

## اثر تاریخ کاشت بر تحمل به تنش سرما در ژنوتیپ‌های گندم با تیپ رشد پاییزه، بهاره و بینابین

علیرضا عیوضی<sup>۱\*</sup>، ماریه جوانی<sup>۲</sup> و محمد رضایی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۱)

### چکیده

سرمازدگی‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره اغلب خسارت‌هایی را به تولید گندم شمال غرب ایران تحمیل می‌کنند. برای بررسی تحمل به تنش سرما در ژنوتیپ‌های گندم، آزمایشی تحت شرایط گلخانه در قالب طرح کامل تصادفی و مزرعه‌ای با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تاریخ کاشت ۲۰ مهر و ۱۰ و ۳۰ آبان ماه در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعت‌لوی ارومیه روی ۱۵ ژنوتیپ گندم با سه تیپ رشد پاییزه، بینابین و بهاره انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان نشت یونی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بهاره و بینابین بود. در مرحله شش برگی (۶۰ روز پس از کاشت)، ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه شامل ساینون، مارتن، گاسکوژن، C-82-12، C-81-14، به همراه الوند، مهدوی و زرین با تیپ رشد بینابین در مرحله رشد رویشی بوده ولی ژنوتیپ‌های بهاره به اسامی شیراز، پشتاز، M-79-7، M-81-13 و کویر با دو ژنوتیپ بینابین مرودشت و طوس وارد فاز زایشی و حساس به سرما شدند. ژنوتیپ‌های با تیپ بهاره از حداقل عملکرد دانه و اجزای آن نسبت به سایر تیپ‌های رشد برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بینابین، ماده خشک کل بیشتر و ارتفاع زیادتری داشتند. ژنوتیپ C-82-12 از نشت یونی کم و حداقل دمای لازم برای زنده ماندن ۵۰٪ بوته‌ها با ۳۵- درجه سلسیوس از میانگین عملکرد دانه و ماده خشک بالایی برخوردار بود. در مقابل، ژنوتیپ M-79-7 بیشترین نشت یونی، دامنه تغییرات و انحراف معیار برای صفات عملکرد دانه و ماده خشک را در سه تاریخ کاشت داشت و حداقل دمای لازم برای زنده ماندن ۵۰٪ بوته‌ها ۳۰- درجه سلسیوس بود. در بین اجزای عملکرد، صفت تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد دانه داشت. به طور کلی، داشتن همبستگی منفی معنی‌دار بین نشت یونی با ماده خشک کل و عملکرد دانه می‌تواند به عنوان معیار غیرمستقیمی برای غربال ژنوتیپ‌های گندم متحمل به تنش سرما به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: تنش سرما، عملکرد دانه، نشت یونی، تیپ رشد

۱. به ترتیب استادیار پژوهشی و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alirezaeivazi@yahoo.com

## مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول زراعی استان آذربایجان غربی است و سطح زیر کشت آن در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ تقریباً ۳۰۰ هزار هکتار بود. یکی از تنش‌های غیر زنده که همه ساله خسارت زیادی را به کشاورزان و شرکت‌های بیمه وارد می‌سازد، سرمازدگی‌های زودرس پاییزه و دیررس بهاره است. با معرفی ارقام متحمل به تنش سرما، آثار زیان‌بار آن به حداقل می‌رسد. این گیاه به تغییرات آب و هوایی حساس بوده و برای هر محیط رقم و ویژه‌ای را باید در نظر گرفت (۷). تاریخ کاشت مناسب موجب جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه‌ها می‌شود (۲۰). بقای گندم در تنش سرما به عواملی مانند سازگاری، شدت و مدت زمان اعمال سرما و طول روز بستگی دارد (۱۸). طی پاییز، کاهش تدریجی دمای محیط باعث انگیزش فرایند مقاوم شدن تدریجی گیاه می‌شود که برای تحمل به سرما ضروری است (۶). تأخیر در مرحله گذر از فاز رویشی به زایشی، تحت شرایط روزکوتاهی، موجب افزایش تحمل و حفظ طولانی مدت آن به تنش سرما می‌شود (۱۱).

ریزا و همکاران (۲۱) با ارزیابی خسارت سرما در ژنوتیپ‌های گندم، همبستگی معنی‌داری را بین خسارت سرما و کاهش عملکرد دانه گزارش نمودند. یامادا و همکاران (۲۳) اختلاف آماری معنی‌داری را برای صفت نشت یونی تحت تنش سرما در گیاه رای‌گراس مشاهده کردند. در ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه، به دلیل نیاز به بهاره‌سازی، گذر از مرحله رویشی به زایشی تا سپری شدن فصل سرما به تأخیر می‌افتد. در حالی که در ژنوتیپ‌های با تیپ بهاره، به دلیل عدم نیاز به بهاره‌سازی در روزهای بلند، به سرعت وارد مرحله زایشی و حساس به تنش سرما می‌شوند (۱۶). مرگ و میر گیاهچه‌ها در اثر تنش سرما در مراحل اولیه سازگاری شدت بیشتری دارد (۳). بریجر و همکاران (۲) در ارزیابی روابط حاکم بر بقای شش ژنوتیپ گندم و جو تحت تنش سرما دریافتند که شاخص بقا بسته به نوع خاک، مرحله رشدی گیاه و دماهای مختلف متفاوت است. در بین غلات دانه‌ریز، گندم نسبت به چاودار و تریتیکاله به

تنش سرما حساس‌تر می‌باشد (۴). سریع‌ترین تغییرات در LD<sub>50</sub> (۵۰٪ بوته‌های مرده) در مراحل اولیه سازگاری رخ داده و روابط آن در دمای ثابت غیرخطی است (۳). فلچر و کولیس (۹) در ارزیابی تحمل به تنش سرمای لاین‌های جایگزین کروموزم گندم در مرحله ساقه رفتن نشان دادند که نقش کروموزم 5D نسبت به سایر کروموزم‌ها بیشتر است و کروموزم‌های 2D، 6A و 3A تأثیر کمتری در تحمل به تنش سرما داشتند. با توجه به نتایج تحقیقات انجام گرفته، هدف از این تحقیق ارزیابی عکس‌العمل تیپ‌های مختلف رشد ژنوتیپ‌های گندم به تنش سرما با کشت آنها در سه تاریخ کاشت تحت شرایط مزرعه‌ای و دماهای مختلف در گلخانه بود.

## مواد و روش‌ها

## مشخصات محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه با طول جغرافیایی "۴۵°۱۰'۵۳" شرقی و عرض جغرافیایی "۳۷°۴۴'۱۸" شمالی با ارتفاع ۱۳۳۸ متر از سطح دریا انجام شد (جدول ۱). میانگین درازمدت دما و بارندگی منطقه به ترتیب ۱۲ درجه سلسیوس و ۲۳۶ میلی‌متر است (جدول ۲). مواد گیاهی مورد استفاده در آزمایش شامل پنج ژنوتیپ گندم با تیپ پاییزه به اسامی سایسون، مارتن، گاسکوژن، C-82-12 و C-81-14، پنج ژنوتیپ با تیپ بینابین شامل الوند، مهدوی، زرین، مرودشت و طوس و پنج ژنوتیپ با تیپ بهاره به اسامی شیراز، پشتاز، M-79-7، M-81-13 و کویر بودند.

## آزمایش مزرعه‌ای

طرح آزمایشی به کار رفته بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۵ ژنوتیپ و سه تاریخ کاشت (۲۰ مهر و ۱۰ و ۳۰ آبان ماه) بود. عملیات تهیه زمین به صورت شخم با گاواهن برگردان‌دار، خرد کردن کلوخه‌ها، تسطیح و بلوک‌بندی آزمایش انجام گرفت. کشت به صورت ردیفی در شش خط به فواصل خطوط

جدول ۱. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو از عمق ۰-۳۵ سانتی متر

شوری (dS/m)	اسیدیته	اشباع خاک (%)	آهک (%)	بافت خاک	کربن آلی (%)	کل نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۰/۸	۸	۴۷	۱۶	لوم رسی	۱/۲	۰/۱۲	۱۲	۴۲۵

جدول ۲. اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷

ماه	مجموع بارندگی (mm)	متوسط رطوبت نسبی (%)	حد اقل دمای مطلق (°C)	حد اقل دمای سطح خاک (°C)	تعداد روزهای یخبندان
مهر	۱/۲	۷۵/۰	۷/۲	۳/۳	۱
آبان	۷/۶	۸۲/۱	۲/۶	-۱/۹	۱۰
آذر	۳۰/۴	۹۲/۵	-۳/۳	-۶/۶	۲۵
دی	۸/۰	۹۲/۵	-۱۰/۸	-۱۵/۶	۳۰
بهمن	۵۱/۵	۹۲	-۱۵/۴	-۱۴/۰	۲۹
اسفند	۲۵/۲	۸۰/۸	-۱/۰	-۴/۶	۱۹
فروردین	۳/۴	۷۲/۳	۴/۷	۰/۹	۱
اردیبهشت	۲۴/۵	۷۴/۱	۷/۶	۳/۹	۰
خرداد	۰/۰	۷۱/۵	۱۱/۵	۷/۷	۰
تیر	۱۰/۹	۷۱/۱	۱۵/۶	۱۳/۱	۰
جمع	۱۶۲/۷				۱۱۵

اعمال تنش سرما به مدت دو روز، یک جعبه از یخچال آزمایشگاهی برداشت و صفات  $LD_{50}$  (۵۰٪ بوته‌های مرده)، نشت یونی، محتوای پتاسیم برگ و ماده خشک تک بوته اندازه‌گیری و از جوانه انتهایی گیاهچه‌ها به منظور اطمینان از ظهور سنبله با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکاسی و با درشت‌نمایی ۱۰۰ عکس‌برداری شد. برای اندازه‌گیری نشت یونی، ده دیسک برگ‌گی به طول ۲ سانتی‌متر به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری و هدایت الکتریکی محلول اندازه‌گیری شد (۲۲). در اندازه‌گیری محتوای پتاسیم برگ، ۱۰ نمونه تصادفی انتخاب و با آب مقطر شسته شده و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک و در هاون چینی با نیتروژن مایع پودر شد. پودر حاصل در ۵۰۰mm اسید کلریدریک و اسید نیتریک به مدت ۲۴ ساعت روی دستگاه لرزا هضم و پس از صاف کردن با دستگاه شعله‌سنجی، میزان جذب نوری ثبت گردید (۱۹). ده بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت و با حفظ مشخصات در آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۲ درجه سلسیوس خشک و برای اندازه‌گیری وزن ماده خشک تک بوته به کار رفت. داده‌های حاصل از آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه واریانس شد.

## نتایج و بحث

### آزمایش گلخانه‌ای

تجزیه واریانس ساده صفات اختلاف آماری معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها در مرحله شش برگگی برای صفات نشت یونی، انباشت پتاسیم و ماده خشک کل تک بوته در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی در بین ارقام بوده که از آن می‌توان در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش سرما بهره‌جست (جدول ۳). مقایسه مستقل صفات برای سه تیپ مختلف رشد نشان داد که بیشترین و کمترین میزان نشت یونی به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بهاره و بینابین می‌باشد. به

۲۰ سانتی‌متر و به طول سه متر با تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع با ردیف کار غلات بود. عملیات داشت نظیر مبارزه با علف‌های هرز، آبیاری به صورت نشتی و کوددهی در طول فصل رشد به‌طور یکنواخت برای کلیه کرت‌ها انجام گرفت. توصیه‌های کودی براساس نتایج تجزیه خاک مزرعه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در سه نوبت هنگام کاشت، ساقه رفتن و سنبله‌دهی اعمال شد. کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به زمین داده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش توفوردی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌دهی استفاده گردید. در مرحله رسیدگی که مصادف با اواخر تیر ماه بود، هشت بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و میانگین گرفته شد. برای اندازه‌گیری تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و ماده خشک کل از هر کرت با حذف حاشیه‌ها دو مترمربع برداشت و اندازه‌گیری شد.

### آزمایش گلخانه‌ای

پانزده جعبه چوبی به ابعاد ۵۲ در ۳۲ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر که محتوی مخلوطی از خاک باغچه و خاک برگ بود آماده شدند. داخل هر جعبه، یک ردیف از ژنوتیپ‌های ۱۵ گانه فوق، به فاصله ۳/۵ سانتی‌متر از یکدیگر در پنج تکرار در قالب طرح کامل تصادفی تحت شرایط گلخانه‌ای با ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، دمای روزانه و شبانه به ترتیب ۲۲ و ۱۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد کشت گردید. در هر مرحله دو، چهار و شش برگگی (تقریباً ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از کاشت)، پنج جعبه به یخچال آزمایشگاهی با دمای ۲۰ درجه سلسیوس تحت شرایط نور کنترل شده (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی و شدت نور ۱۰۰ لوکس) منتقل گردید. پس از گذشت ۲۴ ساعت، دمای یخچال ۲ درجه سلسیوس در ساعت تا ۲۵- درجه سلسیوس کاهش یافت. با کاهش هر ۵ درجه، از دمای ۵- درجه سلسیوس و

جدول ۳. میانگین مربعات صفات ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط آزمایشگاهی

میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	نشت یونی	انباشت پتاسیم	ماده خشک کل
رقم	۱۴	۸۸/۷۰۴**	۰/۶۳۷**	۰/۰۰۹**
خطا	۶۰	۱/۹۱۲	۰/۰۹۱	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (%)	۷/۳۷	۵/۱۸	۲۰/۶۲	

\*\* : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

حساس از نشت یونی بالایی برخوردار می‌باشند. تحت تنش سرما، غشاء سلولی تخریب شده و در نتیجه محتویات درون سلولی به خارج از سلول تراوش نموده و هدایت الکتریکی محلول در ژنوتیپ‌های حساس افزایش می‌یابد. به استثنای ژنوتیپ سایسون، سایر ژنوتیپ‌های با تیپ بینابین و زمستانه از میزان نشت یونی کمی برخوردار می‌باشند (شکل ۱). چنگ و همکاران (۵) با اندازه‌گیری نشت یونی گیاهچه‌های لویای تحت تنش سرما، عدم برگشت پذیری غشاء سلولی را پس از رفع تنش مشاهده نمودند. یون پتاسیم نشت شده از بافت‌های از بین رفته، ۷ تا ۱۰ برابر یون‌های کلسیم و منیزیم بود. گیاهچه‌های سازگار به تنش سرما به طور معنی‌داری هدایت الکتریکی و غلظت قندهای محلول، اسیدهای آمینه آزاد و یون‌های پتاسیم، منیزیم و کلسیم را در نشت یونی کاهش دادند.

#### انباشت پتاسیم

ژنوتیپ‌های C-81-14 و گاسکوژن با ۶/۶ و ۶/۴ درصد بیشترین انباشت پتاسیم را داشتند و ارقام طوس و شیراز به ترتیب با ۶/۲ و ۶/۲ درصد در رتبه دوم قرار گرفتند. رقم سایسون با ۴/۸ درصد کمترین میزان پتاسیم را داشت. ژنوتیپ‌هایی نظیر M-81-13 و سایسون که نشت یونی زیادی داشتند از انباشت پتاسیم کمی برخوردار بودند. پتاسیم از عناصر موثر در افزایش تحمل گیاه به شرایط نامساعد محیطی به شمار می‌رود. بیشترین میزان انباشت پتاسیم در بین ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه در ژنوتیپ C-81-14 بود (شکل ۲).

نظر می‌رسد در بین ژنوتیپ‌های با تیپ بینابین ممکن است ژنوتیپ‌هایی وجود داشته باشند که متحمل‌تر از ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه به تنش سرما باشند، چرا که علاوه بر تیپ رشد، مرحله رشد، طول روز و نوع ژنوتیپ نیز در تحمل به تنش سرما نقش دارند. این روند برای صفت ماده خشک کل تک بوته بر عکس بود. به طوری که ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بینابین از بیشترین مقدار و تیپ رشد بهاره از حداقل ماده خشک کل تک بوته برخوردار بودند. به علاوه، انباشت محتوای پتاسیم اندام‌های هوایی در مرحله شش برگگی بین ژنوتیپ‌های مختلف با تیپ رشد بهاره بیشترین مقدار بود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بهاره که در مرحله شش برگگی وارد فاز زایشی شده‌اند از سرعت رشد بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه و بینابین برخوردار می‌باشند، چرا که این دو تیپ در مرحله رزت بوده و از سرعت رشد و جذب املاح کمتری برخوردار می‌باشند.

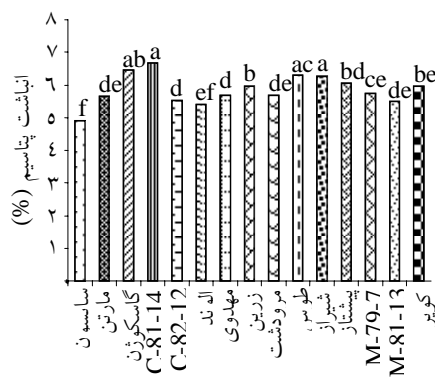
#### نشت یونی

ژنوتیپ M-81-13 با ۲۷/۷ میکروزیمنس بر متر بیشترین میزان نشت یونی را داشت. ژنوتیپ‌های سایسون، پیشتاز، M-79-7 و کویر به ترتیب با ۲۲/۳، ۲۳/۵ و ۲۲/۷ میکروزیمنس بر متر در رتبه دوم قرار گرفتند. رقم زرین با ۱۳/۷ میکروزیمنس بر متر کمترین نشت یونی را داشت. یامادا و همکاران (۲۰) در آزمایشی که روی گیاه رای‌گراس برای اندازه‌گیری نشت یونی تحت تنش سرما انجام دادند گزارش نمودند که ژنوتیپ‌های

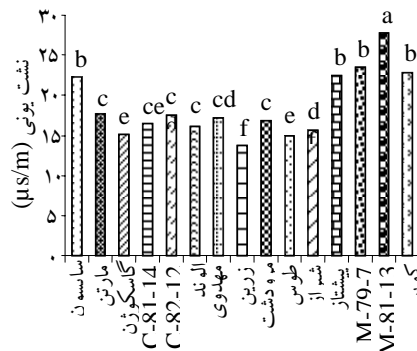
جدول ۴. مقایسه مستقل صفات گندم تحت شرایط آزمایشگاهی

تپ رشد	نشت یونی (μS/m)	انباشت پتاسیم (%)	ماده خشک کل (g/plant)
پاییزه	۱۷/۰a	۵/۸a	۰/۲۳b
بینابین	۱۵/۷b	۵/۶a	۰/۲۶a
پاییزه	۱۷/۰b	۵/۸a	۰/۲۳a
بهاره	۲۲/۴a	۵/۹a	۰/۲۰b
بهاره	۲۲/۴a	۵/۹a	۰/۲۶a
بینابین	۱۵/۷b	۵/۶b	۰/۲۰b

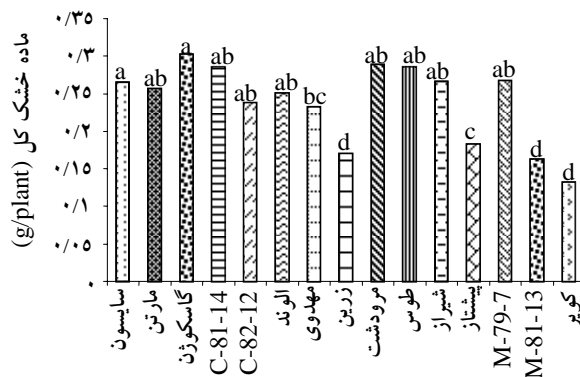
میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.



شکل ۲. میانگین انباشت پتاسیم ژنوتیپ‌ها در مرحله شش برگی



شکل ۱. میانگین نشت یونی ژنوتیپ‌ها در مرحله شش برگی



شکل ۳. میانگین ماده خشک کل تک بوته ژنوتیپ‌ها در مرحله شش برگی تحت تنش سرما

### ماده خشک کل تک بوته

رقم گاسکوژن با ۰/۳ گرم در بوته در مرحله شش برگی بیشترین ماده خشک کل را داشت. پس از گاسکوژن، ژنوتیپ‌های سایسون، مارتن، C-81-14، الوند، مرودشت، طوس، شیراز و M-79-7 به ترتیب با ۰/۲۶، ۰/۲۵، ۰/۲۸، ۰/۲۵، ۰/۲۸، ۰/۲۸، ۰/۲۶ و ۰/۲۶ گرم در بوته در رتبه دوم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های زرین، M-81-13 و کویر به ترتیب با ۰/۱۷، ۰/۱۶ و ۰/۱۳ گرم در بوته کمترین ماده خشک کل را داشتند (شکل ۳). ژن‌های دخیل در مقاومت به تنش سرما که با ژن‌های بهاره‌سازی مرتبط می‌باشند موجب انباشت پروتئین‌های ضد یخ، قندهای محلول، اسیدآبسیسیک، سنتز فسفولیپیدهای غیر اشباع و رفتار رشدی به صورت رزت می‌شود (۱۰).

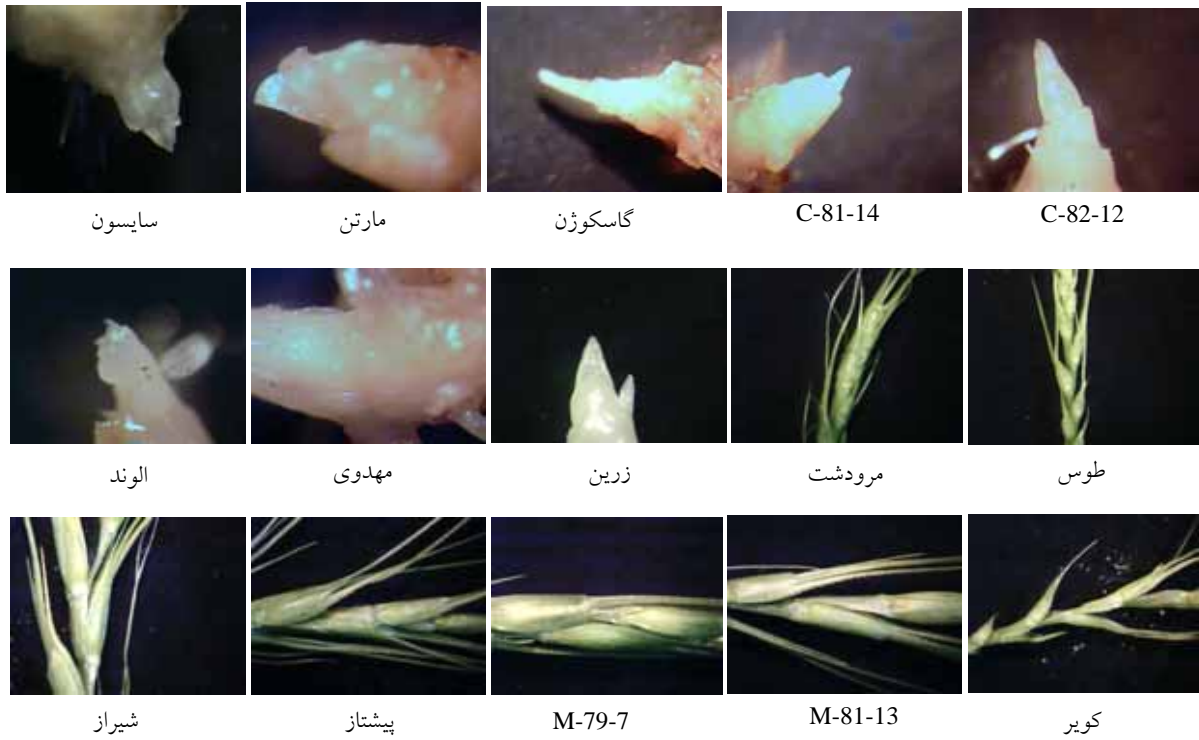
### وضعیت جوانه انتهایی

عکس برداری از کلیه ژنوتیپ‌ها در مراحل دو، چهار و شش برگی انجام گرفت. در مراحل دو و چهار برگی، ژنوتیپ‌های با تیپ‌های مختلف رشدی در مرحله رویشی بودند. در صورتی که در مرحله شش برگی، ژنوتیپ‌های گاسکوژن، مارتن، سایسون، C-81-14 و C-82-12 با تیپ زمستانه و ارقام الوند، مهدوی و زرین با تیپ بینابین که گرایش به سمت تیپ زمستانه داشتند و هم‌چنان در مرحله رویشی بودند و ارقام بینابین مرودشت و طوس که گرایش به سمت تیپ بهاره داشتند به همراه ژنوتیپ‌های بهاره کویر، M-81-13، M-79-7، پیشتاز و شیراز وارد فاز زایشی شدند (شکل ۴). تأخیر در مرحله گذر از فاز رویشی به زایشی در تحمل گیاه به تنش سرما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و ژنوتیپ‌هایی که در مرحله رویشی هستند به تنش سرما متحمل‌تر می‌شوند. ژنوتیپ‌هایی که وارد مرحله زایشی شده‌اند کشت آنها در مناطق سردسیر توصیه نمی‌شود. محفوظی و همکاران (۱۷) در بررسی ارقام جو تحت تنش سرما اثبات کردند که در ارقام بهاره نیازی به بهاره‌سازی نبوده و این نیاز، مرحله توسعه‌ای گیاه را به تأخیر می‌اندازد. ارقام با تیپ پاییزه پس از برآورده شدن نیاز به حداکثر مقاومت

به یخبندان می‌رسند. در حالی که ارقام بهاره بدون نیاز وارد مرحله زایشی می‌گردند. ایشان نتیجه‌گیری کردند که مرحله گذر از فاز رویشی به زایشی معیار کلیدی در کاهش بیان مقاومت به یخبندان در غلات کشت شده تحت تنش دمایی است. به‌علاوه، گاردنر و بارنت (۱۲) خاطر نشان کردند که تغییرات بهاره‌سازی، فرصتی را برای انتخاب ارقام متحمل به تنش سرما فراهم می‌کند.

### دمای لازم برای از بین رفتن ۵۰٪ بوته‌ها (LD<sub>50</sub>)

تجزیه پروبیت جهت محاسبه دمای لازم برای ۵۰٪ بوته‌های مرده در دماهای ۵-، ۱۰-، ۱۵-، ۲۰- و ۲۵- درجه سلسیوس نشان داد که ژنوتیپ گاسکوژن با تیپ زمستانه در دمای ۴۲- درجه سلسیوس متحمل‌ترین ژنوتیپ و رقم شیراز با ۲۸- درجه سلسیوس حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش سرما هستند. دمای لازم برای از بین رفتن ۵۰٪ بوته‌های مرده سایر ژنوتیپ‌ها در محدوده این دو ژنوتیپ قرار داشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد در تحمل به تنش سرما علاوه بر نوع رقم، تیپ و مرحله رشدی، نیاز بهاره‌سازی و طول روز از اهمیت اساسی برخوردار می‌باشند. ژنوتیپ‌های با گرایش تیپ بهاره که در مرحله شش برگی وارد فاز زایشی شده‌اند نسبت به ژنوتیپ‌های با تیپ زمستانه، حساس‌تر به تنش سرما خواهند شد. میزان مرگ و میر بوته‌های تحت تنش سرما در مراحل اولیه سازگاری دارای بیشترین تغییرات است (۳). تحمل غلات با تیپ پاییزه به دماهای کم به فرایندهای فیزیولوژیک شناخته شده در تنش سرما وابسته است. تغییرات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متعددی طی تنش سرما رخ می‌دهد که این تغییرات مانند فعالیت آنزیمی، انباشت محلول‌های سازگار، تغییرات در پایداری غشا و القای ژن‌های خاصی تحت تنش می‌باشند (۴). این تغییرات در ارقام با تیپ پاییزه نسبت به تیپ بهاره شدیدتر است. اگرچه تحمل به سرما فقط به جایگاه ژنی Sh1، Sh2 و Sh3 که تیپ رشد را کنترل می‌کنند، نسبت داده نمی‌شود، بلکه تجزیه‌های ژنتیکی در جو و چاودار نشان داده است که این صفت به تعداد



شکل ۴. جوانه انتهایی ژنوتیپ‌های گندم در مرحله ششش برگی

جدول ۵. تجزیه پروبیت ژنوتیپ‌های گندم برای محاسبه ۵۰ درصد گیاهچه‌های مرده در مرحله ششش برگی

LD <sub>50</sub> (°C)	Z= a + b logx <sub>i</sub>	b	a	ژنوتیپ
-۳۸	۱/۵۸	-۱/۴۶	۲/۳۱	سایسون
-۳۶	۱/۶۳	-۱/۲۹	۲/۱۰	مارتن
-۴۲	۱/۷۰	-۱/۱۹	۲/۰۳	گاسکوژن
-۳۳	۱/۳۶	-۱/۲۶	۱/۷۲	C-81-14
-۳۵	۱/۵۲	-۰/۹۳	۱/۴۱	C-82-12
-۳۳	۱/۵۳	-۰/۶۰	۰/۹۱	الوند
-۳۴	۱/۵۷	-۱/۴۳	۲/۲۵	مهدوی
-۳۳	۱/۵۳	-۰/۹۳	۱/۴۲	زرین
-۳۲	۱/۵۱	-۱/۳۶	۲/۰۷	مرودشت
-۳۶	۱/۶۵	-۰/۶۶	۱/۱۰	طوس
-۲۸	۱/۴۶	-۰/۵۳	۰/۷۸	شیراز
-۳۰	۱/۳۶	-۱/۲۶	۱/۷۲	پیشناز
-۳۰	۱/۵۷	-۰/۴۳	۰/۶۸	M-79-7
-۳۲	۱/۶۳	-۰/۴۰	۰/۶۵	M-81-13
-۳۱	۱/۵۳	-۰/۵	۰/۷۶	کویر



زیادی از جایگاه‌های ژنی وابسته است (۸ و ۱۴).

### آزمایش مزرعه‌ای

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها در سه تاریخ کاشت ۲۰ مهر و ۱۰ و ۳۰ آبان ماه برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که به جز صفت دانه در سنبله، در بین تاریخ کاشت‌های مختلف و تعداد سنبله در مترمربع در بین ژنوتیپ‌ها، سایر صفات اندازه‌گیری شده حداقل در سطح احتمال ۵٪ اختلاف آماری معنی‌داری داشتند (جدول ۶). آنرسون و تالیافرو (۱) در ارزیابی پنج رقم برمودا گراس به تنش سرما نشان دادند که در مراحل رشدی مختلف میزان تحمل به تنش متفاوت می‌باشد و نتیجه‌گیری کردند که اختلافات آماری معنی‌دار حاکی از وجود تنوعات ژنتیکی در بین ارقام بوده که از آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی بهره جست. بین ژنوتیپ‌های با تیپ پاییزه و بینابین از لحاظ عملکرد دانه و اجزای آن اختلاف آماری معنی‌داری دیده نشد. در صورتی که بین تیپ‌های رشد پاییزه با بهاره با بینابین اختلاف آماری معنی‌داری بین عملکرد دانه و اجزای آن وجود داشت. ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بینابین نسبت به بهاره و پاییزه از ماده خشک کل بیشتر و ارتفاع بالاتری برخوردار بودند. کمتر بودن عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های با تیپ رشد بهاره ناشی از کم بودن تعداد سنبله در مترمربع و دانه در سنبله آنها است (جدول ۷).

### ماده خشک کل

صرف نظر از نوع رقم، تاریخ کاشت اول با ۱۴۳۲/۰ گرم و تاریخ کاشت سوم با ۵۲۹/۲ گرم در مترمربع به ترتیب بیشترین و کمترین ماده خشک کل را داشتند. زیاد بودن ماده خشک کل در تاریخ کاشت اول به علت مناسب بودن زمان رشد گیاهچه‌ها است و ژنوتیپ‌های با تیپ‌های مختلف رشد تا پایین آمدن دمای هوا به مرحله پنجه‌زنی رسیده و متحمل به تنش سرما می‌شوند. در صورتی که در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم، ژنوتیپ‌ها از پنجه‌زنی و اندوخته غذایی کافی در برگ برخوردار

نیستند. در سه تاریخ کاشت، رقم زرین با ۱۱۲۴/۸ گرم بر مترمربع از بیشترین ماده خشک کل و ژنوتیپ‌های پیشتاز و M-13-81 به ترتیب با ۶۷۲/۲ و ۶۸۱/۱ گرم بر مترمربع کمترین ماده خشک کل را داشتند. لاین C-82-12 با تیپ رشد پاییزه از بیشترین ماده خشک کل در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم برخوردار بود. کاونتری و همکاران (۶) نشان دادند که در پاییز، کاهش تدریجی دما باعث مقاوم شدن گیاه به سرما می‌شود. تأخیر در تاریخ کاشت، باعث کاهش ارتفاع ساقه، تعداد دانه و ماده خشک کل خواهد شد (جدول ۹).

### عملکرد دانه و اجزای آن

صرف نظر از تاریخ کاشت، رقم C-82-12 با ۳۵۷/۴ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه و رقم پیشتاز با ۲۰۶/۶ گرم در مترمربع کمترین عملکرد دانه را داشت. در تاریخ کاشت اول ژنوتیپ‌های مهدوی و M-79-7 با ۷۵۳/۳ و ۷۳۹/۹ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشتند. رقم پیشتاز نیز با ۳۴۳/۳ گرم در مترمربع کمترین عملکرد دانه را داشت. برای تاریخ کاشت دوم بیشترین عملکرد دانه ژنوتیپ C-82-12 با ۴۱۴/۴ گرم در مترمربع و ژنوتیپ‌های مهدوی، طوس، M-79-7 و M-81-13 به ترتیب با ۱۱۵/۵، ۹۵/۵ و ۷۴/۴ و ۱۱۲/۲ گرم بر مترمربع کمترین عملکرد دانه را داشتند. در تاریخ کاشت سوم، ژنوتیپ C-82-12 با ۲۱۲/۲ گرم در مترمربع بیشترین عملکرد دانه را داشت. رقم گاسکوژن با عملکرد دانه ۵۷/۷ گرم در مترمربع کمترین مقدار عملکرد را دارا بود (جدول ۸). تغییرات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در سه تاریخ کاشت، کمتر از تغییرات تعداد سنبله در مترمربع بود. بنابراین، به نظر می‌رسد بیشترین تأثیر تنش سرما در اجزای عملکرد بر تعداد سنبله در مترمربع (تعداد پنجه بارور) باشد (جدول ۸). ژنوتیپ C-82-12 از نشت یونی پایین و حداقل دمای لازم برای زنده ماندن ۵۰٪ بوته‌ها (۳۵- درجه سلسیوس) برخوردار بود که پس از گاسکوژن در رتبه دوم قرار داشت (۴۲- درجه سلسیوس). این ژنوتیپ از حداقل دامنه تغییرات و انحراف معیار عملکرد دانه و

جدول ۶. میانگین مربعات مرکب صفات ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت تحت شرایط مزرعه‌ای

میانگین مربعات

ارتفاع بوته	ماده خشک کل	وزن هزاردانه	دانه در سنبله	سنبله در مترمربع	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۵۳۶/۸۳ <sup>***</sup>	۱۰۱۳۰۸۱۲/۱۰ <sup>**</sup>	۶۴۲/۲۹ <sup>**</sup>	۴۲۶/۳۱ <sup>ns</sup>	۱۶۸۹۵۳۸۰/۱۴ <sup>**</sup>	۲۶۸۴۷۹۲/۷۰ <sup>**</sup>	۲	تاریخ کاشت
۳۸/۱۸	۳۱۸۴۳/۳۳	۱۳/۰۹	۱۳۶/۱۲	۳۲۲۴۰/۵۴	۱۰۵۲۴/۸۰	۶	خطا
۲۶۸/۲۱ <sup>**</sup>	۲۲۴۸۹۶/۲۳ <sup>**</sup>	۶۸/۲۳ <sup>**</sup>	۹۷/۶۰ <sup>**</sup>	۴۴۲۶۵۸/۳۵ <sup>ns</sup>	۱۵۲۸۷/۳۵ <sup>**</sup>	۱۴	ژنوتیپ
۲۹/۸۰ <sup>*</sup>	۲۲۲۷۷۰/۵۹ <sup>**</sup>	۲۷/۶۰ <sup>**</sup>	۸۲/۵۱ <sup>**</sup>	۷۵۱۳۹/۸۳ <sup>**</sup>	۳۱۴۶۲/۱۹ <sup>**</sup>	۲۸	ژنوتیپ × تاریخ کاشت
۱۶/۱۷	۲۹۶۹۹/۶۹	۱۱/۴۹	۳۵/۹۷	۲۰۵۸۳/۹۲	۶۳۱۳/۵۷	۸۴	خطا
۵/۸۶	۱۹/۲۳	۸/۶۸	۱۱/۳۳	۲۰/۰۰	۱۷/۰۹		ضریب تغییرات (/)

<sup>\*\*\*</sup> ، <sup>\*\*</sup> و <sup>\*</sup> MS: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۷. مقایسه مستقل صفات گندم تحت شرایط مزرعه‌ای

ارتفاع بوته (cm)	ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )	وزن هزار دانه (g)	دانه در سنبله	سنبله در مترمربع	عملکرد دانه (g/m <sup>2</sup> )	تیپ رشد
۶۳/۱b	۹۰۰/۲b	۳۶/۶b	۵۲/۸a	۷۶۵/۴a	۳۰۱/۴a	پاییزه
۷۳/۷a	۱۰۱۸/۶a	۴۰/۲b	۵۴/۰a	۷۳۶/۲a	۳۱۱/۴a	بهاره
۶۳/۱a	۹۰۰/۲a	۳۶/۶b	۵۲/۸a	۷۶۵/۴a	۳۰۱/۴a	پاییزه
۶۹/۱b	۷۶۹/۹b	۴۰/۲a	۵۱/۸a	۶۹۰/۶a	۲۶۷/۱b	بهاره
۶۹/۱b	۷۶۹/۹b	۴۰/۲a	۵۱/۸a	۶۹۰/۶b	۲۶۷/۱b	بهاره
۷۳/۷a	۱۰۱۸/۶a	۴۰/۲a	۵۴/۰a	۷۳۶/۲a	۳۱۱/۴a	بهاره

میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

جدول ۸. میانگین، دامنه تغییرات و انحراف معیار عملکرد دانه و ماده خشک کل ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت تحت شرایط مزرعه‌ای

ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )			عملکرد دانه (g/m <sup>2</sup> )			ژنوتیپ
انحراف معیار	دامنه تغییرات	میانگین	انحراف معیار	دامنه تغییرات	میانگین	
۶۵۶/۳	۱۲۷۵/۵	۹۲۱/۴	۳۱۰/۳	۵۷۲/۲	۳۱۶/۶	سایسون
۴۱۲/۲	۷۲۲/۲	۸۱۶/۲	۲۰۱/۱	۳۸۰/۰	۲۶۰/۷	مارتن
۵۵۶/۴	۱۰۵۶/۶	۹۵۲/۵	۲۶۶/۹	۵۳۳/۳	۳۱۷/۴	گاسکوژن
۳۴۷/۲	۶۶۳/۳	۷۶۸/۸	۱۶۱/۹	۳۰۸/۸	۲۲۵/۱	C-81-14
۲۲۲/۹	۳۱۴/۴	۱۰۴۱/۸	۱۲۶/۶	۲۳۳/۳	۳۵۷/۴	C-82-12
۳۲۳/۵	۵۷۷/۷	۸۶۸/۵	۱۶۳/۲	۳۲۵/۵	۲۸۳/۳	الوند
۱۰۱۷/۳	۱۸۰۶/۱	۹۰۵/۳	۳۷۹/۷	۶۵۷/۷	۳۱۴/۸	مهدوی
۶۲۰/۳	۱۱۵۸/۸	۱۱۲۴/۸	۳۱۰/۶	۵۸۳/۳	۳۴۲/۲	زرین
۵۳۷/۵	۹۷۵/۵	۱۱۰۱/۸	۲۹۴/۶	۵۴۵/۵	۳۳۰/۷	مرو دشت
۶۴۲/۴	۱۱۱۳/۳	۱۰۹۲/۵	۳۱۹/۴	۵۶۶/۶	۲۸۵/۹	طوس
۶۰۱/۹	۱۱۸۱/۱	۱۰۳۱/۱	۳۱۲/۴	۵۹۲/۲	۳۱۰/۷	شیراز
۲۴۸/۶	۴۴۳/۳	۶۷۲/۲	۱۱۹/۷	۲۲۳/۳	۲۰۶/۶	پیشناز
۶۲۱/۲	۱۱۴۴/۴	۷۴۲/۵	۳۷۲/۰	۶۲۱/۱	۳۱۱/۱	M-79-7
۴۳۱/۵	۷۸۰/۰	۶۸۱/۱	۲۳۳/۲	۴۱۰/۰	۲۴۰/۷	M-81-13
۳۳۶/۵	۶۷۱/۱	۷۲۲/۹	۱۷۴/۳	۳۲۷/۷	۲۶۶/۲	کوبر

#### ارتفاع بوته

بوته‌های تاریخ کاشت اول با میانگین ۷۵/۲ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را داشتند و بوته‌های تاریخ کاشت سوم با ۶۴/۲ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند. با تأخیر در کاشت، ارتفاع بوته ارقام کاهش یافت (جدول ۸). صرف نظر از تعداد پنجه، به نظر می‌رسد با افزایش ارتفاع بوته، ماده خشک کل نیز بیشتر شود. راوسن (۲۰) اظهار داشت تاریخ کاشت مناسب موجب قرار گرفتن گیاه زراعی در شرایط مطلوب می‌شود. در این تحقیق نیز چون به نظر می‌رسد تاریخ کاشت اول بهینه باشد گیاه از رشد مطلوب از لحاظ ارتفاع برخوردار بوده است.

ماده خشک کل در سه تاریخ کاشت برخوردار است (جدول ۹). در صورتی که لاین M-79-7 نشن یونی بالا و حداقل دمای لازم برای زنده ماندن ۵۰٪ بوته‌ها ۳۰- درجه سلسیوس داشته از بیشترین دامنه تغییرات و انحراف معیار در بین سه تاریخ کاشت برای صفات عملکرد دانه و ماده خشک کل برخوردار بود. به نظر می‌رسد رقم گاسکوژن با تیپ پاییزه و داشتن پایین‌ترین دمای لازم برای ۵۰٪ بوته‌های زنده متحمل به تنش سرما بوده ولی از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار نباشد. محققین (۱۵ و ۱۸) نشان دادند که بقاء تحت تنش سرما به عواملی مانند نوع ژنوتیپ، مرحله رشد گیاه، دمایی که گیاه در آن دما خسارت می‌بیند، سرعت و طول مدت اعمال تنش و تابش خورشید بستگی دارد.

جدول ۹. میانگین صفات ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت تحت شرایط مزرعه‌ای

تاریخ کاشت	ژنوتیپ	ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )	عملکرد دانه (g/m <sup>2</sup> )	وزن هزار دانه (g)	دانه در سنبله	سنبله در مترمربع	ارتفاع بوته (cm)
اول	سایسون	۱۶۴۸/۸bd	۶۷۲/۲ab	۴۰/۹eg	۴۴/۹ij	۱۴۹۱/۳ab	۶۶/۶hp
	مارتن	۱۲۹۲/۲eg	۴۸۸/۸ce	۳۹/۰cj	۴۷/۱gi	۱۳۶۰/۳ac	۶۲/۶ms
	گاسکوزن	۱۳۷۹/۹df	۵۹۱/۱bc	۴۳/۱be	۳۵/۵jk	۱۴۹۵/۳ab	۶۷/۷hp
	C-81-14	۱۱۵۹/۹ej	۴۳۷/۷df	۴۰/۶cg	۵۰/۷bi	۱۳۸۵/۳ac	۶۸/۵gn
	C-82-12	۱۱۰۷/۷fk	۴۴۵/۵df	۳۷/۹dk	۵۲/۷bi	۱۱۹۳/۰cd	۶۹/۶fm
	الوند	۱۰۷۳/۳fl	۴۳۸/۸df	۳۹/۱cj	۴۸/۵fi	۱۴۵۴/۶ac	۸۲/۳ab
	مهدوی	۲۰۷۸/۸a	۷۵۳/۳a	۴۲/۹be	۵۹/۶ag	۱۳۹۹/۰ac	۸۱/۳ac
	زرین	۱۸۳۲/۲ab	۶۹۵/۵ab	۳۹/۵ci	۶۱/۱ae	۱۴۱۳/۰ac	۷۹/۲ad
	مرودشت	۱۷۱۹/۹bc	۶۶۷/۷ab	۴۱/۷cf	۵۳/۷bi	۱۵۰۳/۳ab	۸۳/۲ab
	طوس	۱۸۳۴/۴ab	۶۵۴/۴ab	۴۰/۹eg	۵۲/۲bi	۱۴۸۸/۰ab	۸۴/۲a
	شیراز	۱۶۸۸/۸bc	۶۶۴/۴ab	۴۵/۰bc	۵۳/۰bi	۱۴۲۱/۳ac	۸۱/۲ac
	پیشناز	۹۵۸/۸hn	۳۴۳/۳eg	۴۲/۱bf	۴۶/۴hi	۱۳۰۰/۶bc	۷۱/۹dk
	M-79-7	۱۴۵۴/۴ce	۷۳۹/۹a	۴۴/۶bd	۵۰/۴ci	۱۶۱۶/۰a	۷۹/۳ad
M-81-13	۱۱۷۷/۷ei	۵۱۰/۰cd	۴۰/۸cg	۴۹/۰ei	۱۴۰۳/۶ac	۷۶/۷af	
دوم	کوبر	۱۰۷۳/۳fk	۴۶۴/۴ce	۵۱/۷a	۴۴/۶ij	۱۲۶۲/۶bc	۷۴/۴ch
	سایسون	۷۴۲/۲fl	۱۷۷/۷hj	۳۶/۳kl	۵۷/۱ah	۳۶۹/۶hk	۵۷/۷qs
	مارتن	۵۸۶/۶ow	۱۸۴/۴hj	۳۴/۲gl	۵۴/۷ai	۴۷۲/۳fj	۶۰/۴os
	گاسکوزن	۱۱۵۴/۴ej	۳۰۳/۳fh	۴۲/۰bf	۴۹/۷di	۳۷۹/۳hk	۶۰/۲ps
	C-81-14	۶۵۰/۰nv	۱۹۸/۸gi	۳۷/۶ek	۵۷/۱ah	۳۸۸/۰gk	۶۲/۹ms
	C-82-12	۱۲۲۴/۴eh	۴۱۴/۴df	۳۸/۴ck	۶۶/۴a	۹۹۵/۶d	۶۶/۹hp
	الوند	۱۰۳۶/۶gm	۲۹۷/۷fh	۴۳/۰be	۶۲/۶ac	۷۴۸/۰e	۷۸/۵ae
	مهدوی	۲۷۲/۷w	۹۵/۵ij	۴۰/۶cg	۵۳/۹bi	۱۹۲/۰jk	۶۱/۵ms

ادامه جدول ۹. میانگین صفات ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت تحت شرایط مزرعه‌ای

زرین	۸۶۸/۸ip	۲۱۸/۸gi	۴۴/۸bc	۵۹/۶af	۵۹۲/۶eh	۷۱/۲Ei
مرودشت	۸۴۱/۱iq	۲۰۲/۲gi	۴۲/۸bf	۶۲/۸ab	۶۵۳/۰eg	۷۲/۸Di
طوس	۷۲۲/۲mt	۱۱۵/۵ij	۴۲/۲bf	۵۰/۵ci	۴۵۶/۰fk	۶۸/۳Gd
شیراز	۸۹۶/۶ho	۱۹۵/۵gi	۳۵/۹fk	۵۵/۲ai	۷۱۴/۳ef	۷۲/۶Di
پیشناز	۵۱۵/۵qw	۱۵۶/۶hj	۴۲/۷bd	۵۱/۳bi	۴۹۲/۰ei	۶۲/۶Ms
M-79-7	۳۰۹/۹vw	۷۴/۴ij	۴۰/۰ch	۵۳/۸bi	۱۹۱/۰jk	۶۶/۹Hp
M-81-13	۳۹۷/۷tw	۱۱۲/۲ij	۳۷/۶ek	۵۷/۸ah	۲۰۳/۶jk	۶۴/۰Ji
کوبر	۶۹۲/۳nu	۱۹۷/۷gi	۴۸/۶ab	۴۸/۷fi	۴۰۶/۳gk	۶۹/۳Fm
سایسون	۳۷۳/۳uw	۹۹/۹ij	۳۲/۱kl	۵۸/۴ah	۳۴۷/۶hk	۵۶/۲S
مارتن	۵۶۹/۹ow	۱۰۸/۸ij	۳۲/۵jl	۶۱/۶ad	۲۶۱/۳ik	۵۶/۸Rs
گاسکوژن	۳۲۳/۳vw	۵۷/۷j	۲۸/۱i	۵۰/۳di	۲۱۵/۶ik	۵۹/۸Ps
C-81-14	۴۹۶/۶rw	۱۲۸/۸ij	۳۲/۳kl	۴۹/۰ei	۲۱۱/۳ik	۶۵/۱Iq
C-82-12	۷۹۲/۳kr	۲۱۲/۲gi	۳۷/۰ek	۵۷/۱ah	۳۱۳/۶ik	۶۴/۹iq
الوند	۴۹۵/۵rw	۱۱۳/۳ij	۳۹/۲ci	۴۸/۱fi	۱۷۱/۳k	۷۵/۷bg
مهدوی	۳۶۴/۴uw	۹۵/۵ij	۳۹/۴ci	۴۷/۸fi	۲۵۷/۶ik	۶۱/۰ns
زرین	۶۷۳/۳nu	۱۱۲/۲ij	۳۷/۴ek	۵۰/۵ci	۱۹۵/۰jk	۶۶/۸hp
مرودشت	۷۴۴/۴mr	۱۲۲/۲ij	۳۱/۷kl	۴۹/۶di	۲۷۷/۶ik	۶۷/۴Hp
طوس	۷۲۴/۱mt	۸۷/۷ij	۳۸/۶ck	۵۰/۵ci	۲۴۲/۳ik	۷۲/۱Dj
شیراز	۵۰۷/۷qw	۷۲/۲ij	۳۱/۹kl	۴۹/۸di	۲۹۳/۶ik	۶۳/۶Ls
پیشناز	۵۴۲/۲pw	۱۱۹/۹ij	۳۵/۶fk	۵۵/۹ai	۲۴۶/۳ik	۶۱/۰Ns
M-79-7	۴۶۳/۳rw	۱۱۸/۸ij	۳۳/۱il	۴۶/۴hi	۳۱۲/۰ik	۶۱/۹Ms
M-81-13	۴۶۷/۷rw	۹۹/۹ij	۳۳/۷hl	۵۹/۰ag	۲۹۰/۳ik	۶۴/۵Ks
کوبر	۴۰۲/۲sw	۱۳۶/۶ij	۳۸/۲ck	۵۵/۰ai	۲۰۱/۶jk	۶۶/۰Ip

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

جدول ۱۰. ضرایب همبستگی صفات گندم در تنش سرما

صفت	سنبله در مترمربع	دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (g/m <sup>2</sup> )	ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )	انباشت پتاسیم (%)	نشت یونی (μs/m)	ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )
ارتفاع بوته (cm)	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۴۹	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۰۸	-۰/۱۸	۰/۰۴
سنبله در مترمربع		۰/۳۹	-۰/۳۰	۰/۵۷*	۰/۶۷**	-۰/۱۸	-۰/۴۲	۰/۵۶*
دانه در سنبله			-۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۳۹	-۰/۴۹	-۰/۰۵	-۰/۰۱
وزن هزار دانه (g)				۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۱۵	-۰/۵۳*
عملکرد دانه (g/m <sup>2</sup> )					۰/۷۸**	-۰/۲۰	-۰/۵۳*	۰/۵۲*
ماده خشک کل (g/m <sup>2</sup> )						۰/۰۴	-۰/۷۹**	۰/۶۱*
انباشت پتاسیم (%)							-۰/۵۲*	۰/۰۱
نشت یونی (μs/m)								۰/۶۷**

\* و \*\*: به ترتیب اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

### همبستگی صفات

ضرایب همبستگی صفات نشان داد که صفت سنبله در مترمربع در بین اجزای عملکرد همبستگی مثبت معنی‌داری با عملکرد دانه داشت (جدول ۱۰). به علاوه، به نظر می‌رسد بالا بودن ضریب همبستگی ماده خشک کل با عملکرد دانه ناشی از وجود تعداد پنجه، خصوصاً پنجه بارور، زیاد باشد که با افزایش تعداد پنجه بارور ماده خشک کل افزایش و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد. معنی‌دار بودن ضریب همبستگی ماده خشک کل در مرحله شش برگی (گیاهچه‌ای) با ماده خشک کل در گیاه کامل حاکی از آن است که با قوی بودن بنیه اولیه ماده خشک کل بیشتر خواهد شد. بین نشت یونی با ماده خشک کل در مرحله گیاهچه‌ای و گیاه کامل و عملکرد دانه همبستگی منفی معنی‌داری حداقل در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد که با افزایش نشت یونی میزان ماده خشک و عملکرد دانه کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد در ارزیابی تحمل به تنش سرما صفت نشت یونی بتواند به عنوان معیار غیرمستقیمی در غربال ژنوتیپ‌های متحمل به تنش سرما معرفی شود. بین صفت میزان نشت یونی و انباشت پتاسیم همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. به عبارت دیگر، با افزایش انباشت پتاسیم میزان نشت یونی کمتر شده و با کاهش نشت یونی، گیاه به تنش سرما

متحمل‌تر خواهد شد. گورنی و همکاران (۱۳) در بررسی بیان ژن تنظیم‌کننده سرما در ارقام حساس و متحمل جو تحت شرایط مزرعه‌ای مشاهده نمودند که انباشت پروتئین‌های COR14a و COR14b در ژنوتیپ‌های متحمل بیشتر است، در حالی که در ژنوتیپ‌های حساس چنین پروتئین‌هایی مشاهده نشد. وجود این نوع پروتئین‌ها معیار غیرمستقیمی در اصلاح برای تحمل به سرما می‌تواند باشد. ژن‌های دخیل در تحمل به سرما در جو pt59, pao86 and paf93 بوده که سنتز چنین پروتئین‌هایی را کد کرده و موجب القاء تحمل به تنش سرما می‌شود.

### نتیجه‌گیری

تاریخ کاشت ۲۰ مهر ماه نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت از عملکرد دانه زیادتری برخوردار بود و در پایین‌ترین دما (۱۵/۶- درجه سلسیوس) تحت شرایط مزرعه‌ای در مرحله پنجه‌زنی بودند. ژنوتیپ‌های با تیپ بهاره در مرحله شش برگی (۶۰ روز پس از کاشت) وارد فاز زایشی شدند. ژن‌های کنترل‌کننده بهاره‌سازی در ژنوتیپ‌های تیپ پاییزه مانع گذر از فاز زایشی به زایشی شده و تحمل گیاه را به تنش سرما افزایش دادند. در

کاشت داشت. در بین اجزای عملکرد، صفت تعداد سنبله در مترمربع، همبستگی مثبت معنی داری با عملکرد دانه داشت. داشتن همبستگی منفی معنی دار بین صفت نشت یونی با ماده خشک کل و عملکرد دانه می تواند به عنوان معیار غیرمستقیمی جهت غربال ژنوتیپ های متحمل به تنش سرما در مرحله اولیه گیاهچه ای به کار برده شود.

بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، لاین C-82-12 با تیپ رشد پاییزه دارای نشت یونی کم و دمای لازم برای زنده ماندن ۵۰٪ بوته ها، ۳۵- درجه سلسیوس که پس از گاسکوژن (۴۲- درجه سلسیوس) در رتبه دوم قرار داشت، از عملکرد و اجزای عملکرد دانه و ماده خشک کل بالایی برخوردار بود. در مقابل، ژنوتیپ M-79-7 تیپ رشد بهاره دارای میانگین عملکرد دانه کم و دامنه تغییرات و انحراف معیار بیشتری در سه تاریخ

### منابع مورد استفاده

1. Anerson, J. A. and C. M. Taliaferro. 1995. Laboratory freeze tolerance of field grown forage Bermudagrass cultivars. *Agronomy Journal* 87: 1017-1020.
2. Bridger, G. M., D. E. Falk, B. D. Mckersie and D. L. Smith. 2005. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in Eastern Canada. *Crop Science* 36: 150-157.
3. Brule-Babel, A. L. and D. B. Fowler. 1998. Use of controlled environments for winter cereal cold hardiness evaluation: controlled freeze tests and tissue water content as prediction tests. *Canadian Journal of Plant Science* 69: 355-366.
4. Cattivelli, L. and D. Bartels. 1992. Biochemistry and molecular biology of cold inducible enzymes and proteins in higher plants. PP. 267-288. In: J. L. Wray (Ed.), *Inducible Plant Proteins*, Cambridge University Press.
5. Chang, M. Y., S. L. Chen, C. F. Lee and Y. M. Chen. 2001. Cold-acclimation and root temperature protection from chilling injury in chilling-sensitive mung bean seedlings. *Botanical Bulletin Academic Science* 42: 53-60.
6. Coventry, D. R., T. G. Reeves, H. D. Brooke and K. Cann. 2003. Influence of genotype, sowing date, and seeding rate on wheat development and yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33: 751-757.
7. David, A. and V. Dendy. 2001. *Cereal and Cereal Products, Chemistry and Technology*. Anaspen Pub., USA, PP. 267-288.
8. Doll, H., V. Haahr and B. Sogaard. 1989. Relationship between vernalization requirement and winter hardiness in doubled haploids of barley. *Euphytica* 42: 209-213.
9. Fletcher, R. J. and B. R. Cullis. 2005. Evaluation of chromosome substitution lines of wheat (*Triticum aestivum* L.) for freezing injury suffered during the stem elongation stage of development. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 111-128.
10. Fowler, D. B., A. E. Limin and J. T. Ritchie. 1999. Low temperature tolerance in cereals: Model and genetic interpretation. *Crop Science* 39: 626-633.
11. Fowler, B. D., G. Breton, A. E. Limin, S. Mahfoozi and F. Sarhan. 2001. Photoperiod and temperature interactions regulate low temperature induced gene expression in barley. *Plant Physiology* 127: 1676-1681.
12. Gardner, F. P. and R. D. Barnett. 1990. Vernalization of wheat cultivars and a triticale. *Crop Science* 30: 166-169.
13. Giorni, F., C. Crosatti, P. Baldi, M. Grossi, C. Mare, A. M. Stanca and L. Cattivelli. 1999. Cold regulated gene expression during winter in frost tolerant and frost susceptible barley cultivars grown under field conditions. *Euphytica* 106: 149-157.
14. Kolar, S. C., P. M. Hayes, T. H. H. Chen and R. G. Linderman. 1991. Genotypic variation for cold tolerance in winter and facultative barley. *Crop Science* 31: 1149-1152.
15. Lecomte, C., A. Giraud and V. Aubert. 2003. Testing a predicting model for frost resistance of winter wheat under natural conditions. *Agronomy Journal* 23: 51-56.
16. Mahfoozi, S., A. E. Limin and D. B. Fowler. 2001. Influence of vernalization and photoperiod responses on cold hardiness in winter cereals. *Crop Science* 41: 1006-1011.
17. Mahfoozi, S., H. Ketata and D. B. Fowler. 2004. Regulation of freezing resistance in barley grown under field conditions. PP. 1-5. In: Proc. 4<sup>th</sup> Intl. Crop Science Cong., 26 Sep-1 Oct. Brisbane, Australia.
18. Mcleod, J. G., G. A. Campbell, F. B. Dyck and C. L. Vera. 2002. Optimum seeding date for winter wheat in southwestern Saskatchewan. *Agronomy Journal* 84: 86-90.
19. Munns, R., R. A. Hare, R. A. James and G. J. Rebetzke. 2000. Genetic variation for improving the slat tolerance of durum wheat. *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 69-74.



20. Rawson, H. M. 2000. Irrigated wheat (managing your crop). FAO, Rome, Italy, 139: 19-32.
21. Rizza, F., C. Crosatti, A. M. Stanca and L. Cattivelli. 1994. Studies for assessing the influence of hardening on cold tolerance of barley genotypes. *Euphytica* 75: 131-138.
22. Tahir, M. and M. Singh. 1993. Assessment of screening techniques for heat tolerance in wheat. *Crop Science* 33: 740-744.
23. Yamada, T., E. S. Jones, N. O. I. Cogan, A. C. Vecchies, T. Nomura, H. Hisano, Y. Shimamoto, K. F. Smith, M. D. Hayward and J. W. Forster. 2004. QTL analysis of morphological, developmental, and winter hardiness-associated traits in perennial ryegrass. *Crop Science* 44: 925-935.

## Effect of Planting Date on Cold Tolerance of Winter, Spring and Facultative Growth Types of Wheat Genotypes

A. Eivazi<sup>1\*</sup>, M. Javani<sup>2</sup> and M. Rezaei<sup>1</sup>

(Received : Nov. 24-2010 ; Accepted : Nov. 2-2011)

### Abstract

Early autumnal and late spring frosts usually impose damages to wheat production in North-West of Iran. In order to investigate cold tolerance of wheat genotypes, two laboratory and field experiments were carried out at three planting dates of 12 Oct. and 1 and 21 Nov. 2007 in Saatlu Agricultural Research Station on 15 genotypes with winter, facultative and spring-growth types. Arrangement of the greenhouse and field experiments were completely randomized design and randomized complete blocks design, respectively. Results showed that spring and facultative- growth types had the highest and lowest ion leakage. At 6-leaf stage (60 days after planting), autumn-growth type genotypes including Saison, Marton, Gascogen, C-82-12, C-81-14, along with facultative-growth type genotypes of Alvand, Mahdavi and Zarrin were in vegetative growth stage, but Shiraz, Pishtaz, M-79-7, M-81-13 and Kavir spring-growth type genotypes, with two facultative-growth type genotypes of Marvdasht and Tus entered the reproductive stage and were susceptible to cold stress. Spring-growth type genotypes had the minimum grain yield and yield components. Facultative-growth type genotypes had more total dry matter and were taller. The C-82-12 genotype had minimum ion leakage, needed minimum survival temperature of -35 °C for 50% of the plants, and had maximum grain yield and total dry matter. In contrast, the M-79-7 genotype had maximum ion leakage, highest standard deviation for grain yield and dry matter, and needed minimum survival temperature of -30 °C for 50% of the plants. Number of spike per m<sup>2</sup> had positive correlation with grain yield. In general, negative correlation of ion leakage with total dry matter and grain yield could be used as an indirect criterion for screening of cold tolerant wheat genotypes.

**Keywords:** Cold stress, Grain yield, Ion leakage, Growth type.

---

1. Res. Assis. Prof. and Scientific Member of Agric. and Natur. Resour. Res. Center, West Azarbayjan, Urmia, Iran.

2. Grad. MSc. of Agron., Islamic Azad Univ., Branch of Khoy, West Azarbayjan.

\*: Corresponding Author, Email: alirezaeivazi@yahoo.com