث بشكل أكثر علمية ودقة :
هو إحداث تغيير في البيئة التي تحيط بالكائنات الحية بفعل الإنسان وأنشطته اليومية مما يؤدي إلي ظهور بعض الموارد التي لا تتلائم مع المكان الذي يعيش فيه الكائن الحي ويؤدي إلي اختلاله.

ان هو الذي يتحكم بشكل أساسي في جعل هذه الملوثات إما مورداً نافعاً أو تحويلها
:

نجد أن الفضلات البيولوجية للحيوانات تشكل مورداً نافعاً إذا تم استخدامها مخصبات للتربة الزراعية، إما إذا تم التخلص منها في مصارف المياه ستؤد

- ما هي أسباب تلوث البيئة؟

الإنسان هو السبب الرئيسي والأساسي في إحداث عملية التلوث في البيئة وظهور جميع الملوثات بأنواعها المختلفة وسوف نمثلها علي النحو التالي :

- فالإنسان هو الذي يخترع .
- وهو الذي يصنع .
- وهو الذي يستخدم .
- وهو المكون الأساسي للسكان .

* _____ :

-تلوث الهواء: نقصد بتلوث الهواء وجود المواد الضارة به مما يلحق الضرر الإنسان في المقام الأول ومن ثم البيئة التي يعيش فيها ويمكننا تصنيف ملوثات الهواء إلى قسمين...

- التلوث بالنفايات: من أنواع التلوث البيئي التلوث بالنفايات والتي تشتمل على: القمامة - النفايات الإشعاعية ...

- التلوث البصرى: هو تشويه لأي منظر تقع عليه عين الإنسان يحس عند النظر إليه بعدم ارتياح نفسي، ويمكننا وصفه أيضاً بأنه نوعاً من أنواع انعدام الصورة الجمالية لكل شئ يحيط بنا من أبنية ...
...
...

- تلوث المياه: يشتمل تلوث المياه على أولاً تلوث المياه العذبة، ثانياً تلوث البيئة البحرية ...

- السمعى: يرتبط التلوث السمعى أو الضوضاء ارتباطاً وثيقاً بالحضر الأماكن تقدماًً وخاصة الأماكن الصناعية للتوسع في استخدام الآلات ووسائل التكنولوجيا الحديثة...

- تلوث التربة: إن التربة التي تعتبر مصدراً للخير والثمار، من أكثر العناصر التي يسئ استخدامها فى هذه البيئة. فهو قاسٍ عليها لا يدرك مدى أهميتها فهي مصدر الغذاء الأساسى له ولعائلته، وينتج عن عدم الوعي والإدراك لهذه الحقيقة إهماله لها ...

التلوث بالنفايات

* التلوث بالنفايات:

- من أنواع التلوث البيئى التلوث بالنفايات والتي تشتمل على:

1-

2- النفايا الإشعاعية .

- التلوث بالنفايات:

1- :

والمقصود بها هنا القمامة ومخلفات النشاط الإنسان في حياته اليومية. ونجد أن نسبتها تتزايد فى البلدان النامية وخاصة فى ظل التضخم السكاني .

- وقد تؤدي هذه النفايات مع غياب الوعي الصحي إلى جانب ضعف نظم جمعها والتخلص منها إلى الأضرار الجسيمة الآتية :

-انتشار الروائح الكريهة .

-اشتعال النيران والحرائق .

-بيئة خصبة لظهور الحشرات مثل الذباب والناموس والفئران .

-تكاثر الميكروبات والتي تسبب الإصابة ب:

1-الإسهال .

2-الكوليرا .

3-الدوسنتريا الأميبية .

4-الالتهاب الكبدي الوبائي .

5-التيتانوس.

6-

- 7-الاضطرابات البصرية .
- 8-انتشار أمراض جراثيم الماشية .

2-النفائيات الإشعاعية:

1-النفايا العسكرية:

ما زال النقاش يدور حول كيفية التعامل والتخلص من النفايا الإشعاعية التي لم يتم الوصول بصدها على الرغم من إيقاف البرامج النووية هناك دولة ما تخفى نشاطها الإشعاعي، فالأمر لم يعد سراً لكن ما زال هناك من التحديات التي نراها جميعاً واضحة جداً، فالمشكلة لا تكمن في صناعة المزيد من الأسلحة النووية وإنما في طريقة نها الذي يزيد الأمور تعقيداً ويضيف بعداً آخر للمشكلة، أو استخدام الطرق الصحية في تخزينها إلي جانب المشاكل المالية الضخمة المتطلبة في تغطية تكاليف إزالة التلوث التي بدأت تحدثه بالفعل هذه النفائيات .

2-نفايا المدنيين:

لا تقتصر النفايا الإشعاعية على العسكريين فقط وأسلحتهم المدمرة لكنها تمتد أيضاً للمدنيين حيث تتمثل في:

توليد الكهرباء التي تصدر نفايا إشعاعية من الصعب التعامل معها وغيرها من السليمة التي لا تستخدم في الحروب، كما يسيئ المدنيين إلي البيئة من خلال طريقة التعامل مع النفايا الإشعاعية عن طريق *الدفن* وينظرون إليها علي أنه الخيار الوحيد أمامهم للتخلص منها، لأنه بالرغم من محاولة كافة الدول لإيجاد مخرج آمن، فقد فشلوا في تحقيقه. على دفن هذه النفايا لأنها ستمتد إلي البيئة المحيطة بها وخاصة التي يتم زراعتها في هذه الأرض الملوثة والتي ستؤثر بالطبع على جودة حياة الإنسان وتدمر جيناته أي أن أثارها ستدوم وتستمر ولا يمكن محوها ولن يكون على الإطلاق بل إضافة مشكلة جديدة لمشاكل تلوث البيئة .

تلوث المياه

- *يشتمل تلوث المياه على:
- أولاً تلوث المياه العذبة.
- ثانياً تلوث البيئة البحرية.

*تلوث المياه:

أولاً تلوث المياه العذبة وأثره على صحة الإنسان :

-ما هي العناصر التي تسبب تلوث المياه العذبة؟

المياه العذبة هي المياه التي يتعامل معها الإنسان بشكل مباشر لأنه يشربها ويستخدمها في

طعامه الذي يتناوله. وقد شاهدت مصادر المياه العذبة تدهوراً كبيراً في الأونة الأخيرة لعدم توجيه قدرٍ وافٍ من الاهتمام لها. ويمكن حصر العوامل التي تتسبب في حدوث مثل هذه الظاهرة :

- 1- استخدام خزانات المياه في حالة عدم وصول المياه للأدوار العليا والتي لا يتم تنظيفها بصفة دورية الأمر الذي يعد غاية في الخطورة .
- 2- قصور خدمات الصرف الصحي والتخلص من مخلفاته .
- 3- التخلص من مخلفات الصناعة بدون معالجتها، وإن عولجت فيتم ذلك بشكل جزئي .

أما بالنسبة للمياه الجوفية، ففي بعض المناطق نجد تسرب بعض المعادن إليها من الحديد والمنجنيز إلي جانب المبيدات الحشرية المستخدمة في الأراضي الزراعية .

-آثار تلوث المياه العذبة على صحة الإنسان :

أبسط شيء أنه يدمر صحة الإنسان علي الفور من خلال إصابته بالأمراض المعوية ومنها:

- 1- الكوليرا .
- 2- التيفود .
- 3- الدوسنتاريا بكافة أنواعها .
- 4- الالتهاب الكبدي الوبائي .
- 5- الملاريا .
- 6- البلهارسيا .
- 7- .
- 8- .
- 9- كما لا يقتصر ضرره على الإنسان وما يسببه من أمراض، وإنما يمتد ليشمل الحياة في مياه الأنهار والبحيرات حيث أن الأسمدة ومخلفات الزراعة في مياه مما يضر بالثروة السمكية لأن هذه النباتات تحجب ضوء الشمس والأكسجين للوصول إليها كما أنها تساعد والقواقع التي تسبب مرض البلهارسيا علي سبيل .

ثانياً تلوث البيئة البحرية وأثره :

- :
-
-
- أو نتيجة للصرف الصحي والصناعي .

1- تسبب أمراضاً عديدة للإنسان:

- الالتهاب الكبدي الوبائي .
- الكوليرا .
- الإصابة بالنزلات المعوية .
- التهابات الجلد .

2-تلحق الضرر بالكائنات الحية الأخرى :

-الإضرار بالثروة السمكية .

-هجرة طيور كثيرة نافعة .

-الإضرار بالشعب المرجانية، والتي بدورها تؤثر علي الجذب السياحي وفي نفس علي الثروة السمكية حيث تتخذ العديد من الأسماك من هذه الشعب المرجانية سكناً وبيئة لها....

تلوث الهواء

*تلوث الهواء:

- ا أراد الإنسان أن يحافظ على صحته فلا بد من السيطرة على تلوث الهواء لأنه أكسير الحياة الذي نتنفسه .

وتتسبب ملوثات الهواء فى موت حوالي 50.000 شخصاً سنوياً (أي تمثل هذه النسبة حوالي 2 % من النسبة الإجمالية للمسببات الأخرى للموت .)

هذا المجال هو الدخان المنبعث من التبغ أو

يقتل حوالي 3 مليون شخصاً سنوياً ومن المتوقع أن تزيد هذه 10مليون شخصاً سنوياً فى الأربعة عقود القادمة إذا استمر وجود مثل هذه الظاهرة .

ونقصد بتلوث الهواء وجود المواد الضارة به مما يلحق الضرر

الأول ومن ثم البيئة التي يعيش فيها ويمكننا تصنيف ملوثات الهواء إلى قسمين :

1-القسم الأول: مصادر طبيعية أي لا يكون للإنسان دخل فيها مثل الأتربة ... وغيرها من

2-القسم الثاني: مصادر صناعية أي أنها من صنع الإنسان وهو المتسبب الأول فيها

فاخترعه لوسائل التكنولوجيا التي يظن أنها تزيد من سهولة ويسر حياته فهي على العكس

تماماً تزيدها تعقيداً وتلوثاً: عوادم السيارات الناتجة عن الوقود، توليد الكهرباء ...

وغيرها مما يؤدي إلي انبعاث غازات وجسيمات دقيقة تنتشر فى الهواء من ح

بيئتنا الطبيعية الساحرة. ونجد أن المدن الصناعية الكبرى فى جميع أنحاء العالم هي من

لظاهرة التلوث، بالإضافة إلي الدول النامية التي لا تتوافر لها

الإمكانيات للحد من تلوث البيئة.

-ومن أكثر العناصر انتشاراً والتي تسبب تلوث الهو :

-الجسيمات الدقيقة:

وهي الأتربة الناعمة العالقة فى الهواء والتي تأتي من المناطق الصحراوية .

- ثاني أكسيد الكربون :
المصدر الرئيسي لهذا الغاز الضار هي الصناعة .

- أكاسيد النيتروجين :

- ويأتي نتيجة تفاعل أكاسيد النيتروجين مع الهيدروكربون في وجود أشعة الشمس وهو أحد (Smog).

- أول أكسيد الكربون :
يوجد بتركيزات عالية وخاصة مع استعمال الغاز في المنازل .

- وهو أقرب الأمثلة وأكثر شيوعاً في إحداث التلوث داخل البيئة الصغيرة للإنسان (المنزل -).

- حيث أوضحت بعض القياسات أن نسبة الرصاص في هواء المنازل تصل من 6400 - 9000 جزء في المليون في الأتربة داخل بعض المنازل مقارنة ب 3000 المليون في الهـ .

والجدول التالي يوضح الأضرار الصحية التي من الممكن أن تلحق بصحة الإنسان عند التعرض لهذه الملوثات: الملوثات

1-أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين

-إلحاق الضرر بالحيوان والنبات .
- دمة في الأبنية .

2-الجسيمات العالقة
-تسبب الأمراض الصدرية .

3-أول أكسيد الكربون
-يؤثر علي الجهاز العصبي .
-يحدث قصور في الدورة الدموية .

4-

-يسبب أمراض الكلي .
-يؤثر علي الجهاز العصبي وخاصة فى الأطفال .

5-

-التهابات العين .
-تأثير سلبي علي الرئة والقلب

7% من مساحة اليابسة واكثر من 15%

للزراعة في العالم من التملح , وهذه الزيادة في نسبة الاملاح في التربة وفي مياه الري , ملحي على النباتات وهذا يؤدي انقاص كمية المحاصيل الزراعية كما يؤدي كذلك تقزم النبات أو بطيء نموه وذلك لان ازدياد مستوى ايون الكلور والصوديوم في عصارة النبات تؤدي حدوث اضطراب في التوازن الايوني داخل الخلية النباتية . ويؤدي ازدياد تركيز الاملاح في التربة تقوم بسحب الماء من هذه الجذور , ويزداد تأثير الاملاح على النبات خلال الأجواء الجافة والحارة . وفي الاشجار المتساقطة الاوراق يظهر تأثير الاملاح غالبا في اواخر فصل الصيف اما في الاشجار الدائمة الخضرة فان تأثير الاملاح قد يظهر في اواخر الشتاء وبدايات الربيع . وغالبا فان التملح لا يحدث في الاراضي التي تزيد معدلات الامطار عن 450 ملي متر سنويا ما لم يتم استخدام مياه جوفية مالحة في ري هذه الاراضي , وما لم يتم الافراط في استخدام الاسمدة الكيميائية , اما الاسمدة العضوية والخضراء فانها تقي الارض

هي زيادة تركيز الاملاح في منطقة جذور النبات وتصل هذه التركيزات الحد الذي يؤثر على نمو النباتات ونقص في المحصول وتكون اعراض مشابهة لاعراض الجفاف لنقص الري مثل جفاف الاوراق او ظهور اللون الداكن الاخضر المزرق عليها ويزداد تركيز العمق نتيجة امتصاص النبات للمياه في القدر القليل من الماء الباقي حول جذور

النبات وتغسل الريات المتعاقبة الاملاح

لم يحدث الغسيل لها وللحصول على محصول جيد يجب الحفاظ على وجود مياه متاحة للنبات بدرجة كافية وكذلك الغسيل للاملاح المتجمعة في منطقة نمو الجذور قبل ان يزيد تركيزها عن قدرة النبات عن قدرة النبات عن تحمل الملوحة ويؤدي ارتفاع منسوب الماء الارضي يعتبر مصدر اضافيا لاملاح نتيجة لحركة الماء الارضي لاعلى ووصوله لمنطقة نمو الجذور وذلك لزيادة محتواه من الاملاح الذائبة فيه .

وينعكس تأثير كل من ملوحة الارض والجفاف في نقص الماء المتاح للنبات وبالتالي نقص المحصول وتحدث اعراض كثير على النبات نتيجة لزيادة الملوحة في الارض مثل احتراق الاوراق وتبقعها وتقزم النبات وزيادة الضرر مع زيادة مدة تعرضه للملوحة وتتفاوت النباتات فيما بينها في درجة تحملها فسيولوجية خاصة بالنبات ,

ملوحة التربة على فسيولوجية النبات بوحدة او اكثر من الطرق التالية :

1 - التأثير الايوني : وهو تراكم الاملاح في انسجة النبات المختلفة بتركيزات عالية زائدة عن حاجة النبات والذي يؤدي لنبات وموته .

- 2 - تأثير تداخل الايونات : احتواء التربة على تركيزات مرتفعة من الاملاح يؤدي امتصاص المغذيات النباتية (العناصر المعدنية الضرورية للنمو) وهو واضح بشدة بين البوتاسيوم والصوديوم فكلما زاد احدهما قلت قدرة النبات على امتصاص الاخر .
- 3 - التأثير الاسموزي : يميل الماء للتحرك من المناطق ذات الجهد المائي الجهد المائي المنخفض وزيادة تركيز الاملاح في التربة يخفض الجهد المائي لمحلول التربة مقابل خلايا الجذر مما يشكل صعوبة في امتصاص الماء في النبات .

هناك نوعين من العوامل المؤثره على استجاب الملوحه احدهما تتعلق بالتربة والآخرى بالنبات نفسه

بـ : : بـ النباتات وتعاملها مع الملوحه هي:-

- 1 - خصوبة التربة : حيث تظهر اثار الملوحه بوضوح في الاراضي الغير خصبة وذلك نتيجة لقلّة العناصر المعدنية مثل البيئات الصحراوية .
- 2 - محتوى التربة من الرطوبة : حيث يقل تركيز الاملاح كلما زادت رطوبة التربة تبخر الماء وامتصاصه من قبل النبات تتراكم الاملاح بتراكيز مرتفعه .
- 3 - درجة حرارة التربة : حيث تؤدي الحرارة المرتفعه تبخير الماء وتراكم الاملاح .
- 4 - تهوية التربة : يزداد التأثير السلبي للاملاح في الاماكن المغمورة بالماء نتيجة لنقص التهوية.
- 5 - نوعية الماء: وذلك لاختلاف مصادر المياه اخر حيث تنقسم المياه يث كمية الاملاح الذائبة بها :
- الماء العذب (الحلو) : وهو الذي يكون توصيله الكهربائي اقل من 250 ميكرو مولز /سم ويتوفر في الابار والعيون الحلوة وهو ماء صالح للشرب والزراعة .
- ماء معتدل الملوحه وتوصيله الكهربائي بين 250 - 750 ميكرو مولز /سم و يوجد في الكثير من الابار والانهار وهو صالح للشرب .
- ماء به نسبة مرتفعه من الملوحه : توصيله الكهربائي بين 750 - 2250 ميكرو مولز /سم ويوجد في الناطق الساحلية وبعض المياة الجوفية وهو غير صالح للشرب او الزراعة.
- الماء المالح : توصيله الكهربائي اكثر من 2250 ميكرو مولز /سم ويمثل مياة البحار والمحيطات وهو غير صالح اطلاقا للشرب او الزراعة اذا استخدمه على حاله (دون تحليله) .

ثانيا : عوامل النبات : وهي على نوعين

- 1 : اختلاف الاصناف حيث تختلف استجابة النباتات للملوحه م .
- 2 : مرحلة النمو : تؤثر الملوحه في جميع مراحل النمو للنبات وتختلف حساسيا كل نبات ومقاومته او استجابته للملوحه من مرحله اخرى ولا يمكن ان تتساوى في جميع

المراحل مثال نجد ان الذرة والشعير حساسه في مرحلة البنا

تأثيرات

:

: التأثير على الانبات : يعتبر الانبات من اهم مراحل عمر النبات وهي مرحلة حرجه خاصه في البيئات المعرضه للشد المائي كالبيئات المالحة حيث يعتبر توفر الماء بكميات كافيه ومتاحه من اهم ضروريات الانبات فتركيز الملوحة الزائد في الخارج يعطل قدرة حبيبات النشاء والبروتين للبذرة على امتصاص الماء الخارجي فلا يحدث انبات لو يحدث بنسبة ضعيفه .

ومن التأثيرات السلبية للملوحة في هذه المرحله :

1 - التأثير السمي للاملاح على الجنين : يدخل مع الماء كمية من الاملاح التي تؤدي موت الجنين

2 - تعطيل بناء البروتين وزيادة تحلله وهذا يؤدي موت الجنين

3 - وفي هذه الحالة

السكون والسكون هي فترة ميكانيكية تمنع الانبات في الظروف الغير مناسبة .

ثانيا : تأثير الاملاح على النمو والانتاجية :

1 -

2 - تقلل مساحة الورقه ,

3 - تقلل من انتاجية النبات سواء الازهار او الثمار او البذور

4 -

5 - تقلل من النمو الجذري وتفرعاته .

6 -

7 - تقلل من حجم البذور وصفاتها

8 - تغير في التركيب الداخلي للبلاستيدات الخضراء وتسبب خلا في تحويل الطاقه الضوئية او تقلص حجم البلاستيدات والكرانا .

9 - زيادة نمو الطبقة الشمعية المحيطه بالساق من الخارج وتقلل من فعالية نسيج الكامبيوم

10 - ب اللكنيني مبكرا .

11 - مرحلة الشيخوخه ويزداد فيها مستوى ABA

فيها ايضا نقص مستوى السايوكاينين حيث تؤثر الملوحة على نشاط انزيم Mail

dehyagenase وهو ما يؤثر على نشاط المركبات الوسطية لدورة السترات .

تكيف النباتات للبيئات المالحة :

نوعين :

تنقسم النباتات حسب استجابتها

اولا : نباتات غير ملحية : وهي نباتات لا تملك اليات او تكيفات خاصة بتعامل مع الملوحة وتختلف حساسيتها الملوحة من نباتات حساسه شديدة الحساسية للملوحة وفي الغالب لا يزيد تحملها $NaCl$ % 1.5 ويندرج تحت هذا النوع نباتات المحاصيل الزراعية وتنظم هذه النباتات الملوحة الداخلة بانسجتها بثلاث طرق:

- 1- توزيع الايونات الضارة على جميع اجزاء النبات حتى لا يتاثر نسيج دون اخر
 - 2 - احتجاز هذه الايونات في اماكن معينة كالفجوة العصارية او المسافات البيئية
 - 3 - اعادة تصدير او طرح هذه الايونات الممتصمة عن طريق الجذور
- ثانيا : النباتات الملحية وهي النباتات التي تنمو في تراكيز مرتفعة من الملوحة وتوجد هذه

مقاومة الملوحة في النباتات الملحية :

مقاومة النباتات للملوحة عي قدرتها على تحمل تراكيز عالية من املاح $NaCl$ وغيرها دون اضطراب خطير في الوظائف الاساسية للنبات وتكون المقاومة بطريقتين الاولى بتحمل الملوحة والثانية عن طريق التنظيم

اولا : تحمل الملوحة : ويعرف على انه خاصية البروتوبلازم التي تمكنه من تحمل تغيرات في نسب الايونات والتاثيرات السمية المرتبطة بزيادة الايونات داخل الخلايا ويتم التحمل بطريقتين

- 1 - نوع الايون : حيث يمتص النبات نوع واحد من الايونات ويراكمه داخل الخلايا مثل الصوديوم (يستفيد منه في خفض الجهد المائي الخلايا للحصول على الماء)
- 2 - يحافظ على نسب ثابتة ومعينه من تراكيزات الايونات داخل الخلايا في السايوتوبلازم والفجوة العصارية .

ثانيا : عن طريق التنظيم وهي الخاصية التي تعمل بموجبها بعض النياتات الملحية لتفادي زيادة الاملاح داخل الخلايا والانسجة ويتم هذت التنظيم بعدة طرق :

- 1 - التخفيف : عن طريق زيادة العصارية فكلما زادة كمية الاملاح الممتصه زادة كمية الماء الممتصة ليقول من تركيز الملاح لذلك تظهر الاوراق متضخمة في هذا النوع من النباتات .
 - 2- شي و هي محاولة النبات لابعاد الايونات عن المناطق الخضرية التي بها النشاط الحيوية لنبات ويتم هذا التحاشي بطريقتين :
- الترشيح والامتصاص المحدد لبعض الايونات عن طريق الجذور حيث يمتص ما يحتاجه فقط من الاملاح تاركا غيرها

- : يمتص الجذر الاملاح ويراكمها داخل الجذر حيث

يساعد هذا على خفض الضغط الاسموزي في الجذر فيتمكك النبات من امتصاص الماء ولكن لا تصعد هذه الاملاح

3 - الأبعاد وهو أبعاد الأيونات التي دخلت :

-

- الإفراز عن طرق الغدد أو الشعيرات

- الإفراز عن طريق سطح الساق أو الجذور

-

الحرارة عامل بيئي له تأثير مباشر وغير مباشر على جميع العمليات الحيوية وهناك نوعان من الاجهادات الحرارية :

1- اجهاد الحرارة المرتفعة

2- اجهاد الحرارة المنخفضة:

: درجة حرارة النبات غير ثابتة تتغير مع تغير درجة الحرارة المحيط

العامل المحدد لدرجة حرارة النبات هو درجة حرارة المحيط الملامس له:

1- درجة حرارة النباتات المائية (قريبة من درجة حرارة الماء الملامس)

2- درجة حرارة الجذور (قريبة من درجة حرارة التربة الملامسة)

3- الخضرية (قريبة من درجة حرارة الهواء الملامس).

:

- كمية الطاقة الساقطة عليها

1- جزء يمتص يستخدم في تفاعلات البناء الضوئي والتفاعلات الحرارية

2- جزء يفقد بواسطة النفاذ أو الانعكاس

- الاتزان بين كمية الحرارة المتصة وكمية الد

تعتمد اضرار الحرارة المرتفعة على الفترة الزمنية للتعرض ومن اهم الاعراض : ظهور بقع ميتة , فقد اللون الاخضر, ظهور بقع ملونة.

تأثيرات الحرارة المرتفعة على النبات:

1- استهلاك النبات للكربوهيدرات المخزنة (انخفاض معدل البناء وارتفاع معدل

2- نقص البروتين نتيجة التكسير او فقده شكله الطبيعي.

3- التسمم نتيجة تراكم المواد السمية.

4- زيادة سيولة الدهون وخاصة دهون الاغشية.

5-التغير في طبيعة الاحماض النووية .

6- الجفافي نتيجة ارتفاع معدل النتح

7 - تثبيط النمو.

:

:

1- اذا تعرض النبات الى درجة حرارة منخفضة اعلى من درجة حرارة التجمد يسمى اجهاد (يسبب اختلال في التفاعلات الكيميائية).

2- اذا تعرض النبات الى درجة حرارة منخفضة اعلى تصل الى التجمد يسمى
(15 10)

تكون البلورات الثلجية في انسجة النبات خاصة اذا تكونت داخل الخلايا).
يؤدي تكوين الثلج داخل الخلايا الى موتها بسبب:

1- خلل في التركيب الطبيعي لمكونات الخلية وهو غير عكسي .

2- تجفيف الخلية بسبب تكوين البلورات

3- زيادة تركيز بعض المواد السامة في الخلية

لايؤدي تكوين الثلج خارج الخلايا الى موتها , وان الخلايا فذلك راجع الى :

1- تجفيف البروتوبلازم

2- الضغط الميكانيكي الذي تحدثه بلورات الثلج على الخلية

3- زيادة تركيز بعض المواد السامة

4- عند ذوبان البلورات الثلجية في خارج الخلية ,تسبب سرعة إنتفاخ الجدار الخلوي مقارنة
بالبروتوبلازم تموت الخلية بسبب التمزق .

تأثيرات الحرارة المنخفضة على النبات

1- بعد ساعات من التعرض لدرجة الحرارة المنخفضة تظهر بقع متبقعة نتيجة لموت
السيتوبلازم.

2- توقف حركة السيتوبلازم في الشعيرات الجذرية (كما في شعيرات الخيار والطماط
تعرضها لدرجة 10-12) .

3- زيادة نفاذية الاغشية وتسرب المواد المذابة في الخلايا كما في .

4- ظهور البلزما الكاذبة في بعض الخلايا مثل السبيروجيرا

. الزيادة المفاجئة في نفاذية الاغشية .

5- زيادة معدل التنفس على معدل البناء الضوئي بسبب المجاعة.

6- نقص البناء الضوئي نتيجة تضرر اغشية البلاستيدات.

7- تثبيط النقل مثل توقف النقل في نبات قصب السكر عند (5) .

8- اختلال في عملية التنفس.

9- (الاسيتالدهيد والايثانول).

10- زيادة معدل هدم البروتين وتراكم الامونيا السامة.

11- تعرض النبات الى اجهاد جفاف نتيجة نقص امتصاص الجذور للماء من

كيف تؤثر الألوان او موجات الضوء على نمو وتطور النبات

قد يبدو نمو النبات عملية بسيطة ومباشرة. فيحتاج النبات إلى الري ، والتربة وبعض العناصر الغذائية ، الضوء (شدة الضوء والفترة الضوئية، ولون الضوء). ومع ذلك، لا يعرف الكثيرون كيف يمكن أن يكون لهذا الأخير تأثير كبير في تطوير النبات ... حتى الآن.

في هذه الاوراق، سنشرح كيف تؤثر أضواء الألوان المختلفة على نمو النبات ، ونتكلم بالتفصيل حول الخصائص التي يمتلكها الضوء ، وكيف يمكنك استخدام مصابيح نمو الإضاءة LED الملونة المختلفة لتغيير خصائص النباتات وجعل النباتات تنمو بشكل أسرع.

ما هو بالضبط الضوء المرئي؟

يعد ضوء الشمس أحد المكونات الأساسية في نمو النبات إلى جانب الماء والأكسجين. من خلال الحصول عليها ، يكون النبات قادرًا على تحويل ضوء الشمس إلى غذاء صالح يمكنه استخدامه. وتسمى هذه العملية التمثيل الضوئي. فالماء والأكسجين وضوء الشمس يعتبر هي العوامل الأساسية للبناء الضوئي.

الضوء المرئي كما نتصور أنه يتصرف كموجة. على هذا النحو ، فإنه لكل لون خصائص مختلفة حسب طول الموجة. على سبيل المثال ، اللون الاحمر طوله حوالي 650 نانومتر كما لو كان لونه أحمر.

مقياس الإضاءة الطيف الكامل

أجريت العديد من الدراسات حول كيف يمكن لألوان مختلفة من الأضواء أن يكون لها تأثيرات متفاوتة على نمو النبات.

بفضل التطورات الحديثة في تقنية LED (الصمام الثنائي الباعث للضوء) تنمو تكنولوجيا الإضاءة ، يمكن الآن عزل أطوال موجية ضوئية محددة للتحكم في الخصائص الفيزيائية المختلفة التي يعرضها المصنع أثناء تطوره طوال دورة حياته. تشمل هذه الخصائص ، على سبيل المثال لا الحصر ، الطول والوزن واللون والملمس ، وكذلك التركيب الكيميائي للنبات نفسه.

مع نمو النبات ، يمكنك استخدام مصابيح النمو LED لمعالجة هذه الخصائص الفيزيائية اعتمادًا على خصائص النبات التي تريدها.

آثار كل لون من الضوء

في الفقرات التالية ، أوضح ما يفعله كل لون فاتح ، والآثار التي ستضيفها أو إزالتها. ولكن أولاً ، إليك ملخص سريع ، مع معلومات موسعة التالية:

الأشعة فوق البنفسجية - يخفض إنتاج النبات خاصة الأطوال الموجية (300 الى 200 نانومتر)

البنفسجي - يعزز لون وطعم ورائحة النباتات

الأزرق - يزيد من معدل نمو النباتات

الأخضر - يعزز إنتاج الكلوروفيل ويستخدم كصبغ للعرض المناسب للنبات؟ لماذا

الأصفر - تتميز النباتات بنمو أقل مقارنةً بالضوء الأزرق والأحمر

أحمر - عندما يقترن الضوء الأزرق، فإنه ينتج عنه المزيد من الأوراق والحاصل الخضري ، اعتمادًا على ما يتم زراعته

تحت الأحمر - يسرع من تحولات صبغة فيتوكروم الذي يقلل من الوقت الذي تستغرقه النباتات للذهاب إلى التزهير. هذا يسمح في الغالب من زيادة الحاصل الثمري.

الأشعة فوق البنفسجية (من 200 نانومتر إلى 380 نانومتر)

التعرض للأشعة فوق البنفسجية لفترة طويلة من الزمن له آثار ضارة على البشر. وبالمثل ، فإن التعرض لفترة طويلة لهذا النوع من الضوء سيضر بالنباتات التي تنمو بها.

أظهرت دراسة أجريت أن النباتات التي أثيرت دون التعرض للأشعة فوق البنفسجية أظهرت تعزيز النمو.

البنفسجي (380 نانومتر إلى 445 نانومتر)

من ناحية أخرى ، أظهرت الدراسات أنه عندما يستقبل النبات الضوء البنفسجي المرئي ، يتم تحسين لون وطعم ورائحة النبات.

بالإضافة إلى ذلك ، فإن مضادات الأكسدة في المصنع قادرة على أداء وظائفها بشكل أكثر كفاءة ، مما يمنع الخلايا في النبات من التلف.

الأزرق (450 نانومتر إلى 495 نانومتر)

الضوء الأزرق له واحد من أكبر التأثيرات على تطور النبات. أظهرت العديد من الدراسات أن تعريض النبات لهذا اللون يؤثر على تكوين الكلوروفيل ، مما يمكّن النبات من الحصول على مزيد من الطاقة من الشمس. كما أنه يتحكم في التنفس الخلوي للنبات ويقلل من فقد الماء من خلال التبخر أثناء الظروف الحارة والجافة.

للضوء الأزرق أيضاً تأثير على عملية التمثيل الضوئي ، ويمكن أن يؤدي المزيد من التعرض لهذا الضوء إلى زيادة معدلات نمو ونضج النبات. وتسمى هذه العملية التشكل الضوئي photomorphogenesis.

الأخضر (495 نانومتر إلى 570 نانومتر)

معظم النباتات التي نراها من حولنا تمتلك اللون الأخضر. هذا يرجع إلى حقيقة أنها تمتص جميع الألوان في الطيف الضوئي (الأزرق والأحمر والبنفسجي ، إلخ) ولكنها تعكس اللون الأخضر. على هذا النحو ، فإن الضوء الأخضر فقط هو الارتداد إلى أعيننا.

حتى مع امتصاص كمية منخفضة نسبياً مقارنة بالألوان الأخرى ، وجدت دراسة أن الضوء الأخضر يعزز إنتاج الكلوروفيل الذي يساعد في عملية التمثيل الضوئي مع إعطاء اللون الأخضر للنباتات (لماذا).

بشكل عام ، لا يكون لإضافة اللون الأخضر إلى نباتاتك تأثير كبير في عملية حياتهم مقارنة بألوان الضوء الأخرى مثل اللون الأزرق (الأزرق). استخدام هذا النوع من الضوء سيكون بمثابة صبغة للعرض الصحيح لنباتاتك في غرفة النمو أو صندوق النمو ، ولكن ليس ضرورياً لنمو النبات نفسه.

الأصفر (570 نانومتر إلى 590 نانومتر)

بما أن الأصفر له طول موجي مماثل للأخضر ، فإن كلاهما يظهر خصائص متشابهة في النباتات. يشير مصدر من وكالة ناسا إلى أن الضوء الأصفر لا يسهم في عملية التمثيل الضوئي لأن الطول الموجي للضوء ينعكس في المصنع ولا يتم امتصاصه.

بالإضافة إلى ذلك ، كما هو الحال مع الضوء الأخضر ، أظهرت دراسة أنه عندما يتعرض النبات للضوء الأصفر مقارنة باللون الأزرق والأحمر ، فإن نمو النبات الذي تم اختياره قد انخفض.

أحمر (620 نانومتر إلى 720 نانومتر)

التعرض للضوء الأحمر عامل مهم آخر يسهم في التطوير الأمثل للنبات.

بشكل فردي ، لن يكون للضوء الأحمر تأثير كبير على النبات ، ولكن عندما يقترن بالضوء الأزرق ، فإنه يجعل النبات يحقق نتائج أفضل عند الإزهار.

أوضحت دراسة قارنت بين الضوء الأحمر والضوء الأزرق وخليط من الاثنين أنه على الرغم من أن النباتات التي نمت تحت الضوء الأحمر أعطت أوراقاً أكثر من تلك التي نمت تحت الضوء الأزرق ، إلا أن توليفة من كلاهما أنتجت كمية من الأوراق تفوقت على النباتات التي نمت بدقة تحت الضوء الأحمر.

وحدثت حالة مماثلة أثناء نمو القمح حيث حقق المحصول نتائج أفضل بكثير عندما نمت تحت مزيج من الضوء الأحمر والأزرق ، مقارنةً بالضوء الأحمر فقط.

التقسية

يعتقد الكثير أن الزيادة الفجائية أو الارتفاع الفجائي والقياسي في Water Stress يرجع إليه أكثر ضرر عكس الزيادة التدريجية في Water Stress لفترة طويلة من الزمن . والنباتات التي تتعرض لفترة أو أكثر من النقص المتوسط للماء $\text{Moderate Water Stress}$ ويطلق عليها أن تقسية Hardened وهذه النباتات عادة يمكن أن تبقى حية تحت ظروف الجفاف دون حدوث ضرر عكس النباتات التي لم تتعرض للمعاملة السابقة. وقد ذكر الباحث أن التقسية Hardening تحدث تغيرات رئيسية في البروتوبلازم كزيادة في $\text{Water Binding Capacity}$ أو الماء المرتبط بجانب زيادة لزوجته ونقص في النفاذية وقد ذكر ذلك Hencke 1964 . وقد قادت تلك الفكرة – التقسية – العلماء للمحاولة زيادة مقاومة النباتات للجفاف وذلك بمعاملة البذور قبل الزراعة . فيمكن نقع الجذور قبل الزراعة في الماء ثم تجفف هوائيا أو تنقع في محلول ملحي . وقد أشار May 1962 ان التغيرات التي تحدث في البروتوبلازم أمكن ملاحظتها في النباتات التي تعرضت للجفاف وان هذه التغيرات في الغالب ناتجة عن Water Stress . وقد وجد ان الزيادة في نسبة الجذور إلى الأفرخ ، وكذلك صغر حجم الأوراق وسمك طبقة الكيوتين من الصفات التي توجد في النباتات التي عرضت إلى Water Stress ولذلك أهميتها حيث ان النباتات التي تتعرض مرة Water Stress تحمل من الصفات التي تعمل علي زيادة جيدة في الإمداد المائي لأنسجة الورقة . كما تتميز بمعدل نتح اقل لكل واحدة من سطح الورقة حيث ان الثغور تغلق عند حدوث Water Stress ولذا ظن هذه النباتات تكون قادرة علي التحكم في فقد الماء عن تلك النباتات التي لم تتعرض ل water Stress . وكمثال لتوضيح ذلك نبات فول الصويا فانه بعد تعرضه ل water Stress يكون سطح الأوراق به نسبة اعلي من الدهون ولذلك فان معدل النتح يكون اقل وبذلك تكون هذه النباتات اكثر قدرة علي مقاومة الجفاف $\text{Ciarck \& Levitt, 1956}$.

وقد ذكر Kelly et al ان نباتات Guagule والتي عرفت بال High Water Stress يمكنها ان تسترد قوة نموها بسرعة ويمكن ان تنمو احسن من تلك النباتات التي لم تتعرض ل water Stress والتي أعطيت كميات وفيرة من المياه . وقد قدر Orchard, 1967 ان

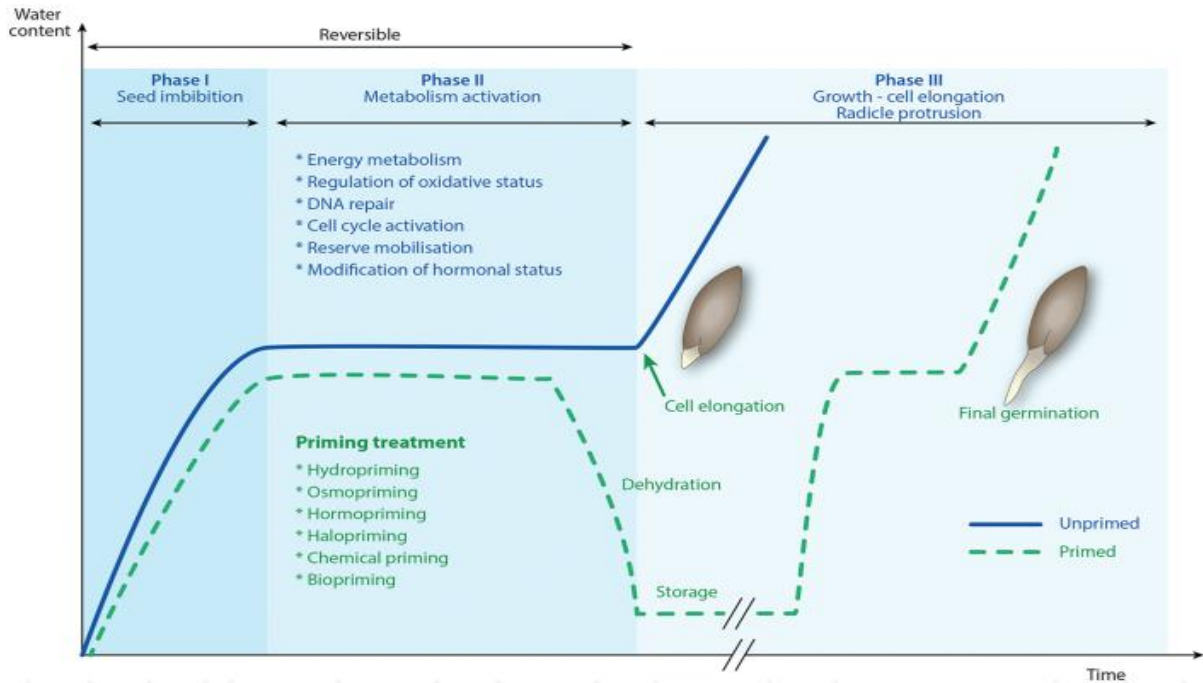
أوراق نبات *Icale-Brassila Olerace Var. Fruticosa* والتي تنفتح خلال فترة الجفاف يمكن ان تبقي حية وتتحمل اكثر ظروف الجفاف اكثر من تلك التي تفتحت بينما النبات يروي بصفة دائمة . وبالرغم من ان *Water Stress* يقلل من النمو فانه لوحظ ان النباتات التي تتعرض ل *moderate Water stress* في بعض الأحيان يكون نموها اكثر وبسرعة وخاصة عند إعادة ربيها فأنها تنمو اكثر من تلك النباتات التي لم تتعرض ل *Water Stress* وربما يحدث تجمع للكربوهيدرات و المركبات النيتروجينية في *Stressed Plov* فتكون بعد ذلك في متناول النبات وتعمل علي تنشيط نموه عند توفر الماء

التبنيه الكاذب للبذور واثره في زيادة مقاومة النباتات للشد البيئي

. التحفيز الكاذب للإنبات *Seed Priming* هو نقع البذور قبل الزراعة بهدف الوصول إلى حالة فسيولوجية تمكن البذور من الإنبات بشكل أكثر كفاءة؛ وذلك بتحفيز البذور للإنبات الى المرحلة الأولى القابة للانعكاس من الانبات ولكنها لا تسمح بخروج الجذير من خلال الغلاف البذري، وهذه الطريقة تحسن من نسبة الانبات المختبري والحقلي وقوة الانبات *Seed Vigor* وتزداد فعاليتها في البذور القديمة والمخزنة في ظروف سيئة (*Nawaz* وآخرون، 2013)، كما ان البذور المعاملة بالـ *seed priming* تقل بشكل كبير فيها الفترة بين الزراعة والوصل الى مرحلة البادرات (*Kubala* وآخرون، 2013).

يحقق الـ *Seed Priming* الإنبات الفعال للبذور وهو مهم للزراعة، ويقصد بالانبات الفعال تأسيس ناجح في وقت مبكر وهذا يعني ان البادرات تظهر سريعا وبنمو موحد ونمو جذري جيدا. يمر الانبات عادة عبر ثلاث مراحل مميزة (الشكل 1) وهي: (1) المرحلة الأولى: عملية ترطيب البذور المتعلقة بالتشرب السلبي للأنسجة الجافة المرتبطة بالماء تحدث الحركة لأول مرة في المناطق خارج الغشاء البلازمي *Apoplast Space*؛ (2) المرحلة الثانية: مرحلة التنشيط المرتبطة مع إعادة إنشاء الأنشطة الأيضية وعمليات الإصلاح على مستوى الخلية؛ (3) المرحلة الثالثة: بدء عمليات النمو المرتبطة باستطالة الخلية وتؤدي إلى خروج نتوء الجذير. تتضمن كل من المرحلتين الأولى والثالثة زيادة في محتوى الماء أثناء الترطيب كما ان المحتوى المائي يكون مستقرًا خلال المرحلة الثانية. عادة قبل نهاية

المرحلة الثانية تكون عملية الإنبات قابلة للعكس: وبالتالي يمكن تجفيف البذور مرة أخرى وتبقى حية أثناء التخزين وقادرة على إعادة بدء الإنبات لاحقاً في حال توفر ظروف مواتية للإنبات (Arora و Chen، 2011)



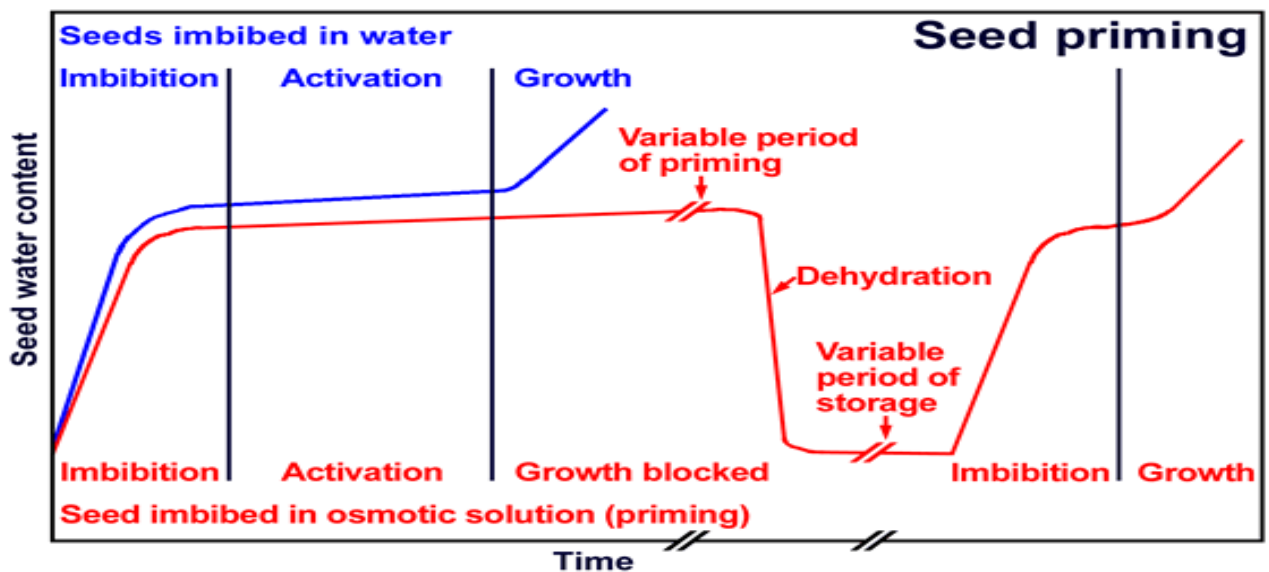
الشكل (1): منحنيات ترطيب البذور ومراحل الإنبات في بذور غير مهياًة ومجهزة للإنبات. المعاملات التي تطبق خلال او اثناء مرحلة الإنبات القابلة للعكس (المرحلة الثالثة Phase III)، ومدتها تختلف حسب القدرة التناضحية بين المحلول والبذور ودرجة الحرارة ووجود المركبات الكيميائية، في المرحلة الثانية Phase II يحدث تنشيط لعمليات التمثيل الغذائي وإصلاح للأضرار في البذور ويتم ايقافها بإرجاع البذور الى الرطوبة المناسبة لخرن البذور (الشكل 1) (Paparella وآخرون، 2015).

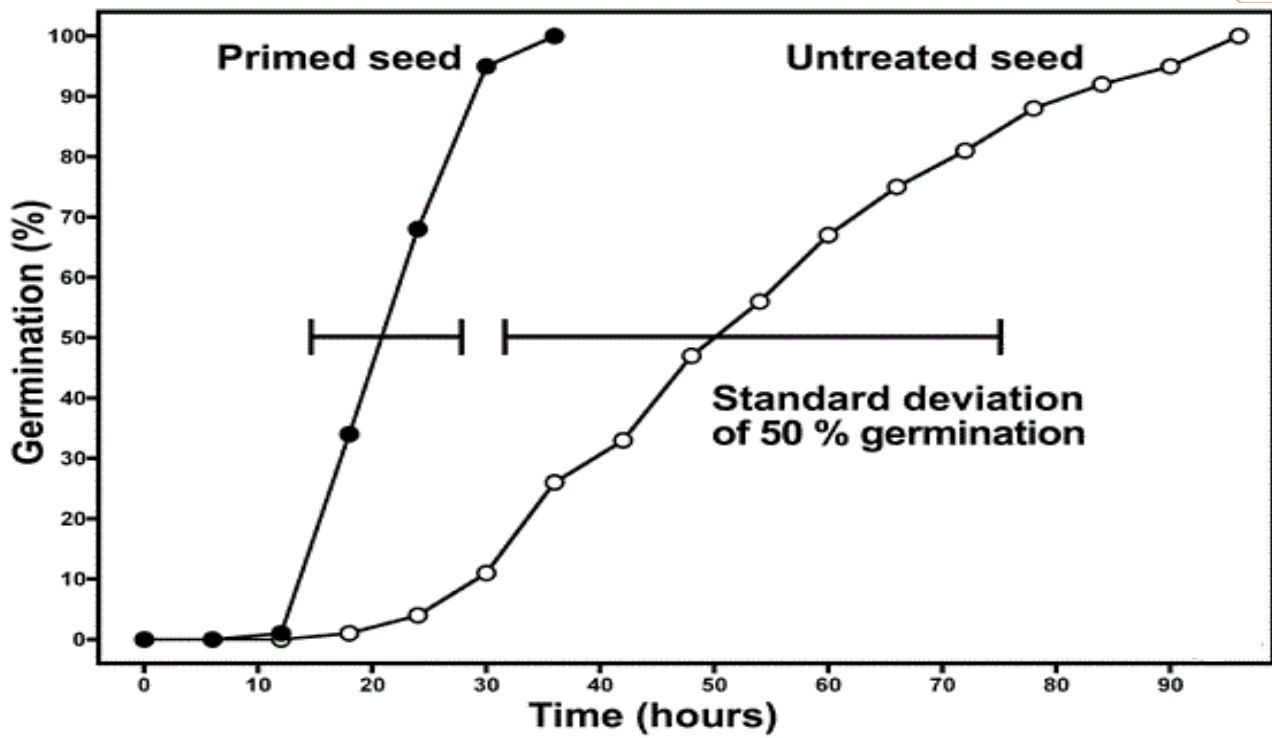
الـ seed Priming يساعد على نمو النباتات في ظروف بيئية واسعة ومقاومة الاجهاد البيئي (Zhang وآخرون، 2015)، ان الـ seed Priming مشابه لما يحدث لبذور بعض النباتات الصحراوية والتي بذورها تحتفظ بحيوتها لفترات طويلة ؛ اذ تتعرض بذورها لدورات من الجفاف والترطيب دون حدوث الانبات وبالتالي هذا يعزز الانبات اللاحق بعد هطول كميات كافية من الامطار الغزيرة (Martorell و Santini، 2013، من وجهة نظر عامة ، فان الـ Seed Priming لا تتعلق بالبذور فحسب، بل تتعلق أيضاً بنظام النبات

بأكمله ويمكن تعريفه على أنه حالة مستحثة حيث يتفاعل النبات بشكل أسرع وأكثر كفاءة مع الإجهاد البيئي (Balmer وآخرون، 2015). النباتات المعرضة للإجهاد في مراحل الانبات الأولى يعطي تكيف ايضي يخزن في ذاكرة النبات فيعطيهها تكيفا اكثر كفاءة لنوبات الاجهاد اللاحقة (Gamir وآخرون، 2015) (Tanou وآخرون، 2012).

خطوات عملية التحفيز الكاذب للإنبات

- السماح من خلال ترطيب البذور المحدود ببعض عمليات التمثيل الغذائي اللازمة للإنبات دون حدوث إنبات (أي عدم الوصول الى المرحلة الأخيرة للإنبات خروج الجذير).
- يتم منع البذور من امتصاص كمية كافية من الماء لمنع وصل عملية الانبات الى المرحلة الأخيرة (خروج الجذير).
- هذا الترطيب للبذور كافٍ للسماح بعملية التمثيل الغذائي قبل الإنبات، ولكن غير كافٍ للسماح ببروز الجذير من خلال غلاف البذرة.





فوائد التحفيز الكاذب للإنبات

- خفض الوقت اللازم لإنبات البذور.
- زيادة نسبة إنبات البذور.
- زيادة نسبة البزوغ الحقلية وكذلك التجانس للبادرات.
- زيادة القدرة التنافسية لبذور المحصول مع الإدغال.
- القضاء على الفطريات التي تنقلها البذور أو تقليلها بشكل
- يحسن من أداء البذور تحت ظروف الاجهاد المختلفة.

Soyabean in Water Stress



Control

PEG-6000

الانبات في البذور المعاملة

البذور الغير جيدة
يكون انباتها غير منتظم وغير متناسق



البذور الغير جيدة بعد معاملتها
يكون انباتها منتظم ومتناسق



التحفيظ الكاذب للإنبات بالماء Hydro-Priming لبذور الحنطة يؤدي الى:

1. زيادة قوة البذور Vigor
2. زيادة نسبة الانبات
3. خفض الوقت من نثر البذور الى مرحلة التأسيس (الترسيخ)
4. نمو متناسق ومنتظم
5. زيادة كفاءة استخدام الماء.
6. زيادة حاصل الحبوب



2. التحفيز الكاذب للإنبات بالمحاليل الازموموزية Osmotic Priming يتم نقع البذور في محاليل ذات اثر ازموموزي وبدورات من النقع والتجفيف ثم الخزن على الرطوبة الملائمة للخزن، ومن المواد الازموموزية (Boudet وآخرون، 2006):

1. المانيتول mannitol.
2. نترات البوتاسيوم (KNO₃).
3. كلوريد البوتاسيوم (KCl).
4. البولي اثلين كلايكول (PEG).
5. كلوريد الصوديوم (NaCl).



3. التحفيز الكاذب للإنبات بالمصفوفة الصلبة Solid Matrix Priming يتم نقع البذور في مواد تعطي البذور او تسمح لها بالتشرب البيئيء مثل الفيرميكوليت vermiculite أو diatomaceous earth أو أي مادة بوليمر أخرى ماصة للماء بدرجة عالية (Di Girolamo و Barbanti، 2012).

4. التحفيز الكاذب للإنبات بالمواد الحيوية Bio Priming: وهو مزيج من ترطيب البذور مع التلقيح بالإحياء المجهرية المفيدة للبذور وبدورات من الترطيب والتجفيف ثم الخزن على الرطوبة الامنة للخزن (Raj وآخرون، 2004).



تأثير Bio Priming على بذور الأرز تستخدم هذه الطريقة لمعاملة بذور الأرز بمضادات فطرية مختارة ضد مسببات الامراض التي توجد في التربة والتي تنقل بالبذور.



عملية التجفيف بعد التنبيه الكاذب للإنبات

يتم تجفيف البذور بعد عملية **Seed Priming** الى الرطوبة الامنة لخزن البذور، وعادة يكون التجفيف بشكل بطيء وعلى درجات حرارة معتدلة، وفي بعض الأحيان يتم استخدام الصدمة الحرارية (Chen و Arora، ٢٠١٣).



س/ لماذا يتم في بعض الأحيان استخدام الصدمة الحرارية؟

اعراض الجفاف على النباتات
المحاضرة الثامنة
الجزء العملي

تجربة:

تعريض النباتات الآتية للشد المائي:

١- نبات حولي في مرحلة النمو الخضري.

٢- نبات حولي في مرحلة النمو الثمري.

٣- نبات معمر في مرحلة النمو الخضري.

٤- نبات معمر في مرحلة النمو الثمري.

ويتم تسجيل التغيرات على النباتات:

عند تعريض النباتات الحولية في مرحلة النمو الخضري الى شد مائي معتدل الشدة نلاحظ الاتي:

١- ذبول الأوراق خاصة العليا.

٢- تغير لون الأوراق.

٣- سقوط بعض الأوراق.

٤- سرعة التحول من النمو الخضري الى الثمري في تعرض النبات الى شد مائي معتدل.

٥- انخفاض في الوزن الجاف (النمو).

اذا تعرض النبات الى شد كبير الشدة نلاحظ الأجزاء الخضرية تبدأ بالموت من الجزء العلوي الى ان يبقى فقط الجذر.

عند تعريض النباتات الحولية في مرحلة النمو الثمري الى شد مائي معتدل الشدة نلاحظ الاتي:

١- ذبول الأوراق خاصة السفلى.

٢- تغير لون الأوراق السفلى ثم العليا.

٣- انفصال الأوراق السفلى.

٤- انخفاض فترة النمو الثمري.

اذا تعرض النبات الى شد كبير الشدة نلاحظ الأجزاء الخضرية تبدأ بالموت من الجزء السفلي الى ان تبقى فقط الثمار والبذور.

عند تعريض النباتات المعمرة في مرحلة النمو الخضري الى شد
مائي معتدل الشدة نلاحظ الاتي:

١- ذبول الأوراق.

٢- تغير لون الأوراق.

٣- انفصال الأوراق.

اذا تعرض النبات الى شد كبير الشدة نلاحظ ان النبات يدخل في
السكون.

عند تعريض النباتات المعمرة في مرحلة النمو الثمري الى شد مائي معتدل الشدة نلاحظ الاتي:

١- ذبول الأوراق خاصة السفلى.

٢- تغير لون الأوراق السفلى ثم العليا.

٣- انفصال الأوراق السفلى.

٤- انخفاض فترة النمو الثمري.

اذا تعرض النبات الى شد كبير الشدة نلاحظ الأجزاء الخضرية تبدأ بالموت من الجزء السفلي الى ان تبقى فقط الثمار والبذور (اذا كان النبات ثنائي الحول).

الإسْموزية Osmosis

الإسْموزية هي إنتشار المواد (المذيب) خلال غشاء شبه منفذ نتيجة لإختلاف الضغط الإنتشارى لهذه المادة (المذيب) على جانبي الغشاء. وتحدث الإسْموزية حينما يكون هناك محلولين فيهما المذيب مشترك وضغط الإنتشار للمذيب في كلا الجانبين والمحلولين منفصلين عن بعضهما بواسطة غشاء شبه منفذ.

فمثلاً عند مليء غشاء شبه منفذ (على شكل كيس) بمحلول ملحي أو سكري ثم ربط هذا الكيس ووضعه في ماء نقي يلاحظ بعد فترة إمتلاء هذا الكيس ويحدث هذا الإنتفاخ ضغطاً على جدار الكيس من الداخل. وهذا الضغط ينشأ نتيجة لدخول الماء إلى المحلول عن طريق الإسْموزية. وفي هذه الحالة يجب مراعاة أن غشاء الكيس لا بد وأن يكون شبه منفذ أي يكون منفذاً للماء دون المادة المذابة.

وتنقسم الأغشية تبعاً لخاصية النفاذية إلى:

١ — أغشية منفذه: أي تسمح لكل من المذيب والمذاب بالنفاذ خلالها مثل ورق الترشيح.

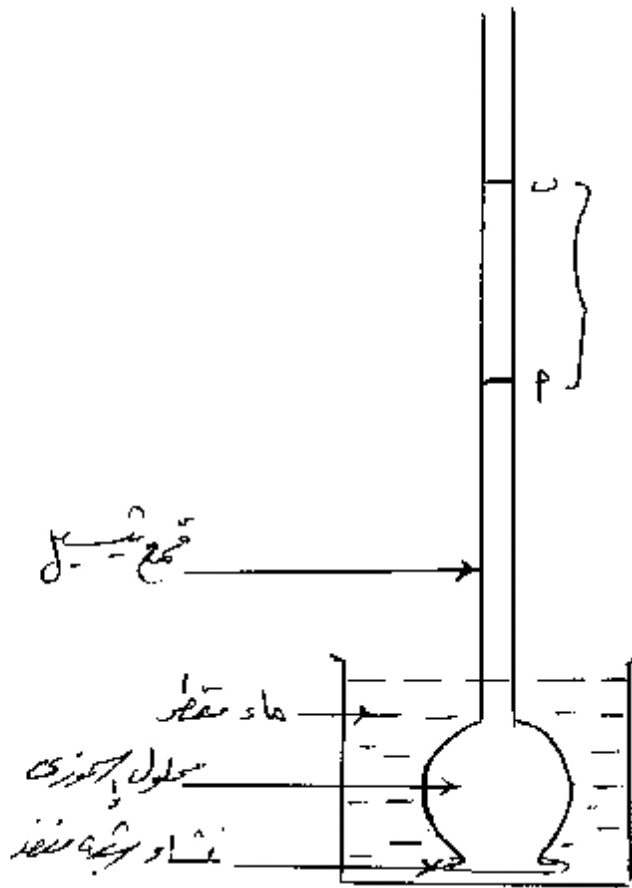
٢ — أغشية غير منفذه: لا تسمح لأي من المذاب والمذيب بالنفاذ مثل الزجاج.

٣ — أغشية شبه منفذه: تسمح للمذيب فقط دون المذاب بالنفاذ خلالها.

إذا ما وضعنا محلولاً في قمع ثيسيل المغطى بغشاء شبه منفذ ووضع القمع في كأس به ماء فإننا نلاحظ إرتفاع عمود الماء في ساق القمع ويثبت الإرتفاع بعد فترة عند حد معين (أي يرتفع عن العلامة أ ← ب). والإرتفاع عمود المحلول من أ ← ب (ثقل عمود المحلول) يساوي مقدار الضغط اللازم وضعة على جدران الغشاء الداخلي لمعادلة قوة دخول الماء إلى داخل القمع. وهذه القوة تساوي الضغط الإسْموزي للمحلول.

ويعرف الضغط الإسْموزي بأنه "يساوي كمية قيمة أعلى ضغط ناتج عن ثقل عمود المحلول ويلزم إستمرار حدوث الإسْموزية خلال غشاء شبه منفذ.

الاستوزية



طرق تقدير الضغط الإسموزى للمحاليل:

١ — الطريقة المانومترية: وفيها يقياس الضغط الإسموزى بقياس إرتفاع عمود السائل فى جهاز الأزموميتر Osmometer وذلك بمعلومية محلول إسموزى آخر معروف اسموزيته.

٢ — طريقة قياس الإنخفاض فى نقطة التجمد وتسمى Cryoscopy، وفى هذه الطريقة يقياس مقدار الإنخفاض فى نقطة تجمد المحاليل (المراد قياس ضغوطها الإسموزية) عن نقطة تجمد الماء. وهذا الإنخفاض يسمى Freezing point depression وباعتبار المحاليل المتساوية التركيز بالمولال ذات ضغوط إسموزية متساوية وأن المحلول المولال لأى مادة غير اليكتروليتية ذو ضغط إسموزى يساوى ٢٢.٤ ض ج على درجة الصفر المئوى ومثل هذا المحلول يحدث إنخفاضاً فى نقطة التجمد قدرها ١.٨٦ م.

$$\begin{array}{r} 22.4 \\ \hline \text{الضغط الإسموزى للمحلول المراد قياسه} \\ \text{أى} \\ \text{ض} \end{array} = \begin{array}{r} 1.86 \\ \hline \text{مقدار الإنخفاض فى نقطة التجمد} \\ \text{التي يحدثها هذا المحلول } (\Delta) \\ \Delta \\ \text{إذن} \\ \Delta \times 22.4 = 1.86 \times \text{ض} \\ \text{إذن} \\ \Delta \times 22.4 \\ \hline 1.86 = \text{ض} \end{array}$$

وبمعرفة قيمة Δ (معملياً) يمكن حساب قيمة الضغط الإسموزى لأى محلول بالضغط الجوى.

ومن أحسن الأغشية الشبه منفذه غشاء حديد وسيانور البوتاسيوم وكبريتات النحاس فى إناء مسامى حيث يترسب الغشاء داخل مسام الإناء مكتسباً بذلك صلابة ودعماءة الإناء المسامى.

العوامل التى تؤثر على الضغط الإسموزى للمحاليل:

١ — التركيز:

تتوقف قيمة الضغط الإسموزى على عدد دقائق المادة المذابة بالنسبة لعدد جزيئات المذيب. وعلى ذلك فإن الضغط الإسموزى للمحاليل الغروية (الجيلاتين) تكون قليلة جداً حيث الدقائق تكون كبيرة وعددها قليل فى

(الوزن الثابت) وبالعكس في حالة المحاليل الإليكتروليتيّة (المتأينة) مثل كلوريد الصوديوم حيث يصبح عدد الدقائق أكبر من عدد الجزيئات نتيجة لحدوث التأين وذلك عند تساوى التركيز في الحالتين. أما في المحاليل الغير متأينة مثل محلول السكر فإن قيمة الضغط الإسموزى لمحلول منها في نفس درجة التركيز يقع وسطاً بين الحالتين السابقتين.

ولما كان الوزن الجزيئى لآى مادة يحتوى على عدد ثابت من الجزيئات (رقم أفوجادرو = 6.02×10^{23} جزئ) فإن إذابة هذه الجزيئات في لتر من الماء لتعطى محلول مولال فإنه في هذه المحاليل يكون عدد دقائق المادة المذابة ثابت وكذلك عدد دقائق المذيب ثابت (لتر من الماء في جميع الحالات) وعلى ذلك تكون الضغوط الإسموزية للمحاليل المتساوية التركيز بالمولال متساوية (طالما كانت هذه المحاليل حقيقية وغير متأينة). ولذلك يعتبر التركيز بالمولال هو المقياس الصحيح للتركيز في حالة الإسموزية وليس المولال لأن الأخير عبارة عن الوزن الجزيئى بينما يكون عدد جزيئات الماء مختلفة وتتوقف على نوع المادة المذابة (أى تكون أقل كثيراً أو قليلاً من اللتر حسب نوع المادة) وعلى ذلك لا يكون الضغط الإسموزى واحد للمحاليل المتساوية التركيز بالمولال.

وأى محلول غير اليكتروليتى ذو تركيز يساوى مولال ذو ضغط إسموزى يساوى ٢٢.٤ ض ج على درجة الصفر المئوى (قانون فانت هوف) وهذا بالنسبة للمحاليل التى لا تحتوى على ماء تأدرت وهذا الرقم (٢٢.٤) مشتق من قانون بويل **Boyles low** حيث أن الوزن الجزيئى لآى غاز يشغل حجم قدرة ٢٢.٤ لتر على درجة الصفر المئوى وضغط جوى يساوى الوحدة.

فإذا ضغط هذا الغاز ليشغل حجماً قدرة لتر واحد فإنه يصبح ذو ضغط يساوى ٢٢.٤ ض ج على درجة الصفر المئوى. وبما أن المحاليل المولال تحتوى على الوزن الجزيئى للمادة في حجم لتر من المذيب إذاً ينطبق عليها نفس القانون.

٢ – مادة التأدرت:

وماء التأدرت هو كمية الماء المرتبط حول جزيئات المادة الذائبة مثل السكر وهى قد تكون كثيرة أو قليلة حسب نوع المادة ومثل هذا الماء لا يحتسب ماء حر. وعلى ذلك تبدو محاليل هذه المواد كما لو كانت أكثر

تركيزاً عما يساويه تركيزها الظاهري بالمولال وبالتالي يكون ضغطها الإسموزي أعلى وعلى سبيل المثال
فإن الضغط الإسموزي لمحلول مولال من السكروز = ٢٤.٨ بدلاً من ٢٢.٤ على درجة الصفر المئوي وهذه
القيمة تصل إلى ٢٧ ض ج على درجة ٢٥ م.

٣ - درجة الحرارة:

يرتفع الضغط الإسموزي بارتفاع درجة الحرارة المطلقة (قانون جاى لوساك).

الخلية النباتية وعلاقتها بالماء:

تمتاز الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية بوجود جدار خلوي يحيط بالغشاء البلازمي شبه المنفذ من

الخارج. وبذلك تنفرد الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية بمميزات أهمها:

١ - يمكن للخلية النباتية أن تحتفظ بحياتها إذا وضعت في مجال واسع من التركيزات بعكس الخلية الحيوانية التي يجب أن توضع في محاليل فسيولوجية لكي تحتفظ بحياتها.

٢ - إذا وضعت الخلية النباتية في ماء مقطر فإنها تنتفخ نتيجة لدخول الماء ونادراً جداً ما تتعرض للانفجار.

٣ - يتولد في الخلية النباتية عند الإمتلاء ضغط يسمى ضغط الإمتلاء أو ضغط الإنتفاخ Turgor pressure وهو يساوي في القيمة ويضاد في الإتجاه ضغط الجدار Wall pressure. وعموماً تنقسم المحاليل بالنسبة لتركيز العصارة الخلوية إلى:

§ محاليل ناقصة التركيز Hypotonic solutions: أي أنها محاليل ذات ضغط إسموزي أقل من الضغط الإسموزي في العصير الخلوي وعند وضع الخلية النباتية في مثل هذه المحاليل فإنها تنتفخ وتسمى في هذه الحالة خلية منتفخة أو ممتلئة Turgid cell نظراً لدخول الماء إلى داخل بمعدل أكبر من خروجه.

§ محاليل زائدة التركيز أو زائدة الإسموزية Hypertonic solutions: وهي محاليل ذات ضغط إسموزي أعلى من الضغط الإسموزي للعصير الخلوي وعند وضع خلية نباتية في مثل هذه المحاليل فإنها تتبلزم نتيجة خروج الماء منها ونقص حجمها. وتسمى في هذه الحالة خلية متبلزمة Plasmolyzed cell.

§ محاليل سوية التركيز أو سوية الإسموزية Isotonic solutions: وهي محاليل متساوية في ضغطها الإسموزي مع العصارة الخلوية. وعند غمر خلية نباتية في مثل هذه المحاليل فإنه لا يعترها أي تغيير أي تصبح في حالة لإتزان ديناميكي مع المحلول منذ لحظة وضعها فيه ولذا تكون سرعة دخول الخلية تساوي تماماً سرعة خروجه فلو تصورنا أن هناك خلية حيه (ذات غشاء بروتوبلازمي شبه منفذ) وموضوعة في ماء وأن هذه الخلية تحتوى على عصارة خلوية بها محلول ملحي وسكري. فلو افترضنا أن تركيز العصارة الخلوية يساوي ٥% والماء الخارجي = ١٠٠.

إذا يكون للماء الخارجى ضغط إنتشارى للداخل قيمته تساوى ١٠٠ وللماء الداخلى ضغط إنتشارى للخارج قيمته تساوى ٩٥ وعلى ذلك تحدث إسموزية وينتشر الماء من الخارج إلى الداخل بقوة إنتشارية تساوى ٥ ويترتب على ذلك زيادة حجم الخلية من الداخل يسمى ضغط الإنتفاخ Turgor pressure ويقاوم هذا الضغط ضغط آخر مساوى له فى القيمة ومعاكس له فى الإتجاه (من الخارج إلى الداخل) ويسمى ضغط الجدار Wall pressure وعند ترك الخلية فى الماء فترة طويلة لتصل إلى حالة الإتزان فإنها تصبح منتفخة Turgid وقوة الإمتصاص النهائية للخلية عادة تساوى الضغط الإسموزى لمحلول هذه الخلية – ضغط الإنتفاخ المتولد داخلها. وهذه الحالة تمثل بالمعادلات التالية:

$$\text{ص} = \text{ض} - \text{ت} \quad \text{D.P.D. (S.F.)} = \text{O.P.} - \text{T.P.}$$

حيث ص (D.P.D. or S.F.) = قوة الإمتصاص الإسموزية.

ض (O.P.) = الضغط الإسموزى للعصير الخلوى.

ت (T.P.) = ضغط الإنتفاخ.

مثال: خلية ذات ضغط أسموزى يساوى ١٢ ض ج وضعت فى ماء فتكون قيمة ص لها فى بداية التجربة ص = ض - ت إذا ص = ١٢ - صفر = ١٢ ض ج. وبدخول الماء إلى الخلية تنتفخ ويتولد داخلها ضغط لإنتفاخ يتزايد تدريجياً بإستمرار الإسموزية، بينما قيمة ص تتناقص بإستمرار حتى تصل إلى الصفر وذلك عند حالة الإتزان فى نهاية التجربة وبعد أن تصل الخلية إلى أقصى إنتفاخ لها وهنا يقف دخول الماء إليها وتتساوى قيمة ض & ت (كل منها تساوى ١٢ ض ج).

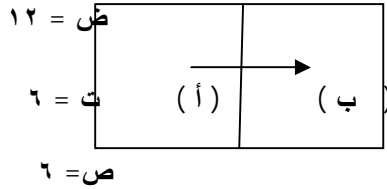
$$\text{إذا ص} = \text{ض} - \text{ت} \quad \text{إذا ص} = ١٢ - ١٢ \quad \text{صفر ض ج}$$

وفعلاً تكون قوة الإمتصاص فى هذا الوقت تساوى صفر حيث أن الإمتصاص يقف تماماً. والشكل البيانى التالى يبين العلاقة بين قيمة كل من ص ، ض ، ت قبل وبعد التجربة وواضح من هذا المثال أن دخول الماء إلى الخلية يتوقف على قوة الإمتصاص وليس على قيمة الضغط الإسموزى للعصارة بها والمثال التالى يوضح ذلك.

الخلية (أ) لها القيم الإسموزية التالية: ض = ١٢ ت = ٦ ص = ١٠

الخلية (ب) لها القيم الإسموزية التالية: ض = ١٠ ت = ٢ ص = ٨

فبالرغم من أن الضغط الإسموزي في الخلية (أ) أعلى منه في (ب) إلا أن الماء ينتقل من (أ) إلى (ب) متوقفاً



على قيمة ص لكل من الخليتين ض = ١٠

ت = ٢

ص = ٨

وفي الأسجة النباتية تكون ص = ض - ت ناقص ضغط الخلايا المجاورة حيث يؤدي الضغط الأخير إلى الحد من تمدد الخلية نتيجة لدخول الماء إليها وبالتالي فإنه يقلل من قيمة ص.

وكثيراً ما تكون جدر الخلايا النباتية مرنة وقابلة للمطاطية بدرجة معينة وفي هذه الحالة تتمدد جدر الخلية

نتيجة لإمتصاصها للماء وتزداد في الحجم وبالتالي يقل تركيز العصير الخلوي داخلها كما في المثال التالي:

خلية تسمح جدرها بالتمدد بنسبة ٢٥% من الحجم الأصلي وضغطها الإسموزي قبل بدء التجربة = ٢٠ ض

ج وضعت في محلول خارجي ذو ضغط أسموزي = ١٢ ض ج وبذلك يصبح التركيز بعد التمدد: الحجم

الأصلي × التركيز في بداية التجربة = الحجم النهائي × التركيز في نهاية التجربة

$$\text{إذن: } ١٠٠ \times ٢٠ = ١٢٥ \times \text{س}$$

$$٢٠ \times ١٠٠$$

$$\text{إذن: س} = \frac{٢٠ \times ١٠٠}{١٢٥} = ١٦ \text{ ض ج}$$

وعند حالة الإتزان يقف دخول الماء إلى الخلية وتصبح قيمة ص لها مساوية لقيمة الضغط الإسموزي

للمحلول (١٢) وحيث ص = ض - ت

$$\text{إذن: } ١٢ = ١٦ - \text{ت}$$

ت = ٤ ، ص = ١٢ ، ض + ١٦ عند الإتزان.

وعند افتراض عدم سماح جدر الخلية للتمدد فإن المعادلة الإسموزية عند الإتزان تصبح ص = ض - ت.

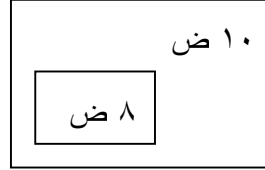
$$١٢ = ٢٠ - ت \quad \text{إذاً } ت = ٨ ، ص = ١٢ = ٢٠ - ض$$

أى يمكن القول بأن قيمة ضغط الإنتفاخ (ت) ، الضغط الإسموزى (ض) تصبح أقل عندما تكون جدر الخلية مرنة.

وفى حالة وضع الخلية فى محلول زائد التركيز كما فى الرسم فإن القيم الإسموزية تصبح $ص = ض - ت$

$$١٠ = ٨ - ت$$

$$٢ - = ت$$



أى أن ضغط الإنتفاخ يصبح بالسالب (-٢) وهذا يعنى أن الخلية فى حالة بلزمة وذلك حتى يخرج الماء من الخلية بدلاً من أن ينفذ إليها، والخلية المتبلزمة إذا لم يحدث لها ضرر ميكانيكى نتيجة للبلزمة (مثل تقطع الأغشية البلازمية) ووضعت بعد ذلك فى ماء نقى فإنها تستمد حالتها الأولى وتأخذ فى إمتصاص الماء تدريجياً وتنتفخ مرة أخرى وتسمى هذه الحالة بالشفاء من البلزمة.

تقدير قوة الإمتصاص الإسموزية

هناك عدة طرق لتقدير قوة الإمتصاص الإسموزية نلخصها فى الآتى:

- عند وضع قطع أو شرائح معينة من نسيج نباتى معلومة الوزن (أو الحجم) فى محاليل مختلفة التركيز (معلومة الإسموزية) مثل محاليل السكروز وتركها مده فإنه يمكن تحديد المحلول الذى لا يتغير فيه وزن (أو حجم) هذه القطع النباتية. ويكون تركيز هذا المحلول مقدراً على صورة ضغط إسموزى يساوى متوسط قوة الإمتصاص الإسموزية لخلايا النسيج (أى المحلول الذى يكون فيه النسيج فى حالة أوازن دون أن يطرأ عليه أى تغيير) أى أن $ص$ تتغير عندما تكون قيمة $ت$ ثابتة لم يطرأ عليها أى تغير، $ص$ تساوى قيمة الضغط الإسموزى للمحلول الخارجى الذى يتعادل فيه النسيج.

- وتتلخص كالسابقة فى تحديد المحلول الذى لا يتغير فيه طوال شرائح نباتية معلومة أو طول خيط من الطحلب وتجرى بطريقة القياس تحت الميكروسكوب بدلاً من الوزن وتجب ملاحظة أن عملية القياس تتم والشريحة النباتية مغمورة فى زيت برفاين لمنع حدوث تغير فى الطول أثناء القياس الأمر الذى يحدث عند غمر العينة النباتية فى الماء.
- طريقة الإنحاء (يرجع للعملى) أن تقدير قوة الإمتصاص الإسموزية يتم على النسيج وخلاياه فى حالة إمتلاء كما هى وذلك عندما يتعادل خروج ودخول الماء من وإلى النسيج.
- طريقة شارداكوف: يتم تحضير محاليل سكروز متدرجة التركيز من 0,15 ← 0,40 مولال كما فى الشكل التوضيحي. ثم يوضع كل تركيز فى أنبوتى إختبار يوضع النسيج النباتى المتجانس فى أنبوبة من كل تركيز وتترك الأنبوبة الأخرى من كل تركيز للمقارنة. توضع نقطة من صبغة أزرق المثلين فى كل أنبوبة من أنابيب المقارنة ثم ترج لمزج الصبغة بمحتوياتها.
- تترك التجربة لمدة ٣٠ ق ثم تنزع الأنسجة النباتية من الأنابيب ثم توضع نقطة من أنبوبة المقارنة بهدوء شديد فى الأنبوبة المقابلة لها والمساوية لها فى التركيز ويكرر ذلك مع باقى الأنابيب. فإذا صعدت النقطة الملونة لأعلى فهذا يعنى أن النقطة أخف والمحلول المختبر أكثر تركيزاً. أى أن ماء هذا المحلول قد دخل الأنسجة النباتية تاركاً السكروز الذى يزداد تركيزه بالطبع.
- وبالعكس لو أن النقطة سقطت إلى أسفل فى قاع الأنبوبة أى أن المحلول أصبح مخففاً لخروج الماء من الأنسجة إلى المحلول الخارجى. أما إذا كانت كثافة المحلول مشابهة لكثافة النقطة المضافة فإنها لا تصعد ولا تهبط وهذا يدل على أن الجهد المائى للنسيج والمحلول الذى وضعت فيه متساويان.
- ومن الممكن إستخدام جهاز الرفراكتوميتر بدلاً من نقطة السقوط وعدم التغير فى التركيز يدل على أن المحلول له نفس الجهد المائى لذلك الذى يوجد فى النسيج النباتى وهذه الطريقة أدق فى النتائج.

العوامل التي تؤثر في الضغط الإسموزي لخلايا النبات

من الطبيعي أن أى عامل من شأنه أن يؤثر في المحتوى المائى أو تركيز الأملاح فى عصارة النبات فإن هذا العامل يلعب دورا مباشرا فى التأثير على الضغط الإسموزي للخلايا النباتية ومثل ذلك عملية النتج (فقد النبات للماء) أو إمتصاص النبات للماء وعموما ما يمكن إضافة العوامل التالية إلى العوامل السابقة.

○ الضغط الإسموزي لمحلول التربة: حيث وجد أن هناك علاقة طردية بين تركيز محلول التربة وبين الضغط الإسموزي لخلايا النبات النامي فى هذه التربة.

فالنبتات التي تتحمل درجة عالية من الملوحة Halophytes ذات ضغوط إسموزية عالية فى عصارتها الخلوية قد تصل أحيانا إلى ٢٠٠ ض ج كما فى نباتات Atriplex وكذلك النبتات التي تعيش فى المناطق الجافة Xorophytes بينما تتراوح قيمة الضغط الإسموزي لمعظم نباتات البيئة المتوسطة بين ٥ - ٣٠ ض ج.

○ نوع النبات: فمثلا الأشجار تحتوى عصارتها على ضغوط إسموزية أعلى من النبتات العشبية.
○ موضع الخلية فى النبات: فمثلاً عصارة أنسجة الأوراق العليا ذات ضغوط إسموزيه أكبر من عصارة الأنسجة السفلى للنبات ويتبين ذلك من الجدول التالى:-

تأثير محتويات مختلفة من الرطوبة فى التربة على الضغط الإسموزي فى نبات الذرة

نسبة الرطوبة فى التربة	الضغط الإسموزي لخلايا قمة النبات	الضغط الإسموزي لخلايا الجذر
٣٠%	٢٢.٠٦	٥.٩١
١٦%	٢٤.٣٦	٧.٧٩
١٣%	٢٥.٤٧	١١.٣٤

○ عمر الخلية: فمن المعلوم أن الضغط الإسموزي للخلية يزداد بتقدمها فى العمر.
○ يتوقف الضغط الإسموزي للعصير الخلوي فى النبات على وقت أخذ العينة. ففي الصباح الباكر يكون منخفضا نظرا لنقص نسبة السكر الذائب فى النسيج بينما فى المساء (قبل غروب الشمس) حيث تكون

نسبة السكريات الذائبة فى العصارة الخلوية عالية نتيجة لعملية البناء الضوئى فإن الضغط الإسموزى للعصارة الخلوية فى النبات يكون عالياً.

تقدير الضغط الإسموزى للأنسجة النباتية

عادة ما يقدر الضغط الإسموزى لعصارة الأنسجة النباتية بطرق عديدة سنكتفى بذكر الطريقتين التاليتين منها:

q طريقة البلازما Plasmolytic method

وهذه الطريقة تتلخص فى وضع شرائح من النسيج النباتى فى عدد من محاليل قياسية مختلفة التركيز (السكروز مثلاً) وتترك مدة كافية لحدوث حالة الإتزان الديناميكي بين العصارة الخلوية والمحلول الخارجى (أى إلى أن تقف عملية الإسموزية) ثم تفحص هذه الأنسجة ميكروسكوبياً ويحدد المحلول الذى تكون فيه نصف خلاياه تقريباً فى حالة بلزما بينما النصف الآخر من الخلايا لم يتبلزم بعد. ويكون متوسط الضغوط الإسموزية للعصارة الخلوية فى النسيج تساوى الضغط الإسموزى للمحلول الخارجى المغمورة فيه ويسمى الضغط الإسموزى التحصل عليه بواسطة هذه الطريقة "الضغط الإسموزى عند البلازما"

Osmotic Pressure at incipient plasmolysis

وقيمتها عادة تكون أكبر قليلاً من الحقيقة لأن الخلية قبل أن تبدى حالة البلازما يعترها إنكماش قليل فى الحجم. ومثل هذا الإنكماش يمكن معه تقدير الضغط الإسموزى بدقة أكثر وذلك بتطبيق المعادلة التالية:—

$$ح \times ت = ح' \times ت'$$

أى أن الحجم \times التركيز عند بدء البلازما = الحجم \times التركيز فى حالة إمتلاء الخلية.

$$ت' = \frac{ح \times ت}{ح'}$$

وبإختصار فإنه لتقدير الضغط الإسموزى بهذه الطريقة تقدر قوة الإمتصاص للنسيج عندما تكون قيمة ت له تساوى صفر (وهى حاله بدء البلازما).

طريقة تقدير الإنخفاض فى نقطة التجمد Cryoscopic method

ويتم ذلك بتقدير مقدار الإنخفاض فى درجة التجمد للعصير النباتى ثم تطبيق المعادلة:-

$$\frac{\Delta \times 22.4}{1.86} = \text{الضغط الإسموزى}$$

وهذه الطريقة سبق شرحها عند تقدير الضغط الإسموزى للمحاليل.

طرق أحداث الشد المائي في النباتات

هناك أربعة طرق مختلفة لغرض أحداث الشد المائي في النباتات، وان لكل طريقة محاسنها ومساوئها وهي كما يلي:

(١) حجب الماء عن التربة:

أن حجب الماء عن التربة من الطرق الأكثر وضوحاً وهي طريقة طبيعية في أحداث الشد المائي في النباتات تحت ظروف البيت الزجاجي أو حاضنات النمو. كما يمكن استعمال هذه التقنية في الحقل ولكن يجب تنمية النباتات تحت مسقعات خاصة لمنع سقوط المطر لغرض السيطرة الدقيقة على مستويات رطوبة التربة، أن أحداث الشد المائي بهذه الطريقة من العمليات الصعبة وذلك أن النباتات تعاني من نزع سريع أو بطيء للماء ويعتمد ذلك على ظروف النمو وحجم ونوع حاويات النمو فضلاً عن الأنواع والأصناف النباتية المدروسة أن هذه الطريقة تمتاز بأنها تخلو من تأثير الملوثات التي عادة تصاحب استخدام المركبات الكيماوية ذات الفعل الازموزي، أن هناك مساوئ يمكن أدرجها كالآتي:

(أ) صعوبة تحديد الجهد المائي بصورة دقيقة عند سطح الجذور.

(ب) صعوبة الحفاظ على الجهد المائي المطلوب في كافة أجزاء التربة.

(ت) نوعية التربة تؤثر كثيراً في دراسات الشد المائي.

(٢) استعمال مركبات ازموزية:

يمكن استعمال مركبات عديدة لغرض أحداث الشد المائي مثل كلوريد الصوديوم والسكروروز والمانوز والديكستران والمانتول والسوريتول أن استعمال كلايكلول متعدد الإثيلين (PEG) اكتسب أهمية كبيرة في دراسات الشد المائي. وهذه المادة خاملة غير متأينة وهي بوليمر ذو سلسلة طويلة. أن استعمال كلوريد الصوديوم يمكن اعتباره مناسباً لدراسات الشد المائي وذلك لأنه يسبب تأثيراً سميماً وهذا قد يسبب عدم وضوح في تفسير النتائج. أن مركبات (PEG) تمتاز بأنها تعطي دقة كبيرة في تحديد مستوى عجز الماء في النبات وذلك لأنها تتفقد بسهولة خلال الأغشية الخلوية أو البلازمية، أن أنها قد تسبب تأثيرات سمية. وقد عزيت هذه التأثيرات إلى وجود عناصر معدنية ثقيلة مثل الألمنيوم والمنغنيز. كذلك قد تسبب تأثيرات فسلجية أخرى مثل اختزال في امتصاص وانتقال الفسفور داخل النبات واختزال في محتوى الأوكسجين في المحلول المغذي وظهور تلف ظاهري في الورقة وغيرها. أن مركبات (PEG) تمتاز بأنها ذات مدى واسع من حالات المادة والوزن الجزيئي والخصائص الفيزيائية. وقد ينطوي على هذا صعوبات تحديد الجهد المائي لوسط النمو باستعمال هذه المركبات الذي يحتاج اهتماماً خاصاً.

مشكلات استعمال PEG

(١) امتصاص PEG: حيث يعتقد أن هذه المركبات قد تسبب تأثيرات سمية أ[] أن هناك جد[] حول كيفية حدوث مثل هذه التأثيرات فأما أن يكون ذلك بسبب المركبات الموجودة كشوائب. أو يكون تأثيرهما السمي بسبب تراكم PEG نفسه في أنسجة النبات.

(٢) طريقة تحديد الجهد الأزموزي لوسط النمو: ليس هناك اتفاق واضح بين الطرق المعتمدة في قياسات الجهد الأزموزي للمحاليل الحاوية على PEG. أ[] أن الطرق التي يمكن الاعتماد عليها هو قياس الأ[] انخفاض في درجة الأ[]جماد أو الطريقة السايكرومترية. أما تحديد الجهد الأزموزي حسب معادلة فانته وف فأنها تختلف لدرجة كبيرة عن الطريقة الأولى واستعمالها حيث قد تقتصر على التجارب البسيطة وباستخدام مادة ازموزية واحدة.

(٣) استعمال النظام الغشائي في أحداث الشد المائي:

تستعمل هذه الطريقة للتخلص من مشكلات السمية باستعمال PEG حيث يوضع النظام الجذري داخل غشاء شبه منفذ ومن ثم تنمية النبات في محاليل مغذية حاوية على مادة ازموزية مثل PEG.

(٤) تنظيم التوصيل الهيدروليكي للوسط الموصل:

وهي من الطرق البسيطة والدقيقة في مجال دراسة تأثيرات الشد المائي في نمو النبات. وقد صممت هذه الطريقة من أجل التغلب على الصعوبات التي تواجه الباحثين عند استعمال الطرق المذكورة سابقاً، كما أنها أكثر دقة لغرض الحصول على الجهد المائي الواطئ. وتعتمد هذه الطريقة على حقيقة أن الجهد المائي عند أسطح الجذور يتحدد بعدة عوامل هي:

(أ) المسافة بين الجذور إلى عمود الماء.

(ب) التوصيل الهيدروليكي للوسط الموصل.

(ت) معدل النتج.

الضوء Light :

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة إلى الأرض ويخترق 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 وهو الجزء من الإشعاع الشمسي الذي تدرکه الأبصار وتحول 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:

- 1- تكوين المادة الخضراء وإكمال تكوين البلاستيدات الخضراء.
 - 2- يدخل في عملية التمثيل الضوئي كمصدر للطاقة.
 - 3- يتزايد نمو النباتات نتيجة للضوء الأزرق والأحمر.
 - 4- تؤثر الموجات الضوئية في توزيع الأوكسينات وبالتالي يؤثر ذلك في عملية النمو والانتحاءات وتكوين هرمونات الأزهار.
 - 5- يؤثر الضوء في فتح وغلق الثغور (عملية النتج).
 - 6- 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 ، وشدة الإضاءة Light Intensity ومدة الإضاءة Duration.

أ- نوع الضوء :

يختلف تأثير الضوء من حيث نوعية الضوء بالإضافة إلى مكوناته من الألوان المختلفة ويختلف النوع من حيث الموسم والموقع الجغرافي فيؤثر كل من الموسم والموقع على زاوية سقوط الضوء على سطح الأرض فزاوية السقوط تكون عمودية على خط الاستواء وتكون بزاوية أكبر كلما اتجهنا شمالاً (القطب الشمالي مثلاً). أما نوعية الضوء فان الإشعاعات القصيرة تمتص بطبقة الأوزون والإشعاعات الطويلة تمتص من خلال السحب وبخار الماء. كما تؤثر الأتربة والدخان على باقي الموجات الضوئية كذلك أن الضوء ذو اللون الأزرق أو الأحمر أهم الألوان التي تمتصها البلاستيدات الخضراء في حين تعكس الألوان الأخرى ويلاحظ أن ألوان الضوء تؤثر على الأوكسينات فاللون الأحمر يزيد من إنبات بعض البذور مثل بذور الخس. كذلك نجد أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقة تساعد في تكوين اللون الأحمر في ثمار التفاح أما بالنسبة للنمو فالأشعة فوق البنفسجية تعتبر ضارة وتؤدي إلى تقزم النباتات ولها تأثير على النباتات

النامية على قمم الجبال في حين أن الأشعة الحمراء تسرع من إنبات بعض البذور بينما الإشعاع الأحمر البعيد له تأثير سلبي على إنبات البذور.
ب- شدة الإضاءة :

وهي كمية الضوء الساقط على مساحة معينة خلال فترة زمنية معينة وتقاس بوحدات مختلفة أقدمها شمعة ضوئية وهي تعادل كمية الضوء الساقط على السطح من شمعة قياسية على بعد 1 قدم. وهناك وحدات أخرى أحدث مثل : اللكس Lux = كمية الضوء المنظور الساقط على مساحة 1م² ويبعد 1م عن مصدر الضوء ، وهي تساوي (0.093 من شمعة 1 قدم) ويحتاج الإنسان للقراءة إلى حوالي 20 شمعة. وتختلف شدة الضوء باختلاف الموقع و علاقته بخطوط العرض على سطح الكرة الأرضية. فزاوية سقوط الإشعاع الشمسي رأسية على خط الاستواء و تميل كل ما أبتعدنا شمالاً أو جنوباً وبالتالي يتوزع الشعاع على مساحة أكبر من سطح الأرض . كذلك تؤثر سماكة الغلاف الجوي على إمتصاص و تشتت الأشعة الضوئية، حيث تقل سماكة الغلاف فوق خط الإستوى وتزداد عند القطبين. لذا تكون مسافة الكتلة الهوائية التي تخترقها الأشعة عند القطبين أطول بكثير من المسافة التي تقطعها الأشعة فوق المنطقة الاستوائية مما يزيد الفقد. وتحتاج النباتات على الأقل من 100 – 200 شمعة لكي تنمو ولهذا تزداد كمية المواد الكربوهيدراتية المتكونة في النباتات بزيادة شدة الضوء حتى تصل إلى حد أقصى. وتتراوح شدة الضوء ما بين 8.000 – 10.000 شمعة قدم في فصل الصيف. ويعرف هذا الحد الأقصى بنقطة تشبع الضوء Light Saturation Point وهي كمية الضوء التي لا يحدث بعدها أي زيادة في كمية المواد الكربوهيدراتية ، وتختلف نقطة التشبع الضوئي من محصول إلى آخر وتتراوح ما بين 5.000 – 10.000 شمعة قدم.

وعلى هذا يمكن تقسيم النباتات من حيث إستجابتها إلى شدة الضوء إلى :

أ- نباتات محبة للضوء : وتحتاج على الأقل إلى 3.000 وحدة شمعية ضوئية ومعظم المحاصيل الإقتصادية تنتمي إلى هذه المجموعة.

ب- نباتات محبة للظل : وتحتاج إلى كمية ضوء أقل ومن أمثلتها نباتات الزينة. وإذا قلت شدة الإضاءة عن 100 – 200 شمعة يؤدي هذا إلى تقليل التمثيل الضوئي بحيث تقل نواتج التمثيل الضوئي عن المستهلك بواسطة التنفس ويصبح النبات شاحباً فيستطيل النبات ويقطع الساق ويتحول لونه إلى اللون الأبيض. كذلك تؤثر شدة الإضاءة على الإنتحاء الضوئي فتحلل الأوكسينات المسببة للنمو وتتحرك نحو الجزء المظلم وبالتالي تؤدي إلى إستطالة الخلايا البعيدة عن الضوء مما يؤدي إلى إنتحاء النبات نحو الضوء. ويزيد الضوء من نسبة الإنبات في بعض النباتات مثل الخس

ج- مدة الإضاءة :

المقصود بها عدد ساعات الإضاءة في اليوم وتختلف من موقع إلى آخر ومن موسم إلى آخر. فعند خط الاستواء فإن عدد ساعات النهار 12 ساعة طول العام أما عند خط عرض 25 ° مثلاً تتراوح عدد ساعات النهار من 10.5 ساعة شتاءً إلى 13.75 ساعة صيفاً وعند خط عرض 45 ° تتراوح ما بين 8 ساعات شتاءً إلى 16 ساعة صيفاً وعند القطب الشمالي تتراوح ما بين صفر شتاءً إلى 24 ساعة صيفاً.. ويطلق على ظاهرة اختلاف استجابة النباتات للطول

النسبي لكل من الليل والنهار بظاهرة التأقت الضوئي Photoperiodism. ويؤثر إختلاف طول الفترة الضوئية بالنهار في النباتات عن طريق التأثير في العمليات الحيوية مثل نشوء البراعم و وسكونها و النشوء الزهري. وتنقسم النباتات من حيث إستجابتها لمدة الإضاءة إلى تأثيرها على نشوء الأزهار ويمكن تقسيمها:

- 1- نباتات محايدة Neutral: وهذه لا تتأثر بعدد ساعات النهار مثل: القطن- زهرة الشمس.
- 2- نباتات النهار الطويل: وهذه تحتاج لنشوء الأزهار إلى عدد ساعات إضاءة تزيد عن حد معين من الساعات على الأقل وأن ساعات الإضاءة تتزايد في أثناء فترة نشوء التزهير مثل: الحنطة، الشعير، البرسيم، الكتان.
- 3- نباتات النهار القصير: وهذه تحتاج إلى ساعات إضاءة أقل من حد معين ويجب أن تتناقص ساعات النهار باستمرار مثل: الرز، الذرة الصفراء، الذرة البيضاء، فول الصويا.

فإذا نقلنا نبات نهار قصير من المنطقة الإستوائية إلى المنطقة المعتدلة يؤدي هذا إلى عدم إزهار النباتات وتستمر في النمو الخضري. والعكس عند زراعة محاصيل النهار الطويل في موسم نهار قصير يؤدي هذا إلى تقصير فترة النمو الخضري. وتختلف الأصناف المختلفة لمحصول ما في إستجابتها لساعات الإضاءة.

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.

وتختلف درجات الحرارة من يوم إلى آخر حسب الموسم ومن مكان إلى آخر. وقد حدد لكل عملية حيوية ثلاث درجات حرارية مميزة هي القصى (الحد الأعلى) الصغرى أو الدنيا (الحد الأدنى) وبينهما المثلى وهي أكفى درجة حرارة لحدوث التفاعل. وتختلف الدرجات الحدية من محصول إلى آخر ويمكن للنباتات عموماً أن تحيي بين درجة حرارة صفر مئوي إلى درجة حرارة 55° م ولكن عموماً لا تنمو النباتات إذا قلت درجة الحرارة عن 5° م ويمكن تقسم النباتات من حيث إستجابتها للحرارة إلى :

1 - محاصيل المناطق المعتدلة : وهذه تنمو بين درجات حرارة 5 – 30° م ، درجة الحرارة المثلى لها بين (15 – 25° م) مثل القمح – الشعير – الشوفان.

2 - محاصيل المناطق الدافئة : وهذه تنمو ما بين درجة حرارة 10 – 40° م والمثلى ما بين (30 – 38° م) ولا تنمو إذا قلت درجة الحرارة عن 10° م. وأهم هذه المحاصيل الذرة الصفراء والبيضاء، القطن، الرز، فول الصويا.

الوحدات الحرارية التراكمية : (العلاقة بين درجات الحرارة والنضج) 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 . وعلى هذا كلما ارتفعت درجة الحرارة كلما زادت عدد الوحدات الحرارية التراكمية ويقل موسم النضج .

ويفيد حساب عدد درجات الحرارة التراكمية في الآتي :

أ- تحديد أنواع المحاصيل التي يمكن زراعتها وكذلك الأصناف وتحديد موعد الزراعة المناسب.

ب- تحديد موسم النمو وبالتالي ميعاد النضج بدقة وسهولة وذلك لتجهيز الحصاد في الوقت المناسب وخصوصاً للمحاصيل الحقلية.

ج- 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 :

يؤدي اختلاف درجات الحرارة عن الحرارة المثلى إلى حدوث بعض الأضرار وهذه الأضرار تنشأ أما نتيجة ارتفاع درجة الحرارة عن الحرارة القصوى أو انخفاضها عن الحرارة الدنيا.

أضرار ارتفاع الحرارة :

1- قتل البروتوبلازم: يتلف البروتوبلازم إذا ارتفعت درجة الحرارة عن 54⁰م ويبدأ

فقد صفاته الطبيعية ويقاوم النبات الوصول إلى هذه الدرجة عن طريق تكون

Epiderm الواقي أو زيادة المساحة الورقية التي تعمل على تظليل النبات.

2- حدوث ضربة الشمس: وتنشأ عن موت الخلايا الإنشائية (الكمبيوم) المواجهة

لجهة الشمس. وتحدث في الأشجار الحديثة حيث تكون خلايا القلف رقيقة فيموت

نسيج الكمبيوم ويتلف الخشب.

3- التأثير المجفف: يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى تزايد معدل النتج. وكذلك يقل

نشاط الجذور ويقل امتصاصها للماء ويبدأ النبات في الذبول والذي ينتهي بالموت

نتيجة للجفاف. وهذا ما يعرف بإسم التوازن المائي السالب. وتتأثر النموات الحديثة

وكذلك الأزهار والثمار الصغيرة بدرجة أكبر من ارتفاع درجة الحرارة.

4- تعمل درجات الحرارة المرتفعة إلى تقليل التمثيل الضوئي وزيادة معدل التنفس

وتفقد النباتات مخزونها من الغذاء.

5- يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تساقط الأزهار والثمار الصغيرة.

6- يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى قتل الجذور السطحية.

7- يؤثر ارتفاع الحرارة على حيوية حبوب اللقاح ويقلل من نسبة إنباتها ويقلل من

نسبة الإخصاب (إذا ارتفعت عن 40⁵م).

أضرار انخفاض الحرارة :

يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى إبطاء معدلات العمليات الحيوية التي تجري داخل النبات

ويؤدي انخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوي إلى حدوث التجمد. ويؤدي هذا التجمد إلى

حدوث الأضرار التالية:

1- تجمد البروتوبلازم ويؤدي إلى موت البروتوبلازم فيتسبب البروتين وتموت الخلية.

(تجمد سريع)

2- الجفاف الخلوي وينشأ عند تجمد الماء الموجود بين الخلايا في حين أن الماء داخل الخلايا

لم يتجمد بعد. لهذا يخرج الماء من داخل الخلايا إلى خارجها ويحدث الجفاف. (تجمد بطيء

وتدريجي)

3- الصقيع (أضرار ميكانيكية نتيجة الصقيع): والمقصود بالصقيع هو تجمد الماء وتحوله

إلى بلورات ثلجية

تلوث الماء

يعتبر تلوث الماء من أوائل الموضوعات التي اهتم بها العلماء والمختصون بمجال التلوث، وليس من الغريب أن يكون حجم الدراسات التي تناولت هذا الموضوع أكبر من حجم تلك التي تناولت باقي فروع التلوث .
ولعل ذلك مرده إلى سببين :

الأول : أهمية الماء وضروريته ، فهو يدخل في كل العمليات البيولوجية والصناعية ، ولا يمكن لأي كائن حي -مهما كان شكله أو نوعه أو حجمه - أن يعيش بدونه ، فالكائنات الحية تحتاج إليه لكي تعيش ، والنباتات هي الأخرى تحتاج إليه لكي تنمو ، (وقد أثبت علم الخلية أن الماء هو المكون الهام في تركيب مادة الخلية ، وهو وحدة البناء في كل كائن حي نباتاً كان أم حيواناً ، وأثبت علم الكيمياء الحيوية أن الماء لازم لحدوث جميع التفاعلات والتحويلات التي تتم داخل أجسام الأحياء فهو إما وسط أو عامل مساعد أو داخل في التفاعل أو ناتج عنه ، وأثبت علم وظائف الأعضاء أن الماء ضروري لقيام كل عضو بوظائفه التي بدونها لا تتوفر له مظاهر الحياة ومقوماتها) .

الثاني : أن الماء يشغل أكبر حيز في الغلاف الحيوي ، وهو أكثر مادة منفردة موجودة به ، إذ تبلغ مساحة المسطح المائي حوالي 70.8% من مساحة الكرة الأرضية ، مما دفع بعض العلماء إلى أن يطلقوا اسم (الكرة المائية) على الأرض بدلاً من من الكرة الأرضية . كما أن الماء يكون حوالي (60-70%) من أجسام الأحياء الراقية بما فيها الإنسان ، كما يكون حوالي 90% من أجسام الأحياء الدنيا) وبالتالي فإن تلوث الماء يؤدي إلى حدوث أضرار بالغة ذو أخطار جسيمة بالكائنات الحية ، ويخل بالتوازن البيئي الذي لن يكون له معنى ولن تكون له قيمة إذا ما فسدت خواص المكون الرئيسي له وهو الماء .

مصادر تلوث الماء:-

يتلوث الماء بكل ما يفسد خواصه أو يغير من طبيعته ، والمقصود بتلوث الماء هو تدنس مجاري الماء والآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات ، ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقي فيه أو تصب في فروعها ، كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة لتسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتريا وصبغات كيميائية ملوثة ، ومن أهم ملوثات الماء ما يلي :

1. مياه المطر الملوثة:-

تتلوث مياه الأمطار - خاصة في المناطق الصناعية لأنها تجمع أثناء سقوطها من السماء كل الملوثات الموجودة بالهواء ، والتي من أشهرها أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت وذرات التراب ، ومن الجدير بالذكر أن تلوث مياه الأمطار ظاهرة جديدة استحدثت مع انتشار التصنيع ، وإلقاء كميات كبيرة من المخلفات والغازات والأتربة في الهواء أو الماء ، وفي الماضي لم تعرف البشرية هذا النوع من التلوث ، لان ماء

المطر الذي يتساقط من السماء ينزل خالياً من الشوائب، لقد امتلئ الهواء بالكثير من الملوثات الصلبة والغازية التي نفتتها مداخن المصانع ومحركات الآلات والسيارات وهذه الملوثات تذوب مع مياه الأمطار وتتساقط مع الثلوج فتتمتصها التربة لتضيف بذلك كمّاً جديداً من الملوثات إلى ذلك الموجود بالتربة ، ويمتص النبات هذه السموم في جميع أجزائه ، فإذا تناول الإنسان أو الحيوان هذه النباتات أدى ذلك إلى التسمم كما أن سقوط ماء المطر الملوث فوق المسطحات المائية كالمحيطات والبحار والأنهار والبحيرات يؤدي إلى تلوث هذه المسطحات وإلى تسمم الكائنات البحرية والأسماك الموجودة بها ، وينتقل السم إلى الإنسان إذا تناول هذه الأسماك الملوثة ، كما تموت الطيور البحرية التي تعتمد في غذائها على الأسماك . إنه انتحار شامل وبطيء يصنعه البعض من بني البشر ، والباقي في غفلة عما يحدث حوله ، حتى إذا وصل إليه تيار التلوث أفاق وانتبه ن ولكن بعد أن يكون قد فاتته الأوان .

2. مياه المجاري:-

وهي تتلوث بالصابون والمنظفات الصناعية وبعض أنواع البكتيريا والميكروبات الضارة ، وعندما تنتقل مياه المجاري إلى الأنهار والبحيرات فإنها تؤدي إلى تلوثها هي الأخرى .

3. المخلفات الصناعية:-

وهي تشمل مخلفات المصانع الغذائية والكيميائية والألياف الصناعية والتي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون والبكتيريا والاحماض والقلويات والأصبغ والنفط ومركبات البترول والكيمويات والأملاح السامة كأملح الزئبق والزرنيخ ، وأملاح المعادن الثقيلة كالرصاص والكاديوم .

4. المفاعلات النووية:-

وهي تسبب تلوثاً حرارياً للماء مما يؤثر تأثيراً ضاراً على البيئة وعلى حياتها ، مع احتمال حدوث تلوث إشعاعي لأجيال لاحقة من الإنسان وبقية .

5. المبيدات الحشرية:-

والتي ترش على المحاصيل الزراعية أو التي تستخدم في إزالة الأعشاب الضارة ، فينساب بعضها مع مياه الصرف المصارف ، كذلك تتلوث مياه الترغ والقنوات التي تغسل فيها معدات الرش وآلاته ، ويؤدي ذلك إلى قتل الأسماك والكائنات البحرية كما يؤدي إلى نفوق الماشية والحيوانات التي تشرب من مياه الترغ والقنوات الملوثة بهذه المبيدات ، ولعل المأساة التي حدثت في العراق عامي 1971-1972م أو ضح دليل على ذلك حين تم استخدام نوع من المبيدات الحشرية المحتوية على الزئبق مما أدى إلى دخول حوالي 6000 شخص إلى المستشفيات ، ومات منهم 500.

6. التلوث الناتج عن تسرب البترول إلى البحار المحيطات:-

وهو إما نتيجة لحوادث غرق الناقلات التي تتكرر سنوياً ، وإما نتيجة لقيام هذه الناقلات بعمليات التنظيف وغسل خزاناتها وإلقاء مياه الغسل الملوثة في عرض البحر . ومن أسباب تلوث مياه البحار أيضاً بزيت البترول تدفقه أثناء عمليات البحث والتنقيب عنه ، كما حدث في شواطئ كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في نهاية الستينيات ، وتكون نتيجة لذلك بقعة زيت كبيرة الحجم قدر طولها بثمانمائة ميل

على مياه المحيط الهادي ، وأدى ذلك إلى موت أعداد لا تحصى من طيور البحر ومن الدلافين والأسماك والكائنات البحرية نتيجة للتلوث .

3- تلوث الأرض :-

يتلوث سطح الأرض نتيجة التراكم المواد والمخلفات الصلبة التي تنتج من المصانع والمزارع والنوادي والمنازل والمطابع والشوارع ، كما يتلوث أيضاً من مخلفات المزارع ورماد احتراقها .

4- المبيدات الحشرية :-

والتي من أشهرها مادة د.د.ت ، وبالرغم من أن هذه المبيدات تقيد في مكافحة الحشرات الضارة ، إلا أنها ذات تأثير قاتل على البكتريا الموجودة في التربة ، والتي تقوم بتحليل المواد العضوية إلى مركبات كيميائية بسيطة يمتصها النبات ، وبالتالي تقل خصوبة التربة على مر الزمن مع استمرار استخدام هذه المبيدات ، وهذه مشكلة كبرى ، وخاصة إذا أضفنا إلى ذلك المناعة التي تكتسبها الحشرات نتيجة لاستخدام هذه المبيدات والتي تؤدي إلى تواجد حشرات قوية لا تبقى ولا تذر أي نبات أخضر إذا هاجمته أو داهمته .

إن مادة الـ د.د.ت تتسرب إلى جسم الانسان خلال الغذاء الذي يأتيه من النباتات والخضروات ، وتتركز خطورة مادة الـ د.د.ت في بقائها بالتربة الزراعية لفترة طويلة من الزمن دون أن تتحلل ، ولهذا ازدادت الصيحات والنداءات بضرورة عدم استعمال هذه المادة كمبيد .

إنه لمن المؤسف أن الاتجاهات الحديثة في مكافحة الحشرات تلجأ إلى استخدام المواد الكيميائية ، ويزيد الطين بلة استخدام الطائرات في رش الغابات والنباتات والمحاصيل الزراعية . إن ذلك لا يؤدي إلى تساقط الأوراق والأزهار والأعشاب فحسب ، بل يؤدي إلى تلوث الحبوب والثمار والخضروات والتربة ، وذلك قد يؤدي إلى نوعين من التلوث :

الأول : تلوث مباشر وينتج عن الاستعمال البشري المباشر للحبوب والثمار الملوثة .
الثاني : تلوث غير مباشر وهذا له صور شتى وطرق متعددة .

1. فهو إما أن يصاب الإنسان من جراء تناوله للحوم الطيور التي تحصل على غذائها من التقاطها للحشرات الملوثة حيث تنتقل هذه المبيدات إلى الطيور وتتراكم داخلها ويزداد تركيزها مع ازدياد تناول هذه الطيور للحشرات فإذا تناولها الإنسان كانت سماً بطيئاً ، يؤدي إلى الموت كلما تراكم وازدادت كميته وساء نوعه .

2. وهو إما أن يصاب به نتيجة لتناوله للحوم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الملوثة .

3. كما يمكن أن يصاب به نتيجة لسقوط هذه المبيدات في التربة وامتصاص النبات لها ، ودخولها في بناء خلايا النبات نفسه .

ومن أشهر المبيدات الحشرية التي تضر بصحة الإنسان تلك المحتوية على مركبات الزئبق ولقد سمي المرض الناتج عن التسمم بالزئبق بمرض (الميناماتا) وذلك نسبة إلى منطقة خليج (ميناماتا) باليابان والتي ظهر فيها هذا المرض لأول مرة عام

1953م ، وذلك كنتيجة لتلوث المياه المستخدمة في ري الأراضي الزراعية بمخلفات تحتوي على مركبات الزئبق السامة الناتجة من أحد المصانع وحتى ولو كان بكميات صغيرة على جسم الإنسان حيث ترتخي العضلات وتتلف خلايا المخ وأعضاء الجسم الأخرى ، وتفقّد العين بصرها ، وقد تؤدي إلى الموت كما تؤثر على الجنين في بطن أمه

الأسمدة الكيماوية :

من المعروف أن الأسمدة المستخدمة في الزراعة تنقسم إلى نوعين :

الأسمدة العضوية :

وهي تلك الناتجة من مخلفات الحيوانات والطيور والإنسان ، ومما هو معروف علمياً أن هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .

الأسمدة غير العضوية :

وهي التي يصنعها الإنسان من مركبات كيميائية فإنها تؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من أن الغرض منها هو زيادة إنتاج الأراضي الزراعية ، ولقد وجد المهتمون بالزراعة في بريطانيا أن زيادة محصول الفدان الواحد في السنوات الأخيرة لا تزيد على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيماوية يؤدي إلى تغطية التربة بطبقة لا مسامية أثناء سقوط الأمطار الغزيرة ، بينما تقل احتمالات تكون هذه الطبقة في حالة الأسمدة العضوية .

بعض أساليب مكافحة تلوث الماء :

- التحول من استعمال الفحم إلى استعمال النفط .

لأن احتراق الفحم يسبب تلوثاً يفوق ما ينجم عن احتراق النفط إلا أن اتخاذ مثل هذا الإجراء يهدد بإغلاق بعض الناجم وما يترتب عليه من ارتفاع نسبة الأيدي العاملة ومن ناحية أخرى فإنه يهدف إلى حماية البيئة من التلوث إلى حد كبير .

- معالجة مياه المجاري ومياه الصرف الصحي .

حيث إنه من الضروري معالجة مياه المجاري بالمدن وكذلك مياه الصرف الصحي قبل وصولها إلى المسطحات المائية وقد اتخذت خطوات متقدمة في هذا المجال في كثير من الدول المعنية ، إذ اتجه الاهتمام نحو معالجة مياه المصارف وإعادة استخدامها في ري الأراضي الزراعية وكذلك معالجة مياه المجاري بالمدن الكبرى واستخدامها في مشروعات الري .

- التخلص من النفط العائم :

يجب التخلص من النفط العائم بعد حوادث الناقلات بالحرق أو الشفط وتخزينه في السفن أعدت لهذا الغرض مع الحد من استخدام المواد الكيماوية تجنباً لإصابة الأحياء المائية والنباتية .

- الحد من التلوث مياه الصابورة :

ويمكن الحد من مياه الصابورة باتباع إحدى الطريقتين :

- قبل شحن الخزانات بمياه الصابورة تغسل جيداً ويخزن الماء الملوث في خزان خاص ليفصل الماء عن النفط ببطء وقرب مواني الشحن يفرغ الماء المنفصل في البحر ويعبأ النفط الجديد فوق ترسبات السابقة .

2- بناء أحواض في موانئ التصدير تفرغ فيها مياه الصابورة حتى يتم تصفيتها تخلصا للنفط .

- محاولة دفن النفايات المشعة في بعض أراضي الصحاري :
إذا تحاول بعض الدول الصناعية دفن النفايات المشعة في بعض الصحاري ومثل هذه المحاولات إذا تمت فإنها تهدد خزانات المياه الجوفية بالتلوث وإلى تعريض السكان لمخاطر الإشعاع النووي .

- إدخال الأجهزة المضادة للتلوث في المصانع الجديدة :
وفي الدول المتقدمة تفرض الدول على أصحاب السيارات تركيب أجهزة تخفيف التلوث وتنتج المصانع حاليا سيارات ركبت بها مثل هذه الأجهزة وذلك بالنسبة للتلوث النووي الناجم عن خلل مفاجئ في المفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية ففي بعض الدول طالبت الهيئات المسؤولة عن سلامة البيئة والشركات صاحبة المفاعلات بوضع خطة لإجلاء السكان في دائرة قطرها 10 أميال عند الضرورة وتنفيذ مثل هذا الإجراء يبدو صعبا لارتفاع التكاليف، وتكتفي الدول بفرض غرامة كبيرة على الشركات المسؤولة في حالة عجزها عن تنفيذ الإجراء المطلوب .