## الجلسة العملية التاسعة

## الصقيع

## Frost

### ٩-١-الصقيع وتأثيره في الزراعة:

تتعرض الأشجار المثمرة في القطر العربي السوري لخطر الصقيع وخاصة في الربيع أثناء موسم الأزهار وعقد الثمار مما يؤدي إلى نتائج سيئة على المزارعين وبشكل عام فإن الأشجار المثمرة بشكل دائم عرضة للإصابة بخطر الصقيع ذلك الخطر الذي يؤثر في الإنتاج كماً ونوعاً.

ويمكن تجنب أضرار الصقيع باتخاذ الإجراءات اللازمة لحماية النبات من انخفاض درجات الحرارة. ويعود تاريخ محاولات حماية الأشجار المثمرة إلى زمن بعيد جداً ٠ فقد نصح المزارعون قديماً بإشعال بقايا تقليم الأشجار والأعشاب وذلك للحصول على كسب حراري يُبعد خطر التأثر بالصقيع٠ أما في الوقت الحاضر فقد تعددت الوسائل في مكافحة الصقيع فقد استخدم الشمع ، والغاز، والكهرباء ، والتدخين ، والتدفئة ، والري بالرزاز و التغطية.

وقد استخدمت حديثاً صور الأقمار الصناعية في متابعة حركة الصقيع المتنقل للتحذير منه واتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتقليل من سلبياته وأضراره

### ٩-٢-تعريف الصقيع

يمكن تعريف الصقيع بأنه انخفاض درجة حرارة الهواء إلى الصفر المئوي أو دونه. عندما يكون متوسط درجة الحرارة اليومي أعلى من الصفر فيحدث هبوط مفاجئ يؤدي إلى تحول بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة.

هناك ثلاثة أنواع شائعة من الصقيع وهي:

٩-٢-١-الصقيع الإشعاعي:

٩-٢-٢-الصقيع الشتوي:

٩-٢-٣-الصقيع المختلط:

**٩-٢-١- الصقيع الإشعاعي:**

يعد هذا النوع من الصقيع من أكثر أنواع الصقيع انتشاراً، ويدعى أيضاً الصقيع الأبيض نظراً لما يتركه من بلورات ثلجية على الأعضاء النباتية. ويحدث عادة عندما تكون السماء صافيه، والرياح هادئة، وجفاف الجو حيث الرطوبة النسبية منخفضة وهي صفات ترافق الضغط الجوي المرتفع حيث يفقد سطح الأرض الحرارة التي يكتسبها أثناء النهار بوساطة التشعع الأرضي وبالتالي تنخفض درجة حرارة الهواء الملامس له لما دون الصفر المئوي.

يحدث الصقيع الإشعاعي في أواخر الخريف وأوائل الربيع، ويتكرر حدوثه في الفترة الحرجة للأشجار المثمرة في أطوار تفتح البراعم والأزهار. وعندما تكون درجة الحرارة أثناء النهار أعلى من الصفر المئوي وبحدود ١٠ إلى ١٥ درجة مئوية وأثناء الليل يحدث التشعع الأرضي الحراري الذي يساعد على التبريد السريع لسطح الأرض فيؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة إلى الصفر المئوي أو دونه وبوجود الهواء الجاف وسكون الرياح فيحدث الصقيع الأبيض أو الصقيع الإشعاعي ومن الأمثلة في هذا المجال انخفاض درجة الحرارة في منطقة سرغايا في أيار ١٩٧٨ بوقت الإزهار. ما أدى إلى تلف محصول التفاح وكانت النتيجة خسائر كبيرة.

**٩-٢-٢-الصقيع الشـتوي:**

ويدعى هذا النوع من الصقيع الأسود وهو ينتج من تحرك كتلة هوائية باردة فوق مساحات واسعة. وعندما تكون درجة الحرارة أقل من درجة التجمد.

يستمر هذا النوع من الصقيع لعدة أيام. ويمكن أن تنخفض درجة حرارة الهواء انخفاضاً كبيراً حتى تصل إلى أقل من $13C^{o}$ تحت الصفر وإن الرياح شديدة البرودة من العوامل التي تساعد على حدوث هذا النوع من الصقيع، وقد سميَّ الصقيع الأسود لأنه يترك لوناً أسود على الأعضاء النباتية الغضّة التي يصيبها.

يحدث هذا النوع عادة في فصل الشتاء، ولا يمكن مكافحته أو التخلص منه، إلا أنه يمكن إتباع بعض إجراءات الحماية والوقاية بوساطة تغطية النباتات أو إتباع طرق الزراعة داخل الأنفاق البلاستيكية.

هذا ولا يوجد أي تأثير يذكر لهذا النوع من الصقيع في الأشجار المثمرة متساقطة الأوراق لأنها تكون في طور السكون عند حدوث الصقيع الشتوي.

بينما يلحق خسائر كبيرة بالأشجار دائمة الخضرة وبخاصة الزيتون والحمضيات كما يؤثر هذا النوع من الصقيع في التربة فيؤدي إلى تشققها وقد يؤثر في المجموع الجذري أيضاً.

**٩-٢-٣-الصقيع المختلط:**

وهو عبارة عن الصقيع الناتج عن كتلتين هوائيتين مختلفتين، ويكثر حدوثه في فصل الخريف ولذلك يسمى الصقيع الخريفي، وتظهر خطورته عندما يكون مبكراً وخير مثال عن ذلك الصقيع الخريفي الذي حدث في سهل الغاب في أوائل شهر تشرين الأول وأدى إلى القضاء على مساحات كبيرة مزروعة بالقطن قبل قطفها.

**٩-٣-العوامل التي تساعد على تشكل الصقيع الإشعاعي:**

يمكن تلخيص أهم العوامل التي تساعد على تشكل الصقيع الإشعاعي وانتشاره بالآتي:

**١-السماء الصافية:**

يساعد خلو الجو من الغيوم أثناء الليل على زيادة التشعّع الحرارية على انخفاض درجة حرارة الهواء لأن السحب تعمل كحاجز يمنع ضياع الحرارة، فهي تمتص جزءاً من الطاقة الإشعاعية ثم تعكسها إلى الأرض، ومن المعروف أن الليالي الصافية أبرد من الليلي الغائمة.

**٢-الرياح الهادئة:**

تعمل الرياح على خلط طبقة الهواء الباردة القريبة من سطح الأرض المتشكلة بسبب التشعع الحراري الأرضي ومزجها مع طبقة الهواء الدافئة الموجودة فوقها. أي أن الرياح تساعد على إزالة الانقلاب الحراري الناشئ عن التبريد الليلي مما يجعل درجة الحرارة الصغرى أعلى مما لو كانت الرياح هادئة وبذلك يقل احتمال حدوث الصقيع عند هبوب الرياح.

**٣-جفاف الهواء:**

إن لوجود بخار الماء في الجو أهمية في حفظ حرارة الأرض لأنه يمتص الحرارة التي تشعها الأرض ليلاً ويقلل من تسرب الحرارة إلى الطبقات العليا من الجو.

**٤-وجود غطاء نباتي:**

إن انتشار الأغطية النباتية تحت الأشجار المثمرة يساعد على الاحتفاظ بحرارة سطح الأرض وعدم ضياع تلك الحرارة.

**٥-تضاريس الأرض:**

من الهام جداً في دراسة الصقيع معرفة العوامل الفيزيائية التي تؤدي إلى تدفق الهواء البارد وتجمعه في المناطق المنخفضة. لذا ينصح باختيار أماكن زراعة الكروم وبساتين الأشجار المثمرة على منحدرات الهضاب والجبال: وتجنب زراعتها في الوديان لزيادة احتمال الصقيع فيها، لأن الهواء البارد يتدفق باتجاه المناطق المنخفضة ويشكل ما يسمى ببحيرة الهواء البارد.

**٩-٤-مكافحة الصقيع:**

يمكن مكافحة الصقيع بواحدة أو أكثر من الطرق التالية:

**١- الطرق الوقائية :**

ويمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

١- خدمة التربة الزراعية بفلاحتها وسقيها جيداً.

٢- القضاء على الحشائش ومخلفات المحاصيل السابقة.

٣- إقامة مصدات الرياح شريطة الاستفادة منها وتحديد النفاذية.

٤- طمر الحفر وبحيرات تجمع الهواء البارد وإزالة الحواجز التي تسببها.

٥- دراسة معطيات الأرصاد الجوية وتحليلها والاستفادة منها.

٦- زراعة المحاصيل البقولية وتحميلها على الأشجار المثمرة مما يختلف من حدة الصقيع.

**٢- الطرق الفعالة المباشرة :**

ويمكن تلخيصها بالنقاط التالية :

تتفاوت الطرق المستخدمة في مكافحة الصقيع تبعاً لفعاليتها في تعديل درجة الحرارة المنخفضة ورفعها بأقصى سرعة ممكنة وإن مقدار الكسب الحراري المستفاد منه هو الأساس في تفضيل إتباع طريقة على أخرى، هذا وتطبق الطرق الفعالة المباشرة في حال عدم انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من-٨ أو-١٠ درجة مئوية.

**ومن أهم الطرق الفعالة المباشرة المستخدمة في مكافحة الصقيع هي:**

**١-التسخين والتدفئة:**

أ- باستعمال إطارات السيارات البالية والكاوتشوك وهي طريقة قديمة يصل فيها الكسب الحراري إلى درجة مئوية واحدة ومن عيوبها تلويثها للجو وإصدار روائح كريهة.

ب- المواقد وأهمها استخدام المواقد الفخارية وهي طريقة رخيصة وسهلة ويصل فيها الكسب الحراري إلى ثلاث درجات مئوية.

ت- استخدام الغاز: وذلك عن طريق استخدام غاز البروبان وبمعدل ألف رأس لهب للهكتار الواحد حيث يصل الكسب الحراري إلى ٣ – ٤ درجات مئوية.

ث- استخدام الكهرباء: وتنتشر هذه الطريقة في الأنفاق و بالزراعة المحمية والمستنبتات وهي مكلفة.

**٢ – التهوية :**

١. المزج والتقليب: بمعنى تحريك الهواء ومزجه، ويحتاج الهكتار الواحد إلى قوة ٣٠ – ٦٠ حصاناً بخارياً ومن ١-٣ مراوح ويصل الكسب الحراري إلى ٣-٤ درجات مئوية.
٢. استخدام الهواء الساخن: وفيها تزود أجهزة لتقليب الهواء بمولدات حرارية حيث يلزم ١٠٠- ١٢٠ مركزاً للتوليد ومن ٥٠-٦٠ جهازاً في الهكتار الواحد وهناك مراوح قطرها ٨ أمتار محمولة على ارتفاع ١٢ متراً وتنشر الهواء الساخن على ٣٦٠ درجة وخلال ست دقائق ويصل الكسب الحراري في هذه الطريقة ٣-٤ درجات مئوية.
٣. الري بالرذاذ: وهي طريقة هامة جداً ومضمونة النتائج حيث يصل الكسب الحراري إلى خمس درجات مئوية وهي تتطلب مضخات وشبكات وري و رذاذات.

**٣- الطرق البيولوجية :**

وتلخص بالنقاط التالية:

١) – استخدام الأصناف المقاومة للصقيع واختبارها لزراعتها في المناطق المعرضة للإصابة بخطر الصقيع وتحديد موعد الزراعة المناسب بالنسبة للمحاصيل والخضروات.

٢) – استخدام طريقة التقليم لتأخير فترة الإزهار.

٣) – التربة العالية وعلى دعامات وذلك للتقليل من خطر الإصابة بالصقيع وقد أجريت عدة تجارب في هذا الصدد والجدول (٦–١) يبين نتائج هذه التجارب.

٤) – استخدام منظمات النمو بهدف تأخير فترة السكون وبحدود الشهر مما يضمن عدم التأثر بالصقيع.

الجدول (٦–١): علاقة ارتفاع التربة بنسبة حدوث الصقيع

| ارتفاع التربية (cm) | نسبة حدوث الصقيع % |
|---|---|
| ٤٥ | ١٠٠ |
| ٩٠ | ٢٥ |
| ١٣٠ | ١٥ |
| ١٦٠ | ١٠ |

**٩–٥–التنبؤ عن حدوث الصقيع:**

يعد إصدار التنبؤات عن موعد حدوث الصقيع والتحذير منه وأخذ الاحتياطات لمكافحته، من أهم المراحل في حماية المزروعات والأشجار المثمرة من التلف، ويتم عادة إعداد التنبؤ وإذاعته قبل وقت كاف حتى يتم التحضير للمكافحة في الوقت المناسب وبالتالي التقليل قدر الإمكان منة الأضرار والخسائر الناجمة عن حدوثه. وسنستعرض فيما يلي بعض الطرق المستخدمة في مجال التنبؤ عن حدوث الصقيع:

**١– طرق التنبؤ الأولية:**

١. إن أبسط طريقة للتنبؤ عن حدوث الصقيع هو رسم خط بياني لدرجة الحرارة الدنيا للهواء في المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها، وملاحظة خطوط اتجاه درجة الحرارة، فكلما اقتربت من درجة الصفر كان احتمال حدوث الصقيع وارداً.
٢. من طرق التنبؤ الأولية في مجال الصقيع أخذ معلومات مناخية ولعدة سنوات عن المنطقة المدروسة، وتحديد الفترة التي يحدث فيها الصقيع عادة والتي يحتمل حدوث الصقيع فيها ومن ثم أخذ الاحتياطات قبل فترة من وقوع الصقيع.
٣. وضع إناء فيه ماء وبارتفاع نصف سم، وعند تجمد الماء في الإناء فإن ذلك يعطي فكرة عن حدوث الصقيع.

٤. زراعة بعض النباتات الحساسة للصقيع والتي تموت وتنتهي عند وصول درجة الحرارة إلى الصفر المئوي. ولذلك فإن موتها يعطي فكرة عن حدوث الصقيع وتوقعه.

مما سبق نستطيع القول إن الطرق السابقة تعد طرق بدائية أولية طالما أنه لا يوجد أجهزة ومقاييس ومسجلات علمية متطورة للتنبؤ عن حدوث الصقيع.

**٢ – التنبؤ العام:**

وهو عبارة عن التنبؤ الذي يذاع في أجهزة الراديو والتلفزيون وهو يتضمن تنبؤاً عاماً عن الطقس يعطي فكرة عامة عن الكتل الهوائية المسيطرة على المنطقة وعن تحرك المنخفضات والمرتفعات الجوية والجهات الباردة والحارة، وهذا النوع من التنبؤات تصدره مكاتب التنبؤات الملحقة بالمطارات، والمكاتب الملحقة بمحطات الأرصاد الجوية، وعموماً لا يفيد هذا النوع من التنبؤ في مكافحة الصقيع، وإنما يعطي فكرة عامة عن تشكل الصقيع.

**٣–طريقة ميخاليفسكي للتنبؤ بالصقيع:**

وهي من أقدم الطرق العلمية المستخدمة في مجال التنبؤ بالصقيع، وهي تعتمد على استخدام مقياس البسيكرومتر (مقياس درجة الحرارة الرطبة والجافة المستخدم في تحديد الرطوبة النسبية). وذلك على ارتفاع 2 m عن سطح الأرض بهدف تحديد درجة حرارة الهواء الجافة والرطبة. ومن ثم تُحسب درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة وذلك على أساس القيم المأخوذة من المقياس الرطب والجاف في البسايكرومتر، وبإتباع المعادلتين التاليتين للهواء والتربة:

$$M_1 = t_1 - (t - t_1) \times C$$

$$M_2 = t_1 - (t - t_1) \times 2 \times C$$

حيث أن:

M1 = درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء.

M2 : درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للتربة.

t : درجة حرارة الهواء الجافة المأخوذة من مقياس الحرارة الجاف في البسايكرومتر.

$t_1$ : درجة الهواء الرطبة المأخوذة من مقياس الحرارة الرطب بالبسايكرومتر.

C : عامل ترتبط قيمته برطوبة الهواء النسبية. والجدول (٦–٢) يبين قيمه.

الجدول (٦-٢): قيمة العامل C حسب قيم الرطوبة النسبية.

| الرطوبة النسبية % | قيمة العامل C | الرطوبة النسبية % | قيمة العامل C |
|---|---|---|---|
| ١٥ | ٠.٣ | ٦٠ | ١.٥ |
| ٢٠ | ٠.٤ | ٦٥ | ١.٨ |
| ٢٥ | ٠.٥ | ٧٠ | ٢ |
| ٣٠ | ٠.٧ | ٧٥ | ٢.٥ |
| ٣٥ | ٠.٨ | ٨٠ | ٣ |
| ٤٠ | ٠.٩ | ٨٥ | ٣.٥ |
| ٤٥ | ١ | ٩٠ | ٤ |
| ٥٠ | ١.٢ | ٩٥ | ٤.٥ |
| ٥٥ | ١.٣ | ١٠٠ | ٥ |

بعد تطبيق القيم المأخوذة من مقياسي الحرارة الجاف والرطب في البسايكرومتر على المعادلتين السابقتين سنحصل على القيم النهائية لدرجة الحرارة الدنيا للهواء ($M_1$) والتربة ($M_2$).

وبعد حساب النتائج يمكن وضع التوقعات التالية استناداً إلى قيم ($M_1$) و ($M_2$) وفق ما يلي:

١. إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة > +٢ فإن الصقيع لن يحدث.

٢. إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة [+2 , -2] يحتمل حدوث الصقيع.

٣. إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة < -٢ سيحدث الصقيع حتماً.

كما يؤخذ بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقيع مدى انتشار الغيوم في السماء وكلما قلنا إن الغيوم تعمل كغطاء يعدل من درجة حرارة سطح الأرض ويقلل التشعع الحراري الأرضي في الليل ولذلك فلا بد عند التنبؤ بالصقيع التدقيق بنسبة انتشار الغيوم. ويؤخذ أيضاً بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقيع المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها وطبيعة تضاريسها. فالتضاريس وطبيعتها من الأهمية بمكان في مدى نسبة حدوث الصقيع فيها.