

الأمراض البيئية والفيزيولوجية:

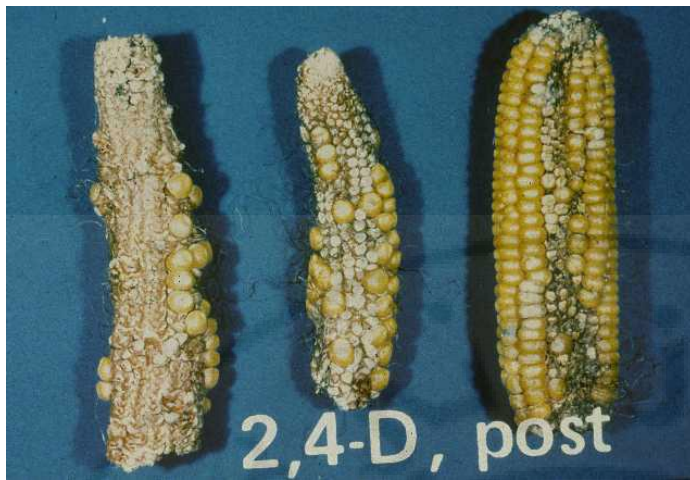
يشرح هذا المقرر الأهمية الاقتصادية للعوامل البيئية التي تسبب أمراض للنبات (مثل: الحرارة، الرطوبة، نقص الأوكسجين، الضوء، تلوث الجو، السطوع الشمسي). كما يبين حالات العوز إلى العناصر الغذائية- أعراض أمراض نقص العناصر الغذائية- أضرار المعادن الثقيلة في الترب ومياه الري والتلوث- أضرار المبيدات الكيميائية وخصوصاً مبيدات الأعشاب - أضرار العمليات الزراعية.

الرقم	عنوان الباب
1	تمهيد للأمراض غير الطفيلية وأهميتها الاقتصادية
2	أضرار العوامل البيئية (الحرارة والرطوبة ونقص الأوكسجين)
3	أضرار العوامل البيئية في التربة والمياه وعلاجها
4	أضرار التلوث في المياه والتربة والهواء وعلاجها
5	أضرار العناصر المشعة
6	الأضرار الميكانيكية على النبات
7	دور العناصر الغذائية في حياة النبات
8	الصقيع الربيعي أسبابه وحساسية النبات للحرارة المنخفضة
9	طرق مكافحة الصقيع
10	أهم الأمراض الناجمة عن نقص العناصر وعلاجها
11	تأثير خلل التوازن المائي على النبات
12	مجموعات مبيدات الأعشاب وآلية عملها
13	آليات وطرائق وصول المبيدات إلى المحاصيل الزراعية
14	أهم الأعراض الناتجة عن سوء استخدام مبيدات الأعشاب

مبيدات الأعشاب والتشابه بين

أعراضها وأعراض نقص العناصر **atrazine**





جفاف الخ



atrazine



manganese deficiency



2,4-D



dicamba



مبيدات الأعشاب

تعريف:

مبيدات الأعشاب Herbicides:

كلمة مشتقة من اللغة اللاتينية وهي تتكون من مقطعين، المقطع الأول herb وتعني عُشْب والثاني ويعني قاتل cide أو مبيد الأعشاب، لذا فهي مواد كيميائية تقتل الأعشاب والنباتات الأخرى.

- هي مواد كيميائية تحدث عُطْل أو خلل في الوظائف الحيوية (فسيولوجية) للنباتات لوقت كافٍ لقتله أو تقليل نموه.

إذاً مبيد الأعشاب يؤدي إلى حدوث مرض فيزيولوجي يتطور مع الزمن ويحتاج إلى مدة زمنية طويلة (1- 40 يوم) حتى موت النبات.

تقسيم مبيدات الأعشاب:

- المعرفة بتقسيم المبيدات شيء ضروري للتعامل معها قد تقسم إلى:-

• حسب الاستخدام في المحصول:

مبيد أعشاب القمح أو الذرة أو غير ذلك.

* حسب تأثيرها الظاهري:

بعض المبيدات تسبب تساقط الأوراق أو احتراقها أو بهتان لونها أو قصر النبات أو التفافها.

* حسب مكان التأثير بالملامسة أو الجهازية:

انتقال المبيد من نقطة تطبيقه أو ملامسته للنبات إلى نقطة تأثيره داخل هذا النبات

يُعرف بالمبيد الجهازى أو بالملامسة حيث يحدث فعله في موقع سقوطه على النبات.

وغيرها من الطرق قبل الإنبات وبعده الخ.....

-الأعراض الظاهرية:

اصفرار, تقزم, وجفاف, احتراق لحواف الأوراق ، تبق الأوراق وغيرها

2- الصفات الكمية:

- قوة نمو المجموع الخضري للنبات معبراً عنه بقياس كل من الصفات التالية:

طول الساق الرئيسة للنبات، قطر الساق الرئيسة، عدد الأفرع الجانبية.

طول الفرع، عدد الأوراق, وحجمها، عدد المجموعات الزهرية.

- قوة نمو المجموع الجذري: طول الجذر الرئيس، عدد الجذور الجانبية.

قطر الجذر في المحاصيل ذات الجذور الدرنية, وغيرها.

- الوزن الرطب

- الوزن الجاف

- طول المجموعة الزهرية,

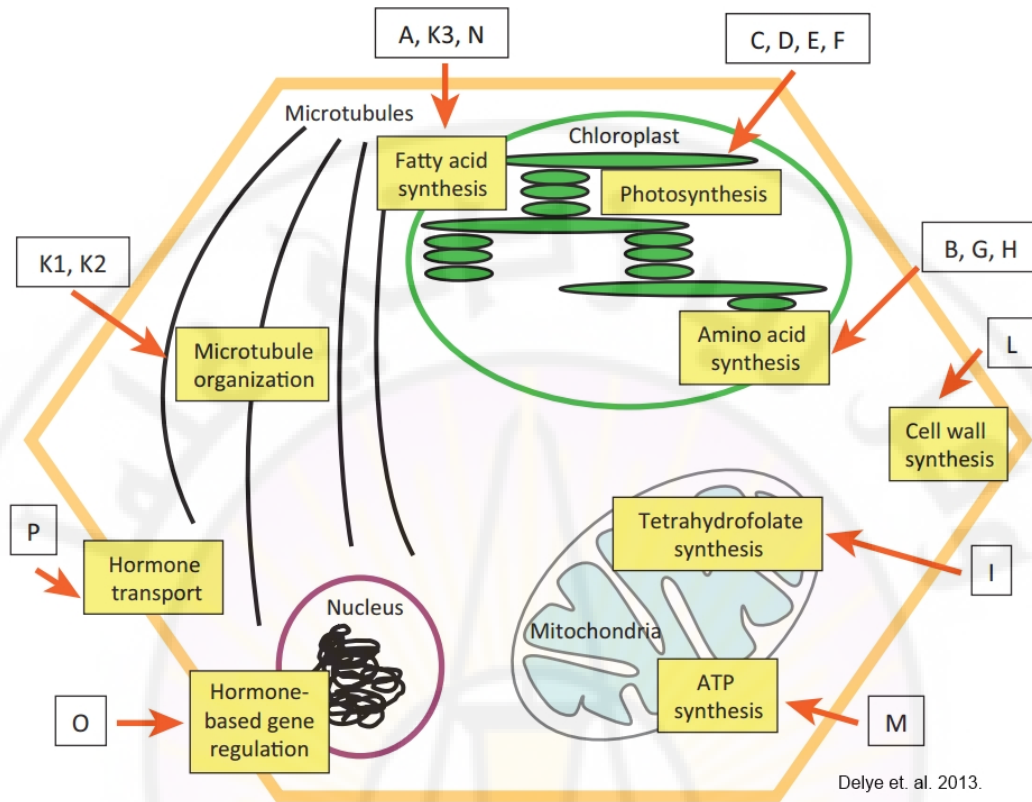
- عدد البذور,

- وزن 100 حبة من البذور

وزن الدرنه أو وزن الثمرة, وعدد الثمار التي يعطيها النبات الواحد.

3- الصفات النوعية: صفات لا يمكن قياسها ببساطة وتعتمد على الخبرة



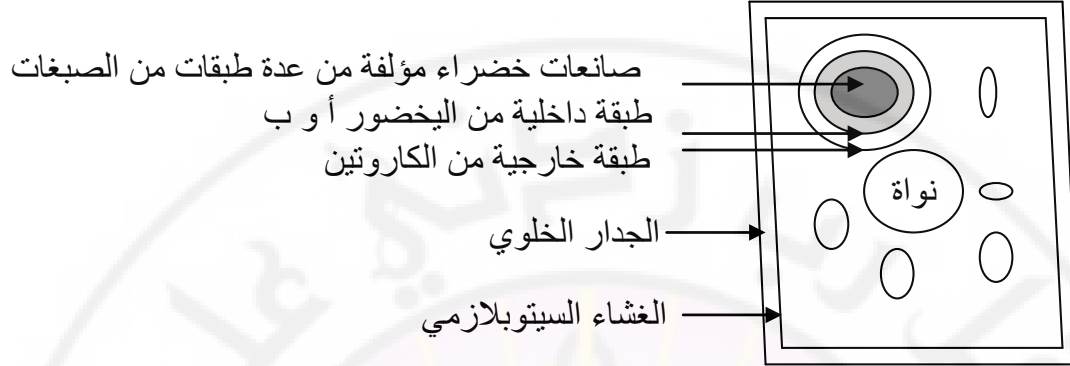


أماكن تأثير مبيدات الأعشاب

Damascus University

طرائق تأثير المبيدات التي توقف عملية التمثيل اليخضوري:

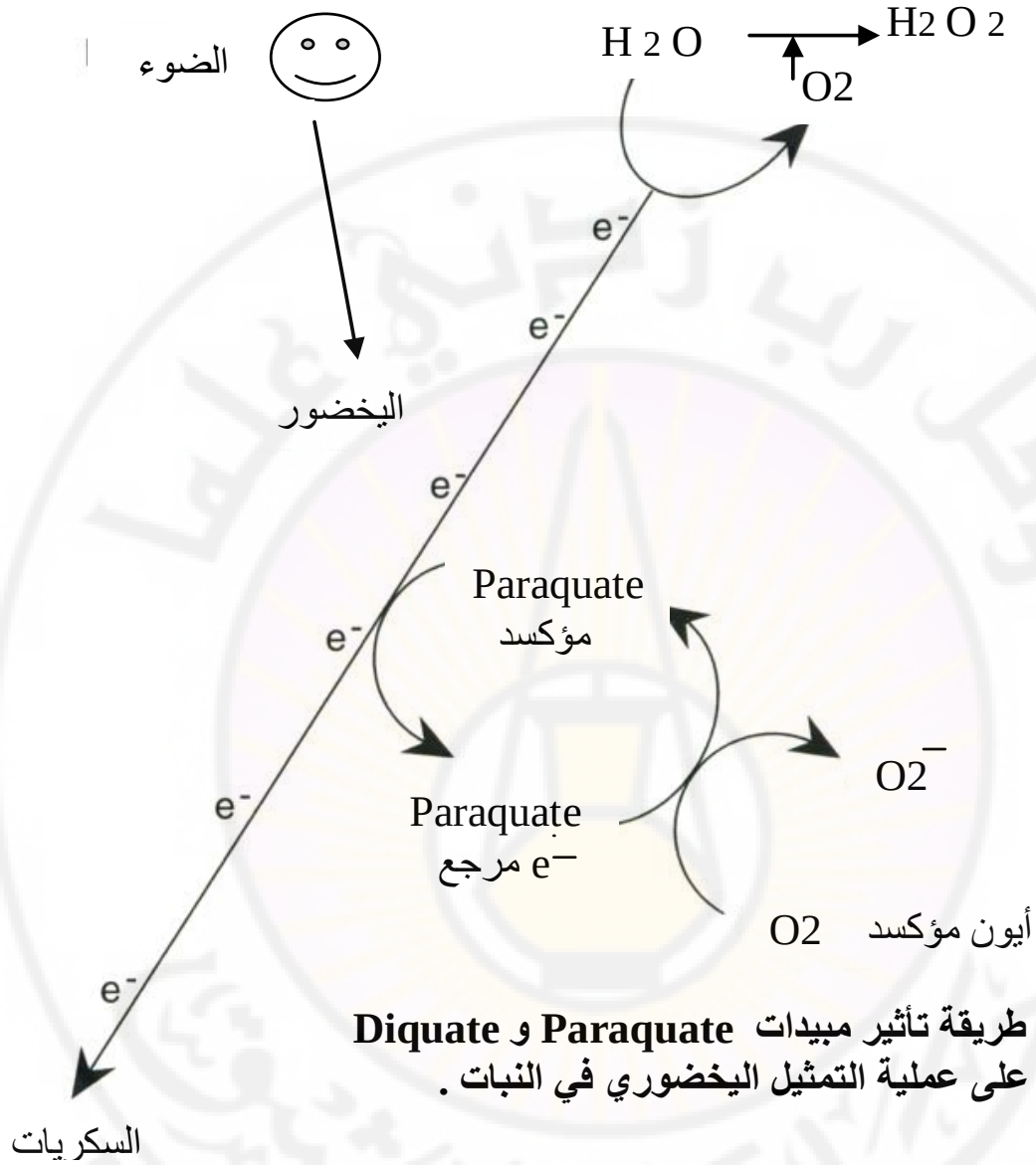
• مبيدات مجموعة التريازين و اليوراسيل واليوريا : Triazine, Uracil, Urea :



تركيب الصانعات الخضراء في داخل الخلية النباتية.

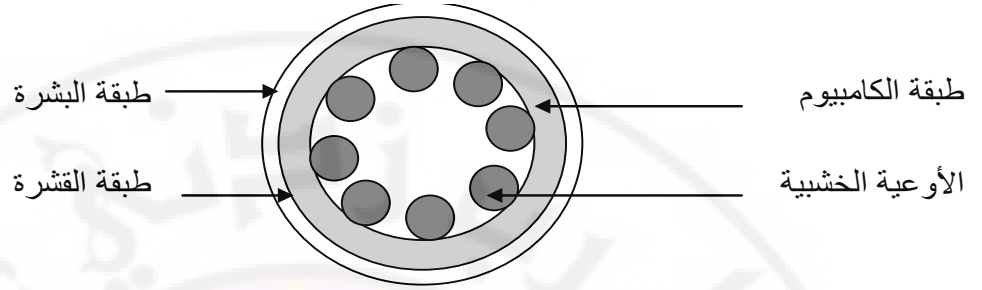
والديكوات Diquate

مبيدات الباراكوات Paraquate

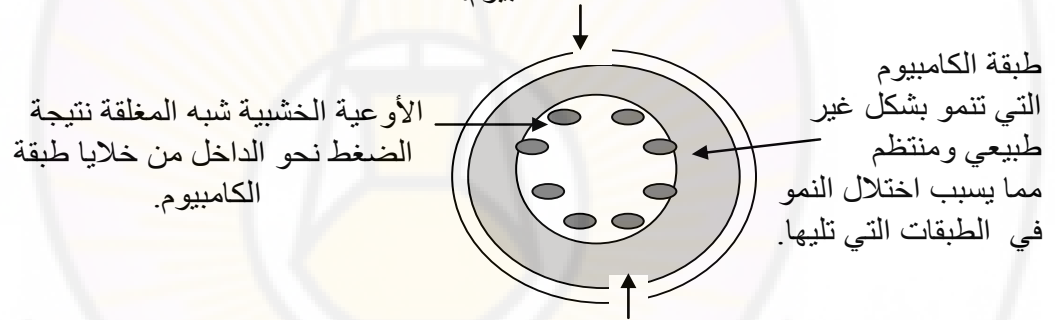


التأثير الهرموني لمبيدات الأعشاب من مجموعة Phenoxy alcanoique مثل 2,4-D و

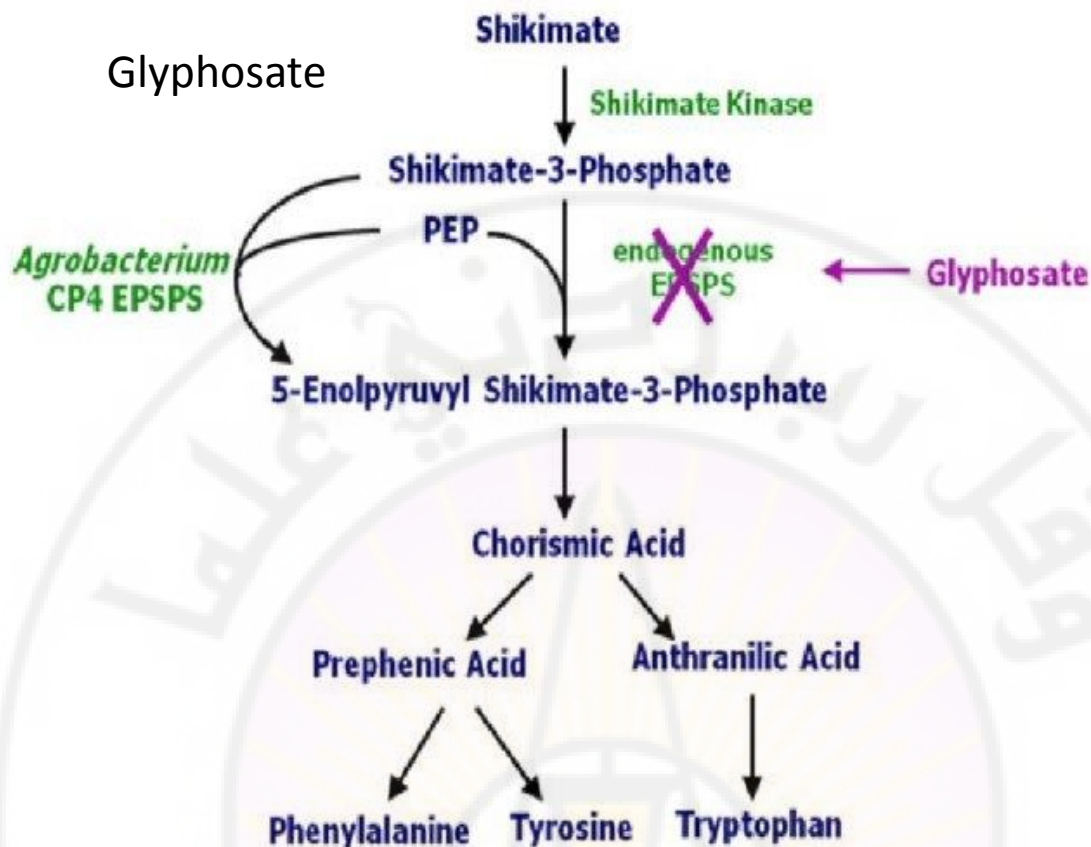
MCPA



طَبَقَةُ الْبَشْرَةِ الَّتِي بَدَأَتْ تَتَشَقَّقُ نَتِيجَةَ الضَّغْطِ نَحْوَ الْخَارِجِ مِنَ النَّمُو غَيْرِ الطَّبِيعِيِّ فِي خَلَايَا مَنْطَقَةِ الْكَامْبِيُومِ.



Damascus University



glyphosate inhibit of the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate (EPSP) synthase. The resulting deficiency in EPSP production leads to reductions in aromatic amino acids that are vital for protein synthesis and plant growth

متى يظهر التأثير السلبي لمبيدات الأعشاب في الحقل

- 1- الرش بمعدلات استخدام مرتفعة.
- 2- الاستخدام بالوقت الخاطئ.
- 3- انجراف محلول الرش.
- 4- تداخل مناطق الرش.
- 5- تلوث خزان الرش بمبيدات أعشاب أخرى.
- 6- مزج غير متوازن لمبيد الأعشاب (في خزان الرش أو مع التربة).
- 7- إضافة مواد مساعدة خاطئة مع محلول الرش.
- 8- توقيت الرش.

1- الرش بمعدلات استخدام مرتفعة.

الترايفلورالين : مبيد خاص

لمحصول الذرة الصفراء

يمنع إنبات بذور الأعشاب

2- الاستخدام بالوقت الخاطئ.

رش D-4, 2 على القمح بمرحلة التسنبل

3- انجراف محلول الرش.

4- تداخل مناطق الرش مع بعضها (رش متكرر)

5- تلوث خزان الرش بمبيدات الأعشاب D-2,4

6- مزج غير متوازن لمبيد الأعشاب (في خزان الرش أو مع التربة).

لا يجوز الخلط العشوائي لمبيدات الأعشاب

7- إضافة مواد مساعدة خاطئة مع محلول الرش.

8- توقيت الرش.

طرق الحماية من الانجراف

1- تواجد حاجز طبيعي أو صناعي

puffer zone

(صف من الأشجار أو غيرها)

الحماية من الانجراف (صف من الأشجار puffer zone)

2- الرش الموجه

طرق التخلص من أضرار مبيدات الأعشاب بعد الرش الخاطئ

الإجراءات الوقائية:

- 1- قراءة وإتباع ما هو مكتوب على لصاقة المبيدات، استخدام معدل الرش الصحيح والمنصوح به. معايرة المرش بشكل دقيق قبل رش مبيدات الأعشاب.
- 2- عدم خلط مبيدات الأعشاب مع بعضها ما لم يكن ذلك موثق، وفي حال الخلط يجب مزج المبيدات بشكل كامل مع بعضها.
- 3- لا ترش في وجود رياح حتى لو رياح ضعيفة لتجنب انجراف محلول الرش
- 4- تخفيف الضغط داخل خزان الرش للوصول إلى قطرات رش أكبر.
- 5- اجعل المرشات وفالات الرش قريبة لسطح الأرض ورش المنطقة المصابة بالأعشاب فقط
- 6- استخدام مبيدات الأعشاب قليلة الضغط البخاري (ذات قدرة أقل على التبخر) والرش عند توفر درجات حرارة منخفضة.
- 7- عدم استعمال مبيدات الأعشاب الخاصة بالتربة في حال وجود احتمال انتقال المبيد مع مياه التربة إلى الحقول المجاورة أو الحقول الأدنى (منطقة جبلية مثلاً)
- 8- عدم استخدام مبيدات الآفات المعقمة للتربة طويلة الأمد (عدة سنوات) في حقول الزراعة الاعتيادية. ((تستخدم فقط في المناطق الصناعية، السكك الحديدية وغيرها)).
- 9- عدم استعمال مرشات مبيدات الأعشاب لرش المبيدات الحشرية أو الفطرية وغيرها.
- 10- عدم إدخال المواد الزراعية (سماد عضوي، بقايا نباتية، مياه ري) غير معروفة المصدر لتجنب حملها لبقايا مبيدات الأعشاب.

الإجراءات العلاجية

- 1- الغسيل: عند الاشتباه بخطأ في الرش أو مبيد الأعشاب المستعمل أو تلوث المحصول بمبيد أعشاب منجراف من الجوار، الغسيل الفوري الكامل للمحصول. الغسيل بعد عدة ساعات قد لا يجدي نفعاً.
- لا تنفع هذه الطريقة مع مبيدات الأعشاب التي تستعمل على التربة.
- قد تحتاج النباتات إلى رش مبيد فطري بعد ذلك.
- 2- بالنسبة لمبيدات الأعشاب التي تستخدم على التربة، يمكن إضافة الفحم الحجري النشط والذي يمتص مبيدات الأعشاب من التربة ويعطل مفعولها.
- 1 كغ / 10 م² تدمج إلى عمق 15 سم مباشرة بعد الرش الخاطئ.
- 3- تقليم المجموع الخضري (البطاطا).

4- تقليم الجذور. قطع الجذور. عمل خندق رفيع بين صفوف الأشجار المجاورة للحقول المعاملة أو بين الحقول الزراعية لمنع انتقال المبيد من حقل إلى آخر

5- التعفير بالتربة أو المساحيق الخاملة (بودرة تالك): التعفير السريع بأية مادة خاملة (تراب منخول ناعم جداً) للمجموع الخضري للنباتات المرشوشة بالخطأ يؤدي إلى امتصاص المبيد بسرعة وتجنب ضرره. هذا العمل يجب أن يتم خلال دقائق (أقل من 5 دقائق وحسب درجات الحرارة والرياح).

6- تبديل التربة حول الأشجار المثمرة أو نباتات الزينة المعمرة

7- الصبر: وخصوصاً في حال الأشجار المثمرة المعمرة، لا نبذل الأشجار فوراً ويمكن التحمل لموسم أو اثنين وتعاود الأشجار النمو مجدداً.

8- التسميد الجيد للنباتات المصابة، رش محلول متوازن ومخصبات عضوية وأحماض أمينية.

مبيدات الأعشاب, والنبات

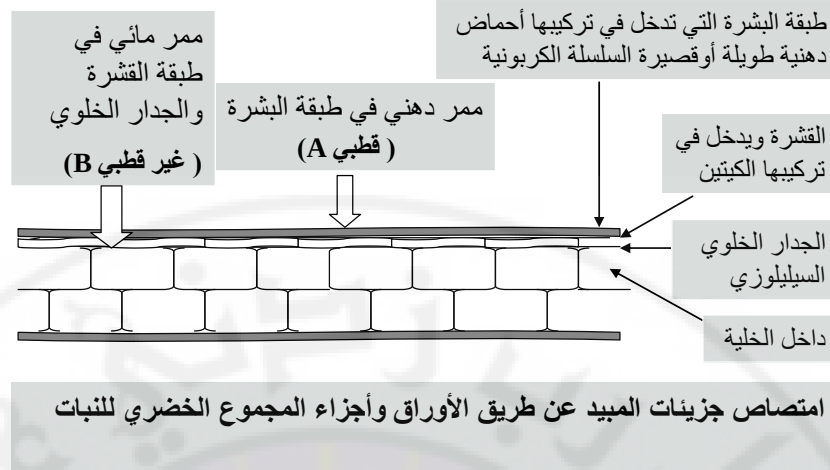
تتحكم الصفات الخضرية , والتشريحية, والعمليات الفيزيولوجية والحيوية داخل النبات بمدى فعالية المبيدات , وبطريقة تأثير هذه المبيدات عند استخدامها على النبات , والعمليات التي يقوم بها النبات بعد عملية الرش , وتلقي أجزائه المختلفة لجزيئات المبيد مع قطرات محلول الرش , وهي:

- امتصاص المبيد.
 - انتقال المبيد.
 - تعرض جزئ المبيد في داخل النبات لعمليات الاستقلاب الحيوي , والكيميائي التي قد تغير من طبيعة تركيب الجزيء.
 - تأثير المبيد على العمليات الحيوية في داخل النبات.
- أولاً- امتصاص جزيئات المبيد من قبل الأجزاء النباتية فوق سطح التربة وتحتها.

لابد من دخول المبيد إلى داخل النبات حتى يحدث التأثير السام ؛ وتختلف سرعة الامتصاص باختلاف السطوح النباتية التي تتعرض للمبيد حيث يتم الامتصاص بسرعة كبيرة على بعض منها , وبسرعة أقل على البعض الآخر. كما تتدخل الصفات الكيميائية للمبيد في سرعة امتصاصه من قبل أنسجة النبات المختلفة ؛ وينتج عن هذا الاختلاف في معدل الامتصاص رد فعل مختلف من قبل النبات.

1 - الامتصاص عن طريق الأوراق , وأجزاء المجموع الخضري للنبات.

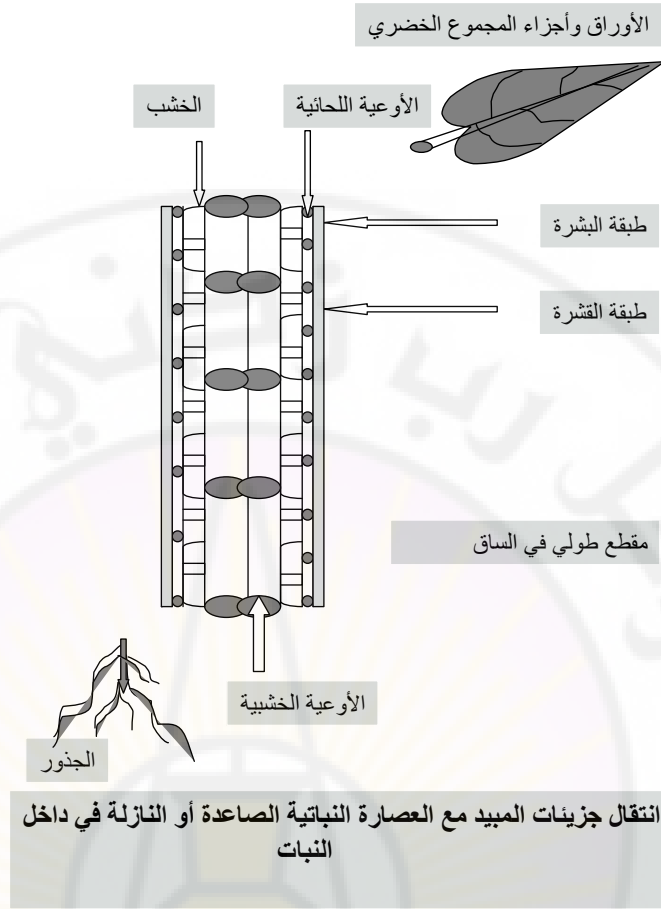
تدخل جزيئات المبيد, إما عن طريق سطح الورقة (خلايا البشرة, والقشرة) أو عن طريق الثغور التنفسية الموجودة على السطح العلوي لنصل الورقة ؛ وتمتص المبيدات شديدة التطاير, وبعض المبيدات التي تكون على شكل محلول مائي عن طريق الثغور التنفسية . بينما يعد سطح الورقة المدخل المباشر لمعظم أنواع المبيدات . يتألف سطح الورقة من خلايا البشرة , وخلايا القشرة ذات التركيب غير المتجانس . وتكون البشرة مغطاة بطبقة شمعية في كثير من الأنواع النباتية . وتليها طبقة من الكيتين ومن ثم طبقة من البكتين . ويوجد تحت طبقة البكتين مركبات سيللوزية تشكل الجدر الخلوية , كما هو مبين في الشكل التالي . تتباين قطبية هذه الطبقات المتتالية , إذ تتناقص تدريجياً من الخارج إلى الداخل (من الطبقة الشمعية حتى المركبات السيللوزية) , والطبقة الشمعية غير محبة للماء . وبهذا الشكل يوجد ممران لدخول جزيئات المبيد إلى داخل أنسجة الورقة , ومن ثم إلى النبات ؛ الأول: ممر دهني في طبقة البشرة (قطبي A) والثاني: ممر مائي في طبقة القشرة والجدار الخلوي (غير قطبي B) .



2 - الامتصاص بواسطة الجذر الرئيس , والجذور الثانوية للنبات.

تمتص الجذور جزيئات عدداً من المبيدات المستخدمة على التربة التي توجد في محلول التربة بسرعة , مثل: (**Monuron, Simazin**) والبعض الآخر, مثل : (**Dalapon, Amitrol**) ببطء . وتدخل جزيئات المبيد إلى الجذور بالطرق الآتية :

- الجذر الخلوية , ومن ثم شريط كاسبار, وتنتهي جزيئات المبيد إلى الأوعية الخشبية.
 - الجذر الخلوية , ومن ثم البروتوبلاسم داخل الخلية , ومن خلية إلى أخرى حتى تصل جزيئات المبيد إلى الأوعية اللحاءية.
 - الجذر الخلوية وبروتوبلاسم الخلايا إلى الأوعية الخشبية , والأوعية اللحاءية.
- بعض المبيدات تدخل عبر طريق واحد من هذه الطرق , والبعض الآخر يدخل عن أكثر من طريق .



ثانياً. انتقال جزيئات المبيد داخل النبات مع العصارة النباتية الصاعدة أو النازلة.

لانتقال جزيئات المبيد داخل النبات أهمية كبيرة ، وخاصة لدى الأنواع المعمرة من الأعشاب الضارة ، التي تتكاثر عن طريق أجزاء نباتية أرضية متخصصة بعملية التكاثر (ريزومات ، درنات ، أبصال ، جذور ، إلخ). وتنتقل جزيئات المبيد في داخل الأوعية الخشبية أو الأوعية اللحاءية أو في الفراغات البينية ما بين الخلايا . وتختلف حركة ، وانتقال المبيدات داخل النبات ، فالبعض منها ينتقل في الأوعية الخشبية ، والبعض الآخر في الأوعية اللحاءية ، وقسم ثالث من المبيدات ينتقل في الاثنين أو الثلاث معاً . ويظهر الشكل التالي حركة انتقال جزيئات المبيد في الأوعية الخشبية ، والأوعية اللحاءية داخل النبات .

1 — الانتقال في الأوعية اللحاءية مع العصارة المصنعة إلى جميع أجزاء النبات فوق سطح التربة وتحتها.

تنتقل عن هذا الطريق المبيدات التي تستخدم على الأوراق ، والمجموع الخضري للنبات . وتكون حركة الجزيئات مرافقة لطريقة انتقال ، وحركة السكر المصنع من قبل الأوراق في عملية التمثيل الضوئي . تتحرك جزيئات بعض المبيدات ، وتنتقل من خلية إلى أخرى عبر البروتوبلاسم حتى تصل إلى الأوعية اللحاءية . كما تنتقل مع العصارة النباتية إلى أعلى ، وأسفل الساق داخل الأوعية اللحاءية . وتتجمع مع السكر الذي يستخدم في إنتاج الطاقة الضرورية للنمو في مناطق النمو . ويكون النمو نشيطاً في القمم النامية للساق والأفرع والجذور ، الأوراق الفتية ، والثمار ، والبذور .

تكون حركة الجزيئات في الأنواع المعمرة من الأعشاب الضارة أكبر عندما يبدأ النبات بتخزين المواد الغذائية في الأجزاء النباتية الأرضية التي تحمل البراعم المولدة أو ما يعرف بالهجرة المعاكسة للعصارة النباتية المصنعة من قبل الأوراق . تتوقف فعالية مركبات الفينوكسي في مكافحة الأعشاب الضارة المعمرة على طول الفترة التي تبقى فيها الأوعية اللحاءية حية , وقادرة على نقل جزيئات المبيد إلى أجزاء النبات جميعه تحت سطح التربة وفوقها . ويقوم بعض المزارعين بزيادة تركيز المبيد (زيادة معدل الاستخدام) بهدف تحقيق نتائج جيدة للمكافحة إلا أن ذلك يقضي بسرعة على خلايا الأوعية اللحاءية وتتوقف عملية انتقال جزيئات المبيد ؛ لأن محتويات الخلية الميتة لا تنتقل . ولا تصل بذلك جزيئات المبيد إلى الأجزاء الأرضية للنبات كما تموت القمم النامية أيضاً , ويجدد النبات نموه بسرعة عن طريق البراعم المولدة الموجودة على الأجزاء الأرضية (ريزومات ، درنات ، أبصال...الخ) .

تتوقف سرعة , وحجم انتقال العصارة النباتية المصنعة في الأوعية اللحاءية على قدرة الخلايا التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي على إنتاج السكر من جهة , وحاجة الخلايا الأخرى التي تستهلك هذا السكر أو تستخدمه في التخزين من جهة أخرى , ويوقف التأثير السام للمبيد عملية الإنتاج , والانتقال هذه ؛ مما يقضي على حياة النبات.

2 — الانتقال في الأوعية الخشبية إلى الأعلى مع الماء والعناصر المعدنية الممتصة من محلول التربة.

تنتقل عن هذا الطريق جزيئات المبيدات التي تمتص عن طريق الجذور , وتستخدم بالتالي على التربة. وتكون حركة دخول وانتقال الجزيئات مرافقة لحركة ماء التربة ودخوله . وتصعد جزيئات المبيد مع الماء والعناصر الغذائية إلى الأعلى في جميع أجزاء النبات نتيجة قيام النبات بعملية النتح , والتنفس , وتمثل عملية النتح والتنفس التي تقوم بها أوراق النبات القوة الفاعلة في عملية الانتقال هذه.

يشكل الخشب والجدر الخلوية المكونات الرئيسية للأوعية الخشبية التي تعد أجزاء أو خلايا غير حية ؛ لهذا فإن أنواع المبيدات جميعها وحتى المركبات الكيميائية شديدة السمية . يمكن أن تمتص , وتنتقل عن هذا الطريق إلى جميع أجزاء النبات دون أن تلحق هذه المركبات أضراراً بالأوعية الخشبية , وتستمر بالتالي عملية دخول المبيدات , وانتقالها لفترة زمنية بعد موت الجذور بتأثير المبيد .

3 - الانتقال في الأوعية الخشبية , والأوعية اللحاءية:

لا يتوقف انتقال بعض المبيدات على الأوعية الخشبية أو الأوعية اللحاءية كل بمفرده و إنما قد يتم عن طريق الاثنين معاً وتكون أفضلية انتقال بعض أنواع المبيدات في واحد منهما دون الآخر فمثلاً : ينتقل مبيد **Chlorambene** في الأوعية اللحاءية بينما ينتقل مبيد **Monuron** في الأوعية الخشبية بشكل أفضل وينتقل مبيد **Amitrol** في الاثنين معا ويتحرك داخل النبات.

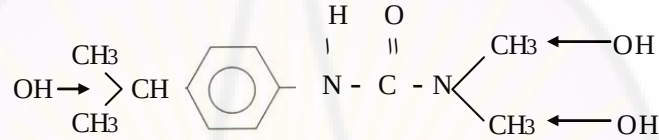
تدخل بعض الجزيئات في الخلايا المجاورة أثناء حركة وانتقال جزيئات المبيد عبر هذه القنوات الطويلة من الأوعية الخشبية أو الأوعية اللحاءية . ويتم هذا الدخول بفعل ظاهرة الانتشار البسيطة ما بين الخلايا . وقد تثبت الخلايا هذه الجزيئات في داخلها , وتمنع حركتها وانتقالها أو تستمر حركة انتقال الجزيئات وعودتها إلى الأوعية الخشبية أو اللحاءية .

4 - عدم انتقال جزيئات المبيد داخل النبات (بقاء الجزيء داخل الخلية التي وصل إليها).

لا تنتقل جزيئات عدداً من المبيدات بعد وصول جزيئاتها إلى داخل الخلية النباتية , ونطلق على هذه المجموعة من المبيدات (مبيدات تؤثر عن طريق الملامسة بشكل خاطئ) . يعود السبب الرئيس في ذلك إلى سرعة تأثير الجزيء السام على الخلية النباتية ، حيث يعطل الجزيء جميع أو معظم العمليات الحيوية التي على الخلية النباتية القيام بها . تستخدم مثل هذه المبيدات في تجفيف المجموع الخضري لبعض المحاصيل الزراعية قبل الجني أو القلع بواسطة القاعات : الشوندر السكري ، البطاطا أو بواسطة القاطفات : البندورة ، القطن.

ثالثاً. الاستقلاب الحيوي والكيميائي الذي يغير من طبيعة تركيب الجزيء:

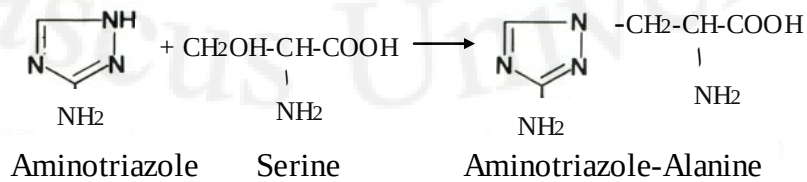
يؤدي ذلك إلى تغيير في التركيب الكيميائي للجزيء الفعال بحيث يفقد الجزيء تأثيره السام في بعض أنواع المبيدات أو تقل فعاليته , مثل : إضافة مجموعة **OH** إلى مبيد يعطي مركب هيدروكسي **Hydroxy** المبيد غير فعال كمبيد أعشاب.



حلمة بانضمام مجموعة هيدروكسيل إلى المبيد

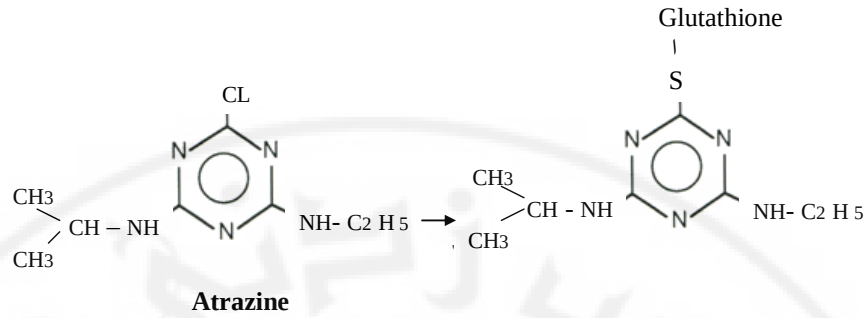
وقد تزداد فعالية المبيد نتيجة التغيير في التركيب الكيميائي, مثل : تحول مبيد **2, 4-DB** إلى مبيد **2, 4-D** داخل النبات يزيد فعالية الجزيء , ويجعله ساماً في بعض الأنواع النباتية. وتتباين الأنواع النباتية فيما بينها من حيث قدرة كل نوع على إحداث تغييرات كيميائية في تركيب جزيء المبيد . ويؤدي ذلك إلى اختلافات في مقاومة أو تحمل كل نوع نباتي لمبيد معين ، حيث تستطيع بعض الأنواع إدخال جزيئات المبيد في عملية استقلاب سريعة تفقدها فعاليتها السامة ولا تلحق بالتالي الضرر بالنبات بينما تتعرض أنواع أخرى للموت مباشرة.

لا تقتصر عملية التغيير في التركيب الكيميائي باتجاه تفكيك الجزيء وإنما قد تنضم إلى الجزيء مجموعات كيميائية أو مركبات كيميائية أخرى جديدة موجودة داخل النبات , مثل : (السكر ، الأحماض الأمينية) . والتفاعلات الكيميائية التي يدخل النبات جزيء المبيد فيها لتغيير تركيبه الكيميائي متعددة جداً ، وأغلب هذه التفاعلات تقوم بها الأنزيمات , وهناك تفاعلات أخرى لا تتدخل فيها هذه الأنزيمات .

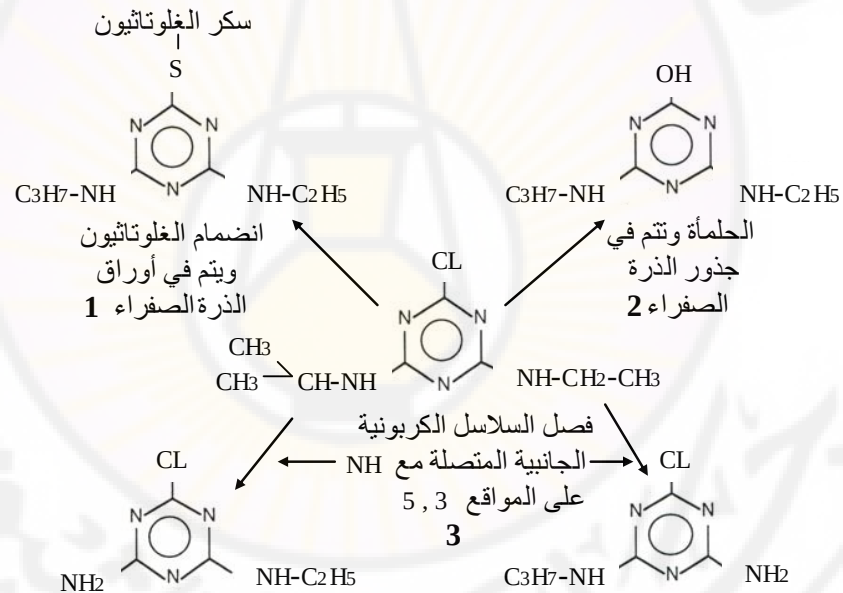


تفاعلات انضمام الحمض الأميني سيرين إلى بعض مبيدات الأعشاب.

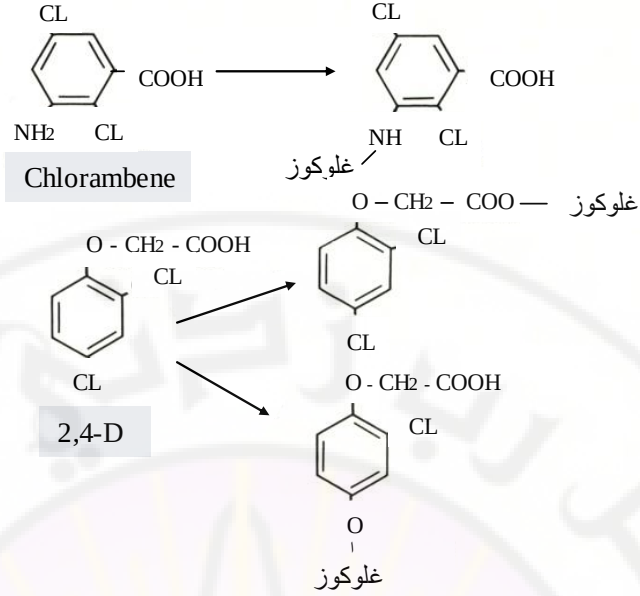
تفاعل انضمام سكر الغلوتاثيون الى مبيد Atrazine .



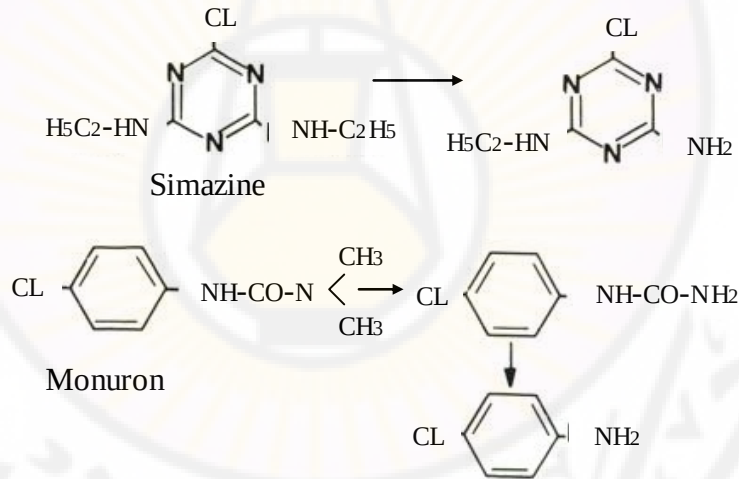
تفاعلات انضمام الغلوكوز إلى مبيد الأترازين من مبيدات أعشاب الذرة الصفراء.



تفاعلات استقلاب مبيدات مجموعة الأترازين (Atrazine) في داخل النبات



انضمام الغلوكوز الى كل من مبيدات الأعشاب Chlorambene و 2,4-D



فصل السلاسل الكربونية والمجموعات الكيميائية من مبيدات الأعشاب

فصل السلاسل الجانبية في مبيدات التريازين , واليوريا بفعل بعض الأنزيمات النباتية الموجودة داخل النبات , وفي أجزاء المجموع الخضري حصراً.

رابعاً - تأثير جزيئات المبيد في العمليات الحيوية داخل الخلية والنبات.

تقوم الخلايا الحية في النبات وبشكل رئيس داخل البروتوبلاسم بعدد كبير من العمليات الحيوية , ويمكن لجميع الخلايا أن تقوم ببعض هذه العمليات (مثل التنفس) . بينما تنحصر بعض العمليات الأخرى في خلايا معينة أو متخصصة (مثل التمثيل اليخضوري) الذي يكون مقتصر على الخلايا التي تحتوي اليخضور. تدخل بعض المبيدات يكون محدوداً في تفاعل حيوي واحد فقط, مثل : (Monuron الذي يمنع تحرر الأوكسجين أثناء عملية التمثيل الضوئي) أو في أكثر من تفاعل حيوي في وقت واحد .

التفاعلات الحيوية التي تتعرض لتأثير المبيدات عديدة , ومنها:

- التمثيل الضوئي.
 - التنفس.
 - استقلاب الكربوهيدرات.
 - استقلاب الليبيدات.
 - استقلاب البروتينات.
 - استقلاب الأحماض الأمينية.
- ويؤدي توقف , أو تعطيل إحدى عمليات الاستقلاب هذه داخل النبات إلى إلحاق الضرر به , وجفاف مجموعه الخضري بالتالي.

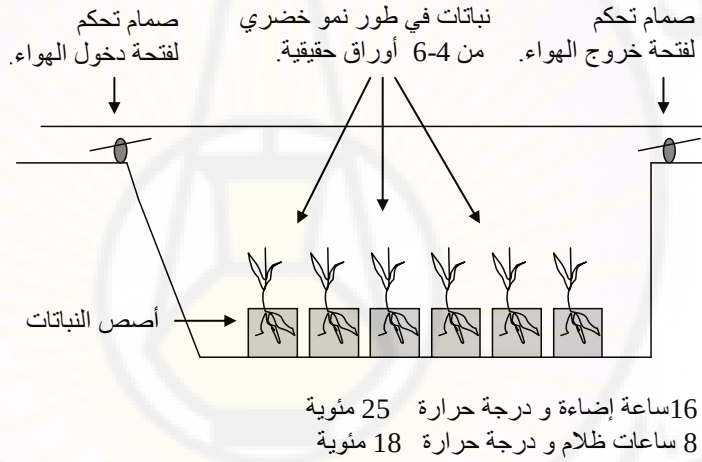


الاختبارات الحيوية , وأعراض تأثير السمية

أولاً – طرائق دراسة الاختبارات الحيوية لمبيدات الأعشاب:

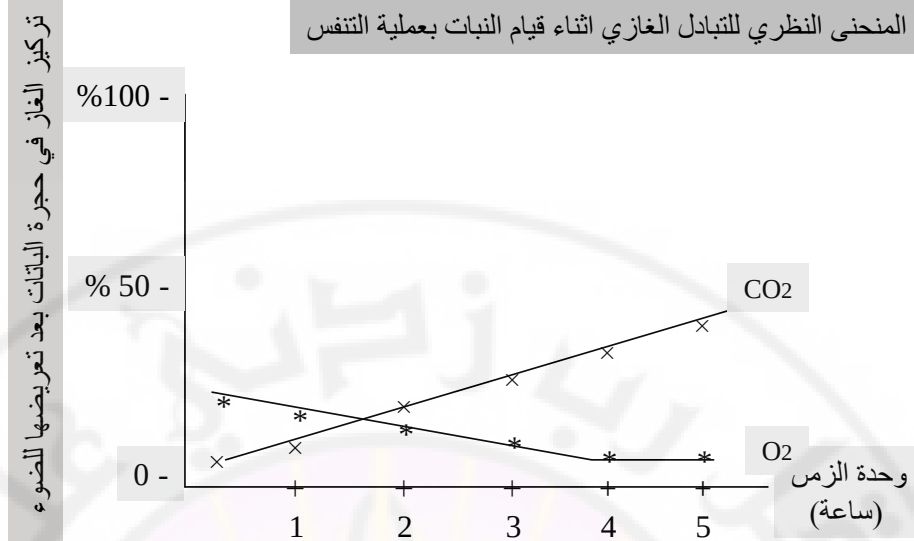
1- طريقة دراسة التنفس لمعرفة تأثير المبيد:

تعد عملية التنفس واحدة من العمليات الحيوية التي تقوم بها الخلية النباتية , وتستخدم فيها التبادل الغازي مع الوسط المحيط. حيث تأخذ الأوكسجين O_2 وتطلق ثاني أوكسيد الكربون CO_2 . تستخدم الخلية الأوكسجين O_2 في أكسدة السكريات للحصول على الطاقة . بينما يدخل غاز ثاني أوكسيد الكربون في تركيب السكريات التي تخزنها الخلية النباتية لاستخدامها في وقت لاحق . تتدخل بعض مبيدات الأعشاب في سرعة , وسير عملية التنفس , وتزيد من استهلاك السكريات في إنتاج الطاقة التي يحتاجها النبات , وتساعد على الاستمرار في تأدية الوظائف الحيوية ولا يعوض هذا الفاقد من السكريات بنفس السرعة التي يستهلك بها , وعندما يستهلك النبات كامل المخزون من السكريات تتوقف جميع العمليات الحيوية , ويجف النبات, ويقول البعض : إن النبات يموت جوعاً. تنفذ هذه الطريقة حصراً في دراسة المبيدات التي تتدخل في عملية التنفس طبقاً للشكل التالي .



تعامل النباتات قبل وضعها في حجرة التنفس بالتركيز المطلوب من المبيد سواء رشاً على المجموع الخضري أو إضافة إلى مياه الري . يتم التحكم بدخول الهواء وخروجه إلى غرفة النمو بواسطة صمامات التحكم , وفي بداية التجربة نقوم بسحب حجم من الهواء مساوٍ لحجم فراغ الحجرة بالمتر المكعب , وتعد هذه عينة الشاهد . تخضع هذه العينة إلى تحديد نسبة كل من الغازات التالية فيها : CO_2 , CO , O_2 . بعد أن يبدأ النبات القيام بعملية التمثيل اليخضوري تأخذ العينات بالتتالي , وفي فواصل زمنية تختلف حسب المبيد (دقائق أو ساعات) ونحدد في كل عينة نسبة كل من الغازات سابقة الذكر, ونحصل في نهاية التجربة على معطيات رقمية عن سرعة تغير نسب هذه الغازات مع الزمن , والتركيز المستخدم من المبيد . تغير النسب يشير إلى تغير شدة عملية التنفس زيادة أو نقصاناً . توقف عملية التنفس , يرتبط بتوقف العمليات الحيوية التي تتم في داخل الخلايا النباتية.

المنحنى النظري للتبادل الغازي اثناء قيام النبات بعملية التنفس



يتبين

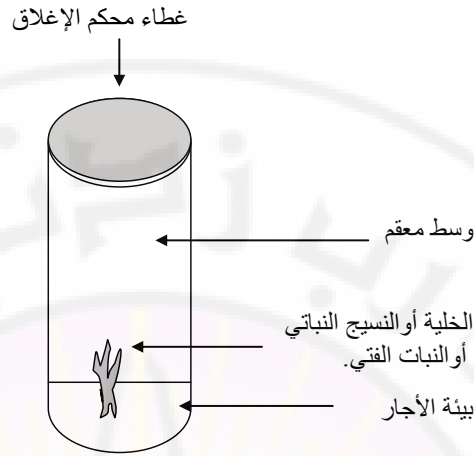
من قراءة منحنى التبادل الغازي أن نسبة كل من الغازات الرئيسة في عملية التنفس النباتي تتغير بشكل يتناسب طردياً مع سرعة , وشدة عملية التنفس , وعامل الزمن وعند تدخل جزيء المبيد فإن هذه النسبة تتغير لصالح غاز الأوكسجين الذي يتوقف استهلاكه عند توقف النبات عن القيام بعملية التمثيل اليخضوري . تنفذ هذه الطريقة من الاختبار على المبيدات التي تؤثر في عملية التنفس حصراً.

2- طريقة زراعة النسيج.

تعد طريقة زراعة النسيج واحدة من طرق الحصول على أجزاء نباتية خضرية تصلح لتنفيذ اختبارات مبيدات الأعشاب , وقد تطورت هذه الطريقة بشكل كبير في السنوات الأخيرة لهذا الهدف للمزايا التي تحققها :

- 1- الحصول على عدد كبير من النباتات بدءاً من نسيج أو خلية نباتية نأخذها من النبات الأم.
- 2- تكون هذه النباتات متجانسة وراثياً (لها التركيب الوراثي للنبات الأم).
- 3- تشابه النباتات الناتجة النبات الأم تماماً في الصفات الوراثية والمورفولوجية والصفات الفيزيولوجية أيضاً.
- 4- عدم وجود انعزالات وراثية في الأجيال الناتجة على عكس التكاثر الجنسي عن طريق البذور الذي يعطي طرزاً وراثية قد تختلف في الصفات , والتركيب الوراثي عن النبات الأم .
- 5- إمكانية إعادة التجربة على عدد كبير من النباتات الناتجة عن النبات الأم نفسه لعدة مرات حسب مقتضيات التجربة.
- 6- لا تحتاج إلى معدات وتجهيزات كبيرة ومعقدة ومبان وإنما وسط معقم للعمل , وزراعة أنسجة ونباتات فتية ناتجة.
- 7- سهولة التخلص من البقايا السامة للمبيدات حيث تكون الكميات المستخدمة قليلة جداً , ويمكن التخلص منها بسهولة ودون الحاجة إلى حاويات أو حفر فنية.

8- عدم تلوث البيئة , وهو العنصر الأهم في جميع اختبارات مبيدات الأعشاب على اختلاف أنواعها لسهولة القيام بعمليات التنظيف الضرورية , والتخلص من الآثار المتبقية عبر العزل , وتنقية الهواء . تنفذ زراعة النسيج والخلايا كما هو مبين على الشكل التالي :

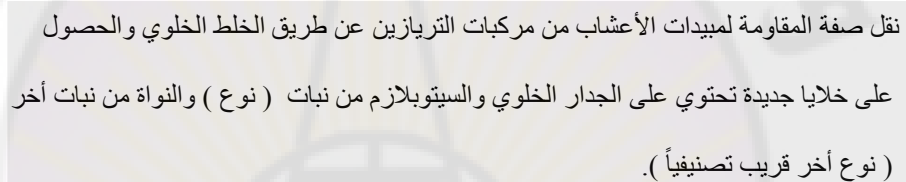


16 ساعة إضاءة و درجة حرارة 25 مئوية
8 ساعات ظلام و درجة حرارة 18 مئوية

يؤخذ النسيج أو الخلية من القمم النامية التي تتوزع على النبات في نهاية الساق الرئيسية والسوق الثانوية , والأفرع الجانبية , وكذلك في نهاية الجذر الرئيس والجذور الثانوية , وفي البراعم الموجودة في إبط الأوراق . تقسم القمة النامية أو البرعم إلى عدد كبير من الأجزاء , وكل جزء يتألف حتى ولو من خلية واحدة قادر على إعطاء نمو خضري جديد , تنفذ عليه عملية الاختبار الحيوي حسب المبيد على المجموع الخضري أو المجموع الجذري.

أخذ مجال زراعة النسيج حالياً توجهاً جديداً فيما يخص مبيدات الأعشاب وظاهرة النباتات المقاومة لبعض المبيدات باعتماد الخلط الوراثي ما بين نباتات مقاومة من الأعشاب الضارة , ونباتات حساسة للمبيد من المحاصيل المزروعة شريطة توفر قرابة وراثية تسمح بهذا الخلط. والتجربة التي نفذت هي على خلايا من نباتات العشب الضار المقاوم لمركبات التريازين *Solanum nigrum* L وخلايا من نباتات البطاطا *Solanum tuberosum* الحساسة نظرياً لهذه المجموعة من المبيدات . يوضح الشكل التالي هذه العملية التي تعطي نباتات بطاطا تحمل سيتوبلازماً مقاوماً لمركبات التريازين نقل إليها من خلية العشب الضار المقاوم *Solanum nigrum* L مما يسمح باستخدام هذه المركبات في مكافحة أعشاب البطاطا من الأنواع عريضة الأوراق , وتحقق بالتالي هذه العملية من النقل صفة انتخابية لمبيد البطاطا المقاومة عن هذا الطريق.

الجدار الخلوي مع السيتوبلازم *Solanum nigrum* مقاوم



٢. طول الساق الرئيسة للنبات.

. قطر الساق الرئيسية.

. عدد الأفرع الجانبية.

. طول الفرع.

. عدد الأوراق , وحجمها.

. عدد المجموعات الزهرية.

- قوة نمو المجموع الجذري:

. طول الجذر الرئيس.

. عدد الجذور الجانبية.

. قطر الجذر في المحاصيل ذات الجذور الدرنية , والمشحمة.

- الوزن الرطب للمجموع الخضري:

هو وزن المجموع الخضري بعد اقتلاعه مباشرة , وتنظيفه من جميع المواد العالقة به.

- الوزن الرطب للمجموع الجذري:

هو وزن المجموع الجذري بعد اقتلاعه مباشرة , وتنظيفه من جميع المواد العالقة به.

- الوزن الجاف للمجموع الخضري:

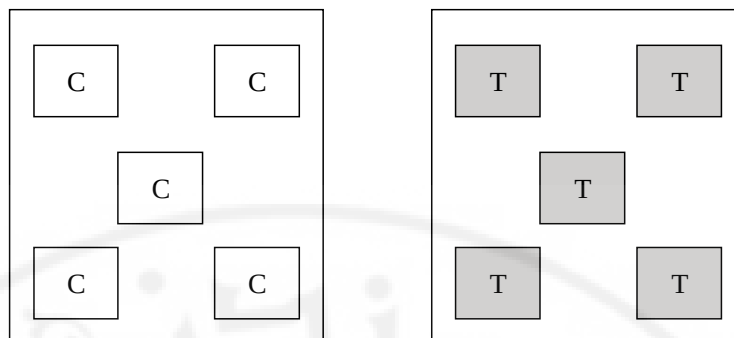
هو وزن المجموع الخضري بعد تجفيفه على درجة حرارة 60 مئوية ولمدة 48 ساعة حتى يفقد 98% من الماء الموجود به.

- الوزن الجاف للمجموع الجذري:

هو وزن المجموع الجذري بعد تجفيفه على درجة حرارة 60 مئوية ولمدة 48 ساعة حتى يفقد 98% من الماء الموجود به.

- طول المجموعة الزهرية , وعدد البذور , وقد نأخذ وزن 100 حبة من البذور أو وزن الدرنه أو وزن الثمرة , وعدد الثمار التي يعطيها النبات الواحد.

تجمع العينات من الحقل وفقاً لإحدى الطريقتين : بشكل عشوائي أو بشكل منتظم في قطاعات. T- مربع معامل بالمبيد. C- مربع شاهد دون معاملة بالمبيد.



برش الحقل وتترك المربعات كشاهد

ترش المعاملات ويترك باقي الحقل كشاهد

تدون جميع المعلومات في النموذج التالي من الجداول , وتدخل إلى الحاسوب لتنفيذ البرنامج الإحصائي المناسب , ومعرفة درجة تأثير المبيد على الصفات المدروسة لدى النبات , وهل الفروق ذات دلالة معنوية ما بين المعاملات؟

النبات	1	2	3	4	5	6
الوزن الرطب	+	+				
المجموع الخضري	+	+				
الوزن الجاف	+	+				
المجموع الجذري	+	+				

3- الصفات النوعية.

تدرس الصفات النوعية للمنتجات الزراعية , لأن الهدف الأساسي من الإنتاج الزراعي هو استخدام المنتجات في تغذية الإنسان , والحيوان , وتتناول الدراسة الجوانب التالية:

- اللون بالنسبة للثمار , والبذور.
- الطعم.
- صلاحية المنتجات للتصنيع , وخاصة في حالة المحاصيل الصناعية , مثل: القطن , القنب , و الكتان.
- نسبة السكر في جذور الشوندر السكري .
- نسبة الزيت في البذور الزيتية, والثمار أيضاً مثل:
- الفستق , وبذور دوار الشمس, والسهمس, والزيتون, وبذور اللفت الزيتي.
- نسبة البروتين في حبوب المحاصيل البقولية , مثل:

الفول , والبازلاء , والعدس , والحمص.

- نسبة الغلوتين في حبوب القمح.

- نسبة النشاء ونوعيته في



3-3-1- أعراض نقص الآزوت على الخضار:

البندورة Tomato: تقزم النبات، لون الأوراق السفلية (القديمة) في البداية أخضر فاتح أو



أخضر مصفر ثم يتحول كل النبات إلى اللون الأصفر.

البطاطا Potato: تلون الأوراق السفلية بلون أخضر فاتح إلى أخضر مصفر، أما الأوراق الحديثة فتكون بلون أخضر غامق. تقزم النبات.



ج-الخيار Cucumber: تلون الأوراق السفلية بلون أخضر فاتح إلى أخضر مصفر، مع اصفرار على الحواف. تقزم النبات.



د- العائلة الصليبية (القرنبيط): Cauliflower Or Broccoli:

تكون الأوراق السفلية صفراء شاحبة، ويلاحظ التأخير في تشكيل الرأس. تقزم النبات.



3-3-2- أعراض نقص الآزوت على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح): Wheat :

تكون الأوراق السفلية صفراء، والسوق نحيلة ومائلة للاحمرار، وتكون الأوراق العلوية خضراء مصفرة. تقزم النبات.



الصفراء: Maize: اصفرار

ب- الذرة

الأوراق السفلية ثم الحديثة بصفة عامة. تقزم النبات.



ج- القطن Cotton: تكون الأوراق السفلية ذات لون أخضر مصفر، وتنتشر الأعراض إلى أعلى النبات، وفي حالات النقص الشديد تظهر الساق بشكل قرمزي و تقزم النبات.



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: تكون الأوراق السفلية ذات لون أصفر وتبدأ بالسقوط ثم انتشار الاصفرار على جميع الأوراق في المراحل المتأخرة.



3-3-3- أعراض نقص الآزوت على الأشجار:

أ- الحمضيات: **Citrus**

تكون الأوراق السفلية ذات لون أخضر شاحب يتدرج إلى الأخضر المصفر، ثم يتحول إلى الأصفر.



(الورقة الخضراء فقط طبيعية)

ب- العنب **Grape**: اصفرار الاوراق تماماً في مراحل النمو المتأخرة



ج- التفاح: **Apple**: تكون الأوراق صغيرة وذات صبغات صفراء وحمراء



د- الدراق **Peach**: تكون الأوراق شاحبة صفراء ويظهر عليها بقع بنية.



هـ الزيتون Olive: تكون الأوراق السفلية صفراء وصغيرة، ويلاحظ ضعف عام، وأزهار متفرقة.



3-4- أعراض زيادة الآزوت:

يعود سبب ظهور أعراض زيادة الآزوت على النبات إلى زيادة الكمية المضافة وكذلك إلى موعد الإضافة، وتتجلى هذه الأعراض عموماً باللون الأخضر الغامق للأوراق، وموت قمم الأوراق وحوافها، وتأخر النضج وتصبح النباتات غنية بالعصارة وفضة وقليلة المحتوى بالألياف. إن زيادة تسميد النباتات الليلية كالكتان وغيرها يؤدي إلى زيادة الإنتاج كمّاً وانخفاض النوعية. ويمكن التخلص من المساوئ الناتجة عن زيادة التسميد الآزوتي بإضافة الأسمدة المعدنية التي تحتوي الفوسفور والبوتاسيوم والكلسيوم ... وتعمل هذه العناصر أيضاً على زيادة مقاومة المحاصيل للأمراض الناتجة على زيادة التسميد الآزوتي .

4-3-1 أعراض نقص الفوسفور على الخضار:

أ- البندورة **Tomato**: تقزم النبات، وتلون بعض الأوراق وكذلك الساق باللون الأرجواني أو البرونزي. وسقوط الأوراق القديمة (السفلية) قبل أوانها وقلة في الازهار.



ب- البطاطا **Potato**: تكون الأوراق السفلية وخاصة الوجه الخلفي ذات لون أخضر رمادي إلى أرجواني. كما تحترق حواف الأوراق القديمة وتنتقب وتجف.



ج- الخيار **Cucumber**: تكون

الأوراق السفلية صغيرة ضيقة وباهتة و يصبح لونها أخضرًا مزرقًا أو أرجوانياً.



د- العائلة الصليبية (الملفوف) **Cabbage**: الأوراق السفلية صغيرة ضيقة وباهتة و يصبح لونها أخضرًا أرجوانياً.



4-3-2- أعراض نقص الفوسفور على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح) **Wheat**: ظهور اللون الأرجواني على الأوراق السفلية لتكوين مادة (الانثوسيانين)، وتظهر هذه الألوان على الخطوط الموازية للعروق.



ب- الذرة **Maize**: ظهور اللون الأرجواني على طول حواف الأوراق السفلية. ويأخذ نصل الورقة أيضاً اللون الأرجواني البنفسجي.



ج- القطن Cotton: تصبح الأوراق السفلية محمرة وتأخر في الازهار والثمار.



د- الشوندر السكري Sugar Beet: تكون الأوراق

باهتة وذات لون أخضر برونزي مع بقع أرجوانية بالقرب من الحواف.



الفوسفور على الأشجار:

4-3-3- أعراض نقص

أ- الحمضيات Citrus: تحول لون عروق الأوراق إلى الأرجواني، ثم يمتد جزئياً إلى نصل الورقة مع تساقط البراعم الزهرية في مراحل لاحقة. وتظهر الأعراض على الأوراق السفلية ثم تمتد إلى الأوراق العلوية.



ب-العنبGrape: شحوب الأوراق وقد يصبح لون الاوراق أخضراً داكناً
تتدلى حافة الاوراق لاسفل دون التفاف، وفي ظروف النقص الشديد يتحول لون الاوراق
الى اللون الارجواني.



مرحلة



مرحلة أولى

متقدمة

ج-التفاح:Apple: ظهور أوراق صغيرة باهتة مع وجود صبغات أرجوانية وبرونزية.



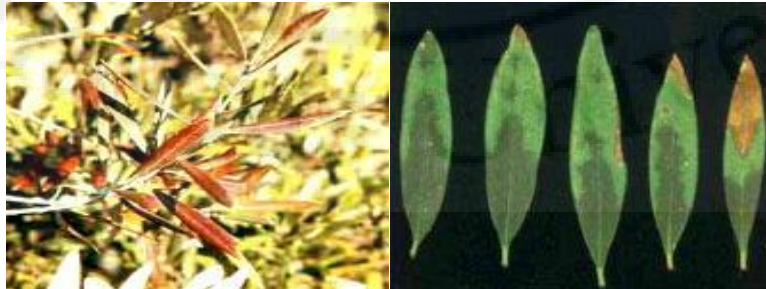
الأوراق بالارجواني ونسيج ذو

د-الدراقPeach: تلون
قوام جلدي



هـ- الزيتونOlive: يبدو لون الاوراق أخضراً داكناً وفي حالات النقص الشديد يصبح

أرجوانياً.



تدرج حالات نقص الفوسفور

نقص حاد

4-4- أعراض زيادة الفوسفور:

يعود سبب ظهور أعراض زيادة الفوسفور على النبات إلى زيادة الكمية المضافة، وتؤدي الزيادة في الفوسفور إلى صغر حجم النبات وتوقف نموه وانخفاض الإنتاجية مع التكبير بالنضج وقد تكون العملية مصحوبة بذبول الأوراق وخاصة في المراحل الأولى.

4-3-1- أعراض نقص البوتاسيوم على الخضار:

أ-البندورة: تجعد الأوراق السفلية (القديمة) وقد تنحني الأوراق. كما تتلون حوافها باللون الأصفر والذي يمتد إلى داخل النصل. يتحول إلى الأخضر الباهت وتصبح الحواف مبقة ذات لون بني أو برونزي ملتفة ثم تحترق حوافها.



مناطق صفراء وبنية بين العروق

ب- البطاطا: وجود

على الاوراق السفلية

وظهور مناطق بنية في درنات البطاطا



ج-الخيارCucumber: تظهر على الأوراق الحديثة بشكل بقع بنية وتكون الأفرع الحديثة رفيعة وطويلة، وتصبح حواف الأوراق السفلية صفراء ومحرقة .



د- العائلة الصليبية (القرنبيط)Cauliflower Or Broccoli: تصبح الأوراق مبرقشة، مع اصفرار خفيف واحتراق حوافها .



4-3-2-أعراض نقص البوتاسيوم على المحاصيل:

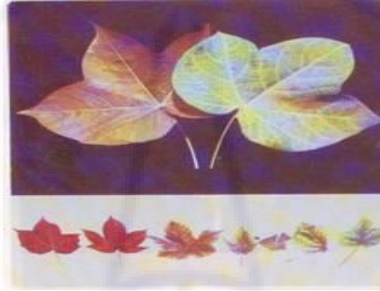
أ-النجليات (القمح)Wheat: احتراق حواف الاوراق السفلية وصغر حجم السنبله ووجود حبوب فارغة



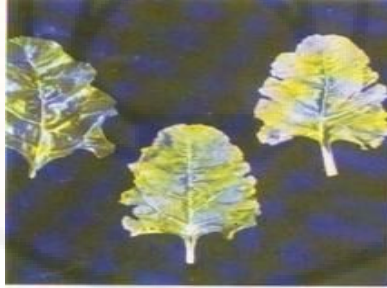
ب- الذرة **Maize**: إحتراق حواف الاوراق السفلية وعدم إكتمال تكوين الحبوب فى طرف الكوز.



ج- القطن **Cotton**: اصفرار حواف الاوراق السفلية ثم تجف الاوراق مع ظهور اللون البني عليها (صدأ القطن).



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: اصفرار حواف الاوراق السفلية أولاً ثم فى المراحل المتأخرة يظهر اللون الأصفر على جميع الاوراق



4-3-3-أعراض نقص البوتاسيوم على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus**: اصفرار حواف الأوراق السفلية ثم جفاف الورقة بالكامل.



ب- العنب **Grape**: احتراق حواف الأوراق السفلية ثم ينتشر الجفاف حتى يغطي الورقة بالكامل، أما على العنقود يلاحظ صغر حجم الحبة وعدم اكتمال الحبوب في العنقود.

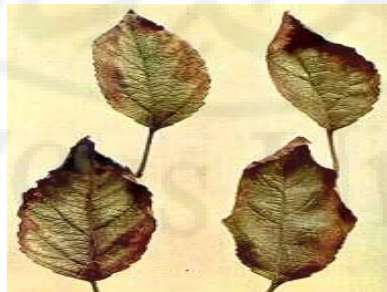


اصفرار حواف الأوراق

احتراق حواف الأوراق

ج - التفاح **Apple**:

احتراق حواف الأوراق السفلية، مع ظهور لون اخضر مزرق في نصل الورقة، وتلف حواف الأوراق.



د- الدراق **Peach**: اصفرار في الأوراق عند الحواف وباتجاه الداخل. و التفافها على شكل ميزاب (مزاب)، كما يتحول لون حواف الأوراق إلى الأرجواني ثم البني المحروق.



هـ-الزيتون: اصفرار اطراف الاوراق السفلية ثم فى المراحل المتقدمة ينتشر الاصفرار ليشمل الورقة بالكامل لتجف فى النهاية



4-4-أعراض زيادة البوتاسيوم:

تسبب زيادة البوتاسيوم التسمم للنبات، ولكن نادراً ما يحدث، ويمكن أن يحدث فقط في حال طول مدة استعمال الأسمدة البوتاسية أو الآزوتية. ولكن زيادة البوتاسيوم قد تسبب تضاداً في امتصاص الكالسيوم والمغنسيوم والحديد. من جهة أخرى يؤثر البوتاسيوم على أوراق النبات من خلال قلوبته إذا زادت نسبته في النبات عن 3%.

4-3-1 أعراض نقص الكبريت على الخضار:

أ-البندورة **Tomato**: تبدو الأوراق الحديثة مصفرة شاحبة، مع وجود بعض الاخضرار، لون العروق وأعناق الأوراق والوجه السفلي للورقة ضارب إلى الاحمرار، مع تقزم النبات بشكل عام.



ب-البطاطا **Potato**: تبدو الأوراق الحديثة والعروق مصفرة مع وجود بعض الاخضرار، مع تقزم النبات.



ج-الخيار **Cucumber** : تبدو الأوراق الحديثة والعروق مصفرة مع وجود بعض الاخضرار و تقزم النبات.



د- العائلة الصليبية (القرنبيط): **Cauliflower Or Broccoli**:

تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة أو خضراء فاتحة.



4-3-2- أعراض نقص الكبريت على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح): **Wheat** : تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة بشكل موحد.



ب- الذرة الصفراء **Maize**: تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة والسفلية خضراء غامقة.



ج- القطن **Cotton**: تبدو الأوراق الحديثة خضراء شاحبة إلى صفراء.



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: تبدو الأوراق الحديثة تتحول تدريجياً من الأخضر إلى الأخضر الشاحب ثم الأصفر الشاحب مع وجود بقع خضراء.



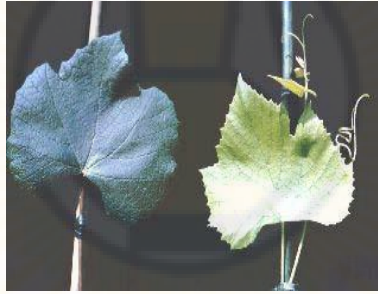
4-3-3- أعراض نقص الكبريت على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus**: تبدو الأوراق الحديثة خضراء فاتحة إلى صفراء شاحبة.



اصفرار عام على الأوراق الحديثة

ب- العنب **Grape**:
(الورقة يساراً طبيعية).



ج- التفاح **Apple**: اصفرار الأوراق الحديثة والعروق. (الورقة يساراً طبيعية).



د-الدراق **Peach**: . ظهور اللون الأصفر الشاحب على الأوراق الحديثة (الورقة يساراً طبيعية).



هـ الزيتون **Olive**: تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة والعروق خضراء شاحبة.



4-4- أعراض زيادة الكبريت:

يمكن القول أن زيادة امتصاص النبات للبيوتاسيوم تؤدي إلى ظاهرة الاستهلاك الترفي **Luxury Consumption** من قبل النبات ولكن دون ظهور أعراض الزيادة على النبات، ولكن زيادة تركيز أيون السلفات إلى أعلى من 59 ميليمول/لتر كما في بعض الترب المالحة يسبب ضرراً للنبات ويمكن أن يؤدي ذلك إلى ظهور بقع بنية محروقة على الأوراق.

4-3-1- أعراض نقص الكالسيوم على الخضار:

أ-البندورة **Tomato**: تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة، صغيرة، حوافها مشوهة ومحروقة، تصبح مجعدة وملتفة، وضعف عام للسيقان.



ب-البطاطا **Potato**: التفاف الورقة الحديثة إلى أعلى على شكل خطاف وموت القمة النامية، وضعف عام للسيقان.



ج-الخيار **Cucumber**: تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة، صغيرة، حوافها مشوهة، تصبح مجعدة وملتفة، وضعف عام للسيقان.



وتصبح

د- العائلة الصليبية (القرنبيط) **Broccoli**
Cauliflower Or

يظهر احمرار على حواف الأوراق الحديثة،
الأوراق مجعدة.



4-3-2- أعراض نقص الكلسيوم على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح) **Wheat**: تظهر الأوراق الحديثة مصفرة وتتكسر حوافها مع ضعف عام للسيقان.



ب- الذرة **Maize**: تظهر الأوراق الحديثة ملتفة وخاصة في نهايتها (أطرافها).



ج- القطن **Cotton**: تبدو الأوراق الحديثة صفراء شاحبة وظهور بعض البقع بين العروق، وتكون الأوراق ملتفة.



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: تظهر لأوراق الحديثة صفراء شاحبة، مجمدة وملتفة.



الكسيوم على الأشجار:
الأوراق الحديثة مصفرة بين

نقص 3-3-4- أعراض

أ- الحمضيات **Citrus**: تكون العروق، موت القمة النامية (نهاية الأفرع) وتكون الأفرع ضعيفة.



ب- العنب **Grape**: تكسر حواف الأوراق الحديثة، وظهور اللون الأحمر في حوافها.



ج-التفاح Apple: على الأوراق: ظهور بقع مصفرة على حواف الأوراق والتفافها و تكسر أطرافها.

على الثمار: التبقع الفليني Bitter pit: ظهور بقع صغيرة مائية تحت قشرة الثمرة تتحول إلى لون بني، وتزداد نسبة البقع مع زيادة فترة التخزين.



د-الدراق Peach: تظهر على الأوراق الحديثة بقع منخورة في وسط وطرف الورقة.



هـ- الزيتون Olive: تظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء تبدأ في طرف الورقة والعروق ثم تصبح المنطقة الصفراء بيضاء.



4-3-1 أعراض نقص المغنيزيوم على الخضار:

أ-البندورة: **Tomato** : يظهر على الأوراق السفلية (القديمة)، تبرقش أصفر بين العروق بينما يبقى لون العروق أخضراً وفي الأصابة الشديدة تجف الأنسجة المصابة و تموت.



البطاطا: **Potato** : تظهر على الأوراق السفلية بقع صفراء بين العروق الوسطية.



ج-الخيار: **Cucumber** : اصفرار الأوراق السفلية بين العروق الرئيسية ومع تقدم النقص احمرار الحواف.



د- العائلة الصليبية (القرنبيط) **Broccoli** : اصفرار حواف الأوراق السفلية وبقاء العروق ووسطها أخضراً.



4-3-2- أعراض نقص المغنيزيوم على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح) **Wheat**: تكون الأوراق السفلية خضراء مصفرة، شحوب مع ظهور بقع بنية في وسط الورقة.



ب- الذرة **Corn**: اصفرار حواف الأوراق السفلية لنقص مادة الكلوروفيل وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً. عدا العرق الوسطى أخضر.



ج- القطن **Cotton**: احمرار حواف الأوراق السفلية والمتوسطة ثم يتسع إلى الوسط.



د- الشوندر **Sugar Beet**: شحوب السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضر. إضافة إلى ظهور نخور على الأطراف.



3-3-4- أعراض نقص المغنزيوم على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus**: شحوب واصفرار الحواف الأوراق السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضرًا.



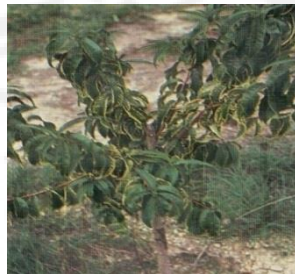
ب- العنب **Grape**: شحوب واصفرار الحواف الأوراق السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضرًا.



ج- التفاح **Apple**: شحوب واصفرار الحواف الأوراق السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضرًا.



د- الدراق **Peach**: شحوب واصفرار الحواف الأوراق السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضرًا.



هـ- الزيتون **Olive**: شحوب واصفرار الحواف الأوراق السفلية، وامتداد الاصفرار إلى وسط الورقة تدريجياً عدا العرق الوسطى يبقى أخضرًا.

1- أعراض نقص الحديد على الخضار:

أ- البندورة **Tomato**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح ومع استمرار النقص يتلون نصل الورقة باللون الأصفر مع بقاء العروق خضراء. وفي الحالات الشديدة تصبح الأوراق بيضاء.



ب - البطاطا **Potato**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح ومع استمرار النقص يتلون نصل الورقة باللون الأصفر مع بقاء العروق خضراء. وفي الحالات الشديدة تصبح الأوراق بيضاء.



ج- الخيار **Cucumber**: تظهر الأوراق الحديثة خضراء فاتحة إلى مصفرة بينما تبقى العروق خضراء.



د- العائلة الصليبية (القرنبيط): **Cauliflower Or Broccoli**: تبدو الأوراق الحديثة مصفرة مع تنقع أبيض اللون .



على المحاصيل:

2- أعراض نقص الحديد

أ- النجيليات (القمح): **Wheat** : تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر وتظهر خطوط موازية للعرق الوسطي بلون أخضر .



ب- الذرة الصفراء **Maize**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر كما تظهر العروق الأساسية بلون أخضر .



ج- القطن **Cotton**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر كما تظهر العروق الأساسية بلون أخضر .



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر كما تظهر العروق الأساسية بلون أخضر.



3- أعراض نقص الحديد على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus** : تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر كما تظهر العروق الأساسية بلون أخضر أو تميل إلى الاحمرار في حالات النقص غير الشديد، وعند النقص الشديد تصبح الأوراق بيضاء .



ب- العنب **Grape**: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر وتبقى العروق خضراء .



ج-التفاح Apple : تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح إلى المصفر وتلون نصل الورقة بالأصفر وتبقى العروق خضراء، وعند النقص الشديد تصبح الأوراق بيضاء مع احتراق حوافها وتساقطها قبل الأوان.



د-الدراق Peach: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح ومع استمرار النقص يتلون نصل الورقة باللون الأصفر مع بقاء العروق خضراء. وفي الحالات الشديدة تصبح الأوراق بيضاء.



هـ- الزيتون Olive: تلون الأوراق الحديثة باللون الأخضر الفاتح ومع استمرار النقص يتلون نصل الورقة باللون الأصفر مع بقاء العروق خضراء. وفي الحالات الشديدة تصبح الأوراق بيضاء.

2- أعراض نقص المنغنيز على الخضار:

أ-البندورة Tomato: تبدو الأوراق الحديثة مصفرة مع بقاء العروق خضراء مدة طويلة، ثم يتحول اللون الأصفر إلى اللون البني، وتزيد منطقة اللون البني بطول العروق مع زيادة النقص.



ب-البطاطاPotato: يظهر على الأوراق الحديثة مناطق خضراء باهتة بين العروق ثم تتحول إلى اللون البني، وتزيد منطقة اللون البني بطول العروق مع زيادة النقص، كما تنتقب الأوراق.



ج-الخيارCucumber: يظهر على الأوراق الحديثة مناطق خضراء مصفرة بين العروق خاصة في الجزء الأوسط والسفلي من الورقة، مع بقاء العروق خضراء.



د- العائلة الصليبية (الملفوف)Cabbage: يظهر على الأوراق الحديثة، مناطق خضراء رمادية بين العروق خاصة في الجزء الأوسط والسفلي من الورقة، مع بقاء العروق خضراء.

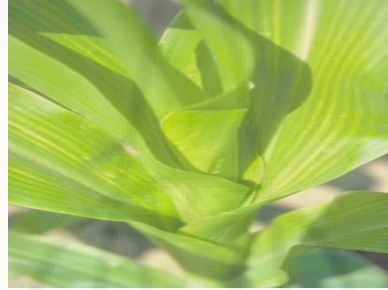


3-3-2- أعراض نقص المنغنيز على المحاصيل:

أ- النجيليات (القمح) **Wheat**: يظهر على الأوراق الحديثة، بقع رمادية أو خطوط صفراء موازية للعروق في الجزء الأوسط والسفلي من الورقة،



ب- الذرة **Maize**: يظهر على الأوراق الحديثة، خطوط صفراء أو بيضاء مع بقاء العروق خضراء.



• ج- القطن **Cotton**: تبدو الأوراق الحديثة بلون رمادي مصفر أو رمادي محمر مع بقاء العروق خضراء لمدة زمنية طويلة.



د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء مع اختفاء اللون الأخضر لحواف الورقة وبقاء العروق خضراء. (الورقة اليمنى).



3-3-3- أعراض نقص المنغنيز على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus** : يظهر على الأوراق الحديثة بقع أو نقط خضراء مصفرة غير منتظمة بين العروق خاصة في الجزء الأوسط والسفلي من الورقة، مع بقاء العروق خضراء.



ب- العنب **Grape**: يظهر على الأوراق الحديثة، اصفرار على شكل بقع ثم ينتشر في كامل الورقة مع بقاء العروق خضراء.



ج- التفاح **Apple** : تبدو الأوراق الحديثة بلون رمادي مصفر أو رمادي محمر مع بقاء العروق خضراء لمدة طويلة.



د- الدراق **Peach**: يظهر على الأوراق الحديثة نقط خضراء مصفرة بين العروق ، مع بقاء العروق خضراء لمدة طويلة.



ه- الزيتون **Olive**:: تظهر الأعراض أولاً على الأوراق الحديثة و مشابه لنقص الحديد ويكون نصل الورقة أصفراً والعروق خضراء مع وجود بعض النخور والبقع الصفراء. (3-أعراض نقص الزنك على الخضار:

أ-البندورة **Tomato**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء تصبح بنية مع اختفاء اللون الأخضر لحواف الورقة وبقاء العروق خضراء، كما يصغر حجم ثمار البندورة ويقل عددها.



ب-البطاطا **Potato**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء في حواف الورقة ويمتد إلى نصلها مع بقاء العروق خضراء كما تأخذ الأوراق الشكل الفنجاني حيث تنتشي حوافها للأعلى.



ج-الخيار **Cucumber**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء بين العروق مع بقاء أجزاء حول العروق خضراء، وغالباً ما تكون الاوراق الحديثة قصيرة وصغيرة في مجموعات وردية.

د- العائلة الصليبية (القرنبيط) **Cauliflower Or Broccoli**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء بين العروق مع بقاء أجزاء حول العروق خضراء، وغالباً ما تكون الاوراق الحديثة قصيرة وصغيرة في مجموعات وردية.

-أعراض نقص الزنك على المحاصيل:

أ-النجليات (القمح) **Wheat**: تظهر الأوراق الحديثة بلون أخضر شاحب إلى مصفر يتحول فيما بعد إلى بني أو رمادي.



ب-الذرة **Maize**: اصفرار نسيج الأوراق الحديثة بين العروق ويتغير اللون الأخضر ما بين الأخضر الشاحب والأبيض، ظهور مرض القمة البيضاء للذرة White Tip of Corn .



ج- القطن **Cotton** : ظهور بقع صفراء إلى بني خفيف مع اختفاء اللون الأخضر لحواف الورقة الحديثة وبقاء العروق خضراء. ويمكن لاحقاً ان تلتف الأوراق إلى الأعلى وتأخذ شكل الوريدة



Damascus University

د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: ظهور بقع صفراء بين العروق مع بقاء أجزاء حول العروق خضراء. وغالباً ما تكون الأوراق الحديثة قصيرة وصغيرة وتأخذ شكل الوريدية.

-أعراض نقص الزنك على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus**: موت أطراف الأغصان، وظهور بقع زيتية صفراء مع خضراء (تبرقش) على الأوراق الحديثة.



ب- العنب **Grape**: يظهر على الأوراق الحديثة اصفراراً بدءاً من حوافها مع تبرقش بين الأصفر والأخضر.



ج- التفاح **Apple**: يظهر على الأوراق الحديثة اصفراراً في نهاية الورقة و تكون الأوراق صغيرة وومتطاولة تأخذ شكل الوريدية.



د-الدراق **Peach**: يظهر على الأوراق الحديثة اصفراراً في نهاية الورقة ووسطها مع بقاء العروق خضراء وينتهي بمرض الوريدية.



هـ- الزيتون **Olive**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع صفراء وأوراق خضراء شاحبة صغيرة ومتطاولة وتنتهي بمرض الوريدية.



4- أعراض نقص النحاس على الخضار:

أ- البندورة **Tomato**: يتصف بضعف نمو الساق والجذور وتأخذ الأوراق ألواناً خضراء مزرقمة مع تحول لون قمة الأوراق الحديثة إلى الأبيض و التفافها وذبولها .



ب-البطاطا **Potato**: تحول لون قمة الأوراق الحديثة إلى الأصفر الشاحب، مع وجود بعض النخور على سطح الورقة و ذبولها و التفافها.



ج- الخيار **Cucumber**: تحول لون قمة الأوراق الحديثة إلى الأخضر المزرق أو الرمادي



د- العائلة الصليبية (القرنبيط): **Cauliflower Or Broccoli**:

تحول لون قمة الأوراق الحديثة إلى اللون الأبيض مع صغر حجم الورقة والتفافها.
-أعراض نقص النحاس على المحاصيل:

أ-النجليات (القمح) **Wheat** : تلون الأوراق باللون الأخضر الفاتح ثم تتهدل مع جفاف طرف الأوراق الحديثة والتفافها.



ب- الذرة **Maize**: يظهر على الأوراق الحديثة بقع خضراء فاتحة متبادلة مع بقع

خضراء غامقة ويدعى هذا المرض بالبقع البيضاء **Points Blanches**



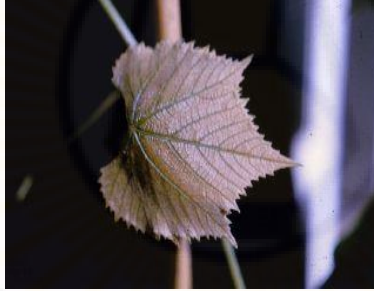
ج- القطن **Cotton** : تحول لون قمة الورقة إلى اللون الأبيض مع صغر حجم الورقة.

د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: ضعف نسبة السكر في الجذور وكذلك ضعف الأصبغة.

-أعراض نقص النحاس على الأشجار:

أ- الحمضيات **Citrus** : موت قمم الأفرع بعد اصفرار أو احتراق حواف الأوراق (مرض الموت التراجعي **Die-Back**). إضافة إلى ظهور جيوب صمغية على الساقية وبجانب البراعم وعلى قشرة الثمرة، وبقع ملونة على القلف وأطراف الأغصان.

ب- العنب **Grape**: تحول لون قمم الأوراق الحديثة إلى الأبيض مع التلف الأوراق وذبولها .



ج- التفاح **Apple**: موت قمم الأفرع بعد اصفرار أو احتراق حواف الأوراق (مرض الموت التراجعي **Die-Back**).



د- الدراق **Peach**: تدرج تحول لون الأوراق الحديثة من الأخضر الشاحب إلى الرمادي (بدءاً من اليسار). إضافة إلى مرض الموت التراجعي لقمم الأفرع **Die-Back**.



هـ- الزيتون **Olive**: تحول لون قمة الأوراق الحديثة إلى الأبيض المصفر مع التقاف الأوراق.

5- أعراض نقص البورون على الخضار:

البندورة **Tomato** : تحول لون الأوراق الحديثة إلى أصفر برتقالي والتقافها نحو الأسفل.



ب- البطاطا **Potato**: تحول لون الأوراق الحديثة إلى أصفر برتقالي والتقافها نحو الأسفل.



جـ الخيار **Cucumber**: تحول لون الأوراق الحديثة إلى أصفر برتقالي وتشوه حوافها وصغر حجمها.



د- العائلة الصليبية (القرنبيط): **Cauliflower Or Broccoli**: تكون الأوراق صغيرة الحجم وكذلك الجذور، كما يظهر لون بني داخل قلب الجذر ويدعى هذا المرض بالقلب البني **Brown Heart**.



-أعراض نقص البورون على المحاصيل:

أ-النجليات (القمح): **Wheat:** تبدو الأوراق الحديثة شاحبة وبحواف مشوهة.



ب-الذرة **الصفراءMaize:** ظهور خطوط أو بقع بيضاء في منتصف الأوراق الحديثة وتنتج عرائيس فارغة.



ج- القطن Cotton : تأخذ نباتات القطن وفي حالات النقص الشديد شكل دغل متشابك (شجيرات كثيفة ملتفة) بسبب قصر المسافات بين العقد وتصبح الأوراق سميكة قابلة للكسر ويظهر تحرز على عنقها، كما تسقط البراعم الزهرية.



د- الشوندر السكري Sugar Beet: تبدو الأوراق الحديثة مصفرة، وحوافها بنية، وظهور مرض تعفن القلب الأجوف (الأسود) في الجذر Heart Rot .



-أعراض نقص البورون على الأشجار:

أ- الحمضيات Citrus : تظهر على الأوراق بقع مائية صفراء ثم تصبح شفافة ثم تسقط ويتعري الفرع من القمة إلى الأسفل، وتكون الثمار جافة وصلبة والعصير قليل.



ب-العنبGrape: موت البراعم وتشوه الثمار (حبات صغيرة وأخرى كبيرة، تدعى "مرض الدجاجة والصوص" (Hen and Chick).



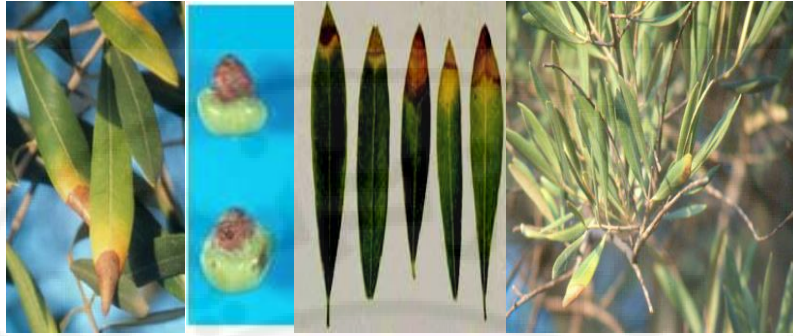
ج-التفاحApple: فشل الإزهار بصفة عامة وإذا نجح النبات في الإزهار تذبل وتموت الأزهار الناتجة، بينما تظل الأوراق نامية بطريقة طبيعية، ويظهر مرض والتبقع الفليني الداخلي في التفاح Internal Cork Apples.



د-الدراقPeach: عدم تفتح البراعم، وتراجع وموت البراعم الجانبية.



هـ- الزيتون Olive: اصفرار الطرف العلوي للوراق الحديثة، وبقاء لون قاعدة الورقة أخضرأ. أما الثمار فتظهر بشكل يعرف بوجه القرد Monkey Face



6- أعراض نقص الموليبدنم على الخضار: تظهر أعراض نقص الموليبدنم على النباتات في التربة الحامضية.

أ- البندورة Tomato: تحول لون الأوراق القديمة(السفلية) إلى أصفر، وذبولها في نهاية المطاف.



ب - البطاطا Potato: تحول لون الأوراق القديمة(السفلية) إلى أصفر عموماً، وذبولها.



ج-الخيارCucumber: تحول لون الأوراق القديمة(السفلية) إلى أخضر مصفر، وتصبح أطرافها مصفرة أو برتقالية وذبولها.



د-الخس: تتلون الأوراق بالأصفر مع تورمات خفيفة وتجعدات ظاهرة.

هـ العائلة الصليبية (القرنبيط):Cauliflower Or Broccoli: ظهور مرض الذيل السوطي "Whip tail" حيث ينكمش نصل الورقة ولا يبقى منها إلا العرق الرئيس بشكل عار يشبه الذيل الهزاز وتظهر الأعراض بوضوح على نبات القرنبيط في التواء الأوراق ضد عقارب الساعة Counter clockwiss ونمو غير طبيعي لعروق الأوراق ويعجز النبات عن تكوين رؤوس القرنبيط.



3-3-2-أعراض نقص الموليبدنم على المحاصيل:

أ-النجليات (القمح):Wheat: تأخر في النضج وظهور سنابل بيضاء فارغة.



ب-الذرة الصفراء **Maize**: نادراً ما تظهر أعراض النقص على الذرة، وفي حال وجودها، تظهر نخور في قمة الورقة وحواها.

ج- القطن **Cotton** : تحول لون الأوراق السفلية إلى الأصفر وبشكل مشابه لأعراض نقص الأزوت، إضافة إلى ذبولها.

د- الشوندر السكري **Sugar Beet**: تحول لون الأوراق السفلية إلى لأصفر وظهور خطوط دقيقة طفيفة مع ظهور بعض النخور.



3-3-3- أعراض نقص الموليبدنم على الأشجار:

أ- الحمضيات: ظهور بقع صفراء كبيرة على الأوراق السفلية (مرض البقع الصفراء "Yellow spot") حيث تظهر على أوراق الحمضيات في أوائل الصيف مناطق ذات مظهر مائي تكبر وتأخذ شكل بقع مستديرة أو متطولة صفراء.



ب-العنب **Grape**: تلون الأوراق السفلية باللون الأصفر عموماً، والتفاف الأوراق وتجعدا وذبولها.

ج-التفاح **Apple**: تلون الأوراق السفلية باللون الأصفر عموماً، والتفاف الأوراق وتجعدا وذبولها.

د-الدراق **Peach**: تلون الأوراق السفلية باللون الأصفر عموماً، والتفاف الأوراق وتجعدا وذبولها.

هـ-الزيتون **Olive**: تلون الأوراق السفلية باللون الأصفر عموماً، والتفاف الأوراق وتجعدا وذبولها.

الأمراض التخزينية غير الطفيلية

الأسس النظرية لتخزين الفاكهة والخضار

تعد ثمار الفاكهة والخضار مادة حية فإن نتائج تخزينها يحدد بالدرجة الأولى بخصائصها البيولوجية وقدرتها التخزينية.

القدرة التخزينية: عبارة عن مقدرة تحمل الثمار للحفظ (ضمن ظروف ملائمة) لمدة زمنية طويلة وهي بحالتها الطازجة وبدون فقد يذكر سواء أكان الفقد بالوزن أو بسبب الفساد الفيزيولوجي أو المرضي أو تدهور جودة الثمار وقيمتها الغذائية.

*تحدد القدرة التخزينية للفاكهة والخضار الثمرية بشكل رئيسي بطول فترة النضج بعد القطاف فمثلا التفاح الصيفي لا تحتاج إلى فترة نضج بعد القطاف حيث تنضج قبل القطاف لذلك فإنها لا تخزن لفترات طويلة بالمقارنة مع التفاح الشتوي التي تنضج بشكل كامل بعد القطاف وأثناء التخزين فيمكن أن تخزن لمدة طويلة.

ما هي الظروف الملائمة للتخزين؟؟؟؟

- 1- الحرارة: يجب أن تكون قريبة من مستوى الصفر حيث تعمل الحرارة المنخفضة على خفض القدرة التنفسية للثمار ويقلل من فقد الماء.
- 2- رطوبة الهواء: يجب أن تكون في حدود 95 % - 70 حيث تؤدي زيادتها إلى نمو بعض الكائنات الدقيقة الممرضة ونقصانها يسبب زيادة النتج وفقد الماء من الثمرة مما يؤدي إلى ذبولها.
- 3- التهوية: تنطلق كميات زائدة من الحرارة والرطوبة أثناء تخزين ثمار الفاكهة بسبب التنفس بالتالي التهوية ضرورية للمحافظة على درجات الحرارة والرطوبة والتركيب الغازي لجو المخزن.
- 4- التركيب الغازي لجو المخزن: يؤثر بشكل كبير على معدل تنفس الثمار بحيث يراعى ضبط محتوى جو المخزن من CO₂ و O₂ والإيثيلين.
- 5- الضوء: يؤثر الضوء على عمليات التخمر وبالتالي يفضل التخزين في الظلام وخاصة لدرنات البطاطا

ما هي العوامل التي تؤثر على معدل التنفس في ثمار الفاكهة والخضار عند التخزين؟؟؟؟

- 1- نوع المحصول: تختلف المحاصيل حسب سرعة تنفسها فمنها ذات التنفس العالي (الفريز، الخوخ) أو المتوسط (الموز، الحمضيات والعنب) أو منخفض (التفاح، جزر، بطاطا).

- 2- درجة النضج: تتنفس الثمار غير الناضجة بشكل أكبر من الثمار الناضجة.
- 3- درجة الحرارة: يزداد التنفس بزيادة درجة الحرارة حيث يزداد 2 - 3 مرات كلما ارتفعت 10 درجات.
- 4- غاز CO_2 و O_2 : زيادة الكربون ونقصان الأوكسجين يخفضان التنفس أما نقصان الأوكسجين عن 2 % تبدأ الثمار بالتنفس اللاهوائي.
- 5- غاز الإيثيلين: يسرع من عملية التنفس وذلك لتأثير الكبير على العمليات الحيوية للتنفس والإسراع في نضج الثمار.
- 6- الضرر الميكانيكي: يزداد معدل التنفس.
- 7- المواد الغذائية المخزونة: كلما زادت كمية السكريات الذائبة كلما ازداد التنفس
- 8- استخدام منظمات النمو: تتعلق بتركيز المركب المستخدم.

الأضرار الفيزيولوجية التي تحدث لثمار الفاكهة والخضار أثناء التخزين

1- أضرار التجمد (Freezing injury):

- تتعرض الثمار لأضرار التجمد إذا خزنت على درجة حرارة أقل من درجة التجمد نتيجة تكوين بلورات ثلجية في الخلايا تسبب تلف الأنسجة النباتية.
- تظهر عادة الأعراض على شكل تبقع مائي على الثمار وتختلف الثمار في مدى حساسيتها.
- يفضل عدم تعريض الثمار لمثل هذه الدرجات المنخفضة لما لها من تأثير على مدة التخزين بالإضافة لانخفاض قدرتها على النقل والتسويق.

2. أضرار البرودة أو درجات الحرارة المنخفضة (Chilling injury)

- تتعرض بعض الثمار التي من أصل مداري وشبه مداري لأضرار البرودة إذا تعرضت لحرارة منخفضة (0 – 10°س) أعلى من درجة حرارة التجمد. يعقبها تدهور فيزيولوجي وإصابة بالفطريات.
- تختلف حساسية الثمار باختلاف النوع والصنف وبالتالي الأعراض تختلف حسب الأنواع.
- تختلف شدة الإصابة حسب درجة الحرارة والمدة المعرضة بالإضافة إلى درجة اكتمال النمو والنضج للثمار (غير مكتملة النضج أكثر حساسية).

3 . أضرار درجة الحرارة المرتفعة (Heat injury)

- تؤثر الحرارة المرتفعة على زيادة التنفس وفقد الماء من الثمار كما تؤدي إلى تحلل البروتينات والأنزيمات وتدهور صفات الثمرة كالصلابة والنكهة والقيمة الغذائية.
- تظهر الأعراض باكتساب القشرة الخارجية اللون البني والثمرة بالمظهر المسلوق.
- تحتل المحاصيل الدرنية درجات الحرارة المرتفعة أثناء التخزين أكثر من الثمرية ويليها الورقية والزهرية.

الأضرار الفيزيولوجية التي تحدث لثمار الفاكهة والخضار أثناء التخزين

أهم الأمراض الفيزيولوجية التي تصيب الثمار أثناء التخزين:

1 . التلون البني لقشرة الثمرة (superficial scald)

عبارة عن تلون سطحي دون حدود واضحة تظهر على قشرة الثمرة أما لحم الثمرة فيبقى سليماً.

ظهور هذه التلونات تفقد الثمرة قيمتها الاقتصادية والتسويقية ولوحظ أن نسبة فيتامين C ينخفض أيضاً.

أسبابه

يعود إلى عمليات أكسدة المواد الطيارة مثل الكحولات والألدهيدات في الخلايا حيث تبقى المواد الناتجة عنها على طبقة البشرة خلال فترة التخزين.



وف



تشجع ظهور هذه التلونات: ارتفاع الحرارة قبل القط
التخزين السيئة

المعالجة:

- 1 توفير إضاءة جيدة للثمار في الحقل عن طريق التقليم الجيد.
- 2 قطف الثمار في الموعد المناسب.
- 3 تخزين الأصناف الحساسة تحت رطوبة لا تزيد عن 92 % ولمدة ليست بالطويلة.
- 4 التخزين تحت تراكيز منخفضة من الأوكسجين (1 - 3 %).
- 5 تخزين الثمار سريعاً بعد قطفها.
- 6 معاملة الثمار بمضادات أكسدة مثل ثاني فينيل أمين

2. التلون البني للحم الثمرة (Flesh browning)

تتلون أنسجة الثمرة ما بين البني الفاتح والغامق. كما تتلون الأوعية الناقلة داخل الثمرة باللون البني الغامق وتأخذ شكل شبكي.

في المراحل الأولى من الإصابة تبقى منطقة لب الثمرة والقشرة سليمة ولكن مع تقدم الإصابة يلاحظ تلون بني من الخارج على شكل تلون بني خفيف.



أنواعه:

أ. التلون البني الناتج عن الانخفاض الشديد لدرجة الحرارة

• درجة الحرارة المنخفضة

• الأصناف الحساسة (جوناثان) لا ينصح بتخزينها على درجة حرارة أقل من 3°س.

• الأصناف غير الحساسة (غولدين) يجب تخزينها على درجة حرارة أقل من 1°س.

ب. التلون البني المعمر

• القطف المتأخر

• التخزين في ظروف غير مناسبة مثل زيادة O₂ الذي يسرع من التنفس والنضج وبالتالي زيادة تراكيز الكحول والأسيتات في الثمرة.

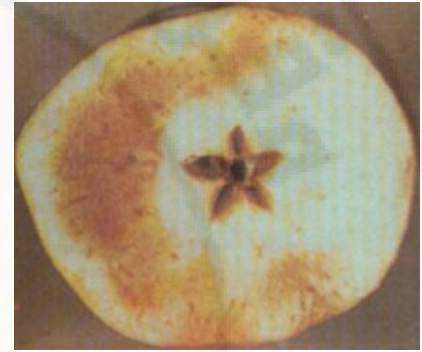
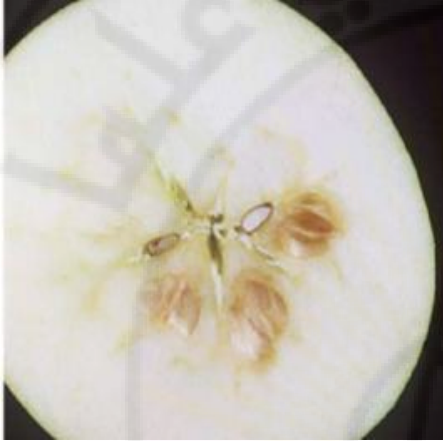
ج. التلون البني الناتج عن الإصابة بالقلب المائي أو الإصابة الميكانيكية

المعالجة

- 1- **قطف الثمار في الموعد المناسب**
- 2- **تجنب تخزين الثمار المصابة بالقلب المائي**
- 3- **تجنب تخزين الثمار المصابة ميكانيكياً**
- 4- **التخزين تحت درجات الحرارة المناسبة للأصناف**
- 5- **التخزين تحت ظروف متحكم بها (Controll atmosphere) ويفضل التخزين (ULO- Ultra Low Oxygen)**
- 6- **عدم التخزين تحت رطوبة جوية عالية**

3. القلب البني (brown heart)

يظهر بشكل تلون بني على الأنسجة المحيطة بمنطقة حجرة البذور حيث يكون هذا التلون بشكل بني خفيف ثم يصبح أغمق في المراحل المتقدمة بسبب جفاف الأنسجة المصابة.



يظهر بسبب التخزين الطويل كذلك في الثمار الهرمة تعود أسبابه إلى:

- 1 الصنف.
- 2 الظروف البيئية صيف بارد وخريف حار.
- 3 القطف المبكر أو المتأخر.
4. التغذية الفوسفورية العالية للثمار.
5. ظروف التخزين غير الجيدة (حرارة منخفضة أو تركيز عالي من CO₂ أو رطوبة جوية عالية).
- تتم المعالجة بالتخزين ضمن ظروف جيدة كتركيز منخفض من غاز الكربون أقل من 1.5 % وتراكيز منخفضة من الأوكسجين 1 - 2 %.

4 . القلب المائي في التفاح (Water core of apple)

تظهر الإصابة عندما تمتلئ الفراغات في الثمرة بمواد سائلة لزجة وأكثر عصيرية من الثمرة السليمة وغالبا ما تظهر في المنطقة المحيطة بالأوعية الناقلة في حجرة البذور تبدأ الإصابة مع تطور الثمرة على الشجرة ويزداد مع زيادة النضج. في حالة الإصابة الخفيفة قد تخفي الأعراض بينما تنمو وتتطور في حالة الإصابة الشديدة.

يعود السبب إلى خلل في تمثيل السكر والنشاء في الثمرة فتؤدي سرعة تحلل النشاء إلى سكريات إلى زيادة الضغط الاسموزي مما يزيد من انتقال العصارة إلى خارج الخلايا لتملأ الفراغات مشكلة مظهر شفاف.

يمكن الحد من الإصابة:

- الحمل الجيد غير الخفيف.
- قطف الثمار في الموعد المناسب.
- تجنب الأصناف الحساسة.
- وضع الثمار في غرفة على حرارة 15 درجة عدة أيام قبل التخزين.

5. أضرار نقص الأوكسجين

للملاحظة على عملية التنفس الهوائي في جو المخزن يجب ألا تقل نسبة غاز الأوكسجين عن 1%، حيث وجد أن انخفاض نسبته يؤدي إلى حدوث التنفس اللاهوائي والذي ينتج عنه الكحول والأسيت ألدهيد حيث تصبح الثمار متخمرة وعديمة الطعم.

تحتوي عادة ثمار التفاح على نسبة قليلة وثابتة من الكحول قد تصل من 4 - 7 ملغ/100 ملغ ثمار ويزداد هذا المحتوى مع تقدم الثمار بالعمر أو مع هرمها وذلك بشك واضح لتصل هذه النسبة إلى 30 ملغ.

في حال زيادة نسبة الكحول بشكل معتدل ولفترة قصيرة يمكن إعادة هدم قسم كبير منه عن طريق تهوية الثمار في درجة حرارة من 10-18 درجة مئوية، وعندها لاتظهر الأعراض على الثمار.

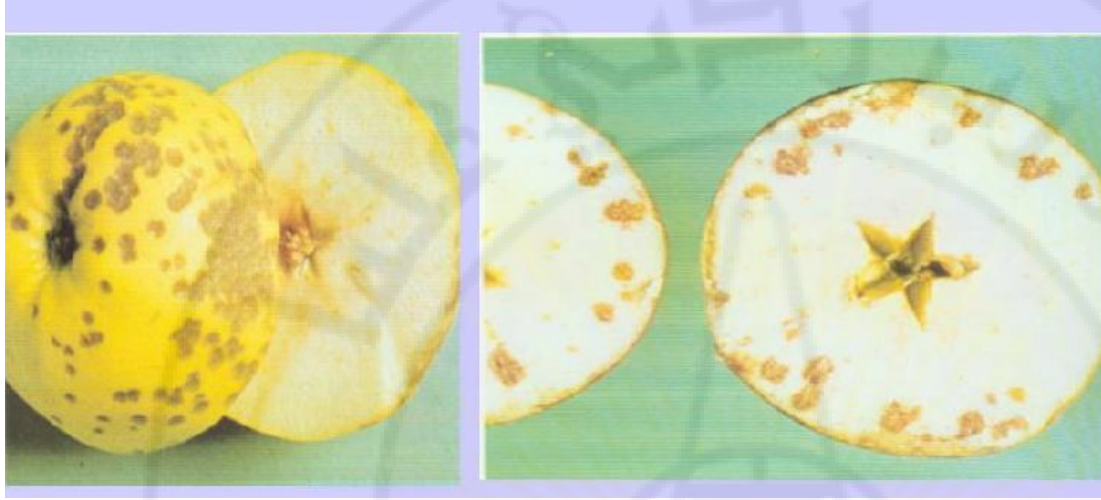
أما في الحالات الشديدة وعند بعض الأصناف تظهر على القشرة ولحم الثمرة المتوضع تحتها أشكال غير منتظمة، هذه المناطق تكون طرية وحاوية على كمية كبيرة من الماء.

6 . أضرار زيادة غاز ثاني أوكسيد الكربون

تظهر على شكل تلونات بنية أو حروقات على السطح الخارجي للثمرة

في حالة الإصابة الخفيفة فتظهر الأعراض على شكل تلون بني لللب الثمرة في منطقة الأوعية الناقلة بينما في حالة الإصابة الشديدة فتشمل كامل لحم الثمرة.

عادة تترافق مع درجات الحرارة المنخفضة حيث يزداد انحلاله في الماء مقارنة مع درجات الحرارة العالية مما يؤدي انحلاله في قطيرات الماء على قشرة الثمرة حروقات على شكل دوائر



7. اضطرابات تغيرات الرطوبة

زيادة الرطوبة تؤدي إلى انتفاخ وتمدد الخلايا وبالتالي تشقق النسيج الثمري نقص الرطوبة تؤدي إلى جفاف الأنسجة وذبولها وتجعلها



الأمراض البيئية والفسولوجية ABIOTIC DISEASES (الأمراض الإحيائية)

أمراض النبات تحدث بسبب

مسببات حية مسببات غير حية

ABIOTIC DISEASES BIOTIC DISEASES

أمراض (فطرية ، بكتيرية وفيروسية) إجهادات فسيولوجية

أعشاب - - نيماتودا - حشرات وعوامل غير حيوية

و نباتات متطفلة

الحيوانات (الصغيرة والكبيرة) والطيور

الإجهادات الإحيائية

المسببات المرضية (بكتيريا، فيروسات، فطريات، الخ)

الحشرات والآفات الأخرى (قوارض الخ)

الأعشاب (المتطفلة)

الحيوانات (الصغيرة والكبيرة)

والطيور

الإجهادات اللاحيائية

الحرارة (مرتفعة أو منخفضة)

الماء (جفاف، غرق)

الأشعة (الإضاءة - الأشعة الأخرى)

-ميكانيكية (رياح) طبيعية، صناعية (أو عمليات زراعية)

أو الحركة (عمال - آليات - حيوانات)

-كيميائية: عناصر معدنية

تلوث (عناصر ثقيلة مبيدات- بقايا منزلية أو صناعية)

غازات (صناعية)

ملوحة

ما هو المرض الفيزيولوجي

هو اضطراب أو خلل في العمليات الحيوية والفيزيولوجية والشكلية التي تؤدي إلى حدوث

تغيرات

وتشوهات في شكل وحجم الأعضاء النباتية (أوراق، أغصان، ثمار، براعم الخ)

خصائص المرض الفيزيولوجي:

- 1 لا ينتقل بالعدوى.

- 2 يحدث نتيجة لحدوث نقص أو زيادة في الظروف أو العوامل الضرورية للنمو.

- 3 يظهر المرض الفيزيولوجي في أي طور من أطوار النبات وقد يظهر لاحقاً في المخزن.

- 4 تختلف الأعراض بحسب المسبب الفيزيولوجي وقد يؤدي إلى الموت.

تشخيص أمراض النبات:

-يعتمد بشكل كبير على الخبرة.

-يعتمد على وجود علامات أو أعراض مميزة على النبات

-يمكن التوقع المبكر لحدوث المرض بالقيام ببعض الإجراءات (تحليل التربة) أو دراسة الحالة

الجوية وعوامل الطقس

-يجب الأخذ بالاعتبار ظهور أعراض مختلفة ناتجة عن مسببات حيوية وغير حيوية وهذا

يعقد التشخيص ويجعله صعباً.

هناك العديد من العوامل يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار أثناء تشخيص الأمراض:

- 1 تحديد نوع النبات المصاب

2- فحص النبات المصاب ووصف طبيعة الأعراض على النبات والنباتات المجاورة حيث تكون الأعراض الناتجة عن عوامل بيئية متماثلة على نباتات مختلفة وتعطي أعراض على مجمل المحصول وغالباً ما تكون مرتبطة بالتربة والجذور، كما يجب وصف الجزء المصاب من النبات ومتى ظهرت أولى أعراض المرض، هل الأعراض ظهرت فجأة أم بشكل تدريجي.

3- الحصول على معلومات تتعلق بظروف النمو مثل : طبيعة التربة ونوعها ودرجات الحرارة والرياح، تحديد طبيعة الري والتسميد ونوعه وكمياته ومكافحة الآفات مثل مكافحة الأعشاب وغيرها.

4- جمع العينات:

يجب أن تكون العينة ممثلة للمرض وان يؤخذ بعين الاعتبار أن العينة المرسلة للمخبر هي التي سيتم تحليلها وتشخيص حالتها لذلك يجب أن تكون العينة معبرة عن الحالة المرضية، ويجب ملاحظة أن الأعراض الملاحظة فوق سطح التربة قد تكون ناتجة عن الجذور أو خلل في التربة. وأفضل العينات هي التي تشمل كامل النبات وإذا تعذر ذلك كالأشجار التي يصعب قلعها وحملها لذلك يمكن أخذ عينات من المجموع الخضري وعينات من الجذور. يجب نقل العينة إلى المخبر بأسرع وقت ممكن وأن تصل وهي في أفضل حال.

5- تحديد المسبب:

الخطوة الأولى لتشخيص المرض هي تحديد فيما إذا كان الحالة ناتجة عن مسبب حيوي أو لا حيوي أو كليهما. والمعلومات عن أعراض المرض وتطورها مع الزمن هي التي تحدد هذه الحالة. لأن الإصابة بالمرضات تأخذ وقتاً والأعراض تظهر تدريجي أ. أما إذا ظهرت الحالة فجأة فإن السبب ينتج عن عوامل بيئية وهناك حالات استثنائية لهذه القاعدة كالتعرض للجفاف مثلاً، كما أن ظهور الأعراض على نباتات مختلفة في المنطقة دليل على أن الحالة ناتجة عن ظروف بيئية، وعلى العكس إصابة نبات أو محصول دون إصابة محاصيل أخرى يعني احتمال إصابته بعامل ممرض. إذا كان المسبب كائن ممرض يتم عزله وتشخيصه بالمخبر والتأكد منه بالطرق المعتمدة.

6- الحاجة أحياناً لتحاليل مخبرية مثل pH التربة، العناصر المعدنية، الملوحة، الأثر المتبقي لبعض المبيدات إذا كانت الظاهرة ناتجة عن عوامل بيئية.

7- نصائح وتوصيات: يجب أن تجيب النصائح الموصي بها على مجموعة من الأسئلة : تحديد العوامل الأساسية التي تساهم في حدوث هذه الحالة ، معدل انتشار المرض، تقييم الأضرار والحاجة للتدخل والمعالجة وما هي تكاليف المعالجة. هل هناك نصائح يمكن العمل بها الآن وما هي الإجراءات الوقائية.

الاضطرابات الناتجة عن الإجهاد المائي

وتحدث عندما لا تمتص الجذور كميات الماء اللازمة لنمو النبات وهذا يعود:

- 1- عدم توفر كميات كافية من الرطوبة في التربة
- 2- عدم استطاعة الجذور امتصاص الماء رغم توفره في التربة
- 3- وجود كميات كافية لحياة النبات ولكن غير كافية لنموه وتطوره

1- تأثير الإجهاد المائي على نمو النبات

-مؤقت: تظهر أعراض الإجهاد في النهار عند ارتفاع درجات الحرارة ثم يعود النبات إلى حالته الطبيعية أثناء الليل.

-دائم: تستمر أعراض الإجهاد لفترة طويلة حتى زوال أسبابها أو موت النبات

تأثير الإجهاد المائي على كامل النبات:

- 1- ظهور أعراض موت لأجزاء النبات من الأعلى نحو الأسفل

ومن المحيط للداخل

- 2- الذبول : هو أول أعراض نقص الماء حيث يفقد النبات صلابته
- 3- ضعف أو نمو النبات يتجلى بقصر السلالميات (تقزم)
- 4- شحوب أو اصفرار كامل أو جزء من النبات
- 5- تصبح أفرع النبات ضعيفة ونحيلة
- 6- تساقط أوراق النبات ثم موته بسبب نقص المخزون الغذائي
- 7- موت النبات شتاءً بسبب انخفاض قساوة الأنسجة
- نتيجة نقص إنتاج الغذاء وتخزينه وتنقله أثناء فترة الجفاف (؟؟؟؟)
- 8- ظهور إفرازات صمغية على جزع الأشجار والأفرع
- 9- إنتاج كميات كبيرة من البذور
- 10- تشقق وتصدع اللحاء والخشب
- 11- موت النبات بشكل كامل ونهائي نتيجة موت الجذور
- تأثير الإجهاد المائي على أوراق النبات:
- 1- تكون الأوراق أصغر حجماً
- 2- تلون الأوراق باللون البني اعتباراً من حواف الأوراق أو داخل الورقة وبين العروق
- 3- تلون الأوراق الإبرية باللون البني اعتباراً من القمة نحو القاعدة
- 4- التفاف الأوراق نحو الأعلى وتشوهاً
- 5- تساقط الأوراق قبل وقت تساقطها الطبيعي
- 6- تبقى الأوراق معلقة على الأشجار حتى وهي ملونة باللون البني
- تأثير الإجهاد المائي على الأزهار والثمار:
- 1- عدم تفتح البراعم الزهرية
- 2- تساقط الثمار مبكراً
- 3- انخفاض تشكل الثمار والبذور

تأثير الإجهاد المائي على عملية التمثيل الضوئي

يؤدي الإجهاد المائي إلى خفض التمثيل الضوئي نتيجة:

- حدوث خلل في التوازن بين المواد الأكسجينية النشطة ROS (Reactive oxygen species ومضادات الأكسدة Antioxidant مما يسبب تراكم ROS الذي يؤدي إلى إجهاد تأكسدي.

-عند الإجهاد المائي يغلق النبات المسام (تلبية لإشارات حمض الأبسيسيك) ABA الذي يقلل من دخول CO2

-يسبب الإجهاد المائي انخفاض في التمثيل الضوئي بسبب

انخفاض في نشاط أنزيمات Rubisco و PEPCase و NADP-ME وFBPase وPPDK

-عدم التحكم بنقل الإلكترونات وبالتالي انخفاض كمية ATP

عكسية

آليات مقاومة الإجهاد المائي

1- شكلية

2- فيسيولوجية

3- وراثية

1- الشكلية:

a- الهروب Drought escape

b- تأخير الجفاف Dehydration postponement

أو تجنب الجفاف Avoidance

c- تحمل الجفاف Dehydration tolerance

المرونة Phenotypic flexibility

2- آليات فيسيولوجية

3- آليات جزيئية

تغير بعض المورثات من التعبير عن نفسها أو أنها لا تُفعل تعبيرها إلا إذا توفرت ظروف

محددة . فعند تعرض الخلايا للإجهاد المائي أو لنواتج هذا الإجهاد يمكن أن تتفعل

مجموعة من المورثات ينتج عنها مجموعة مركبات تساعد على تحمل الجفاف مثل:

1- Aquaporins : يعمل على تسهيل وتنظيم عبور الماء عبر الأغشية الخلوية

2- بروتينات الإجهاد Stress proteins : Dehydration-responsive

، بروتينات الصدمة

الحرارية ، بروتينات ثابتية الأغشية الخلوية

3- إشارات تحمل الإجهاد للجفاف

4- إدارة الإجهاد المائي

ويعتمد على إنتاج نباتات متحملة للإجهاد المائي والذي يمر بالمراحل التالية:

1- استراتيجية الانتخاب والتربية: انتخاب نباتات متحملة للجفاف، تحديد مواصفات هذه

النباتات الشكلية والوراثية.

2- تحديد المعطيات الوظيفية والوراثية للنبات المعدل وراثياً المتحمل للجفاف

3- تحفيز المقاومة للإجهاد المائي:

أ - ترطيب البذور: Seed priming هو تعريض البذور لنسبة محددة من الرطوبة تؤدي

لبداء عمليات الاستقلاب اللازمة للإنبات دون حدوث الإنبات

ويؤدي ترطيب البذور إلى زيادة معدل الإنبات، تجانس الإنبات، ارتفاع النسبة العامة للإنبات

ب - استخدام منظمات نمو النبات:

استخدام منظمات النمو الطبيعية أو الاصطناعية على المجموع الخضري للنبات تزيد من

نموه في ظروف الإجهادات اللاحيائية المختلفة.

-يخفض الإجهاد المائي لوحده من الطول والوزن الرطب لنباتات ثنائيات الفلقة، وعند

استخدام

حمض الجبرلين gibberrellic acid يعكس هذه الحالة.

استخدم حمض الجبرلين على القطن يؤدي إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي

وفتح المسام والتنفس

-أدى الاستخدام الخارجي لحمض الياسمين ومشتقاته إلى تحسين القدرة على تحمل الجفاف

-يستطيع حمض الصفصاف Salicylic acid أن يحسن نمو النبات تحت ظروف الجفاف

ج- استخدام الحاميات الأزموزية: osmoprotectants

لها دور مركبات إشارة وتحفيز المقاومة ومن هذه المركبات ، trehalose ،

fructan

glycinebetaine ، mannitol

بعض النباتات تنتج كميات كافية منها لتتجنب الآثار الضارة للإجهاد وهناك ثلاث آليات لزيادة كمياتها:

1- اتباع الطرائق التقليدية في وراثة وتربية النبات للحصول على أصناف تنتج كميات كبيرة من هذه المواد

في ظروف الإجهاد

2- استخدام تقنيات التعديل الوراثي للحصول على الأصناف التي تنتج هذه المركبات بكميات كبيرة

3- معاملة النبات بهذه المركبات لتحفيز قدرتها على تحمل الإجهادات المختلفة

د - استخدام السيليكون: السيليكون هو ثاني أكثر العناصر وفرة في التربة وهو الركيزة المعدنية لمعظم الحياة النباتية في العالم. وتشير الأدلة الوافرة إلى أنه عندما يكون السيليكون متاح بسهولة للنباتات فإنه يلعب دوراً هاماً في نموها وتغذيتها المعدنية ومقاومتها للعديد من الإجهادات. كما يلعب دوراً في عملية نقل الماء ونمو الجذور في ظروف نقص الماء ويسبب قساوة الساق وسماكة الأوراق فقد أوضحت التجارب أن معاملة نباتات القمح بالسيليكون أدت إلى زيادة محتواها من الماء وزيادة المادة الجافة فيها مقارنة بالنباتات الغير معاملة تحت ظروف الإجهاد المائي. وهذا ترافق مع زيادة مضادات الأكسدة الدفاعية فيها. كما لوحظ أن السيليكون يخفض من نسبة الأفرع إلى الجذور وهذا يعود إلى تشجيع نمو الجذور ويزيد من التمثيل الضوئي ووظيفة الثغور في ظروف الإجهاد المائي

العمليات الزراعية المخففة للإجهاد المائي

1- إزالة الأعشاب من الحقل المزروع لأنها تنافس المحصول على ماء التربة وتزيد كمية الماء الفاقدة بالنتج

2- تقليل كثافة النباتات المزروعة في وحدة المساحة

3- استخدام طرائق حصاد المياه للاستفادة من مياه الأمطار المتساقطة

4- في الزراعة البعلية للأشجار المثمرة إجراء فلاحية سطحية في الربيع ورص التربة لتقليل مسامات التبخر أو بعد كل رية

5- عند بعض المحاصيل يجري ري التربة ثم الزراعة عندما تكون الأرض مستخرجة ثم ترص التربة.

6- تغطية التربة بغطاء بلاستيكي أسود أو القش الجاف لتقليل تبخر الماء ومنع نمو الأعشاب المنافسة

2- أضرار زيادة الماء

موت نباتات ناتج عن قلة التهوية بسبب زيادة الري وضعف في تصريف المياه -أضرار زيادة الماء

تسبب زيادة الماء في التربة نقصان كمية الأكسجين المتاح للجذور والذي يعد ضرورياً لكي تستطيع الجذور امتصاص الماء ويمكن أن يكون زيادة الماء بشكل: أ- حاد (فيضانات) ينتج عنه:

1- نقص الأكسجين

2- ضعف خلايا الجذور أو موتها

3- إصابتها بالمرضات النباتية مثل - *Phytophthora* spp4 أعراض نقص الحديد

5- تدهور في صحة النبات

6- ظهور أعراض مشابهة لأعراض الجفاف

ب- مزمن: يؤدي إلى:

1 - تقزم النبات

- 2-ظهور أفرع غير مكتملة النمو
 - 3-ظهور تقرحات على قاعدة الأشجار
 - 4-تشقق اللحاء وظهور بقع مائية عليه
 - 5-ظهور انتفاخات على شكل أورام صغيرة Edema على الأوراق والثمار
 - 6-ظهور رائحة تعفن البيض بسبب تشكل غاز الكبريت بسبب التخمرات اللاهوائية.
- الأسباب العلاج
- زيادة في الري - تقليل الري
 - تربة ثقيلة ومرصوفة - تحسين تصريف الماء
 - ضعف تصريف المياه - الزراعة في مناطق مرتفعة_____



أمراض بيئة وفيسيولوجية

د. محمود أبو غره

مقدمة:

يصاب النبات بمسببات مرضية عديدة كالفطور والبكتريا والفيروسات والنيماطودا وهي كلها عوامل معدية infectious microbes . كما يمكن أن يصاب بعوامل غير معدية noninfectious factors تسمى الأمراض اللا إحيائية abiotic diseases أو الاضطرابات اللا إحيائية abiotic disorders وتعزى هذه الأمراض إلى التربة ذات المواصفات غير المناسبة للنبات ' عدم توازن في خصوبة التربة , تطرف في الرطوبة ودرجات الحرارة زيادة أو نقصان , السمية الكيميائية , الأضرار الفيزيائية وعوامل أخرى. تسبب هذه العوامل المختلفة إضعاف النبات وربما موته , وقد تعرض هذه العوامل النبات للإصابة بالمرضات النباتية المعدية. ويجب الأخذ بالحسبان أن عدة عوامل غير إحيائية يمكن أن تؤثر على النبات كما يمكن أن تشارك عوامل إحيائية وغير إحيائية في حدوث المرض .

تشخيص الأمراض البيئية والفيسيولوجية

تشخيص أمراض النبات: هو العمليات التي تسمح بمعرفة مسببات اعتلال النبات . وتتطلب هذه العمليات المعرفة العلمية والخبرة والملاحظة الدقيقة , ويعتمد التشخيص على تضافر جهود كل من المزارع والخبير بأمراض النبات. ويجب الأخذ بالإعتبار ظهور أعراض مختلفة ناتجة عن مسببات حيوية وغير حيوية وهذا يعقد التشخيص ويجعله صعباً.

يصعب تشخيص الأمراض البيئية والفيسيولوجية بسبب تشابه كثير من الأعراض الناتجة عن مسببات حيوية (البكتريا , الفطريات , الفيروسات , النيماتودا وغيرها) . لذلك هناك العديد من العوامل يجب أن تؤخذ بعين الإعتبار أثناء تشخيص الأمراض

- 1- تحديد نوع النبات المصاب لأن نوع النبات يحدد العلاقة بين المسبب المرضي والمضيف ويحدد النبات (تحديد نوع النبات والجنس والصنف) ويمكن استخدام الأسم الشائع إذا لم يعرف السم العلمي يجب فهم عمليات زراعته ومتطلباته
- 2- فحص النبات المصاب ووصف طبيعة الأعراض على النبات والنباتات المجاورة حيث تكون الأعراض الناتجة عن عوامل بيئية متماثلة على نباتات مختلفة وتعطي أعراض على مجمل المحصول وغالباً ما تكون مرتبطة بالتربة والجذور , كما يجب وصف الجزء المصاب من النبات ومتى ظهرت أولى أعراض المرض , هل الأعراض ظهرت فجأة أم بشكل تدريجي ,
- 3- الحصول على معلومات تتعلق بظروف النمو مثل : طبيعة التربة ونوعها ودرجات الحرارة والرياح , تحديد طبيعة الري والتسميد ونوعه وكمياته ومكافحة الآفات مثل مكافحة الأعشاب وغيرها .

4- جمع العينات: يجب أن تكون العينة ممثلة للمرض وان يؤخذ بعين الاعتبار أن العينة المرسله للمخبر هي التي سيتم تحليلها وتشخيص حالتها لذلك يجب أن تكون العينة معبرة عن الحالة المرضية , ويجب ملاحظة أن العراض الملاحظة فوق سطح التربة قد تكون ناتجة عن الجذور أو خلل في التربة . وفضل العينات هي التي تشمل كامل النبات وإذا تعذر ذلك بسبب كون الأشجار يصعب قلعها وحملها لذلك يمكن أن أخذ عينات من المجموع الخضري وعينات من الجذور, يجب نقل العينة إلى المخبر في اسرع وقت ممكن وأن تصل وهي في افضل حال

5- تحديد المسبب: الخطوة الأولى لتشخيص المرض هي تحديد فيما إذا كان الحالة ناتجة عن مسبب حيوي او لا حيوي أو كليهما . والمعلومات عن أعراض المرض وتطورها مع الزمن هي التي تحدد هذه الحالة. لأن الإصابة بالمرضات تأخذ وقتاً والأعراض تظهر تدريجياً. أما إذا ظهرت الحالة فجأة فإن السبب ينتج عن عوامل بيئية وهناك حالات استثنائية لهذه القاعدة كالتعرض للجفاف مثلاً, كما ان ظهر الأعراض على نباتات مختلفة في المنطقة دليل على ان الحالة ناتجة عن ظروف بيئية , زعلى العكس إصابة نبات أو محصول دون إصابة محاصيل أخرى يعني احتمال إصابته بعامل ممرض. إذا كان المسبب كائن ممرض يتم عزله وتشخيصه بالمخبر والتأكد منه بطرق معتمدة.

6- الحاجة أحياناً لتحاليل مخبرية مثل pH التربة , العناصر المعدنية , الملوحة , الأثر المتبقي لبعض المبيدات إذا كان الظاهرة ناتجة عن عوامل بيئية.

7- نصائح وتوصيات: يجب أن تجيب النصائح الموصى بها على مجموعة من الأسئلة : تحديد العوامل الأساسية التي تساهم في حدوث هذه الحالة , معدل انتشار المرض . تقييم الأضرار والحاجة للتدخل والمعالجة وما هي تكاليف المعالجة . هل هناك نصائح يمكن العمل بها الآن وما هي الإجراءات الوقائية.

الأمراض الناتجة عن تأثير درجات الحرارة

1- تأثير درجات الحرارة المنخفضة:

آليات انتقال الطاقة

MECHANISMS OF ENERGY TRANSFER

1- الكتلة والطاقة في الهواء Mass and energy in the air:

لمعرفة مفهوم الصقيع الوقاية منه لابد من الحصول على وصف جيد لمكونات الهواء وعلاقة ذلك بمكونات الطاقة . عديداً يعتبر النتروجين (N) والأكسجين (O₂) هما المكونان الرئيسان للغلاف الجوي بالإضافة إلى بخار الماء (H₂O) الذي تختلف نسبته من وقت لآخر. يوجد في المتر المكعب من الهواء عدد من جزيئات الغاز أكثر من عدد النجوم في الكون (2.69 × 10²⁵) , لكن الحجم الذي تشغله من الفراغ أقل من 0.1 بالمائة . لذلك , في حين نجد عدد جزيئات الهواء في متر مكعب من الجو كبيراً جداً إلا أن الغلاف الجوي يبقى مجالاً فارغاً, لذلك نجد أن الجزيئات تتحرك بانسيابية عالية , وبالتالي تكون هناك طاقة حركية عالية kinetic energy أو (sensible heat) .

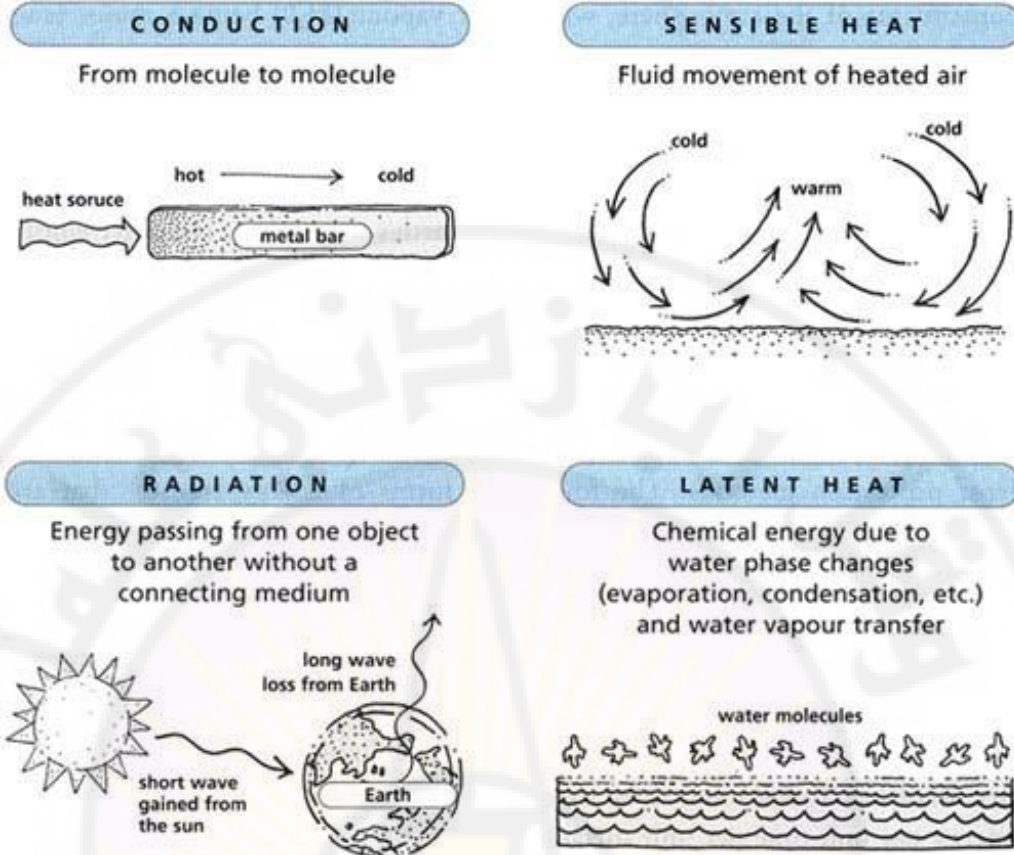
يحدد معدل نقل الطاقة كيفية حدوث البرد وبالتالي طرائق مكافحته, وهناك أربع أشكال لانتقال الطاقة ذات أهمية في كيفية حدوث الصقيع ومكافحته وهي: شكل ()

1- **Conduction** الموصلية : حيث تنتقل الحرارة في المواد الصلبة من جزيئه إلى جزيئه (انتقال الحرارة خلال القضيب المعدني)

2- تدفق الحرارة المحسوسة **sensible heat flux**: انتقال الهواء الدافئ من منطقة إلى أخرى (الهواء الدافئ يرتفع للأعلى لأن كثافته أقل)

3- الإشعاع **Radiation**: انتقال الحرارة على شكل طاقة كهرومغناطيسية دون الحاجة لوسط ناقل (مثل أشعة الشمس). وهي الطاقة التي تتشكل من التذبذبات المغناطيسية والحقول الكهربائية, تستطيع الانتقال في الفراغ' مثال ذلك الطاقة التي نشعر بها من أشعة الشمس أو عند الجلوس أمام النار

4- تدفق الحرارة الكامنة **latent heat flux**: تتحول الحرارة المحسوسة **sensible heat** إلى حرارة كامنة **latent heat** عند تبخر الماء , وتعود إلى الحرارة المحسوسة عندما تتكاثف جزيئات الماء (الجليد) وتتوضع على السطوح.

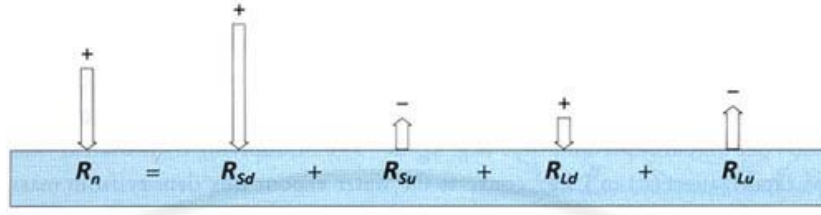


شكل () طرائق انتقال الطاقة

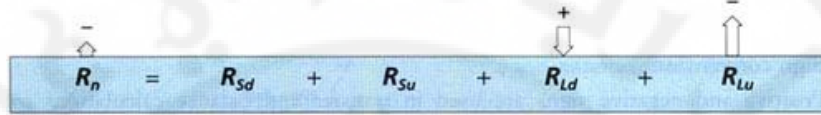
مصطلحات عامة Sign convention

إشارة الموجب والسالب Positive and negative تستخدم لنقل وحساب التوازن التي تشير إلى اتجاه تدفق الطاقة من وإلى السطوح. أي إشعاع يهبط إلى السطح ويضيف إليه طاقة يعتبر إيجابي ويعطى إشارة + , وأي إشعاع يرفع من السطح ويأخذ منه طاقة يعتبر سلبى ويرمز لها ب - . مثلاً هبوط إشعاعات الموجات القصيرة من الشمس أو السماء تعتبر إيجابية (R_{sd}), في حين تعتبر إشعاعات الموجات القصيرة (R_{su}) التي تنعكس من السطوح سلبية. تعتبر إشعاعات الموجات الطويلة التي تهبط (R_{ld}) على السطوح إيجابية في حين تكون إشعاعات الموجات الطويلة الصاعدة منه (R_{lu}) سلبية, Net radiation (R_n) هي حاصل اكتساب الأشعة أو فقدها من السطوح شكل ().

A . DAYTIME



B . NIGHT-TIME



والطاقة تنقل أفقياً كما هي تنتقل عمودياً إلى المحصول . والطاقة المتحركة خلال المحصول يمكن تصورها على شكل صندوق شكل () يمثل حجم الهواء اللازم تسخينه عند الوقاية من الصقيع

شكل () مخطط صندوق الطاقة يبين مصادرها وطرائق فقدها

(R_n): حاصل الطاقة الناتجة عن الإشعاع

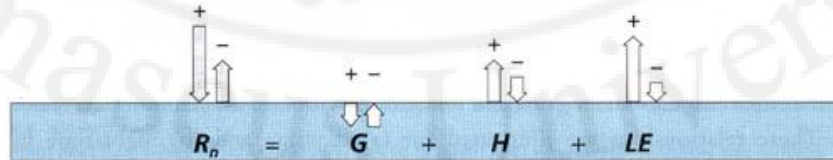
(H): حاصل تدفق الطاقة المحسوسة

(LE): تدفق الحرارة الكامنة

(G): تدفق حرارة التربة (conduction)

انسياب الطاقة المحسوسة والكامنة إلى الصندوق F_1 ومنه F_2

(DS): مقدار تخزين الطاقة في المحصول



تزود R_n الطاقة التي تدفئ الهواء والنبات والتربة والماء المتبخر

والمصطلحات تدل على اتجاه تدفق الطاقة, يضيف الإشعاع طاقة إلى السطح لذلك فهي إيجابية بالنسبة للسطح, عندما G تكون ايجابية فإن الطاقة تكون متجهة نحو التربة, وعندما يكون H و LE إيجابية فإن تدفق الطاقة يتجه نحو الأعلى .

$$R_n = G + H + LE \text{ W m}^{-2} \text{ Eq. 3.1}$$

, وتعتمد محتويات الطاقة في الصندوق على مصادر الطاقة وسبل فقدها . حسب المعادلة:

حيث تكون R_n إيجابية عندما تكون الطاقة المستلمة من الإشعاع أكبر من المفقودة أو المنعكسة, وتكون سلبية إذا كانت الطاقة المنعكسة أكبر من المستقبلية. وتكون المتغيرات G, H and LE إيجابية عندما تكون الطاقة خارجة من الصندوق وتكون سلبية عندما تكون داخلية إليه.

F1 تمثل تدفق الحرارة المحسوسة الكامنة إلى الصندوق (رقم سلمي).

F2 تمثل الحرارة المحسوسة والكامنة الخارجة من الصندوق (رقم إيجابي)

مجموع $f1, f2$ هو الفرق في التدفق الأفقي للطاقة المحسوسة والكامنة.

DS هي مقدار التغير في الطاقة المخزنة في الصندوق وتكون موجبة عندما تؤدي إلى

ارتفاع الحرارة فيه, وتكون سالبة عندما تؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة.

تكون سلبية

خلال ليلي الصقيع R_n تكون سلبية , مجموع $f1, f2$ تقارب الصفر. G, H

الرطوبة والحرارة الكامنة Humidity and Latent heat

يحتوي الهواء بالإضافة إلى الحرارة المحسوسة على حرارة كامنة متعلقة بمحتوى الهواء من بخار الماء . لتبخير الماء يحتاج إلى طاقة لكسر الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء, وهذه يمكن ان تأتي من الإشعاع أو الحرارة المحسوسة في الهواء أو الماء أو التربة... إذا كانت الطاقة آتية من الحرارة المحسوسة فإن الطاقة المتحركة تؤخذ من الهواء وتتحول إلى طاقة كامنة, وهذا ما يسبب انخفاض في درجة الحرارة.

عندما يتكاثف الماء فإن الروابط الهيدروجينية والحرارة الكامنة تعود وتتحول إلى حرارة محسوسة, مؤدية إلى ارتفاع درجة الحرارة.

يعبر عن محتوى الهواء من بخار الماء ب water vapour pressure:

1- الضغط البخاري: وهو الضغط الذي يحدث عندما يصل معدل بخار الماء على سطح منبسط من الماء النقي وعلى نفس درجة حرارة الهواء معدل ثابت وفي حالة الإشباع

$$P = \exp \left(20.386 - \frac{5132}{T} \right) \text{ mmHg}$$

where P is the vapor pressure (mmHg) and T is the temperature in Kelvin.

Vapour pressure of water (0–100 Celsius)^[1]

T(C)	T(F)	P(kPa)	P(torr)	P(atm)
0	32	0.6113	4.5851	0.0060
5	41	0.8726	6.5450	0.0086
10	50	1.2281	9.2115	0.0121
100	212	101.3200	759.9625	1.0000

One atm. equals 760.0 mm Hg

One atm equals 101.325 kPa

The bar is nearly identical to the atmosphere unit. One bar = 750.062 torr =

0.9869 atm = 100,000 Pa

2- الرطوبة النسبية للهواء relative humidity: وهي كمية الرطوبة في

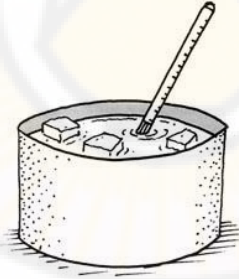
الهواء مقارنة بما يستطيع الهواء أن يحمله على درجة الحرارة الحالية وهي كمية بخار الماء في الهواء. غ/م³ مقسوم على كمية بخار الماء التي يستطيع الهواء حملها على درجة الحرارة الحالية ضرب 100

$$\text{Relative Humidity} = \frac{\text{actual vapor density}}{\text{saturation vapor density}} \times 100\%$$

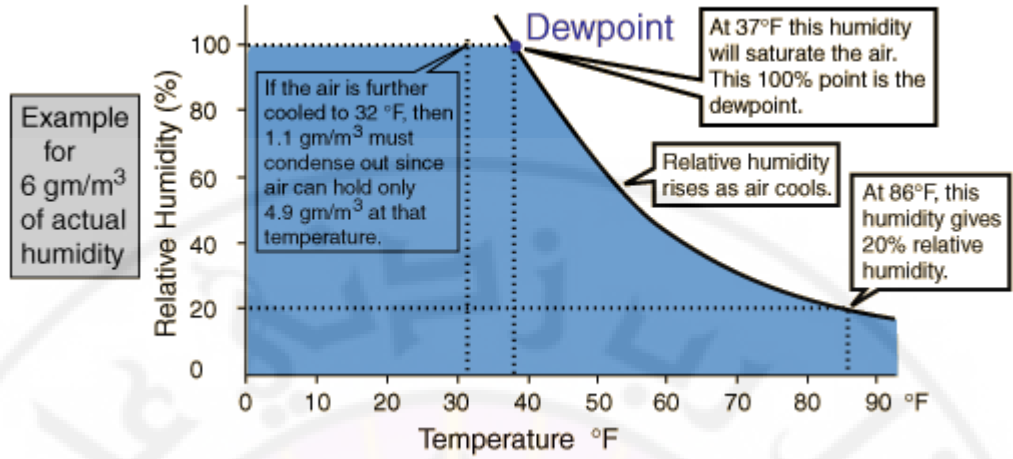
إذا كانت كمية بخار الماء 10 غ/م³ على درجة حرارة 20 وكانت كمية بخار الماء التي يستطيع الهواء حملها على نفس درجة الحرارة هي 17.3 غ/م³ فإن النسبة المئوية لרטوبة الهواء تساوي 57.8 %

$$R.H. = \frac{10 \text{ g / m}^3}{17.3 \text{ g / m}^3} \times 100\% = 57.8\%$$

نقطة الندى : وهي درجة الحرارة التي يصل عندها الهواء عند برودته فتؤدي إلى تكاثف بخار الماء على السطوح لتصل عندها الرطوبة النسبية حالة الإشباع ويمكن استخدامها لقياس محتوى الهواء من بخار الماء. يمكن تقدير ذلك بشكل تقريبي بأن تضاف مكعبات الثلج تدريجياً إلى الوعاء فيه ماء وعند بدء تكاثف الماء على الجدار الخارجي للوعاء تقاس درجة الحرارة فتكون درجة حرارة نقطة الندى



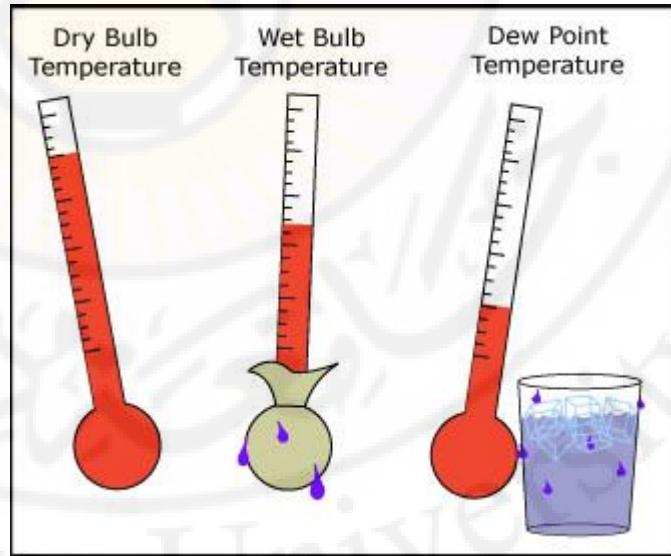
شكل () تقدير نقطة الندى بشكل تقريبي



4 ودرجة التجمد frost-bulb temperatures : هي درجة الحرارة الملاحظة عندما يبرد الهواء ليصل إلى درجة التثبيع فوق سطح ماء نقي متجمد.

5- درجة الحرارة الرطبة للميزان The wet-bulb temperature

وهي درجة حرارة ميزان حرارة مغلف بقماش رطب ومعرض للهواء فيتبخر الماء إلى الهواء ويصبح الضغط البخاري مشبع.



ويعتمد الضغط البخاري على درجة الحرارة. تأتي الحرارة اللازمة للتبخير من الحرارة المحسوسة.

الحرارة المحسوسة Sensible heat : تعتمد درجة الحرارة على الضغط الجوي ودرجة الحرارة وكمية بخار الماء الموجودة في وحدة الحجم. والحرارة التي تقاس بواسطة ميزان

الحرارة هي قياس للحرارة المتحركة في الهواء (الحرارة الناتجة عن حركة الجزيئات).

عند وضع ميزان الحرارة في الهواء فهو يقذف بجزيئات الهواء وبسرعة قريبة من سرعة الصوت, هذا التصادم ينقل الحرارة إلى الميزان مما يؤدي إلى تمدد السائل الموجود في داخله.

عندما ترتفع درجة الحرارة فإن سرعة الجزيئات تزداد وبالتالي تزداد الطاقة الحركية وبالتالي عدد أكبر من الجزيئات يصطدم بميزان الحرارة مما يؤدي لرفع حرارته, وبما يشبه ميزان الحرارة فإن جزيئات الهواء تصطدم بجلودنا بسرعة قريبة من سرعة الصوت وبالتالي طاقة حركية تنتقل من الجزيئات إلى جلودنا فنتحسسها لذلك سميت هذه الطاقة بالطاقة المحسوسة.

عندما لا يكون هناك رياح أو أي إضطراب فإن الحرارة ناتجة من تصادم الجزيئات أما إذا كان هناك رياح أو إضطراب فإن الحرارة تنتقل من مكان إلى آخر وهذا يسمى تدفق الحرارة المحسوسة **sensible heat flux** إذا تم استخدام مروحة فإنها تجبر الهواء على التدفق ولذلك تسمى

الحرارة القصيرية **forced convection** . الهواء الحار يكون أقل كثافة من الهواء البارد (كتلة

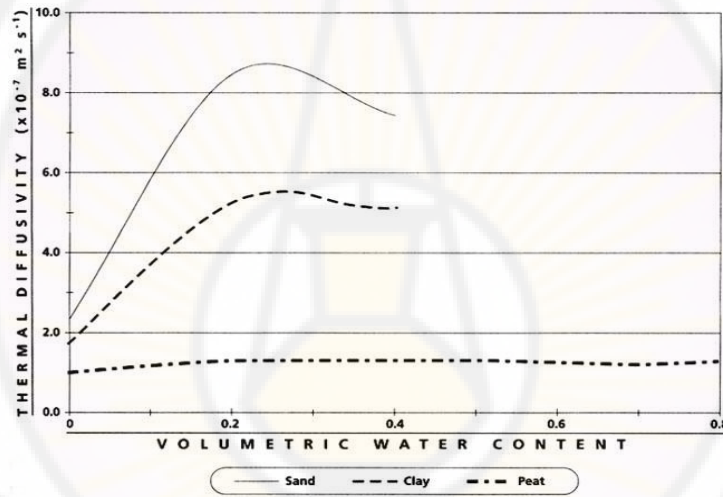
في وحدة الحجم أقل) إذا كان مصدر الحرارة عند سطح الأرض فإن الهواء يكون أقل كثافة وبالتالي ينتقل من الأقل كثافة (الدافئ) إلى الأكثر كثافة (البارد) في الأعلى وهذه تسمى

الحمل الحراري الحر أو التلقائي **free convection** .

تدفق حرارة التربة Conduction - Soil heat flux : تنتقل الجزيئات في المواد الصلبة بشكل

أسرع وبالتالي تؤدي إلى رفع درجة حرارتها, هذا النوع من الطاقة يسمى التوصيل **Conduction** مثال على ذلك انتقال الحرارة من طرف قضيب معدني وضع في النار إلى الطرف الآخر. التوصيل مهم في التربة وبالتالي للحماية من الصقيع. ويختلف معدل التوصيل الحراري في التربة **thermal conductivity** على محتوى التربة , فمن المعروف أن الهواء ضعيف الموصلية الحرارية . وتتراوح موصلية التربة $0.3, 0.25, 0.1 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ لكل من التربة العضوية والطينية والرملية على التوالي. إذا أشبعت التربة السابقة بالماء فإن الموصلية الحرارية تصبح $2.4, 1.6, 0.5 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. يكون التوصيل الحراري موجب عندما يكون سطح التربة أدفأ من داخل التربة , ويكون سلبياً عندما يكون سطح التربة أبرد من داخلها. عندما تشرق الشمس يصبح سطح التربة أدفأ من التربة في العمق وانتقال الحرارة يحدث من السطح إلى العمق وبالتالي يحدث تخزين للطاقة, وعندما يقل الإشعاع بعد الظهر فإن سطح التربة يبرد مقارنة بالطبقة الأسفل الدافئة وعندئذ يحصل انتقال حراري من الأسفل إلى سطح التربة. والانتشار الحراري **Thermal diffusivity** في التربة هو معدل التوصيل الحراري في جهاز قياس السعة الحرارية الحجمية **volumetric heat capacity** . هذا المصطلح يفيد في قياس سرعة تغير حرارة طبقة التربة, عندما ترطب التربة الجافة فإن الانتشارية تزداد وتكون أفضل ما يمكن عند مستوى السعة الحقلية. والتربة التي تكون فيها المواد العضوية مرتفعة فإن انتشارية الحرارة تكون ضعيفة مقارنة بالتربة الطينية والرملية شكل (), لذلك للحماية من الصقيع يجب عدم اختيار التربة العضوية عند زراعة محصول جديد.

شكل () الانتشار الحراري لعينات من التربة الرملية والطينية والعضوية



الطاقة الإشعاعية Radiayion energy : هي طاقة كهرومغناطيسية تنتقل من مكان إلى آخر دون وجود وسط ناقل كانتقال الطاقة الشمسية إلى الأشياء أو الشعور بالحرارة بالقرب من مدفأة دون لمسها. شكل ()

الصقيع الإشعاعي Radiation frost:

شائع الحدوث ويتميز بأن السماء تكون صافية هادئة مع وجود رياح خفيفة وانعكاس للحرارة temperature inversion وانخفاض في درجة حرارة الهواء ونقطة الندى dew-point حيث نموذجياً تنخفض إلى ما دون الصفر أثناء الليل وفوق الصفر أثناء النهار.

شائع الحدوث في الليالي حيث السماء صافية, تكون كمية الحرارة الفاقدة بالإشعاع من السطوح أكبر من كمية الحرارة المكتسبة لذلك فإن حرارة الهواء والسطوح تنخفض إلى ما دون الصفر أثناء الليل مسببة انعكاس للحرارة temperature inversion شكل () : وهو زيادة درجة الحرارة كلما ارتفعنا للأعلى شكل ()

إذا قيس درجة الحرارة على ارتفاع مناسب فوق سطح التربة يمكن أن تصل إلى نقطة حيث تبدأ الحرارة بالتناقص كلما ارتفعنا للأعلى ويسمى الارتداد لحراري (a lapse condition) . ويدعى المستوى الذي تتحول فيه الحرارة من الإنعكاس إلى الارتداد (a lapse condition) ب السقف أو الحاجز ceiling

الإنعكاس الحراري الضعيف (high ceiling) يحدث عندما تكون درجة الحرارة أعلى قليلاً عند السطح , والإنعكاس الحراري القوي strong inversion أي (low ceiling) يترافق بزيادة سريعة لدرجة الحرارة بالارتفاع. طرق الحماية المكثفة للطاقة Energy-intensive protection تكون غالباً فعالة عندما يكون low ceiling, ويكون ظروف الإنعكاس الحراري القوي نموذجياً للصقيع الإشعاعي. يوجد تحت مجموعتين من الصقيع الإشعاعي: 1- الصقيع الأبيض hoar frost: ويحدث عندما يتوضع بخار الماء على السطوح ويشكل غطاء أبيض من الجليد يدعى عادة بالصقيع frost.

2- الصقيع الأسود black frost: ويحدث عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر دون تشكل الجليد على السطوح .

إذا كانت الرطوبة منخفضة فإن درجة حرارة السطح ربما لا تصل إلى درجة حرارة نقطة التجمد وبالتالي لا يحدث تجمد للماء على السطوح , عندما تكون الرطوبة مرتفعة يتشكل الجليد وبالتالي يحدث الصقيع الأبيض . وبسبب انتشار الحرارة أثناء عمليات تشكل الجليد , فإن الصقيع الأبيض يكون أقل ضرراً من الصقيع الأسود.

Advection frost: يحدث عندما تهب رياح باردة إلى منطقة لتحل محل هواء دافئ كان موجوداً قبل التغير المناخي , ويترافق بطقس غائم , مع رياح متوسطة إلى شديدة دون أن يحدث انعكاس للحرارة مع انخفاض في الرطوبة . غالباً تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون درجة الانصهار (الصفر) وتبقى كذلك طول اليوم . وبما أن طرق الوقاية تكون فعالة عندما يكون هناك انعكاس للحرارة , لكن يصعب مكافحة Advection frost.

1- دور البكتيريا في حدوث الصقيع

- مقدمة: تعاني معظم المحاصيل الحساسة للصقيع من أضراره عندما تنخفض درجة الحرارة ما بين -2 إلى -5 س حيث تؤدي انخفاض درجات الحرارة إلى تشكل البلورات الجليدية داخل الخلايا وخارجها محدثة أضراراً كبيرة في أنسجة النبات . إن تشكل البلورات الجليدية يحتاج إلى نوى تتشكل حولها البلورات الجليدية . حيث أن الماء النقي تماماً لا يتجمد على درجة أقل من -40 س , ويختلف دور الملوثات المختلفة للماء في قدرتها على التحريض على تجمد الماء وذلك بحسب مكوناتها المعدنية أو الحيوية درس دور النوى الجليدية البكتيرية Bacterial ice nucleation منذ الثمانينات حيث عرف دور أنواع من Pseudomonas syringae pathovars

- , *Pantoea stewartii*, *Pseudomonas viridiflava* and *Xanthomonas translucens*

تعيش على سطح النبات وذات علاقة في حدوث الصقيع على المحاصيل المختلفة,
وقد وجد أن بعض أن أنواع البكتيريا لا تحرض على تجمد الماء جدول ()

Table 1 Comparison of ice-nucleating bacteria and non-ice-nucleating bacteria.

Bacterial species ^{a)}	Ice-nucleating temperature (oC) ^{b)}		
	<i>T</i> ₁₀	<i>T</i> ₅₀	<i>T</i> ₉₀
Strain KUIN-1	-2.6	-3.0	-3.1
<i>Pseudomonas syringae</i> (IFO 3310)	-2.1	-2.4	-2.7
<i>Erwinia herbicola</i> (IFO 12686)	-2.9	-3.1	-3.3
<i>Protaminobacter ruber</i> (NR 1)	-8.3	-9.8	-12.3
<i>Corynebacterium</i> sp. (KUP 1)	-13.0	-14.6	-16.0
<i>Staphylococcus aureus</i> (IFO 12732)	-11.2	-15.0	-18.1
<i>Pseudomonas</i> sp. (KUC 7A)	-14.2	-18.4	-20.4
<i>Pseudomonas fluorescens</i> (IFO 3930)	-15.0	-18.4	-19.5
<i>Nocardia globerula</i> (IFO 13509)	-16.9	-18.8	-20.1
<i>Rhodococcus rhodochrous</i> (IFO 3338)	-16.2	-19.0	-20.5
<i>Bacillus subtilis</i> (IFO 3134)	-15.9	-19.4	-20.7
<i>Escherichia coli</i> (JA 221)	-13.8	-20.0	-21.6
<i>Streptococcus faecalis</i> (H21D)	-17.9	-20.7	-22.9
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (ATCC 3953)	-18.9	-21.5	-22.5
Distilled water (HPLC)	-18.7	-21.6	-24.1

وقد وجد في دراسات متقدمة على بكتيريا *pseudomonas syringae* أن هذه
البكتيريا تحتوي في جدارها الخلوي على بروتين يشكل مواقع على هذه البكتيريا
لتكون نوى لتشكيل البلورات الجليدية يسمى (INPs) ice-nucleating proteins ,
تسمح هذه المواقع البروتينية النووية لجزيئات الماء أن تصطف بشكل تؤدي إلى
تجمدها وبزيادة عدد المواقع البروتينية يؤدي إلى تجمد الماء على درجات حرارة

أعلى. ونتيجة لأبحاث الهندسة الوراثية فقد وجد أن طفرات من البكتيريا لا تحتوي على هذا البروتين تفقد قدرتها على التحريض على تجمد الماء .

البروتينات المشكلة للنوى الجليدية Ice Nucleation Active (INA) Proteins

تتفاعل كل البروتينات مع الماء لكن هناك نوعين من البروتينات لها علاقة بتجمد الماء : بروتين مانع للتجمد antifreeze proteins (AFPs) وبروتين محرض على التجمد ice-nucleation proteins (INPs) . لبروتين مانع التجمد تركيب خاص يمنع تشكل البلورات الجليدية للماء وذلك بمنع اصطافاف ذرات الماء بشكل مثالي يؤدي إلى التركيب البلوري للجليد, بينما يعمل البروتين (INPs) العكس حيث يسمح لتجمد الماء على درجات حرارة أعلى. يمكن للماء النقي أن يبرد بشكل كبير حتى درجة -40س بغياب مكونات نوى جليدية دون أن يتجمد. يسمح INPs برفع درجة تجمد الماء ضمن مجال يتراوح ما بين -2 إلى -14 بحسب عدد البروتينات التي ترتبط مع بعضها. تتميز البكتيريا المحرصة على تجمد الماء وبخاصة بكتيريا *pseudomonas syringae* بأنها تحتوي في جدارها الخلوي على بروتين INPs وبالمقارنة مع بروتين بعض الحشرات المتحملة للبرودة وغير المحرصة على تجمد الماء AFPs نجد أن لكلا البروتينين تركيب متشابه ولكن لهما تأثير متعاكس على جزيئات الماء شكل ()

أضرار الصقيع فسيولوجيا ودرجة الحرارة الحرجة

CHAPTER 4 - FROST DAMAGE: PHYSIOLOGY AND CRITICAL TEMPERATURES

مقدمة: تحدث أضرار درجات الحرارة المنخفضة (البرودة chilling والتجمد freezing) على كل النباتات . كثير من نباتات ذات الأصل الاستوائي تتضرر فسيولوجياً عندما تنخفض درجة الحرارة أقل من 12.5 س فوق درجة الصفر وهذا يسمى إضرار البرودة chilling . تحدث أضرار التجمد freezing عند تشكل البلورات الجليدية , معظم النباتات الإستوائية تتضرر بشكل كبير عند تنخفض درجة الحرارة قليلاً تحت الصفر بينما النباتات التي تعيش في المناطق الباردة تكون أضرارها قليلة وتستطيع العيش إذا لم يكن التجمد كبيراً وتستطيع بعض النباتات أن تتحمل درجات حرارة -8 إلى -5 س. تبدي النباتات أضرار مختلفة عند تعرضها لنفس درجة الحرارة وذلك بحسب الطور الفينولوجي للنبات أو بحسب الظروف الجوي أو مدى تأقلم النبات مع درجات الحرارة المنخفضة قبل حدوث الصقيع, أثناء فترة البرودة يميل النبات إلى تحمل درجة الحرارة المنخفضة وهذا ما يسمى بالتقسية hardening حيث يزداد تركيز مكونات العصارة الخلوية كما تقل أعداد البكتيريا المكونة للنوى الجليدية ice-nucleation active

(INA) . وعند ارتفاع درجة الحرارة ينمو النبات يقل تركيز مكونات الخلية وتتكاثر البكتيريا المحرصة على تجمد الماء.

أضرار الخلية Cell injury

تحدث الأضرار المباشرة عندما تتشكل البلورات الجليدية داخل بروتوبلاست الخلية (intracellular freezing) , بينما تحدث الأضرار غير المباشرة عندما تتشكل البلورات الجليدية داخل النبات ولكن خارج الخلية (i.e. extracellular freezing) .

يؤدي التجمد الداخلي إلى خلل في تركيب البروتوبلاست , و يترافق التجمد الداخلي بحدوث برودة سريعة, فقد لوحظ أن تشكل الجليد داخل الخلايا وموتها لنباتات تعرضت لانخفاض درجات الحرارة بمعدل 8 درجات كل دقيقة حتى - 12 س , بينما النباتات التي تعرضت حتى -12 س خلال 23 دقيقة حدث فيها تجمد خارج الخلايا واستطاعت استعادة عافيتها بعد رفع درجة الحرارة وذوبان البلورات الجليدية بين الخلايا. في الطبيعة تحدث الأضرار نتيجة تشكل الجليد خارج الخلايا. وتتأثر شدة أضرار الصقيع بسرعة ارتفاع الحرارة وذوبان البلورات الجليدية حيث كلما كان ذلك بطيئاً كلما قلت أضرار الصقيع.

تموت الخلايا تدريجياً بحسب حجم البلورات الجليدية , حيث أن ضغط بخار الماء فوق الجليد يكون أقل منه فوق الماء السائل لذلك فإن الماء يخرج من الخلايا إلى خارجها وبذلك يؤدي إلى زيادة حجم البلورات الجليدية ومن ناحية أخرى يزداد تركيز المحلول داخل الخلايا مما يجعل فرصة تعرضها لأضرار الصقيع أقل ولكن استمرار فترة الصقيع وانخفاض درجة الحرارة سيؤدي إلى جفاف هذه الخلايا وموتها. وهناك علاقة بين النباتات المتحملة للجفاف وقدرتها على تحمل الصقيع.

تجنب وتحمل وتقسية ضد الصقيع Avoidance, tolerance and hardening

تتضمن الإستراتيجية لتجنب انخفاض درجة الحرارة:

- 1- الاحتفاظ بالثلج خلال الشتاء الذي يسمح بحماية الجز الهوائي وتحت الربة من النبات
- 2- التأثير الفيزيائي الحيوي للغطاء السميك الذي يؤدي لحماية جزء من النبات من برودة الجو
- 3- الأجزاء الكبيرة من النبات مثل جذوع الأشجار والثمار يكون لها قدرة حرارية عالية تؤدي إلى تأخر تأثيرها بالصقيع

4- استخدام الطرائق الاصطناعية للحماية من الصقيع التي تعمل على تغيير المناخ الدقيق حول النبات مثل استخدام الفوم والأغطية والضباب.

يمكن الوصول إلى تحمل درجات الحرارة ب:

- 1- تجنب التجمد بتخفيض نقطة التجمد
 - 2- تحمل التجمد الخارجي للخلية بتقليل حجم الماء المتجمد وهذا يتم بزيادة تركيز محلول البروتوبلاسم.
 - 3- تحمل درجة عالية من الجفاف عن طريق انكماش البروتوبلاسم
 - 4- زيادة نفاذية الغشاء البلازمي لتجنب حدوث التجمد الداخلي
- تتباين درجة حرارة التجمد بحسب مستوى القساوة التي تعرض لها النبات, تشمل القساوة كلا الآليتين التجنب والتحمل. تخفض السكريات والكحولات السكرية درجة تجمد الأنسجة, تنقسي بعض الخلايا بزيادة نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة في دهون الغشاء البلازمي والتي تزيد من ثباتية الغشاء إثناء الجفاف. تؤدي درجات الحرارة المنخفضة إلى تقسية النباتات المثمرة تجاه أضرار الصقيع, ويمكن للقساوة أن تفقد بسرعة بارتفاع درجة الحرارة في النهار كما أنها يمكن أن تعود مرة أخرى ولكن بسرعة أقل بكثير من سرعة فقدها, وهذا هو سبب تطبيق الري الرذاذي في النهار الدافئ لتبريد النبات وتجنب فقد التقسية.

حساسية النبات Plant sensitivity

يقع النبات ضمن أحد أربع مجموعات من الحساسية للصقيع :

- 1- ضعيف أو حساس tender : وهي النباتات التي لا تملك آليات تجنب التجمد الداخلي مثل نباتات المناطق الإستوائية.
- 2- قليل التحمل slightly hardy: وتتضمن معظم النباتات والشجار المثمرة في المناطق شبه الإستوائية وكذلك الأشجار متساقطة الأوراق ومحاصيل الخضار حساسة للصقيع على درجات حرارة أقل من -5 س .
- 3- نباتات متوسطة التحمل Moderately hardy plants: وتتضمن النباتات التي تحتوي على محاليل تسمح لها بمقاومة الصقيع حتى درجة -10 س.
- 4- نباتات عالية التحمل Very hardy plants: وهي التي تكون قادرة على تجنب التجمد الداخلي وكذلك تجنب الضرر الناتج عن جفاف الخلايا.

تزداد درجة الحرارة التي تؤدي إلى قتل 90% من براعم الأشجار متساقطة الأوراق مع الزمن حتى تصبح قريبة من درجة الحرارة التي تؤدي إلى قتل 10%.

شكل () : حساسية الثمار الناضجة والخضار لأضرار الصقيع

MOST SUSCEPTIBLE	MODERATELY SUSCEPTIBLE	LEAST SUSCEPTIBLE
Apricots	Apples	Beets
Asparagus	Broccoli	Brussels sprouts
Avocados	Carrots	Cabbage, mature and savoury
Bananas	Cauliflower	Dates
Beans, snap	Celery	Kale
Berries (except cranberries)	Cranberries	Kohlrabi
Cucumbers	Grapefruit	Parsnips
Eggplant	Grapes	Rutabagas
Lemons	Onion (dry)	Salsify
Lettuce	Oranges	Turnips
Limes	Parsley	
Okra	Pears	
Peaches	Peas	
Peppers, sweet	Radishes	
Plums	Spinach	
Potatoes	Squash, Winter	
Squash, Summer		
Sweet potatoes		
Tomatoes		

أنواع أضرار الصقيع ودرجات الحرارة الحرجة Types of damage and critical temperatures

تختلف أعراض أضرار الصقيع كثيراً وقد تتشابه بشكل كبير مع الضرر الناتجة عن الكائنات الحية , وتختلف الأنواع والأصناف في درجة تحملها للصقيع . وبشكل عام هناك علاقة عكسية بين المبكرة في التزهير وقدرتها على تحمل أضرار الصقيع. والجدول () يوضح بعض أعراض أضرار الصقيع لمحاصيل الخضار. والجدول () أعلى درجة حرارة لتشكل الصقيع

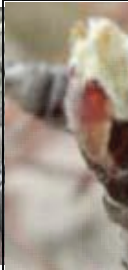
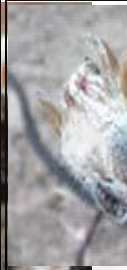
شكل () يوضح أعراض الصقيع على محاصيل الخضار

CROP	SYMPTOMS
Artichoke	Epidermis becomes detached and forms whitish to light tan blisters. When blisters are broken, underlying tissue turns brown.
Asparagus	Tip becomes limp and dark and the rest of the spear is water soaked. Thawed spears become mushy.
Beet	External and internal water soaking and sometimes blackening of conductive tissue.
Broccoli	The youngest florets in the centre of the curd are most sensitive to freezing injury. They turn brown and give off strong odour.
Cabbage	Leaves become water soaked, translucent and limp. Upon thawing the epidermis separates.
Carrot	Blistered appearance, jagged length-wise cracks. Interior becomes water soaked and darkens upon thawing.
Cauliflower	Curds turn brown and have a strong off-odour when cooked.
Celery	Leaves and petioles appear wilted and water soaked upon thawing. Petioles freeze more readily than leaves.
Garlic	Thawed cloves appear greyish yellow and water soaked.
Lettuce	Blistering of dead cells of the separated epidermis on outer leaves, and become tan with increased susceptibility to physical damage and decay.
Onion	Thawed bulbs are soft, greyish yellow and water soaked in cross- section. Damage is often limited to individual scales.
Pepper, bell	Dead, water-soaked tissue in part or all of pericarp surface with pitting, shrivelling and decay follow thawing.
Potato	Freezing injury may not be externally evident, but shows as grey or bluish-grey patches beneath the skin. Thawed tubers become soft.
Radish	Thawed tissues appear translucent and the roots soften and shrivel.
Sweet potato	A yellowish-brown discoloration of the vascular ring and a yellowish green, water-soaked appearance of other tissues. Roots soften and become susceptible to decay.
Tomato	Water soaked and soft upon thawing. In partially frozen fruits, the margin between healthy and dead tissue is distinct, especially in green fruits.
Turnip	Small water-soaked spots or pitting on the surface. Injured tissues appear tan or grey and give off an objectionable odour.

The 10 percent kill and 90 percent kill imply that 30 minutes at the indicated temperature is expected to cause 10 percent and 90 percent kill of the plant part affected during

CRITICAL SPRING TEMPERATURES FOR FRUIT BUD

DEVELOPMENT STAGES

Ap ple s									
Ap ple s	Silver tip	Green Tip	½ inch green	Tight Cluster	First Pink	Full Pink	First Bloom	Full Bloom	Post Bloom
Old tem p									
10	16	16	22	27	27	28	28	29	29
%	15	18	23	27	28	28	28	28	28
kill	2	10	15	21	24	25	25	25	25
90									
%									
kill									

Old standard temperature is the lowest temperature that can be endured for 30 minutes without damage.

This chart also shows the temperature that will kill 10 % and 90 % of normal fruit buds.

أعراض الصقيع على النبات :

– تشوه الثمار **Catfacing**: تغير شكل الثمار مع انتفاخات غير منتظمة في الطرف الزهري

لها وحزم من ندبات الالتئام على الأنسجة . ينتج هذا التشوه عن الطقس البارد في فترة ظهر الأزهار وهو يحدث عند الأصناف ذات الثمار الكبيرة الحجم شكل ()

شكل () أعراض تشوه على ثمار البندورة ناتج انخفاض درجات الحرارة

أعراض الصقيع على الأشجار المثمرة:

شكل () تلون بتلات أزهار تفاح كولدن والأسدية داخل الزهرة دليل على موت الزهرة بسبب الصقيع

شكل () أعراض الصقيع على ثمار التفاح الصغيرة يمين وعلى ثمار الكرز يسار

شكل () موت ثمار مشمش (يمين) نتيجة شكل () موت أزهار اللوز بعد عقدها
التعرض للصقيع دون أن تتأثر الأوراق

شكل () أعراض الصقيع على ثمار التفاح تبدو على شكل حلقة من النسيج المتفلن يؤدي وقف نمو النسيج النباتي

شكل () لطخات رمادية على ثمار الليمون منخفضة عن سطح الثمرة ناتجة عن مرض فيزيولوجي ذو علاقة بعنصر البوتاسيوم أو الكالسيوم يتطور عادة عند التخزين على درجات حرارة منخفضة

شكل () أعراض الصقيع على النموات الحديثة لأشجار الكرمة حيث يلاحظ ذبول قمة الطرود وتلوونها باللون البني المسود وإذا كان الصقيع شديداً فإن كل الطرود تموت

شكل () أعراض الصقيع على أوراق البطاطا شكل () أضرار الصقيع على نباتات الحقائق

- أعراض الصقيع على القمح تصفر السنابل وتبقى مستقيمة دون أن تنحني عند النضج البويضة تصبح اسفنجية عند الضغط عليها وتتلون باللون الداكن البذور تضر وتصبح بلون كريمي لا يخرج منها سائل حليبي أبيض عند الضغط عليها

موت الأشجار الحراجية بسبب الصقيع

تشقق أو تصدع قلف الأشجار: غالباً ما ينتج ذلك عن تباين في درجات الحرارة بين الليل والنهار في أيام الشتاء أو الربيع حيث يؤدي انخفاض درجات الحرارة ما دون الصفر إلى تجمد الماء في أنسجة اللحاء مسبباً تصدع النسيج النباتي شكل () ويسمى بالتصدع الصقيعي Sunscald كما يسمى أضرار الجنوب الغربي southwest injury حيث غالباً ما تحدث هذه الأعراض في الجانب الجنوبي الغربي من الأشجار, التصدع يمكن أن يحدث على جذوع الأشجار أو على الأغصان , وهنا يجب التمييز بين التصدع الناتج عن الصقيع ولسعة الشمس في النهار يتبعها برودة في الليل فتحدث أيضاً نوع من التشقق لقلب الأشجار شكل ()

شكل () أعراض تصدع الأشجار ناتجة عن الصقيع

- تصنيف طرائق الحماية :Classification of protection methods

تنقسم طرائق الحماية من الصقيع إلى مباشرة وغير مباشرة أو سلبية وفعالة passive and active methods. تكون الطرق السلبية للحماية غالباً وقائية فهي تؤثر لفترة طويلة ويكون تأثيرها مفيداً عندما تتوفر ظروف التجمد. الطرق الفعالة active methods تكون مؤقتة وتكون الطاقة والجهد مكثفان أو كلاهما. وهما يتطلبان جهد في النهار الذي يسبق الصقيع أو أثناء الليل. وتتضمن طرق الحماية الفعالة: سخانات الهواء واري ألرذاذي والمراوح

TABLE1.2

Categories and sub-categories for methods of frost protection

CATEGORY	SUB-CATEGORY	PROTECTION METHOD
Passive	Biological (avoidance resistance) or	Induction of resistance to freezing without modifying plant genetics
		Treatment of the seeds with chemicals
		Plant selection and genetic improvement
		Selecting species for timing of phenological development
		Selecting planting dates for annual crops after the probability of freezing lessens in the spring
		Growth regulators and other chemical substances
	Ecological	Site selection for cropping
		Modification of the landscape and microclimate
		Controlling nutritional status
		Soil management
		Cover crop (weed) control and mulches
Active	Covers and Radiation	Organic materials Covers without supports
		Covers with supports
	Water	Over-plant sprinklers
		Under-plant sprinklers
		Microsprinklers
		Surface irrigation
		Artificial fog
	Heaters	Solid fuel
		Liquid fuel
		Propane
	Wind machines	Horizontal
		Vertical
		Helicopters
	Combinations	Fans and heaters
		Fans and water

الأهمية الاقتصادية لأضرار الصقيع Economic importance of frost damage

يحدث الفقد الكبير للمحاصيل بسبب التجمد , فولاية فلوريدا تعرضت فيها أشجار الحمضيات لحالات متكررة من الصقيع أدت إلى خسائر قدرت بمليارات الدولارات, وفي كليفورنيا في عام 1990 قدرت أضرار الصقيع على ثمار الحمضيات بـ 500 مليون دولار والتي أثرت على مساحة قدرت بـ 450000 هكتار من الأشجار . وتحدث سنوياً أضرار كبيرة على الخضار في كثير من دول العالم . وينتج عن الصقيع أضرار غير مباشرة حيث ينتج عدم تشكل الثمار انخفاض عدد العمال الذين يقومون بعملية القطاف وبالتالي انخفاض الحركة الشرائية ومن ثم الحركة الاقتصادية.

تاريخ حماية الصقيع History of frost protection

عرفت أضرار الصقيع منذ أن زرع الإنسان المحاصيل , فليلاً واحدة من الصقيع يمكن أن تؤدي على كامل المحصول عدا المناطق الإستوائية حيث نادراً ما تنخفض درجة الحرارة تحت الصفر , أما المناطق شبه الإستوائية حيث يترافق المناخ بحركة بطيئة للهواء البارد تستمر 2-4 ليالي وبدرجة حرارة تحت الصفر تستمر 8-10 ساعات في الليلة . في المناخات المعتدلة فإن فترة الصقيع تكون أقصر وتكون أكثر تكراراً من مناخات أخرى. تحدث أضرار الصقيع على متساقطات الأوراق deciduous في الربيع وأحياناً في الخريف , في المناطق الإستوائية لا تنخفض درجة الحرارة عن الصفر ولكن يمكن أن تحدث بعض الأضرار في المناطق المرتفعة وهذه الأضرار ليست ناتجة عن التجمد وإنما عن البرودة وهذه تسمى chilling بدلاً من freeze

طرق الحماية من الصقيع METHODS OF FROST PROTECTION

1- حساسية النبات ودرجة الحرارة الحرجة Crop sensitivity and critical temperatures

لا تعود أضرار الصقيع على المحاصيل بسبب درجات الحرارة المنخفضة بل بسبب تجمد الماء خارج الخلايا داخل النسيج النباتي , الذي يؤدي إلى سحب الماء من الخلايا مما يسبب جفافها والضرر بها. وبمرور فترات من البرودة فإن النبات يميل للتقسية تجاه درجات الحرارة المنخفضة ' ويفقد النبات هذه التقسية بعد فترة من الدفاء . وبهذه العوامل وعوامل أخرى تتحدد درجة الحرارة التي تسبب تجمد الماء داخل الأنسجة وبالتالي وقت حدوث الضرر , ويزداد ضرر الصقيع كلما انخفضت درجة الحرارة , وتسمى درجة الحرارة الموافقة لحد معين من الضرر بدرجة حرارة الضرر الحرجة critical damage temperature ويرمز لها بـ T_c . وتحدد الدرجة الحرجة في غرفة نمو حيث يتم خفض درجة الحرارة إلى حد معين لمدة 30 دقيقة ثم يتم تقدير نسبة الضرر. ويمكن تقسيم درجة القساوة أو التحمل إلى مجموعات مختلفة حيث يحدد فيها قيمة كل من T_{10} و T_{90} وهي درجة الحرارة التي تؤدي إلى ضرر على المحاصيل بنسبة 10% و 90% . تزداد قيمة T_{10} و T_{90} مع الوقت بعد أن تبدأ البراعم بالتطور

حتى مرحلة طور تشكل الثمار الصغيرة. تزود T_c بعض المعلومات عن وقت بدء وتوقف عمل وسائل الوقاية من الصقيع , وهذا يتم باستخدام بعض المعادلات لتقدير درجة حرارة الضرر لأن درجة حرارة الهواء ليست بالضرورة هي نفس درجة حرارة البراعم أو الثمار , وعلى العكس فإن درجة حرارة الأزهار والثمار الصغيرة تكون أخفض من درجة حرارة الهواء.

الوقاية السلبية من الصقيع Passive protection

تتضمن طرائق الوقاية السلبية الطرائق التي تستخدم قبل الليالي الصقيع لتجنب الحاجة إلى الوقاية الفعالة وهي أقل تكلفة من الطرائق الفعالة والفائدة منها أنها تكون كافية لمنع استخدام الطرائق الفعالة ومن الطرائق السلبية :

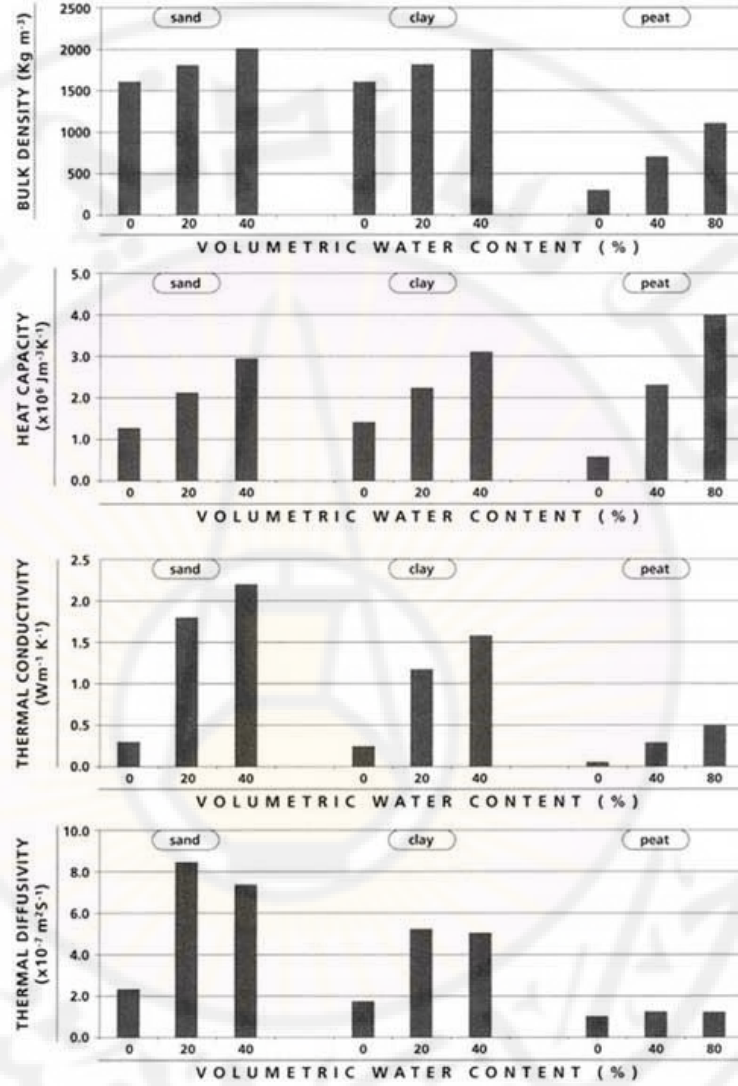
1- انتخاب الموقع والإدارة Site selection and management

يدرك المزارعون بأن بعض المناطق تكون أكثر ميلاً لحدوث الصقيع فيها من الأخرى . الخطوة الأولى لزراعة محصول ما هي سؤال السكان المحليين عن المحاصيل والأصناف المناسبة لهذه المنطقة , فالمناطق المنخفضة تكون أكثر برودة وأكثر ضرراً. ويمكن للضرر أن يحدث في قطاع من المحصول دون أن يكون هناك اختلاف طبوغرافي وهذا يعود إلى طبيعة التربة التي تؤثر في اتصال conduction وتخزين الحرارة في التربة. وتعتمد موصلية التربة الحرارية وقدرتها التخزينية على الكثافة الحجمية bulk density والسعة الحرارية heat capacity والموصلية الحرارية thermal conductivity والناشرية diffusivity. الكثافة الحجمية هي كثافة ظاهرية kg m^{-3} لأن التربة مزيج من المعادن والمواد العضوية والماء وفراغات الهوائية. الحرارة النوعية للتربة $(\text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$ هي الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 غ تربة درجة واحدة , وبضرب الحرارة النوعية بالكثافة الحجمية نحصل على السعة الحرارية الحجمية volumetric heat capacity $\text{J m}^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ وهي الطاقة مقدرة بالجول اللازمة لرفع درجة حرارة 1 متر مكعب من التربة درجة واحدة .

تعد التربة الرملية أكثر قدرة على نقل الحرارة من التربة الثقيلة الطينية , وكلاهما يكونان أكثر قدرة على نقل وتخزين الحرارة من التربة العضوية أو البيتموس (peat) . عندما يكون المحتوى المائي للتربة قريباً من السعة الحقلية field capacity (يوم أو يومين بعد ترطيب التربة) تكون ظروف التربة أكثر ملائمة لنقل وتخزين الحرارة. وتعد التربة العضوية ضعيفة القدرة على نقل وتخزين الطاقة بغض النظر عن محتواها المائي شكل (). عندما يتم اختيار مكان ميال لحدوث الصقيع فيه يجب تجنب اختيار التربة العضوية .

الهواء البارد يكون أكثر كثافة من الهواء الدافئ , لذلك فهو ينساب من المنحدرات إلى البقع المنخفضة , لذلك يجب تجنب الزراعة في المناطق المنخفضة, ما لم توضع خطة طويلة الأمد لاستخدام طرائق فعالة لمكافحة الصقيع.

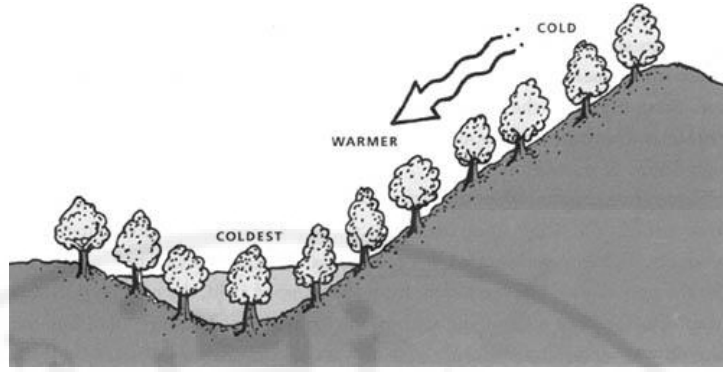
إن زراعة متساقطات الأوراق في المنحدرات بعيداً عن مواجهة أشعة الشمس يؤخر الإزهار في الربيع وبالتالي يحمي من الصقيع , وعلى العكس في المناطق شبه الإستوائية حيث يتم الزراعة في المناطق المواجهة لأشعة الشمس لأن ذلك يسمح بتخزين أكبر لحرارة الشمس .



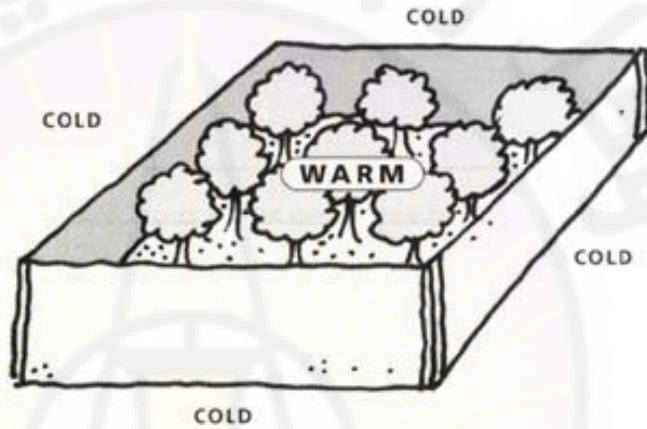
شكل () يبين الواصفات الحرارية للترب الرملية والطينية والعضوية

2- تصريف الهواء البارد Cold air drainage:

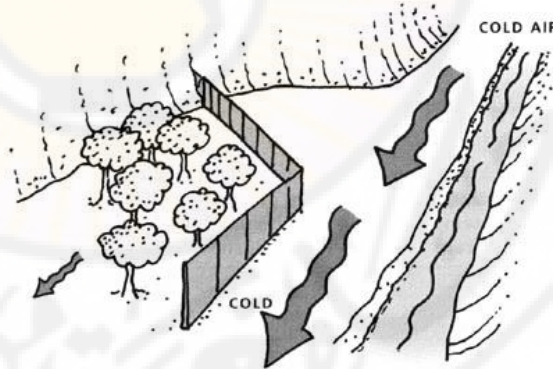
يكون الهواء البارد أكثر كثافة من الهواء الساخن لذلك فهو ينساب للأسفل ويتجمع في المناطق المنخفضة كالماء. شكل () لذلك يجب تجنب البقع المنخفضة سواء كان ذلك على مستوى المنطقة أو على مستوى المزرعة وإلا يجب تطبيق طرق الحماية من الصقيع مثل بناء حاجز يمنع تسرب الهواء البارد إلى الحقل شكل ()



شكل () الهواء البارد ينساب ويتجمع في البقع المنخفضة حيث يتكرر حدوث الصقيع فيها



شكل () جدار صلب بني حول بستان لحمايته من الهواء البارد



شكل () تصريف تيار هواء بارد باستخدام جدار صلب لحماية بستان من الشجار المثمره

تستخدم الأشجار والتلال وأكوام القش والأسيجة لمنع انسياب الهواء إلى الحقول الزراعية . إذا أدت هذه العوائق إلى منع انسياب الهواء البارد من الحقل فإن ذلك سيسمح بتجمع الهواء البارد على شكل بركة وبالتالي يمكن أن يزيد من احتمالية حدوث الصقيع. يمكن أن تؤدي تسوية الأرض إلى تحسين انسياب الهواء البارد خلال المحصول . زراعة البستان على شكل خطوط يجب أن توجه بشكل يسهل انسياب الهواء البارد خارج الحقل. ويجب أن تكون مزايا توجيه خطوط الزراعة لتأمين تصريف الهواء تتوازى مع المساوي الناتجة عن التعرية . الأعشاب وبقايا الحصيد في

منطقة أعلى المنحدر يمكن أن تجعل الهواء أبرد ويزيد من انسياب الهواء البارد إلى المحصول, بساتين الحمضيات والكروم التي تحتوي على أعشاب تكون ابرد ب 0.5 درجة عن تلك التي لا تحتوي على أعشاب .

3- انتخاب النبات Plant selection:

من المهم انتخاب نباتات متأخرة الإزهار لتجنب احتمال التعرض لأضرار الصقيع, وانتخاب نباتات متحملة للصقيع فالليمون مثلاً اقل تحملاً من نبات الليم limes والغريب فروت grapefruit والبرتقال الأكثر تحملاً للصقيع. وتؤدي أصول الحمضيات ثلاثية الأوراق إلى تحسين تحمل الحمضيات للصقيع. فيما يخص المحاصيل الحولية فإن تحديد موعد الزراعة مهم لتجنب فرص التعرض لضرر الصقيع.

أشجار الظل Canopy trees: في الأماكن ذي المناخ البارد يضع كثير من الناس سياراتهم تحت الأشجار خلال الليل لتجنب تشكل الجليد على النوافذ, لأن الأشجار حرارتها أدفأ من الأماكن المعرضة للسماء, وبنفس الحال تستخدم أشجار الظل لحماية المحاصيل من الصقيع فمثلاً يتم تناوب زراعة أشجار البلح والحمضيات لأن أشجار البلح تؤمن حماية أشجار الحمضيات من الصقيع

4- تحسين تغذية النبات Plant nutrition management :

تكون الأشجار غير الصحيحة البنية أكثر حساسية لأضرار الصقيع, والتسميد يحسن صحة النبات. وبشكل عام فإن التسميد الآزوتي في الخريف أو نهاية الصيف قبل حدوث الصقيع يزيد نمو النبات وبالتالي يزيد من حساسيته للصقيع. النموات الحديثة يكون محتواها من مكونات المحلول أقل من النموات القديمة والتي تقست مع الزمن و هذا المحلول يخفض درجة التجمد. يساعد الفسفور على انقسام الخلايا لذلك فهو مهم لترميم الخلايا بعد التعرض لأضرار الصقيع كما يفيد تأقلم النبات مع الظروف المناخية acclimatization . ويلعب البوتاسيوم دوراً في تنظيم الماء داخل الأنسجة وكذلك عملية التمثيل الضوئي, وقد اختلف العلماء حول فائدة البوتاسيوم في الوقاية من الصقيع. وبما أن ضرر الصقيع ينتج عن جفاف البروتوبلاست فإن البوتاسيوم يساعد في عملية التمثيل الضوئي والتأقلم.

5- إدارة الآفات Pest management :

عرف أن استخدام زيوت مبيدات الآفات على الحمضيات يزيد من أضرار الصقيع , لذلك يجب تجنب استخدامها قبل موسم الصقيع بقليل.

6- التقليم المناسب Proper pruning:

يشجع التقليم النموات الحديثة بالظهور, لذلك ينصح بالتقليم المتأخر للأشجار المتساقطة الأوراق والكرمة وذلك لتأخير تفتح الأوراق والأزهار, كما يمكن أن يتم التقليم على مرحلتين , حيث تقلم أفرع الكرمة السفلى أولاً لأنها تكون أكثر حساسية

لأضرار الصقيع , كما إن تقليم الكرمة حتى مستوى الأفرع الثمرية يزيد من إمكانية الحماية من الصقيع , لأن درجة الحرارة تزداد كلما ارتفعنا للأعلى.

- تأخير الإزهار بالتبريد Cooling to delay bloom: من المعروف أن استخدام الري الرذاذي على الأشجار المثمرة أثناء نهار دافئ في فصل الشتاء يؤدي إلى حماية من أضرار الصقيع لأن ذلك يؤدي إلى تبريد النباتات وبالتالي تأخير الإزهار لمدة 15 إلى 17 يوم عند أشجار التفاح والكرز في حال تشغيل المرشات عندما تتجاوز درجة الحرارة 6.2 س. خلال فترة كسر طور السكون وبداية تفتح البراعم.

- استخدام المواد الكيميائية لتأخير الإزهار Chemicals to delay bloom:

استخدمت المواد Cryoprotectants and antitranspirants للحماية من أضرار الصقيع. يحرر ethylene منظم للنمو Ethephon فيزيد من تقسية البراعم ويؤخر الإزهار 4- 7 أيام إذا استخدم في بداية الخريف عند بدء برودة الطقس. كما يؤخر حمض الجبريلين Gibberellic acid إزهار عدد من الأشجار المثمرة , كما يمكن استخدام أكثر من مادة في نفس الوقت كاستخدام . وإن استخدام الجبرالين أو alpha naphthaleneacetic acid أثناء نهار دافئ في نهاية الشتاء وفي الربيع يؤخر ظهور الأوراق . إن استخدام منظمات النمو لتقليل نشاط الكامبيوم ويطيل فترة سكون النبات يساعد النباتات دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق على تحمل درجات الحرارة ما دون الصفر.

7- تغطية النبات Plant covers:

النباتات في الزراعة المغطاة تكون أدفاً من النباتات في الزراعة المكشوفة , وهذا ما يزيد من تقليل إشعاعات الموجات الطويلة في الليل, بالإضافة إلى تقليل فاقد حرارة الهواء بالحمل . استخدمت الأغشية البلاستيكية القابلة للإزالة في الزراعات الصغيرة وللنباتات القصيرة وذلك بسبب تكلفتها العالية شكل () . وتختلف فاعليتها بحسب نوع البلاستيك وسماكته ولكن يمكن أن ينتج عنها بعض المشاكل المرضية بسبب قلة التهوية. كما يمكن أن تستخدم الأغشية البلاستيكية لوقاية النباتات الكبيرة والتي يمكن ان تحميها من 1 إلى 5 درجات بحسب نوع البلاستيك وسماكته شكل () . يجب في حالات الصقيع الشديد تدفئة الدفيئات بمصادر مختلفة من الطاقة كالماء الساخن أو بخار الماء أو الكهرباء أو الهواء الساخن وغيرها.

8- تجنب حراثة التربة :Avoiding soil cultivation

تؤدي حراثة التربة إلى تكوين فراغات في التربة وهذا يجب تجنبه أثناء فترة التعرض للصقيع لأن الهواء يكون أقل ناقلية للحرارة وتخزينها, فلاحا التربة تؤدي إذا إلى تبريد التربة. زراعة التربة وضغطها ومن ثم ريها بالماء يحسن من ناقلتها وقدرتها على تخزين الحرارة .

9- الري Irrigation

عندما تكون الأرض جافة يكون هناك فراغات هوائية أكثر التي تمنع الانتقال الحراري وتخزينه. لذلك فإنه في السنوات الجافة يمكن تحسين الوقاية من الصقيع بترطيب التربة الجافة بشكل تكون قريبة من السعة الحقلية والتي يتم التوصل إليها بعد 1-3 أيام من الترطيب الكامل. ليس من الضروري ترطيب التربة بعمق لأن معظم الانتقال الحراري في النهار وتخزينه يتم في 30 سم العليا من التربة . يجعل ترطيب التربة إلى زيادة قتامة لونها وبالتالي زيادة قدرتها على امتصاص الأشعة الشمسية. من ناحية أخرى عندما يكون سطح التربة رطباً يزداد تبخر الماء , ومن ثم فإن الطاقة المصروفة للتبخر تؤدي إلى ضياع الفائدة المرجوة من الامتصاص الإشعاعي. من الأفضل ترطيب التربة بشكل جيد قبل حدوث الصقيع وبذلك تستطيع الشمس تدفئة التربة.

10- إزالة بقايا Removing cover crop :

المحصول عندما تكون الأعشاب موجودة في الحقل فإن كثير من الأشعة الشمسية تنعكس من سطح التربة , ويكون هناك كثير من التبخر أثناء النهار وبالتالي فإن كمية الطاقة المخزنة في التربة أثناء النهار ستخف نتيجة تغطية التربة بالأعشاب أو القش ولن يكون هناك طاقة كافية لرفع درجة الهواء أثناء ليلي الصقيع. كما يمنع الغطاء النباتي من انتقال الحرارة بالإشعاع من التربة إلى الهواء فوق النبات. وقد وجد درجة حرارة التربة البور أعلى من المغطاة بالنبات ب 1-3 درجة.

من المفضل إزالة كل النموات الخضرية cover crop من البساتين وحقول الكرمة . يشجع إزالة الأعشاب التربة على امتصاص الأشعة وتحسن انتقال الطاقة وتخزينها. ومن المعروف ان الغطاء النباتي يحمل تراكيز عالية من البكتريا المشكلة للنوى الجليدية ice-nucleation active (INA) , وبالتالي فإن وجود غطاء نباتي في البساتين والكروم يزيد من تركيز البكتريا INA ومن ثم تزداد فرصة حدوث الصقيع.

بشكل عام فإن الحش والحراثة والرش بمبيدات الأعشاب هي الطرائق المستخدمة في إزالة النمو الخضرى على التربة, ويجب أن تتم عملية حش الغطاء النباتي مبكراً بشكل يسمح بتحلله أو يجب إزالة مخلفات الحش. وتزداد درجة حرارة سطح التربة كلما كان الجزء النباتي المتبقي أقصر , وقد سجل الفارق في درجة الحرارة بين التربة الجرداء وتربة مغطاة بالنبات بطول 5 سم يصل إلى 2 س. ولكن وجد أن الغطاء النباتي الطويل تحت الأشجار قد يفيد في حال

استخدمت طريقة الري الرذاذي تحت الأشجار لأنها في هذه الحالة ستحتفظ بدرجة حرارة الصفر دون أن تنخفض أقل من ذلك.

11- أغطية التربة Soil covers :

تستخدم الأغطية البلاستيكية غالباً لتدفئة التربة التي تؤدي إلى تحسين الوقاية من الصقيع . وبخاصة للنباتات الصغيرة . تدفئ الأغطية الشفافة التربة أكثر من السوداء اللون بالرغم من أن الأغطية السوداء تمتص الحرارة بشكل كبير لكن الهواء بين الغطاء والتربة يشكل حاجز يقلل من انتقال الحرارة إلى التربة التي تكون سعتها الحرارية أكبر, ويكون ترطيب التربة قبل استخدام الأغطية البلاستيكية أكثر تأثيراً. يستخدم أحياناً الملش أثناء فترة السكون ليساعدها على حماية الجذور من أضرار الصقيع والتربة الثقيلة .

تغطية التربة بالمخلفات النباتية تمنع تسخين التربة من الغلاف الجوي في النهار ولكن في حال انخفاض كبير لدرجات حرارة التربة والذي يؤدي إلى تجمد الماء بين حبيبات التربة ومن ثم حدوث ضرر لجذور النبات فإن وجود الغطاء من المواد العضوية يحد من تغيرات درجة حرارة التربة

12- دهان الجذع وتغطيته Trunk painting and wraps

يتشقق لحاء أشجار متساقطات الأوراق عندما يكون هناك تقلبات في درجات الحرارة من ليل دافئ إلى ليال باردة أو من التعرض لأشعة الشمس مباشرة إلى غيابها وانخفاض في درجة حرارة الهواء وهذا ما يؤدي إلى حدوث تشققات طولية في الأشجار عندما يكون الفارق بين حرارة الجذع و حرارة الهواء 20 درجة. إن استخدام الدهان الأبيض الممزوج ب 50% ماء لدهن جذوع الأشجار في نهاية الخريف عندما تكون درجة الحرارة أعلى من 10 س سيؤدي إلى تخفيف هذه الظاهرة لأن الدهان الأبيض يعكس أشعة الشمس عن جذوع الأشجار . ومن المعروف أن استخدام الدهان الأبيض والمواد العزل والتغطية تحسن تحمل أشجار الدراق لأضرار الصقيع فتخفض درجة حرارة جذع الشجار وتؤخر الإزهار بضعة أيام وبالتالي نجاتها من أضرار الصقيع. يؤدي تغطية جذوع الأشجار الصغيرة بمواد عازلة (مواد تحتوي على فراغات هوائية تمنع انتقال الحرارة) إلى حمايتها من أضرار الصقيع وربما الموت. وهناك عدة عوامل محددة لاستخدام المواد العازلة كعدم تبليلها بالماء ويجب ان تكون التغطية اعتباراً من سطح التربة حتى أعلى ما يمكن من جذع الشجرة. وتعد اللفافات العازلة المصنعة من Fibreglass and polyurethane شكل () أفضل مواد التغطية لحماية الجذوع من الصقيع وتستطيع هذه اللفافات أن ترفع درجة الحرارة داخلها إلى 8 درجات عن أخفض درجة للهواء خارجها وهي تعمل ببطء انخفاض درجة حرارة الجذع مما يساعد على تجنبها أضرار الصقيع, والعائق الرئيس لاستخدام أغطية جذوع الأشجار هو امكانية حدوث الأمراض لذلك يفضل معاملة الجذوع بمبيدات فطرية قبل وضع الأغطية.

13- مكافحة البكتريا Bacteria control

يتجمد الماء النقي الخالي من الشوارد المعدنية ودون تحريك على درجة -40 س , تحريك الماء أو إضافة مواد أخرى تساعد على تشكل البلورات الجليدية فمثلاً نثر ذرات من يود الفضة silver iodide في السحاب يسبب تيريد شديد ويجول الماء بلورات جليدية . تعتبر البكتريا المحرصة على تشكل الجليد (INA) سبب تجمد الماء على سطح النبات عندما تكون درجة الحرارة أعلى من -5 س, ومن البكتريا المحرصة على تجمد الماء *Pseudomonas syringae*, *Erwinia herbicola* and *P. fluorescens*. *P. syringae* and *E. herbicola*

وبقدر ما يكون تركيز البكتريا مرتفعاً يزداد احتمال تشكل الجليد. وبعد تشكل البلورات الجليدية على سطح النبات فإنها تمتد إلى داخل النسيج النباتي من خلال فتحات الثغور النبات إلى الفراغات ما بين الخلايا. بشكل عام تستخدم المبيدات التي تحتوي على النحاس لقتل البكتريا كما تستخدم البكتريا التي لا تحرض على تجمد الماء *non-ice-nucleation active (NINA) bacteria* لمنافسة البكتريا INA , بالتالي تحد من تأثيرها . وتمتاز عن المواد الكيميائية بأن البكتريا تتكاثر وتبقى لفترة زمنية بينما استخدام المواد الكيماوية تحتاج إلى تكرار الاستخدام. إن استخدام مائات النحاس ثلاث مرات اسبوعياً أن تخفض تركيز بكتريا INA من 10 إلى 100 مرة اعتباراً من تفتح البراعم بينما تستخدم NINA مرة واحدة عند تفتح 10% من الأزهار . وقد في التجارب أن البكتريا حساسة لـ pH وللمعادن الثقيلة مثل النحاس والزنك وكاتيونات المنظفات cationic detergents , وتسمى المواد التي تؤثر على INA مثبتات النوى البكتيرية المجمدة أو المحرصة على تجمد الماء bacterial ice-nucleation inhibitors وهي توقف نشاط البكتريا خلال دقائق أو ساعات , فقد وجد في تجربة على الإاجاص وعلى درجة حرارة -3 أن استخدام Na_2CO_3 (0.1 M), Urea (0.5 M) + ZnSO_4 (0.05 M) and Urea (0.5 M) + NaCO_3 (0.1 M) كانت نسبة الأضرار على الثمار 0.11, 0.16 and 0.29 fraction of fruit injury على التوالي بينما سجل الشاهد 0.95 ويمكن استخدام هذه المواد قبل حدوث الصقيع , ولكن من مساوئ استخدامها ظهور آثار سمية على النبات مكا أن هذه المواد منحلة بالماء ويمكن أن تغسل مع مياه الأمطار مما يستلزم إعادة استخدامها

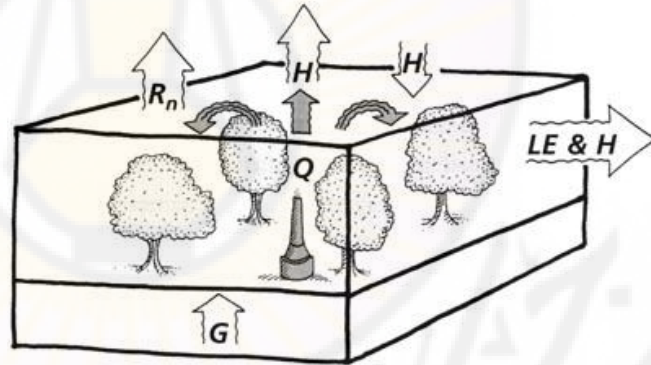
الوقاية الفعالة من الصقيع Active protection

وتتضمن عدة طرائق: المسخنات heaters آلات الهواء wind machines المروحيات helicopters الري الرذاذي sprinklers الري السطحي surface irrigation العزل بالفوم والمواد الأخرى Foam insulation

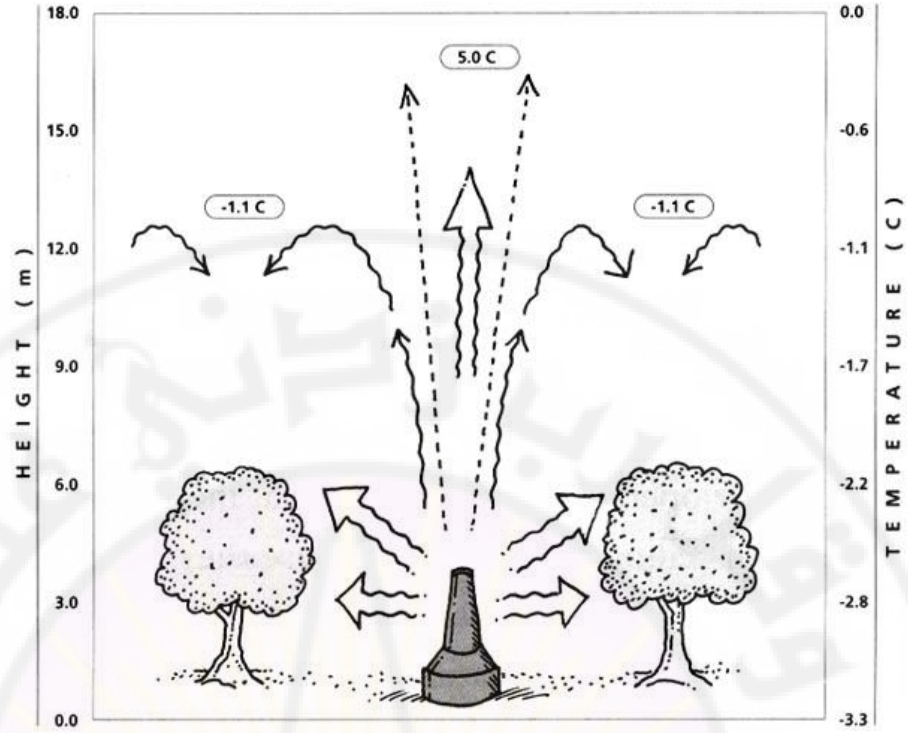
1- المسخنات heaters:

يكون فاقد الطاقة من المحصول أكبر من المكتسب أثناء ليالي الصقيع , وتفقد الطاقة عن طريق الإشعاع (R_n) net radiation , ويعوض الفاقد جزئياً بالحرارة الحساسة والحرارة الآتية من التربة نحو السطح شكل (). إذا حدث تكاثف للماء سواء بتشكيل الجليد أو الندى فإن ذلك يؤدي إلى تحرير حرارة كامنة

تزود السخانات حرارة إضافية للتعويض عن الحرارة الفاقدة. ترفع السخانات عادة حرارة المعادن أو تؤثر على شكل نار مفتوحة . إذا أضيفت حرارة كافية إلى المحصول فإن الفاقد من الطاقة سوف يعوض, وبالتالي لن تهبط إلى المستوى الضار. إلا أن قسماً كبيراً من مردود الطاقة يفقد في السماء' لذلك من الضروري أن يكون هناك تصميم جيد لجهاز التسخين ويستخدم بالشكل الأفضل. كتصميم جهاز صغير متعدد الاستخدام . وهذه الأجهزة قد لا تؤدي لحماية المحصول من الصقيع إذا كانت الأجهزة قليلة أو لا يوجد انعكاس حراري أو إذا كان هناك رياح باردة . وتزود المسخانات حرارة للنبات للحماية من الصقيع عن طريق الإشعاع المباشر منها إلى النبات أو حوله مسببة الحمل الحراري فتخلط الهواء في الطبقات المختلفة شكل (). معظم الحرارة الناتجة عن المسخن تأتي من الغازات الحارة ومن الهواء الساخن والذي يدفع الهواء بالانعكاس الحراري لطبقات الهواء, وتذهب الطاقة الإشعاعية الصادرة عن المسخن إلى النباتات المجاورة , ولكن نسبة قليلة منها يتم احتباسها وهذا يتوقف على الغطاء النباتي في الحقل .



شكل () An orchard in an imaginary box, where the energy fluxes represented are net radiation (R_n), vertical and horizontal sensible heat flux (H), conductive heat flux from the ground (G), latent heat (LE) and energy added by heating (Q)



شكل () Hot air rises and cools until about the same as the ambient temperature, then it spreads out and cools until it becomes denser and descends; this creates a circulation patten

يتطلب التعويض عن الطاقة الفاقدة عن طريق الإشعاع في ليالي الصقيع $10 \text{ to } 50 \text{ W m}^{-2}$ وتكون الطاقة الناتجة عن السخانات ما بين $140 \text{ to } 280 \text{ W m}^{-2}$ بحسب نوع الفيول وعدد السخانات ومعدل الاحتراق . 100 سخان في الهكتار تحرق 2.85 لتر فيول /ساعة بكفاءة $37.9 \text{ MJ litre}^{-1}$

تنتج تقريباً 360 W m^{-2} , وتعتمد الفائدة على الظروف المناخية ويمكن أن نتوقع زيادة درجة واحدة في حرارة الهواء من الأرض حتى ارتفاع 3 م . وقد يكون هناك إشعاع مباشر من المسخانات يضاف إلى النباتات عند توفر عدد من المسخانات. وبما أن الطاقة المتشكلة أكبر بكثير من الطاقة الفاقدة من المحصول غير المحمي , كثير من الطاقة الناتجة عن السخان الحراري يفقد ولا يساهم في تدفئة الهواء أو النبات. إذا جهاز التسخين صنع بشكل جيد واستخدم بشكل يقوم بتعويض حرارة كتلة الهواء الفاقدة في حالة الانعكاس الحراري مع قليل من الفقد الحراري إلى السماء عندئذ تكون الحرارة الناتجة والمطلوبة تقارب الحرارة المطلوبة للحماية من الصقيع ' يكون التسخين في هذه الحالة مفيداً. للوصول إلى أفضل النتائج يجب زيادة عدد المسخانات مع تخفيض حرارتها . إذا الإنعكاس الحراري ضعيف والمسخن كبيراً وحرارته عالية , فإن حرارة الهواء ترتفع بشكل كبير وتضعف الحركة الدورانية للهواء وبالتالي فإن

الطاقة تفقد في الهواء فوق المحصول ويكون المسخن أقل كفاءة شكل (). أفضل الأجهزة هو الذي يعطي لهب خفيف وبدون دخان فوق المدخنة, تكون كفاءة المسخنات التي تعمل بالوقود السائل والغاز أعلى مرتين عن كفاءة المسخنات التي تعمل بالوقود الصلب. إذا كان المسخن ليس كبيراً (درجة حرارة الغاز المتحررة من المدخنة يجب أن تكون قريبة من 635 س) عندئذ الهواء الساخن يرتفع ببطء . إذا كان الإنعكاس الحراري قوي (low ceiling) فإن الهواء الساخن يرتفع إلى مستوى أقل وبالتالي يكون الحجم المتأثر بالمسخنات أصغر وفي هذه الحالة تكون المسخنات أكثر فاعلية . تكون عملية التسخين أقل كفاءة في ظروف الإنعكاس الحراري الضعيف (high ceiling) لأن هناك حجم كبير يجب تسخينه. يكون الصقيع أكبر على الحواف لذلك يجب أن يكون هناك عدد أكبر من المسخنات لتجنب هذا الضرر. كان يعتقد في الماضي ان الدخان مفيد في مكافحة الصقيع , لكن تبين أنه غير مفيد وأنه يؤدي إلى تلوث البيئة لذلك يجب تجنب استخدامه.

يجب أن توزع المسخنات بشكل متجانس في الحقل مع زيادة عددها على الأطراف باتجاه الريح , يجب إضافة مسخن واحد على الأقل بين كل شجرتين في الطرف وفي الصف المجاور للطرف , في المناطق المنخفضة تكون الحرارة أقل وبالتالي تحتاج إلى عدد أكبر من المسخنات شكل (). تحتاج المسخنات إلى مواد الإحتراق كالفيول وغيرها وتختلف الكمية اللازمة للإحتراق بحسب نوعية المسخن ويمكن أن يحتاج المسخن إلى 1 ل/ سا , ويحتاج الهكتار ما بين 133- 265 مسخن

المسخنات المتنقلة Mobile heaters

تستخدم المسخنات المتنقلة المحمولة أو المقطورة على الجرار , يستخدم فيها البروبان كمصدر للإحتراق . المسخن مزود بمروحة تدفع الهواء أفقياً وعمودياً لمسافة تصل إلى 50 – 75 م في كل اتجاه . عند بدء تشغيل المسخن تعدل الجهاز لإعطاء هواء حرارته 100 س , يقوم الجرار بالتحرك في الحقل على خطوط من أول الحقل حتى نهايته بحيث يتم دورة كاملة كل 10 دقائق حيث يغطي الجهاز خلال ذلك مساحة تقدر 5- 7 هكتار شكل ()

2- آلات الرياح Wind machines

معظم آلات الرياح (مراوح) التي تعطي هواء أفقي لمزج الهواء الدافئ المرتفع أثناء الإنعكاس الحراري مع الهواء البارد قرب سطح التربة , وهي ترفع حدود الطبقة الحدودية عن النبات . يجب قبل تركيب المراوح التأكد من أن الانعكاس الحراري بين 2 م إلى 10 م ارتفاع هو 1.5 درجة على الأقل أو أكثر في معظم ليالي الصقيع. شكل ()

عند تركيب مروحة كهربائية فعلى المزارع دفع تكاليف التركيب والصيانة إلى الشركة المصنعة , تسبب المراوح إزعاجاً صوتياً وهذا ما يسبب مكلة إذا كان الحقل قريباً من المدن أو القرى , لذلك يجب أخذ ذلك بعين الاعتبار عن اختيار طريقة مكافحة الصقيع . بشكل عام فإن مروحة واحدة كبيرة بطاقة 65 - 75 kW تكون كافية ل 4 - 4.5 هكتار .

تتكون المروحة من برج مصنوع من الفولاذ مركب عليه شفرتين بقطر 3 - 6 م , مركبة على محور يميل 7 درجة للأسفل عن الأفق . بشكل عام يكون ارتفاع المروحة 10 - 11 م وتدور بسرعة 590 - 600 د/د . وهناك مراوح ب 4 شفرات . وعندما تعمل المروحة فإنها تسحب الهواء من الأعلى وتدفعه نحو الأسفل , كما تدفع المروحة الهواء البارد نحو الأعلى فيمتزج الهواء البارد مع الساخن شكل () , وبنفس وقت عمل المروحة فإنها تدور حول محورها بمعدل دورة واحدة كل 3 - 5 دقيقة . يبدأ عمل المروحة عندما تصل درجة الحرارة إلى الصفر , ليس هناك حاجة لتشغيل المراوح عندما تكون سرعة الرياح 2.5 m s (8 km h) أو إذا كان هناك ضباب شديد وبارد . إذا كانت النباتات رطبة إثناء النهار وليالي المتوقع حدوث الصقيع فيها يجب تشغيل المراوح أو المسخنات قبل أن تنخفض درجة الحرارة إلى الصفر وذلك للتخلص من الرطوبة الموجودة على النبات وإلا يمكن أن تحدث أضرار كبيرة نتيجة تجمد الماء على النبات أثناء تشغيل المراوح .

3- المروحيات Helicopters

تحرك المروحيات الهواء الدافئ من الأعلى نتيجة الانعكاس الحراري إلى سطح التربة البارد . تتباين المساحة التي تغطيها المروحية من 22 - 44 هكتار . ويوصى بأن يكون تواتر المرور ما بين 30 - 60 دقيقة بحسب ظروف الطقس . يؤدي الزمن الطويل بين مرور المروحية إلى تبريد شديد للنبات وعند مرور المروحية تسبب عدم تجانس في تشكل النويات الجليدية وبالتالي تحدث أضرار كبيرة للنبات . يكون الارتفاع المثالي للطيران ما بين 20 - 3 م , وسرعة الطيران تتراوح ما بين 8 - 40 كم/سا .

4- المرشات Sprinklers

الطاقة المستهلكة لتشغيل المرشات أقل من تلك المستخدمة في السخانات , وبذلك تكون التكلفة أقل من تكلفة استخدام السخانات . والجهد اللازم للتشغيل أقل من استخدام الطرق الأخرى , وهي غير ملوثة للبيئة . السيئة الرئيسة للمرشات هي التكلفة العالية للإنشاء بالإضافة إلى استخدام كمية كبيرة من الماء . في كثير من الحالات عدم توفر كميات كافية من الماء تمنع استخدام المرشات في مكافحة الصقيع . من ناحية أخرى فإن

الاستخدام المفرط للمرشات يؤدي إلى غرق التربة , مما قد يسبب ضرر للجذور كما تعيق فلاحه التربة والأعمال الأخرى, كما يؤدي الإستخدام المتكرر للمرشات إلى غسيل التربة من العناصر المعدنية وبخاصة الأزوت .

الماء كالهواء يحتوي على حرارة محسوسة يمكن قياسها بميزان حرارة , ويمكن لحرارة الماء أن تزداد أو تنقص بحسب تغير المحتوى من الحرارة المحسوسة , عندما تنخفض حرارة الماء فإن ذلك يحدث نتيجة: 1- انتقال الحرارة المحسوسة من الماء إلى المحيط ز 2- يستهلك تبخر الماء الحرارة المحسوسة اللازمة لكسر روابط الهيدروجين التي تربط ذرات الماء. 3- فقد إشعاعي. عندما تخرج قطرات الماء من رأس المرش وسقط على النبات أو سطح التربة فإن جزء من الحرارة المحسوسة يفقد بالإشعاع وجزء ينتقل من الماء الدافئ إلى الهواء البارد وجزء ينتقل إلى حرارة كامنة في بخار الماء المتشكل من قطرات الماء. يفقد كل واحد كغ أوليتر من الماء عندما تنخفض درجة حرارته من 20 إلى الصفر 83.7 kJ من الحرارة المحسوسة بالإشعاع أو التبخر أو الانتقال إلى الهواء أو النبات أو التربة , وعندما يتجمد واحد كغ من الماء على درجة الصفر فإنه يغير 334.5 kJ من حرارة كامنة إلى محسوسة فيكون مجموع الطاقة المتحررة نتيجة انخفاض الحرارة من 20 إلى تجمد الماء يساوي 418.3 kJ kg^{-1} . إذا كانت درجة حرارة الماء 30 بدلاً من 20 فإن التبريد على درجة الصفر سوف يضيف كمية من الطاقة 41.9 kJ kg^{-1} ويصبح المجموع 460.2 kJ kg^{-1} , ولكن تبريد 1.1 kg من الماء من 20 إلى التجمد سوف يزود 460.9 kJ kg^{-1} , لذلك فإن استخدام 10% من الماء زيادة تعطي نفس كمية الطاقة عندما يسخن الماء 10 س زيادة.

1-4 - المرشات التقليدية فوق النبات Over-plant conventional sprinklers:

تستخدم مرشات الري الرذاذي فوق أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق وذات الأغصان القوية التي لا تنكسر نتيجة تشكل الجليد عليها , وتؤمن المرشات فوق النبات حماية جيدة من درجات الحرارة المنخفضة حتى -7 س إذا كان معدل الإستخدام كان كافياً ومتجانساً. في ظروف هبوب الرياح أو انخفاض درجات الحرارة بشكل كبير فإن معدل الاستخدام يكون غير كاف ليزود كمية من الحرارة أكبر من الفاقدة بالتبخير . تسبب الطريقة عندئذ أضرار كبيرة . من معوقات استخدام الطريقة هو الأضرار الكبيرة التي تحدثها للمحصول عند فشل هذه الطريقة , تتطلب كميات كبيرة من الماء , تسبب الكميات الكبيرة من الجليد المتشكلة أضراراً على الفرع, حدوث أمراض للجذور عندما تكون التربة ضعيفة التصريف للمياه.

تختلف معدلات المطلوبة للمرشات فوق النبات بحسب الدوران العادي أو معدل تباين أو إذا كانت المرشات من ذات الحجم الصغير. وباستمرار تكون مزيج من الماء والجليد, فإن أجزاء النبات المغطاة تكون محمية من الصقيع. ولكن إذا كان معدل الترسيب ضعيف أو كان دوران المرشات بطيئاً , فإن كل الماء سوف يتجمد وبالتالي درجة حرارة الجليد المغطي للنبات سو تنخفض إلى حد لا يحمي النبات من أضرارها.

نظام المرشات التقليدي فوق سطح التربة تؤدي إلى ترطيب كامل النبات والتربة. تحتاج النباتات العالية معدل استخدام أكبر من النباتات القصيرة. ولكي تكون المرشات مجدية يجب أن تسمح بتغطية كامل النبات كل 30 – 60 ثا. معدل دوران طويل يتطلب معدل مائي أكبر, كما أن النباتات الكبيرة تحتاج إلى كمية أكبر من الماء لتغطيتها جدول (). من المهم توزيع المرشات بشكل متوازن , وإذا عرف اتجاه الهواء البارد يجب زيادة عدد المرشات عند طرف الحقل في مواجهة الهواء. في كل الأحوال يجب أن يكون ارتفاع المرش فوق قمة النبات حوالي 30 سم أو أكثر . يجب تنظيف فلتر الماء لتجنب انسداد فتحة المرشات وبخاصة عند استخدام مياه الأنهار أو مياه البحيرات الضحلة .

جدول : معدل استخدام المرشات فوق النبات الطويلة والقصيرة بحسب درجات الحرارة وسرعة الدوران مع سرعة الرياح تتراوح بين 0 و 2.5 م/ثا

محاصيل قصيرة		محاصيل طويلة		درجة الحرارة الدنيا
دوران 60 s mm h	دوران 30 s mm h	دوران 60 s mm h	دوران 30 s mm h	C°
2.3	1.8	3.8	2.5	- 2 س
3.5	3	4.5	3.8	- 4 س
4.7	4.2	5.8	5.1	- 6 س

يجب أن تبدأ المرشات بالعمل عندما تكون درجة حرارة ميزان الحرارة الرطب wet-bulb temperature أعلى من الدرجة الحرجة critical (T_c) temperature , بدء عمل المرشات عندما تكون wet-bulb temperature تساوي الصفر يكون أقل خطراً إذا لم يكن هناك مشكلة في نقص الماء أو غرق waterlogging . يجب عدم توقيف المرشات حتى إذا كانت الشمس مشرقة ودرجة حرارة الهواء أعلى من الصفر حتى يتم قياس درجة wet-bulb temperature وتكون أعلى من درجة الضرر الحرجة. يمكن قياس wet-bulb temperature مباشرة بواسطة مقياس خاص أو يمكن حسابها انطلاقاً من نقطة الندى dew-poin جدول () :

يعتمد معدل استخدام المرشات على عدة عوامل منها : معدل دوران المرش وسرعة الرياح ودرجة الحرارة الصغرى غير المحمية unprotected minimum temperature. يزداد عادة معدل استخدام المرش بزيادة سرعة الرياح وببطء دوران المرش. استخدام المرشات العادية يحتاج إلى 515-560 لتر/د/هـك . جدول ()

ويمك استخدام المرشات الدقيقة فوق البساتين بمعدل مرش لكل شجرة وتتميز بتقليل كمية الماء المستخدمة ولكن تعتبر تكاليفها عالية

شكل () استخدام المرشات الدقيقة فوق الأشجار

استخدام المرشات فوق النباتات المغطاة Sprinkling over coverings

يؤدي استخدام المرشات فوق البيوت الزجاجية أو البلاستيكية إلى حماية . يكون مستوى الحماية بين 2.4 إلى 4.5 °C عندما يكون معدل الرش 7.2 مم/سا , لوحظ عند ما يكون معدل تصرف المرش 10مم/سا على المحميات البلاستيكية خلال فترة الصقيع تؤدي إلى جعل درجة الحرارة داخل المحمية أعلى من خارجها ب 7.1 درجة.

استخدام المرشات التقليدية تحت الأشجار Under-tree conventional

:sprinklers

تستخدم هذه الطريقة في حقول الشجار المتساقطة الأوراق وفي المناطق التي تكون درجة الحرارة الدنيا غير المحمية ليست منخفضة , حيث يكون بحاجة إلى عدد قليل من الدراجات لحدوث الحماية من الصقيع. وتتميز أيضاً بانخفاض تكاليفها وبإمكانية استخدامها في الري وقلة تسببها للأمراض وبالتالي قلة تكاليف ناتجة عن المكافحة, وهي تحتاج معدل ري أقل (2 – 3 مم/سا). وتؤدي إلى رفع درجة الحرارة إلى 1.7 س أعلى حتى ارتفاع 2 م.

عند بدء تشغيل المرشات يجب أن تستمر في العمل دون توقف , وعلى ذراع المرش أن يستمر في الحركة أيضاً طوال ليلة الصقيع.

استخدام المرشات التقليدية تحت الأشجار

استخدام المرشات الدقيقة تحت الأشجار Under-plant microsprinklers

استخدمت في السنوات الأخيرة المرشات الدقيقة تحت الأشجار للري وكذلك لمكافحة الصقيع. في هذه الطريقة توضع المرشات تحت الأشجار بدلاً من بين خطوط الأشجار وذلك لأن الإشعاع والحمل الحراري convection يكون أكثر فائدة من بين الخطوط. وأفضل تطبيق يكون بتزويد كمية من الماء كافية لكبر مساحة ممكنة و يجب التأكد من عدم تشكل الجليد بأقصى الظروف الحرارية.

الري بالتنقيط Trickle-drip irrigation:

يستخدم نظام الري بالتنقيط في بعض الحالات لمكافحة الصقيع مع تباين في النتائج , والفائدة تأتي من تجمد الماء الذي يسمح بتحرر الحرارة بشكل بطيء , ولكن إذا كان معدل التبخر عال فإن الحرارة المصروفة على التبخر تكون أكبر من الحرارة الناتجة عن التحرر من الماء المتجمد . ومن محاذير استخدام الطريقة وبخاصة ذات معدل الصرف المنخفض يؤدي إلى تخريب نظام الري عندما يكون الصقيع شديداً. يؤدي تسخين الماء إلى حماية أفضل ولكن تجعل تكاليف الطريقة أكبر.

شكل () الري بالتنقيط للأشجار المثمرة

الري السطحي Surface irrigation:

- الري بالغمر Flood irrigation:

يستخدم الماء في الحقل والحرارة المتحررة منه تسمح بالحماية من الصقيع , وتؤدي استخدامها قبل فترة حدوث الصقيع إلى رفع درجة الحرارة بحدود 3-4 درجات . ويعتمد عمق الماء المستخدم على التوازن الحراري الليلي ودرجة حرارة الماء جدول()

ومن محاذير الطريقة احتمال حدوث الأمراض واختناق الجذور. ويمكن استخدام طريقة الري بالأخاديد Furrow irrigation للحصول على نتائج قريبة من الري الطحي. وفي هذه الحالة يجب أن تكون الأخاديد تحت الأشجار وليس بين صفوف الشجار.

العزل بالفوم Foam insulation:

أدى استخدام الفوم إلى رفع درجة الحرارة الدنيا على سطح النبات غير المحمية إلى 10 درجات . الطريقة مكلفة ومجهدة بالإضافة إلى تغطية مساحة واسعة خلال فترة قصيرة. أثناء الاستخدام فإن الفوم يمنع الإشعاع الحراري من النبات ويوجه الطاقة

المخزنة في التربة للتوجه نحو العلى. الحماية تكون أفضل في اليوم الأول وتتناقص مع الأيام التالية وذلك لأن الفوم يمنع الإشعاع من تدفئة النبات والتربة في النهار شكل ().

• استخدام الضباب Foggers

من المعروف أن الضباب الطبيعي يحمي من الصقيع لهذا فقد استخدم الضباب الاصطناعي لمكافحة الصقيع بواسطة أجهزة تعي قطيرات دقيقة من الماء تعمل على امتصاص اشعاعات الموجات الطويلة من السطح ثم إعادة انبعاثها إلى الهواء الذي تكون درجة حرارته أقل من حرارة قطيرات الضباب في أيام الصقيع الصافية شكل ().

استخدام طرائق مجتمعة Combination methods:

1- استخدام المرشات تحت النبات وآلات الرياح

Under-plant sprinklers and wind machines

يزيد استخدام الآلات الهوائية بالإضافة إلى المرشات تحت النبات من القدرة على الحماية من الصقيع حيث يؤدي إلى زيادة درجة الحرارة بمعدل درجتين عن استخدام الري الرذاذي لوحده. وهذا يعتمد على نظام المرشات المستخدم وعلى الظروف المناخية. بالإضافة إلى الحرارة المتحررة من قطرات الماء التي تشكلها المرشات , فإن تجمد الماء على الأرض يؤدي إلى نشر حرارة تدفئ الهواء الملامس للنبات. في الوقت الذي الهواء الدافئ ينتشر إلى النبات , فإن تشغيل آلات الهواء مع المرشات يزيد من انتقال الحرارة وبخار الماء إلى النبات.

كما يمكن استخدام آلات الرياح مع الري السطحي , حيث يتم إجراء الري السطحي أولاً ثم يتم تشغيل آلات الرياح لاحقاً حيث تعمل آلات الرياح على زيادة كفاءة الحماية من الصقيع بزيادة معدل نشر الحرارة إلى النبات.

كما يستخدم المسخنات مع آلات الرياح , وكذلك الري بالرذاذ مع المسخنات.

2 - أضرار درجات الحرارة المرتفعة High temperature damage

تؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى حدوث تغيرات فيسيولوجية للنبات تظهر على شكل أعراض تتجلى بوقف نمو النبات , إذا ترافقت درجات الحرارة المرتفعة مع قلة رطوبة التربة فإن ذلك يؤدي إلى حدوث احتراق حواف الأوراق, سقوط مبكر للأوراق, كما يؤدي إلى ظهور ألوان غير طبيعية كزوال اليخضور من الأوراق كما قد تتأثر عملية التأيير عند بعض النباتات وبالتالي يضعف الإنتاج

شكل () ابيضاض أوراق الجيرانيوم شكل () عدم اكتمال تشكل البذور في عرنوس
بسبب ارتفاع درجات الحرارة الذرة بسبب خلل في التأبير ناتج عن الحرارة

شكل () تأثير درجات الحرارة على سنابل القمح يلاحظ شحوب السنابل وخلوها من الحبوب

شكل () أعراض سمطة الشمس على الأشجار

سمطة الشمس Sunscald : يمكن أن تحدث على ثمار بعض الخضار والفواكه نتيجة تعرضها لأشعة الشمس المباشرة , وتوجد على النباتات التي لا تحتوي على مجموع خضري كافي لتغطية الثمار أو التي فقد جزء من أوراقها لأسباب مختلفة كالأمراض مثلاً. تبدو المنطقة المصابة من الثمار بيضاء أو صفراء اللون في جانب الثمرة المعرض لأشعة الشمس ويصبح باهتاً أو رمادياً جلدية الملمس , قد تصاب الثمار المعرض للشمس بالفطور فتتعتفن. ولتجنب سمطة الشمس يجب : - الإهتمام بتغذية النبات بالعناصر المعدنية وخاصة الأزوتية لتشكيل مجموع خضري جيد - تغطية النباتات ذات المجموع الخضري الضعيف بغطاء شبكي يقلل من تأثير أشعة الشمس- مكافحة الأمراض لمنع تساقطها بسبب المرض- استخدام أصناف مقاومة للأمراض.

أما على ثمار الأشجار المثمرة فيمكن أن تحدث سمطة الشمس بالإضافة إلى تعرض الثمار للحرارة المرتفعة تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية ويلاحظ ثلاثة أنواع من سمطة الشمس على ثمار التفاح شكل () :

شكل () أعراض سمطة الشمس على ثمار الفليفلة (يسار) والبندورة في الوسط , واليمين تلوثها بالفطور

شكل () :سمطة شمس على ثمار التفاح :

- سمطة تماوت نسيجي: يلاحظ لطخة من بشرة الثمرة ملون باللون البني الداكن في الجزء المعرض لأشعة الشمس وهذه تحدث عند التعرض لدرجة حرارة أعلى من 52 س لمدة عشر دقائق.

Sunburn: منطة من سطح الثمرة صفراء أو بنية قاتمة الخلايا هنا غير ميتة النسيج **- سمطة بنية browning**

الداخلي سليم لكن تحدث له اضرار أثناء التخزين على درجات حرارة منخفضة, تحدث هذه الأعراض عند تعرض الثمار لدرجات الحرارة ما بين 46-49 س لمدة ساعة.

سمطة Photo-oxidative sunburn : تلون منطقة من بشرة الثمرة باللون الأبيض الرمادي **أكسدة ضوئية**

تتحول إلى اللون البني المتماوت وتحدث عند تعرض الثمار إلى درجات حرارة منخفضة أقل من 45 س , كما يمكن أن تحدث عند تعرض الثمار لأشعة شمس مفاجئة عند تحرك فرع نباتي يحمل ثمار في مرحلة نمو متقدمة مما يعرض الثمار التي كانت في الظل إلى اشعة شمس شديدة.

على ثمار العنب تختلف أعراض سمطة الشمس بحسب الصنف فيمكن أن تكون على شكل مساحة شاحبة أو بنية أو قرمزية قد تنتشق بشرة الثمار المعرضة لسمطة الشمس . تحدث هذه الأعراض نتيجة ارتفاع درجة الحرارة أو التعرض للأشعة فوق البنفسجية او كلاهما , وغالبا ما تظهر نتيجة المبالغة في إزالة الاوراق بهدف تهوية العناقيد وحصولها على الإضاءة شكل ().

سمطة الشمس على ثمار العنب

تختلف أعراض سمطة الشمس بحسب الصنف فيمكن أن تكون على شكل مساحة شاحبة أو بنية أو قرمزية

قد تنتشق بشرة الثمار المعرضة لسمطة الشمس .

تحدث هذه الأعراض نتيجة ارتفاع درجة الحرارة أو التعرض للأشعة فوق البنفسجية او كلاهما ,

وغالبا ما تظهر نتيجة المبالغة في إزالة الاوراق بهدف تهوية العناقيد وحصولها على الإضاءة

سمطة الشمس على الأشجار تلون قلف ساق الأشجار باللون البني مع تماوت نسيجي وتشققات في المنطقة الميتة من القلف وتتشقق قلف الشجار

- احمرار بشرة الثمار (القشب) Russet:

شكل () أعراض القشب Russet على ثمار التفاح والإجاص

تحدث أعراض القشب نتيجة تعرض الثمار لعدة أسباب منها التعرض لدرجات حرارة منخفضة في الفترة بعد تساقط بتلات الأزهار أو التعرض لرطوبة عالية أو الإصابة بالبياض الدقيقي كما يمكن لنوعية الماء على الثمار أن يلعب دوراً في زيادة الكالسيوم أو الحديد يؤدي إلى هذه الظاهرة كما أن الرش ببعض المبيدات يؤدي لنفس الظاهرة وكذلك الإصابة بالأمراض الفيروسية

- الأضرار الميكانيكية وأضرار البناء

تؤثر الرياح على شكل الأشجار حيث تميل وتفقد استقامتها كما تسبب الرياح القوية والعواصف تكسير للأشجار والأفرع وقد تسبب اقتلاعها شكل ()

كما تسبب آلات الحفر والإنشاء أضرار كبيرة فتؤدي إلى تقطيع جذور الأشجار مما يسبب جفافها وربما موتها شكل ()

ويسبب ربط الشجار أو أفرعها Girdling بخيوط متينة أو أسلاك معدنية إلى إعاقة نمو قلف الأشجار وبالتالي منع انتقال النسغ إلى الجذور وهذا يسبب ضعفها ومن ثم ضعف في نمو الشجار وربما موتها شكل

أضرار الزراعة على عمق كبير

- بطء في النمو
- جذع الأشجار يكون نحيف
- تظهر أعراض الموت التراجعي مبكراً
- صعوبة مشاهدة الجذور
- ظهور تقرحات عند قاعدة الشجرة
- موت الأشجار

التفاف الجذور

- تشابك الجذور
- نحافة تدريجية لجذع الشجرة أو الغرسة
- موت تراجعي للأفرع
- موت مبكر للشجرة

- التفاف الجذور ناتج عن ضيق الأصيل
- ضيق حفرة الزرع
- شتول ذات جذور منكشمة غير محررة
- شراء شتول ذات جذور طبيعية وعمرها أقل من عامين
- يجب أن تكون حفرة الزرع أكبر بثلاث مرات من عرض الجذور

- أضرار البرد Hail Damage:

يؤدي البرد إلى تمزق الأوراق وتعرية الأفرع من أوراقها كما يؤدي إلى تكسير الأفرع كما يسبب جروح على لحاء الأشجار تؤدي إلى تشقق الفرع بسبب جفافها وقد تموت الأشجار الصغيرة , كما يسبب كدمات وجروح على الثمار تؤدي إلى تشوهها

التطرف المائي Moisture extremes

يؤدي نقص الماء وزيادته إلى حدوث أضرار على النبات ويمكن لهذه الأضرار أن تكون مؤقتة تدوم لفترة قصيرة وتزول بعد معالجة السبب ومزمنة تستمر فترة طويلة وتؤثر على نمو النبات

1- أضرار ناتجة عن الجفاف

- **نقص الماء المؤقت :** وتظهر على شكل ذبول الأوراق والأفرع شكل () في ساعات النهار الدافئة حيث يكون النتج عند النبات مرتفعاً , ويعود النبات إلى طبيعته عند زوال أسباب الإجهاد المائي كانهخفاض درجة حرارة الهواء أو هطول أمطار أو ري النباتات.

- نقص الماء المزمن:

يؤدي نقص الماء المزمن إلى ببطء نمو النبات أو توقفه ' الأوراق لا تأخذ حجمها الطبيعي كما يصبح لونها شاحباً ' في الحالات الشديدة يظهر احتراق على حواف الأوراق وجفافها Leaf Scorch وتلونها باللون البني يمتد إلى كامل سطح الأوراق يحدث ذلك في منتصف الصيف نتيجة لقلة الماء غالباً لا تؤدي الأعراض إلى موت الأشجار لكنها تضعفها فتصبح عرضة لمهاجمتها من قبل الحشرات والمسببات

المرضية. وتحدث الأعراض عندما تكون جذور الأشجار مقيدة ومحدودة النمو كما تحدث عند زراعة الأشجار على جوانب الطرقات

2- أضرار زيادة الماء Excessive Quantities of Water

تؤدي زيادة رطوبة التربة إلى نقص الأوكسجين حول الجذور , حيث ان الأكسجين ضروري للعمليات الفيسيولوجية اللازمة لامتصاص الجذور للماء , لذا فإن أعراض زيادة الرطوبة في التربة تشبه في بعض الأحيان أعراض الجفاف حيث يلاحظ ذبول للنبات وتتميز أهم الأعراض اصفرار النبات ضعف الجذور وتقرم للنباتات كما يلاحظ على الأشجار تقرحات تخرج منها إفرازات مائية كما تظهر أعراض الاستسقاء وتضخمات على الأغصان . رائحة البيض النتن قد تلاحظ ناتجة عن انتشار غاز الكبريت بسبب نشاط الأحياء الدقيقة , كما تؤدي زيادة الرطوبة إلى تعرض النباتات للإصابة بالعوامل الممرضة.

أضرار زيادة الماء

- ضعف نمو الجذور
 - تدهور في صحة النبات
 - أعراض نقص الحديد
 - ظهور مشاكل تعفن الجذور
 - بطء في النمو وتقرم النبات
 - ظهور أعراض مشابهة لأعراض الجفاف
- الأسباب

- زيادة في الري
- تربة ثقيلة ومرصوفة
- ضعف تصريف المياه

العلاج

- تقليل الري
- تحسين تصريف الماء
- الزراعة في مناطق مرتفعة

- القلب المائي Water core:

تتميز أعراض القلب المائي في ثمار بعض الأشجار المثمرة كالتفاح على شكل بقع مائية داخل نسيج الثمرة بالقرب من الحجرات البذرية شكل (), يمكن أن تظهر على

السطح الخارجي إذا كانت الإصابة شديدة شكل (), تكون منطقة الإصابة صلبة زجاجية المظهر, يصعب في معظم الحالات ملاحظة أعراض المرض إذا لم يتم إجراء مقطع عرضي للثمار. تحدث الإصابة في المناطق التي تتعرض لحرارة عالية وأشعة شمس شديدة في الفترة التي تقترب فيها الثمار من النضج وقد تترافق مع أعراض سمطة الشمس , وتزداد فرصة الإصابة كلما زادت درجة نضج الثمار. المرض غير معدي ولا يتطور أثناء النقل والتخزين بل على العكس يمكن للأعراض أن تختفي أثناء التخزين إذا كانت الإصابة خفيفة أو متوسطة. لتجنب المرض يجب قطف الثمار قبل أن تصبح أعراض المرض شديدة , ويجب قبل القطاف فحص الثمار المتواجدة في الجهة الجنوبية الغربية من الشجرة المعرضة للشمس.

الإطرابات الفسيولوجية للنبات plant physiological disorder

1- الاستسقاء oedema: تظهر أعراض الاستسقاء في الزراعات المحمية وفي الحقل على بعض النباتات مثل الجيرانيوم والبندورة وغيرها, تظهر الأعراض على الأوراق على شكل بثرات مائية مرتفعة عن سطح الورقة السفلي , تتطور البثرات لصباح متفلنة بلون بني أوفضي, تكون البثرة صغيرة الحجم تتطور لتري بالعين المجردة , وتصبح مقلقة عندما يزداد أعدادها بشكل كبير مما يسبب تدهور الأوراق حيث تصفر وتموت. يمكن أن تظهر الأعراض على عنق الأوراق أو الساق. يحدث الاستسقاء عند احتقان الماء داخل الخلايا بسبب خلل في التوازن المائي. تتضخم الخلايا فتغلق المنافذ والمسام التي تحرر الماء, تندفع الخلايا المتضخمة نحو سطح النبات لتشكل بثرات تندفع نحو السطح تؤدي لتشوه وموت الأوراق. من العوامل المسببة لهذه الظاهرة زيادة رطوبة التربة مع انخفاض درجة الحرارة , زيادة الرطوبة الجوية, انخفاض سريع لدرجة الحرارة, قلة التهوية, إغلاق أو حصر المكان حول النبات.

- القلب الأجوف Hollow Heart

تحدث الأعراض على شكل تجويف يظهر في وسط أجزاء النبات التخزينية كالبطاطا وخاصة الدرنات الكبيرة الحجم , لا تبدي الدرنات المصابة أية أعراض خارجية كما لا تظهر أعراض على المجموع الخضري , كل ما يشجع على النمو يزيد من هذه الظاهرة كزيادة الري والتسميد لذلك لتفادي حدوث هذه الظاهرة يجب عدم المبالغة في الري والإعتدال في التسميد المتوازن, تقريب مسافات الزرع لعدم السماح بتكوين درنات كبيرة الحجم, عدم زراعة الأصناف التي تعطي درنات بحجم كبير.

2- النمو الثانوي (Knobby Tubers) Second Growth

وتحدث على درنات البطاطا نتيجة عدم انتظام الري حيث يؤدي التأخر في الري إلى وقف نمو الدرنات وعند إطاء ريات متأخرة فهذا يشجع على استئناف نمو الدرنات من جديد ولكن بشكل غير منتظم، وتتشكل النموات الثانوية عن عيون الدرنات وعند الأصناف المتطولة.

3- الدرنات الثانوية (Secondary Tuber Formation) Sprout Tubers

وتحدث عندما تكون الظروف غير مناسبة للنمو كالزراعة في حقل فقير أو أنتكون قطع الدرنات صغيرة وقاسية ' حيث تنمو الدرنات الصلبة مباشرة من العيون , عندما تنمو هذه العيون تكون قصيرة سرعان ما تشكل درنات صغيرة شكل () . لتجنب حدوث الدرنات الثانوية يجب تخزين الدرنات على درجات حرارة منخفضة , تجنب التخزين لزمان طويل على درجات حرارة غير باردة .

القلب الأسود Black heart:

تحدث أعراض القلب الأسود نتيجة تعرض الدرنات لظروف نقص الأكسجين في الحقل أو في المخزن . الرطوبة ودرجات الحرارة العالية يساهمان في حدوث القلب الأسود في الحقل, تحدث أعراض المرض أثناء النقل والتخزين إذا لم تهوى جيداً أو إذا تعرضت لدرجات حرارة التجمد أو درجة حرارة أعلى من 90

يتلون نسيج الدرنات الداخلي باللون الأزرق المسود , يلاحظ وجود حدود واضحة بين المنطقة المصابة والسليمة . لا تيدي الدرنات المصابة رائحة مميزة وتبقى الدرنات صلبة

تحدث هذه الأعراض نتيجة تعرض الدرنات لنقص الأكسجين سواء كان في الحقل أو في المخزن . تعرض الدرنات في الحقل لدرجات حرارة مرتفعة مع غمر بالماء لفترة زمنية يؤدي

لهذه الأعراض

كما أن تعرض الدرنات أثناء النقل أو التخزين لضعف في التهوية وانخفاض في درجات الحرارة إلى درجة التجمد تسبب أيضاً هذا المرض

كل أصناف يمكن تظهر عليها أعراض المرض إذا تعرضت لهذه الظروف إلا أن بعض الأصناف تكون متحملة

يمكن تجنب حدوث المرض بالزراعة في التربة جيدة تصريف الماء وكذلك بتهوية المخازن ووسائل نقل البطاطا بشكل جيد

شكل () أعراض القلب الأسود على درنات البطاطا شكل () أعراض الإخضرار على درنة البطاطا

الإخضرار :Greening

تحدث أعراض الإخضرار عند تعرض درنات البطاطا في الحقل أو في المخزن لأشعة الشمس حيث تأخذ بشرة الدرنات في البداية لوناً باهتاً ثم يتحول إلى اللون الأخضر. الدرنات المخضرة يتشكل فيها مركبات قلوية alkaloid تسمى السولانين solanin وهي مواد سامة وذات طعم مر أو لاذع يجب عدم استخدامها للتغذية إذا كانت شديدة الإصابة وإذا كانت خفيفة يجب إزالتها قبل استخدامها. , لذلك يجب إزالة الطبقة الخضراء قبل طبخ البطاطا لتفادي حدوث هذه الظاهرة يجب تجميع التراب فوق الدرنات في الحقل وفي المنزل تغطيتها بغطاء يحجب الضوء أو تعبأتها بأكياس من الورق لحجب الضوء وتأمين التهوية

أعراض تشقق الثمار Fruit Cracking

تحدث أعراض تشقق الثمار نتيجة عدم انتظام درجات الحرارة والرطوبة الجوية ورطوبة التربة والعناصر الغذائية ' حيث يؤدي انتقال العناصر الغذائية والماء بشكل سريع من التربة إلى النبات لا يتوازي مع تمدد بشرة الثمار بسبب ذلك تشقق الثمار. ولتفادي ذلك يجب : توفير عناصر النمو المثالية للنبات وبخاصة الماء والعناصر المعدنية . يؤدي نقص البوتاسيوم إلى تكوين بشرة رقيقة تتشقق بسهولة. استخدام مواد عضوية لتنظيم توفر الماء للنبات. إعطاء المخصبات لتؤمن توفر منتظم للعناصر الغذائية.

- الشمركة BOLTING

الشمركة هي استطالة النبات لا عطاء شمراخ زهري قبل وقت الإزهار وينتج ذلك نتيجة عوامل مختلفة منها الزراعة في وقت غير مناسب للنبات أو تعرض النبات لدرجات حرارة مرتفعة وكذلك اشعاع ضوئي كبير . يمكن أن تحدث شمركة للنبات الفتى إذا شعر انه لن يعيش طويلاً فيعتمد إلى تكوين البذور للحفاظ على النوع . وقد تؤدي هذه الظاهرة إلى أضرار كبيرة إذا حدثت على محصول اقتصادي كالشوندر السكري لأن ذلك سيضعف تكوين جذور الشوندر ونسبة السكر فيها.

أعراض التضخم

عوامل التربة – الصفات الفيزيائية و pH – Soil Factors – Physical Properties and pH

1- تركيب التربة Soil Structure

يحدد تركيب التربة قدرتها على الحفاظ على الماء والعناصر الغذائية والأكسجين وجعلهم متاحين للنبات . وأكثر العوامل المتعلقة بتركيب التربة هي انضغاط أو رص التربة compaction الذي ينتج عنه عدم كفاية الفراغات اللازمة لنمو الجذور , ويحدث رص التربة بعوامل عدة مثل : حركة الآليات الزراعية الثقيلة وكذلك آليات البناء وعمليات الحراثة وقلة الدورة الزراعية . وينتج عن ذلك عدم توفر كميات كافية من الماء للنبات نتيجة تجمعها في المناطق المرصوفة وقلة الأكسجين اللازمة لجذور النبات بسبب قلة الفراغات في التربة . تستطيع التربة الطينية أن تتكسح أو تتمدد بشكل كبير ومن علامات ذلك تشقق الترب عند جفافها وإن تجمع المياه بعد هطول الأمطار أو الري على شكل بقع لفترة من الزمن دون ارتشاحها عبر مسامات التربة دليل على وجود طبقة من التربة مرصوفة تحت منطقة تجمع الماء

2- حموضة التربة Soil pH:

هي قياس نشاط شوارد الهيدروجين H^+ في محلول التربة, عندما يكون هناك نشاط عال لشوارد H^+ يعني أن التربة حامضية وإذا كان نشاط H^+ منخفض يعني أن هناك غالبية لنشاط شوارد OH^- وبالتالي تكون التربة قلوية. بشكل عام فإن حموضة قليلة للتربة حيث يتراوح pH التربة بين 6-7 يكون أكثر ملاءمة لنمو النبات , و pH بعيداً عن هذا المستوى يؤثر على ذوبان العناصر المعدنية وبالتالي على نمو النبات. الترب التي يكون pH فيها أقل من 5.5 تتميز بانخفاض توفر شوارد الكالسيوم Ca والمغنزيوم Mg والفوسفور P ويزداد فيها انحلالية كل من الألمنيوم Al والحديد Fe واليورون B مما يسبب زيادتها سمية للنبات . الترب ذات ال pH أعلى من 7.8 تعتبر ترب قلوية وتتميز بتوفيرها لكميات كبيرة من الكالسيوم والمغنزيوم وادمصاصها لكل من الفوسفور والحديد واليورون والمنغنيز Mn والزنك Zn والنحاس Cu والنباتات التي تنمو في الترب القلوية تبدي أعراض نقص هذه العناصر. تعالج الترب الحمضية بإضافة كربونات الكالسيوم (حجر الجير أو الكلس) وفلاحتها لعمق حوالي 15 - 10 سم سيؤدي إلى رفع pH التربة كما أن إضافة الكبريت إلى الترب القلوية بنفس الطريقة سيؤدي إلى خفض pH التربة. وتؤثر الأسمدة الأزوتية في pH التربة بسبب تبادل الأيونات في منطقة جذور النبات فمثلاً الأمونيوم يؤدي إلى خفض pH التربة بينما النترات يرفعه لذلك يستخدم سماد سلفات الأمونيوم

لخفض pH التربة عند زراعة المحاصيل التي تفضل ذلك. ويجب أن نتذكر أن بعض أمراض التربة تعيش في ظروف محددة من pH لذلك فإن وجودها في الترب يتأثر بطبيعة التربة , لذلك فإن تغير طبيعة الأسمدة الأزوتية يمكن أن يؤدي إلى التخلص من هذه الأمراض نتيجة تغيير في pH المناسب لها.

نقص العناصر المعدنية:

