



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<sup>۱</sup>، علی راحمی کاریزکی<sup>۲\*</sup>، تورج میرمحمدی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور

آستادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

آستادیار 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 به کارگیری 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، ۵ مهر، ۲۰ مهر، ۵ آبان، ۲۰ آذر و ۵ دی) و ۷ سطح تراکم بوته (۳۷۵، ۴۰۰، ۴۲۵، ۴۵۰، ۴۷۵ و ۵۰۰) در مترمربع (۱۳۸۰-۱۳۹۰) که برای سه سال متوالی (۱۳۸۸-۱۳۹۰) در شرایط محیطی ارومیه انجام گرفت. نتایج تجزیه 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 معنی دار حداقل 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 به دست 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 خلاً 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 به عنوان 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 به جای 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 Hogenboum, 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 گندم نشان دادند که، دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک از شروع پرشدن دانه تا اولین رسیدگی و دیررسی از طریق افزایش تتوأم روز بیولوژیک از شروع پرشدن دانه تا اولین رسیدگی باعث افزایش ۷-۹ درصدی در عملکرد دانه رقم هاشم در شرایط دیم گردید. خلیلی‌آقدم 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 گردد.

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 خصوصیاتی 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 نیمه‌مرطوب معتدل و بر طبق طبقه‌بندی دومارتون دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. مدل مورد استفاده دما روزانه (طی سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰)، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعت‌آفتابی و حداقل روزانه و سایر پارامترهای مربوط به گندم سرداری تجن استفاده شده بود. برخی پارامترهای 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

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

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 ۲۱۰-۳۶۰ روز ژولیوسی به‌فاصل 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، حداقل 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 فنولوژیک را به عنوان تابعی از دما، طول روز و تنفس 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 به عنوان 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 تنفس کمبود آب بر گسترش سطح برگ، تولید ماده خشک و تجمع نیتروژن را به صورت روزانه انجام می‌دهد و از این رو به اطلاعات هواشناسی (حداقل و حداقل دما، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعت آفتابی و بارندگی روزانه) نیاز دارد. در نهایت نتایج خروجی مدل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی با سه تکرار (سال‌های آزمایش) تجزیه و تحلیل شدند (SAS, 2009) که در آن سال به عنوان فاکتور تصادفی و سناریوهای تاریخ کاشت و تراکم بوته به عنوان 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، حداقل 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 حداقل 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 ظهرور هر مرحله خاص گردیده؛ به عبارتی تغییر در تاریخ کاشت به علت برخورد با دمای‌های سرد و نامطلوب سبب تأخیر در سبز شدن و کوتاه شدن سایر مراحل فنولوژیکی شده است. به عنوان 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 به ترتیب ۵۶، ۱۳۷، ۱۳۴، ۱۴۰ و ۱۴۱ روز شده بود (جدول ۴).



شبیه‌سازی تولید گندم تحت الگوهای مختلف کاشت...

ردیف	نام گونه	تاریخ کاشت	زمان برش دانه	سطح برگ در حد اکثر شاخص	تعداد گره در ساقه اصلی	روز تا رسیدگی	روز تا شروع رشد	روز تا پایان رشد	روز تا پایان رشد برگ	روز تا سبز شدن
۱	۶۷/۳۲ <sup>c</sup>	۲۶۴ <sup>a</sup>	۲۹۱/۶۵ <sup>a</sup>	۲۱۱/۸۳۲ <sup>a</sup>	۲۱۲ <sup>a</sup>	۲۱۳/۵۲ <sup>a</sup>	۲۶۱/۱۷ <sup>a</sup>	۲۱۳/۵۲ <sup>a</sup>	۲۱۳/۱۷ <sup>a</sup>	۲۱۰
۲	۴/۶۳ <sup>c</sup>	۲۴۹/۵۶ <sup>b</sup>	۲۷۷ <sup>b</sup>	۲۰/۳/۵۶ <sup>b</sup>	۳۱ <sup>b</sup>	۲۰/۲۲ <sup>b</sup>	۲۱۳۸ <sup>b</sup>	۲۰/۲۲ <sup>b</sup>	۲۱۳۷ <sup>b</sup>	۲۲۵
۳	۵ <sup>c</sup>	۲۳۴/۳۱ <sup>c</sup>	۲۹۲ <sup>c</sup>	۲۸۸/۱۹۶ <sup>c</sup>	۲۹۷/۲۳۲ <sup>c</sup>	۱۶۶۸ <sup>c</sup>	۱۹۵۴ <sup>c</sup>	۱۶۶۸ <sup>c</sup>	۱۹۵۳ <sup>c</sup>	۲۴۰
۴	۵/۳۲ <sup>c</sup>	۲۲۰ <sup>d</sup>	۲۴۷ <sup>d</sup>	۲۱۲/۵۶ <sup>d</sup>	۲۸۷/۲۲۲ <sup>d</sup>	۱۳/۸۲ <sup>d</sup>	۱۱/۹۷ <sup>d</sup>	۱۳/۸۲ <sup>d</sup>	۱۱/۹۴ <sup>d</sup>	۲۵۵
۵	۷/۳۲ <sup>c</sup>	۲۰۵ <sup>e</sup>	۲۳۲/۱۳۲ <sup>c</sup>	۲۸۵/۸۱۵ <sup>c</sup>	۲۹۷/۲۳۲ <sup>c</sup>	۱۱۳۲ <sup>c</sup>	۱۰۰ <sup>c</sup>	۱۱۳۲ <sup>c</sup>	۱۰۰ <sup>c</sup>	۲۷۰
۶	۶/۶۳ <sup>c</sup>	۱۹۰/۳۱ <sup>f</sup>	۲۷۷/۶۴ <sup>f</sup>	۲۴۳/۷۴ <sup>f</sup>	۲۵۲/۲۳۲ <sup>f</sup>	۹/۴۴ <sup>f</sup>	۵۱۵ <sup>f</sup>	۹/۴۴ <sup>f</sup>	۵۱۵ <sup>f</sup>	۲۸۵
۷	۲۶۳۲۳ <sup>b</sup>	۱۷۶/۶۴ <sup>g</sup>	۲۲۹/۷۱ <sup>g</sup>	۲۳۸/۳۲ <sup>g</sup>	۲۳۸/۷۷ <sup>g</sup>	۲۱۸۲ <sup>g</sup>	۲۱۸۲ <sup>g</sup>	۲۱۸۲ <sup>g</sup>	۲۱۸۲ <sup>g</sup>	۳۰۰
۸	۴۹ <sup>a</sup>	۱۶۵/۴۵ <sup>h</sup>	۲۱۷/۴۵ <sup>h</sup>	۲۲۴ <sup>h</sup>	۲۱۳ <sup>h</sup>	۲۱۳ <sup>h</sup>	۲۱۳ <sup>h</sup>	۲۱۳ <sup>h</sup>	۲۱۳ <sup>h</sup>	۳۱۵
۹	۵۲۱۳۲ <sup>a</sup>	۱۷۹/۴۵ <sup>i</sup>	۲۰/۲/۲۳ <sup>i</sup>	۲۱۲/۲۳ <sup>i</sup>	۶/۹ <sup>i</sup>	۲۰/۰ <sup>i</sup>	۲۰/۰ <sup>i</sup>	۲۰/۰ <sup>i</sup>	۲۰/۰ <sup>i</sup>	۳۳۰
۱۰	۶۳ <sup>a</sup>	۱۶۷ <sup>j</sup>	۱۹۱/۳۱ <sup>j</sup>	۱۹۹ <sup>j</sup>	۶/۹۲ <sup>j</sup>	۲۰/۰ <sup>j</sup>	۲۰/۰ <sup>j</sup>	۲۰/۰ <sup>j</sup>	۲۰/۰ <sup>j</sup>	۳۴۵
۱۱	۵/۷/۳۲ <sup>a</sup>	۱۳۰/۶۴ <sup>k</sup>	۱۷۸ <sup>k</sup>	۱۶۷/۳۲ <sup>k</sup>	۶/۹۱ <sup>k</sup>	۲۰/۴ <sup>k</sup>	۲۰/۴ <sup>k</sup>	۲۰/۴ <sup>k</sup>	۲۰/۴ <sup>k</sup>	۳۶۰
۱۲	۱۷/۲۵	۱۰۰ <sup>l</sup>	۹۸ <sup>l</sup>	۹/۵۲	۴/۷۲	۱/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	LSD (0.05)

میانگین های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشت (از مون).

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 به‌واسطه تنفس واردہ 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؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد گره (۲۳/۶۲) در تاریخ کاشت ۷ مرداد به‌دست آمد؛ و از تاریخ کاشت ۵ آبان تا ۵ دی تغییر چندانی نداشت (جدول ۴). با تأخیر در تاریخ کاشت به‌دلیل 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 حالی‌که در مورد عملکرد دانه و شاخص برداشت وضعیت به این گونه نبود. بالاترین عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اواخر مرداد و در شهریور ماه به‌دست آمد. ضمن اینکه از تاریخ کاشت ۲۱ شهریور به بعد با توجه به در نظر گرفتن کلیه تراکم‌ها، کاهش عملکرد دانه مشاهده گردید؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۲۱ شهریور و ۵ دی‌ماه بدست 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، سرمزدگی بوته‌های سبز شده در مزرعه به‌دلیل 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 تنفس در گیاه شده و از این طریق کاهش عملکرد را به‌دنیال 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 آنجایی که سطح سبز گیاهی و ماندگاری آن از عوامل مؤثر در پرشدن 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 آنجایی 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 <sup>a</sup>	۱۰/۷ <sup>a</sup>
۴۰۰	۱۰/۳۶ <sup>ab</sup>	۱۰/۳۸ <sup>ab</sup>
۴۲۵	۱۰/۰۱ <sup>abc</sup>	۱۰/۰۳ <sup>abc</sup>
۴۵۰	۹/۶۴ <sup>bcd</sup>	۹/۶۵ <sup>bcd</sup>
۴۷۵	۹/۲۶ <sup>cde</sup>	۹/۲۷ <sup>cde</sup>
۵۰۰	۸/۸۷ <sup>de</sup>	۸/۸۹ <sup>de</sup>
۵۲۵	۸/۴۸ <sup>e</sup>	۸/۵۰ <sup>e</sup>
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.

