دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

کمی‌سازی رشد و نمو ارقام گندم تحت شرایط فتوپریودی مختلف در منطقه گنبد کاووس

محمد صالح روان[۱]، سراله گالشی[۲]، ابراهیم زینلی[۳]، رحمت‌اله محمدی[۴]، علی راحمی کاریزکی[۵*]، زهرا ایزدی[۶]

[۶،۱]دانشجویان دکتری گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[۲]استاد گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۳]دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۴]محقق بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
[۵]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۸

چکیده

مقدمه: تحلیل واکنش گیاه به تغییرات محیط و مدیریت‌های زراعی از جمله تغییر در تاریخ کاشت براساس مدل‌های ریاضی یک روش کارآمد برای پیش‌بینی عملکرد ارزیابی می‌شود. دستیابی به عملکرد بالا در گندم، از طریق انطباق مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط مساعد محیطی به‌وسیله انتخاب تاریخ کاشت و ژنوتیپ مناسب ممکن می‌باشد. رعایت اصول فنی زراعی مانند میزان بذر، تاریخ کاشت، طول دوره رشد و رقم مناسب برای کاشت از عوامل مهمی است که در کارایی کاشت تأثیر بسزایی دارد؛ به‌طوری که مجموعه عوامل محیطی رخ داده در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد، ضمن اینکه در هر مرحله از رشد گیاه با شرایط مطلوب خود روبرو شود. بهترین رقم برای کاشت در هر منطقه رقمی است که مراحل رشدی خود را در زمان موجود و یا فصل رشد موجود در منطقه به اتمام برساند و هنگامی که در مورد نوع رقم مورد استفاده و کاشت تصمیم‌گیری می‌شود خطرات احتمالی پیش‌رو در نظر گرفته شود.

[*]نویسنده مسئول: alirahemi@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

مواد و روش‌ها: آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در شرایط دیم در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس به اجرا در آمد. فاکتورهای آزمایش شامل: تاریخ کاشت (۲۶ آذر، ۱۳ دی، ۳۰ دی و ۱۷ بهمن ماه) و ژنوتیپ بهاره (کوهدشت، زاگرس، لاین ۱۷، مروارید و N-80-19) بود. برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد شامل ماده خشک تجمعی، سطح برگ و سرعت رشد محصول به تعداد ۶ تا ۷ بوته نمونه‌گیری به فاصله هر ۱۴ روز در طی فصل زراعی انجام شد، وزن خشک برگ‌های سبز، زرد و ریزش یافته، ساقه‌ها و خوشه‌ها به‌صورت جداگانه، پس از قرار دادن نمونه‌ها درون آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (تا رسیدن به وزن ثابت)، اندازه‌گیری شدند.

نتایج: نتایج نشان داد شاخص‌های رشد شامل ماده خشک تجمعی، حداکثر سطح برگ و سرعت رشد محصول با تأخیر در کاشت کاهش یافتند. بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۹۸) و سرعت رشد محصول (۲۹/۶۴ گرم بر مترمربع در روز) متعلق به لاین ۱۷ بود که در تاریخ کاشت ۲۶ آذر به‌دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از مرحله سبز شدن تا گرده‌افشانی با افزایش میانگین دما و طول روز سرعت نمو افزایش و تعداد روز لازم برای طی هر یک از مراحل نمو کاهش یافت؛ هم‌چنین در تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی، با تأخیر در کاشت و افزایش دما، حداقل تعداد روز برای طی هر یک از مراحل نموی مورد بررسی کاهش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه در این تحقیق قبل از خوشه رفتن (مرحله آبستنی) بود. در تاریخ کاشت‌های مختلف با افزایش طول روز و افزایش دما، زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک کاهش یافت؛ به‌نحوی که در ژنوتیپ‌های کوهدشت، لاین ۱۷، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر به‌ترتیب ۳۴/۵۹، ۲۴/۳۱، ۳۵/۷۱، ۳۰/۳۲ و ۲۷/۹۲ درصد کاهش یافت. در تمامی ژنوتیپ‌ها حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) و نیز زمان رسیدن به حداکثر CGR با تأخیر در کاشت کاهش یافت. بیشترین CGR در تاریخ کاشت ۲۶ آذر در لاین ۱۷ (۲۹/۶۴ گرم بر مترمربع در روز) و کم‌ترین CGR در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نیز در لاین ۱۷ (۱۴/۷ گرم بر مترمربع در روز)، مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، بین ارقام مختلف گندم پیشنهاد شده در اقلیم یکسان از نظر طول مراحل فنولوژیک تفاوت وجود دارد. هر چند اختلاف بین ارقام تا حدودی ناشی از تفاوت ژنتیکی بین آن‌هاست؛ اما تأثیر عوامل محیطی بر رشد و نمو آن‌ها، به ویژه در مراحل پایانی رشد را نباید نادیده گرفت. از آنجا که تفاوت اصلی محصول در تاریخ کاشت‌های مختلف به‌دلیل آن است که دست کم در طی مراحل اولیه، رشد و نموگیاه در شـرایط متفاوت نور و دما انجام شده است. این ارقام با بهره‌گیری از سازوکارهای متفاوت، قدرت انعطاف پذیری و خودکنترلی بیشتری در پاسخ به تغییر شرایط محیطی دارند.

واژه‌های کلیدی: حداکثر سطح برگ، سرعت رشد محصول، گندم نان، ماده خشک تجمعی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی جهان بوده، بالاترین سطح کشت را در بین دیگر غلات داشته و به‌عنوان سلطان غلات شناخته می‌شود (Suleiman *et al*., 2014)؛ ولی برای تولید مناسب، پایدار و برنامه‌ریزی شده نیاز به تحقیقات زیادی دارد (Sinclair and Muchow, 1999). براساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی در سال ۹۳-۱۳۹۲، سطح زیرکشت گندم در ایران حدود ۶/۱ میلیون هکتار بود که ۶۳ درصد آن دیم و ۳۷ درصد آن آبی بوده است. میزان گندم تولیدی ۱۰/۶ میلیون تن برآورد شده است (Anonymous, 2015). خصوصیات ساختاری کانوپی که خود به عواملی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق کانوپی، زاویه برگ‌ها و هم‌چنین خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع، تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی و غیره بستگی دارد؛ تعیین‌کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور می‌باشد (Daugovish *et al*., 1999). بهترین رقم برای کاشت در هر منطقه رقمی است که مراحل رشدی خود را در زمان موجود و یا فصل رشد موجود در منطقه به اتمام برساند؛ و هنگامی که در مورد نوع رقم مورد استفاده و کاشت تصمیم گیری می‌شود خطرات احتمالی پیش رو در نظر گرفته شود (Ebrahim Zadeh *et al*., 2016). زمان کاشت تأثیر به‌سزایی در رشد و نمو گیاه طی فصل رشد دارد. به نحوی که تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند طول مراحل نمو را به شدت تغییر دهد (Ashna *et al*., 2016).

تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد به‌منظور تفسیر چگونگی عکس العمل گونه‌های گیاهی به شرایط محیطی حائز اهمیت زیادی است (Lebaschy *et al*., 2004). بنابراین شاخص سطح برگ یکی از معیارهای اساسی و مهم در تعیین قدرت فتوسنتزی گیاه محسوب می‌گردد. نتایج برخی تحقیقات در این ارتباط نشان می‌دهد که، شاخص سطح برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Lebaschy *et al*., 2004). پتانسیل فتوسنتزی و توان رشدی همبستگی بالایی با میزان سطح برگ دارند. میزان ماده‌ی خشک کل نتیجه‌ی کارآیی جامعه‌ی گیاهی از نظر استفاده از تابش نور خورشید در طول فصل رویشی است، در این ارتباط جامعه‌ی گیاهی نیاز به سطح برگ کافی دارد که با پوشش یکنواخت و کامل حداکثر جذب نوری را فراهم آورد (Ouzuni Douji *et al*., 2008). از بین خصوصیات وابسته به رشد، میزان ماده‌ی خشک به‌دلیل اهمیت اقتصادی بیشتر به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده محسوب می‌شود. الگوی توزیع ماده‌ی خشک بین اندام‌های مختلف تابع مراحل نمو گیاهان زراعی است (Koocheki and Khajeh Hosseini., 2008). مطالعه ی رشد و تجمع ماده‌ی خشک در گیاهان زراعی مختلف نشان داده است که تولید ماده‌ی خشک به شاخص سطح برگ و مقدار تشعشع دریافت شده در طول دوره‌ی رشد (Yano *et al*., 2004) و کارآیی گیاه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

در تبدیل تشعشع دریافت شده (Sinclair and Muchow, 1999) وابسته است. توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به‌عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌ها بستگی دارد، این عوامل باعث به‌وجود آمدن تفاوت‌هایی در شاخص سطح برگ می‌گردد (Ouzuni Douji *et al*., 2008). به‌منظور تجزیه و تحلیل روابط خاص و انجام آنالیز رشد، اندازه‌گیری دو پارامتر سطح برگ و وزن خشک الزامی است.

سایر شاخص‌های رشد با انجام برخی محاسبات حاصل می‌گردند. آنالیز رشد را می‌توان بر حسب تک بوته یا در سطح معینی از زمین انجام داد (Lebaschy *et al*., 2004). شاخص سطح برگ مطلوب از مهم‌ترین عوامل مؤثر در میزان عملکرد دانه است. اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاهتری به سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود. توسعه کند سطح برگ موجب توسعه‌ی ضعیف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش خواهد شد که نهایتاً کاهش سرعت رشد را به‌دنبال خواهد داشت (Thomas *et al*., 2003). سرعت رشد محصول (CGR^{2}) به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید را در واحد سطح زمین در زمان مشخص ساخته و اثر متقابل تنفس و فتوسنتز را نشان می‌دهد (Karimi and Siddique., 1991). شکل منحنی CGR در اکثر مطالعات به‌صورت یک تابع درجه دوم است. سرعت رشد نسبی با تغییرات وضعیت فتوسنتز و تنفس گیاه تغییر می‌یابد و به همین دلیل با گذشت زمان، رشد گیاه با افزایش مقدار تنفس در اواخر دوره رشد، منفی می‌گردد. در مراحل اولیه رشد زمانی که گیاهان کوچک بوده و اغلب در معرض نور مستقیم خورشید قرار گرفته‌اند؛ سرعت تجمع ماده خشک بالایی دارند؛ ولی همزمان با رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ (LAI^{3}) برگ‌های بیشتری در سایه قرار گرفته و با سایه‌اندازی به جای اینکه تولیدکننده مواد فتوسنتزی باشند بیشتر نقش انگل را داشته و باعث کاهش میزان جذب خالص (NAR^{4}) می‌شود. با افزایش سن برگ از فتوسنتز نیز کاسته می‌شود که این امر به نوبه‌ی خود موجب افزایش شیب نزولی سرعت جذب خالص خواهد شد (Thomas *et al*., 2003). تولید حداکثر ماده‌ی خشک در واحد سطح زمین به توسعه سریع و زود هنگام سطح برگ در ابتدای فصل بستگی دارد تا از سرعت جذب خالص ابتدای فصل استفاده شود. این پژوهش با هدف بررسی تاریخ کاشت‌های مختلف (طول روز و دماهای متنوع) بر مراحل فنولوژیکی مهم و شاخص‌های رشد (شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و ماده خشک) و پاسخ ارقام مختلف گندم به تغییر شرایط دو متغیر محیطی (طول روز و دما) انجام شد.

[2] Crop Growth Rate
[3] Leaf Area Index
[4] Net Assimilation Rate

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی فاکتورهای آزمایش شامل: تاریخ کاشت (۲۶ آذر، ۱۳ دی، ۳۰ دی و ۱۷ بهمن ماه) و ژنوتیپ بهاره (کوهدشت، زاگرس، لاین ۱۷، مروارید و N-80-19)، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس (طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، با ۴۵ متر ارتفاع از سطح آزاد دریا با متوسط بارش بلند مدت سالیانه در حدود ۴۵۰ میلی‌متر) انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). کرت‌های آزمایشی شامل: ۶ خط به‌طول ۴ متر و با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین تکرارها یک متر و فاصله بین کرت‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود.

بذور از ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس تهیه گردید. پس از بررسی قوه نامیه و درصد خلوص بذور و نیز ضدعفونی با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به مقدار دو در هزار، داخل پاکت‌های شماره‌گذاری شده برای هر ردیف کاشت ریخته و جهت کاشت به مزرعه حمل گردیدند. پس از انجام مراحل فوق، کاشت توسط کارگر ماهر و به‌صورت دستی و با تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع انجام شد. پس از کاشت جهت جلوگیری از خسارت مورچه، دور کرت‌ها با سوین سم‌پاشی گردید. میزان مصرف کود شیمیایی براساس نتایج آزمون خاک و توصیه‌های کودی شامل: ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۲۰ کیلوگرم سولفات روی، ۱۵ کیلوگرم سولفات منگنز و ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد کشاورزی صورت پذیرفت؛ که تمامی کودهای میکرو و یک سوم کود اوره به‌صورت پایه و مابقی کود اوره به‌صورت تقسیط در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌دهی مصرف گردید. مبارزه با علف‌های‌هرز و بیماری‌ها براساس توصیه‌های محققان ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس انجام شد. جهت کنترل علف‌های‌هرز مزرعه از سموم شیمیایی بروماید به مقدار ۱ لیتر و تاپیک به مقدار ۰/۶ لیتر در هکتار (در مرحله ۲ الی ۳ برگی علف‌های‌هرز) استفاده گردید، هم‌چنین جهت مبارزه با لارو لما از حشره‌کش دیازینون به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد.

ثبت مراحل فنولوژیک بر روی ۱۰ بوته معین که با روبان قرمز مشخص شده بود، هر ۲ تا ۵ روز، براساس شاخص زادوکس انجام شد؛ به این صورت که در شروع هر مرحله تا پایان آن مرحله هر دو روز از مزرعه بازدید انجام شد. لازم به ذکر است که این بوته‌ها در قسمتی از کرت که برای برداشت نهایی استفاده شد، علامت‌گذاری شدند. برای توصیف روند پر شدن دانه و وزن خشک در طول زمان از یک معادله لجستیک استفاده شد که زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر مادهٔ خشک و میزان حداکثر مادهٔ خشک تولیدی را نیز نشان می‌دهد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

برای اندازه‌گیری شاخص‌های رشد شامل ماده خشک تجمی، سطح برگ و سرعت رشد محصول به تعداد ۶ تا ۷ بوته نمونه‌گیری به فاصله هر ۱۴ روز در طی فصل زراعی انجام شد، وزن خشک برگ‌های سبز، زرد و ریزش یافته، ساقه‌ها و خوشه‌ها به‌صورت جداگانه، پس از قرار دادن نمونه‌ها درون آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (تا رسیدن به وزن ثابت)، اندازه‌گیری شدند. برای سنجش سطح برگ‌ها نیز از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل DELTA-T) استفاده شد. در نهایت برای محاسبه شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی و سرعت رشد محصول از معادلات ۱ و ۲ استفاده شد. حاصل مشتق معادلهٔ زیر CGR می‌باشد.

1. $GDD = \sum N1[T_M + T_m] /2 > Tb$
2. $LAI = ((a \times \exp ((-a) \times (dap-b)) \times c)) / ((1+\exp ((-a) \times (dap-b)))^2$
3. $Y = DM_{max}/ (1 + \exp (-a \times (dap-b))$

که در معادله یک T_M: حداکثر دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)، T_m: حداقل دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد) و Tb: دمای پایه می‌باشند. دمای پایه برای گندم صفر درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. هم‌چنین در محاسبه میانگین دمای هوا، اگر دمای روزانه کم‌تر از دمای پایه بود، مساوی با آن قرار داده شد. در معادله دوم LAI: شاخص سطح برگ، dap: روز پس از کاشت و a، b، c: ضرایب معادله می‌باشند (Rahemi, 2001). در معادله لجستیک سوم a: ضریب معادله، b: مدت زمانی که در آن تجمع ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر خود می‌رسد و DM_{max}: حداکثر مادهٔ خشک تولید شده (گرم در مترمربع)، dap: روز پس از کاشت و Y: تجمع ماده خشک می‌باشد. حاصل مشتق معادلهٔ بالا CGR می‌باشد (Rahemi, 2001).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که، صفات روز تا سبز شدن، روز تا پنجه‌زنی، روز تا ساقه رفتن، روز تا گرده‌افشانی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی تحت تأثیر تاریخ کاشت در سطح یک درصد قرار دارند. هم‌چنین اثر ژنوتیپ و اثرات متقابل تاریخ کاشت × ژنوتیپ فقط بر روی صفات حداقل روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، حداقل روز تا ساقه رفتن و رسیدگی فیزیولوژیکی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر روی حداقل روز تا ۵۰ درصد سبز شدن نشان داد که، حداقل روز تا ۵۰ درصد سبز شدن برای تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، مربوط به تاریخ کاشت ۲۶ آذر و متعلق به ژنوتیپ‌های کوهدشت و مروارید، معادل ۱۰ روز بود (جدول ۳).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متری)

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil place of testing (depth 0-30 cm)

کربن آلی Organic carbon (%)	مواد خنثی شونده Neutralizing agents (%)	اسیدیته Acidity	هدایت الکتریکی EC (ds)	ازت کل N (%)	آمونیم Ammonium (ppm)	نیترات Nitrate (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	رس Clay(%)	سیلت Silt(%)	شن Gravel(%
1.29	9.5	7.5	0.94	0.13	9.1	15	9.2	807	18	70	12

جدول ۲- تجزیه واریانس مراحل مهم فنولوژیکی در ژنوتیپ و تاریخ کاشت های متفاوت

Table 2- Analysis of variance of important phonological stages in genotype and different planting dates

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (MS) روز تا سبز شدن Day to get green	روز تا پنجه‌زنی Day to till	روز تا ساقه‌دهی Day to stem	روز تا گرده‌افشانی Day to pollination	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to maturity
ژنوتیپ Genotype (G)	4	13.35**	3.19ns	21.43**	113.31**	175.39**
تاریخ کاشت Planting date (P)	3	120.11**	2845.35**	4387.15**	5160.73**	6557**
تاریخ کاشت × ژنوتیپ P × G	12	1.69**	2.38ns	8.37**	1.28ns	10.62**
خطا Error	38	0.53	2.35	1.41	0.72	2.83
ضریب تغییرات CV (%)		5.03	3.01	1.39	0.81	1.2

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین مراحل مهم فنولوژیکی در ژنوتیپ و تاریخ کاشت‌های مختلف

Table 3- Comparison of the mean phonological stages in genotype and different planting dates

تاریخ کاشت Planting date	ژنوتیپ Genotype	روز تا سبز شدن Day to get green	روز تا ساقه‌روی Day to stem	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Days to maturity
2010.Dec.16	کوهدشت Kuhdasht	10 b	33.11 b	163 b
	لاین ۱۷ Line 17	33.10 b	103.33 b	163 b
	زاگرس Zagros	33.10 b	104 b	164 b
	مروارید Mourvrid	10 b	66.11 b	168 a
	N-80-19	11.33a	105 a	168 a
2011.Jan.2	کوهدشت Kuhdasht	17 a	95 a	146 b
	لاین ۱۷ Line 17	16 b	89.33 d	143 c
	زاگرس Zagros	16.33 b	90.33 c	141.33 b
	مروارید Mourvrid	15 c	93 b	151 a
	N-80-19	17 a	93.33 b	105.66 a
2011.Jan.19	کوهدشت Kuhdasht	17.33b	78.33 b	129 c
	لاین ۱۷ Line 17	17.33 b	75.66 c	129 c
	زاگرس Zagros	15.66 c	79 b	129 c
	مروارید Mourvrid	13.66 d	83 a	137 a
	N-80-19	18.33 a	77 c	135 b
2011.Feb.5	کوهدشت Kuhdasht	15 b	65 b	117 b
	لاین ۱۷ Line 17	15.3 ab	63 c	109.66 d
	زاگرس Zagros	14.33 c	63.33 c	112 c
	مروارید Mourvrid	12.33 d	66.66 a	117.66 b
	N-80-19	15.66 a	66.66 a	123 a
LSD (0.05)		0.6	0.98	1.39

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

از آن‌جا که در تاریخ کاشت‌های مختلف شرایط دما متفاوت بود و این عامل یکی از مهم‌ترین اجزاء تأثیرگذار بر سرعت سبز شدن است؛ لذا سرعت سبز شدن در تاریخ کاشت‌های مختلف نوسان داشت. در تاریخ کاشت ۲۶ آذر به‌علت بالا بودن میانگین دما طی دوره‌ی کاشت تا سبز شدن (۱۱/۳۵ درجه سانتی‌گراد)، بذور زودتر سبز شدند. حداکثر تعداد روز از کاشت تا سبز شدن مربوط به ژنوتیپ N-80-19 و متعلق به تاریخ کاشت‌های ۱۳ و ۳۰ دی‌ماه بود (جدول ۳). این تاریخ کاشت‌ها دارای کم‌ترین میانگین دمایی (میانگین دما طی دوره‌ی کاشت تا سبز شدن ۷/۸ و ۸/۵ درجه سانتی‌گراد و مجموع بارندگی از کاشت تا سبز شدن به‌ترتیب ۴۰/۳ و ۳۶/۴ میلی‌متر) طی دوره آزمایش بودند. بنابراین پایین بودن مقدار دمای هوا از یک سو، و بارندگی زیاد از سوی دیگر در این دو تاریخ کاشت و در نتیجه سرد ماندن خاک، می‌تواند عامل اصلی دیرتر سبز شدن گیاه گندم محسوب شود؛ به‌طوری‌که بین این دو تاریخ کاشت در این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذرهای کشت شده است. به‌طور طبیعی هر چه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذرهای جوانه‌زده در مزرعه بیشتر باشد استفاده از منابع رشدی نظیر نور، آب و عناصر غذایی بهتر خواهد بود (Foti *et al*, 2002).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، حداقل تعداد روز از کاشت تا پنجه‌زنی در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه نیز متفاوت بود (جدول ۴). حداقل تعداد روز از کاشت تا پنجه‌زنی برای تاریخ کاشت‌های ۲۶ آذر، ۱۳ دی، ۳۰ دی و ۱۷ بهمن‌ماه به‌ترتیب ۶۹/۱۳، ۵۱/۷۳، ۴۴/۴۶ و ۳۷/۰۶ روز بود (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد روز برای ورود به پنجه‌زنی به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های مروارید (۵۱/۵۸ روز) و زاگرس (۵۰/۱۶ روز) بود؛ این در حالی بود که بین اکثر ژنوتیپ‌ها در این صفت اختلافات معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). متوسط تعداد روز لازم برای ورود به این مرحله در ژنوتیپ‌های گندم در این آزمایش ۵۰/۸۸ روز بود. حداقل تعداد روز از کاشت تا ساقه‌روی برای تمامی ژنوتیپ‌ها با تأخیر در کاشت و افزایش میانگین دمایی روند کاهشی را نشان داد؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد روز برای طی این مرحله از نمو تاریخ کاشت ۲۶ آذر و کم‌ترین تعداد روز از تاریخ کاشت ۱۷ بهمن به‌دست آمد. بیش‌ترین تعداد روز متعلق به ژنوتیپ کوهدشت (۱۰۵/۳۳ روز) بود و کم‌ترین تعداد روز به ژنوتیپ لاین ۱۷ (۶۳ روز) تعلق داشت (جدول ۳). حداقل تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی برای تاریخ کاشت‌های ۲۶ آذر، ۱۳ دی، ۳۰ دی و ۱۷ بهمن‌ماه به‌ترتیب ۱۲۵/۸، ۱۱۰/۹۳، ۹۶/۸۶ و ۸۲/۶ روز بود، که حداقل آن مربوط به تاریخ کاشت ۱۷ بهمن (۸۲/۶ روز) و حداکثر آن متعلق به تاریخ کاشت ۲۶ آذر (۱۲۵/۸ روز) بود (جدول ۴). ژنوتیپ‌های لاین ۱۷ کم‌ترین تعداد روز (۱۰۰/۸۳ روز) و N-80-19 بیش‌ترین تعداد روز (۱۰۷/۶۶ روز) را برای رسیدن به این مرحله نیاز داشتند. متوسط تعداد روز لازم برای ورورد به این مرحله در ژنوتیپ‌های گندم در این آزمایش ۱۰۴/۰۵ روز بود (جدول ۴).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

جدول ۴- مقایسه میانگین مراحل مهم فنولوژیکی در ژنوتیپ و تاریخ کاشت‌های مختلف

Table 4- Comparison of the mean phonological stages in genotype and different planting dates

تیمارها Treatments	روز تا پنجه‌زنی Day to till	روز تا گرده‌افشانی Day to pollination
ژنوتیپ Genotype		
کوهدشت Kuhdasht	-	104.5c
لاین ۱۷ Line 17	-	100.83d
زاگرس Zagros	-	101.00d
مروارید Mourvrid	-	106.20b
N-80-19	-	107.66a
LSD (0.05)	-	0.70
تاریخ کاشت Planting date		
2010.Dec.16	69.13a	125.8a
2011.Jan.2	52.86b	110.93b
2011.Jan.19	44.46c	96.86c
2011.Feb.5	37.06d	82.60d
LSD (0.05)	1.13	0.62

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different (LSD Test).

حداقل تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی برای همه‌ی ژنوتیپ‌ها، در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن اتفاق افتاد، حداقل طول این دوره برای لاین ۱۷، زاگرس، کوهدشت، مروارید و N-80-19 به‌ترتیب ۱۰۹/۶۶، ۱۱۲، ۱۱۷، ۱۱۷/۶۶ و ۱۲۳ روز بود و حداکثر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی برای همه‌ی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تاریخ کاشت ۲۶ آذر اتفاق افتاد (جدول ۳). هم‌چنین حداکثر طول این دوره برای ژنوتیپ‌های کوهدشت و لاین ۱۷، ۱۶۳روز، زاگرس ۱۶۴ روز و برای مروارید و N-80-19 ۱۶۸ روز بود (جدول ۳).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

نتایج این تحقیق نشان داد که، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از مرحله سبز شدن تا گرده‌افشانی با افزایش میانگین دما و طول روز سرعت نمو افزایش و تعداد روز لازم برای طی هر یک از مراحل نمو کاهش یافت. هم‌چنین در تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی، با تأخیر در کاشت و افزایش دما حداقل تعداد روز برای طی هر یک از مراحل نموی مورد بررسی کاهش یافت.

دما و طول روز از متغیرهای محیطی تعیین‌کننده سرعت گلدهی می‌باشند. افزایش دما از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌ها و فتوسنتز سبب افزایش سرعت نمو و کوتاه شدن طول مراحل نمو می‌شود؛ از این رو علت کاهش هر یک از مراحل نموی را افزایش دما با تأخیر در کاشت دانستند. به تأخیر افتادن سبز شدن محصول در اثر تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش دوره مواجه شدن گیاه با سرما و به‌طور کلی کاهش طول فصل رشد می‌شود که این امر نیز موجب افت تعداد پنجه و تراکم محصول می‌گردد (Sharifi and Rahimian-Mashhadi, 2004). دماهای بالا سبب افزایش سرعت نمو و کاهش طول دوره‌های مختلف نمو می‌شود. کوتاه شدن دوره رشد باعث کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد شده و در نهایت کاهش مقدار تولید مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (Ashna *et al*., 2015). در اثر کوتاه شدن مراحل نمو به‌دلیل دریافت سریع‌تر درجه-روز رشد مورد نیاز در کاشت‌های دیر هنگام، اجزایی از عملکرد که در این مراحل تثبیت می‌شوند، تحت تأثیر درجه-روز رشد تجمعی قرار گرفتند. کمی کردن آثار دما و طول روز بر طول دوره‌های نمو گیاه می‌تواند به تعیین بهترین تاریخ کاشت و بهره‌وری بهینه از منابعی نظیر تشعشع خورشیدی کمک کند (Bijandi *et al*., 2016).

تغییر در زمان کاشت منجر به تغییر در زمان وقوع مراحل مختلف رشد و نمو از جمله مرحله پر شدن دانه گندم گردیده و امکان مطالعه این فرآیند را تحت شرایط متفاوت محیطی فراهم می‌نماید. زمان کاشت تأثیر به‌سزایی در رشد و نمو گیاه در طی فصل رشد داشته و تغییر در زمان کاشت می‌تواند طول مراحل نمو را به‌شدت تغییر دهد (Mohammadi *et al*., 2015). تاریخ کاشت سبب تغییرات عمده‌ای در روز تا ظهور هر مرحله خاص گردیده، به‌عبارتی تغییر در تاریخ کاشت به‌علت برخورد با دماهای سرد و نامطلوب سبب تاخیر در سبز شدن و کوتاه شدن سایر مراحل فنولوژیکی گردیده است (Khalili aghdam *et al*., 2016). کوتاه شدن دوره رشد باعث کاهش جذب تشعشع طی فصل رشد شده و در نهایت کاهش مقدار تولید مواد فتوسنتزی را به دنبال دارد (Ahmadi *et al*., 2010). با تاخیر در کاشت میزان زمان حرارتی مورد نیاز برای تکمیل دوره زندگی گندم کاهش می‌یابد (Kalateh arabi *et al*., 2011). کاشت دیرهنگام باعث کوتاه‌تر شدن دوره آغازش سنبلچه‌ها و در نتیجه کوتاه شدن دوره نمو سنبله تا تشکیل سنبلچه انتهایی در گندم می‌شود (Fathi *et al*., 2001).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

از لحاظ آماری تغییرات شاخص سطح برگ بین هر یک از فاکتورهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ و نیز اثرات متقابل این دو فاکتور در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین شاخص سطح برگ متعلق به تاریخ کاشت ۲۶ آذر و مربوط به ژنوتیپ لاین ۱۷ (۴/۹۸ درصد) است که با تأخیر در کاشت سیر نزولی را طی کرد؛ به‌نحوی‌که کم‌ترین شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت ۱۷ دی ماه از ژنوتیپ کوهدشت (۲/۲۲ درصد) به‌دست آمد (شکل ۱). در بین ژنوتیپ‌ها، لاین ۱۷ بیش‌تر از ژنوتیپ‌های دیگر تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت؛ به‌طوری‌که حداکثر شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن ماه ۵۴/۲۲ درصد نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر کاهش را نشان داد. در کشت به موقع در لاین ۱۷ گسترش برگ بهتر از چهار ژنوتیپ دیگر بود؛ اما با تأخیر در کاشت، سطح برگ این ژنوتیپ با سرعت بیش‌تری کاهش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ ژنوتیپ‌های کوهدشت، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن ماه به‌ترتیب ۳۶/۰۲، ۳۳/۰۵، ۱۸/۶۴ و ۴۴/۷۸ درصد از تاریخ کاشت ۲۶ آذر کم‌تر بودند؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین زمان متعلق به تاریخ کاشت ۲۶ آذر ماه و مربوط به لاین ۱۷ (۱۱۷/۲ روز) بود و کم‌ترین زمان نیز از تاریخ کاشت ۱۷ بهمن ماه و لاین ۱۷ (۷۴/۳۳ روز) به‌دست آمد (شکل ۱).

زمان حادث شدن حداکثر شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت‌های مورد مطالعه در این تحقیق قبل از خوشه رفتن (مرحله آبستنی) بود. روند تغییرات شاخص سطح برگ (شکل ۱) برای تاریخ کاشت و ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به زمان نشان داده شده است که، از یک منحنی زنگوله‌ای تبعیت می‌کند و دارای سه مرحله است. مرحله اول فاز نمایی که در آن سرعت تغییرات بسیار کند و آرام بوده و در مرحله دوم سطح برگ به‌طور فزاینده‌ای رو به افزایش است و در مرحله آخر سطح برگ به‌صورت خطی رو به کاهش می‌یابد. شاخص سطح برگ تا حدود قبل از زمان سنبله‌دهی (آبستنی) افزایش می‌یابد. افزایش شاخص سطح برگ در ژنوتیپ‌های مختلف تا نزدیک مرحله ساقه‌دهی در تمامی تاریخ کاشت‌ها تقریباً یکسان بود و تفاوت زیادی بین آن‌ها مشاهده نشد. اختلاف در سطح برگ ژنوتیپ‌ها از این زمان به بعد شروع و تا آخر دوره رشد ادامه داشت.

سایر مطالعات نیز وجود اختلاف بین ارقام را از نظر حداکثر شاخص سطح برگ تأیید کردند و دلیل این امر را بیش‌تر به خصوصیات ژنتیکی (Maddah yazdi., 2007)، و هم‌چنین این اختلاف ناشی از عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌ها می‌باشد (Ouzuni Douji *et al*., 2008). در گیاهان شاخص سطح برگ واکنش سیگموئیدی در مقابل زمان از خود نشان می‌دهد (Siddique Thomson *et al*., 1997). در این تحقیق با تأخیر در کاشت زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز کوتاه شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

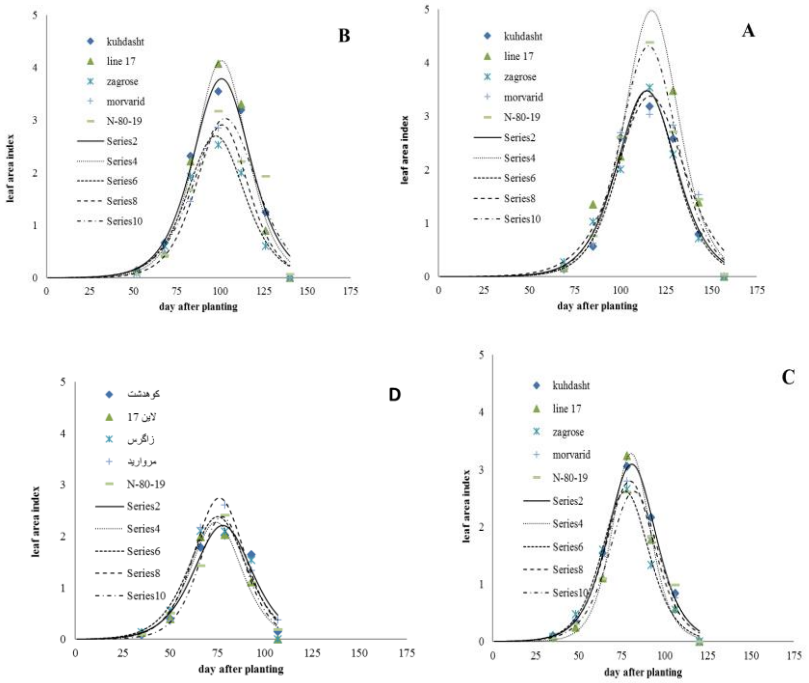
جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی در ژنوتیپ و تاریخ کاشت‌های مختلف گندم براساس روز پس از کاشت

Table 5- Analysis of variance of growth indices in genotype and date of different planting of wheat based on the day after planting.

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (MS)				
		شاخص سطح برگ Leaf area index	زمان وقوع شاخص سطح برگ Time of occurrence of leaf area index	ماده خشک تجمعی Cumulative dry matter	زمان وقوع حداکثر ۵۰ درصد تجمع ماده خشک Time of occurrence of up to 50% dry matter accumulation	سرعت رشد محصول Product growth rate
زنوتیپ Genotype	4	1.43**	24.41**	86189.98**	146.17**	23.34*
تاریخ کاشت Planting date	3	6.32**	5039.01**	409878.94**	400.79**	293.02**
تاریخ کاشت × ژنوتیپ Planting date × Genotype	12	0.58**	5.26*	16304.02ns	37.08**	24.62**
خطاError	38	0.1	2.32	13011.79	11.58	8.31
ضریب تغییرات CV (%)		10.22	1.63	10.93	3.41	14.06

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.



شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در مقابل روز پس از کاشت در تاریخ کاشت و ژنوتیپ‌های مختلف گندم
(a: ۲۶ آذر ماه، b: ۱۳ دی ماه، c: ۳۰ دی ماه و d: ۱۷ بهمن ماه سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹)

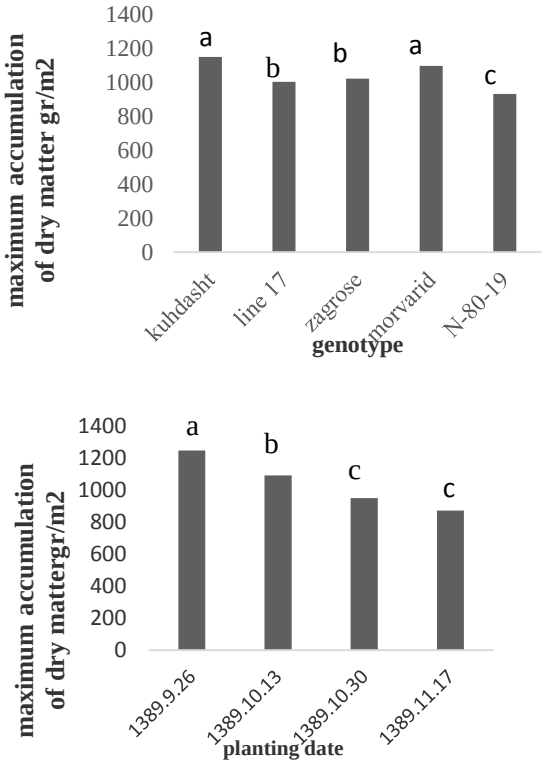
Figure 1- Changes in leaf area index versus day after planting in planting date and different wheat genotypes
(a: 2010 December 16, b: 2011 January 2, c: 2011 January 19 and d: 2011 February 5)

علت کم شدن شاخص سطح برگ با تأخیر در کاشت را می‌توان در کوتاه شدن طول دوره رویش به‌علت افزایش طول روز و دمای محیط دانست؛ به‌همین علت زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ نیز کاهش می‌یابد. توسعه کند سطح برگ موجب توسعه ضعیف پوشش گیاهی و جذب کمتر تابش خواهد شد که در نهایت کاهش سرعت رشد را به دنبال خواهد داشت. توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلفی مانند دما، تراکم بوته در واحد سطح، میزان مواد غذایی در دسترس و خصوصیات ریخت‌شناسی ژنوتیپ‌ها بستگی دارد که این عوامل باعث به‌وجود آمدن تفاوت‌هایی در شاخص سطح برگ می‌گردد (Ouzuni Douji *et al.*,2008).

از لحاظ آماری تغییرات حداکثر ماده خشک بین هر یک از فاکتورهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ در حالی که اثر متقابل این دو فاکتور معنی‌دار نشد (جدول ۵). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ کوهدشت دارای بالاترین میانگین حداکثر ماده خشک تولیدی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

(۱۱۵۲/۱۷ گرم در مترمربع)، و ژنوتیپ N-۸۰-۱۹ دارای کم‌ترین میانگین حداکثر ماده خشک تولیدی (۹۳۳/۷۳ گرم در مترمربع) بودند (شکل ۲). هم‌چنین تاریخ کاشت ۲۶ آذر دارای بیش‌ترین میانگین تجمع ماده خشک (۱۲۵۰/۰۷گرم در مترمربع) و تاریخ کاشت ۱۷ بهمن از کم‌ترین میانگین تجمع ماده خشک (۸۷۴/۶۹ گرم در مترمربع)، برخوردار بودند (شکل ۲).



شکل ۲– حداکثر تجمع ماده خشک در ژنوتیپ و تاریخ کاشت‌های متفاوت براساس روز پس از کاشت

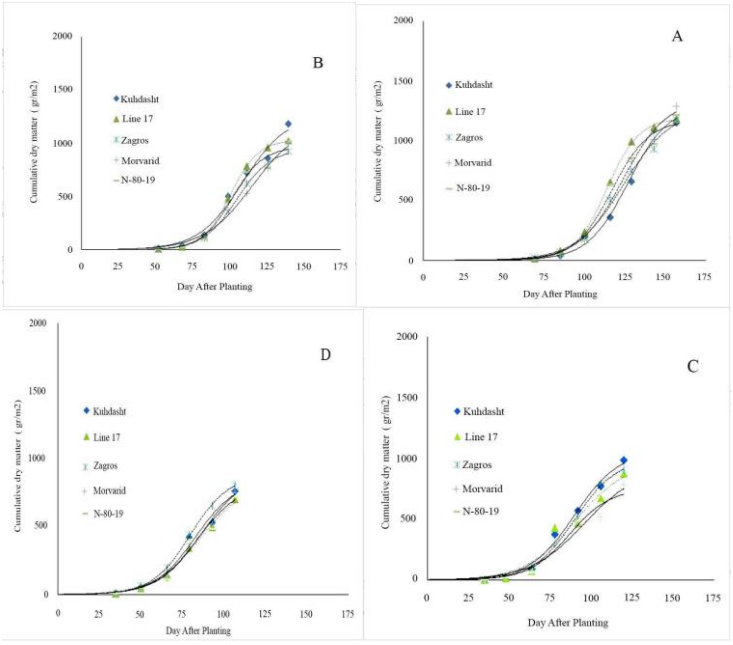
Figure 2- Maximum accumulation of dry matter in genotype and different planting dates based on the day after planting (Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

مقایسه میانگین نشان داد که، در تاریخ کاشت‌های مختلف با افزایش طول روز و افزایش دما، زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک کاهش یافت؛ به‌نحوی که در ژنوتیپ‌های کوهدشت، لاین ۱۷، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر به‌ترتیب

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

۳۴/۵۹، ۲۴/۳۱، ۳۵/۷۱، ۳۰/۳۲ و ۲۷/۹۲ درصد کاهش یافت (شکل ۲). در بین ژنوتیپ‌ها، کوهدشت در تاریخ کاشت ۲۶ آذر بیش‌ترین زمان (۱۲۶/۹ روز پس از کاشت)، و در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن، زاگرس کم‌ترین زمان (۷۹/۷۹ روز پس از کاشت)، را برای رسیدن به حداکثر ماده خشک نیاز داشتند (شکل ۲).

روند تغییرات ماده خشک ژنوتیپ‌های در شکل ۳ مشاهد می‌شود، تشکیل ماده خشک در ژنوتیپ‌ها به‌عنوان معیاری از میزان تولید، از یک منحنی غیرخطی در همه تاریخ کاشت‌های مورد بررسی تبعیت می‌کند. به‌طورکلی در اوایل رشد گیاه، با توجه به دماهای پایین و کامل نبودن پوشش برای دریافت تشعشع خورشیدی افزایش ماده خشک کم و بطئی می‌باشد. به‌علاوه گیاه جهت ریشه‌دهی بهتر برای تشکیل پنجه مواد بیش‌تری را به ریشه تخصیص می‌دهد.



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک تجمعی در مقابل روز پس از کاشت در ژنوتیپ‌های گندم در تاریخ کاشت‌های

(a: ۲۶ آذر ماه، b: ۱۳ دی ماه، c: ۳۰ دی ماه و d: ۱۷ بهمن ماه سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹)

Figure 3- Process of changes in cumulative dry matter against the day after planting in wheat genotypes on sowing dates

(a: 2010 December 16, b: 2011 January 2, c: 2011 January 19 and d: 2011 February 5**)**

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

به‌منظور محاسبه حداکثر ماده خشک تولید شده و زمان حصول ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک از معادله لجستیک استفاده شد؛ به‌طوری‌که مقادیر ضرایب تبیین همگی بزرگتر از ۹۸ درصد بودند (جدول ۶). در تریتیکاله با تأخیر در کاشت ماده خشک تولید شده کاهش می‌یابد (Schwarte *et al*., 2005)؛ به‌طوری‌که با ۱۰ روز تأخیر در کاشت بعد از زمان مطلوب کاشت منطقه، ماده خشک کاهش پیدا کرد. آن‌ها علت این کاهش را، کاهش سطح برگ (Till *et al*., 1978) و نفوذ تشعشع خورشیدی (Puckridge and Donald., 1967) دانستند. از این رو می‌توان بیان نمود با تأخیر در کاشت به‌علت افزایش دما و تشعشع زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر تجمع ماده خشک کاهش یافت؛ اما به‌علت کوتاه شدن طول دوره رشد و تولید مواد فتوسنتزی کم‌تر در گیاه، تجمع ماده خشک در گیاه کاهش یافت.

تجزیه واریانس نشان داد که، اثر ژنوتیپ در سطح پنج درصد، تاریخ کاشت و اثر متقابل ژنوتیپ × تاریخ کاشت در سطح یک درصد بر سرعت رشد محصول (CGR) معنی‌دار بودند (جدول ۵). مقایسه میانگین نشان داد که، با تأخیر در کاشت به‌علت کوتاه شدن طول دوره رشد و تولید کم‌تر مواد فتوسنتزی، و نیز افزایش دما و تشعشع، در تمامی ژنوتیپ‌ها حداکثر CGR و نیز زمان رسیدن به حداکثر CGR کاهش یافت (شکل ۴). بیش‌ترین CGR در تاریخ کاشت ۲۶ آذر در لاین ۱۷ (۲۹/۶۴ گرم بر مترمربع در روز) و کم‌ترین CGR در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نیز در لاین ۱۷ (۱۴/۷ گرم بر مترمربع در روز)، مشاهده شد (شکل ۴). حداکثر سرعت رشد محصول در ژنوتیپ‌های کوهدشت، لاین ۱۷، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر به ترتیب ۳۳/۲۸، ۵۰/۴، ۱۱/۳۸، ۳۱/۴۱ و ۳۸/۸۱ درصد کاهش یافت (شکل ۴). با تأخیر در کاشت، از سرعت رشد کاسته شد، به‌نحوی که ژنوتیپ‌های کوهدشت، لاین ۱۷، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر به‌ترتیب ۳۴/۶۶، ۲۹/۴۸، ۳۰/۴، ۳۴/۱۷ و ۳۰/۳۱ درصد کاهش را نشان دادند (شکل ۴).

سرعت رشد جامعه گیاهی روند تقریباً مشابهی با روند تغییرات سطح برگ را نشان داد. از این رو زیاد شدن CGR در طول فصل رشد را می‌توان به افزایش سطح برگ و کاهش CGR را می‌توان به کاهش فتوسنتز خالص و ریزش برگ‌ها نسبت داد. در این آزمایش در کلیه تاریخ کاشت‌ها و در تمامی ژنوتیپ‌ها سرعت رشد محصول در مراحل اولیه به‌دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم جذب نور خورشید توسط گیاه، کم بود، اما با نمو گیاه، افزایش یافت. این افزایش در سرعت رشد محصول را می‌توان به بالا بودن شاخص سطح برگ در آن‌ها نسبت داد که با تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر باعث افزایش سرعت رشد ژنوتیپ‌ها گردیده است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

جدول ۶۰- ضرایب معادله پیش بینی تغییرات وزن خشک گیاه (a, b & Dm max)

Table 6- The coefficients of the prediction of changes in dry weight of the plant

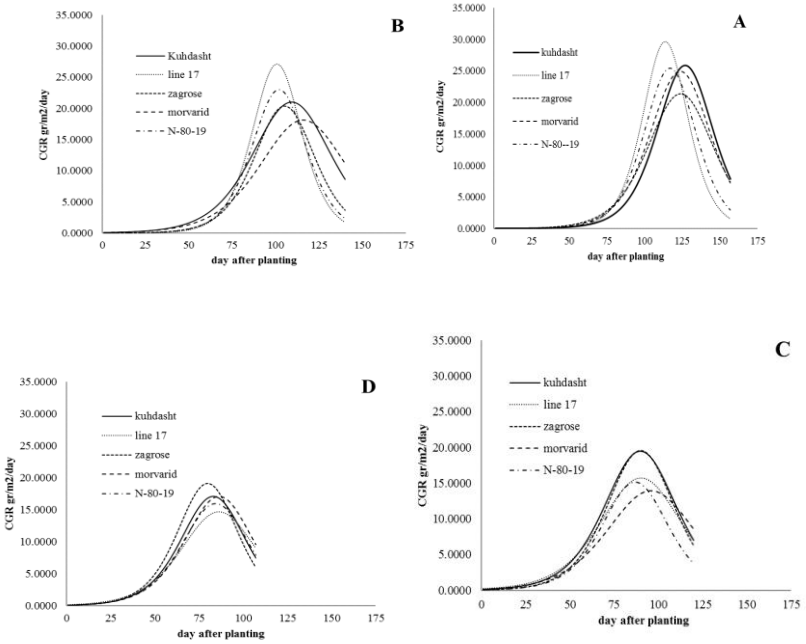
تاریخ کاشت	رقم	n	a±SE	b±SE	DM $_{max}$± SE	RMSE	R^2
2010.Dec.16.	کوهدشت Kuhdasht	7	0.08±0.1	126.9 ± 3.31	1293.5 ±0.126	0.18	0.99
	لاین ۱۷ Line 17	7	0.01 ±0.1	113.8 ±0.54	1190.8 ± 15.9	0.16	0.99
	زاگرس Zagros	7	0.07 ±0.1	124.1 ±3.14	1261± 3.92	0.44	0.99
	مروارید Mourvrid	7	0.07 ± 0.1	123.8± 3.09	1349.1± 5.5	0.55	0.99
	N-80-19	7	0.0±8.02	117 ± 3.13	1174.87±1.21	0.74	0.99
2011.Jan.2	کوهدشت Kuhdasht	7	0.06 ±0.01	2.6± 2.109	1273 ± 185.8	0.78	0.99
	لاین ۱۷ Line 17	7	0.1 ±.0.0	417.10±0.01	10.98± 1033.2	0.11	0.99
	زاگرس Zagros	7	0.08 ±.0.0	105.1± 1.25	949.4 ± 30.38	0.21	0.99
	مروارید Mourvrid	7	0.0± 0.0	115± 4.77	412.9 ±137.5	0.37	0.99
	N-80-19	7	0.09 ± 0.02	101.9 ± 3.33	969.5± 81.64	0.71	0.99
2011.Jan.19	کوهدشت Kuhdasht	7	0.07 ±0.01	89.3± 98	1065.1± 8.1	0.48	0.99
	لاین ۱۷ Line 17	7	0.06±.02	90.9±23.52	968.8± 5.1	0.83	0.98
	زاگرس Zagros	7	0.08±0.0	90.1±3.27	1001±5.93	0.18	0.99
	مروارید Mourvrid	7	0.06± 0.01	95.11± 33	930.24± 2.09	0.63	0.99
	N-80-19	7	0.08± 0.02	86.4±8.9	756.9± 9.91	0.53	0.99
2011.Feb.5	کوهدشت Kuhdasht	6	0.08±0.02	83.6± 0.06	845.15±2.2	0.59	0.99
	لاین ۱۷ Line 17	6	0.07±.01	86.4±14.16	839.98± 8.31	0.26	0.99
	زاگرس Zagros	6	0.08±.0	79.1±0.03	877.25±6.8	0.13	0.99
	مروارید Mourvrid	6	0.08±0.01	86.5±27.6	88.14±4.8	0.41	0.99
	N-80-19	6	0.08±0.2	84.8±33.35	818.19±2	0.63	0.99

n) تعداد نمونه‌برداری،a) ضریب معادله، b) مدت زمانی که تجمع ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر خود می‌رسد (برحسب روز)، DM $_{max}$) حداکثر ماده خشک تولید شده (گرم در مترمربع)، RMSE) جذر میانگین مربعات خطاء و R^2) ضریب تبیین می‌باشد.

n) number of sampling, a) coefficient of equation, b) duration of accumulation of dry matter up to 50% maximum (per day), DM max), maximum produced dry matter (g / m 2), RMSE) is the root mean square error and R2) is the coefficient of explanation.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

از آن‌جا که سرعت رشد محصول با شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص رابطه‌ی مستقیمی دارد در ژنوتیپ‌ها جدیدی که در هنگام ظهور سنبله و گرده‌افشانی، CGR بالاتری دارند و دوام CGR از گرده‌افشانی تا رسیدگی دانه آن‌ها نیز بیش‌تر است، عملکرد بیش‌تری تولید می‌شود. هم‌چنین سرعت رشد محصول پس از رسیدن به حداکثر خود در مرحله گلدهی در کلیه ژنوتیپ‌ها و تاریخ کاشت‌ها، کاهش یافت. این امر می‌تواند به‌دلیل سایه‌اندازی برگ‌ها و کاهش نفوذ نور در سایه‌انداز گیاهی و ریزش برگ‌های مسن باشد که تا انتهای دوره‌ی رشد باعث کاهش سطح برگ گردید.



شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد (CGR) در مقابل روز پس از کاشت در ژنوتیپ‌های گندم در تاریخ کاشت‌های

(a: ۲۶ آذر ماه، b: ۱۳ دی ماه، c: ۳۰ دی ماه و d: ۱۷ بهمن ماه سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹)

Figure 4- Growth rate changes (CGR) versus day after planting in wheat genotypes on sowing date

(a: 2010 December 16, b: 2011 January 2, c: 2011 January 19 and d: 2011 February 5**)**

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، بین ارقام مختلف گندم پیشنهاد شده در اقلیم یکسان از نظر طول مراحل فنولوژیک تفاوت وجود دارد. در تاریخ کاشت‌های مختلف با افزایش طول روز و افزایش دما، زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک در ژنوتیپ‌های کوهدشت، لاین ۱۷، زاگرس، مروارید و N-80-19 در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نسبت به تاریخ کاشت ۲۶ آذر کاهش یافت. در تمامی ژنوتیپ‌ها حداکثر CGR و نیز زمان رسیدن به حداکثر CGR با تاخیر در کاشت کاهش یافت. بیش‌ترین CGR در تاریخ کاشت ۲۶ آذر در لاین ۱۷ (۲۹/۶۴ گرم بر مترمربع در روز) و کم‌ترین CGR در تاریخ کاشت ۱۷ بهمن نیز در لاین ۱۷ (۱۴/۷ گرم بر مترمربع در روز)، مشاهده شد. هرچند اختلاف بین ارقام تا حدودی ناشی از تفاوت ژنتیکی بین آن‌هاست؛ اما تأثیر عوامل محیطی بر رشد و نمو آن‌ها، به ویژه در مراحل پایانی رشد را نباید نادیده گرفت. تنظیم تاریخ کاشت به‌منظور انطباق شرایط محیطی مناسب با طول دوره رشد و جلوگیری از خسارت‌های ناشی از عوامل محیطی، یکی از تمهیدات مدیریتی بسیار مهم برای کسب عملکرد بالا محسوب می‌شود. واکنش ارقام گندم به تاخیر کاشت یکسان نبوده و برخی ارقام گندم سازگاری بیشتری با شرایط محیطی ناشی از تاخیر کاشت داشته و میزان افت عملکرد آن‌ها کمتر از سایرین است. از آنجا که تفاوت اصلی محصول در تاریخ کاشت‌های مختلف به دلیل آن است که دست کم در طی مراحل اولیه، رشد و نموگیاه در شـرایط متفاوت نور و دما انجام شده است. سازگاری بیشتر برخی ارقام به تاخیر کشت به منزله آن است. این ارقام با بهره‌گیری از سازوکارهای متفاوت، قدرت انعطاف پذیری و خودکنترلی بیشتری در پاسخ به تغییر شرایط محیطی دارند.

منابع

Acevedo E., Paola S., Herman S. 2006. Growth and Wheat Physiology. Development Laboratory of Soil-Plant Water Relations, Faculty of Agronomy and Forestry Sciences, University of Chile.

Angus J.F., Mackenzie D., Morton R., Schafer C.A. 1981. Phasic development in field crops II. Thermal and photoperiodic responses of spring wheat. Field Crops Rresearch, 4: 269-283.

Anonymous. 2015. Agricultural Sstatistics (Year book). Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Finance, Information Technology and Communication Center, Crop Production, Growing Season, 2012-2013, 156 p. (In Persian).

Ashna M., Enough M., Sharifi H., Jafar Nazad A. 2015. Effect of planting date and nitrogen on developmental stages of wheat cultivars and its relationship with yield and yield components in Neyshabour area. Journal of Crops Production, 8

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

(4): 143-162. (In Persian).

Bijandi A., Qafi M., Sharifi, H. 2016. Managing the developmental stages of six cultivars of wheat by changing the planting date and nitrogen fertilizer levels in the Cold River region of Khorasan Razavi Creek. Journal of Cereals Research, 6 (4): 488-477. (In Persian).

Daugovish O., Lyon D.J., Baltensperger D.D., 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology, Pp: 120-126.

Dianat M., Rahimian Mashhadi H., Baghestani Meybodi M.A., Alizadeh H.M., and Zand E. 2006. Evaluation of important traits in competitive ability of wheat cultivars (*Triticum aestivum*) against rye (*Secale cereale*). Pajouhesh and Sazandegi, 71: 58-66. (In Persian).

Ebrahimzadeh Sh., Useful H., Fallahi H. 2015. Investigating the trend of changes in morphological traits and yield and grain yield components in different genotypes of bread wheat to sowing date and density. Research Findings on Improvement of Crop Production, 2 (2): 62-70. (In Persian).

Fathi G., Siadat S.A., Rossbe N., Abdali-Mashhadi A.R., Ebrahimpoor F. 2001. Effect of planting date and seed density on yield components and grain yield of wheat cv. Dena in Yassoj conditions. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 8 (3): 23-31. (In Persian).

Foti S., Cosentino S.L., Patane C., D'agosta G.M., 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L. cv. Moench) under low temperatures. Seed Science and Technology, 30 (3): 521-533.

Kalate Arabi M., Sheykh F., Soghi H., Hyve Chi J.A. 2011. Effects of sowing date on grain yield and its components of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Gorgan in Iran. Journal. Seed Plant, 27 (3): 285-296. (In Persian).

Khalili Aghdam N., Rahemi Karizaki A., Mir Mahmoudi. 2016. Simulation of wheat production under different planting patterns (adaptation strategy). Journal of Applied Research of Plant Ecophysics, 3 (2): 12-1. (In Persian).

Koocheki A.R., Khajeh Hosseini M. 2008. Modern Agronomy. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad Press, 704 p. (In Persian).

Lebaschy M.H., Sharifi Ashour Abadi E. 2004. Application of physiological growth indices for suitable harvesting of *Hypericum perforatum*. Pajouhesh and Sazandegi Journal, 65: 65-75. (In Persian).

Madah Yazdi V. 2008 Comparative physiology of growth, development and yield formation between wheat and chickpea. M.Sc. Thesis in Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 124 p. (In Persian).

Meenken E.D., Brown H.E., Triggs C.M., Brooking I.R., Forbes M., 2016. Phenological response of spring wheat to timing of photoperiod perception: The effect of sowing depth on final leaf number in spring wheat. European Journal

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]

of Agronomy, 81: 72-77.
Mohammadi Gonbad R., Esfahan, M., Roustati M., Sabouri H. 2015. Effect of planting time on grain filling in bread wheat genotypes under dryland conditions in Gonbad-e-Kavous area. Cereal Research, 6 (4): 321-307. (In Persian).
Morinaka Y., Sakamoto T., Inukai Y., Agetsuma, M., Kitano H., Ashikari M., Matsuoka M. 2006. Morphological alteration caused by brassinosteroid insensitivity increases the biomass and grain production of rice. Plant Physiology, 141 (3): 924-931.
Ouzuni Douji A.A., Esfahani M., Samizadeh Lahiji H.A., Rabiei M. 2008. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers rapeseed (*Brassica Bapus* L.) cultivars. Iranian Journal Crop Science, 9: 400-328. (In Persian).
Puckridge D.W., Donald C.M., 1967. Competition among wheat plants sown at a wide range of densities. Australian Journal of Agricultural Research, 18 (2): 193-211.
Rahemi A. 2011. Study of changes in physiological and morphological characteristics affecting wheat yield improvement. Thesis Ph.D. in Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 104 p. (In Persian).
Schwarte A.J., Gibson L.R., Karlen D.L., Liebman M., Jannink J.L., 2005. Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. Agronomy Journal, 97 (5): 1333-1341.
Sharifi H.R., Rahimian Mashhadi H. 2004. Determining vernalization requirement of dryland wheat cultivars of Sardar and Sabalan. Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources, 11 (1): 83-96.
Thomson B.D., Siddique K.H.M., Barr M.D., Wilson J.M. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments I. phenology and seed yield. Field Crops Research, 54 (2-3): 173-187.
Wang L., Chen F., Zhang F., Mi G. 2010. Two strategies for achieving higher yield under phosphorus deficiency in winter wheat grown in field conditions. Field Crops Research, 118 (1): 36-42.
Yano T., Aydin M., Haraguchi T., 2007. Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a Mediterranean environment of Turkey. Sensors, 7 (10): 2297-2315.
Ying J., Peng S., He Q., Yang H., Yang C., Visperas R.M., Cassman K.G. 1998. Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments: I. determinants of grain and dry matter yields. Field Crops Research, 57 (1): 71-84.
Zeinali E., Soltani A. 2001. Determination cardinal temperate in wheat. Research Report, GUASNR, GR, IR.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-24]