

وزارت جهاد کشاورزی

معاونت زراعت

مجری طرح گندم

خسارت سرمازدگی بهاره در مراحل مختلف رشد گندم



تالیف:

James P. Shroyer, Merrel E. Mikesell & Gary M. Paulsen

ترجمه و تدوین: ناصر پیمانی

تیر ۱۳۹۴

فهرست

- درباره کتابچه

- پیش‌گفتار (مشاور وزیر و مجری طرح گندم)

- مقدمه

- کی و کجا خسارت سرمازدگی بهاره رخ می‌دهد؟

- درجه حرارت‌هایی که موجب بروز آسیب سرمازدگی بهاره می‌شوند

- علائم خسارت سرمازدگی بهاره گندم

- مرحله پنجه‌زنی (Tillering Stage)

- مرحله طویل‌شدن ساقه (Jointing Stage)

- مرحله آبستنی (Boot Stage)

- مرحله ظهور سنبله (Heading Stage)

- مرحله گل‌دهی (گرده‌افشانی) [(Flowering (Anthesis) Stage)]

- مرحله شیری دانه (Milk Stage)

- مرحله خمیری (Dough Stage)

- مدیریت خسارت سرمازدگی گندم

❖ برداشت دانه

❖ مصرف بذری

❖ مصرف برای علوفه یا سیلو

❖ محصولات جایگزین

- شرح شکل‌ها و جداول (م)

- واژه‌های بکاررفته در این کتابچه (م)

درباره کتابچه

- عنوان اصلی کتابچه، (Spring Freeze Injury to Kansas Wheat) از انتشارات ایستگاه آزمایش‌های کشاورزی و خدمات مشترک ترویجی (Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service) دانشگاه ایالتی کانزاس در منهتن (Kansas State University, Manhattan) است.

- مولفین این کتابچه یا راهنمای تصویری از علائم سرمازدگی بهاره در گندم به‌ترتیب James P. Shroyer (متخصص ترویج در تولیدات گیاهی)، Merrel E. Mikesell (متخصص ترویج در بخش محصولات و خاک، نورس‌وست)، و Gary M. Paulsen (محقق فیزیولوژی گیاهی در ایستگاه آزمایش‌های کشاورزی کانزاس) هستند.

- ما (مولفین کتابچه) از کمیسیون گندم کانزاس، اتحادیه گندم‌کاران کانزاس و بنیاد فیناپ (Finnup) برای حمایت‌شان از این پروژه قدردانی می‌کنیم.

- ما (مولفین کتابچه) همچنین از Paul Maginness، به‌خاطر همکاری در تهیه و ارائه عکس‌های (۲۴ شکل) این کتابچه صمیمانه سپاس‌گزاری می‌نمائیم.

- انتشارات دانشگاه ایالتی کانزاس در وبسایت www.oznet.ksu.edu قابل دسترس هستند. چاپ مطالب این کتابچه برای برنامه‌های آموزشی به‌طور رایگان امکان‌پذیر است. سایر حقوق محفوظ است. در هر موردی، به مولفین کتابچه "خسارت سرمای بهاره در گندم کانزاس"، دانشگاه ایالتی کانزاس، ماه مارس ۱۹۹۵ استناد کنید.

- ایستگاه آزمایش‌های کشاورزی دانشگاه ایالتی کانزاس و خدمات مشترک ترویجی (C-۶۴۶)

- خط مشی و سیاست دانشگاه ایالتی کانزاس، ایستگاه آزمایش‌های کشاورزی و خدمات مشترک ترویجی، داشتن فرصت مساوی و دسترسی همگانی به برنامه‌های آموزشی، خدمات، فعالیت‌ها، و امکانات دانشگاه بدون توجه به نژاد، رنگ، مذهب، ملیت، جنسیت، سن یا ناتوانی است. دانشگاه ایالتی کانزاس سازمانی است که فرصت مساوی در اختیار همه قرار می‌دهد.

کد کتابچه: ۱-۱ Crops & Soils

- شابک و شماره کتاب‌شناسی ملی: (در حال پی‌گیری)

ایمیل و موبایل ناصر پیمانی

nasser.peimani@yahoo.com

nasser.peimani@gmail.com

۰۹۱۲۱۵۴۰۰۲۰

توضیح: موارد (توضیح) با حرف (م) از سوی مترجم به متن اضافه شده‌اند.

به نام خدا

افزایش روزافزون جمعیت کشور و به تبع آن افزایش تقاضا برای مواد غذایی همواره توجه به اجرای طرح‌های افزایش تولید محصولات زراعی را مطرح نموده است. در این راستا اجرای طرح ارتقاء ضریب خوداتکائی غلات به‌ویژه گندم به‌عنوان یکی از محصولات اساسی کشور و تامین‌کننده غذای اصلی مردم، در برنامه‌های توسعه‌ای کشور مورد توجه شایان قرار گرفته است. در این زمینه از سوی وزارت جهاد کشاورزی طرح گندم به‌عنوان یکی از طرح‌های مهم راهبردی برنامه یازده ساله آن تا افق ۱۴۰۴ تدوین گردیده است.

علی‌رغم همه این توجهات، روند تولید گندم به جهت دلایل ذاتی فعالیت‌های کشاورزی به‌طور مستمر با تهدیدات بالقوه-ای اعم از عوارض ناشی از خشک‌سالی و کمبود منابع آب از یک سو و بروز حوادث غیرمترقبه از جمله خسارت ناشی از سرما، یخبندان و بعضاً سرمازدگی‌های بهاره مواجه می‌باشد. مهم‌ترین این دسته از خسارت‌ها، مربوط به بروز سرمای دیررس یا سرمازدگی‌های بهاره است که متأسفانه همه ساله بعد از سپری شدن فصل سرما و شروع مجدد رشد گندم در اقصی نقاط کشور به‌وقوع می‌پیوندد و با توجه به گستره‌ی کشت این محصول خسارت‌های سنگینی را به بار می‌آورد. به‌عنوان نمونه، می‌توان به کاهش برودت در ۵ اردیبهشت سال جاری در استان‌های زنجان، همدان، مرکزی، کردستان، کرمانشاه، لرستان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و دیگر اقالیم مشابه اشاره نمود که موجب خسارت و عدم برداشت مزارع گندم گردیده است.

در این راستا با توجه به طرح چنین مسائلی از سوی اغلب استان‌ها، کتابچه حاضر تلاشی است در جهت ارائه اطلاعات مفید شامل علائم خسارت سرمازدگی بهاره در گندم و مدیریت آن برای ارتقاء آگاهی مخاطبین شامل کشاورزان، مروجین، کارشناسان و سایر علاقه‌مندان، تا ضمن اتخاذ تصمیمات لازم و بموقع خصوصاً توجه به عامل مهم تغذیه و تقویت گیاه با استفاده از عناصر غذایی مناسب بتوانند نسبت به اجرای بموقع روش‌های مناسب و صحیح در مدیریت مزرعه برای مقابله با صدمات ناشی از سرمازدگی اقدام نمایند.

در اینجا لازم می‌دانم از جناب آقای مهندس ناصر پیمانی کارشناس ارشد تغذیه دفتر گندم که در ترجمه کتابچه حاضر متحمل زحمات فراوان شده‌اند کمال تشکر و سپاس‌گزاری دارم. همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا جلال کمالی برای معرفی مقاله، ویراستاری متن و همکاری‌ها و راهنمایی‌های بی‌شائبه ایشان در پیشبرد امور فنی کمیته گندم صمیمانه قدردانی نمایم.

اسمعیل اسفندیاری پور

مشاور وزیر و مجری طرح گندم

شهریور ۱۳۹۴

گندم در کانزاس، در بیش‌تر دوره رشد خود با شرایط سخت آب و هوایی مواجه است. خسارت درجه حرارت پایین در زمستان و بهار می‌تواند زیان‌آور باشد. مقاومت به سرمای زمستانه ارقام جدید گندم و مدیریت خوب مزرعه خسارت سرما در زمستان را کاهش داده است، بنابراین خسارت سرمازدگی در زمستان نسبت به سال‌های پیشین کمتر معمول است.

گندم پس از شروع مجدد رشد در بهار مقاومت کمتری نسبت به درجه حرارت پایین دارد، بنابراین خسارت سرمازدگی در این مقطع زمانی در اغلب نقاط این ایالت به‌وقوع می‌پیوندد. این کتابچه شرایط درجه حرارتی که موجب خسارت سرمازدگی بهاره می‌شود، علائم خسارت سرما در مراحل مختلف رشد گندم در بهار، و مدیریت عملیات زراعی مورد استفاده در مواقع بروز خسارت را توصیف می‌کند.

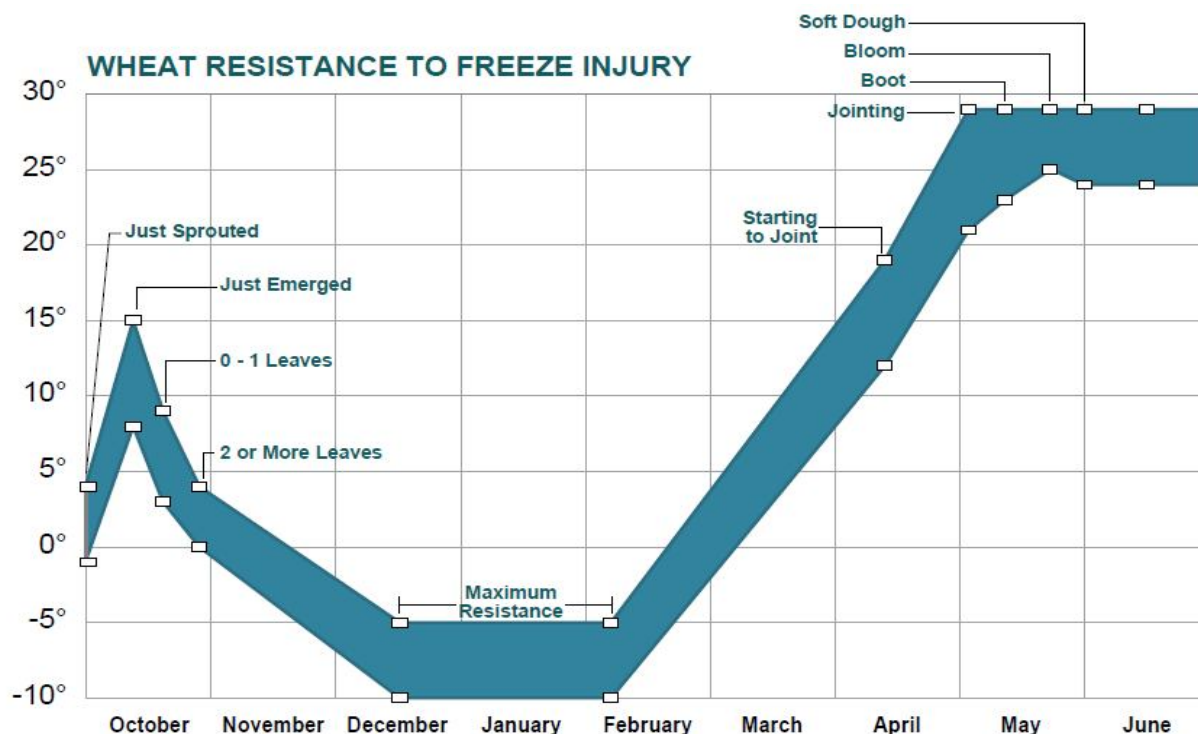
کی و کجا سرمازدگی بهاره اتفاق می‌افتد؟

خسارت سرمازدگی بهاره هنگامی که درجه حرارت پایین با مراحل حساس رشدی گیاه مصادف می‌شود، به‌وقوع می‌پیوندد. خسارت سرمازدگی می‌تواند نواحی وسیع، یا فقط تعدادی از مزارع و حتی در مواردی قسمت‌هایی از مزارع را در برگیرد. سرمازدگی بیش‌تر در طول رودخانه‌ها، دره‌ها، و قسمت‌های گود مزارع که هوای سرد دارند، شدید است.

احتمال بروز خسارت سرمازدگی بهاره موقعی که گندم به‌خاطر درجه حرارت بالاتر از میانگین آن رشد بهاره زود هنگام داشته باشد، رطوبت ناکافی، و سپری کردن مراحل نمو سریع‌تر از روند طبیعی، بیش‌تر است. در صورت وقوع یخبندان، گندم به‌دلیل جلو بودن مراحل رشد امکان آسیب‌دیدگی بالایی را دارد.

احتمال خسارت سرمازدگی در گندم‌های زودرس در مقایسه با گندم‌های دیررس بیش‌تر است. حساسیت به درجه حرارت پایین یا یخبندان در گندم همواره با پیشرفت مراحل رشد آن در بهار افزایش می‌یابد (شکل ۱). برخی تفاوت‌های بین ارقام برای مقاومت به خسارت سرمازدگی بهاره گزارش شده است، ولی این امر عمدتاً به‌دلیل تفاوت در مراحل مختلف رشدی گیاه هنگام وقوع یخبندان می‌باشد. تفاوت در حساسیت به سرمازدگی بین ارقام گندم در مرحله رشدی مشابه کمتر بوده یا وجود ندارد، بنابراین موفقیت برای افزایش مقاومت به سرمازدگی در ارقام اصلاح‌شده کمتر است.

گندمی که شرایط رشدی خوب، تغذیه بهینه بخصوص با نیتروژن و کلا رشد قوی داشته باشد، به‌علت رشد انبوه و میزان رطوبت بالا به آسیب ناشی از یخبندان حساس است. تنش خشکی گیاهان را در برابر سرما متحمل ساخته و با کاهش میزان آب آن‌ها از شدت آسیب سرمازدگی می‌کاهد. رطوبت بالای خاک، درجه حرارت پایین، و حاصلخیزی خاک رسیدن گیاه را کند می‌کنند، بنابراین ممکن است شدت خسارت از موقعی که شرایط رشد گیاه مناسب نیست و گیاه هنگام وقوع یخبندان در مرحله رشدی پیشرفته‌تری است، کمتر باشد.



شکل ۱: درجه حرارت‌هایی که موجب خسارت سرمازدگی در مراحل مختلف رشد گندم زمستانه می‌شوند.

گندم زمستانه به سرعت مقاومت‌اش را در دوره رشد بهاره از دست می‌دهد و به‌آسانی از سرمای دیررس آسیب می‌بیند.

توضیح برای شکل ۱ (م):

- منحنی از (A.W.Pauli) اقتباس شده است.

- ماه‌های میلادی اکتبر تا ژوئن با چند روز اختلاف با ماه‌های شمسی مهر تا خرداد مطابقت دارند.

- اصطلاحات بکاررفته در منحنی: مقاومت گندم به خسارت سرمازدگی (Wheat Resistance to Freeze Injury)، لحظه سبز شدن، جوانه‌زنی (Just Sprouted)، لحظه بیرون آمدن (Just Emerged)، یک‌برگی (0-1 Leaves)، دو برگی یا بیش‌تر (2 or More Leaves)، حداکثر مقاومت (Maximum Resistance)، شروع طویل شدن ساقه (Starting to Joint)، طویل شدن ساقه (Jointing)، آبستنی (Boot)، گل‌دهی (Bloom)، خمیری نرم (Soft Dough).

درجه حرارت‌هایی که موجب بروز

آسیب سرمازدگی بهاره می‌شوند

در طول فصل پاییز، گندم زمستانه وارد فرآیند پیچیده‌ای از خوگیری به سرما می‌شود که مقاومت آن را نسبت به سرما در زمستان افزایش می‌دهد. گندم با از سرگیری رشد در بهار سریعاً مقاومت به سرما را از دست می‌دهد. در این زمان مقاومت کمی به سرمازدگی وجود دارد.

درجه حرارت‌های سرد، که بعد از خوگیری به سرمای گندم در پاییز و از دست دادن این مقاومت در بهار موجب خسارت به گندم زمستانه می‌شود، در (شکل ۱) نشان داده شده‌اند. گندم بیش‌ترین حساسیت به آسیب سرمازدگی را طی دوره رشد زایشی دارد، که با گرده‌افشانی در اواخر مرحله آبستنی یا ظهور سنبله شروع می‌شود. درجه حرارت‌هایی که فقط اندکی زیر نقطه انجماد باشد، می‌توانند به‌شدت به گندم در این مراحل زایشی خسارت زده و عملکرد دانه را بسیار کاهش دهند.

شدت خسارت سرمازدگی بهاره در گندم تحت تاثیر طول دوره درجه حرارت پایین و همچنین مقدار کاهش درجه حرارت می‌باشد. قرار گرفتن در معرض یخبندان به مدت طولانی بیش‌تر از قرارگرفتن به مدت کوتاه در معرض همان دما موجب خسارت می‌شود. خسارت‌های برآوردشده در (شکل ۱ و جدول ۱) برای دو ساعت برای هر درجه حرارت می‌باشد. قرار گرفتن در معرض سرما در مدت کوتاه‌تر خسارت کمتری در بر دارد. در درجه حرارت اندکی بالاتر ممکن است خسارت نسبت به از قرارگرفتن در معرض درجه حرارت پایین، در مدت زمان طولانی‌تری اتفاق بیفتد.

عوامل زیادی نظیر مرحله رشدی گیاه، محتوی رطوبت گیاه، مدت زمان قرار گرفتن در معرض سرما، باد، و بارندگی که در بروز خسارت سرمازدگی موثر هستند، کار را برای پیش‌بینی میزان خسارت مشکل می‌کنند. این امر با توجه به اختلاف ارتفاع و توپوگرافی داخل مزارع و بین مزارع گندم پیچیده‌تر می‌شود. ایستگاه‌های هواشناسی رسمی نیز ممکن است درجه حرارت واقعی داخل مزارع را منعکس نکنند. به‌عنوان نمونه، گزارش درجه حرارت‌های پایین‌تر توسط تولیدکنندگان گندم از دمای ثبت شده در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی غیرمعمول نیست.

احتمال سرمازدگی دیرهنگام بهاره در یک تاریخ معین در نواحی جنوب‌مرکزی و جنوب‌شرقی ایالت کانزاس از قسمت‌های دیگر آن کمتر است (جدول ۲). گندم در آن نواحی زودتر شروع به رشد می‌کند، اما در یک مرحله حساس‌تر و پیشرفته‌تری از رشد در یک تاریخ معین قرار دارد. گندم در نواحی شمال‌غربی این ایالت دیرترین رشد را دارد، بنابراین معمولاً بیش‌ترین مقاومت را در این نواحی دارد، جایی که امکان سرمازدگی بالا می‌باشد.

توضیح (م): ایالت کانزاس، از ایالت‌های غرب‌میانه آمریکا است که در دشت بزرگ قرار دارد. بالاترین نقطه، کوه سان فلاور ۴۰۳۹ متر، پایین‌ترین نقطه، رودخانه وردیگری ۶۷۹ متر و میانگین ارتفاع ایالت، ۲۰۰۰ متر. کانزاس غالباً دارای آب‌وهوای قاره‌ای است، زمستان‌های سرد و برفی و تابستان‌های گرم دارد. کانزاس به‌ویژه از جهت گردبادهای خود بسیار معروف است. این ایالت بزرگ‌ترین تامین‌کننده گندم در آمریکا می‌باشد. (منبع: ویکی‌پدیا)

جدول ۱: درجه حرارت‌هایی که موجب بروز خسارت سرمازدگی در مراحل رشد بهاره گندم می‌شوند،

علائم و اثر خسارت سرمازدگی بهاره بر عملکرد.

مرحله رشد	دمای خسارت‌زننده (سانتی‌گراد) (به مدت ۲ ساعت)	علائم اولیه	اثر بر عملکرد
پنجه‌زنی	-۱۱	کلروز برگ - سوختگی نوک برگ‌ها - بوی علف سیلو شده و افتادگی گیاهان.	کم تا متوسط
طویل شدن ساقه	-۴	مرگ نقطه رشد - زردی یا سوختگی برگ - ایجاد زخم، ترک برداشتن یا خمیدگی پایین ساقه - بوی نامطبوع.	متوسط تا شدید
آبستنی	-۲	عقیم شدن گلچه‌ها - گیرکردن سنبله در غلاف برگ در مرحله آبستنی - آسیب به پایین ساقه - رنگ پریدگی برگ - بوی نامطبوع.	متوسط تا شدید
ظهور سنبله	-۱	عقیم شدن گلچه‌ها - ریشک‌های سفید یا سنبله‌های سفید - آسیب به پایین ساقه - رنگ پریدگی برگ.	شدید
گل‌دهی	-۱	عقیم شدن گلچه‌ها - ریشک‌های سفید یا سنبله‌های سفید - آسیب به پایین ساقه - رنگ پریدگی برگ.	شدید
شیری	-۲	ریشک‌های سفید یا سنبله‌های سفید - آسیب به پایین ساقه - رنگ پریدگی برگ - دانه‌های چروکیده، زبر، یا رنگ پریده.	متوسط تا شدید
خمیری	-۲	دانه‌های چروکیده و رنگ پریده - جوانه‌زنی ضعیف.	کم تا متوسط

جدول ۲: احتمال (%) بروز یخبندان (0°C) در مناطق مختلف ایالت کانزاس.

(تاریخ‌ها به ترتیب مطابق با ۵ اردیبهشت، ۱۲ اردیبهشت، ۱۹ اردیبهشت، ۲۶ اردیبهشت، و ۲ خرداد) (م)

منطقه	۲۵ آوریل	۲ مه	۹ مه	۱۶ مه	۲۳ مه
کلبی	۷۹	۵۷	۳۳	۱۵	۵
تریبیون	۸۰	۶۰	۳۷	۱۸	۷
گاردن سیتی	۵۷	۳۴	۱۶	۶	۲
فیلیپس بورگ	۶۰	۳۷	۱۹	۸	۲
هایز	۵۶	۳۵	۱۷	۶	۲
وینفیلد	۱۴	۴	۱	<۱	۰
مکفرسون	۲۶	۱۱	۴	۱	<۱
هورتون	۵۰	۲۶	۱۰	۳	۱
کلی سنتر	۴۴	۲۴	۱۰	۳	۱
لولا	۱۴	۴	۱	<۱	۰

علائم خسارت سرمازدگی بهاره

شناخت علائم خسارت سرمازدگی امکان ارزیابی بموقع از میزان خسارت را بوجود می‌آورد. این برآورد فرصت بیش‌تری فراهم می‌کند تا نسبت به مدیریت و نگهداری محصول خسارت‌دیده یا کشت محصولات جایگزین اقدام شود. صبرکردن تا هنگام برداشت گندم برای ارزیابی خسارت وارده از سرمازدگی، از ارزش محصول برای برخی مصارف کاسته و انتخاب‌های مدیریت مزرعه را نیز محدود می‌سازد.

علائم بارز و مشخص آسیب سرمازدگی در هر مرحله رشدی به ارزیابی و برآورد خسارت سرمازدگی کمک می‌کنند. هوای سرد بعد از سرمازدگی بهاره توسعه و گسترش علائم آسیب را به تاخیر می‌اندازد، ولی با آزمایش‌های دقیق معمولاً می‌توان خسارت به قسمت‌های حیاتی گیاه را بررسی و تشخیص داد. شناخت قسمت‌هایی از گیاه که بیش‌ترین میزان آسیب‌پذیری در هر مرحله رشدی را دارند مهم است، این‌که در کدام قسمت گیاه قرار دارند، و ظاهر آن‌ها چه در حالت طبیعی و چه بعد از خسارت سرمازدگی به چه شکلی است.

مرحله پنجه‌زنی (Tillering Stage)

پنجه‌زنی گندم در بهار در کانزاس معمولاً اواخر ماه فوریه (بهمن - م) شروع می‌شود و در طول ماه مارس (اسفند - م) ادامه دارد. نقطه رشد در این مرحله نزدیک سطح خاک بوده و در مقابل آسیب محافظت می‌شود. بیش‌ترین خسارت در این مرحله به برگ‌ها وارد می‌شود، به‌طوری‌که دور خود پیچیده، رنگ آن‌ها سبز روشن تا زرد می‌گردد، و در عرض یک یا دو روز بعد از سرمازدگی نکروزه شده و دچار نوک‌سوختگی می‌شوند (شکل‌های ۲ و ۳). بعد از چند روز بوی تند در نتیجه از دست دادن آب از قسمت‌های رویشی صدمه‌دیده گیاه استشمام می‌شود.

خسارت در این مرحله، رشد را کند کرده و ممکن است از تعداد پنجه‌ها بکاهد، ولی رشد برگ‌ها و پنجه‌های جدید معمولاً با گرم‌تر شدن درجه حرارت ادامه می‌یابد.



شکل ۲: نوک‌سوختگی و زردی برگ از علائم معمول

سرمازدگی بهاره در مرحله پنجه‌زنی گندم است.



شکل ۳: خسارت خیلی شدید سرمازدگی موجب تغییر رنگ کل برگ به سفید مایل به زرد

و افتادگی بوته‌های گندم می‌شود. ممکن است بعد از چند روز بوی علف سیلوشده از مزرعه استشمام گردد.

مرحله طویل شدن ساقه (Jointing Stage)

این مرحله در گندم معمولا از اواخر ماه مارس (اسفند-م) و در ماه آوریل (فروردین-م) به وقوع می‌پیوندد. برگ‌های گیاهان آسیب‌دیده علایم مشابه‌ای مانند مرحله پنجه‌زنی نشان می‌دهند، ولی جدی‌ترین آسیب در این مرحله در نقطه رشد اتفاق می‌افتد.

نقطه رشد، که بلافاصله بالای بالاترین گره ساقه است می‌تواند با شکافتن طولی ساقه تیغ نیز مشاهده شود. نقطه رشد در حالت طبیعی و آسیب‌ندیده به‌رنگ سفید شفاف تا سبز مایل به زرد، و آبدار است (شکل ۴)، در حالی که وقتی آسیب ببیند سفید کدر یا قهوه‌ای و ظاهر آب‌کشیده پیدا می‌کند (شکل ۵). چنین آسیبی حتی در گیاهانی هم که ظاهر طبیعی دارند دیده می‌شود، چون نقطه رشد از سایر قسمت‌های گیاه به سرما حساس‌تر است.

پنجه‌های آسیب‌دیده سبز باقی می‌مانند، ولی رشد ساقه‌هایی که نقطه رشد آن‌ها خسارت دیده سریعاً متوقف می‌گردد. ظاهر شدن برگ کلروزه یا مرده از میان غلاف جوان‌ترین برگ نشان‌دهنده مرگ نقطه رشد است (شکل ۶). رشد پنجه‌های تازه‌ی آسیب‌ندیده ممکن است در ارزیابی خسارت ایجاد ابهام کند. خسارت جزئی در این مرحله ممکن است منجر به ترکیبی از پنجه‌های طبیعی و پنجه‌های دیر ظاهر شده گردد، و در نتیجه موجب رسیدن غیر یکنواخت و کاهش عملکرد دانه شود.

آسیب به پایین ساقه‌ها به‌صورت رنگ‌پریدگی، زبری، زخم، و بزرگ شدن گره‌ها بعد از سرمازدگی در مرحله طویل شدن ساقه اتفاق می‌افتد (شکل ۷). گیاهان خسارت‌دیده اغلب از ناحیه آسیب‌دیده در پایین ساقه می‌شکنند، به‌طوری‌که یک یا دو میان‌گره به‌طور موازی با سطح خاک قرار می‌گیرند.

به نظر نمی‌رسد آسیب جزئی ساقه در توانایی گیاه گندم برای جذب عناصر غذایی از خاک و انتقال آن‌ها جهت رشد دانه تأثیری داشته باشد. ریزجانداران ممکن است قسمت‌های آسیب‌دیده را آلوده کنند و موجب تخریب ساقه شوند. خوابیدگی گیاهان، جدی‌ترین مشکل بعد از آسیب ساقه است. باد یا بارش سنگین گیاه را به آسانی دچار خوابیدگی می‌کند، برداشت را کند و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. با خسارت شدید ساقه، ترک برداشتن بافت ساقه‌ها و فروپاشی میان‌گره‌ها معمول است (شکل‌های ۸ و ۹). نقطه رشد ظاهراً بلافاصله بعد از سرمازدگی آسیب نمی‌بیند. اگر ساقه آسیب ببیند، در آنصورت نقطه رشد خشک و سفید کدر تا قهوه‌ای می‌شود. همچنین نقطه رشد به سمت بالا رشد نخواهد کرد. از بین رفتن این پنجه‌های اولیه فضا را برای رشد پنجه‌های بعدی که معمولاً به دلیل رقابت شدید به‌طور طبیعی رشد نمی‌کنند، فراهم می‌کند.

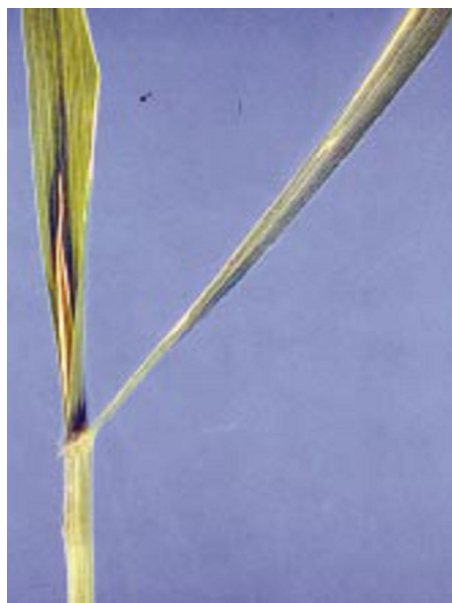


شکل ۴: در گندم نقطه رشد سالم، ظاهر ترد و پرچین و رنگ سبز مایل به سفید دارد.



شکل ۵: چند روز بعد از سرمازدگی، آبدار بودن و رنگ سبز نقطه رشد آسیب‌دیده

از بین می‌رود. با استفاده از ذره‌بین علایم نامشهود سرمازدگی در گندم دیده می‌شود.



شکل ۶: برگ زرد یا نکروتیک بیرون آمده از میان غلاف آخرین برگ ساقه گندم

نشان دهنده نقطه رشد خسارت دیده است.



شکل ۷: رنگ پریدگی و زبری پایین ساقه از علائم

خسارت سرمازدگی بهاره در گندم هستند.



شکل ۸: ترک برداشتن ساقه گندم بر اثر خسارت سرمازدگی شدید.



شکل ۹: فروپاشی میان‌گره‌ها بر اثر خسارت یخبندان شدید

که احتمالاً منجر به ورس گندم می‌شود.

مرحله آبستنی (Boot Stage)

خسارت سرمازدگی در مرحله آبستنی، که در آن سنبله در غلاف برگ پرچم قرار دارد، موجب تعدادی علائم می‌گردد. سرما ممکن است سنبله‌ها را چنان‌که نتوانند به‌طور طبیعی از غلاف برگ پرچم بیرون بیایند در مرحله آبستنی حبس کند. در صورت بروز این اتفاق سنبله‌ها در غلاف برگ پرچم باقی خواهند ماند، جدار آن شکاف برمی‌دارد، یا اولین سنبله اصلی از مرحله آبستنی بیرون می‌آید (شکل ۱۰).

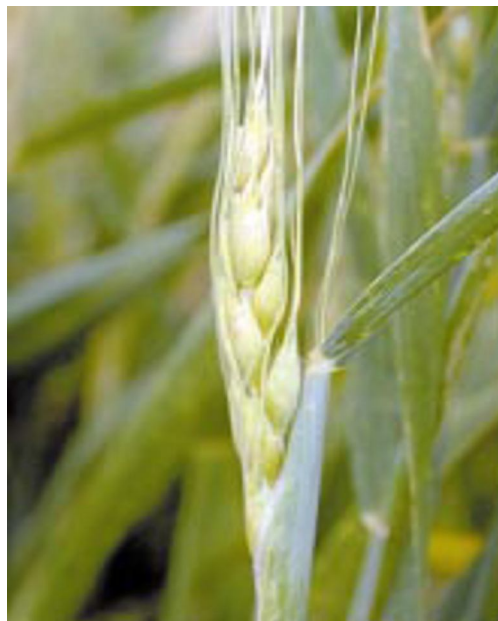
بعضی وقت‌ها، سنبله‌ها بعد از سرمازدگی به‌طور طبیعی از آبستنی بیرون می‌آیند، ولی به‌جای رنگ سبز به رنگ سبز زرد یا حتی سفید ظاهر می‌شوند (شکل ۱۱). در این‌صورت سنبله‌ها از بین رفته‌اند.

اغلب اوقات، فقط اندام نر (پرچم‌ها) گل‌ها به‌خاطر حساسیت بیش‌تر آن‌ها از مادگی نسبت به درجه حرارت‌های پایین در سنبله‌ها می‌میرند. چون گندم گیاه خودگشنی است، بنابراین عقیمی حاصل از سرمازدگی منجر به تشکیل ضعیف و عملکرد پایین دانه می‌گردد. خسارت را می‌توان بلافاصله بعد از سرمازدگی با بررسی پرچم‌های داخل هر گلچه ارزیابی نمود. پرچم‌های جوان سه-حفره‌ای، سبز روشن و متورم هستند و در هنگام خروج از گلچه‌ها و پس از گرده‌افشانی و یا گل‌دهی زردرنگ می‌شوند (شکل ۱۲). پرچم‌ها که هنوز سبز هستند، ۴۸ ساعت بعد از سرمازدگی پیچ‌خورده و چروک می‌شوند (شکل‌های ۱۳ و ۱۴). ولی آن‌ها به-سرعت سفید تا قهوه‌ای مایل به سفید می‌گردند و ممکن است از گلچه‌ها بیرون نیایند (شکل ۱۵). مادگی (شامل کلاله، خامه و تخمدان) ممکن است آسیب ببیند که در آن‌صورت پرچم‌ها نیز آسیب خواهند دید. کلاله به‌طور طبیعی سفید سبزرنگ و ظاهر پرماند دارد. کلاله‌ی سرمازده به‌رنگ سفید کدر تا قهوه‌ای درآمده و باز نمی‌شود. تخمدان نیز به سفید کدر تا قهوه‌ای تغییر رنگ می‌دهد. علائم به‌خوبی با ذره‌بین قابل تشخیص است.

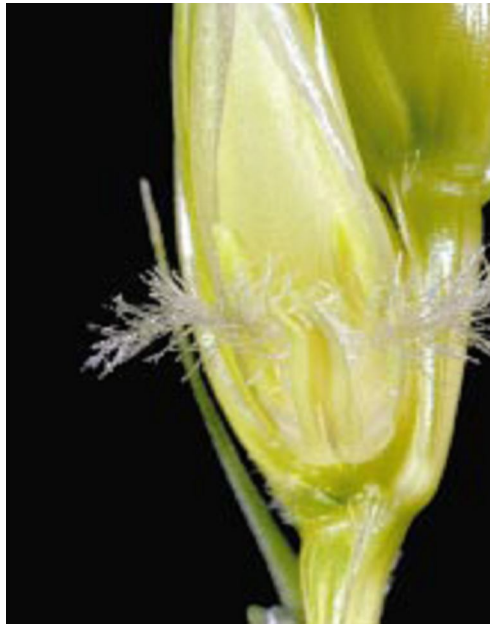
بسیاری از علائم خسارت سرمازدگی در مراحل اولیه ممکن است در مرحله آبستنی هم دیده شوند (شکل ۱۶). برگ‌ها و پایین ساقه‌ها ممکن است علائمی را نشان دهند که در مرحله طویل‌شدن ساقه اشاره شد، ولی این قسمت‌های گیاه کمتر از پرچم-ها حساس هستند. به همین علت مهم است که پرچم‌ها مورد آزمایش قرار گیرند. درجه حرارت‌های پایین که برای وارد کردن خسارت به برگ‌ها و پایین ساقه‌ها کافی است، همواره می‌تواند برای پرچم‌ها نیز کشنده باشد، ولی سرمازدگی با شدت کمتر نیز ممکن است بدون نشان دادن علائم روی قسمت‌های رویشی گیاه (برگ‌ها و ساقه‌ها) موجب نرعی می‌بشود.



شکل ۱۰: سنبله پیچ خورده در سمت راست تصویر در مرحله آبستنی حبس و غلاف شکاف برداشته بود. ریشک‌های سنبله وسطی هنگامی که در مرحله آبستنی بودند آسیب دیدند. قسمتی از سنبله سمت چپ هنگامی که سرمازدگی اتفاق افتاد از غلاف برگ خارج شده بود و بنابراین قسمت بالای آن خسارت دیده است.



شکل ۱۱: این سنبله در حال خروج طبیعی از غلاف برگ پرچم می‌باشد، ولی ظاهر زرد و آب‌کشیده آن به‌جای سنبله سبز و شاداب نشان‌دهنده آسیب سرمازدگی گندم است.



شکل ۱۲: پرچم‌های سالم گندم قبل از گرده افشانی سه‌وجهی، سبزروشن و متورم هستند. هر گلچه گندم دارای سه پرچم است. مادگی سالم سفید بوده و ظاهری پرماند دارد.



شکل ۱۳: پرچم‌ها که پیچ‌خورده و چروک می‌شوند، ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از سرمازدگی هنوز هم رنگ طبیعی دارند. با ذره‌بین این علائم بهتر تشخیص داده می‌شوند.



شکل ۱۴: تصویر بزرگ‌نمایی شده پرچم‌های پیچ‌خورده

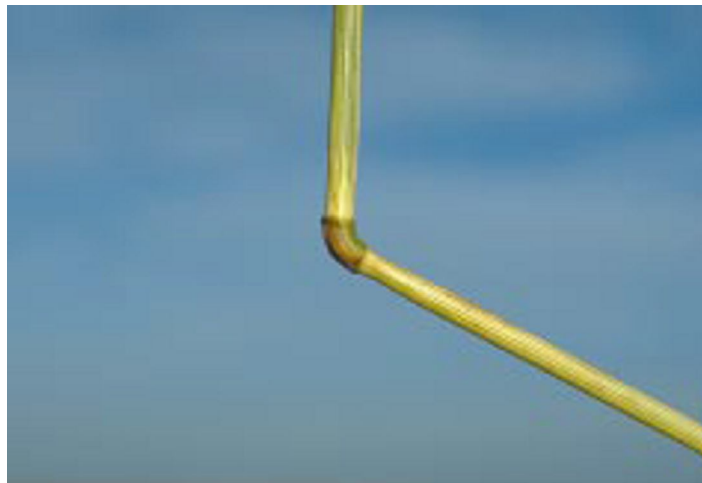
و کلاله‌ی سفیدرنگ باز نشده در شکل ۱۳.



شکل ۱۵: در صورت بروز خسارت سرمازدگی، پرچم‌ها بعد از ۳ تا ۵ روز

سفیدرنگ شده و در نهایت به قهوه‌ای مایل به سفید تغییر می‌کنند.

پرچم‌ها گرده‌افشانی نخواهند کرد و از گلچه‌ها بیرون نمی‌آیند.



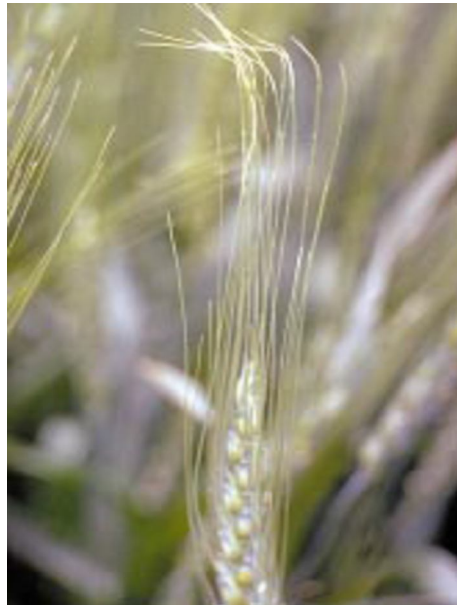
شکل ۱۶: خسارت به پایین ساقه و گره‌ها در مراحل آبستنی و ظهور سنبله اتفاق می‌افتد.

آسیب یخبندان موجب بزرگ‌شدن گره‌ها می‌شود و ساقه‌ها خمیده شده یا ظاهر کج دارند.

مرحله ظهور سنبله (Heading Stage)

سنبله‌های گندم معمولاً طی اولین سه هفته ماه مه (اردیبهشت - م) از مرحله آبستنی خارج می‌شوند. بیش‌ترین علائم آسیب یخبندان در این مرحله از جمله عقیمی، خشک‌شدن برگ‌ها، و ایجاد زخم در ساقه‌های پایینی مشابه علائم مراحل اولیه رشد هستند. با وجود این، آشکارترین علامت معمولاً کلروز یا سفیدشدن ریشک‌ها است، به‌طوری‌که آن‌ها به‌جای رنگ سبز طبیعی خود سفید می‌گردند (شکل ۱۷). درجه حرارت پایین یا یخبندان که به ریشک‌ها صدمه می‌زند ممکن است اندام‌های نر گل را نیز از بین ببرد (شکل ۱۸).

"حلقه سرمازدگی" سبز روشن یا سفید ممکن است چند روز بعد از وقوع درجه حرارت پایین، در دو تا پنج سانتی‌متر پایین‌تر از سنبله‌ها دور ساقه‌ها ایجاد شود (شکل ۱۹). این ناحیه از بافت زردشده نشان‌دهنده اتصال ساقه و برگ پرچم در زمان وقوع یخبندان می‌باشد. حلقه سرمازدگی همانند گیاهان آسیب‌دیده ممکن است روی گیاهانی که نشانی از سایر علائم خسارت را ندارند نیز مشاهده شود. به‌نظر نمی‌رسد که این حلقه سرمازدگی مانع جابجایی مواد غذایی از گیاه به‌سمت دانه در حال رشد باشد. با وجود این، با رسیدن گیاه سنبله‌ها ممکن است از بالای محل حلقه سرمازدگی بشکنند. این ممکن است در سنبله‌های خوب پرشده و سنگین و بخصوص در شرایط وزش باد اتفاق بیفتد.



شکل ۱۷: علائم خسارت یخبندان جزئی ممکن است فقط در ریشک‌های سنبله در حال خروج از مرحله آبستنی یا بعد از ظهور سنبله اتفاق بیفتد. ریشک‌ها پیچ‌خورده و سفید می‌شوند، یا بجای رنگ سبز طبیعی به رنگ سفید در می‌آیند. ممکن است به سایر قسمت‌های گیاه آسیب وارد نیاید.



شکل ۱۸: آسیب یخبندان در مرحله ظهور سنبله موجب زرد شدن گلوم‌ها می‌شود و بجای رنگ سبز و متورم ظاهر آب‌کشیده داشته باشند. دم‌گلچه، ساقه کوتاه متصل‌کننده گلچه به سنبله، ممکن است به رنگ قهوه‌ای مایل به ارغوانی که نشان‌دهنده خسارت می‌باشد درآید.



شکل ۱۹: حلقه سفیدرنگی که در محل اتصال ساقه و برگ پرچم

در زمان وقوع یخبندان دور ساقه ایجاد می‌شود.

مرحله گل‌دهی (گرده‌افشانی) [(Flowering (Anthesis) Stage)]

گندم معمولاً حدود یک هفته بعد از ظهور سنبله‌ها گل می‌دهد. علائم خسارت سرمازدگی در مراحل گل‌دهی و سنبله-دهی تقریباً شبیه هم هستند.

مرحله گل‌دهی حساس‌ترین مرحله به سرمازدگی در گندم است. تغییرات جزئی دما، مدت زمان قرار گرفتن در معرض سرما، یا سایر شرایط موجب تفاوت‌های زیاد در میزان خسارت می‌شوند.

در معرض درجه حرارت پایین قرار گرفتن در مرحله گل‌دهی، اندام نر گل‌ها را از بین می‌برد و مانند آنچه که در مراحل آبستنی و ظهور سنبله اشاره شد، موجب عقیمی می‌گردد. پرچم‌ها بعد از سرمازدگی بجای رنگ سبز روشن یا زرد طبیعی، سفید و خشک یا چروکیده می‌شوند.

به‌دلیل حساسیت بالا خسارت سرمازدگی در مرحله گل‌دهی موجب عقیمی کامل یا جزئی می‌شود و سنبله‌ها به‌طور کامل یا قسمتی پوک می‌گردند.

گل‌دهی از گلچه‌های میانی سنبله‌های گندم تا گلچه‌های بالا و پایین سنبله‌ها در یک دوره ۲ تا ۴ روزه انجام می‌گیرد. این اختلاف جزئی در مرحله گل‌دهی، در صورت سرمازدگی خساراتی را موجب می‌شود که در (شکل ۲۰) نشان داده شده است. وسط یا یک یا دو انتهای سنبله‌ها به‌خاطر مرحله حساس گلچه‌های آن‌ها هنگام وقوع یخبندان ممکن است خالی از دانه باشند. با وجود این، به‌دلیل اینکه در زمان وقوع یخبندان در بعضی قسمت‌های سنبله گل‌دهی شروع نشده یا هنوز کامل نشده باشد، در این قسمت‌های سنبله‌ها ممکن است دانه تشکیل شود.



شکل ۲۰: به خاطر عدم همزمانی مرحله گل‌دهی، به‌عنوان حساس‌ترین مرحله به یخبندان،

در همه گلچه‌ها، خسارت ممکن است در قسمت‌های مختلف سنبله اتفاق بیفتد.

مرحله شیری دانه (Milk Stage)

دانه‌های جوان در حال رشد در مدت ۱۲ تا ۱۴ روز بعد از گل‌دهی به‌طور طبیعی به اندازه (حجم) کامل رشد می‌کنند، ولی تا مدت دو هفته دیگر به وزن بیشینه دانه نمی‌رسند (شکل‌های ۲۱ و ۲۲). بعد از وقوع درجه حرارت‌های پایین دانه‌های آسیب‌دیده احتمالاً از رشد باز می‌مانند. دانه‌های آسیب‌دیده همچنین ممکن است بجای رنگ سبز روشن طبیعی و ظاهر گوشتی، سفید یا خاکستری و ظاهر زبر و چروک به‌خود بگیرند (شکل ۲۳). هوای خنک بروز این علائم را بیش‌تر به تاخیر می‌اندازد، بنابراین عدم رشد دانه‌ها ممکن است نشانه اصلی خسارت باشد.

دانه‌هایی که در مرحله شیری به‌طور جزئی آسیب می‌بینند، ممکن است اندازه طبیعی داشته باشند، ولی در مرحله رسیدگی سبک و چروکیده می‌شوند. بررسی این دانه‌ها قبل از رسیدگی، مانند ابتدای مرحله خمیری، ممکن است نشان دهد محتوی آن‌ها بجای رنگ سفید و حالت چسبناک در این مرحله خاکستری و حالت مایع دارد (شکل ۲۴). داخل محور سنبلچه، ساقه کوچکی که سنبلچه‌ها را به محور سنبله متصل می‌کند نیز ممکن است بجای رنگ روشن تیره باشد، و سنبلچه‌ها به‌آسانی از محور سنبله جدا شوند. این علائم بر اثر زوال تدریجی بافت‌ها بوجود می‌آیند و معمولاً تا مدت یک هفته یا بیش‌تر بعد از وقوع سرمازدگی دیده نمی‌شوند.

گندمی که بر اثر سرمازدگی در مرحله شیری آسیب‌دیده است، اغلب در مرحله رسیدگی به‌آسانی می‌ریزد و دانه‌های چروکیده موجب کاهش وزن دانه می‌شوند. آسیب سرمازدگی ممکن است جوانه‌زنی را نیز به‌طور جدی کاهش دهد.



شکل ۲۱: مدت کوتاهی پس از گرده‌افشانی، دانه‌های سالم شروع به رشد می‌کنند و رنگ سبز مایل به سفید دارند.



شکل ۲۲: دانه‌های سالم در حال رشد حاوی مایع صاف می‌باشند.



شکل ۲۳: رشد دانه بلافاصله بعد از خسارت سرمازدگی متوقف می‌شود.

دانه‌های خسارت‌دیده خاکستری مایل به سفید، زبر و چروکیده می‌شوند.



شکل ۲۴: این دانه‌های سالم در مرحله شیری تا ابتدای خمیری حاوی مایع سفیدرنگی هستند. دانه‌های خسارت‌دیده

حاوی مایع خاکستری تا قهوه‌ای می‌باشند، که چسبناکی کمتری نسبت به مایع سفید دانه‌های سالم دارند.

مرحله خمیری (Dough Stage)

دانه‌های گندم در اواسط مرحله خمیری که در حد فاصل اواخر ماه مه (اردیبهشت-م) تا اوایل ماه ژوئن (خرداد-م) می‌باشد به اندازه و تقریبا وزن کامل می‌رسند. گندم به دلیل رشد تقریبا کامل و احتمال کاهش رطوبت دانه، معمولا در این مرحله در مقایسه با مراحل اولیه رشد بهاره به درجه حرارت‌های پایین مقاوم‌تر است. تنها نشانه قابل رویت آسیب یخبندان در مرحله خمیری ممکن است ظاهر چین خورده ناخوشایند و اندکی کاهش وزن حجمی دانه‌ها باشد.

جدی‌ترین اثر و پی‌آمد آسیب یخبندان در مرحله خمیری کاهش جوانه‌زنی دانه‌ها است. جنین معمولا مقدار رطوبت بیش‌تری نسبت به سایر قسمت‌های دانه دارد، و محتوی و ساختار سلولی پیچیده آن را در برابر یخبندان آسیب‌پذیرتر می‌کند.

مدیریت خسارت سرمازدگی گندم

❖ برداشت دانه

اغلب اوقات یخبندان فقط به قسمتی از سنبله گندم یا فقط به گیاهانی در قسمت‌های خاصی از مزارع مانند نواحی پست آسیب می‌زند. به‌علاوه، پنجه‌های تازه که به‌طور طبیعی تولید معنی‌داری ندارند، ممکن است بعد از یخبندان، به‌ویژه وقوع یخبندان در مراحل اولیه رشد بهاره، به‌سرعت رشد کنند. این پنجه‌های تازه ممکن است در صورتی که شرایط آب‌وهوایی بعد از سرمازدگی مناسب باشد محصول قابل توجهی تولید کنند. با وجود این، شرایط گرم و خشک معمولا از تولید محصول قابل ملاحظه توسط پنجه‌های دیر موقعی که سرمازدگی در مراحل پایانی رشد بهاره اتفاق می‌افتد، جلوگیری می‌کند.

زمانی که خسارت جزئی است، زمانی که عملیات مدیریتی جایگزین ممکن است سیستم‌های تناوبی ایجادشده را بهم بریزد، یا زمانی که کاربری‌ها و محصولات جایگزین خوب در دسترس نباشند، احتمالا بهترین عملیات مدیریتی شکیبایی است. بجز در شدیدترین موارد، گندمی که خسارت دیده است اغلب محصولی تولید می‌کند که ارزش آن از هزینه برداشت و حمل‌ونقل بیش‌تر می‌باشد. با وجود این، احتمال بروز خوابیدگی ناشی از صدمه به پایین ساقه که برداشت را کند می‌کند، و افزایش افت ناشی از ریزش دانه‌های آسیب‌دیده از یخبندان ممکن است باعث افزایش هزینه برداشت شود که در بعضی مواقع مقرون بصرفه نیست.

دانه تولیدی از گندمی که در مراحل بعد از گل‌دهی از یخبندان خسارت‌دیده‌اند، غالبا برای پخت نان کیفیت پایینی دارد. محصول تولیدی ممکن است دارای وزن حجمی پایین، دانه‌های چروکیده و بی‌رنگ، و دانه‌ها مخلوطی از اندازه‌ها و تاریخ رسیدن-های مختلف باشد.

از دانه گندم چروکیده یا با جوانه‌زنی ضعیف خوراک دام بسیار خوبی تولید می‌شود. معمولا مقدار پروتئین بالایی دارد که می‌تواند تا حدودی جای تامین پروتئین از سایر منابع را جبران بکند. دانه گندم باید به تدریج تا یک هفته به جیره غذایی دام اضافه شود. در صورت عدم مواجهه با مشکل می‌تواند بیش از یک‌سوم تا یک‌دوم از کل دانه در جیره را تشکیل بدهد.

❖ مصرف بذری

جوانه‌زنی بذری که از گیاهان آسیب‌دیده از سرمازدگی برای مصارف بذری بکار می‌رود باید قبل از کشت کنترل شود. بذر بیش‌تر ارقام گندم یک دوره خواب طبیعی دارند که موجب جوانه‌زنی ضعیف برای چند هفته بعد از برداشت می‌شود. قبل از آزمون جوانه‌زنی باید شوک سرما بر روی بذر اعمال شود، یا باید آزمایش‌های جوانه‌زنی تا چهار هفته بعد از برداشت به تاخیر افتد. بعد از برداشت در صورت کندی جوانه‌زنی و پایین بودن درصد جوانه‌زنی پس از چهار هفته یا بیش‌تر، دانه این گندم نباید برای مصرف بذری مصرف شود. برای اینکه حتی اگر درصد جوانه‌زنی بالا هم باشد جوانه‌زنی در مزرعه ضعیف خواهد بود، به هیچ عنوان نباید از بذر چروکیده در اثر خسارت سرمازدگی استفاده شود. به‌علاوه، بذر چروکیده گیاهچه‌هایی با بنیه ضعیف تولید می‌کنند که معمولاً عملکرد کمتری نسبت به گیاهچه‌های حاصل از بذر گندم با کیفیت دارند.

کیفیت بذر حاصل از گندم سرمازده ممکن است با فرآوری مناسب بذر بهبود یابد. هنگامی که خسارت گسترده و تامین بذر برای سال بعد ناکافی است، این امر می‌تواند بسیار مهم باشد.

با انجام عملیات فرآوری نظیر جداسازی بذرهای کوچک، چروکیده، و یا نارس و نگهداری بذر درشت و افزایش وزن حجمی آن به سطح قابل قبول تا حدودی بهبود می‌یابد. مقدار بوجاری بذر بستگی به شدت خسارت یخبندان دارد، ولی ممکن است زیاد باشد. جوانه‌زنی بذر بدست‌آمده پس از فرآوری و پس از هر دوره انبارداری باید آزمایش شود. بذر فرآوری‌شده در صورتی - که در شرایط مناسب نگهداری شود معمولاً قوه نامیه بالا را برای مدت یک سال حفظ می‌کند.

❖ مصرف علوفه یا سیلویی

در صورت نیاز به علوفه یا وجود بازار برای عرضه آن و قابل دسترس بودن ادوات، برداشت گندم خسارت‌دیده از سرمازدگی برای استفاده از کاه یا مصرف سیلویی آن ممکن است اقتصادی‌ترین و عملی‌ترین نوع مدیریت باشد. کیفیت علوفه کاه یا علوفه سیلویی در مرحله خمیری نرم خوب است. علاوه بر این ممکن است لازم باشد که گندم‌های خسارت‌دیده را از بین برد تا در صورت کشت محصولات دیگر در آن مزرعه به‌عنوان علف‌های هرز نباشند. همچنین معمولاً خارج کردن قسمت‌های رویشی گندم از مزرعه به‌جای زیر خاک کردن آن به منظور جلوگیری از هدر رفتن رطوبت زیاد خاک مطلوب می‌باشد.

میزان نیترات گندمی که برای علوفه یا سیلو کردن استفاده می‌شود باید کنترل گردد تا از خطر مسمومیت برای دام اجتناب شود. با توجه به اینکه سرمای دیررس بهاره معمولاً فقط به قسمت‌های خاصی از سنبله گندم خسارت می‌زند و بندرت کل گیاه را از بین می‌برد، ممکن است گیاه به جذب نیترات از خاک ادامه دهد ولی فاقد دانه در حال رشد برای استفاده از نیتروژن باشد. در این شرایط ممکن است نیترات در اندام‌های رویشی تجمع یابد و دام را مسموم کند، مگر اینکه خوراک دام با مقادیر کافی از خوراک دام با محتوی نیترات پایین رقیق شود.

گاو که از علوفه یا سیلوی حاصل از گندمی که بعد از مرحله گل‌دهی (گرده‌افشانی) تهیه شده باشد، تغلیف کند باید با - دقت برای احتمال بروز بیماری آکتینومیکوزیس (Actinomycosis)، که عموماً به‌نام آرواره بزرگ یا ورم آرواره شناخته می‌شود،

معاینه گردد. مشکل وقتی پدیدار می‌شود که بافت‌های داخل دهان گاو با ریشک‌های گندم سوراخ شده و آلوده می‌شوند. موقعی که گندم در مراحل اولیه رسیدن برداشت می‌شود و نیز هنگامی که تعلیف دام بجای گاه با علوفه سیلوشده باشد، احتمال بروز آکتینومیکوزیس کمتر است.

❖ محصولات جایگزین

معمولا بعد از تشخیص زود هنگام خسارت سرمای بهاره به گندم، برای کشت محصولات دیگر وقت زیادی باقی است. محتمل‌ترین امکان محصولات جایگزین سویا و سورگوم در شرق کانزاس و سورگوم در غرب کانزاس می‌باشند. اگر خسارت زود تشخیص داده شود و پروفیل خاک حداقل به عمق ۳ فوت (معادل حدود یک متر- م) رطوبت داشته یا آبیاری قابل دسترس باشد، محصولات جایگزین دیگر آفتابگردان یا ذرت می‌باشند.

اگر گندم خسارت‌دیده برای استفاده از گاه یا مصرف سیلویی برداشت نشود، ضروری است برای جلوگیری از اینکه در مزرعه محصول جایگزین علف هرز نشود با علف‌کش یا شخم از بین برود. این کار از آن جهت ضرورت دارد که بندرت یخبندان کل گیاه را از بین می‌برد. اگر گندم برداشت نشود باید برای جلوگیری از خشک شدن سریع خاک، آن را در مزرعه خرد و پخش کرد.

با تناوب (گندم- آیش) یا (گندم- سورگوم- آیش)، یک محصول جایگزین، معمولا سورگوم یا آفتابگردان در زمین آیش دارای رطوبت کافی کاشته می‌شود. اگر بقایای علف‌کشی که برای از بین بردن گندم مصرف‌شده در خاک باقی بماند، ممکن است گزینه‌های محصولات زراعی جایگزین را محدود سازد. زمین گندم خسارت‌دیده می‌تواند در تابستان آیش گذاشته شود و در پاییز دوباره گندم کشت گردد. این برنامه کشت نیازمند شرایط رطوبتی بهتر از متوسط برای هر دو محصول کاشت‌شده در بهار و کشت گندم در پاییز است.

قبل از معدوم کردن مزرعه گندم خسارت‌دیده از سرمایه‌دگی و کشت یک محصول جایگزین، کشاورزان باید هزینه‌های تولید، بجز برداشت و حمل‌ونقل را که متحمل شده‌اند مورد ارزیابی قرار دهند. کشت هر محصول جدید هزینه‌های تولید و ثابت خود را خواهد داشت. بنابراین، میزان درآمد محصول جدید نسبت به هزینه‌های تولید آن باید بیش‌تر از ارزش گندم و هزینه‌های برداشت و حمل‌ونقل آن باشد تا محصول جدید با ارزش و تولید آن از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد.

شرح شکل‌ها و جداول

❖ شکل‌ها

شکل ۱: درجه حرارت‌هایی که موجب خسارت سرمازدگی در مراحل مختلف رشد گندم زمستانه می‌شوند. گندم زمستانه به سرعت مقاومت‌اش را در دوره رشد بهاره از دست می‌دهد و به‌آسانی از سرمای دیررس آسیب می‌بیند.

شکل ۲: نوک‌سوختگی و زردی برگ از علائم معمول سرمازدگی بهاره در مرحله پنجه‌زنی گندم است.

شکل ۳: خسارت خیلی شدید سرمازدگی موجب تغییر رنگ کل برگ به سفید مایل به زرد و افتادگی بوته‌های گندم می‌شود. ممکن است بعد از چند روز بوی علف سیلوشده از مزرعه استشمام گردد.

شکل ۴: در گندم نقطه رشد سالم، ظاهر ترد و پرچین و رنگ سبز مایل به سفید دارد.

شکل ۵: چند روز بعد از سرمازدگی، آبدار بودن و رنگ سبز نقطه رشد آسیب‌دیده از بین می‌رود. با استفاده از ذره‌بین علائم نامشهود سرمازدگی در گندم دیده می‌شود.

شکل ۶: برگ زرد یا نکروتیک بیرون‌آمده از میان غلاف آخرین برگ ساقه گندم نشان‌دهنده نقطه رشد خسارت‌دیده است.

شکل ۷: رنگ‌پریدگی و زبری پایین ساقه از علائم خسارت سرمازدگی بهاره در گندم هستند.

شکل ۸: ترک برداشتن ساقه گندم بر اثر خسارت سرمازدگی شدید.

شکل ۹: فروپاشی میان‌گره‌ها بر اثر خسارت یخبندان شدید که احتمالا منجر به ورس گندم می‌شود.

شکل ۱۰: سنبله پیچ‌خورده در سمت راست تصویر در مرحله آبستنی حبس و غلاف شکاف برداشته بود. ریشک‌های سنبله وسطی هنگامی که در مرحله آبستنی بودند آسیب دیدند. قسمتی از سنبله سمت چپ هنگامی که سرمازدگی اتفاق افتاد از غلاف برگ خارج شده بود و بنابراین قسمت بالای آن خسارت دیده است.

شکل ۱۱: این سنبله در حال خروج طبیعی از غلاف برگ پرچم می‌باشد، ولی ظاهر زرد و آب‌کشیده آن به‌جای سنبله سبز و شاداب نشان‌دهنده آسیب سرمازدگی گندم است.

شکل ۱۲: پرچم‌های سالم گندم قبل از گرده افشانی سه‌وجهی، سبزروشن و متورم هستند. هر گلچه گندم دارای سه پرچم است. مادگی سالم سفید بوده و ظاهری پرماند دارد.

شکل ۱۳: پرچم‌ها که پیچ‌خورده و چروک می‌شوند، ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از سرمازدگی هنوز هم رنگ طبیعی دارند. با ذره‌بین این علائم بهتر تشخیص داده می‌شوند.

شکل ۱۴: تصویر بزرگ‌نمایی شده پرچم‌های پیچ‌خورده و کلاله‌ی سفیدرنگ بازنشده در شکل ۱۳.

شکل ۱۵: در صورت بروز خسارت سرمازدگی، پرچم‌ها بعد از ۳ تا ۵ روز سفیدرنگ شده و در نهایت به قهوه‌ای مایل به سفید تغییر می‌کنند. پرچم‌ها گرده‌افشانی نخواهند کرد و از گلچه‌ها بیرون نمی‌آیند.

شکل ۱۶: خسارت به پایین ساقه و گره‌ها در مراحل آبستنی و ظهور سنبله اتفاق می‌افتد. آسیب یخبندان موجب بزرگ‌شدن گره‌ها می‌شود و ساقه‌ها خمیده شده یا ظاهر کج دارند.

شکل ۱۷: علائم خسارت یخبندان جزئی ممکن است فقط در ریشک‌های سنبله‌های در حال خروج از مرحله آبستنی یا بعد از ظهور سنبله اتفاق بیفتد. ریشک‌ها پیچ‌خورده و سفید می‌شوند، یا به رنگ سفید بجای رنگ سبز طبیعی آن‌ها مشاهده می‌شوند. ممکن است به سایر قسمت‌های گیاه آسیب وارد نیاید.

شکل ۱۸: آسیب یخبندان در مرحله ظهور سنبله موجب زردشدن گلوم‌ها می‌شود و به‌جای رنگ سبز و متورم ظاهر آب‌کشیده داشته باشند. دم‌گلچه، ساقه کوتاه متصل‌کننده گلچه به سنبله، ممکن است به رنگ قهوه‌ای مایل به ارغوانی که نشان‌دهنده خسارت می‌باشد درآید.

شکل ۱۹: حلقه سفیدرنگی که در محل اتصال ساقه و برگ پرچم در زمان وقوع یخبندان دور ساقه ایجاد می‌شود.

شکل ۲۰: به‌خاطر عدم همزمانی مرحله گل‌دهی، به‌عنوان حساس‌ترین مرحله به یخبندان، در همه گلچه‌ها، خسارت ممکن است در قسمت‌های مختلف سنبله اتفاق بیفتد.

شکل ۲۱: مدت کوتاهی پس از گرده‌افشانی، دانه‌های سالم شروع به رشد می‌کنند و رنگ سبز مایل به سفید دارند.

شکل ۲۲: دانه‌های سالم در حال رشد حاوی مایع صاف می‌باشند.

شکل ۲۳: رشد دانه بلافاصله بعد از خسارت سرمازدگی متوقف می‌شود. دانه‌های خسارت‌دیده خاکستری مایل به سفید، زبر و چروکیده می‌شوند.

شکل ۲۴: این دانه‌های سالم در مرحله شیری تا ابتدای خمیری حاوی مایع سفیدرنگی هستند. دانه‌های خسارت‌دیده حاوی مایع خاکستری تا قهوه‌ای می‌باشند، که چسبناکی کمتری نسبت به مایع سفید دانه‌های سالم دارند.

❖ جداول:

جدول ۱: درجه حرارت‌هایی که موجب بروز خسارت سرمازدگی در مراحل رشد بهاره گندم می‌شوند، علائم و اثر خسارت سرمازدگی بهاره بر عملکرد.

جدول ۲: احتمال (%) بروز یخبندان ($^{\circ}\text{C}$) در مناطق مختلف ایالت کانزاس.

واژه‌های بکاررفته در این کتابچه (م)

آکتینومیکوزیس (Actinomycosis)

آکتینومیکوزیس، نوعی بیماری مزمن که انسان و حیوان در اثر عامل (Actinomycets boris) می‌گیرند. این دسته‌ای از قارچ‌ها هستند که در خاک یافت می‌شوند.

گرده‌افشانی (Anthesis)

ریشک‌ها (Awn)

مرحله آبستنی (Boot stage)

زردی یا کلروزه (Chlorosis)

مرحله خمیری (Dough stage)

گندم زودرس (Early maturing wheat)

گلچه (Floret)

نقطه رشد (Growing point)

مرحله ظهور سنبله (Heading stage)

ارقام اصلاح‌شده (Improved varieties)

مرحله طویل‌شدن ساقه (Jointing stage)

نر عقیمی (Male sterility)

ریزجانداران (Microorganisms)

مرحله شیری دانه (Milk stage)

ارقام جدید (Modern varieties)

گندم دیررس (Late maturing wheat)

تخمندان (Ovary)

محور سنبلچه (Rachilla)

تناوب (Rotation)

سنبله (Spike)

سنبلچه (Spikelet)

سرمازدگی بهاره (Spring freeze)

گره ساقه (Stem node)

گلوم‌های عقیم (Sterile glumes)

کلاله (Stigma)

خامه (Style)

سنبلچه انتهایی یا بالایی (Terminal spikelet)

مرحله پنجه‌زنی (Tillering stage)