

نشریه فنی

خسارت سرمازدگی و راه‌های مقابله با آن در زراعت گندم دیم

نویسندگان:

رضا محمدی
رحمان رجبی
رضا حق پرست

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

نشریه فنی
خسارت سرمازدگی و راه‌های مقابله با آن در زراعت گندم
دیم

نویسندگان:

رضا محمدی

رحمان رجبی

رضا حق پرست

این نشریه به شماره ۵۶۷۳۴ در تاریخ ۱۳۹۸/۱۰/۹ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی

به ثبت رسید

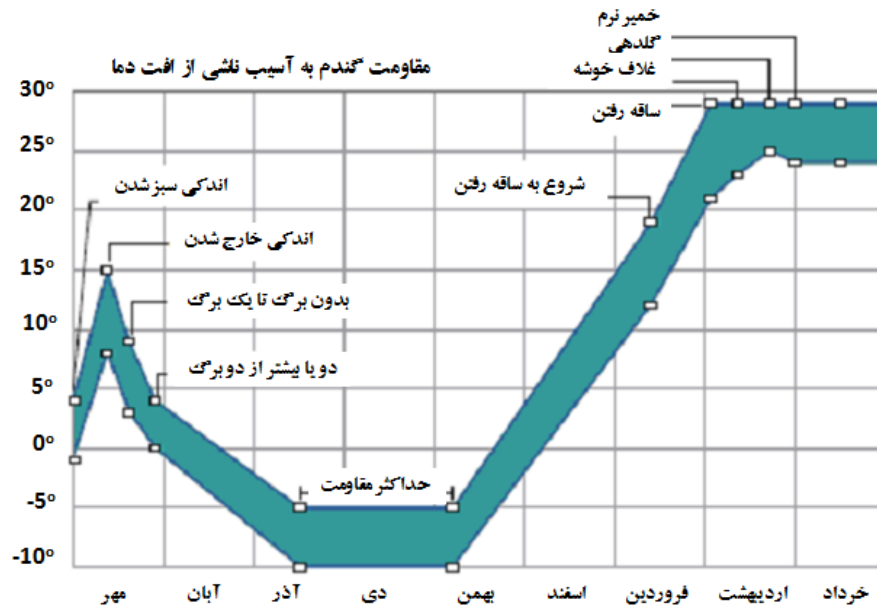
مقدمه

احتمال وقوع سرما در بیش از ۹۳ درصد از اراضی دنیا وجود دارد و ۸۱ درصد از این مناطق در معرض یخبندان قرار دارند، بنابراین در اغلب مناطق معتدله‌ی کره زمین رشد و نمو گیاهان تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد. تغییرات آب و هوایی از جمله عواملی است که همواره در میزان تولید غلات در بسیاری از مناطق مؤثر بوده است (Nilsen and Orcutt, 1996; Steponkus *et al.*, 1993). در نتیجه وقوع سرمای شدید در برخی سال‌ها، بقاء و رشد و نمو گیاهان زراعی زمستانه به ویژه غلات تحت تأثیر قرار گرفته و عملکرد آنها کاهش می‌یابد گزارش‌ها نشان می‌دهد که میزان زیان اقتصادی سرما و یخبندان بر محصولات زراعی کشور از جمله گندم و جو به مراتب بیشتر از زیان‌های سایر پدیده‌های مخرب جوی و حتی گاهی بیشتر از خسارت آفات و بیماری‌ها است. در مناطق سردسیر و معتدل ایران گیاهان ممکن است در معرض انواع تنش‌های زمستانه به ویژه تنش سرمازدگی قرار گیرند. گندم یکی از گیاهانی است که در طول دوره رشد خود با شرایط آب و هوای نامساعد مواجه می‌شود. در این شرایط، بروز سرمای شدید در زمستان ممکن است رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار داده و منجر به کاهش عملکرد شود. جهت موفقیت در تولید گندم پاییزه، تحمل به سرما در این گیاه امری ضروری است و ارقامی که قادر به تحمل شرایط سخت زمستان باشند از تولید و عملکرد بالقوه‌ای برخوردار خواهند بود. خسارت درجه حرارت پایین در طول زمستان و بخصوص بهار می‌تواند مخرب باشد. مقاومت نسبت به سرمای زمستان به همراه مدیریت مناسب زراعی در برخی ارقام می‌تواند در کاهش خسارت و از بین رفتن محصول گندم موثر باشد. گندم وقتی که در بهار شروع به رشد می‌کند، نسبت به درجه حرارت پایین مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد، بنابراین سرمازدگی در این زمان خسارت جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد. خسارت سرما زدگی بهاره به گندم در شرایط مختلفی ممکن است اتفاق بیفتد. خسارت معمولاً زمانی اتفاق می‌افتد که کاهش دما هم زمان با مراحل حساس رشد گندم (ساقه‌دهی، آبستنی و گل‌دهی) روی می‌دهد. خسارت ممکن است وسیع باشد و یا اینکه فقط قسمتی از مزرعه دچار خسارت شود. خسارت ناشی از سرمازدگی در گندم زودرس بیشتر از گندم دیررس می‌باشد (Warrick and Miller, 1999). در ارقام زودرس معمولاً "با توجه به سرعت رشد اولیه این ارقام و به دلیل اینکه این ارقام زودتر وارد مرحله زایشی می‌گردند ممکن است مرحله زایشی همراه با سرمای دیررس بهار باشد، لذا میزان حساسیت در این ارقام نسبت به ارقام دیررس می‌تواند بیشتر باشد. لازم بذکر است که حساسیت به سرما زدگی با پیشرفت روند رشد گندم به سمت مرحله گلدهی افزایش می‌یابد. بر اساس گزارش‌های موجود بین ارقام مختلف گندم از نظر مقاومت به سرمازدگی تفاوت وجود دارد که دلیل آن تفاوت در مراحل مختلف رشد ارقام مختلف گندم می‌باشد، به طوری که در یک مرحله رشدی

خاص بین واریته‌های مختلف گندم تفاوت کمی از نظر مقاومت به سرما وجود دارد. از این رو شانس کمی برای ایجاد مقاومت به سرما وجود دارد. به عنوان مثال مرحله گلدهی به تنش سرما بسیار حساس است و ارقامی که زودتر به این مرحله برسند بیشتر خسارت می‌بینند. گندمی که در شرایط آب و هوایی مساعد و خاک حاصلخیز به خصوص از نظر نیتروژن رشد کرده باشد به سرمازدگی حساس‌تر است زیرا در این حالت بافت‌های گندم دارای آب بیشتری می‌باشد. تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب گیاه و افزایش مقاومت گیاه به سرما می‌شود. رطوبت فراوان خاک، هوای سرد و حاصلخیزی خاک باعث کند شدن ورود به مرحله زایشی گیاه و کاهش خسارت سرما زدگی می‌شود. در عوض گیاهانی که شرایط رشد مطلوبی ندارند، مراحل رشد را سریع‌تر طی می‌نمایند و بیشتر در معرض سرمازدگی قرار دارند (Warrick and Miller,1999; Saulescu and Brawn, 2001).

درجه حرارت‌هایی که باعث سرمازدگی بهاره می‌شود

در گندم زمستانه یک فرایند پیچیده مقاومت به سرما از پاییز تا زمستان طی می‌شود. این مقاومت زمستانه به سرما به سرعت با شروع رشد در بهار از دست می‌رود. ولی مقاومتی جزئی در گیاه باقی می‌ماند. دماهای پایین (سرد) که باعث خسارت به گندم زمستانه بعد از "سرما سختی" (Hardening) در پاییز می‌شوند و عدم "سرما سختی" در بهار می‌گردند در شکل ۱ نشان داده شده است. گندم در مرحله آبستنی، خوشه دهی و شروع گرده افشانی به سرما بسیار حساس است. درجه حرارت‌های زیر درجه حرارت یخ‌زدگی می‌توانند در مراحل مذکور باعث خسارت به گندم شود و به میزان قابل توجهی عملکرد دانه را کاهش دهند. درجه خسارت ناشی از سرمازدگی بهاره در گندم به طول مدت و میزان سرما بستگی دارد. خسارت سرما در یک دوره طولانی بسیار بیشتر از خسارت آن در یک دوره کوتاه با درجه حرارت مشابه می‌باشد. درجه حرارت‌هایی که باعث سرمازدگی می‌شوند در شکل ۱ و جدول ۱ نشان داده شده است. میزان خسارت‌های ذکر شده در جدول ۱ بر اساس کاهش دما به مدت ۲ ساعت می‌باشد. با کاهش مدت زمان قرار گرفتن گیاه در مقابل سرما خسارت ناشی از آن نیز کاهش می‌یابد. فاکتورهای متعددی مانند مرحله رشدی گیاه، محتوای آب گیاه و مدت زمان سرمازدگی در سرمازدگی بهاره موثر هستند. این امر پیش‌بینی میزان خسارت را با مشکل مواجه می‌کند. همچنین وجود مسائلی نظیر تفاوت در ارزیابی ایستگاه‌های هواشناسی و توپوگرافی در مزارع مختلف گندم و حتی یک مزرعه، پیش‌بینی را مشکل‌تر می‌کند (Klein and Lyon, 2006).



شکل ۱) میزان مقاومت گندم به خسارت سرما در مراحل مختلف رشد (Klein and Lyon, 2006)

جدول ۱- علائم سرمازدگی در گندم و اثر آن بر روی عملکرد دانه

مرحل رشدی	درجه حرارت °C (به مدت ۲ ساعت)	نشانه های اولیه	اثر سرما زدگی روی عملکرد
پنجه زنی	-۱۱°C	زرد شدن برگ ها و سوختگی نوک برگ	کم یا متوسط
ساقه دهی	-۴°C	مرگ نقطه رشد (یاخته آغازین)، زرد شدن و سوختگی برگ ها و شکستگی در ساقه	متوسط تا شدید
چکمه ای	-۲°C	سفید شدن خوشه ها، خسارت به ساقه، از دست دادن کلروفیل برگ ها، چروکیدگی، زبری و بی رنگی دانه ها	متوسط تا شدید
خوشه دهی	-۱°C	عقیمی، سفید شدن خوشه ها، خسارت به ساقه و از دست دادن کلروفیل برگ ها	شدید
گلدهی	۰°C	عقیمی، سفید شدن خوشه ها، خسارت به ساقه و از دست دادن کلروفیل برگ ها	شدید
شیری	-۲°C	سفید شدن خوشه ها، خسارت به ساقه، از دست دادن کلروفیل برگ ها، چروکیدگی، زبری و بی رنگ شدن دانه ها	متوسط تا شدید
خمیری	-۲°C	چروکیدگی و بی رنگ شدن دانه ها و قدرت جوانه زنی ضعیف	کم تا متوسط

علائم سرمازدگی بهاره

اطلاع از علائم سرمازدگی بهاره موجب اقدام به موقع و سریع جهت پیشگیری از خسارت سرمازدگی می‌شود. اطلاع از علائم سرمازدگی این امکان را می‌دهد تا در صورت از بین رفتن یک محصول، محصول دیگری را جایگزین کرد دماهای پایین بعد از سرمای بهاره ممکن است که ظهور علائم خسارت را به تأخیر بیندازد. اما صدمه به قسمت‌های حیاتی گیاه را می‌توان از طریق آزمایش‌هایی دقیق تعیین نمود. بنابراین، شناسایی قسمت‌های حساس گیاه در هر مرحله از رشد و ارزیابی تغییرات گیاه در زمان سرمازدگی و مقایسه آن با یک گیاه طبیعی بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Paulsen et al., 1982 ; Warrick and Miller, 1999).

(۱) مرحله پنجه‌زنی

در مناطق سرد و معتدل سرد ایران پنجه‌زنی گندم معمولاً از اواخر اسفند آغاز می‌شود و تا اواسط فروردین ماه ادامه دارد. در این مرحله نقطه رشد در زیر خاک قرار دارد که باعث جلوگیری از خسارت سرمازدگی می‌شود. بیشتر خسارت سرمازدگی در این مرحله روی برگ‌ها دیده می‌شود. برگ‌ها به صورت پیچ خورده در می‌آیند و رنگ آنها سبز روشن مایل به زرد می‌شود و سوختگی نوک برگ طی یک یا دو روز پس از سرما زدگی قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۲). بعد از چند روز ممکن است آثار از دست دادن آب در بخش‌های رویشی گیاه دیده شود. سرمازدگی در مرحله پنجه‌زنی باعث کندی رشد و کاهش تعداد پنجه می‌شود. اما ممکن است که برگ‌ها و پنجه‌های جدید با گرم شدن هوا شروع به رشد کنند. (Warrick and Miller, 1999)



شکل ۲) سوختگی نوک برگ‌ها و زرد شدن آنها در اثر سرمازدگی بهاره (Warrick and Miller, 1999)

۲) مرحله ساقه‌دهی

ساقه دهی گندم معمولاً از اواخر فروردین تا اواسط اردیبهشت ماه صورت می‌گیرد. در این مرحله خسارت ناشی از سرما روی برگ‌های گیاه مانند مرحله پنجه‌زنی می‌باشد. اما خسارات جدی‌تری روی نقاط رشد گیاه ایجاد می‌شود. نقاط رشد را می‌توان بوسیله بریدن طولی ساقه با یک تیغ تیز مشاهده کرد. نقاط رشد صدمه ندیده و طبیعی سفید رنگ یا زرد و سبز روشن و متورم هستند اما در زمان سرما زدگی سفید یا قهوه‌ای هستند و ظاهری چروکیده (به علت کمبود آب) دارند (شکل ۳).



شکل ۳- نقاط رشد صدمه ندیده و طبیعی (سمت چپ)، مشکوک (وسط) و نقاط رشد سرما زده (سمت راست) (Paulsen et al., 1982)

نقاط رشد گیاه یکی از حساس‌ترین قسمت‌های گیاه گندم به سرما می‌باشند. رشد ساقه در زمان بروز سرما زدگی فوراً متوقف می‌شود. ظهور برگ‌های زرد و خشک شده نشان‌دهنده از بین رفتن نقاط رشد می‌باشد (شکل ۴). خسارت جزئی در این مرحله ممکن است سبب بروز پنجه‌های طبیعی و دیررس شود. این امر موجب عدم بلوغ و کاهش عملکرد می‌شود. اگر گندم در این مرحله دارای ساقه‌های بلند باشد، پنجه‌های کوچک به علت عدم دسترسی به نور از بین می‌روند. در این زمان استفاده از این گیاهان به عنوان چراگاه می‌تواند یک راهکار عملی برای جلوگیری از خسارت اقتصادی بیشتر باشد. خسارت ناشی از سرما زدگی به ساقه‌های کوتاه‌تر در زمان ساقه‌دهی و مراحل بعدی به صورت رنگ پریدگی، زبری، جراثیم، قطعه قطعه شدن، خرابی میان‌گره‌ها و طویل شدن گره‌ها دیده می‌شود. ساقه گیاهان صدمه دیده اغلب از مناطق سرما زده شکسته می‌شود و یک یا دو میان‌گره در سطح خاک باقی می‌ماند. خسارت به ساقه مشکل جدی در توانایی جذب مواد غذایی از خاک و انتقال آن به دانه ایجاد نمی‌کند. مناطق صدمه دیده ممکن است به وسیله میکروارگانیسم‌ها مورد حمله قرار گیرد که این امر باعث فساد و خرابی ساقه می‌شود. صدمه به ساقه ممکن است روی نسبت آب گیاه در اواخر فصل تأثیر بگذارد. این گیاهان صدمه دیده به طور

ناگهانی خشک می‌شوند، زیرا در این گیاهان تبخیر نسبت به جذب آب بیشتر می‌شود (Saulescu and Brawn, 2001). مشکل جدی که به همراه خسارت به ساقه دیده می‌شود، ورس یا خوابیدگی ساقه است. باد و باران شدید باعث افزایش ورس می‌شود، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد و در نهایت برداشت را با مشکل مواجه می‌کند. به همراه صدمه به ساقه، قطعه قطعه شدن، شکستگی و افتادگی میان گره‌ها دیده می‌شود (Paulsen et al., 1982).



شکل ۴) نمایی از برگ‌های مرده و کلروتیک در گندم (Klein and Lyon, 2006)

۳) مرحله آبستنی

خسارت سرمازدگی در این مرحله یعنی زمانی که خوشه درون غلاف است (آبستنی) یا برگ‌ها حالت افتاده دارند باعث جلوگیری از خروج غلاف از ساقه می‌شود و خوشه به صورت طبیعی نمی‌تواند از غلاف خارج شود. در این زمان خوشه در داخل ساقه باقی می‌ماند و یا قطعه‌ای از آن خارج می‌شود (شکل ۵). گاهی اوقات بعد از سرمازدگی خوشه‌ها به صورت طبیعی ظاهر می‌شوند اما رنگ آنها زرد یا سفید است و در این حالت خوشه‌ها کاملاً خسارت دیده‌اند. معمولاً اندام نر گل‌های گندم (بساک‌ها) در اثر خسارت سرما از بین می‌روند. از آنجایی که گندم یک گیاه خود گرده افشان می‌باشد، سرمازدگی باعث عقیمی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود. سرمازدگی را می‌توان به وسیله جدا کردن و ارزیابی بساک‌ها تشخیص داد. به طور معمول رنگ بساک‌های جوان سبز روشن و متورم هستند. اما هنگام رسیدن و خروج از گلچه‌ها به رنگ زرد در می‌آیند (شکل‌های ۵، ۶ و ۷).



شکل ۵) خوشه‌ها بترتیب شدت سرمازدگی از چپ به راست



شکل ۶) خسارت سرما و عقیم شدن سنبله‌ها در مزارع گندم کشت شده در اول آبانماه در منطقه گرمسیری گیلانغرب استان کرمانشاه (روستای کله شک - ۱۶ دیماه ۱۳۸۸). منبع حق پرست (۱۳۹۲)



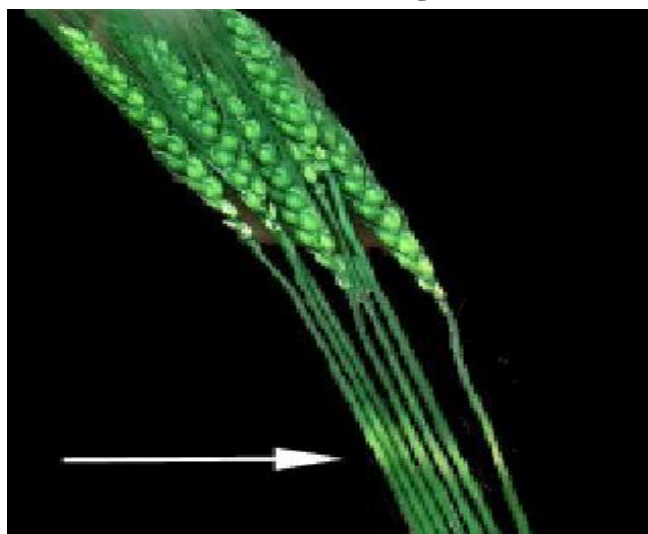
شکل ۷) بساک سالم (سمت راست) که سبز و سر حال هستند و صدمه دیده که سفید و چروکیده (سمت چپ) (Klein and Lyon 2006)

بعد از بروز سرمازدگی پرچم‌ها سبز رنگ باقی می‌مانند، اما ظرف ۴۸ ساعت پس از سرمازدگی پرچم‌ها چروکیده می‌شوند (شکل ۸)، یا اینکه بساک‌ها به رنگ سفید یا قهوه‌ای روشن در می‌آیند و یا ممکن است که اصلاً از گلچه خارج نشوند. اندام‌های ماده (کلاله، خامه و تخمدان) نیز ممکن است در اثر سرمازدگی دچار خسارت شوند. کلاله در حالت عادی ظاهری سفید و پر مانند دارد در حالیکه یک کلاله صدمه دیده از سرما به رنگ قهوه‌ای در می‌آید و باز نخواهد شد. تخمدان نیز در اثر بروز سرما زدگی به رنگ سفید تا قهوه‌ای در می‌آید. استفاده از علائم ذکر شده می‌تواند در شناسایی سرما زدگی مفید واقع شود. بسیاری از علائم سرما زدگی ممکن است که در مراحل قبل از مرحله آبستنی ظاهر شده باشند و تا این مرحله نیز ادامه داشته باشند. برگ‌ها و ساقه‌های کوتاه‌تر در اثر بروز سرما زدگی همان علائم خسارت در مرحله ساقه دهی را نشان می‌دهند. اما در هر صورت این اندام‌های گیاه نسبت به قسمت‌های نر گل نسبت به سرما حساسیت کمتری دارند. این مسئله اهمیت بررسی بساک‌ها را در اثر بروز سرما زدگی نشان می‌دهد. اما گاهی بروز سرمای کمتری باعث نر عقیمی گندم، بدون بروز علائم ظاهری روی اندام‌های رویشی (برگ‌ها و ساقه‌ها) می‌شوند (Klein and Lyon, 2006).

۴) مرحله خوشه‌دهی

خوشه‌دهی در گندم عموماً در اردادبیهشت ماه اتفاق می‌افتد. نشانه‌های بروز سرمازدگی در این مرحله از رشد عبارت از عقیمی و خشکیدگی برگ‌ها می‌باشد. خسارت‌هایی که در این مرحله به ساقه وارد می‌شود شبیه خسارت سرمازدگی به ساقه در مراحل قبلی است. از نشانه‌های ظاهری سرما زدگی در این مرحله سفید شدن ریشک‌ها می‌باشد. دماهایی که در این مرحله باعث خسارت به ریشک‌ها می‌شوند، عموماً اندام

های نر را از بین می برند. سرما زدگی در این مرحله بعد از چند روز موجب بروز یک حلقه سفید یا سبز روشن در فاصله ۵ سانتی متری زیر خوشه می شود (شکل ۸).



شکل ۸- نمایشی از حلقه سرما روی ساقه گندم سرما زده

در اثر بروز سرما این منطقه در ساقه دارای بافتی زرد رنگ می شود و برگها حالت پژمرده پیدا می کنند. حلقه سرما ممکن است تنها علامت بروز سرمازدگی در گیاه باشد و گیاه سایر علائم سرمازدگی را بروز ندهد. به نظر نمی رسد که وجود حلقه سرما دخالتی در حرکت مواد غذایی به دانه داشته باشد. در زمان رسیدگی ممکن است که خوشه ها از محل حلقه سرما شکسته شوند.

مرحله گلدهی (گرده افشانی):

گلدهی در گندم حدوداً یک هفته بعد از ظهور خوشه صورت می گیرد. علائم سرمازدگی در این مرحله مشابه مرحله خوشه دهی می باشد. در گندم مرحله گلدهی حساس ترین مرحله به سرما می باشد. در مرحله گلدهی مانند آنچه که در مرحله آبستنی و خوشه دهی ذکر شد سرما زدگی موجب از بین رفتن اندام های نر گل ها و در نتیجه عقیمی می شود. بعد از سرما زدگی پرچم ها به رنگ سفید در می آیند و خشک و چروکیده می شوند. به علت حساسیت بالای این مرحله به سرما، سرما زدگی باعث عقیمی جزئی و کلی می شود. علاوه بر آن باعث خالی ماندن خوشه یا پر شدن جزئی آن می شود. گلدهی در گندم از گلچه های نزدیک به مرکز خوشه شروع می شود و به بالا و پایین خوشه ادامه می یابد. این فرایند ۳ تا ۴ روز طول می کشد. بروز سرما در این مرحله ممکن است باعث عدم تشکیل دانه به علت صدمه به گل های نر داخل گلچه در مرکز یا دو انتهای خوشه شود (شکل ۹). در سال زراعی ۸۳-۸۲ در منطقه سرپل ذهاب استان کرمانشاه که از مناطق گرمسیر می باشد چنین خسارتی در مزارع گندم مشاهده شد. در مزارع خسارت دیده هیچگونه علائم ظاهری سرمازدگی مشاهده نگردید و خسارت سرمازدگی منجر به عقیمی گل ها گردید و ظاهر مزرعه کاملاً طبیعی به نظر می رسید اما دانه تشکیل نگردید و در مواردی میزان خسارت صد در صد بود (شکل ۱۰).



شکل ۹) عدم پر شدن خوشه در اثر سرمازدگی



شکل ۱۰) در منطقه دشت ذهاب شهرستان سرپل ذهاب بروز درجه حرارت پایین در مرحله گلدهی موجب ناباروری سنبله‌های گندم گردید

۵) مرحله شیری

دانه‌های جوان تشکیل شده معمولاً" در طی ۱۲ تا ۱۴ روز به حداکثر حجم و بعد از ۲ هفته به حداکثر وزن خود می‌رسند (شکل ۱۱). اگر در طول این زمان سرمازدگی اتفاق بیفتد دانه‌ها صدمه می‌بینند. دانه‌های صدمه دیده ممکن است به رنگ سفید یا خاکستری درآیند و ظاهری زبر و چروکیده پیدا کنند. بروز سرما باعث توقف رشد دانه می‌شود و این خود یکی از علائم مهم سرمازدگی می‌باشد. اگر سرمازدگی جزئی اتفاق بیفتد، دانه‌هایی که در مرحله شیری هستند می‌توانند به رشد خود ادامه می‌دهند و به اندازه طبیعی برسند، اما در زمان بلوغ رنگ روشن و ظاهری چروکیده پیدا می‌کنند. با آزمایش دانه‌ها در مرحله قبل از بلوغ و در اوایل مرحله خمیری می‌توان علائم سرما زدگی را مشاهده کرد. در این حالت در دانه سرما زده به جای یک ماده سفید رنگ و غلیظ، یک مایع خاکستری دیده می‌شود. قسمت داخلی محور ساقه که خوشه روی آن تشکیل شده است معمولاً به جای رنگ روشن، تیره رنگ می‌شود. بنابراین سنبلچه‌ها به راحتی از روی محور سنبله می‌افتند. این علائم نتیجه خرابی تدریجی بافت‌هاست و ممکن است ظرف یک یا ۲ هفته پس

از سرمازدگی قابل مشاهده نباشد. سرمازدگی در مرحله شیری بلوغ را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب تشکیل دانه‌های چروکیده می‌شود. در نتیجه وزن دانه‌های گندم سرمازده و درصد جوانه‌زنی آنها کاهش می‌یابد (Warrick and Miller, 1999).



شکل ۱۱) رشد دانه بلافاصله پس از وقوع سرما بلافاصله متوقف شده و دانه‌های خسارت دیده سفید مایل به خاکستری، زیر و چروکیده می‌شوند (Klein and Lyon, 2006).

۶) مرحله خمیری

گندم معمولاً در خرداد ماه به مرحله خمیری (حداکثر وزن خود) می‌رسد. با توجه به اینکه در این مرحله بلوغ اتفاق می‌افتد و محتوای آب دانه کاهش می‌یابد، گندم در این مرحله از رشد نسبت به مراحل اولیه رشد در بهار، نسبت به سرمازدگی مقاوم تر می‌باشد. تنها علامت قابل مشاهده سرمازدگی در این مرحله از رشد، ممکن است ظاهر چروکیده دانه‌ها و کمبود وزن آنها باشد. جدی‌ترین خسارت سرمازدگی در این مرحله کاهش قدرت و میزان درصد جوانه‌زنی دانه‌ها می‌باشد، چون جنین قسمتی از دانه است که حداکثر رطوبت را دارد. همچنین محتوای سلولی پیچیده و ساختمان آن باعث می‌شود که جنین یک اندام حساس در برابر سرمازدگی باشد.

مدیریت سرمازدگی

خسارت‌های ناشی از سرمازدگی بیشتر متوجه حاشیه‌های مزرعه می‌شود. پنجه‌های دیررس که عموماً مقدار کمی دانه تولید می‌کنند، در زمان وقوع سرمازدگی بهاره رشد می‌کنند. عملکرد این پنجه‌های دیررس در

زمان وقوع سرمازدگی می‌تواند با ارزش باشد. وقوع سرمازدگی در مراحل انتهایی رشد بهاره موجب رشد پنجه‌های دیررس در شرایط آب و هوایی گرم و خشک می‌شود، که این امر به نوبه خود باعث عدم تولید دانه کافی در آنها می‌شود. گندم‌های خسارت دیده در مرحله گلدهی، اغلب کیفیت پایین‌تری نسبت به گندم‌های سالم دارند و وزن دانه‌های آنها کم و بذور چروکیده و بی‌رنگ دارند و ممکن است اندازه دانه‌ها متفاوت باشد. درصد جوانه‌زنی بذور گیاهان خسارت دیده که برای کشت در سال بعد انتخاب می‌شوند، قبل از کشت باید کنترل شوند. بذور اغلب وارسته‌های گندم دارای خواب می‌باشد، که این مسئله خود باعث کاهش میزان جوانه‌زنی در چندین هفته پس از برداشت می‌شود. این بذور برای کشت باید تحت پیش تیمار سرمایی قرار بگیرند و تست جوانه زنی باید به مدت ۴ هفته به تعویق بیفتد. اگر درصد جوانه‌زنی کم باشد یا سرعت آن کند باشد، نباید از این بذور برای کاشت استفاده کرد، همچنین از بذر چروکیده نیز نباید برای کاشت استفاده کرد زیرا حتی اگر این بذور از درصد جوانه‌زنی بالایی برخوردار باشند، خروج آنها از خاک به سختی صورت می‌گیرد. علاوه بر این بذور چروکیده گیاهچه‌های ضعیفی تولید می‌کنند که عملکرد دانه این گیاهچه‌ها کمتر از گیاهچه‌های حاصل از بذور طبیعی می‌باشد. از این بذور چروکیده می‌توان جهت خوراک دام استفاده نمود (Warrick and Miller, 1999).

بنابراین جهت جلوگیری از سرمازدگی بایستی نکاتی اساسی جهت کاهش خطرات سرمازدگی رعایت گردد. توجه به تاریخ کاشت، عمق کاشت، انتخاب ارقام مقاوم به سرما، تراکم مناسب کاشت و تهیه بستر مناسب بذر از طریق کاشت بذر در بستری از کاه و کلش و تغذیه مناسب از جمله راه‌های مدیریت خسارت‌های ناشی از سرمازدگی در گندم می‌باشند که در ذیل به آنها اشاره شده است.

(۱) تهیه بستر مناسب

خاک‌هایی که بتوانند در طول روز حرارت زیادی را در خود ذخیره کنند و در شب آن را ساطع کنند برای رشد محصولات در مناطقی که خطر سرما و یخبندان وجود دارد مناسب می‌باشد. اما خاکی که در طول روز حرارت را به آهستگی به سطح خاک منتقل کند سطح آن در طول شب زودتر و بیشتر سرد می‌شود. خاک‌های سبک (شنی) گرما را بهتر از خاک‌های سنگین (رسی) انتقال می‌دهند. در اراضی شنی خطر سرمازدگی تشعشعی بسیار بالاست لذا در چنین اراضی توصیه می‌شود سه روز قبل از بروز سرمازدگی زمین آبیاری شود تا در زمان وقوع سرما خاک در مرحله ظرفیت مزرعه باشد. لذا خاک‌هایی که رطوبت آنها در حد ظرفیت زراعی باشد برای انتقال و ذخیره گرما بسیار مناسب می‌باشند. از طرفی کشت گندم با عمق مناسب در بستری از مواد آلی مورد نیاز، می‌تواند شرایط ایده‌آلی برای رشد و مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی از جمله خسارت سرما را افزایش دهد. بعلاوه رطوبت فراوان خاک، هوای سرد و حاصلخیزی خاک باعث کند شدن بلوغ گیاه و کاهش خسارت سرمازدگی می‌شود. برعکس گیاهانی که شرایط رشد مطلوبی ندارند، مراحل رشد را سریع‌تر طی می‌نمایند و بیشتر در معرض سرمازدگی قرار دارند. همچنین وجود یک لایه

پوششی از مواد آلی (به ضخامت ۵ تا ۷ سانتی متر) نظیر کاه و کلش، برگ‌های خرد شده و ... می‌تواند برای حفاظت گیاهان در برابر سرما مفید باشد. بنابراین کشت در بستری از کاه و کلش می‌تواند با نگهداری برف برای مدت طولانی‌تر، بستر کشت را گرم نگه داشته و خسارت سرما را کاهش دهد.

۲) تاریخ کاشت

در شکل ۱۲ اهمیت تاریخ کاشت بخوبی قابل درک می‌باشد. در ایستگاه سرارود در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ آزمایشات گندم دوروم و جو قبل از اولین بارندگی موثر پاییزه و آزمایشات گندم نان بعد از اولین بارندگی موثر پاییزه کشت شده بودند. علیرغم حساسیت نسبی محصولات گندم دوروم و جو به سرما در مقایسه با گندم نان، اما به دلیل تاریخ کاشت مناسب برای آزمایشات گندم دوروم و جو، این آزمایشات از سرمای بهاره در فروردین ماه خسارتی ندیده در حالیکه آزمایشات گندم نان دچار خسارت شدند. همچنین در آزمایش تاریخ کاشت در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ نیز اهمیت تاریخ کاشت در گندم نیز این موضوع را تایید می‌نماید که کشت بعد از بارندگی موثر از خطر سرمای فروردین ماه سال ۱۳۸۸ در امان نبود (شکل ۱۳).

۳) استفاده از ارقام مناسب

استفاده از ارقام مقاوم به سرما به ویژه مقاومت به سرمای بهاره نیز یکی از راهکارهای جلوگیری از خسارت سرمازدگی می‌باشد. شکل ۱۴ خسارت سرما در مزرعه آزمایشی گندم نان (کشت بعد از بارندگی موثر) در ایستگاه تحقیقات دیم سرارود را نشان می‌دهد که برخی از ژنوتیپ‌ها مقاومت بهتری نسبت به سرما داشتند که در شکل مشخص شده است. همچنین مقاومت به سرمای دیرس بهاره در ارقام جدید (ریژاو) نسبت به شاهد (سرداری) در ۲۰ اردیبهشت ۱۳۸۸ در ایستگاه سرارود اهمیت شناسایی ارقام به سرمای‌های غیر قابل پیش بینی بهاره را نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۱۵ می‌توان در آزمایشات تنوع بین ارقام و لاین‌ها از لحاظ تحمل سرما را مشاهده نمود. در این شکل برخی از ژنوتیپ‌ها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها واکنش بهتری برای تحمل سرما نشان دادند. برای مثال می‌توان به لاین کراس سبلان اشاره نمود که در سال ۱۳۹۶ بعنوان رقم جدید گندم نان پراو معرفی گردید (حق پرست، ۱۳۹۲).



شکل ۱۲) مقایسه اثر تاریخ کاشت در جلوگیری از خسارت سرما در آزمایشات به‌نژادی گندم نان (سمت راست، کشت بعد از اولین بارندگی موثر) و گندم دوروم (سمت چپ، کشت قبل از اولین بارندگی موثر) در ایستگاه تحقیقات دیم سرارود (۸ فروردین ۱۳۸۸)



شکل ۱۳) اهمیت تاریخ کاشت در جلوگیری از سرمازدگی. کرت‌های کشت شده قبل از بارندگی موثر در مرحله ساقه‌دهی (سمت چپ) و کرت‌های کشت شده بعد از اولین بارندگی موثر پاییزه در مرحله پنجه‌زنی (سمت راست). ایستگاه تحقیقات دیم سرارود (۸ فروردین ۱۳۸۸)



شکل ۱۴) مقایسه خسارت سرمای دیررس بهاره در ارقام شاهد و عدم خسارت در رقم جدید ریژاو (پتو) -
ایستگاه سرارود (۲۰ اردیبهشت ۱۳۸۸)



شکل ۱۵) تنوع برای خسارت سرما در مزرعه آزمایشات گندم نان (کشت بعد از بارندگی موثر) (۸ اردیبهشت
۱۳۸۸) ایستگاه تحقیقات دیم سرارود

۴) عمق کاشت

استفاده از عمق مناسب کشت نیز می‌تواند از بروز علائم سرمازدگی در گندم جلوگیری نماید. ارقامی که در عمق بیشتری کشت می‌گردند با توجه به اینکه نیاز به مصرف شیره پرورده بیشتری برای طی مسافت عمق کشت دارند، لذا کاهش شدید میزان شیره پرورده ذخیره آن در گیاه کاهش و به تبع آن گیاه نسبت به تغییرات سرما در شب و روز حساسیت بیشتری دارد و لذا با ایجاد نوارهای زرد رنگ متوالی در شب‌های سرد و نوارهای سبز رنگ متوالی در طول روز علام حساسیت به سرمازدگی را نشان می‌دهد. این تغییرات بخوبی در شکل ۱۶ قابل مشاهده می‌باشد. در قسمتی از شکل بخوبی بوته‌ای که در عمق مناسب کشت شده و وارد پنجه زنی شده است با بوته‌ای که در عمق زیاد کشت شده است و نواربندی ناشی از تغییرات دمایی شب و روز در آن مشخص است بخوبی قابل مقایسه می‌باشد.



شکل ۱۶) تاثیر عمق کشت در واکنش گیاه به سرما که از طریق ایجاد نوارهای زرد رنگ متوالی روی برگ اولیه به دلیل شب‌های سرد و روزهای گرم در عمق زیاد با بوته کناری که در عمق مناسب کشت شده است را نشان می‌دهد. (عکس از حق پرست)

۵) تراکم

رعایت تراکم مناسب و بهینه نقش مهمی در جلوگیری از سرمازدگی دارد. برعکس تراکم بالا و استفاده از میزان بذر بیشتر در موقع کشت سبب ضعیف شدن بوته و متعاقب آن کاهش غلظت شیره سلولی و قندهای محلول و در نهایت کاهش تحمل به سرما در مزرعه می‌گردد. در شکل ۱۷ تاثیر تراکم برای تحمل سرما در یک رقم نشان داده شده است. در ردیف‌هایی که با تراکم بذر بالا کشت شده‌اند اثر سرمازدگی به وضوح قابل مشاهده است.



شکل ۱۷) خسارت سرما در ردیف‌هایی که با تراکم بالا کشت شده‌اند.

۶) تغذیه

مدیریت تغذیه نیز از جمله عوامل مهم در کاهش خسارت ناشی از سرما محسوب می‌شود. مقدار مصرف کود نیتروژن در جلوگیری از خطر سرمازدگی می‌تواند موثر باشد. گیاهانی که دارای کمبود نیتروژن هستند، اغلب از نظر تاریخ خوسه رفتن تفاوتی با گیاهانی که نیتروژن کافی دریافت داشته‌اند، ندارند اما ظاهر گیاه کوچکتر و عملکرد آن پایین‌تر می‌باشد. مصرف کود نیتروژن باید قبل از مرحله ساقه رفتن به منظور دستیابی به عملکرد حداکثر انجام گردد. از مصرف بیش از حد کود نیتروژن در پاییز باید اجتناب نمود، اما مقادیر کافی فسفر جهت رشد قوی ریشه توصیه می‌شود. گیاهانی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرمازدگی حساس‌تر هستند که این امر به کمبود آب در سلول مربوط می‌شود. بنابراین کافی نبودن میزان پتاسیم کافی عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجر می‌گردد (Waraich et al., 2011).

از طرفی با افزایش مواد آلی محلول از قبیل قندها و پروتئین‌ها به سلول‌های گیاهان زراعی می‌توان مقاومت آن‌ها را در برابر سرمازدگی افزایش داد. استفاده از محلول‌های محرک رشد گیاه در مراحل قبل از پنجه زنی، مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن می‌تواند کمک شایانی به افزایش مقاومت به شرایط تنش‌های سرماییه نماید (Vitamas et al., 2007; Kerepesi et al., 2004; Griffith and Yaish, 2004). استفاده از مواد آلی و هیومیک اسید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع از سرمازدگی شود. مکانیسم نخست به افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک مربوط می‌شود که خود به خود سبب گرم شدن خاک در اطراف ریشه می‌شود.

اگر چه چرخش شیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است اما چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به قسمت‌های هوایی منتقل کند. دومین راهکار به حفظ رطوبت خاک مربوط می‌شود که به دلیل بالا بودن گرمای ویژه آب مقدار کالری بیشتری در درون خاک ذخیره می‌شود. در طول روز آفتاب به سطح خاک می‌تابد و آن را گرم می‌کند و در شب خاک خشک به سرعت گرما را از دست می‌دهد، اما خاک مرطوب که مقدار بیشتری کالری ذخیره کرده است آهسته‌تر خشک می‌شود، در نتیجه احتمال سرمازدگی کاهش می‌یابد. سومین راهکار استفاده از مواد آلی و هیومیکی برای مقابله با سرمازدگی این است که این ترکیبات رنگ تیره‌ای به خاک می‌دهد و در نتیجه انرژی خورشیدی بیشتر به خاک جذب می‌شود (Waraich et al., 2011).

ذکر این نکته ضروری است که پیروی از اصول مدیریت بهینه تغذیه گندم و استفاده از کودهای حاوی عناصر غذایی، مواد آلی و محرک‌های رشد گیاه در قالب یک برنامه مدیریتی و برنامه‌ریزی شده که عمدتاً از اول فصل رشد آغاز می‌گردد، علاوه بر حصول عملکرد و کیفیت محصول، گیاه را در برابر بسیاری از تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله سرمازدگی مقاوم می‌سازد. این گونه نهاده‌ها اصولاً می‌بایست در مراحل مختلف فنولوژیکی گندم مصرف شده و توسط سلول‌های گیاهی به متابولیت‌های مفید برای رشد و مقابله با تنش استفاده شوند. لذا استفاده از این گونه نهاده‌ها در زمان کوتاهی قبل از مواجهه شدن با تنش‌های مانند سرمازدگی کارایی لازم را نداشته و گاهی برای کاهش عوارض ناشی از سرمازدگی در دوره پس از وقوع سرما می‌توانند موثرتر باشند.

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی از جمله عواملی هستند که همواره در میزان تولید غلات در بسیاری از مناطق دنیا موثر می‌باشند. گزارش‌ها نشان می‌دهند که میزان زیان اقتصادی سرما و یخبندان بر محصولات زراعی کشور از جمله گندم، به مراتب بیشتر از زیان‌های سایر پدیده‌های مخرب جوی و حتی گاهی بیشتر از خسارت آفات و بیماری‌ها است. خسارت‌های زمستانه بسته به رقم و شدت سرما تا حدودی قابل برگشت بوده اما خسارت‌های سرمای دیررس بهاره چنانچه در مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه حادث گردد قابل برگشت نمی‌باشد. بنابراین بر اساس نتایج بدست آمده، اقدامات پیشگیرانه از جمله استفاده از ارقام مقاوم به سرما، رعایت تاریخ کاشت، تراکم کاشت، عمق کاشت مناسب و تغذیه مناسب گیاهی می‌تواند در کاهش خسارت سرما و از بین رفتن محصول گندم موثر باشد.

منابع مورد استفاده:

حق‌پرست، ر.، اصول زراعت گندم دیم دانش بومی و جدید، ۱۳۹۲، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران ۱۲۲ صفحه.

Griffith, M., and M.W.F. Yaish. 2004. Antifreeze proteins in overwintering plants: a tale of two activities. *Trends Plant Sci.* 9: 399-405.

Klein, R. N. and D. J. Lyon. 2006. Freeze injury to Nebraska wheat. University of Nebraska Lincoln. Institute of Agriculture and Natural Resources. Extension Division, EC132.

Kerepesi, I., E., B. Jnyai-Stefanovits, and G. Galiba. 2004. Cold acclimation and abscisic acid induced alterations in carbohydrate content in calli of wheat genotypes differing in frost tolerance. *Plant Physiol.* 161: 131-133.

Paulsen, G.M., Heyne, E.G. and Wilkins, H.D. 1982. Spring freezing injury to Kansas wheat. Published by Agricultural Experiment Station and Cooperation Service. Kansas State University pp: 11.

Nilsen, E.T. and Orcutt, D.M. 1996. *Physiology of Plants under Stress (Abiotic Factors)*. John Willey and Sons. New York 683 pp.

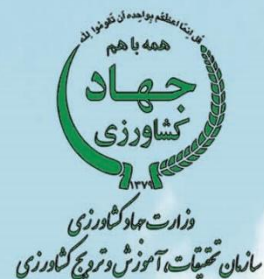
Saulescu, N.N. and Brawn, H.J. 2001. Cold tolerance. In *Application of physiology in wheat breeding*. Reynolds. M.P.Ortiz-Monasterio.J.I. and McNab (eds.). D.F.CIMMYT.

Steponkus, P.L., Uemura, M. and Webb, M.S. 1993. Redesigning crops for increased tolerance to freezing stress. PP. 697-714. *In*: M.B. Jackson and C.R. Black (eds.) "Interacting Stresses on Plants in a Changing Climate". Springer-Verlag, Berlin.

Vitamvas, P., G.S. Ilja, L.T. Prasil, V. Capkovic, J. Opatrnac, and J. Ahme 2007. WCS120 protein family and proteins soluble upon boiling in coldacclimated winter wheat. *J. Plant Physiol.* 164: 1197-1207.

Warrick, B.E. and Miller, T.D. (1999). *Freeze Injury on Wheat*. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System.

Waraich.E.A., Ahmad, R., Ashraf, M.Y. Saifullah, and Ahmad, M. 2011. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Sci.* 61(4): 291-304.



Cold Stress Damage in Rainfed Wheat and its Control

By:

Reza Mohammadi

Rahman Rajabi

Reza Haghparast

Date of Publication : 2019

Dryland Agricultural Research Institute