



## شبیه‌سازی برخی صفات مطلوب مرتبط با عملکرد گندم در شرایط ارومیه

نبی خلیلی‌اقدام<sup>۱\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۴

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۵

### چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد گندم رقم سرداری و چهارده رقم تغییر یافته ژنتیکی در شرایط دیم ارومیه، یک آزمایش شبیه سازی رایانه‌ای جهت انتخاب صفات مطلوب گیاهی براساس متغیرهای حداکثر شاخص سطح برگ، بیوماس در زمان پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت با استفاده از مدل SSM-Wheat در طی سه سال (۱۳۹۱-۱۳۹۳) انجام شد. برهمن اساس نتایج خروجی مدل نشان داد که مهم‌ترین عامل مؤثر در افزایش عملکرد دانه، سناریوی کاهش ۲۰ درصدی زمان تا شروع پر شدن دانه (رشد رویشی) + افزایش ۲۰ درصدی زمان تا پایان رشد دانه (عدم برخورد دوره پر شدن دانه با خشکی انتهای فصل) و سناریوی افزایش ۳۰ درصدی کارآیی مصرف نور است. حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط افزایش ۲۰ درصدی دوره رشد برگ، بالاترین بیوماس در زمان پر شدن دانه و عملکرد بیولوژیک در حالت افزایش ۳۰ درصدی کارآیی مصرف نور، بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترتیب در سناریوی افزایش کارآیی مصرف نور و افزایش دوره پر شدن دانه + کاهش ۲۰ درصدی دوره رویشی شبیه‌سازی شد. در تجزیه خوشه‌ای ارقام فرضی و استاندارد با استفاده از سه روش میانگین لینکاژ، سینگل لینکاژ و مرکزی نیز سه گروه از ارقام شناسایی شدند که براساس آن در گروه اول ارقام C8 و C12 در گروه دوم رقم C11 و سایر ارقام در گروه سوم (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C13, C14) و رقم استاندارد سرداری) جای گرفتند. آنالیز تشخیصی تابع نیز نشان داد که از مهم‌ترین صفات مؤثر در خوشه‌بندی، حداکثر شاخص سطح برگ و بیوماس در طی شروع پر شدن دانه هستند. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که در زراعت گندم باید ضمن توجه به تغییرات اقلیمی، به راه‌های افزایش دوره پر شدن دانه و تسریع ورود به این دوره و بهبود کارآیی مصرف نور گیاه، بانضمام کسب یک شاخص سطح برگ مطلوب در طی دوره رویشی توجه داشت زیرا که آنها می‌توانند از مهم‌ترین عوامل افزایش عملکرد دانه گندم به شمار آیند.

**واژگان کلیدی:** ارومیه، به نژادی، رقم فرضی، مدل SSM-Wheat.

## مقدمه

برای ارزیابی راه‌های افزایش عملکرد گیاهان زراعی شناخت پیشینه عملکرد بالقوه و عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان اعم از عوامل اقلیمی و ژنتیکی اهمیت فراوانی دارد. با در نظر گرفتن سه مرحله اصلاح گیاهان (شناسایی صفت، ارزیابی تنوع ژنتیکی و انتقال ژن) برای صفات فیزیولوژیک، درک کافی از خصوصیات گیاهی و نحوه عمل آنها از شروط اساسی است. از آنجایی که آزمایش‌های مزرعه‌ای یکی از راه‌های رسیدن به شناخت این خصوصیات و مکانیسم آنها است و اینکه انجام این آزمایش‌ها عموماً بسیار پرهزینه و زمان‌بر هستند، بنابراین استفاده از مدل‌های آزمون شده، راه جایگزین خوبی برای ارزیابی راهبردهای مختلف مدیریت زراعی و به‌نژادی هستند (Soltani et al., 2000; Akram Qaderi and Soltani, 2007). 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, 2009). این کار از طریق ایجاد ارقام فرضی و مطالعه اثر متقابل آنها با یکدیگر و با محیط صورت می‌گیرد (Sinclair, 2000; Sinclair and Muchaw, 2001; Hammer et al., 2002; Boote et al., 2003; Hoogenboom et al., 2004; Ritchz et al., 2010; Soltani and Sinclair, 2012; Ghaderi-Far et al., 2012). علاوه بر این، استفاده از مدل‌ها باعث درک راحت‌تری از اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط می‌شود (Soltani et al., 2005).

دسترسی به آب یک محدودیت جدی برای مناطق خشک و نیمه خشک است. طراحی

تیپ‌هایی از گیاهان برای محیط‌های دارای محدودیت آب، که بتوان فنولوژی گیاه را با منابع و محدودیت‌های محیط تطبیق داد، نقطه نظر مشترک بسیاری از محققین زراعی است (Kantolic et al., 2007). از مدل‌های ساده که استفاده و تفسیر نتایج آنها آسان است، به‌صورت موفقیت آمیزی برای بررسی پتانسیل عملکرد و محدودیت‌های محیطی، ژنتیکی و مدیریتی مربوط به آن استفاده شده‌است (Faraji and Soltani, 2007). در تحقیقی روی نخود، دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک از شروع پرشدن دانه تا رسیدگی اولیه، باعث افزایش ۹-۷ درصدی عملکرد دانه رقم هاشم در شرایط دیم شد (Soltani et al., 2005). همچنین، نتایج شبیه‌سازی روی نخود با استفاده از مدل SSM-Chickpea نشان داد که افزایش درجه حرارت سبب کاهش طول دوره رشد گیاه گردید (Hajjar pour et al., 2013).

مطالعات شبیه‌سازی می‌تواند به گسترش استراتژی‌های سازگاری مورد نیاز گیاه کمک کند که در نتیجه این استراتژی‌ها می‌توانند عملکرد بیشتر و با ثباتی را تولید کنند (Soltani and Gholi pour, 2006). از راه‌های بهبود ژنتیکی عملکرد گیاهان زراعی که در شرایط دیم ایران دارای سطح زیرکشت وسیعی هستند، تطبیق فنولوژی گیاه با میزان آب قابل دسترس، افزایش راندمان استفاده از تشعشع خورشیدی، افزایش کاهش رشد اولیه گیاه و استفاده از خصوصیات است که سبب افزایش مقاومت گیاه به خشکی می‌شود (Soltani et al., 2000). بنابراین، در این پژوهش کوشش شده‌است تا راهبردهای به‌نژادی مختلف به‌منظور تعیین صفات مؤثر در افزایش عملکرد و کارایی گندم با استفاده از مدل SSM-

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 اندام‌های رویشی و دانه (منبع و مخزن) توزیع می‌شوند. مدل، همچنین 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 روزانه (حداقل و حداکثر دما، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعات آفتابی و بارندگی) نیاز دارد. مدل مورد استفاده از جمله مدل‌هایی مبتنی بر دما- فتوپریود است که در آن زمان حرارتی مؤثرترین عامل محسوب می‌شود. به‌همین منظور از آمار هواشناسی ارومیه در ترکیب با پارامترهای استخراج شده برای گندم رقم سرداری برای پیش‌بینی عملکرد و سایر صفات گیاهی استفاده شد. ضمن اینکه مقادیر اولیه کلیه پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق برپایه اطلاعاتی بوده که در شرایط مطلوب رشد یعنی عدم کمبود عناصر غذایی، آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز اما در شرایط دیم بوده است. داده‌های آب و هوایی سال‌های ۱۳۹۳-۹۱ (۲۰۱۱-۲۰۱۳) ارومیه، تراکم گیاهی ۴۲۵ بوته در مترمربع (جدول ۱)، تاریخ کشت مطلوب منطقه (۲۶۰ روز ژولیوسی معادل ۲۷ شهریور)، عرض جغرافیایی، میل خورشیدی، شاخص رطوبت خاک در زمان کاشت (ظرفیت زراعی)، کمبود فشار بخار اشباع (محاسبه از روی داده‌های هواشناسی)، آستانه آبیاری، روز تا سبز شدن، شروع رشد دانه و رسیدگی برداشت، حداکثر شاخص سطح برگ

Wheat (Soltani, 2009) در شرایط دیم ارومیه مورد ارزیابی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش (ارومیه) در شمال‌غرب ایران در محدوده ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع متوسط ۱۳۳۲ متر قرار دارد. این ناحیه از نظر طبقه‌بندی اقلیمی طبق روش تحلیل چند متغیره در ناحیه اقلیمی زاگرس و زیرناحیه نیمه مرطوب معتدل و بر طبق طبقه‌بندی دومارتن دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. متوسط بارش ارومیه، ۴۴۳ میلی‌متر است و دوره بارش آن از اواخر مهر تا اواخر خرداد می‌باشد و ماه‌های اسفند و فروردین، دارای بیشترین میزان بارندگی هستند. برای شبیه‌سازی از رقم سرداری به‌عنوان رقم استاندارد و ۱۴ رقم فرضی تحت عنوان سناریوهای انتخابی تحت مدل SSM- Wheat (Soltani and Sinclair, 2012) استفاده شد. بدین صورت که با تغییرات ایجاد شده در برنامه این مدل تحت زبان برنامه‌نویسی بیسیک سناریوهای مدنظر استخراج شدند. مدل SSM- Wheat تحت زبان Q.Baisic دارای یک برنامه اصلی است که زیر برنامه‌های مختلفی را فراخوانی می‌کند و در هر یک از این زیربرنامه‌ها مدل‌سازی نمو فنولوژیک (با روش مبتنی بر دما و فنولوژیک)، مدل‌سازی تغییرات سطح برگ، مدل‌سازی تولید و توزیع ماده خشک و مدل‌سازی موازنه آب خاک انجام شده و نهایتاً اقدام به پیش‌بینی عملکرد گندم خواهد کرد. این مدل برای تخمین عملکرد، ابتدا مراحل فنولوژیک را به عنوان تابعی از دما، طول روز و تنش کمبود آب با استفاده از روابط مختلف پیش‌بینی می‌کند. سپس گسترش و پیرشدن سطح برگ نیز که تابعی از

خوشه کوچک بودن فاصله متوسط بین آنها)، انفرادی (احتساب حداقل فاصله بین متغیرها جهت خوشه‌بندی) و مرکزی ژنوتیپ‌ها (فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر مبنای میانگین محاسبه می‌شود) و جهت تعیین تعداد خوشه‌ها نیز از روش بیشترین گسیختگی بر اساس تغییر در اختلاف دو فاصله ادغام متوالی بهره گرفته شد و از روش تجزیه تابع فیشر برای تعیین بهترین توابع و تشخیص مهم‌ترین صفات مؤثر در خوشه‌بندی استفاده گردید. کلیه محاسبات آماری نیز در محیط نرم‌افزار SAS (Anonymous, 2009) انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام فرضی و استاندارد از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی وجود دارد. ضمن اینکه وجود اختلاف معنی‌دار بین سال‌های شبیه‌سازی را می‌توان به حاکم بودن شرایط آب و هوایی متفاوت مرتبط دانست (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر رقم بر حداکثر شاخص سطح برگ نشان داد که بیشترین میزان این صفت در رقم C2 (افزایش ۲۰ درصد روز تا پایان رشد برگ) و کمترین آن در رقم فرضی C1 (کاهش ۲۰ درصد روز تا پایان رشد برگ) با مقدار ۱۰/۱۰ بوده است. حداکثر شاخص سطح برگ در بین سایر ارقام فرضی و استاندارد نیز کم و بیش در یک دامنه تغییراتی مشابه قرار داشتند (جدول ۴). با این نتایج می‌توان نسبت به دستیابی به مقادیر بالای شاخص سطح برگ از طریق افزایش طول دوره رویشی مطمئن بود که این مزیت تنها از دو طریق تغییر در تاریخ کشت و تغییر در ساختار ژنومی گیاه گندم متصور خواهد بود. در خصوص مقدار بیوماس در زمان شروع پرشدن

مورد انتظار از ورودی‌های مدل بر پایه شرایط محیطی ارومیه بودند که از منابع مختلف استخراج شدند (Shiri *et al.*, 2014). شدت تشعشع خورشیدی نیز با کمک برنامه SRAD از روی تعداد ساعات آفتابی ارومیه تخمین زده شدند (Soltani and Maddah-Yazdi, 2010). از طرفی اکثر پارامترهای ژنتیکی مورد استفاده در این مدل (جدول ۱) از جمله دماهای بحرانی سبز شدن، دماهای بحرانی تولید ماده خشک، ضریب حساسیت به بهاره‌سازی، فیلوکرون، و غیره، به واسطه اینکه تفاوت ارقام مختلف در داخل یک گونه اندک است مشابه سایر ارقام (تجن و زاگرس) در نظر گرفته شد (Soltani, 2009; Kiniry *et al.*, 1995). همچنین، کاهش یا افزایش پارامترهای مؤثر در خصوصیات رویشی و زایشی گندم رقم سرداری (واریت‌ه محلی منطقه)، به‌صورت کاهش یا افزایش ۲۰-۳۰ درصدی پارامترهای مورد نظر (جدول ۲) بر روی رقم سرداری در نظر گرفته شد. بنابراین، رقم ۱۴ فرضی شبیه‌سازی شده تولید و به همراه رقم سرداری ۱۵ رقم آزمایش را تشکیل دادند. بر همین اساس حداکثر شاخص سطح برگ، بیوماس در زمان پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت طی سه سال (۱۳۹۱-۱۳۹۳) به‌عنوان تکرار، برای هر یک از ارقام فرضی و استاندارد محاسبه شدند و نهایتاً داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار تجزیه و تحلیل شدند که در آن ارقام، اثرات ثابت و سال (بلوک) نیز به‌عنوان اثر تصادفی در نظر گرفته شد. مقایسات میانگین نیز با روش حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای گروه‌بندی ارقام فرضی از تجزیه خوشه‌ای با سه شیوه مقادیر میانگین (شرط ادغام در یک

بستگی دارد و اینکه ارومیه یک ناحیه نیمه معتدل سرد است، بنابراین کمبود بارش در بخش اعظمی از فصل رشد گیاه به‌طور جدی اتفاق خواهد افتاد و همین مسئله موجب کاهش سرعت رشد گیاهی و نهایتاً کاهش زیست توده گیاهی شده است. بنابراین، دستیابی به زیست توده نهایی بالاتر با اجتناب گیاه از برخورد دوره زایشی و گلدهی با خشکی انتهای فصل قابل انتظار خواهد بود. تولید زیست توده بالاتر از رقم استاندارد در رقم C12، اهمیت توجه به این صفت در برنامه‌های اصلاحی را دو چندان می‌کند، همچنانکه کاهش آن موجب دستیابی به کمترین مقدار بیوماس تولیدی شده است. البته در این میان نقش کاهش دوره پرشدن دانه و افزایش زمان از کشت تا شروع پرشدن، به نفع رشد رویشی در افزایش بیوماس گیاهی بسیار قابل توجه است. در این ارتباط گزارش‌های متعددی در خصوص سهم بیوماس در قبل از پرشدن دانه‌ها بر افزایش عملکرد ارایه شده است. ضمن اینکه تفاوت در مدیریت مزرعه، نوع خاک، شرایط اقلیمی به‌ویژه از لحاظ میزان و توزیع بارش می‌تواند بر چگونگی این تسهیم مؤثر باشد (van Herwaarden *et al.*, 1998). به‌همین منظور است که در به‌نژادی در راستای افزایش عملکرد، می‌توان از طریق افزایش میزان تسهیم ماده خشک به دانه‌ها (افزایش بیوماس در قبل از پرشدن دانه‌ها) به افزایش عملکرد امیدوار بود. اما در مورد عملکرد دانه رقم فرضی C8 (افزایش ۲۰ درصد دوره پر شدن دانه + کاهش ۲۰ درصد روز تا شروع پر شدن دانه) در کنار رقم C12 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (به‌ترتیب ۴۸۷/۳ و ۴۸۴/۶ گرم در بوته). نکته قابل توجه این است که در رقم فرضی C9 افزایش حداکثر شاخص سطح برگ و افزایش بیوماس در شروع

دانه، به‌طور متفاوت‌تر از حداکثر شاخص سطح برگ، بالاترین زیست توده در زمان شروع پر شدن دانه (۸۵۲/۶ گرم در بوته) در رقم فرضی C12 (افزایش ۳۰ درصدی کارایی مصرف نور) و کمترین زیست توده (۵۸۶ گرم در بوته) به ارقام فرضی C1 و C11 (کاهش ۳۰ درصد کارایی استفاده از نور) با مقدار ۴۶۰/۶ گرم در بوته تعلق داشت. نتایج به‌وضوح بیانگر نقش بارز صفات کارایی مصرف نور و حداکثر شاخص سطح برگ در گندم است. افزایش کارایی استفاده از نور (مول دی‌اکسیدکربن تثبیت شده به‌ازای فوتون نور دریافت شده) با افزایش ماده‌سازی و وجود شاخص سطح برگ بالا به منزله جایگاه فرآیند تثبیت دی‌اکسیدکربن و نهایتاً محل تولید ترکیبات قندی می‌تواند در افزایش زیست توده گیاه نقش مؤثری داشته باشد. مشابه با بیوماس در زمان پرشدن دانه، حداکثر زیست توده گیاهی یا همان عملکرد بیولوژیک نیز در رقم فرضی C12 (۱۱۶۳/۶ گرم در بوته) حاصل شد. این درحالی بود که کمترین عملکرد بیولوژیک در ارقام فرضی C7 (کاهش ۲۰ درصد دوره پر شدن دانه + افزایش ۲۰ درصد روز تا شروع پر شدن دانه) و C11 به‌دست آمد (جدول ۳). در رقم فرضی C7 ویژگی رقم استاندارد از طریق کاهش دوره پرشدن دانه و افزایش زمان تا شروع پر شدن دانه در شکل یک ویژگی نامطلوب برای گندم منجر به کاهش شدید عملکرد بیولوژیک شده است و در این ارتباط کاهش کارایی استفاده از نور نیز تاثیر مشابهی بر زیست توده نهایی گیاه داشته است. با این توضیحات، اهمیت تسریع در ورود به فاز زایشی و بهبود کارایی استفاده از نور برای گندم در شرایط محیطی ارومیه می‌تواند یکی از صفات استراتژیک باشد. از آنجایی که اثر افزایش دما به منطقه

فرضی C8 و کمترین آن در رقم C10 اتفاق افتاد. با توجه به اینکه کارایی استفاده از نور سبب افزایش هر دو صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شده‌است لذا اثر کارایی مصرف نور بر شاخص برداشت چندان قابل توجه نبوده است. البته باید مد نظر داشت که عملکرد دانه بیشتر متاثر از عوامل مؤثر بر طول دوره پرشدن دانه است ضمن اینکه تغییر در دوره فنولوژی به‌ویژه در مراحل اولیه می‌تواند بر شاخص برداشت گیاه مؤثر باشد. کما اینکه در مطالعه‌ای مشابه بر روی رقم جم گزارش شده است که با کاهش ۲۰ درصدی زمان حرارتی از سبز شدن تا گلدهی و از سبز شدن تا رسیدگی، به علت افزایش شاخص برداشت و کارایی مصرف آب، عملکرد دانه از ۹۰۸ به ۱۰۱۸ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (Soltani *et al.*, 2000). همچنین، در تحقیقی افزایش کارایی استفاده از تشعشع و دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک دوره زایشی، عامل افزایش عملکرد نخود زراعی در شرایط دیم گرگان و گنبد اعلام شده‌است (Akram Qaderi, 2007). بر پایه همین نتایج به‌نژادی از طریق کاهش طول دوره رویشی و افزایش طول دوره زایشی بر عملکرد تأثیر مثبت دارد. به‌عبارت ساده‌تر با کاهش طول دوره رویشی، کسر کمتری از طول دوره رشد گیاه تحت تنش انتهایی فصل قرار گرفته و در نتیجه دوره زایشی گیاه به بخش‌های مرطوب‌تر سال منتقل می‌شود. از طرف دیگر به علت کاهش دوره رویشی استخراج آب از خاک طی مرحله رویشی کمتر صورت گرفته و برای مراحل زایشی رطوبت بیشتری در خاک باقی می‌ماند. در این ارتباط به‌نژادی گیاهان زراعی از طریق تسریع ورود گیاه به فاز زایشی و افزایش سرعت پر شدن دانه سبب خواهد شد که دوره پر

پرشدن دانه (در اثر افزایش دوره رویشی) اتفاق افتاده که نهایتاً افزایش این دو صفت در انضمام با افزایش دوره پر شدن دانه، افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به‌دنبال داشته‌است. مشابه همین نتایج در رقم فرضی C8 نیز اتفاق افتاده است با این تفاوت که در این سناریو یا رقم به‌جای افزایش ۲۰ درصد روز تا شروع رشد دانه، کاهش ۲۰ درصد روز تا شروع رشد دانه مد نظر است. مقایسه این دو رقم بخوبی نشان می‌دهد که در هر دو رقم افزایش دوره پرشدن دانه صرف‌نظر از کاهش یا افزایش زمان تا شروع رشد دانه سبب افزایش عملکرد شده است. به‌عبارت دیگر با افزایش دوره رویشی گیاه ضمن دستیابی به حداکثر شاخص سطح برگ، توان تولید ماده خشک بیشتری داشته و همین توانایی به اضافه افزایش دوره پرشدن دانه باعث افزایش عملکرد شده است. منظور از خشکی انتهایی فصل در این مبحث، تنش خشکی در دوره پر شدن دانه است که ممکن است در اثر افزایش طول دوره رشد گیاه، برخورد دوره رشد با این دوره خشکی اتفاق بیافتد و همچنان‌که در نتایج مشهود است افزایش ۲۰ درصد دوره رویشی سبب برخورد دوره زایشی با دوره خشک نشده و از طرفی به سبب افزایش شاخص سطح برگ و بیوماس گیاهی، در اثر انتقال مجدد در یک دوره پرشدن طولانی‌تر دانه، افزایش عملکرد را سبب شده‌است. رقم فرضی C10 (افزایش ۲۰ درصد روز تا شروع پر شدن دانه+ کاهش ۲۰ درصد روز تا پایان پر شدن دانه) از طریق تقلیل دوره پرشدن دانه سبب کاهش زمان لازم برای انتقال مواد غذایی به دانه، کم وزن شدن دانه‌ها، محدودیت مقصد و نهایتاً کاهش عملکرد دانه شده‌است. به‌طور مشابه با عملکرد دانه، بیشترین شاخص برداشت (۵۱/۶) نیز در رقم

لینکاژ، سینگل لینکاژ و مرکزی با داده‌های استاندارد انجام شد. سپس با برش‌دهی به روش بیشترین گسیختگی بر اساس تغییر در اختلاف دو فاصله (اقلیدسی) ادغام متوالی، در هر کدام از سه روش تجزیه خوشه‌ای، سه گروه از ارقام فرضی شناسایی شدند که بر اساس آن در گروه اول ارقام C8 و C12 در گروه دوم رقم C11 و سایر ارقام در گروه سوم (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C13, C14 و رقم استاندارد سرداری) جای گرفتند (اشکال ۱، ۲ و ۳). قرار گرفتن ارقام فرضی مؤثر در افزایش عملکرد در یک گروه (C8 و C12) در تطابق با نتایج بالا مؤید نقش بارز بالابودن کارایی مصرف نور و دوره پرشدن دانه گیاه در افزایش عملکرد گندم است. تجزیه تابع خطی تشخیص خطی فیشر برای آزمون صحت گروه‌بندی اولیه ژنوتیپ‌ها نیز نشان داد که از هر سه گروه ایجاد شده، یک گروه ۱۰۰ درصد صحیح، یک گروه ۶۶/۷ درصد و گروه دیگر هم ۳۳/۳ درصد درست گروه بندی شده‌اند. در کل بر اساس نتایج آنالیز تشخیص، گروه‌ها در سه دسته قرار گرفته‌اند که توابع تشخیص برای این گروه‌ها عبارتند از:

$$F1 = -4.23x_1 + 4.45x_2 - 0.498x_3 - 0.117x_4 + 2.44x_5$$

$$F2 = 0.399x_1 + 0.065x_2 - 0.97x_3 - 0.03x_4 + 1.09x_5$$

که در آن  $x_1$ : حداکثر شاخص سطح برگ،  $x_2$ : بیوماس در شروع پر شدن دانه،  $x_3$ : عملکرد بیولوژیک،  $x_4$ : عملکرد دانه و  $x_5$ : شاخص برداشت است.

از روش آنالیز تشخیص زمانی استفاده می‌شود که یک متغیر گروه‌بندی (ژنوتیپ) و چندین متغیر مستقل کمی (صفات زراعی هر ژنوتیپ) وجود داشته باشد و هدف محقق به‌دست آوردن

شدن دانه تا قبل از شروع خشکی انتهای فصل، به اتمام رسیده و همین مورد افزایش وزن دانه و عملکرد را به‌دنبال خواهد داشت. علاوه بر دلایل ذکر شده، افزایش تعداد دانه در بوته در اثر عدم برخورد مراحل اولیه گلدهی و دانه‌بندی گیاه با تنش خشکی می‌تواند از عوامل دیگر افزایش عملکرد دانه به‌شمار رود. یک مطالعه شبیه‌سازی نیز مهم‌ترین عامل افزایش عملکرد دانه نخود را کاهش رشد رویشی و وزن خشک اندام هوایی در طی این مرحله و حفظ رطوبت جهت دوره پر شدن دانه گزارش کرده‌است (Faraji and Soltani, 2007). البته از آنجایی که دوره پر شدن دانه یک صفت ضروری و حیاتی برای تعیین پتانسیل عملکرد دانه است، بنابراین زودرسی از طریق عدم برخورد دوره پرشدن دانه با خشکی سبب می‌شود تا گیاه فرصت کافی برای انتقال مجدد ماده خشک تولید شده به دانه‌ها را از دست نداده و نتیجه آن کاهش شاخص برداشت و کاهش عملکرد دانه اتفاق نیافتد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که به‌دلیل اینکه مرحله گلدهی تحت تنش خشکی انتهای فصل قرار نداشته و به علت عدم سقط دانه، تعداد دانه در بوته افزایش یافته است بنابراین عملکرد دانه افزایش یافته است. در همین ارتباط، بیشترین افزایش عملکرد دانه نخود از طریق کاهش ۲۰ درصد رشد رویشی در مرحله سبز شدن تا گلدهی گزارش شده‌است (Soltani and Gholipour, 2006) و در همین راستا امیدبخش‌ترین راهبرد به‌نژادی برای افزایش عملکرد نخود در شرایط دیم مراغه، گزینش برای زودرسی و انتقال این صفت به رقم جم بوده است (Soltani et al., 2000). جهت گروه‌بندی ارقام فرضی بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از سه روش میانگین

از نزدیکی مقادیر توابع برای هر ژنوتیپ بوده و برهمین اساس دوباره ژنوتیپ‌ها به‌درستی در سه گروه قرار گرفته‌اند. در واقع با برآزش دادن مقادیر توابع یک و دو مربوط به تمامی ژنوتیپ‌ها در مقابل هم و یا استفاده از تابع فیشر می‌توان صحت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را آزمون کرد (شکل ۴).

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج شبیه‌سازی تولید محصول نشان داد، که فقط در ارقام فرضی C8 و C12 عملکرد دانه و شاخص برداشت از مقادیر بالاتری برخوردار است که علت آن را می‌توان به کاهش طول دوره رویشی و افزایش طول دوره زایشی (طول دوره پر شدن دانه) و بهبود کارایی مصرف نور نسبت داد. زیرا مهم‌ترین عامل افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم که دارای خشکی انتهایی فصل رشد است، کاهش رشد رویشی (تا حدی که سبب کاهش شاخص سطح برگ مطلوب نگردد) و افزایش رشد زایشی است. بنابراین، مطلوب‌ترین راهبرد برای افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم ارومیه به‌نژادی از طریق کاهش رشد رویشی و افزایش رشد زایشی ضمن افزایش کارایی مصرف نور و افزایش دوره ماندگاری سطح سبز گیاهی است. به‌عبارت دیگر دوره رشد گیاهی نباید چنان افزایش پیدا کند که سبب تخلیه محتوی رطوبتی خاک، افزایش حجم بوته و برخورد دوره رشد به خشکی انتهایی فصل بگردد.

رابطه‌ای است تا با توجه به متغیرهای مستقل، عضویت هر ژنوتیپ در هر گروه را مشخص کند. در این آنالیز برای K گروه تعداد  $k-1$  تابع ساخته می‌شود که اولین تابع بهترین ترکیب خطی برای پیش‌بینی عضویت گروه‌ها است. در این تحقیق نیز برای سه خوشه ژنوتیپی، دو تابع بخوبی تشخیص داده شده است. ضرایب مربوط به هر متغیر در هر تابع که به آنها ضرایب کانونی استاندارد شده تابع‌ها نیز گفته می‌شود، بیانگر اهمیت نسبی هریک از متغیرها در تمایز بین گروه‌های مورد نظر است. بدون در نظر گرفتن علائم این مقادیر، سهم و نقش هر متغیر در معادله تابع تشخیص تعیین می‌شود و علائم مثبت و منفی تنها جهت این نقش را تعیین می‌کنند و تفسیر این وزن‌ها نیز مانند تفسیر شیب رگرسیون یا مقادیر بتا در تحلیل رگرسیون است. به‌عبارت دیگر برای هر ژنوتیپ دو مقدار F1 و F2 تعریف می‌شود که با قرار دادن مقادیر ۵ صفت مورد در این تحقیق برای هر ژنوتیپ مقدار F1 و F2 برای هر ژنوتیپ محاسبه شده است و در اینجا هدف تابع تشخیص فیشر این است که ژنوتیپ‌ها را براساس مقدار تابع خود در گروه‌های مشابه هم قرار دهد. قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در سه خوشه بر اساس آنالیز تابع خطی فیشر تایید کننده نتایج خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها در سه گروه است. برآزش دادن مقادیر F1 و F2 ژنوتیپ‌ها در مقابل هم نیز همبستگی دو تابع به‌دست آمده از هر ژنوتیپ را نشان داده و حاکی



جدول ۱- شرایط استاندارد مورد استفاده برای شبیه سازی در شرایط دیم ارومیه

Table 1- Standard condition of simulation in dry land condition in Uremia

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Cultivar (رقم)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Sardari    |
| Sowing date (تاریخ کشت)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Julian day |
| Latitude (عرض جغرافیائی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36.85      |
| Plant density (Plant/m <sup>2</sup> ) (تراکم بوته)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 425        |
| Rainfed water-limited condition(number in model) (محدودیت آب)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2          |
| Day to Emergence(Day) (روز تا سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8          |
| Day to Leaf Terminal Growth(Day) (روز تا پایان رشد برگ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 128        |
| Day to Seed Beginning Growth(day) (روز تا شروع رشد دانه)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 158        |
| Day to Seed Ending Growth(day) (روز تا پایان رشد دانه)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 181        |
| Day to Seed Ending Growth(day) (روز تا پایان رشد دانه)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 190        |
| Duration Seed filling(number in model) (day) (دوره پر شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 23         |
| Biological Day to Emergence(day) (روز بیولوژیک تا سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4          |
| Biological Day to Leaf Growth ending(day) (روز بیولوژیک تا پایان رشد برگ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 30.9       |
| Biological Day to Seed Beginning Growth (day) (روز بیولوژیک تا شروع رشد دانه)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 46.3       |
| Biological Day to Seed Ending Growth (day) (روز بیولوژیک تا پایان رشد دانه)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 67.3       |
| Biological Day to Maturity(day) (روز بیولوژیک تا رسیدگی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 75.6       |
| Non-nitrogen limited condition (number in model):25kh (Urea surface application) +5kg (Urea incorporate) + 15 kg (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - suf. Appl) +2kg ((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - incorp) +10kg (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> - suf. Appl.)+ 1kg (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> - incorp.)+3kg(Anhydrous NH <sub>3</sub> )- (عدم محدودیت کود نیتروژنه) | 0          |
| Water content in beginning time of simulation in sowing date(mm) (محتوی رطوبتی خاک در شروع شبیه سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 156        |
| Base Temperature for emergence( <sup>0</sup> C) (دمای پایه برای سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0          |
| Lower optimum Temperature for emergence( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب تحتانی برای سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 24         |
| Upper optimum Temperature for emergence( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب فوقانی برای سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 28         |
| Celling Temperature for emergence( <sup>0</sup> C) (دمای سقف برای سبز شدن)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 37         |
| Base Temperature for vernalization( <sup>0</sup> C) (دمای پایه برای بهاره سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -1         |
| Lower optimum Temperature for vernalization ( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب تحتانی برای بهاره سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0          |
| Upper optimum Temperature for vernalization ( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب فوقانی برای بهاره سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 8          |
| Celling Temperature for vernalization ( <sup>0</sup> C) (دمای سقف برای بهاره سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12         |
| Vernalization sensibility (ضریب حساسیت به بهاره سازی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.002      |
| Base Temperature for dry matter production( <sup>0</sup> C) (دمای پایه برای تولید ماده خشک)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0          |
| Lower optimum Temperature for dry matter production ( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب تحتانی برای تولید ماده خشک)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15         |
| Upper optimum Temperature for dry matter production ( <sup>0</sup> C) (دمای مطلوب فوقانی برای تولید ماده خشک)                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 22         |
| Celling Temperature for dry matter production ( <sup>0</sup> C) (دمای سقف برای تولید ماده خشک)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 35         |
| Radiation Use Efficiency in Optimum conditions (gr/Mj) (کارایی استفاده از نور در شرایط مطلوب)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.2        |
| KPAR (ضریب خاموشی در تشعشع فعال فتوسنتزی)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.65       |
| Phylocron (فیلوکرون)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 112        |
| Value of A in Leaf area=a(Number of node in main stem) <sup>b</sup> (ضریب a در معادله محاسبه سطح برگ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1          |
| Value of A in Leaf area=a(Number of node in main stem) <sup>b</sup> (ضریب b در معادله محاسبه سطح برگ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2.34       |

## ادامه جدول ۱

Table 1 - Continued

|                                                                                                                                                                                                 |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Specific leaf area(m <sup>2</sup> /gr) (سطح برگ ویژه)                                                                                                                                           | 0.02 |
| Accumulated dry matter in top(gr/m <sup>2</sup> ) (ماده خشک تجمعی در تاج گیاهی)                                                                                                                 | 160  |
| Coefficients distribution of dry matter to leaves in lower dry matter(emergent till leaf growth ending)<br>(ضریب توزیع ماده خشک به برگ‌ها در مقادیر پایین ماده خشک از سبز شدن تا پایان رشد برگ) | 0.6  |
| Coefficients distribution of dry matter to leaves in upper dry matter(emergent till leaf growth ending)<br>(ضریب توزیع ماده خشک به برگ‌ها در مقادیر بالای ماده خشک از سبز شدن تا پایان رشد برگ) | 0.3  |
| Coefficients distribution of dry matter to leaves (leaf growth ending to grain growth beginning)<br>(ضریب توزیع ماده خشک به برگ‌ها از زمان پایان رشد برگ تا شروع رشد دانه)                      | 0.1  |
| Fraction of dry matter remobilization to grains(gr) (کسر ماده خشک انتقالی به دانه)                                                                                                              | 0.22 |
| Vapor pressure of deficiency(mb) (کمبود فشار بخار اشباع)                                                                                                                                        | 0.72 |
| Photoperiod sensibility (ضریب حساسیت به فتوپریود)                                                                                                                                               | 0.17 |
| Soil albedo (آلبیدوی خاک)                                                                                                                                                                       | 0.13 |

## جدول ۲- خصوصیات ارقام شبیه‌سازی شده

Table 2- Characteristics of simulated genotypes

| Explanation                                                                                                                            | Genotypes |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Local cultivar (رقم محلی)                                                                                                              | Sardari   |
| 20% decreasing in LGE (۲۰ درصد کاهش در زمان تا پایان رشد برگ)                                                                          | C1        |
| 20% increasing in LGE (۲۰ درصد افزایش در زمان تا پایان رشد برگ)                                                                        | C2        |
| 20% decreasing in SGB (۲۰ درصد کاهش در زمان تا شروع رشد دانه)                                                                          | C3        |
| 20% increasing in SGB (۲۰ درصد افزایش در زمان تا شروع رشد دانه)                                                                        | C4        |
| 20% decreasing in DR (۲۰ درصد کاهش در زمان تا رسیدگی)                                                                                  | C5        |
| 20% increasing in DR (۲۰ درصد افزایش در زمان تا رسیدگی)                                                                                | C6        |
| 20% decreasing in SGE+20% decreasing in SGB<br>(۲۰ درصد کاهش در زمان تا پایان پر رشد شدن دانه + ۲۰ درصد کاهش در زمان تا شروع رشد دانه) | C7        |
| 20% increasing in SGE+20% decreasing in SGB<br>(۲۰ درصد افزایش در زمان تا پایان رشد دانه + ۲۰ درصد کاهش در زمان تا شروع رشد دانه)      | C8        |
| 20% increasing in SGE+20% increasing in SGB<br>(۲۰ درصد افزایش در زمان تا پایان رشد دانه + ۲۰ درصد افزایش در زمان تا شروع رشد دانه)    | C9        |
| 20% decreasing in SGE+20% increasing in SGB<br>(۲۰ درصد کاهش در زمان تا پایان رشد دانه + ۲۰ درصد افزایش در زمان تا شروع رشد دانه)      | C10       |
| 30% decreasing in RUE (۳۰ درصد کاهش در کارایی مصرف نور)                                                                                | C11       |
| 30% increasing in RUE (۳۰ درصد افزایش در کارایی مصرف نور)                                                                              | C12       |
| 20% decreasing in SFD (۲۰ درصد کاهش در دوره پرشدن دانه)                                                                                | C13       |
| 20% increasing in SFD (۲۰ درصد افزایش در دوره پرشدن دانه)                                                                              | C14       |

LGE: Leaf growth ending, SGB: Seed growth beginning, DR: Day to ripening, SGE: Seed growth ending, RUE: Radiation use efficiency, SFD: Seed filling duration.

**جدول ۳-** تجزیه واریانس اثر سناریوهای مختلف (ژنوتیپ های تغییر یافته) بر حداکثر شاخص سطح برگ، بیوماس در شروع پرشدن دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت

**Table 3 -** Analysis variance of the effect of different scenarios (Modified genotypes) on LAI<sub>max</sub>, Biomass<sub>bspf</sub>, Biological yield, Grain yield and Harvest index (HI)

| منابع تغییر<br>S.O.V | درجه<br>آزادی<br>df | میانگین مربعات<br>Mean of squares               |                                                          |                                        |                            |                      |
|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------|
|                      |                     | حداکثر<br>شاخص<br>سطح برگ<br>LAI <sub>max</sub> | بیوماس در زمان<br>پر شدن دانه<br>Biomass <sub>bspf</sub> | عملکرد بیولوژیک<br>Biological<br>yield | عملکرد دانه<br>Grain yield | شاخص<br>برداشت<br>HI |
| Repeat(year)         | 2                   | 36.45**                                         | 427102.17**                                              | 670847.64**                            | 222410.17**                | 1153.20**            |
| Scenarios            | 14                  | 261.44**                                        | 513698.97**                                              | 559866.17**                            | 485855.91**                | 3323.86**            |
| Error                | 28                  | 0.694                                           | 8671.15                                                  | 88763.15                               | 76193.15                   | 324.13               |
| CV                   |                     | 1.26                                            | 2.66                                                     | 6.19                                   | 14.59                      | 8.82                 |

\*\* معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

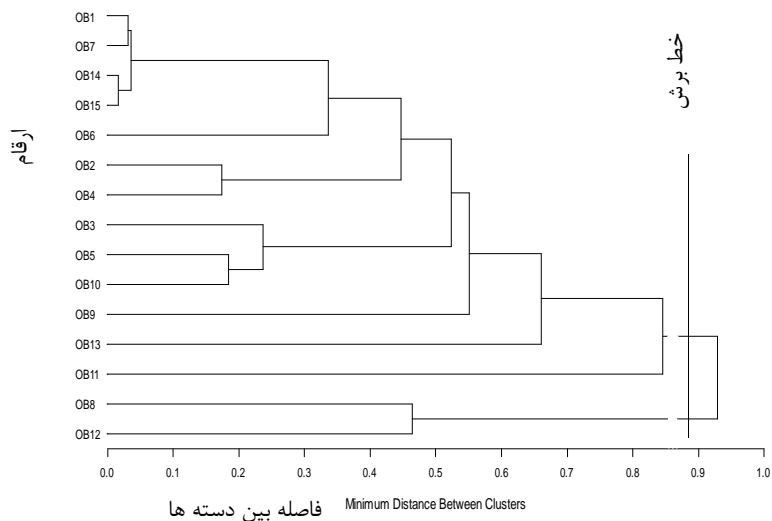
\*\* Significant Probability in 0.01; bspf: Beginning phase of seed filling phase.

**جدول ۴-** مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر حداکثر شاخص سطح برگ، بیوماس در زمان پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت.

**Table 4-** Mean comparisons of the effect of different scenarios (modified genotypes) on LAI<sub>max</sub>, Biomass<sub>bspf</sub>, Biological yield, Grain yield and HI

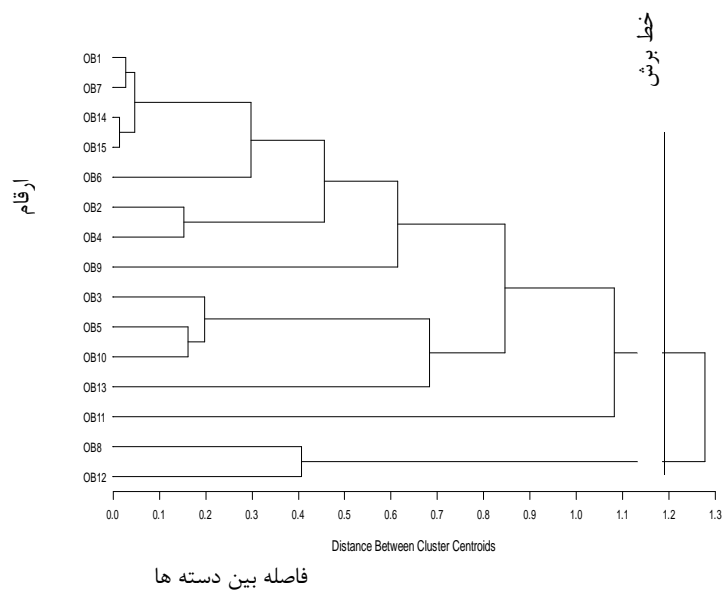
| ژنوتیپ<br>Genotypes | حداکثر شاخص<br>سطح برگ<br>LAI <sub>max</sub> | بیوماس در زمان پر شدن<br>دانه<br>Biomass <sub>bspf</sub> (g/m <sup>2</sup> ) | عملکرد بیولوژیک<br>Biological<br>yield(g/m <sup>2</sup> ) | عملکرد دانه<br>Grain<br>yield(g/m <sup>2</sup> ) | شاخص<br>برداشت<br>Harvest<br>index (%) |
|---------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Sardari             | 12.43 bc                                     | 657.67 d                                                                     | 921.33 cde                                                | 390.0 b                                          | 42 bc                                  |
| C1                  | 10.10 d                                      | 586.0 e                                                                      | 859.0 de                                                  | 367.6 b                                          | 42.66 bc                               |
| C2                  | 14.94 a                                      | 741.6 c                                                                      | 974.33 bc                                                 | 383.6 b                                          | 39.0 bcd                               |
| C3                  | 12.19 c                                      | 546.6 f                                                                      | 829.0 e                                                   | 357.3 b                                          | 43.33 b                                |
| C4                  | 12.68 b                                      | 780.6 b                                                                      | 995.33 bc                                                 | 373.3 b                                          | 37.0 cd                                |
| C5                  | 12.43 bc                                     | 657.67 d                                                                     | 930.33 cd                                                 | 382.0 b                                          | 40.0 bcd                               |
| C6                  | 12.43 bc                                     | 657.67 d                                                                     | 923.67 cd                                                 | 391.6 b                                          | 42.33 bc                               |
| C7                  | 12.19 c                                      | 546.6 f                                                                      | 678.67 f                                                  | 176.3 cd                                         | 25.66 e                                |
| C8                  | 12.19 c                                      | 546.6 f                                                                      | 936.0 cd                                                  | 487.3 a                                          | 51.66 a                                |
| C9                  | 12.68 b                                      | 780.6 b                                                                      | 1057.6 b                                                  | 439.0 ab                                         | 40.66 bcd                              |
| C10                 | 12.68 b                                      | 741.6 c                                                                      | 866.6 de                                                  | 113.3 d                                          | 13.0 f                                 |
| C11                 | 12.31 c                                      | 460.67 g                                                                     | 665.33 f                                                  | 239.0 c                                          | 35.33 d                                |
| C12                 | 12.31 c                                      | 852.6 a                                                                      | 1163.6 a                                                  | 484.6 a                                          | 41.33 bc                               |
| C13                 | 12.43 bc                                     | 657.67 d                                                                     | 923.6 cd                                                  | 391.3 b                                          | 42.0 bc                                |
| C14                 | 12.43 bc                                     | 657.67 d                                                                     | 917.0 cde                                                 | 385.6 b                                          | 42.0 bc                                |
| PLSD(0.05)          | 0.263                                        | 29.43                                                                        | 94.16                                                     | 87.24                                            | 5.69                                   |

bspf: Beginning phase of seed filling phase



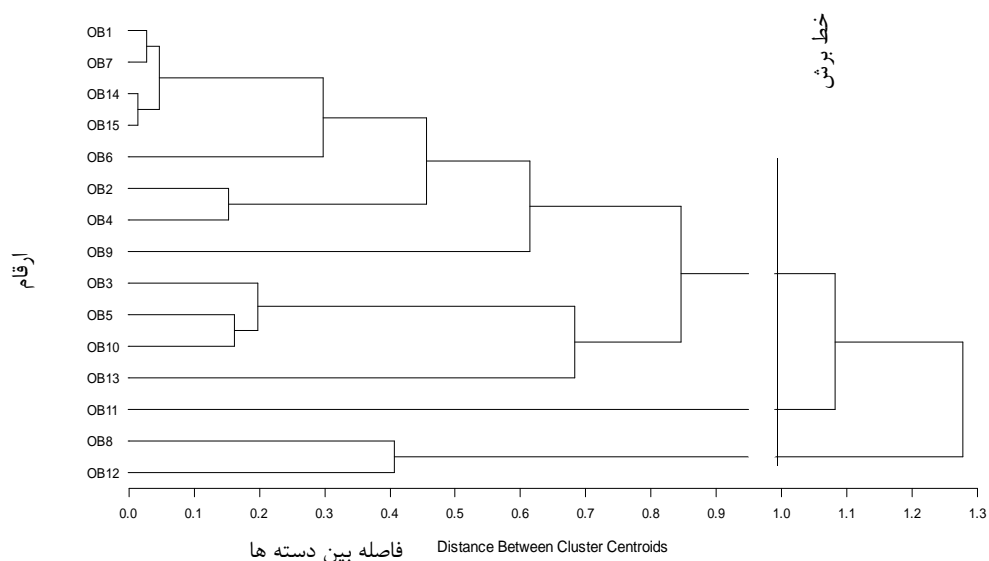
شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به روش Average linkage

Figure 1- Dendrogram of cluster analysis by Average linkage method



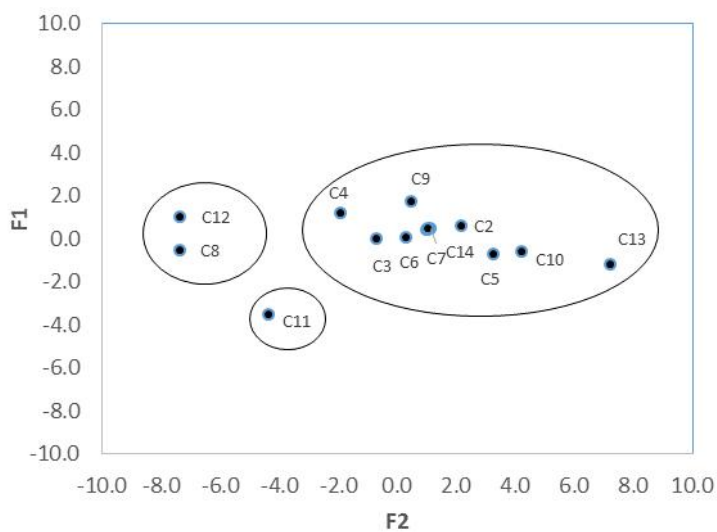
شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای به روش Single linkage

Figure 2- Dendrogram of cluster analysis by Average Single method



شکل ۳- دندروگرام تجزیه خوشه ای به روش Centroid

Figure 3- Dendrogram of cluster analysis by Average Centroid method



شکل ۴- گروه بندی ژنوتیپ های شبیه سازی شده در تجزیه کانونیک

Figure 4- Grouping of simulated genotypes in canonic analysis

## References

## منابع مورد استفاده

- Akram-Qaderi, F., and A. Soltani. 2007. Determination of optimum characteristics of plant for *Cicer arietinum* in irrigate farms of gorgan and Gonbad by computer simulation. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 14(5):1-11. (In Persian).
- Anonymous. 2003. Food and Agricultural Organization of the united. Nations (FAO), Rome, Italy, from <http://apps.fao.org.html>.
- Anonymous. 2009. Statistical Analysis Software, SAS Institute, V9.2. Carry, NC.
- Boote, K.J., J.W. Jones, W.D. Batchelor, E.D. Nafzige, and O. Myers. 2003. Genetic coefficients in the CROPGRO-Soybean model. Links to field performance and genomics. *Agronomy Journal*. 95: 32-51.
- Faraji, A., and A. Soltani. 2007. Collection and dispersion of dry matter and nitrogen and threshold of resistance to drought in Cicer on fry-land in Gonbad and Gorgan: A simulation study. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 14(5): 12-23. (In Persian).
- Ghaderi-Far, F., A. Soltani, and A.A. Miri. 2012. Modeling phonological development in Cotton. *Journal of Plant Production*. 19(1): 107-126.
- Hajjar pour, A., A. Soltani, E. Zeinali, and F. Seidi. 2013. Simulation of climate change effect on *Cicer* production in dry-land and irrigation conditions in Kermanshah. *Journal of Plant Production Research*. 20(2): 235-252.
- Hammer, G.L., M.J. Kropff, T.R. Sinclair, and J.R. Porter. 2002. Future contributions of crop modeling – from heuristics and supporting decision making to understanding genetic regulation and aiding crop improvement. *European Journal of Agronomy*. 18: 15-31.
- Hoogenboom, G., J.W. White, and C.D. Messina. 2004. From genome to crop: integration through simulation modeling. *Field Crops Research*. 90: 145-163.
- Kantolic, G.A., J.L. Mercau, G.A. Slafer, and V.O. Sadras. 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.
- Kiniry, J.R., D.J. Major, R.C. Izaurralde, J.R. Williams, P.W. Gassman, M. Morrison, R. Bergentine, and R.P. Zentner. 1995. EPIC model parameters for cereal, oilseed and forage crop in the northern Great Plains region. *Canadian Journal Plant Science*. 75: 679-688.
- Ritchz, C., C. Pippner, F. Yndgaard, K. Fredlund, and G. Steinrücken. 2010. Modelling flowering of plants using time-to-event methods. *European Journal of Agronomy*. 32: 155-161.
- Shiri, A., N. Khaliliaqdam, and T.Mirmahmoodi, 2014. Evaluation of different empirical models for the estimation of leaf area in various cultivars of wheat. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 10(3): 73-88. (In Persian).
- Sinclair, T.R. 2000. Model analysis of plant traits leading to prolonged crop survival during severe drought. *Field Crops Research*. 68: 211-217.
- Sinclair, T.R., and R.C. Muchow. 2001. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. *Agronomy Journal*. 93: 263-270.

- Soltani, A. 2009. Mathematical modeling in filed crops, JDM Press, Mashhad, Iran. (In Persian).
- Soltani, A., and M. Gholipoor. 2006. Simulation the impact of climate change on growth, yield and water use of chickpea. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 13(2): 69-79.
- Soltani, A., and T.R. Sincler. 2012. Identifying plant traits to increase chickpea yield in water-limited environments. *Field Crops Research*. 133: 186–196.
- Soltani, A., and V. Maddah-Yazdi, 2010. Simple, applied programs for education and research in agronomy. Niak Press. (In Persian).
- Soltani, A., F. Akram-Ghaderi, and A. Fraji. 2005. Evaluation the effective traits on increasing yield of chickpea in Gorgan and Gonbad condition. Research Report of Project Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).
- Soltani, A., F.R. Khoie, K. Ghassemi-Golezani, and M. Moghaddam. 2000. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agriculture Water Management*. 49: 225-237.
- van Herwaarden, A.F., J. F. Angus, R.A. Richards, and G.D. Farquhar. 1998. Haying-off, the negative grain yield response of dry land wheat to nitrogen fertilizer. II. Carbohydrate and protein dynamics. *Australian Journal of Agricultural Research*. 49: 1083-1093.

## Simulation of Some Optimal Traits Related to Rain-Fed Wheat Yield at Urmia Conditions

Nabi Khalili agdam<sup>1\*</sup>

Received: May 2017, Revised: 2 May 2018, Accepted: 26 September 2018

### Abstract

For assessment of yield changes of wheat (cv. Sardari) and 14 modified genetically cultivars, a simulation experiment was conducted to select optimal plant characteristics based on maximum leaf area index, biomass of seed at filling time, biological yield, seed yield and harvest index, using SSM-Model in rain-fed conditions of urmia for 3 years (2011-2013). Results of simulations showed that the major effective parameter in increasing of grain yield was 20% decreasing in time till grain filling beginning (vegetative phase), 20% increasing in time till grain growth ending and 30 % inversing in radiation use efficiency. The maximum leaf area index, the highest biomass at grain filling time, biological yield, grain yield and harvest index were determined in modified cultivars like: C<sub>2</sub>, C<sub>12</sub>, and C<sub>8</sub> respectively which was made by increasing in vegetative phase, upgrading of flowering phase (grain filling phase) and improvement of radiation use efficiency (RUE). In cluster analysis which was used by three methods (mean linkage, single linkage and centroid), three groups were obtained: C<sub>12</sub> and C<sub>8</sub> in group 1, C<sub>11</sub> in group 2 and other cultivars in group 3 (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>, C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> and Sardari). Recognition analysis of functions indicated that the main effects on clustering of genotypes are LAImax and biomass at the beginning of seed growth. Results, as a whole, showed that it is necessary to take into account climatically changes, methods of increasing of grain filling period, earlier enterance to grain filling period and improvement of RUE in addition to achieving optimum LAI during vegetation growth period in wheat, because it could be the important impacts in increasing of grain yield of wheat.

**Key words:** Eugenic, Modified cultivar, Model, Urmia.

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

\* Corresponding Author: Nkhaliliaqdam@yahoo.com