بررسی اثرات تاریخ کاشت و رقم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم آبی (*Triticum aestivum* L.) در شرایط آب و هوایی خرم‌آباد

حامد خسروی[۱]، ناصر اکبری*[۲]، ماشااله دانشور[۳]، امید علی‌اکبرپور [۴]و سجاد رحیمی‌مقدم[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه مهندسی ژنتیک و تولید گیاهی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲، ۳، ۴ و ۵) استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

*نویسنده مسئول: **nr1332@hotmail.com**

این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۱/۲۶ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵**

چکیده

به‌رغم پیشرفت‌های ژنتیکی، بروز عوامل محدودکننده‌ای همچون اقلیم، خاک و مدیریت زراعی باعث گردیده است در بسیاری از مناطق، فاصله قابل‌توجه بین عملکرد برداشتی زارعین و پتانسیل عملکرد ژنتیکی ایجاد گردد. شناخت عوامل محدودکننده و برنامه‌ریزی مناسب و تعیین راهکارهای افزایش سازگاری گیاهان زراعی به این تغییرات احتمالی، سبب پاسخ مناسب گیاهان زراعی به این تغییرات می‌شود. بدین منظور، مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد و صفات فیزیولوژیک آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۰۰-۱۳۹۹ در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا گردید. عامل اصلی شامل چهار تاریخ کشت ۱۵ مهر، ۳۰ مهر، ۱۵ آبان، ۳۰ آبان و عامل فرعی رقم که این ارقام شامل چمران ۲، سیروان و میهن بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده تاریخ کاشت بر کلیه‌ی صفات موردبررسی در سطح احتمال یک درصد و اثرات ساده رقم بر صفات سرعت فتوسنتز، عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و هدایت مزوفیلی، هدایت روزنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه به دلیل کشت زودهنگام و حادث شدن مراحل رشدی با دماهای پایین‌تر از تحمل گیاه و تاریخ کاشت ۳۰ آبان به دلیل تأخیر در زمان کاشت سبب کاهش عملکرد دانه گردید. به‌طورکلی تاریخ کشت مناسب ضمن افزایش شرایط بهینه برای ارقام گندم ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه ازجمله مؤلفه‌های فتوسنتزی، شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه فراهم نموده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. در این مطالعه این تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم میهن به ترتیب به‌عنوان بهترین تاریخ کاشت و رقم برای منطقه خرم‌آباد و مناطق آب‌وهوایی مشابه آن توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سرعت فتوسنتز، سرعت تعرق، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و کلروفیل.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی دنیاست و یکی از عمده‌ترین گیاهان زراعی تأمین‌کننده نیاز غذایی انسان در جهان به‌شمار می‌رود. این گیاه در محدوده‌ی وسیعی از شرایط اقلیمی و مناطق جغرافیایی تولید می‌شود و به‌دلیل تطابق زیاد با شرایط آب و هوایی مختلف، دامنه‌ی پراکندگی آن بیش‌تر از هر گیاه دیگری است (Metwali *et al*., 2010). عملکرد گیاهان زراعی ازجمله گندم تحت اثر سه مؤلفه پتانسیل ژنتیکی، شرایط اقلیمی و مدیریت‌های زراعی است؛ ازاین‌رو جهت دستیابی به حداکثر عملکرد، ایجاد شرایط محیطی بهینه از کاشت تا برداشت ضروری است (نادری، ۱۳۹۲)؛ بنابراین به‌منظور کسب حداکثر عملکرد باید علاوه‌بر شناسایی ارقام گندم پر محصول از طریق انتخاب تاریخ کاشت مناسب از حداکثر ظرفیت ژنتیکی رقم‌ها در شرایط آب و هوایی مختلف بهره‌برداری نمود (Refay, 2011). تاریخ کشت در هر منطقه به شرایط اقلیمی آن محل به‌ویژه دما، رطوبت و طول روز وابسته است (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷). نتایج بررسی سه تاریخ کاشت (۲۹ شهریور، ۹ مهر و ۱۸ مهر) در گیاه گندم نشان داده شد که تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت، به‌طوری‌که بالاترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۹ مهر حاصل شد (Ren *et al*., 2019). زمان کاشت گندم بر اساس مطابقت دمای مطلوب هر یک از مراحل فنولوژیکی رشد و همچنین عدم برخورد مراحل حساس رشد با تنش‌های محیطی تعیین می‌شود (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷). تأخیر در کاشت و به‌دنبال آن تنش گرما در مرحله‌ی پر شدن دانه، مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید گندم می‌باشد، قرار دادن گندم در معرض دمای بالا در این دوره به تولید دانه‌های کوچک منتهی می‌گردد در این شرایط سهم کاهش دوام پر شدن دانه در وزن نهایی دانه بیش‌تر از کاهش سرعت رشد دانه گزارش گردیده است (Bachhao *et al*., 2018). تولید و تجمع ماده خشک از طریق دو شاخص مهم سرعت رشد و شاخص سطح برگ که از صفات مهم فیزیولوژیکی هستند مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد (غیاث‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۴). تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند طول مراحل نمو را به‌شدت تغییر دهد، لذا تعیین تاریخ کاشت بهینه برای گیاهان زراعی اهمیت بسیاری دارد و تاریخ کاشت باید بر اساس آب‌وهوای هر منطقه به‌طور جداگانه بررسی و تعیین گردد (مهرپویان و همکاران، ۱۳۹۰). با کاشت در زمان مناسب ضعف جوانه‌زدن و سبز شدن بذور با تولید تعداد پنجه در بوته جبران می‌شود اما درکشت دیرهنگام به‌علت کوتاه شدن مراحل رشد تولید پنجه در بوته محدودشده و درنتیجه تعداد سنبله در مترمربع کاهش‌یافته و درنتیجه عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد (Rickertsen and Nleya, 2014). سطح زیر کشت گندم در استان لرستان حدود ۴۶/۲۵۳ هکتار زمین برای گندم آبی و ۱۹۴/۳۰۰ هکتار برای گندم دیم می‌باشد که ۱۲ هزار و ۳۱ بهره‌بردار در این استان درکشت گندم فعال هستند همچنین تولید گندم درمجموع در زراعت آبی ۱۹۱/۰۱ تن و در زراعت دیم ۱۹۲/۲۷ تن بود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹). مشخصات ارقام مورد کشت در پژوهش انجام‌شده بدین‌صورت است که رقم چمران ۲

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

مناسب کشت در مناطق گرم جنوب غرب و جنوب شرق است که در سال ۱۳۷۶ در کشور معرفی گردید. متوسط عملکرد آن ۵/۶ تن در هکتار و رکورد ۸/۲ تن در هکتار در ایستگاه‌های تحقیقاتی گزارش‌شده است. ارتفاع آن به ۵۹ سانتی‌متر می‌رسد. بهترین زمان کشت آن نیمه دوم آبان ماه تا اواخر آذرماه است، طول دوره رویش آن ۲۰۰-۱۸۰ روز و زمان برداشت آن اواخر خردادماه است. زودرسی و تحمل نسبت به خشکی و گرمای آخر فصل از خصوصیات مهم زراعی این رقم است. مطالعات انجام‌شده مؤید این مطلب است که این رقم از مقاومت بالایی به نژادهای موجود زنگ زرد گندم برخوردار است؛ و مقاومت مطلوبی نیز به زنگ قهوه‌ای دارد، این رقم رقمی متحمل به شوری و واکنش به گرما و خشکی است. در برابر واکنش به خوابیدگی نیمه حساس و واکنش به ریزش دانه حساس است. میانگین پروتئین آن ۱۰/۴ است. رقم سیروان دارای عملکرد بالا، تحمل به بیماری زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای، زنگ سیاه، نسبتاً حساس به ریزش دانه و خوابیدگی بوته، تحمل به ریزش دانه با پنجه دهی زیاد و نسبتاً زودرس است. تاریخ کاشت مناسب گندم سیروان برای مناطق نیمه گرم از ۲۰ آبان تا آخر آذر و مناطق گرم از ۲۰ آبان تا ۱۵ آذر است. رقم میهن نیز برای کشت در شرایط آبی و دارای تنش خشکی آخر فصل در مناطق سرد کشور مناسب می‌باشد. این رقم نسبت به بیماری زنگ زرد مقاوم و نسبت به بیماری‌های زنگ سیاه و زنگ قهوه‌ای نیمه مقاوم است. متوسط عملکرد دانه این رقم در شرایط آبیاری نرمال ۷۷۸۰ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی ۵۹۶۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط تحقیقاتی بوده است. تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر باعث نوسانات شدید در شرایط محیطی رشد و نمو گیاهان زراعی ازجمله گندم شده است که این موضوع لزوم بازنگری اساسی در مدیریت‌های به‌زراعی و به‌نژادی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. با توجه به بروز حساسیت‌ها به بیماری‌ها و همچنین ضرورت معرفی ارقام با پتانسیل بالاتر عملکرد، انجام پژوهش درزمینه‌ی ارزیابی ژنو تیپ‌ها و لاین-های پیشرو برای معرفی و جایگزینی آن‌ها با ارقام قبلی ضرورت دارد. تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر باعث نوسانات شدید در شرایط محیطی رشد و نمو گیاهان زراعی ازجمله گندم شده است که این موضوع لزوم بازنگری اساسی در مدیریت‌های به‌زراعی و به‌نژادی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. با توجه به بروز حساسیت به بیماری‌ها و همچنین ضرورت معرفی ارقام با پتانسیل بالاتر عملکرد، انجام پژوهش درزمینه‌ی ارزیابی ژنوتیپ‌ها و لاین‌های پیشرو برای معرفی و جایگزینی آن‌ها با ارقام مرسوم ضروری است. هدف از اجرای این پژوهش اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک سه ژنوتیپ گندم آبی در شرایط آب‌وهوایی خرم‌آباد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، واقع در شهرستان خرم‌آباد با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۱۲۵ متر از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۴۹۲/۷ میلی‌متر و دمای متوسط ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد (هر دو بر اساس آمار بلندمدت ۶۰ ساله از سال ۱۴۰۰-۱۳۴۰) و اقلیم نیمه‌خشک (بر اساس ضرایب دمارتن آمبرژه) انجام شد. میزان بارندگی در سال زراعی به میزان ۳۰۵/۰۷ میلی‌متر بود که نسبت به متوسط بارندگی بلندمدت ۱۸۷/۶۳ میلی‌متر کاهش نشان داد. داده‌های جوی منطقه در دوره اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱: داده‌های ایستگاه هواشناسی شهرستان خرم‌آباد در سال زراعی ۰۰-۱۳۹۹

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
دمای حداکثر (سانتی‌گراد)	۳۱/۲۸	۲۳/۶۱	۱۴/۳۵	۱۴/۳۱	۱۵/۶۸	۱۷/۱۹	۲۴/۹۱	۳۲/۰۵	۳۷/۶۷
دمای حداقل (سانتی‌گراد)	۱۱/۹۵	۵/۹۶	۳/۶۱	-۱	۰	۲/۸۹	۶/۸۳	۱۲/۰۸	۱۵/۱۸
متوسط دما (سانتی‌گراد)	۲۱/۶۱	۱۴/۷۹	۸/۹۸	۶/۶۵	۸/۱۷	۱۰/۰۴	۱۵/۸۷	۲۲/۰۷	۲۶/۴۲
بارندگی (میلی‌متر)	۹/۴	۱۱/۶۱	۱۵۳/۴	۴/۹	۸۷/۳۱	۲۷/۸	۶/۵۲	۲	۲/۱

آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل چهار تاریخ کشت ۱۵ مهر، ۳۰ مهر، ۱۵ آبان، ۳۰ آبان و عامل فرعی شامل ارقام چمران ۲، سیروان، میهن بودند. قبل از کاشت به‌طور تصادفی در چندین نقطه مزرعه از عمق ۳۰ تا ۰ سانتی‌متری خاک مزرعه، نمونه مرکب تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش

بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	کربن آلی (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در لیتر)	پتاسیم (میلی‌گرم در لیتر)	آهن (میلی‌گرم در لیتر)	منگنز (میلی‌گرم در لیتر)	روی (میلی‌گرم در لیتر)	مس (میلی‌گرم در لیتر)	pH	EC (میکرو موس بر سانتیمتر)
لوم رسی	۱/۵	۰/۹۹	۴/۷	۱۵۶/۱	۶/۳	۳/۷	۰/۷	۰/۴	۷/۴	۰/۶

در این آزمایش تعداد خطوط کشت در هر کرت برابر با شش خط کشت با طول پنج‌متر، فاصله بین خطوط برابر با ۲۵ سانتی‌متر، فاصله‌ی کرت‌های فرعی از هم یک متر و فاصله‌ی کرت‌های اصلی دو متر بود. کاشت بذر به‌صورت دستی انجام گرفت. میزان کود مصرفی بر اساس آزمایش خاک مزرعه و بر مبنای فرمول کودی پتاسیم(سولفات پتاسیم)، فسفر (سوپر فسفات تریپل) و نیتروژن (اوره) به‌ترتیب ۵۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد؛ که کود پتاسیم، فسفر و یک‌سوم کود نیتروژن هم‌زمان با کاشت و مابقی کود نیتروژن در دو مرحله پنجه‌دهی و اواخر ساقه‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

(ملکوتی، ۱۳۹۷). آبیاری در هر تاریخ کشت در زمان کاشت و روز چهارم بعد از کاشت و در طول فصل رشد آبیاری تکمیلی در مراحل ساقه رفتن، گل‌دهی و پر شدن دانه انجام شد. کلیه علف‌های هرز مزرعه (در مرحله ۵-۲ برگی) با استفاده از علف‌کش دومنظوره آپیروس (باریک برگ، پهن‌برگ‌کش) کنترل گردید. میزان مصرف این علف‌کش ۲۶/۶ گرم در هکتار بود. شاخص سطح برگ (در زمان گلدهی) از تقسیم نسبت سطح برگ به سطح زمین به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از یک کوادرات ۰/۲۵ مترمربعی استفاده کرده و تمام نمونه‌های داخل آن برداشت‌شده و به‌وسیله دستگاه برگ سنج Hayashi Denkoh مدل AAM-7 میزان سطح برگ اندازه‌گیری شد (Osamu and Yoshisuke, 2000). برای اندازه‌گیری خصوصیات فتوسنتزی در پایان مرحله گلدهی از هر کرت تعداد پنج بوته انتخاب و تبادلات گازی آن‌ها با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر مدل CI-340 ساخت CID آمریکا در ساعت ۱۲-۹ پیش از ظهر و شدت ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرو مول فوتون بر مترمربع بر ثانیه و دمای ۲±۲۴ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. کلروفیل و کارتنوئید (قبل از گلدهی) به روش Lichtenthaler(1987) اندازه‌گیری شد. به این منظور ۰/۱ گرم برگ تازه در هاون چینی با ازت مایع خرد و بـا ۱۰ میلی‌لیتر اسـتون خالص، مخلوط گردید و پس از سانتریفیوژ (دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه) با استفاده از اسپکتروفتومتری، جذب محلول در طول‌موج‌های ۶۴۵، ۶۶۲، ۴۷۰ اندازه‌گیری شد. اسـتون به‌عنوان محلـول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری استفاده گردید. میزان کلروفیلa (CA) ، کلروفیلb (CB) کلروفیل کل ((C(A+B)) و کارتنوئید ((C(X+C))برحسب میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ، به ترتیب از طریق رابطه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ محاسبه شدند : (Arnon,1949)

رابطه ۱: $C\ A = 11/24 \times A_{662} - 2/04 \times A_{645}$

رابطه ۲: $C\ B = 20/13 \times A_{645} - 4/19 \times A_{662}$

رابطه ۳: $C\ (A + B) = Ca + Cb$

رابطه ۴: $C\ (X+C) = 1000 \times (A_{470} - 1/90\ C_A - 63/14\ C_B) / 214$

در مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیکی برداشت نهایی برای عملکرد دانه (درصد رطوبت ۱۴ درصد) با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط کشت (حذف اثرات حاشیه) از سطحی معادل دو مترمربع انجام گردید. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS (Var9.1)استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

نتایج بحث

شاخص سطح برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ساده تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر صفت شاخص سطح برگ معنی‌دار شد(جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین شاخص سطح برگ با ۴/۱۵ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ مهر و کم‌ترین شاخص سطح برگ با ۳/۱۹ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ آبان بود (جدول ۴). شاخص سطح برگ (LAI) یکی از متغیرهای مهم در مطالعات اقلیمی اکولوژیکی و تحقیقات زراعی به‌شمار می‌رود، بنابراین اندازه‌گیری دقیق شاخص سطح برگ برای درک اثرات متقابل بین رشد و نمو و محیط امری ضروری است (Soltani and Galeshi, 2002). به‌نظر می‌رسد تاریخ کاشت تاریخ کاشت ۳۰ مهر موجب توسعه سطح برگی، از طریق بهبود تعداد، اندازه و سطح برگ‌ها به کمک وقوع شرایط محیطی ایده‌آل و همچنین جذب بهتر مواد تغذیه‌ای باعث افزایش سطح برگ شد. همچنین با تأخیر در کاشت تاریخ کاشت ۳۰ آبان شاخص سطح برگ به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت که دلیل آن را می‌توان به‌دلیل کاهش طول دوره‌ی رشد گیاه و مصادف شدن با گرمای انتهای فصل دانست. در مطالعه ای بین شاخص سطح برگ با عملکرد دانه و عملکرد زیستی ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود داشت، بدین‌صورت که با تغییر در کاشت شاخص‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ تحت اثر تاریخ کشت و تأخیر در کاشت کاهش یافت (Sarvade *et al*., 2014). نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت باعث کاهش شاخص سطح برگ گردیده بدین‌صورت که با تأخیر در کاشت، میانگین دمای هوا افزایش و طول دوره رویش گیاه و دوره‌ی رشد برگ کاهش‌یافته و باعث کاهش شاخص سطح برگ در مرحله‌ی گلدهی گردیده است (Khan *et al*., 2017). تأخیر در کاشت باعث کوتاه شدن فاصله زمانی طی شدن مراحل نمو و بروز تنش گرما و افزایش دما به بیش از دمای بهینه‌ی رشد برگ‌ها در دوره‌ی پر شدن دانه شده و این عوامل باعث کاهش میزان سطح شاخص سطح برگ می‌شوند (قاطعی و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج به‌دست‌آمده این تحقیق با نتایج (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۱) همخوانی دارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که شاخص سطح برگ با کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت(جدول ۶).

سرعت تعرق

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر صفت سرعت تعرق معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین سرعت تعرق با ۳/۲۴ میلی‌مول آب بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان و کم‌ترین سرعت تعرق با ۲/۰۱ میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ آبان بود (جدول ۴). سرعت تعرق نشان‌دهنده‌ی گشودگی بیش‌تر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

روزنه‌ها و به‌تبع آن بیانگر جذب بهتر آب از خاک است. در گیاهان زراعی تعرق بارزترین شکل تلفات آب است. به‌طورکلی، خروج آب از برگ توسط هدایت روزنه‌ای و هدایت لایه‌مرزی کنترل می‌شود و هدایت لایه‌مرزی خود تحت اثر اندازه و مورفولوژی برگ و سرعت باد قرار دارد (Jones and Rotenberg, 2011). هرگونه تفاوت در ارقام یک‌گونه ازنظر اندازه برگ‌ها، کرک‌دار بودن سطح برگ‌ها، فرورفتگی روزنه‌ها، تراکم روزنه‌ای و غیره می‌تواند توجیهی برای شدت‌های مختلف سرعت تعرق در آن‌ها باشد. ارقام مختلف گندم به‌دلیل تأخیر در کاشت (۳۰ آبان) منجر به تأخیر در وقوع مراحل رشدی گندم و برخورد مراحل رشد گیاه با دماهای بالاتر در طول فصل رشد شده و درنتیجه به‌دلیل بسته شدن نسبی روزنه‌ها میزان سرعت تعرق کم‌تر شده است. در تحقیقی مشابه سرعت تعرق در گندم با افزایش میزان تنش‌های آخر فصل به‌طور متوسط ۵۵ درصد کاهش یافت (Zareian *et al*., 2013).

کاهش سرعت تعرق در شرایط محدودیت آب به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و جهت جلوگیری از هدر رفت آب و استفاده بهتر از آب قابل‌دسترس می‌باشد که با کاهش سرعت فتوسنتز نیز در ارتباط است به‌عبارت‌دیگر کاهش میزان تعرق در تیمار تحت تنش احتمالاً به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای است (Fateh *et al*., 2012). در تحقیقی گزارش شد که برای عملکرد مطلوب، گیاه باید روزنه‌ها را در طی تنش باز نگه دارد، به‌گونه‌ای که آب و مواد غذایی را بهتر از خاک دریافت کند (Refay, 2011). نتایج این تحقیق با بررسی‌های Abdoliو همکاران (2016)، Jonesو Rotenberg(2011) همخوانی داشته و با نتایج کوچکی و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی ندارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که سرعت تعرق با عملکرد دانه، سرعت فتوسنتز، هدایت مزوفیلی، هدایت روزنه‌ای، کلروفیل کل و کارتنوئید همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. به دلیل همبستگی مثبت و معنی‌داری که بین سرعت تعرق و هدایت روزنه‌ای وجود دارد می‌توان نتیجه گرفت که تاریخ کاشت ۱۵ آبان به‌دلیل بالا بودن هدایت روزنه‌ای ناشی از شرایط آب و هوایی مطلوب‌تر نسبت به تاریخ کاشت های زودهنگام و دیرهنگام‌تر از تاریخ کشت ذکرشده سرعت تعرق نوسان داشته و به ترتیب سرعت تعرق بیش‌تر و کم‌تر بوده است (جدول ۶).

سرعت فتوسنتز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد بر صفت سرعت فتوسنتز معنی‌دار گردید (جدول ۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس صفات موردبررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	سرعت تعرق (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)	سرعت فتوسنتز (میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت مزوفیلی (مول بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت روزنه‌ای (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ)	کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تکرار	۲	۰/۲۸^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۰/۰۳۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۵^{ns}	۲/۱۵*	۷/۴۴^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۱۹۵۲۵/۴۱^{ns}
تاریخ کاشت	۳	۱/۴۸**	۲/۸۲**	۴/۳۶**	۰/۰۰۰۰۸۸**	۷۳/۸۳**	۱۹۶/۸۴**	۵/۷۹**	۳۵۱۴۹۹/۹۱**
خطای کرت اصلی	۶	۰/۱۲	۰/۰۹۴	۰/۳۰	۰/۰۰۰۰۰۹	۵/۳۱	۱/۹۸	۰/۹۷	۲۳۹۲۲
رقم	۲	۰/۶۴^{ns}	۰/۱۲۸^{ns}	۲/۱۶**	۰/۰۰۰۰۴۵*	۲۶/۰۶*	۵/۶۹^{ns}	۰/۴۳^{ns}	۹۵۸۰۵۱/۱۰**
رقم در تاریخ کاشت	۶	۱/۱۶^{ns}	۰/۱۰۹^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۴/۶۳^{ns}	۶/۵۲^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۲۲۰۴۳/۲۸^{ns}
خطای کرت فرعی	۱۶	۰/۱۴۲	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۰۰۰۰۰۸	۴/۷۰	۴/۳۱	۰/۲۰	۶۱۰۴۰/۸۹
ضریب تغییرات		۱۰/۳۷	۱۲/۹۰	۱۲/۱۹	۱۱/۸۲	۶/۶۳	۹/۱۵	۸/۴۴	۴/۱۸

ns،*و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده در گندم

تاریخ کاشت	شاخص سطح برگ	سرعت تعرق (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)	سرعت فتوسنتز (میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت مزوفیلی (مول بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت روزنه‌ای (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ)	کارتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۱۵ مهر	۳/۴۷ bc	۲/۱۰ c	۳/۸۴ b	۰/۰۲۲ b	۳۰/۵۲ b	۲۳/۱۰ b	۵/۱۸ ab	۵۱۴۴/۵۹ d
۳۰ مهر	۴/۱۵ a	۲/۴۷ b	۴/۳۶ b	۰/۰۲۴ b	۳۰/۷۸ b	۲۸/۰۷ a	۶/۳۵ a	۶۰۸۵/۶۲ b
۱۵ آبان	۳/۷۳ b	۳/۲۴ a	۵/۴۷ a	۰/۰۲۹ a	۳۶/۷۲ a	۲۲/۹۰ b	۵/۳۴ ab	۶۶۳۸/۹۶ a
۳۰ آبان	۳/۱۹ c	۲/۰۱ c	۴/۲۷ b	۰/۰۲۳ b	۳۲/۶۶ b	۱۶/۶۵ c	۴/۴۰ b	۵۷۵۶/۶۰ c

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی رقم بر صفات اندازه‌گیری شده در گندم

ارقام	سرعت فتوسنتز (میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت مزوفیلی (مول بر مترمربع بر ثانیه)	هدایت روزنه‌ای (میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
چمران ۲	۴/۰۱ b	۰/۰۲۳ b	۳۱/۰۶ b	۵۶۲۳ c
سیروان	۴/۷۷ a	۰/۰۲۵ a	۳۲/۹۹ a	۵۹۰۸/۱ b
میهن	۴/۶۹ a	۰/۰۲۶ a	۳۳/۹۵ a	۶۱۸۸/۱ a

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

جدول ۶: ضرایب همبستگی ساده بین صفات موردبررسی آزمایش

		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
شاخص سطح برگ	X1	۱							
سرعت تعرق	X2	۰/۲۷^{ns}	۱						
سرعت فتوسنتز	X3	۰/۱۹^{ns}	۰/۴۷**	۱					
هدایت مزوفیلی	X4	۰/۲۳^{ns}	۰/۵۸**	۰/۸۷**	۱				
هدایت روزنه‌ای	X5	-۰/۰۶^{ns}	۰/۵۷**	۰/۶۰**	۰/۵۸**	۱			
کلروفیل کل	X6	۰/۵۹**	۰/۳۴*	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۱		
کارتنوئید	X7	۰/۴۱*	۰/۴۷**	۰/۰۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۶۴**	۱	
عملکرد دانه	X8	۰/۳۰^{ns}	۰/۶۵**	۰/۷۴**	۰/۷۶**	۰/۵۷**	۰/۳۰^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۱

ns،*و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین سرعت فتوسنتز با ۵/۴۷ میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان و کم‌ترین سرعت فتوسنتز با ۳/۸۴ میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تیمار تاریخ کاشت ۱۵ مهر بود، اگرچه بین این تاریخ با تاریخ کشت‌های ۳۰ مهر و ۳۰ آبان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی رقم نشان داد که بیش‌ترین سرعت فتوسنتز به ترتیب با ۴/۷۷ و ۴/۶۹ میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه مربوط به ارقام سیروان و میهن بود و همچنین کم‌ترین سرعت فتوسنتز با ۴/۰۱ میکرو مول دی‌اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه مربوط به رقم چمران ۲ بود (جدول ۵). افزایش میزان سرعت فتوسنتز مطلوب در تاریخ کشت ۱۵ آبان می‌تواند به‌دلیل وجود شرایط دمایی و تابش مناسب و دریافت بیش‌تر دما و تابش تجمعی در زمان این تاریخ کاشت مربوط باشد. تاریخ کشت‌های مناسب از طریق تأمین شرایط مطلوب‌تر برای گیاهان به‌طور مستقیم از طریق افزایش ترکیبات و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و به‌طور غیرمستقیم از طریق افزایش سرعت فتوسنتز و متابولیسم نیتروژن نقش مهمی در کاهش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن ناشی از تنش‌های محیطی در گیاهان را بر عهده‌دارند (Waraich *et al*., 2012). با تأخیر در کاشت، تولید کربوهیدرات‌های محلول کاهش یافت (گزارش نشده در این مقاله) که علت آن احتمالاً کاهش میزان سرعت فتوسنتز بوده است. در تحقیقی نشان داده شد که تأخیر در زمان کشت باعث تولید ناکافی کربوهیدرات‌های محلول در ارقام کلزا گردیده و درنهایت منجر به کاهش کارایی و سرعت فتوسنتز و کاهش ذخایر منبع برای اختصاص به پر شدن دانه گردید (Hua *et al*., 2014). نتایج نشان داد که عدم وجود شرایط مناسب به دلیل عدم تاریخ کاشت مناسب سرعت فتوسنتز برگ کاهش یافت (Zareian *et al*., 2013). بنابراین با افزایش سن گیاه و تکامل دوران زندگی، سرعت فتوسنتز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

و فعالیت‌های متابولیک در گیاهان کم‌تر می‌شود (ناظم السادات و کاظمینی، ۱۳۸۷). بر اساس تحقیقات انجام‌شده در زمینه اثرات محیطی نامطلوب از جمله گرما بر فوتوسنتز Law و ,Crafts -Brandner (1999) و Pushpalatha و همکاران (2008) اظهار داشتند که استفاده از تاریخ کشت‌های دیرهنگام و مواجه با شرایط تنش گرمای آخر فصل، کاهش فعالیت کاتالیزوری رابیسکو به‌دلیل کاهش فعالیت رابیسکو اکتیواز اولین دلیل محدودیت ایجادشده در فتوسنتز است و خسارت به فتوسیستم دو اغلب در شرایط تنش گرمای شدید و دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد رخ می‌دهد. در مقایسه میانگین اثرات ساده در رقم نیز مشاهده شد که رقم سیروان ۱۶ درصد نسبت به رقم چمران ۲ داری سرعت فتوسنتز بیشتری بود که احتمالاً به دلیل افزایش قدرت مخزن است. قدرت مخزن، یکی از عوامل اثرگذار بر سرعت فتوسنتز می‌باشد. هر چه قدرت مخزن بیش‌تر باشد، ساکارز بیش‌تری را جذب کرده و شیب غلظت ساکارز بین منبع و مخزن افزایش خواهد یافت و در نهایت به‌علت افزایش فعالیت آنزیم کلیدی ساکارز فسفات سینتتاز سرعت فتوسنتز منبع افزایش پیدا می‌کند (محمدطاهری، ۱۳۸۹). نتایج این تحقیق با بررسی‌های Abdoli و همکاران (2016)، Lawlor وCornic (2002) و Ramachandra Reddy و همکاران (2004) مطابقت دارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که سرعت فتوسنتز با عملکرد دانه، سرعت تعرق، هدایت مزوفیلی و هدایت روزنه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

هدایت مزوفیلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثرات ساده‌ی رقم در سطح احتمال پنج درصد بر صفت هدایت مزوفیلی معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین هدایت مزوفیلی با ۰/۰۲۹ مول بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان و کم‌ترین هدایت مزوفیلی با ۰/۰۲۲ مول بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهر بود، اگرچه بین این تاریخ با تاریخ کشت‌های ۳۰ مهر و ۳۰ آبان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی رقم نشان داد که بیش‌ترین هدایت مزوفیلی به‌ترتیب با ۰/۰۲۶ و ۰/۰۲۵ مول بر مترمربع بر ثانیه به ارقام میهن و سیروان بود و همچنین کم‌ترین سرعت فتوسنتز با ۰/۰۲۳ مول بر مترمربع بر ثانیه مربوط به رقم چمران ۲ بود (جدول ۵). مجموعه مکانیسم‌های درونی برگ که به فراوری دی‌اکسیدکربن می‌انجامد، هدایت مزوفیلی نامیده می‌شوند. هدایت مزوفیلی برابر با نسبت سرعت فتوسنتز به مقدار دی‌اکسید کربن زیر اتاقک روزنه می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین در صفت هدایت مزوفیلی، بین تاریخ کاشت‌های موردبررسی و ژنو تیپ‌های موردبررسی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تأخیر در کاشت به‌طور میانگین منجر به کاهش هدایت مزوفیلی برگ شد. اختلاف مشاهده‌شده بین ژنوتیپ‌های

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

موردبررسی در تاریخ کاشت‌های مختلف ناشی از تفاوت موجود بین ژنوتیپ‌ها در هر تاریخ کاشت است به‌طوری‌که در تاریخ کاشت مناسب، رقم میهن بیش‌ترین و رقم چمران ۲ کم‌ترین هدایت مزوفیلی را داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در تاریخ کاشت تأخیری کاهش در سرعت فتوسنتز همراه با کاهش در هدایت مزوفیلی بود. از داده‌های سرعت تعرق، سرعت فتوسنتز و هدایت مزوفیلی نتیجه‌گیری می‌شود که رقم چمران ۲ در قیاس با ارقام میهن و سیروان رقم حساس‌تری نسبت به شرایط آب‌وهوایی است چراکه از کم‌ترین مؤلفه‌های فتوسنتز برخوردار است. کاهش هدایت مزوفیلی در تاریخ کاشت تأخیری احتمالاً به‌دلیل افزایش مقاومت مزوفیلی در اثر کاهش فعالیت آنزیم‌های کربوکسیله کننده و رابیسکو اکتیواز و یا کاهش کارایی انتقال الکترون است. کاهش هدایت مزوفیلی و وجود همبستگی بالا بین هدایت مزوفیلی و فتوسنتز در تاریخ کاشت تأخیری نشان‌دهنده خسارت به توان فتوسنتزی است (Allakhverdive *et al*., 2008). بر اساس تحقیقات انجام‌شده در زمینه اثر تأخیر در کاشت به‌دلیل شرایط دمایی نامناسب، هدایت مزوفیلی و درنتیجه فتوسنتز محدودشده و در مقایسه با سایر مؤلفه‌های تبادلات گازی، عامل تعیین‌کننده‌تری برای عملکرد دانه بشمار می‌روند (Reynolds *et al*., 2000). نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که هدایت مزوفیلی با عملکرد دانه، سرعت تعرق، سرعت فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

هدایت روزنه‌ای

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثرات ساده‌ی رقم در سطح احتمال پنج درصد بر صفت هدایت روزنه‌ای معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای با ۳۶/۷۲ میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان و کم‌ترین هدایت روزنه‌ای با ۳۰/۵۲ میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهر بود، اگرچه بین این تاریخ با تاریخ کشت‌های ۳۰ مهر و ۳۰ آبان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی رقم نشان داد که بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای به‌ترتیب با ۳۲/۹۹ و ۳۲/۹۵ میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه به ارقام سیروان و میهن بود و همچنین کم‌ترین هدایت روزنه‌ای با ۳۱/۰۶ میلی مول آب بر مترمربع بر ثانیه مربوط به رقم چمران ۲ بود بدین‌صورت رقم سیروان ۶ درصد نسبت به رقم چمران ۲ داری هدایت روزنه‌ای بالاتری بود (جدول ۵). روزنه‌ها نقش بسیار حیاتی در توازن اتلاف آب از گیاهان و فرآیند فتوسنتز و نیز سازگاری آن‌ها به محیط اطراف ایفا می‌کنند. علاوه‌بر اینکه توسعه و تکامل روزنه در گیاهان تحت کنترل ژنتیکی است طبق نتایج سایر محققان تنش‌های وارده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

در مرحله رشد دانه‌ها موجب کاهش هدایت روزنه‌ای برگ‌ها در ژنوتیپ‌های مختلف گندم به میزان ۵۱ درصد شد (Jatoi *et al.*, 2011). بسته شدن روزنه‌ها برای مدت طولانی می‌تواند به تخریب کلروپلاست و افزایش دمای برگ به میزان ۶-۵ درجه سانتی‌گراد منتهی شود (Casson and Gray, 2008; Jones, 1981). عوامل محیطی مختلفی نظیر نور، رطوبت نسبی هوا، دما و غلظت دی‌اکسید کربن هوا، میزان هدایت روزنه‌ای را در گیاهان تحت اثر قرار می‌دهد بنابراین، هرگونه عملیات زراعی که سبب تغییر در میزان این عوامل در تاج پوشش گیاهی و سطح برگ گردد، بر میزان هدایت روزنه‌ای اثرگذار خواهد بود. کاهش هدایت روزنه‌ای می‌تواند به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی باشد تا از این طریق تلفات آب به حداقل برسد (Bunce, 2000). تنظیم هدر رفت آب از طریق بسته شدن روزنه‌ها ممکن است به‌عنوان یک مکانیسم مقاومت به خشکی عمل کند اما باعث افزایش دمای برگ می‌شود اگر اجتناب از تنش خشکی فقط به‌واسطه بسته شدن روزنه‌ها باشد به علت افزایش دمای برگ و توقف فتوسنتز نامطلوب خواهد بود (Anyia and Herzog, 2004). نتایج این تحقیق با مطالعات (Liangو همکاران (2002)، Magloier(2005) و Yordanovو همکاران (2001) همخوانی دارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که هدایت روزنه‌ای با عملکرد دانه، سرعت تعرق، سرعت فتوسنتز و هدایت مزوفیلی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر صفت کلروفیل کل معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین کلروفیل کل با ۲۸/۰۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ مهر و کم‌ترین کلروفیل کل با ۲۸/۰۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ آبان بود (جدول ۴). کاهش غلظت کلروفیل در هنگام مواجه گیاهان با تنش‌های محیطی می‌تواند به دلیل عدم کاشت در تاریخ مناسب باشد که باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن و متعاقب آن پر اکسیداسیون لیپیدها و تخریب کلروفیل است (Xiao *et al.*, 2008). تغییرات کلروفیل کل در زمان گلدهی بدین‌صورت بود که در تاریخ کشت دوم ۳۰ مهر در کلیه ارقام نسبت به دو تاریخ کشت ۱۵ مهر و ۱۵ آبان از کلروفیل بیش‌تری برخوردار بود همچنین با تأخیر در کاشت میزان کلروفیل کل برگ گیاه کاهش‌یافته است که علت آن را می‌توان به تغییر شرایط آب و هوایی با تأخیر در زمان کاشت مرتبط دانست، به‌ویژه کاهش کمیت و کیفیت تشعشع و عدم برخورداری ژنوتیپ‌ها از شرایط بهینه‌ی آب و هوایی است، به نظر می‌رسد در تاریخ کشت تأخیری، گیاهان با تنش‌های محیطی ازجمله گرما مواجه می‌شوند (Adebayo *et al.*, 2014). تنش‌های محیطی تأثیر مستقیم بر کاهش شاخص کلروفیل برگ گیاه دارند دلیل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت شرایط کاشت زودهنگام یا دیرهنگام را می‌توان تغییرات متابولیکی اعلام

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

نمود بدین‌صورت که کاهش کارایی استفاده از کربن و افزایش تولید اتانول و لاکتات عامل کاهش سنتز کلروفیل ها می‌باشد (Silva *et al*., 2007). نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که کلروفیل کل با شاخص سطح برگ، سرعت تعرق و کارتنوئید همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

کارتنوئید

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر صفت کارتنوئید معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین کارتنوئید با ۶/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ مهر و کم‌ترین کارتنوئید با ۴/۴۰ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ مربوط به تاریخ کاشت ۳۰ آبان بود (جدول ۴).کارتنوئیدها گروهی از رنگ‌دانه‌های نارنجی و زرد هستند که محلول در چربی‌اند و در غشای کلروپلاست یافت می‌شوند و وظیفهٔ آن‌ها جمع‌آوری انرژی و حفاظت نوری است. کاروتنوئیدها از راه برگشت‌پذیر با رادیکال‌های اکسیژن و تشکیل زانتوفیل مانع تخریب کلروفیل‌ها می‌شوند (Amal and Aly, 2008). روند تغییرات در صفت کارتنوئید از کلروفیل کل تبعیت می‌کند که با تأخیر در کاشت و تغییر در پارامترهای جوی میزان کارتنوئید برگ کاهش پیدا می‌کند که نشان‌دهنده‌ی این است که با کاهش شاخص سطح برگ و نیز کلروفیل کل میزان کارتنوئیدهای برگ نیز کاهش پیداکرده است. نتایج نشان داد که تنش‌های محیطی ازجمله کشت دیرهنگام که منجر به تنش‌های خشکی آخر فصل به دلیل تولید انواع اکسیژن‌های فعال در تیلاکوئید سبب کاهش غلظت کلروفیل ها و کارتنوئید در گیاهان می‌گردد (Jaleel *et al*., 2009). نتایج این بررسی با نتایج (Farooq *et al*., 2009). همخوانی دارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که کارتنوئید با شاخص سطح برگ، سرعت تعرق و کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶).

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت و رقم در سطح احتمال یک درصد بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳).نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی تاریخ کاشت نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با ۶۶۳۸/۹۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ آبان و کم‌ترین عملکرد دانه با ۵۱۴۴/۵۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تاریخ کاشت ۱۵ مهر بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده‌ی رقم نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با ۶۱۸۸/۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم میهن بود و همچنین کم‌ترین عملکرد دانه با ۵۶۲۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم چمران ۲ بود (جدول ۵).در میان صفات موردبررسی، عملکرد دانه مهم‌ترین صفت و بازتاب تغییرات

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

کمی دیگر صفات بوده و ازاین‌رو بیش‌ترین عملکرد دانه معیار برتری برای تعیین زمان مطلوب کشت گندم و رقم مناسب در هر منطقه می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تاریخ کاشت نشان داد تاریخ کاشت ۱۵ آبان نسبت به تاریخ کشت ۱۵ مهر ، عملکرد دانه در حدود ۲۳ درصد افزایش داشته که می‌توان نتیجه گرفت تاریخ کشت مناسب (۱۵ آبان) ضمن افزایش شرایط بهینه برای ارقام گندم ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیک گیاه ازجمله مؤلفه‌های فتوسنتزی شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه، فراهم نموده و در نهایت عملکردانه افزایش می‌یابد. با تأخیر در کاشت طول دوره‌ی رویشی و زایشی گیاه کوتاه شده و درنتیجه منجر به کاهش شاخص سطح برگ، کاهش رنگیزه ها و کاهش طول پر شدن دانه شده و درنهایت منجر به کاهش عملکرد نهایی گیاه گردیده است. همچنین میانگین اثرات ساده رقم نشان داد رقم میهن نسبت به رقم چمران ۲ ، حدود ۱۰ درصد عملکرد بیش‌تری داشت. گرشاسبی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه گندم به‌ترتیب برای رقم حیدری در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم چمران ۲ در تاریخ کاشت ۵ آذر به‌دست آمد. سوقی و همکاران (۱۳۹۹) به‌منظور بهینه‌سازی شرایط اقلیمی و به حداقل رساندن عوارض تنش گرما و خشکی انتهای فصل بر عملکرد دانه گندم نان در تاریخ کاشت‌های مختلف در پنج تاریخ کاشت ۱۰ آبان، ۲۵ آبان، ۱۰ آذر، ۲۵ آذر و ۱۰ دی‌ماه نشان دادند که عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های دوم ۲۵ آبان و سوم ۱۰ آذر تفاوت معنی‌داری باهم نداشت و به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تاریخ‌های کاشت بود. لیموچی (۱۳۹۹) باهدف بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت گندم گزارش نمود بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت ۱۰ آذر و ۱۰ دی‌ماه بود. همچنین کاشت تأخیری بیش‌تر از کاشت زودهنگام سبب کاهش صفات تعداد سنبله، تعداد دانه، وزن هزار دانه، طول سنبله و ارتفاع گیاه شد .به‌منظور بررسی بر روی ۶ تاریخ کاشت گندم بیان شد که کاشت گندم از ۱۳ تا ۳ آبان باعث بهبود رشد ، کودپذیری بهتر، تولید سنبله و وزن دانه بیش‌تر و در انتها باعث بهبود عملکرد دانه شد درحالی‌که تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه گردید (Basir *et al.*, 2018). نتایج این آزمایش با نتایج سرلک و علوی فاضل (۱۳۹۹) همخوانی دارد. نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که عملکرد دانه با سرعت تعرق، سرعت فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و هدایت روزنه‌ای همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که از بین مؤلفه‌های فتوسنتزی هدایت مزوفیلی بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه‌نشان داد (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

تاریخ کاشت مناسب یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده عملکرد دانۀ گندم به‌شمار می‌رود. دمای بالا در هنگام گرده‌افشانی اثر منفی قابل‌توجهی بر عملکرد دانه داشت؛ که دلیل آن کاهش طول دوره رویشی و زایشی به‌دلیل تسریع در مراحل رشد و نمو در اثر دمای بالا و نیز مصادف شدن دوره انتهایی نمو گیاه با افزایش دما بود، همچنین مصادف شدن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

کشت زودهنگام (۱۵ مهر) با دماهای پایین‌تر از حد گیاه باعث خسارت به گندم و نیز کاهش عملکرد نسبت به دو تاریخ کاشت بعدی (۳۰ مهر و ۱۵ آبان) شد. درمجموع با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان بیان نمود که تاریخ کاشت مناسب برای هر یک از ارقام موردبررسی می‌تواند متفاوت باشد، از سوی دیگر ویژگی‌های هر منطقه در انتخاب نوع رقم و تاریخ کاشت برای دستیابی به عملکرد کمی مناسب و سودمند، متغیر است؛ بنابراین در این پژوهش، تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه به علت فراهم شدن شرایط محیطی در طول دوره رویشی و زایشی و اثر مطلوب آن بر عملکرد و همچنین رقم میهن به علت سازگاری و پتانسیل عملکردی بالا در تاریخ‌های مختلف کاشت، قابل توصیه است.

منابع

ابراهیمی، م. پور یوسف، م. راست‌گو، م و صبا، ج. ۱۳۹۱. تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و شاخص رشد علف‌های هرز سویا.(*Glycine max* L) . مجله گیاه‌پزشکی (علوم و صنعت کشاورزی). ۲۶(۲): ۱۸۷-۱۹۰.

آمارنامه‌ی کشاورزی سال زراعی ۹۹-۹۸. جلد اول محصولات زراعی وزارت جهاد کشاورزی.

سرلک، ا. و علوی فاضل، م. ۱۳۹۹. بررسی اثرات تأخیر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام گندم. مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۶(۲): ۱-۱۳.

سوقی، ح.، خدا رحمی، م.، باقری کیا، س. و. نظری، م. ۱۳۹۹. واکنش عملکرد دانه ارقام جدید گندم نان به تاریخ کاشت بر اساس شاخص‌های اقلیمی در شرایط گرگان شامل نهال و بذر. ۳۶(۱): ۱-۳۱

غیاث‌آبادی، م.، خواجه حسینی و محمدآبادی ا. ۱۳۹۴. بررسی تاریخ پیوند بر تجزیه‌وتحلیل رشد و عملکرد علوفه ذرت(*Zea mays* L) در شرایط مشهد. مجله تحقیقات محصولات زراعی ایران. ۱۲(۱): ۱۳۷-۴۵.

قاطعی، ع.، بخشنده، ع. ا.، ابدالی مشهدی، ع. ع.، سیادت، ا.، عالمی سعید، خ. و قرینه، م. ح. ۱۳۹۵. اثر مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکنین بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک گندم رقم چمران در تنش گرمای انتهای فصل. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(۴): ۲۸۷-۲۷۳.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، ماندنی، ف.، و خرم‌دل، س. ۱۳۹۰. اکو فیزیولوژی محصولات زراعی: دیدگاهی جدید. دانشگاه فردوسی مشهد.

گرشاسبی، ل.، پاک‌نژاد، ف.، شهریار جاسمی، س.، نبی الیکایی، م. و سنجابی، س. ۱۳۹۹. ارزیابی برخی صفات کمّی ارقام گندم نان در تاریخ‌های مختلف کاشت. فصلنامه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۲(۴): ۷۲۱-۷۰۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

لیموچی، ک. ۱۳۹۹. اثر تاریخ کاشت، شوری و رژیم‌های رطوبتی بر صفات آناتومیکی ریشه، عملکرد و سایر صفات زراعی گندم رقم چمران در منطقه خوزستان. دو فصلنامه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۰(۲): ۱۵۵-۱۳۷.

محمدطاهری، م.، احمدی، ع. و پوستینی، ک. ۱۳۸۹. انواع قدیم و جدید گندم در شرایط معتدل، گرم و سرد ایران. مجله علوم زراعی ایران. ۴۱ (۲): ۲۸۰-۲۷۱.

مدحج، ع. و فتحی، ق. ا. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۹۷. نقش مصرف بهینه کود در افزایش عملکرد و تولید محصولات کشاورزی سالم. انتشارات مبلغان.

مهرپویان، م.، تیماس، غ. و امین زاده، غ. ر. ۱۳۹۰. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بذر بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد دو رقم گندم نان در منطقه مغان. مجله تحقیقات در علوم زراعی. ۹(۳):۳۷-۴۹.

نادری، ا. ۱۳۹۲. تحلیل اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه ژنو تیپ‌های گندم با استفاده از روش‌های وایازی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۲۰: ۵-۱۴.

ناظم السادات، س. م. ج. و کاظمینی، س. ۱۳۸۷. اثرات تنش آبی و تشعشعات فعال فتوسنتز بر سرعت فتوسنتز گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۶): ۳۴-۴۲.

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S. and Ghobad, M.E. 2016. Effects of photosynthetic source limitation and post-anthesis water deficiency on grain filling rate, photosynthesis and gas exchange in bread wheat cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences. 8: 131-147.

Adebayo, M.A., Menkir, A., Blay, E., Gracen, V., Danquah, E. and Hearne, S. 2014. Genetic analysis of drought tolerance in adapted × exotic crosses of maize inbred lines under managed stress conditions. Euphytica. 196: 261-270.

Allakhverdive, S. I., Kreslavski, V. D., Klimov, V. V., Los, D. A., Carpentier, R. and Mohanty, P. 2008. Heat stress: an overview of molecular responses in photosynthesis. Photosynthesis Res.: 541 -550.

Amal, A. M. and Aly, A. A. 2008. Alteration of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants growth under seawater salt stress. American Eurasian Journal of Science Research. 3: 139 -146.

Anyia, A. O. and Herzog, H. 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. European Journal Agronomy. 20: 327-339.

Bachhao, K. S., Kolekar, P. T., Nawale, S. S. and Kadlag, A. D. 2018. Response of different wheat varieties to different sowing dates. Journal of Pharmacology and Phytochemistry. 7(1): 2178-2180.

Basir, A., Tahir, A., Afridi, K., Fahad, S., Ahmad, Z., Adnan, M., Alam, M., Shah, S., Khan, A. and Wahid, F. 2018. Optimization of Sowing Time and Seed Rates Can Enhance Wheat Yield in Semi-arid Environment. The Philippine Agricultural Scientist. 101(4): 327- 332.

Bunce, J. A. 2000. Responses of stomatal conductance to light, humidity and temperature in winter wheat and barley grown at three concentrations of carbon dioxide in the field. Global Change Biology. 6: 371-382.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

Casson, S., and Gray, J.E. 2008. Influence of environmental factors on stomatal development. New phytologist. 178: 9-23.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, S. M. A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development. 29: 185 – 212.

Fateh, H., Siosemardeh, A., Karimpoor, M. and Sharafi, S. 2012. Effect of drought stress on photosynthesis and physiological characteristics of barley. International Journal Farming and Allied Science. 1(2): 33-41.

Hua, S., Lin, B., Hussain, N., Zhang, Y., Yu, H., Ren, Y., Ding, H. and Zhang, D. 2014. Delayed planting affects seed yield, bio mass production, and carbohydrate allocation in canola (*Brassica napu*s L). Internatinal conference of Agriculture Sciences. 16: 671-680.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sankar, B., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2009. Alterations in osmoregulation, antioxidant enzymes and indole alkaloid levels in Catharanthus roseus exposed to water deficit. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 59: 150 -157.

Jatoi, W. A., Baloch, M. J., Kumbhar, M. B., Ullah-Khan, N. and Kerio, M. I. 2011. Effect of water stress on physiological and biological and yield parameters at anthesis stage in elite spring wheat cultivars. Sarhad Journal of Agriculture. 27: 59-65.

Jones, H.G. and Rotenberg, E. 2011. Energy, radiation and temperature regulation in plants. Els.: 1-9.

Jones, M. N., Turner, N.C. and Osmond, C. B. 1981. Mechanisms of drought resistance. In: L. G. Paleg and A. Aspinal (Eds.) The physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Academic press.: 15-35.

Khan, N. A., Khan, S., Naz, N., Shah, M., Ahmad, S., Sher, H. and Khan, A. 2017. Effect of heat stress on growth, physiological and biochemical activities of wheat (*Triticum aestivum* L). International Journal of Biosciences. 11(4)

Law, R. D. and Crafts -Brandner, S. J. 1999. Inhibition and acclimation ofphotosynthesis to heat stress is closely correlated with activation ofribulose -1,5 -bisphosphate carboxylase/oxygenase. Plant Physiol. 120:173 –181.

Lawlor, D. W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell Environment. 25: 275 – 294.

Liang, Z., Zhang, F., Shao, M. and Zhang, J. 2002. The relations of stomatal conductance, water consumption, growth rate to leaf water potential during soil drying and reweatering cycle of wheat (*Triticum aestivum* L). Bot. Bull. Acad. Sin. 43: 187-192.

Lichtenthaler, H. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology. 148: 350-382.

Magloier, N. 2005. The genetic, morphological and physiological evaluation of African cowpea. Thesis presented in accordance with the requirements for the degree magister scientiae Agriculture in the Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Department of Plant Sciences (Plant Breeding) the University of the Free State.

Metwali, M. R., Ehab-Manal, H. Tarek, E. and Bayoumi, Y. 2010. Agronomical traits and biochemical genetic markers associated with salt tolerance in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L). Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(5): 174-183.

Osamu, H. and Yoshisuke, N. 2000. Modeling of a Soybean Canopy Structure by the Approximation of a Leaflet into an Ellipsoid for Estimating Direct Solar Radiation Environment. Plant Production Science. 3(1): 67-74.

Pushpalatha, P., Sharma -Natu, P. and Ghildiyal, M.C. 2008. Photosynthetic response of wheat cultivar to long -term exposure to elevated temperature. Photosynthetica. 46(4): 552 -556.

Ramachandra Reddy, A., Choityana, K. V. and Ivekanadan, A. 2004. Drought-induced respones of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal Plant physiology. 161: 1189-1202.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]

Refay, Y.A. 2011. Yield and yield components parameters of bread wheat genotypes as affected by sowing dates. Middle -East Journal Science Research. 7(4): 484 -489.

Ren, A., Sun, M., Wang, P., Xue, L., Lei, M., Xue, J., Gao, Z. and Yang, Z. 2019. Optimization of sowing date and seeding rate for high winter wheat yield based on pre-winter plant development and soil water usage in the Loess Plateau, China. Journal of Integrative Agriculture 18(1): 33–34.

Reynolds, M. P., Delgado, M.I.B., Gutierrez -Rodriguez, M. and Larque -Saavedra, A. 2000. Photosynthesis of wheat in a warm, irrigated environment. I: Genetic diversity and crop productivity. Field Crops Research. 66: 37 -50.

Rickertsen, J. R. and Nleya,T. 2014. Winter wheat response to planting date under dryland conditions. Agronomy Journal. 106(3): 915-924.

Sarvade, S., Mishra, H.S., Kaushal, R., Chaturvedi, S., Tewari, S. and Jadhav, T.A. . 2014. Performance of wheat (Triticum aestivum L.) crop under different spacings of trees and fertilitylevels. African Journal of Agricultural Research. 9: 866-873.

Silva, M.A., Jifon, J.L., Silva, J.A.G. and Sharma, V. 2007. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. Brazilian Journal of Plant Physiology 19: 193-201.

Soltani, A. and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: Experimentation and simulation. Field Crops Research. 77: 17-30.

Waraich, E.A., Ahmad, R., Halim, A. and Aziz. T. 2012. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: A review. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12: 221 – 244.

Xiao, X., Xu, X. and Yang, F. 2008. Adaptive responses to progressive drought stress in two Populus cothayana populations. Silva Fennica 42: 705-719.

Yordanov, I., Tsonko, T., Velikova, V., Georgieva , K., Ivanov, P., Tsenov, N. and Petrova, T. 2001. Change in CO2 assimilation, transpiration and stomatal resistance to different wheat cultivars expressing drought under field conditions. Journal of Plant Physiology. 27: 20-33.

Zareian, A., Heidari, H., Sharifabad-Hamidi, A., Noor-Mohammadi, G. and Ali-Tabatabaei, S. 2013. Effect of drought stress and potassium foliar application on some physiological indices of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Annals Biology and Research 4(5): 71-74.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-07-04]