



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"

دوره سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۵

<http://arpe.gonbad.ac.ir>

شبیه‌سازی تولید گندم تحت الگوهای مختلف کاشت (راهکار سازگاری)

نبی خلیلی‌اقدم^۱، علی راحمی‌کاربزیکی^{۲*}، تورج میرمحمودی^۳

^۱استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

^۲استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

^۳استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵

چکیده

یکی از راه‌های تعیین بهترین الگوی کاشت گیاهان، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی توأم با به‌کارگیری آمار هواشناسی دراز مدت است. این تحقیق به منظور تعیین مطلوب‌ترین تراکم و تاریخ کاشت گندم دیم (رقم سرداری) تحت شرایط محیطی ارومیه صورت گرفت و برای این کار از مدل SSM-Wheat استفاده شد. سناریوهای انتخابی عبارت بودند از: ۱۱ تاریخ کاشت (۷ مرداد، ۲۲ مرداد، ۶ شهریور، ۲۱ شهریور، ۵ مهر، ۲۰ مهر، ۵ آبان، ۲۰ آبان، ۵ آذر، ۲۰ آذر و ۵ دی) و ۷ سطح تراکم بوته (۳۷۵، ۴۰۰، ۴۲۵، ۴۵۰، ۴۷۵، ۵۰۰ و ۵۲۵ بوته در مترمربع) که برای سه سال متوالی (۱۳۸۸-۱۳۹۰) در شرایط محیطی ارومیه انجام گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، تراکم تأثیری بر صفات فنولوژیکی نداشت؛ اما تاریخ کاشت سبب تغییرات عمده‌ای در طول دوره‌های فنولوژیکی شد؛ به عبارتی با تغییر تاریخ کشت از ۷ مرداد به ۵ دی تعداد روز تا رسیدگی به میزان ۱۴۱ روز کاهش یافت. با افزایش تراکم کاهش معنی‌دار حداکثر سطح برگ تولیدی و شاخص سطح برگ در شروع پر شدن دانه مشاهده شد؛ از طرفی تعداد گره در ساقه اصلی، مقدار ماده خشک در زمان پر شدن دانه و ضریب تخصیص نیز متأثر از تاریخ کشت بود. نتایج مطالعه هم‌چنین نشان داد که، بیشترین عملکرد دانه و مطلوب‌ترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۲۱ شهریور و تراکم ۴۲۵ بذر در مترمربع به‌دست آمد. لذا پیشنهاد می‌شود که، برای دستیابی به عملکردهای بالاتر در این منطقه در تحقیقات آینده کاشت در نیمه سوم شهریور و با تراکم ۴۲۵ بذر در مترمربع انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارومیه، تاریخ کاشت، تراکم، سطح برگ، صفات فنولوژیک، عملکرد

*نویسنده مسئول: alirahemi@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور بوده و بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کالری مورد نیاز جمعیت کشور را تأمین می‌کند. سطح زیرکشت گندم در دنیا معادل ۲۴۰ میلیون هکتار است که از سطح زیرکشت هر محصول دیگری بیشتر است (Curtis, 2002). مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر تاریخ کاشت شامل طول روز یا فتوپریود، حرارت و رطوبت می‌باشند. بنابراین، در بسیاری از مناطق کاشت فاصله قابل توجهی بین عملکرد برداشتی زارعین و پتانسیل عملکرد ژنتیکی ایجاد گردیده که شناخت عوامل محدودکننده عملکرد همراه با تجزیه و تحلیل آن‌ها می‌تواند در رفع خلأ عملکرد نقش به‌سزایی ایفا نماید. لذا، مدل‌های شبیه‌سازی ابزار مؤثری جهت طراحی تیپ‌های گیاهی از طریق ارزیابی صفاتی هستند که باعث افزایش پتانسیل عملکرد می‌شوند؛ و همچنین برای درک واکنش گیاهان زراعی به پویایی سیستم آب-خاک-گیاه-اقلیم استفاده می‌شوند (Soltani and Sinclair, 2012).

مدل‌ها نمادهایی از واقعیت هستند و مهم‌ترین ویژگی‌های دنیای واقعی را به‌صورتی ساده و کلی بیان می‌کنند؛ به‌ویژه اینکه مدل‌های شبیه‌سازی گیاهی به‌عنوان ابزاری چند منظوره در تحقیقات و مدیریت زراعی برای تعیین حد مطلوب صفات مهم و مؤثر در کوتاه مدت مطرح می‌باشند. مدل ریاضی در حقیقت، معادله یا مجموعه‌ای از معادلات است که رفتار هر سیستم را به‌طور کمی توصیف می‌کند (Rasam and Soltani, 2014). از طرفی طراحی تیپ‌هایی از گیاهان برای محیط‌های آب محدود، که بتوان فنولوژی گیاه را با منابع و محدودیت‌های محیط تطبیق داد، نقطه نظر مشترک بسیاری از محققین زراعی است (Kantolic *et al.*, 2007). همچنین با استفاده از این مدل‌ها، هزینه و زمان مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها کاهش می‌یابد و علاوه بر آن می‌توان با این مدل‌ها به‌جای چند سال آزمایش در مزرعه، با کمک آمار هواشناسی بلند مدت گیاه مورد نظر را چندین سال با استفاده از مدل کشت کرد و نتایج آن را مورد ارزیابی قرار داد (Soltani and Hogenbom, 2007).

والانس و همکاران (Vallance *et al.*, 2001) در بررسی اثرات مقادیر مختلف بذر و تاریخ کاشت در دو رقم گندم به این نتیجه رسیدند که، در کشت تأخیری به مدت یک ماه در هر رقم مورد بررسی به‌طور متوسط ۲۵ درصد کاهش عملکرد وجود داشت و همچنین افزایش میزان بذر تا حدی سبب افزایش عملکرد دانه گردید؛ ولی افزایش بیش از حد میزان بذر تأثیری بر عملکرد نداشت. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2005) با استفاده از مدل شبیه‌سازی نخود در شرایط دیم و آبی در گنبد نشان دادند که، دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک از شروع پرشدن دانه تا اولین رسیدگی و دیررسی از طریق افزایش توأم روز بیولوژیک از شروع پر شدن دانه تا اولین رسیدگی باعث افزایش ۷-۹ درصدی در عملکرد دانه رقم هاشم در شرایط دیم گردید. خلیلی‌اقدام و همکاران (Khaliliaqdam *et al.*)

al., 2016) نیز کاهش طول دوره رویشی و افزایش طول دوره زایشی را از راهبردهای مفید در نیل به عملکردهای بالاتر گندم دانسته‌اند، که این مورد می‌تواند با تغییر در تراکم و زمان کاشت گیاه نیز حاصل گردید.

این تحقیق به منظور تعیین بهترین الگوی کاشت برای افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم ارومیه صورت گرفت. به این دلیل که تعیین تراکم و زمان کاشت مناسب گیاه ضمن تطبیق فنولوژی گیاه با میزان آب قابل دسترس، از خصوصیات است که سبب افزایش مقاومت گیاه به خشکی و افزایش تولید می‌شود. بنابراین در این پژوهش کوشش شده است تا راهبردهای تغییر زمان کاشت و تراکم به منظور افزایش عملکرد و سایر شاخص‌های مرتبط با عملکرد گندم در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش (ارومیه) در شمال غرب ایران در محدوده ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع متوسط ۱۳۱/۹ متر قرار دارد. این ناحیه از نظر طبقه‌بندی اقلیمی طبق روش تحلیل چند متغیره در ناحیه اقلیمی زاگرس و زیر ناحیه نیمه مرطوب معتدل و بر طبق طبقه‌بندی دومارتن دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. مدل مورد استفاده SSM-Wheat (Soltani and Sinclair, 2012) که در آن از اطلاعات هواشناسی حداقل و حداکثر دما روزانه (طی سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰)، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعات آفتابی و بارندگی روزانه و سایر پارامترهای مربوط به گندم سرداری تجن استفاده شده بود. برخی پارامترهای دیگر ورودی مدل نیز در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

جدول ۱- شرایط استاندارد مورد استفاده برای شبیه‌سازی

مقدار آب خاک در شروع شبیه‌سازی در زمان کاشت	۱۵۶ (میلی‌متر)
رقم مورد استفاده	سرداری
کمبود فشار بخار اشباع	۰/۷۲ (پاسگال)
آلبدوی خاک	۰/۱۳

این مدل تحت سناریوهای مختلف ۱۱ تاریخ کاشت (۷ مرداد، ۲۲ مرداد، ۶ شهریور، ۲۱ شهریور، ۵ مهر، ۲۰ مهر، ۵ آبان، ۲۰ آبان، ۵ آذر، ۲۰ آذر و ۵ دی، معادل ۳۶۰-۲۱۰ روز ژولیوسی به فواصل ۱۵ روز)، ۷ سطح تراکم بوته (۳۷۵، ۴۰۰، ۴۲۵، ۴۵۰، ۴۷۵، ۵۰۰ و ۵۲۵ بوته در مترمربع) و نوع سیستم کاشت (دیم)، صفات فنولوژیکی، تعداد گره در ساقه اصلی، حداکثر سطح برگ، سطح برگ در زمان پر شدن دانه، مقدار ماده خشک در زمان پر شدن دانه، ضریب تخصیص، عملکرد و شاخص برداشت را

شبیه‌سازی می‌کند. مدل برای تعیین مقادیر صفات گیاهی ابتدا مراحل فنولوژیکی را به‌عنوان تابعی از دما، طول روز و تنش کمبود آب پیش‌بینی می‌کند. سپس گسترش و پیرشدن سطح برگ نیز که تابعی از دما، تراکم بوته و انتقال مجدد نیتروژن است، پیش‌بینی می‌شود. تولید ماده خشک نیز به‌عنوان تابعی از تشعشع دریافت شده و دما تخمین زده می‌شود که در آن ماده خشک تولیدی براساس مرحله نمو و روابط بین مقصد و مبدأ بین اندام‌های رویشی و دانه توزیع می‌شوند. هم‌چنین مدل موازنه آب خاک شامل رواناب، رشد ریشه و افزایش عمق مؤثر استخراج آب، تبخیر از سطح خاک، تعرق و زهکشی و نیز اثرات تنش کمبود آب بر گسترش سطح برگ، تولید ماده خشک و تجمع نیتروژن را به‌صورت روزانه انجام می‌دهد و از این رو به اطلاعات هواشناسی (حداقل و حداکثر دما، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعات آفتابی و بارندگی روزانه) نیاز دارد. در نهایت نتایج خروجی مدل به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (سال‌های آزمایش) تجزیه و تحلیل شدند (SAS, 2009) که در آن سال به‌عنوان فاکتور تصادفی و سناریوهای تاریخ کاشت و تراکم بوته به‌عنوان فاکتور ثابت در نظر گرفته شدند. اختلاف بین سطوح عوامل مورد بررسی و اثرات متقابل آن‌ها نیز با روش آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، اثر تاریخ کاشت بر صفات فنولوژیکی از جمله روز تا سبز شدن، روز تا پایان رشد برگ، روز تا شروع رشد دانه، روز تا پایان رشد دانه و روز تا رسیدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی اثرات اصلی تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر هیچ یک از مراحل نمو فنولوژیکی معنی‌دار نبود (جدول ۲). هم‌چنین نتایج نشان داد که، اثر تاریخ کاشت بر تعداد گره ساقه اصلی، حداکثر شاخص سطح برگ، سطح برگ در زمان پر شدن دانه، ضریب تخصیص، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی اثر تراکم تنها بر حداکثر شاخص سطح برگ و سطح برگ در زمان پر شدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار نگرفتند (جدول‌های ۲ و ۳).

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 تأخیر در سبز شدن و کوتاه شدن سایر مراحل فنولوژیکی شده است. به‌عنوان مثال تغییر در تاریخ کاشت سبب افزایش روز تا سبز شدن و کاهش روز تا پایان رشد برگ، روز تا شروع رشد دانه، روز تا پایان رشد دانه و روز تا رسیدگی به‌ترتیب ۵۶، ۱۳۴، ۱۳۷، ۱۴۰ و ۱۴۱ روز شده بود (جدول ۴).

جدول ۲- میانگین مربعات اثر تاریخ کاشت و تراکم بر روز تا رسیدگی، روز تا پایان رشد دانه، روز تا شروع رشد دانه، روز تا پایان رشد برگ، روز تا سبز شدن و تعداد گره ساقه اصلی گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	روز تا رسیدگی	روز تا پایان رشد دانه	روز تا شروع رشد دانه	روز تا پایان رشد برگ	روز تا سبز شدن	تعداد گره ساقه اصلی
تکرار	۲	۴۴۱۸/۱۷ ^{ns}	۴۴۳۳/۸۸ ^{ns}	۴۰۱۴/۱۱ ^{ns}	۳۹۳۳/۳۳ ^{ns}	۱۱۳۳/۷۷ ^{ns}	۶۵۵/۱۲ ^{ns}
تاریخ کاشت	۱۰	۴۵۸۱۷/۸۰ ^{**}	۴۵۶۳۲/۹ ^{**}	۴۳۸۴۱/۲۱ ^{**}	۴۱۴۳/۳۴ ^{**}	۱۳۴۵۵/۸۰ ^{**}	۷۳۷/۱۶ ^{**}
تراکم	۶	۱/۱۵۰ ^{ns}	-/۰۰۴۰ ^{ns}	۲/۰۰۶ ^{ns}	-/۰۰۲۸ ^{ns}	۱/۰۰۱ ^{ns}	۱/۱۷ ^{ns}
تراکم × تاریخ کاشت	۶۰	-/۰۰۵ ^{ns}	-/۰۰۱۸۲ ^{ns}	۱/۷ ^{ns}	-/۰۰۳ ^{ns}	۱/۰۰۱ ^{ns}	-/۰۰۱۷ ^{ns}
خطا	۱۵۲	۴۸/۱۵	۵۵۰/۰۱	۱۳۴/۶۹	۲۷۱/۳۳	۸۰۰/۰۶	۲/۸۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۷۲	۳/۰۱	۵/۰۶	۸/۴	۱۱/۲	۱۴/۲

^{ns} و ^{**} به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- میانگین مربعات اثر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه، ضریب تخصیص، مقدار ماده خشک در زمان پر شدن دانه، سطح برگ در زمان پر شدن دانه، حداکثر شاخص سطح برگ و شاخص برداشت گندم

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	ضریب تخصیص	ماده خشک در زمان پر شدن دانه	سطح برگ در زمان پر شدن دانه	حداکثر شاخص سطح برگ	شاخص برداشت
تکرار	۲	۴۴۶۵۵/۰۵ ^{ns}	۰/۴۳۱ ^{ns}	۱۰۷۰۲۱۱/۱۱ ^{ns}	۱۱۵۷/۱۱ ^{ns}	۱۳۲۲/۶۶ ^{ns}	-/۰۰۱ ^{ns}
تاریخ کاشت	۱۰	۵۱۷۵۶۱/۸۶ ^{**}	۱/۴ ^{**}	۱۳۸۱۳۰۶۲/۰۹ ^{**}	۱۴۴۴/۱۵ ^{**}	۱۴۴۳/۷۰ ^{**}	۰/۱۸۰ ^{**}
تراکم	۶	۳۱/۳۶ ^{ns}	۱/۰۰۹ ^{ns}	۳۸۳۲ ^{ns}	۲۱/۱۳ ^{**}	۲۱/۳۸ ^{**}	-/۰۰۰۰۰۸ ^{ns}
تراکم × تاریخ کاشت	۶۰	۰/۸۲۴ ^{ns}	-/۰۰۰۳ ^{ns}	-/۰۱۷ ^{ns}	۳/۰۰۸ ^{ns}	۳/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۵ ^{ns}
خطا	۱۵۲	۳۵۱۳/۰۹	-/۰۰۰۶	۶۵۶۸/۷۵	۲۰۶۶	۲۰۶۵	-/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۳/۶	۱۲/۵	۱۵/۵	۱۶/۹	۱۶/۹	۱۵/۰

^{ns} و ^{**} به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر سطح برگ در زمان پر شدن دانه، حداکثر شاخص سطح برگ، تعداد گره ساقه اصلی، روز تا رسیدگی، روز تا پایان رشد دانه، روز تا شروع رشد دانه، روز تا پایان رشد برگ و روز تا سبز شدن

روز تا سبز شدن	روز تا پایان رشد برگ	روز تا شروع رشد دانه	روز تا پایان رشد دانه	روز تا رسیدگی	تعداد گره در ساقه اصلی	حداکثر شاخص سطح برگ	سطح برگ در زمان پر شدن دانه	تاریخ کاشت
۶/۳۳ ^c	۲۶۴ ^a	۲۹۱/۶۶ ^a	۳۱۸/۳۳ ^a	۳۲۷ ^a	۲۳/۶۲ ^a	۲۶/۱۷ ^a	۲۶/۱۶ ^a	۲۱۰
۴/۶۶ ^c	۲۴۹/۶۶ ^b	۲۷۷ ^b	۳۰۳/۶۶ ^b	۳۱۳ ^b	۲۰/۲۲ ^b	۲۱/۲۸ ^b	۲۱/۳۷ ^b	۲۲۵
۵ ^c	۲۳۴/۳۳ ^c	۲۶۲ ^c	۲۸۸/۶۶ ^c	۲۹۷/۳۳ ^c	۱۶/۶۸ ^c	۱۶/۵۴ ^c	۱۶/۵۳ ^c	۲۴۰
۵/۳۳ ^c	۲۲۰ ^d	۲۴۷ ^d	۲۷۳/۶۶ ^d	۲۸۲/۳۳ ^d	۱۳/۸۲ ^d	۱۱/۹۷ ^d	۱۱/۹۴ ^d	۲۵۵
۷/۳۳ ^c	۲۰۵ ^e	۲۳۲/۳۳ ^c	۲۸۵/۸۵ ^e	۲۶۷/۳۳ ^c	۱۱/۳۳ ^e	۸/۰۳ ^e	۸ ^e	۲۷۰
۶/۶۶ ^c	۱۹۰/۳۳ ^f	۲۱۷/۶۶ ^f	۲۴۳/۷۶ ^f	۲۵۲/۳۳ ^f	۹/۴۴ ^f	۵/۶ ^f	۵/۵۸ ^f	۲۸۵
۲۶/۳۳ ^b	۱۷۶/۶۶ ^g	۲۰۳/۶۶ ^g	۲۲۹/۷۱ ^g	۲۳۸/۳۳ ^g	۷/۷۷ ^g	۳/۸۳ ^g	۳/۸۲ ^g	۳۰۰
۴۹ ^a	۱۶۵/۶ ^h	۱۹۲ ^h	۲۱۷/۶ ^h	۲۲۶ ^h	۷/۲۱ ^g	۳/۲۸ ^g	۳/۲۶ ^g	۳۱۵
۵۷/۳۳ ^a	۱۵۴/۶۶ ^h	۱۷۹/۶ ^h	۲۰۴/۲۳ ⁱ	۲۱۲/۶ ^h	۶/۹۰ ^g	۳/۰۵ ^g	۳/۰۴ ^g	۳۳۰
۶۳ ^a	۱۴۲/۶ ^h	۱۶۷ ^h	۱۹۱/۳۳ ⁱ	۱۹۹/۶ ^h	۶/۹۲ ^g	۳/۰۷ ^g	۳/۰۵ ^g	۳۴۵
۵۷/۳۳ ^a	۱۳۰/۶۶ ^h	۱۵۴ ^h	۱۷۸ ^k	۱۸۶/۳۳ ^k	۶/۹۱ ^g	۳/۰۴ ^g	۳/۰۲ ^g	۳۶۰
۱۷/۲۵	۱۰/۰۴	۶/۸۰	۴/۵۲	۴/۲۳	۱/۰۳	-۰/۹۹	-۰/۹۹	LSD (0.05)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

با تأخیر در تاریخ کاشت تعداد روز برای شروع رشد دانه کاهش یافت و اختلاف بین تاریخ کاشت ۷ مرداد با ۵ دی ماه به حدود ۱۳۷ روز بالغ گردید؛ که این می‌تواند به واسطه تنش وارده بر گیاه در اثر دمای بالای فصل بهار باشد که گیاه را به تولید سریع دانه تحریک می‌نماید (Geleta et al., 2002). با تأخیر در تاریخ کاشت تعداد گره در بوته کاهش یافت؛ به طوری که بیشترین تعداد گره (۲۳/۶۲) در تاریخ کاشت ۷ مرداد به دست آمد؛ و از تاریخ کاشت ۵ آبان تا ۵ دی تغییر چندانی نداشت (جدول ۴). با تأخیر در تاریخ کاشت به دلیل سرمای محیط و عدم رشد کافی بوته‌ها، بوته‌های ضعیف‌تری تولید گردید؛ و لذا تعداد گره‌های کمتری مشاهده شد.

بیشترین مقدار ماده خشک در زمان پر شدن دانه و ضریب تخصیص همین ماده خشک به دانه در طی دوره پر شدن دانه‌ها در تاریخ‌های کاشت اولیه اتفاق افتاد؛ به گونه‌ای که بیشترین مقدار صفات مذکور در تاریخ کاشت ۷ مرداد حاصل شد؛ در حالی که در مورد عملکرد دانه و شاخص برداشت وضعیت به این گونه نبود. بالاترین عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اواخر مرداد و در شهریور ماه به دست آمد. ضمن اینکه از تاریخ کاشت ۲۱ شهریور به بعد با توجه به در نظر گرفتن کلیه تراکم‌ها، کاهش عملکرد دانه مشاهده گردید؛ به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۲۱ شهریور و ۵ دی ماه به دست آمد. عوامل متعددی سبب کاهش عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت تأخیری می‌گردد که از آن جمله می‌توان به دوره رسیدگی کوتاه در کاشت تأخیری، تعداد سنبله کمتر تولید شده، سرمازدگی بوته‌های سبز شده در مزرعه به دلیل رشد کمتر آن‌ها و حساسیت شدید به سرمای زمستانی، عدم پنجه‌دهی مناسب در طی فصل پاییز و هم‌چنین وزن کمتر دانه‌های تولیدی اشاره کرد (Soltani and Galeshi, 2002).

نتایج هم‌چنین نشان داد که، علی‌رغم بالا بودن ضریب تخصیص و ماده خشک در زمان پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت اولیه، اما بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت ۲۱ شهریور حاصل شد و از تاریخ کاشت ۵ آبان به بعد تغییری در شاخص برداشت و عملکرد ایجاد نشد. با وجود بالا بودن ضریب تخصیص و ماده خشک در زمان پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت اولیه، وجود دمای بالا همراه با افزایش تنفس گیاهی و تخلیه آب خاک سبب تنش در گیاه شده و از این طریق کاهش عملکرد را به دنبال داشت.

نتایج هم‌چنین نشان داد که، شاخص سطح برگ با تأخیر در تاریخ کاشت و افزایش تراکم بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول‌های ۴ و ۵)؛ زیرا در تراکم‌های کمتر فضای بیشتری برای گسترش برگ‌ها وجود دارد و هم‌چنین گیاه بیشتر از مواد غذایی استفاده می‌کند. با تغییر در تاریخ کاشت و افزایش تراکم بوته تغییرات عمده‌ای در سطح برگ در زمان پر شدن دانه ایجاد شد. تغییر در تاریخ کاشت سبب کاهش ۸۹ درصدی سطح کل برگ در گیاه شده است (جدول ۴). با افزایش تراکم

تعداد پنجه‌های تولیدی توسط گیاه کاهش پیدا کرده و به دنبال آن سطح برگ کل در گیاه به دلیل کاهش حجم بوته کاهش یافت. با وجود اینکه تراکم تأثیر معنی‌داری بر صفت عملکرد دانه نداشت؛ ولی با در نظر گرفتن کلیه تاریخ‌های کاشت در تراکم ۴۲۵ بذر بیشترین عملکرد حاصل گردید (جدول ۳). از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد در تراکم می‌توان به تعداد سنبله بیشتر در واحد سطح و وزن هزار دانه بیشتر اشاره کرد (Loveras *et al.*, 2004).

مطلوب‌ترین تراکم بوته جهت دستیابی به بالاترین شاخص سطح برگ، تراکم ۳۷۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۵). از آنجائی که سطح سبز گیاهی و ماندگاری آن از عوامل مؤثر در پر شدن دانه و دستیابی به عملکردهای بالاتر است؛ لذا تعیین بهترین تراکم گیاهی از اهمیت خاصی برخوردار است. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2004) نیز در مطالعه خود روی گندم بیان داشتند که، تغییرات کوچک در شاخص برداشت اثر مهمی بر روی پیش‌بینی عملکرد دانه دارد و از آنجائی که حداکثر شاخص برداشت در دو سوم زمان بین گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی رخ می‌دهد از این رو برآورد دقیق مقدار سرعت افزایش شاخص برداشت و زمان رسیدن به حداکثر شاخص برداشت مشکل است. مقدار ثابت افزایش خطی شاخص برداشت این قابلیت را ایجاد می‌کند که با داشتن بیوماس گیاه در هر یک از مراحل رشد دانه، عملکرد دانه را برآورد نمود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر سطح برگ در زمان پر شدن دانه و حداکثر شاخص سطح برگ

تراکم بوته	سطح برگ در زمان پر شدن دانه	حداکثر شاخص سطح برگ
۳۷۵	۱۰/۶۹ ^a	۱۰/۷ ^a
۴۰۰	۱۰/۳۶ ^{ab}	۱۰/۳۸ ^{ab}
۴۲۵	۱۰/۰۱ ^{abc}	۱۰/۰۳ ^{abc}
۴۵۰	۹/۶۴ ^{bcd}	۹/۶۵ ^{bcd}
۴۷۵	۹/۲۶ ^{cde}	۹/۲۷ ^{cde}
۵۰۰	۸/۸۷ ^{de}	۸/۸۹ ^{de}
۵۲۵	۸/۴۸ ^e	۸/۵۰ ^e
LSD (0.05)	۰/۷۹۴	۰/۷۹۲

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌طور کلی نشان داد که، از بین الگوهای کاشت انتخابی بهترین الگو عبارت بود از تاریخ کاشت ۲۱ شهریور و تراکم ۴۲۵ بذر در مترمربع، زیرا در این تاریخ کاشت و تراکم بوته مطلوب‌ترین شاخص برداشت و عملکرد دانه حاصل شد. لذا پیشنهاد می‌شود که، جهت دستیابی به بهترین عملکرد

برای شرایط محیطی ارومیه حتی المقدور از الگوی انتخابی فوق برای نیل به بهترین عملکرد استفاده شود.

منابع

- Curtis B.C. 2002. Wheat in the World. In: Curtis B.C., Rajaram S., Gomez Macpherson H. (Eds.). Bread Wheat: Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy, Pp: 1-17.
- Geleta B., Atak M., Baenziger P.S., Nelson L.A., Baltenesperger D.D., Eskridge K.M., Shipman M.J., Shelton D.R. 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Science*, 42: 827-832.
- Kantolic G.A., Mercau J.L., Slater G.A., Sadras V.O. 2007. Simulated yield advantages of extending post-flowering development at the expense of a shorter pre-flowering development in soybean. *Field Crops Research*, 101: 321-330.
- Khaliliaqdam N., Mir Mahmoodi T., Mirabe Yeganeh S. 2016. Simulation climate change effect on wheat production in rain-fed condition of Urmia. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 26 (3): 201-214. (In Persian).
- Loveras J., Manent J., Viudas J., López A., Santiveri P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal*, 96: 1258-1265.
- Rasam Q., Soltani A. 2014. Construction and evaluation of simple model for simulation of growth and yield of soybean. *Journal of Researches of Plant Production*, 21: 87-103. (In Persian).
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT User's Guide, Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC.
- Soltani A., Galeshi S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperature sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research*, 77: 17.
- Soltani A., Hoogenboom G. 2007. Assessing crop management options with crop simulation models based on generated weather data. *Field Crop Research*, 103: 198-207.
- Soltani A., Meinke H., de-Voil P. 2004. Assessing linear interpolation to generate daily radiation and temperature data for use in crop simulations. *European Journal of Agronomy*, 21: 133-148.
- Soltani A., Sinclair T.R. 2012. Identifying plant traits to increase chickpea yield in water-limited environments. *Field Crops Research*, 133: 186-196.
- Vallance N., Mock I., Matassa V., Humphris J. 2000. Seeding rate and date of sowing effects on two wheat varieties in the Victorian Mallee. *Proceedings of the Australian Agronomy Conference, Australian Society of Agronomy*.

