



مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد چهارم، شماره دوم، تابستان ۹۰
۲۲۳-۲۳۸
ejcp.gau@gmail.com



بر آورد وراثت‌پذیری و ارتباط بین برخی صفات گندم دوروم با استفاده از لاین‌های خالص نوترکیب

لاله چالیش^۱ و *سعدهاله هوشمند^۲

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد،
^۲ استادیار دانشکده گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

به‌منظور ارزیابی برخی صفات، برآورد وراثت‌پذیری و ارتباط بین آن‌ها در گندم دوروم، یک جامعه شامل صد و چهار لاین خالص نوترکیب، در دو آزمایش گلدانی و شرایط مزرعه مورد مطالعه قرار گرفت. در شرایط گلدانی لاین‌های نوترکیب، والدین و ارقام شاهد در یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و در شرایط مزرعه در قالب طرح آگمنت مورد ارزیابی قرار گرفتند. در هر دو آزمایش نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار داشتند. تفکیک متجاوز معنی‌دار در اجزاء عملکرد همچون تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته مشاهده گردید. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی نشان داد که لاین‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و تعداد پنجه دارای تنوع ژنتیکی بیشتری بودند. قابلیت توارث‌پذیری، برای صفات وزن صد دانه، تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور، نسبتاً پائین و برای صفات ارتفاع، عملکرد دانه، طول سنبله، شاخص برداشت، روز تا گلدهی و تعداد دانه در بوته متوسط به بالا بود. شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند. بر مبنای نتایج تجزیه علیت اثر واقعی تعداد دانه در بوته بر عملکرد از نوع مستقیم بود اما شاخص برداشت بیشترین اثر را به صورت غیر مستقیم و از طریق تعداد دانه در بوته بر عملکرد داشته است؛ لذا تعداد دانه در بوته، اصلی‌ترین عامل کنترل‌کننده عملکرد دانه در جامعه گندم دوروم مورد بررسی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، وراثت‌پذیری، عملکرد دانه، رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه علیت.

* مسئول مکاتبه: s_hoshmand@yahoo.com

مقدمه

گندم دوروم (*Triticum turgidum*.var durum)، با تولید حدود ۶ تا ۸ درصد از کل گندم تولیدی دنیا، یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های زراعی غلات می‌باشد (رویو و همکاران، ۲۰۰۹) که کشت آن به دلیل تقاضا و همچنین قیمت بالای جهانی در حال افزایش است (هوشمند و همکاران، ۲۰۰۵). پروتئین بالا و استحکام گلوتن آن باعث شده است که این گندم بهترین ماده اولیه برای تولید ماکارونی باشد، هرچند در تهیه نان نیز از آن استفاده می‌گردد (تریبوی و همکاران، ۲۰۰۳). در به‌نژادی و تولید ارقام پر محصول، دسترسی به تنوع ژنتیکی، اطلاع از ساختار ژنتیکی و نحوه توارث صفات ضروری است تا با بهره‌برداری صحیح از این تنوع بتوان ارقام جدید با خصوصیات مورد نظر را تولید نمود. به‌عبارت دیگر تنوع ژنتیکی لازمه اصلی گزینش در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود صفات و تولید ارقام جدید و سازگار است. با ارزیابی لاین‌های خالص نوترکیب (جوامع ژنتیکی که به‌طور معمول از طریق روش بالک تک بذری از گیاهان F_2 حاصل از تلاقی دو لاین خالص، بدست می‌آیند) ضمن شناسایی لاین‌های پر محصول حاصل از تفکیک متجاوز، امکان تعیین پارامترهای ژنتیکی و توارث‌پذیری صفات متفاوت از جمله عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن فراهم می‌گردد (هوشمند، ۲۰۰۳). با توجه به اینکه افزایش عملکرد گندم از عمده‌ترین اهداف به‌نژادی گندم است، لذا بررسی تنوع ژنتیکی و نحوه توارث آن و سایر صفات مرتبط، به موفقیت بیشتر برنامه اصلاحی کمک می‌کند.

اکرام و تاناچ (۱۹۹۱) قابلیت توارث طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، در گندم دوروم را متوسط و پایین گزارش کردند در حالی‌که سوباش‌چاندر و همکاران (۲۰۰۹) وراثت‌پذیری بالایی را در گندم‌های تتراپلوئید برای صفات مذکور برآورد نمودند. دری و ایلدریم (۲۰۰۶) با مطالعه بر روی گندم دوروم نشان دادند که اثرات غیر افزایشی برای عملکرد دانه در بوته معنی‌دار هستند. در مطالعه اقبال و همکاران (۲۰۰۷) روی گندم‌های بهاره، قابلیت توارث‌پذیری عمومی برای شاخص برداشت و عملکرد دانه پائین ($<0/40$) و برای تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع گیاه بالا ($>0/40$) گزارش شد. به‌دلیل قابلیت توارث‌پذیری پائین در عملکرد دانه، انتخاب مستقیم برای اصلاح این صفت با پیشرفت کمی همراه است. اما این کار با انتخاب غیرمستقیم صفات مرتبط با آن امکان‌پذیر است (امیگوی و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعه‌ای نووسلوویک و همکاران (۲۰۰۴)، مقدار وراثت‌پذیری برای عملکرد دانه در هر بوته را ۷۸-۲۱ درصد و برای ارتفاع گیاه را ۸۱-۵۴ درصد، گزارش کردند. شارما (۱۹۸۵)، در مطالعه‌ای روی گندم بهاره، نشان داد که انتخاب برای شاخص برداشت مؤثر است و قابلیت

توارث پذیری برای شاخص برداشت حدود ۴۴ تا ۶۰ درصد محاسبه شد. کانت و همکاران (۲۰۰۱)، گزارش کرده‌اند که تعداد روز تا گلدهی تحت تأثیر اثرات افزایشی است. یائو و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای قابلیت توارث پذیری خصوصی بالایی برای طول سنبله گزارش نموده‌اند. در مطالعه طالعی و نورمحمدی (۱۹۹۴)، وراثت پذیری خصوصی صفات تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه در بوته، شاخص برداشت، عملکرد دانه در بوته و وزن هزار دانه بین ۳/۴ تا ۵۷/۲ درصد متغیر بود. در مطالعه‌ای مرضه و همکاران (۲۰۰۶) برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گندم نان تفکیک متجاوز گزارش نموده‌اند. از طرف دیگر وقتی اصلاح‌گران تلاش می‌کنند گیاهی را بهبود بخشند، علاقمند هستند که چند ویژگی یک فنوتیپ را به‌طور همزمان ارتقاء دهند. لذا اطلاع از میزان، جهت و علت همبستگی صفات مهم می‌باشد (هوشمند، ۲۰۰۳).

تجزیه علیت که در واقع روش رگرسیون جزء برای تفکیک واکنش‌های همبسته با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیر مستقیم است، اطلاعات سودمندی را برای دستیابی به سطوح بالای عملکرد گندم در مطالعات بعدی فراهم می‌آورد. همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد دانه در گندم دوروم (هوشمند و همکاران، ۲۰۰۵؛ سوباش‌چاندرا و همکاران، ۲۰۰۹) و در گندم نان (اقبال و همکاران، ۲۰۰۷) گزارش شده است. در مطالعه جینکل و همکاران (۱۹۹۸) بین عملکرد دانه گندم نان با تعداد دانه در واحد سطح که مبین تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در واحد سطح می‌باشد، همبستگی بسیار معنی‌داری مشاهده شده است. طالعی و بهرام‌نژاد (۲۰۰۳) و رضائی (۱۹۹۵) شاخص برداشت را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای گزینش در برنامه‌های به‌نژادی گندم دانسته‌اند. نصریان و همکاران (۲۰۰۷) و پوتا و همکاران (۲۰۰۵)، با انجام تجزیه علیت بر اهمیت وزن هزار دانه به‌عنوان معیار انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در گندم اشاره کرده‌اند.

با توجه به موارد ذکر شده، این بررسی به منظور ارزیابی لاین‌های خالص نوترکیب یک جامعه گندم دوروم در شرایط شهرکرد، برآورد قابلیت توارث عملکرد دانه و خصوصیات مرتبط و تعیین ارتباط بین صفات مورد مطالعه طرح‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

مواد ژنتیکی مورد استفاده در این پژوهش شامل یک جمعیت لاین‌های خالص نوترکیب شامل ۱۰۴ لاین خالص گندم دوروم به همراه والدین آنها (رقم AC Navigator و لاین G9580B-FE1C) و سه رقم شاهد (پریون-۱، دپیر-۶ و ماسارا-۱) بود. جمعیت نوترکیب پس از ۹ نسل خودگشتی و گزینش از طریق روش اصلاحی بالک تک بذری به دست آمده بود. ارزیابی این ژنوتیپ‌ها در دو آزمایش در گلدان و مزرعه در دانشگاه شهرکرد انجام گردید. در شرایط گلدانی لاین‌های جامعه، والدین و ارقام شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهار ۱۳۸۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این رابطه از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر که با مخلوطی از خاک، ماسه و کود پوسیده دامی پرگردیده بود به‌عنوان واحد آزمایشی استفاده گردید و در هر یک دو بذر کشت شد. در شرایط مزرعه ژنوتیپ‌های مذکور در قالب یک طرح آگمنت در خطوط کشتی به طول ۱/۵ متر و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در پیاده نمودن و تجزیه و تحلیل این طرح از روش پیشنهادی شارما (۲۰۰۶)، استفاده گردید. در این روش ژنوتیپ‌های شاهد چند مرتبه (در این آزمایش ۴ مرتبه) تکرار می‌گردند و بر مبنای اطلاعات حاصل از ارقام شاهد، جدول تجزیه واریانس تشکیل و از اطلاعات حاصل جهت مقایسه میانگین کل ژنوتیپ‌های مورد مطالعه استفاده می‌گردد. در این آزمایش عملیات آماده سازی زمین در پاییز ۱۳۸۴ انجام شد و کشت بذور ۲۰ اسفندماه صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوران داشت بدون استفاده از سموم شیمیایی و با استفاده از دست صورت گرفت. در مراحل داشت میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار ازت طی ۴ مرحله به خاک اضافه شد. صفات مورد ارزیابی شامل تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور در بوته، وزن صد دانه بر حسب گرم، عملکرد دانه در بوته بر حسب گرم شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته بود که در آزمایش گلدانی بر روی تک بوته و در آزمایش مزرعه بر مبنای میانگین ردیف یادداشت‌برداری گردیدند. وراثت‌پذیری برای صفاتی که در جدول تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ آنها معنی‌دار گردید، بر مبنای میانگین واحد آزمایشی و بر اساس

$$h^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma^2 / r) \quad \text{رابطه زیر محاسبه شد (هالوثر و کارنا، ۲۰۰۹):}$$

در این رابطه σ_g^2 جزء واریانس ژنتیکی و σ^2 واریانس خطای برآورد شده از طریق جدول تجزیه واریانس می‌باشد. در آزمایش مزرعه‌ای واریانس خطای حاصل از تجزیه واریانس داده‌های ژنوتیپ‌های

شاهد و والدین جامعه (هر یک با ۴ تکرار) به عنوان σ^2 و واریانس لاین‌های خالص نوترکیب به عنوان σ_g^2 در نظر گرفته شد. برتری لاینی از جامعه نسبت به والد برتر و یا ضعیف‌تر بودن لاینی نسبت به والد ضعیف به اندازه مقدار LSD به ترتیب به عنوان تفکیک متجاوز در جهت مثبت و منفی در نظر گرفته شد. جهت شناسایی ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد دانه از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد و با لحاظ نمودن ویژگی‌های موجود در مدل رگرسیونی، تجزیه علیت در دو آزمایش مزرعه و گلدانی انجام گردید. تجزیه‌های آماری به کمک نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

اثر ژنوتیپ در تجزیه واریانس آزمایش گلدانی و مزرعه برای کلیه صفات معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). این موضوع بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین لاین‌های نوترکیب و تنوع ژنتیکی قابل قبول از نظر صفات مورد مطالعه می‌باشد.

مقایسه میانگین صفات در دو محیط گلدان و مزرعه بیانگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین محیط‌ها برای برخی صفات می‌باشد (جدول ۱). به نحوی که به عنوان نمونه میانگین لاین‌های جامعه نوترکیب در شرایط مزرعه برای ارتفاع بوته (۷۴/۹ سانتی‌متر)، وزن صد دانه (۴/۲۶ گرم) و عملکرد دانه در بوته (۴/۲۵ گرم) به‌طور قابل توجهی بیش از شرایط گلدانی (به ترتیب ۴۳/۰ سانتی‌متر، ۳/۶ گرم و ۲/۹۳ گرم) بوده است. امکان توسعه بیشتر ریشه و دسترسی گیاه به عمق بیشتر خاک مزرعه و بهره‌برداری از امکانات موجود می‌تواند از دلایل عمده این تفاوت‌ها باشد. از طرف دیگر، برخی ویژگی‌ها همچون متوسط تعداد روز تا گلدهی در شرایط مزرعه کوتاه‌تر از شرایط گلدانی بوده است که احتمال دارد به خاطر برخورد با یک تنش همچون گرما طی این دوره در شرایط مزرعه باشد. با یک دیدگاه کلی تفاوت در بروز صفات در این دو محیط بیانگر تأثیر نقش شرایط رشد بر ویژگی‌های مورد بررسی در این جامعه گندم دوروم می‌باشد. با توجه به کم بودن قابلیت توارث‌پذیری اغلب صفات، این موضوع دور از انتظار نیست و مشاهدات زیادی در تأکید بر تأثیر محیط بر خصوصیات رشد، عملکرد دانه و اجزاء آن در غلات و از جمله گندم دوروم (هوشمند و همکاران، ۲۰۰۵؛ رویو و همکاران، ۲۰۰۹) و گندم نان (جینکل و همکاران، ۱۹۹۸؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۷؛ و ناصریان و همکاران، ۲۰۰۷) وجود دارد. انتظار می‌رود میانگین یک جامعه لاین‌های خالص نوترکیب با میانگین والدین آن اختلاف معنی‌دار نداشته باشد (هوشمند، ۲۰۰۳). مقایسه متعامد میانگین والدین با میانگین جامعه لاین‌های

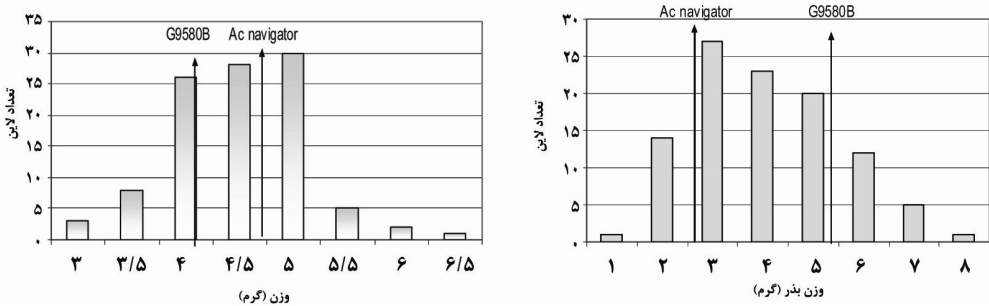
خالص نوترکیب در این پژوهش نشان داد به جز تعداد دانه در بوته در شرایط مزرعه اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود ندارد. اختلاف بین این دو میانگین (والدین و جامعه نوترکیب حاصل) می تواند ناشی از عوامل پیچیده کننده توارث همچون اثرات پایه مادری و یا اپیستازی بر صفت مذکور باشد. از طرف دیگر مقایسه دامنه تغییرات جامعه با ارزش والدین بیانگر انحراف لاینها نسبت به هر دو والد در جهت مثبت و منفی می باشد (جدول ۱). اما با لحاظ مقدار LSD به عنوان ملاک معنی دار بودن این انحراف و در نتیجه، وجود تفکیک متجاوز، مشخص گردید که به جز تعداد روز تا گلدهی در شرایط گلدانی و شاخص برداشت در شرایط مزرعه، تمامی صفات در هر دو شرایط آزمایشی در جهت مثبت تفکیک متجاوز معنی دار نشان داده اند. این در حالی است که به نظر می رسد تفکیک متجاوز معنی دار در جهت منفی بیشتر در صفات اجزاء عملکرد همچون تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه (در شرایط مزرعه) و عملکرد دانه در بوته دیده می شود. به عنوان مثال در حالی که عملکرد دانه در بوته برای G9580B-FE1C و AC Navigator (دو والد جامعه) در شرایط مزرعه به ترتیب ۵/۳۹ و ۵/۸۸ گرم بوده است، این عملکرد در لاین های نوترکیب حاصل از آنها بین ۰/۹۵ تا ۸/۱۱ گرم متغیر بود که مبین نقش تفکیک متجاوز در هر دو جهت مثبت و منفی در توارث این صفت می باشد. علاوه بر این ضرایب چولگی (جدول ۱) و نمودارهای توزیع فراوانی لاین های جامعه برای صفات مختلف بیانگر توزیع نرمال برای تقریباً کلیه صفات بود که به عنوان نمونه این توزیع برای دو صفت وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط مزرعه در شکل (۱) آورده شده است. با تعیین موقعیت والدین در این توزیع نیز بروز تفکیک متجاوز و تعداد لاین هایی که نسبت به والدین تفکیک نشان داده اند، مشخص می گردد. در صفت عملکرد دانه ۱۸ لاین نسبت به والد برتر عملکرد بیشتری نشان داده اند که می توان از آنها جهت انتخاب برای بهبود این صفت استفاده نمود. مرضه و همکاران (۲۰۰۶) برای صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در گندم نان تفکیک متجاوز گزارش نموده اند.

جدول ۱- میانگین صفات مورد بررسی در والدین و جامعه نوترکیب گندم دوروم حاصل از AC Navigator × G9580B-FE1C در شرایط گلدانی و مزرعه

LSD	جامعه نوترکیب			والدین		صفات
	دامنه	میانگین	ضریب چولگی	AC Navigator	G9580B-FE1C	
۲/۵۷	۷۰-۷۸	۷۵	۰/۰۹	۷۲	۷۷	گلدان
۲/۷۵	۶۹-۸۱	۷۵	۰/۱۲	۷۰	۷۳	مزرعه
۵/۲۶	۱۰۱-۱۱۰	۱۰۵/۶	۰/۰۵	۱۰۳	۱۰۴	گلدان
۷/۷۵	۹۸-۱۲۵	۱۰۸/۲	۰/۰۷	۱۰۳	۱۰۶	مزرعه
۵/۴۲	۲۷-۳۷	۳۰/۶	۰/۰۴	۳۱	۲۷	گلدان
۵/۸۱	۲۶-۴۸	۳۳/۲۰	۰/۱۰	۳۳	۳۳	مزرعه
۱/۸۷	۳-۹	۴/۷	۰/۲۷	۳/۶۶	۴/۳۳	گلدان
۱/۸۴	۴-۱۰	۵/۹	۰/۳۳	۶/۶	۵	مزرعه
۱/۲۰	۲-۴/۸	۳/۱	۰/۱۸	۲/۸۳	۲/۸۳	گلدان
۱/۳۵	۲-۸	۳/۸	۰/۲۲	۴/۸	۴	مزرعه
۵/۶۲	۳۵-۵۱/۷	۴۳/۰	۰/۰۲	۴۵/۸	۳۹/۳	گلدان
۵/۵۲	۵۳-۱۱۰/۸	۷۴/۹	۰/۰۳	۶۸/۶	۵۷/۸	مزرعه
۰/۷۱	۴-۶/۴	۵/۲	۰/۱۳	۴/۷	۵/۶	گلدان
۰/۷۵	۳/۸-۹	۶/۶۰	۰/۱۳	۵/۱	۶/۰	مزرعه
۰/۸۶	۲/۷-۵/۳	۳/۶۰	۰/۰۵	۳/۹۴	۲/۸۷	گلدان
۰/۸۵	۲/۷-۶/۴	۴/۲۶	۰/۱	۴/۷۳	۴/۱۱	مزرعه
۱۶/۴۸	۷-۱۴۷	۸۵/۳	۰/۱۱	۸۰	۸۳	گلدان
۱۳/۷۰	۲۶-۱۶۷	۹۸/۹	۰/۱۰	۱۲۷	۱۳۴/۴	مزرعه
۰/۸۴	۰/۶-۴/۶۳	۲/۹۳	۰/۱۷	۳/۰۹	۲/۳۴	گلدان
۱/۹۵	۰/۹۵-۸/۱۱	۴/۲۵	۰/۱۱	۵/۸۸	۵/۳۹	مزرعه
۵/۸۰	۱۵/۸-۵۹	۲۸/۲۷	۰/۱۲	۳۰/۹۷	۲۳/۴۷	گلدان
۷/۲۱	۱۳/۱-۳۹/۵	۲۶/۱۷	۰/۰۸	۲۳/۸۳	۳۷/۳۵	مزرعه

تنوع بالا بین ژنوتیپ‌ها امکان بهبود صفات در آینده را فراهم می‌آورد و به طور خاص میزان تنوع ژنتیکی در تعیین سودمندی انتخاب مؤثر است (سویاش چاندرا و همکاران ۲۰۰۹). در هر دو شرایط گلدانی و مزرعه بالاترین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای عملکرد دانه در بوته و پس از آن برای تعداد دانه در بوته مشاهده گردید (جدول ۲). همچنین وزن صد دانه و تعداد پنجه از ضرایب تنوع

ژنتیکی و فنوتیپی نسبتاً بالایی برخوردار بودند. وجود تنوع‌پذیری ژنتیکی و فنوتیپی در بررسی گندم تتراپلوئید توسط سوباش‌چاندرا و همکاران (۲۰۰۹) و در گندم نان توسط مرضه و همکاران (۲۰۰۶) و دری و ایلدریم (۲۰۰۶) گزارش شده است. در سایر صفات ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی متوسط و نسبتاً پایین بود. از طرفی تفاوت جزئی بین ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی برای صفاتی همچون تعداد روز تا گلدهی و طول سنبله نشان‌دهنده نقش بیشتر ژنوتیپ و تأثیر کمتر محیط بر این صفات است. علاوه بر این، مقایسه دو محیط گلدانی و مزرعه برای ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی صفات مورد مطالعه (جدول ۲) و همچنین دامنه تغییرات لاین‌های جامعه نوترکیب (جدول ۱) بیانگر تنوع بیشتر در شرایط مزرعه بوده است. این موضوع می‌تواند مؤید آن باشد که، برای دستیابی به حداکثر تنوع جهت انتخاب می‌بایست یک جامعه را در شرایط محیطی مطلوب کشت نمود (هالوثر و کارنا، ۲۰۰۹). بالاترین میزان قابلیت توارث‌پذیری در شرایط گلدانی (۰/۷۷) و در شرایط مزرعه (۰/۷۲) مربوط به تعداد روز تا گلدهی بود (جدول ۲). همچنین تعداد دانه در بوته، به عنوان یکی از اجزاء عملکرد دانه، نیز وراثت‌پذیری نسبتاً بالایی (۰/۷۶ و ۰/۶۷ به ترتیب در شرایط گلدانی و مزرعه) داشت.



شکل ۱- توزیع فراوانی لاین‌های نوترکیب گندم دوروم برای عملکرد دانه در بوته (سمت راست) و وزن صد دانه (سمت چپ) در شرایط مزرعه.

عملکرد دانه در بوته و اغلب صفات دیگر از وراثت‌پذیری متوسط و یا پایین برخوردار بودند. با توجه به اینکه واریانس ژنتیکی بین لاین‌های خالص نوترکیب معادل دو برابر واریانس افزایشی است (هوشمند، ۲۰۰۳)، بنابراین وراثت‌پذیری برآورد شده برای صفات را می‌توان از نوع خصوصی دانست. لذا انتظار می‌رود صفات با قابلیت توارث‌پذیری بالا بیشتر تحت کنترل اثرات ژنتیکی افزایشی ژن‌ها

باشند و از طرف دیگر مقدار کم وراثت‌پذیری در برخی صفات بیانگر نقش کم تنوع ژنتیکی افزایشی و یا انعطاف‌پذیری فنوتیپی آن صفت می‌باشد. وراثت‌پذیری برآورد شده در این بررسی با نتایج کانت و همکاران (۲۰۰۱)، اقبال و همکاران (۲۰۰۷) و سوباش‌چاندرا و همکاران (۲۰۰۹) برای تعداد روز تا گلدهی یا تعداد روز تا رسیدگی؛ ارتفاع بوته با اقبال و همکاران (۲۰۰۷) و کانت و همکاران (۲۰۰۱)؛ طول سنبله با طالعی و نورمحمدی (۱۹۹۴) و یائو و همکاران (۲۰۰۴)؛ عملکرد دانه با نوسلوویک و همکاران (۲۰۰۴)، اقبال و همکاران (۲۰۰۷) و دری و ایلدریم (۲۰۰۶) و نهایتاً با طالعی و نورمحمدی (۱۹۹۴) و شارما (۱۹۸۵) برای تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت مطابقت داشت. عدم مطابقت وراثت‌پذیری برخی صفات با مطالعات ذکر شده می‌تواند ناشی از مواد ژنتیکی و شرایط محیطی مورد استفاده باشد. همبستگی بین صفات در شرایط گلدانی و مزرعه روند مشابهی داشت، هرچند از لحاظ عددی و در برخی موارد سطح معنی‌دار شدن تفاوت وجود داشت (جدول ۳). عملکرد دانه در بوته در هر دو شرایط مزرعه و گلدانی همبستگی بالایی را با تعداد دانه در بوته (به ترتیب $r = 0.93^{**}$ و $r = 0.71^{**}$) و شاخص برداشت (به ترتیب $r = 0.82^{**}$ و $r = 0.69^{**}$) نشان داد. این همبستگی‌های ساده بالا می‌تواند ایده اولیه را جهت لحاظ این ویژگی‌ها برای گزینش لاین‌های با عملکرد بهتر درگندم دوروم در اختیار ما قرار دهد. همچنین بین عملکرد دانه با وزن صد دانه، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، اما ارتباط آن با ویژگی‌های فنولوژیکی معنی‌دار نبود. نتایج مشابهی از ارتباط مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه در بوته با تعداد پنجه در بوته و طول سنبله با تعداد روز تا گلدهی توسط سوباش‌چاندرا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. در مطالعه جینکل و همکاران (۱۹۹۸) در شرایط مطلوب زراعی، عملکرد دانه گندم نان با تعداد دانه در واحد سطح که مبین تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در واحد سطح می‌باشد، همبستگی بسیار معنی‌داری مشاهده شده است. رضائی (۱۹۹۵)، با توجه به ارتباط بین عملکرد دانه با شاخص برداشت، شاخص برداشت را به‌عنوان معیاری جهت گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در گندم مطرح کرد.

جدول ۲- برآورد ضرایب تنوع و قابلیت توارث صفات در جامعه لاین‌های نوترکیب گندم دوروم حاصل از **G9580B-FE1C × AC Navigator** در شرایط گلدانی و مزرعه.

صفات	شرایط گلدانی		شرایط مزرعه	
	ضریب تنوع (CV) %		ضریب تنوع (CV) %	
	توارث پذیری	ژنتیکی	توارث پذیری	ژنتیکی
روزتا گلدهی (روز)	۲/۱	۲/۴	۰/۷۷	۲/۹
روز تا رسیدگی (روز)	۳/۲	۳/۳	۰/۶۸	۵/۱
طول دوره پر شدن دانه (روز)	۲/۲	۳/۹	۰/۵۹	۴/۳
تعداد پنجه	۸/۵	۱۶/۸	۰/۲۶	۱۹/۹
تعداد پنجه بارور	۷/۸	۱۴/۱	۰/۲۴	۱۶/۲
ارتفاع (سانتی متر)	۴/۹	۶/۸	۰/۵۲	۱۰/۱
طول سنبله (سانتی متر)	۶/۰	۷/۸	۰/۵۸	۹/۱
وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	۶/۲	۱۰/۸	۰/۳۳	۱۸/۵
تعداد دانه در بوته	۲۰/۱	۲۲/۹	۰/۷۶	۲۶/۹
عملکرد دانه در بوته (گرم)	۲۰/۳	۲۷/۴	۰/۵۵	۲۹/۲
شاخص برداشت (درصد)	۱۴/۵	۱۸/۳	۰/۶۲	۱۹/۳

در مطالعه اقبال و همکاران (۲۰۰۷)، عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت داشته است. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در بوته به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۴ آورده شده است. نتایج مؤید ضرایب همبستگی بود و تعداد دانه در بوته به‌عنوان اولین متغیر توجیه‌کننده تغییرات عملکرد دانه در بوته وارد مدل گردید و به‌ترتیب ۸۶/۶۶ و ۵۰/۲۴ درصد از تغییرات این ویژگی را در شرایط مزرعه و گلدان توجیه نمود. وزن صد دانه و شاخص برداشت تنها متغیرهای بعدی بودند که وارد مدل شدند و مجموعاً ۹۶/۷۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را در شرایط مزرعه و ۶۹/۴۶ درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را در شرایط گلدانی توجیه نمودند. لذا می‌توان این سه ویژگی را به‌عنوان اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد دانه در این جامعه گندم دوروم نام برد که با افزایش مقدار آنها می‌توان عملکرد دانه را بهبود بخشید. طالعی و بهرام نژاد (۲۰۰۳) با بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن بر روی گندم‌های بومی غرب ایران، شاخص برداشت را به‌عنوان یکی از مهمترین معیارهای گزینش در برنامه‌های به‌نژادی گندم دانسته‌اند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه در جامعه لاین‌های نوترکیب گندم دوروم در شرایط گلدانی (بالای قطر) و در شرایط مزرعه (پائین قطر).

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- عملکرد دانه در بوته	-	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۴۸ ^{ns}	۰/۶۹ ^{ns}	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}
۲- تعداد دانه در بوته	۰/۹۳ ^{ns}	-	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۷۰ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	-۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	-۰/۰۱ ^{ns}
۳- وزن صد دانه	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	-	۰/۴۰ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	-۰/۰۶ ^{ns}	۰/۱۹ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}
۴- شاخص برداشت	۰/۸۲ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	-	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}
۵- روز تا گلدهی	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۱۲ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۲۶ ^{ns}	-	۰/۳۰ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	-۰/۰۲ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۳۷ ^{ns}
۶- روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	-۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	-	۰/۰۰۸ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}
۷- ارتفاع	۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۰۹ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	-۰/۱۶ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-	۰/۲۱ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}
۸- طول سنبله	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}	-۰/۰۶ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	-	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}
۹- تعداد پنجه	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}	-۰/۲۶ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	-۰/۱۶ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۴۴ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}	-	۰/۵۸ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}
۱۰- تعداد پنجه بارور	۰/۳۷ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	-۰/۱۷ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	-۰/۰۸ ^{ns}	-۰/۳۶ ^{ns}	-۰/۲۳ ^{ns}	۰/۸۲ ^{ns}	-	۰/۰۸ ^{ns}
۱۱- طول دوره پر شدن دانه	-۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	-۰/۰۱ ^{ns}	-۰/۳۳ ^{ns}	۰/۶۲ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	-۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	-۰/۰۳ ^{ns}	-

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ^{ns}: عدم معنی داری.

جدول ۴- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در لاین‌های نوترکیب گندم دوروم در شرایط گلدان و مزرعه.

ضریب تبیین	ضرایب رگرسیون			عرض از مبدأ	شرایط	صفت
	X ₃	X ₂	X ₁			
۵۰/۲۴	-	-	۰/۰۱۸	۰/۰۵۲	گلدان	تعداد دانه در بوته (X ₁)
۸۶/۶۶	-	-	۰/۰۴۲	۰/۰۳۶	مزرعه	
۶۷/۴۶	-	۰/۴۴۴	۰/۰۱۷	-۱/۴۴	گلدان	وزن صد دانه (X ₂)
۹۶/۶۹	-	۰/۶۹۳	۰/۰۴۲	-۲/۹۰۶	مزرعه	
۶۹/۴۶	۰/۰۱۴	۰/۳۷۵	۰/۰۱۴	-۱/۵۹	گلدان	شاخص برداشت (X ₃)
۹۶/۷۳	۰/۰۰۶	۰/۶۷۸	۰/۰۴۱	-۲/۹۱۹	مزرعه	

با توجه به اینکه وراثت‌پذیری تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت نسبت به عملکرد دانه در بوته بالاتر بود؛ لذا انتخاب ژنوتیپ‌ها بر مبنای تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت می‌تواند با افزایش دانه‌ها و همچنین انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها در نهایت افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشته باشد. نتایج تجزیه علیت که ضرایب همبستگی ساده را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم شکسته و به‌عنوان روشی سودمند در تعیین معیار انتخاب برای عملکرد دانه است، نشان داد که تعداد دانه در

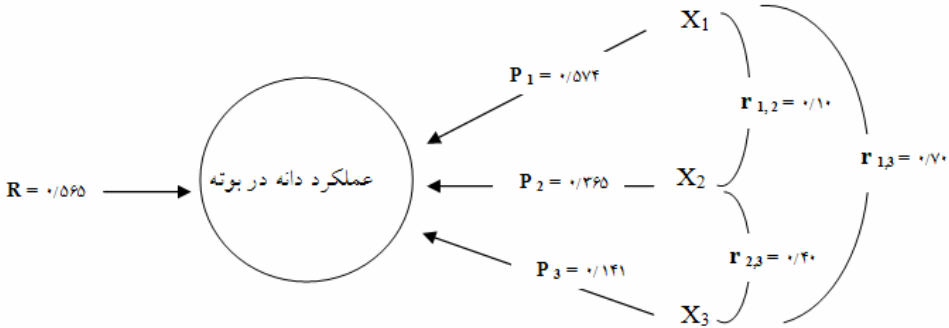
بوته با اثرات مستقیم ۰/۸۷۹ و ۰/۵۷۴ به ترتیب در شرایط مزرعه و گلدان دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه در بوته بود (جدول ۵ و شکل ۲). پس از آن وزن صد دانه بیشترین اثر مثبت خود را به صورت مستقیم بر عملکرد دانه داشته است. همبستگی بالای شاخص برداشت با عملکرد دانه در بوته بیشتر به دلیل اثر غیر مستقیم آن از طریق تعداد دانه در بوته بوده است. لذا در جامعه مورد مطالعه تعداد دانه در بوته، اصلی ترین عامل کنترل کننده عملکرد دانه می باشد و به عنوان مهم ترین جزء عملکرد دانه، می تواند برای گزینش ژنوتیپ های با پتانسیل عملکرد دانه بیشتر استفاده شود. ناصریان و همکاران (۲۰۰۷) و بوته و همکاران (۲۰۰۵)، با انجام تجزیه علیت بر اهمیت وزن هزار دانه به عنوان معیار مؤثر انتخاب برای اصلاح عملکرد دانه در گندم اشاره کرده اند.

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل توجهی از نظر صفات مهم زراعی و اقتصادی در بین لاین های خالص نوترکیب مورد بررسی در این تحقیق وجود دارد. لذا بسته به هدف برنامه های اصلاحی، جمعیت مورد مطالعه زمینه ژنتیکی مناسبی را جهت انتخاب ژنوتیپ های برتر فراهم می کند. تفکیک متجاوز معنی دار در جهت مثبت بیشتر در اجزاء عملکرد همچون تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه (در شرایط مزرعه) و عملکرد دانه در بوته دیده می شود؛ که از آن می تون در جهت انتخاب لاین های برتر استفاده نمود. وراثت پذیری خصوصی عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به بقیه صفات متوسط بود و انتخاب مستقیم ژنوتیپ های با عملکرد دانه بالا نمی تواند اثر مطلوبی داشته باشد؛ اما با توجه به وراثت پذیری بالا و نقش تأثیرگذار برخی اجزای عملکرد بر عملکرد دانه و همچنین همبستگی بالای آنها با عملکرد دانه می توان از آنها به عنوان شاخص انتخاب برای بهبود عملکرد دانه استفاده کرد.

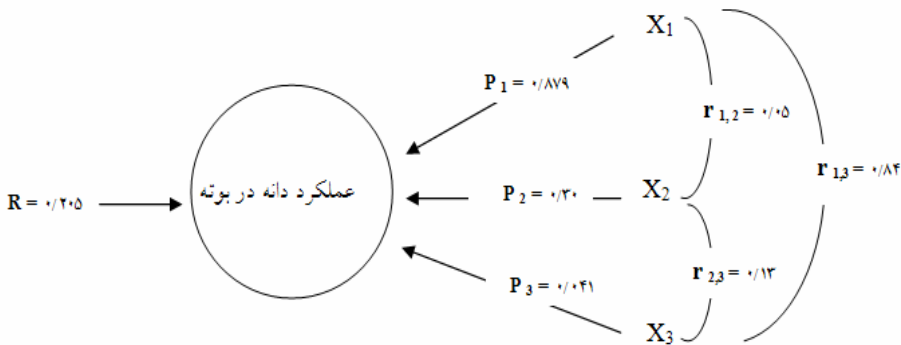
جدول ۵- نتایج تجزیه علیت؛ اثرات مستقیم (روی قطر) و اثرات غیرمستقیم (سایر داده ها در ستون) صفات بر عملکرد دانه در جامعه نوترکیب گندم دوروم در شرایط گلدانی و مزرعه

صفات	شرایط گلدانی			شرایط مزرعه			
	X ₁	X ₂	X ₃	باقیمانده	X ₁	X ₂	X ₃
تعداد دانه در بوته (X ₁)	۰/۵۷۴	۰/۰۵۷	۰/۴۰۱	۰/۸۷۹	۰/۰۴۳	۰/۷۳۸	باقیمانده
وزن صد دانه (X ₂)	۰/۰۳۶	۰/۳۶۵	۰/۱۴۶	۰/۰۱۵	۰/۳۰	۰/۰۳۹	۰/۲۰۵
شاخص برداشت (X ₃)	۰/۰۹۹	۰/۰۵۶	۰/۱۴۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۵	۰/۰۴۱	
همبستگی	۰/۷۱	۰/۴۸	۰/۶۹	۰/۹۳	۰/۳۵	۰/۸۲	

با در نظر گرفتن این‌که اثر واقعی تعداد دانه در بوته بر عملکرد از نوع مستقیم بود اما شاخص برداشت بیشترین اثر را به صورت غیر مستقیم و از طریق تعداد دانه در بوته بر عملکرد داشته است؛ لذا به نظر می‌رسد در جامعه مورد مطالعه تعداد دانه در بوته، اصلی‌ترین عامل کنترل‌کننده عملکرد دانه باشد.



(الف)



(ب)

شکل ۲- دیاگرام تجزیه علیت صفات بر عملکرد دانه در جامعه نوترکیب گندم دوروم در

شرایط گلدانی (الف) و مزرعه (ب).

X_1 , X_2 و X_3 به ترتیب تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت، و R مقدار باقیمانده را نشان می‌دهد.

منابع

- Bhutta, W.M., Javaid, A.M., and Anwar-ul-Haq Muhammad, I. 2005. Cause and effect relations of yield components in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) under normal conditions. *Bioline Inter.* 17: 7-12.
- Dere, S., and Yildirim, M.B. 2006. Inheritance of grain yield per plant, flag leaf width, and length in an 8 x 8 Diallel cross population of bread wheat (*T. aestivum* L.). *Turk. J. Agric.* 30: 339-345.
- Eqbal, M., Nabavi, A., Salmon, D.F., Yang, R.C., and Spaner, D. 2007. Simultaneous selection for early maturity, increased grain yield and elevated grain protein content in spring wheat. *Plant Breed.* 126: 244-250.
- Ginkel, V.M., Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tian-you, C., Paragas, L.R., Trethwan, R.M., Sayre, K., Crossa, J., and Rajaram, S. 1998. Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. *Euphytica.* 100: 109-121.
- Hallauer, A.R., and Carena, M.J. 2009. Maize Breeding. In: Carena M.J. Handbook of Plant Breeding, Vol. 3, Cereals Springer Sci. 430Pp.
- Houshmand, S. 2003. The Genetical Analysis Of Quantitative Traits. ShahreKord Univ. Pub. 462Pp.
- Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S.A.M., and Feizi, M. 2005. Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. *Field Crops Res.* 91: 345-354.
- Ikram, U.H., and Tanach, L. 1991. Diallel analysis of grain yield and other agronomic traits in durum wheat. *Rachis News.* 10: 8-13.
- Kant, L., Mani, V.P., and Gupta, H.S. 2001. Winter x spring wheat hybridization – a promising avenue for yield enhancement. *Plant Breed.* 120: 255.
- Marza, F., Bai, G.H., Carver, B.F., and Zhou, W.C. 2006. Quantitative trait loci for yield and related traits in the wheat population Ning7840 x Clark. *Theo. Appl Genet.* 112: 688–698.
- Naserian, B., Asadi, A.A., Rahimi, M., and Ardakani, M.R. 2007. Evaluation of wheat cultivars and mutants for morphological and yield traits and comparing of yield components under irrigated and rain fed conditions. *Asian. J. Plant Sci.* 6: 214-224.
- Novoselovic, D., Drezner, G., Baric, M., Gunjaca, J., and Lalic, A. 2004. Quantitative inheritance of some wheat plant traits. *Genet. Mol. Biol.* 27 (1): 92-98.
- Omoigui, L.O., Ishiyaku, M.F., Kamara, A.Y., Alabi, S.O., and mohammed, S.G. 2006. Genetic variability and heritability studies of some reproductive traits in cowpea. *African J. Biotech.* 5: 1191-1195.
- Rezaei, A. 1995. Study of harvest index and vegetative rate as a selection index in wheat breeding programs. *Iranian, J. Agric. Sci.* 26: 55-65.

- Royo C., Elias, M., and Manthey, F.A. 2009. Durum Wheat Breeding. In: Carena M.J. Handbook of Plant Breeding, Vol. 3, Cereals: Springer Sci. 430pp.
- Sharma, R.C. 1985. Harvest index in winter wheat: breeding and genetic studies (*Triticum aestivum* L., stability, heritability, seeding rate, combining ability). Ph. D. Thesis -Oklahoma State University.
- Sharma, J.R. 2006. Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding. New Age. International. Ltd. 429 pp.
- Subhashchandra, B., Lohithaswa, H.C., Desai A.S., and Hanchinal, R.R. 2009. Assessment of genetic variability and relationship between genetic diversity and transgressive segregation in tetraploid wheat. Karnataka J. Agric. Sci., 22 : 36-38.
- Taleei, A., and Nourmohammadi, Gh. 1994. Calculation of general and specific inheritability in 3 hybridizations of bread wheat. Iranian, J. Agric. Sci. 25(4): 79-86.(In Persian)
- Taleei, A., and Bahram-Nejad, B. 2003. A study of relationship between yield and its components in landrace populations of wheat from western parts of Iran using multivariate analysis. Iranian, J. Agric. Sci. 34(4): 949-959.
- Triboi, E., Marter, P.T., and Blondel, A.M. 2003. Environmentally induced changes in protein composition in developing grains of wheat are related to changes in total protein content. J. Exper Bot. 54: 1731-1742.
- Yao, J., Yao, G., Yang, X., Qian, C., and Wang, S. 2004. Analysis on the combining ability and heritability of the spike characters in wheat. Acta. Agri. Shanghai. 20: 32-36.

Estimate of Heritability and Relationship of Some Durum Wheat Characters Using Recombinant Inbred Lines

L. Chalish¹ and *S. Houshmand²

¹Former M.Sc. student Dept. of Agronomy and plant breeding, College of Agriculture, ShahreKord University, ShahreKord, ²Assistant Prof. Dept. of Agronomy and plant breeding, College of Agriculture, ShahreKord University, ShahreKord

Abstract

The aim of this study was evaluation of some of characters, estimation of their heritability and their relationship in 104 recombinant inbred lines population of durum wheat under pot and field conditions. The inbred lines, their parents and control genotypes were evaluated in completely randomized design in 3 replications at pot study and in augment design at field condition. Analysis of variance indicated that genotypes were significantly different for all of the traits in both conditions. Transgressive segregation was significant for the traits especially for yield grain and related traits. Coefficients of genotypic and phenotypic variability revealed recombinant inbred lines had more genetic variation for grain yield, number of seed per plant, harvest index and number of tiller. Heritability was relatively low for number of tiller, number of fertile tiller and 100 seed weight and was medium and high for height, grain yield, head length, harvest index, days to flowering, and number of seed per plant. Harvest index and number of seed per plant had highest correlation with grain yield. Path analysis showed that number of seed per plant had direct effect on grain yield while harvest index contributed indirectly to grain yield via seed number per plant. Hence it seems that number of seed per plant is main character to explain the variation of grain yield in the studied durum wheat population.

Keywords: Durum wheat; Heritability; Grain yield; Stepwise regression, Path analysis.

*Corresponding Authors; Email: s_hoshmand@yahoo.com