نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره اول، بهار ۹۲
۱۹۱-۲۰۳
http://ejcp.gau.ac.ir

(گزارش کوتاه علمی)

مقایسه ارقام مختلف گندم و بررسی روابط بین صفات آن‌ها با استفاده از روش‌های آماری یک و چندمتغیره

*سعید نواب‌پور[۱] و گزل کاظمی[۲]

[۱]استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۵

چکیده

به‌منظور تعیین مطلوب‌ترین صفات برای افزایش غیرمستقیم عملکرد ارقام مختلف گندم، آزمایشی با استفاده از ۵ رقم گندم شامل ارقام زاگرس، تجن، دوروم، کوهدشت و لاین N81-18 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. در این مطالعه شاخص‌های رشد (سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص) و صفات تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، وزن هزاردانه عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. بالاترین عملکرد دانه متعلق به لاین N81-18 بود. لاین N81-18 در مقایسه با سایر ارقام دارای بالاترین تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در بوته بود. نتایج همبستگی‌های ساده بیان‌گر آن بود که بین عملکرد دانه و شاخص برداشت همبستگی بالایی وجود داشت. نتایج تجزیه علیت صفات نشان داد که بیش‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه متعلق به وزن سنبله بود. از بین شاخص‌های رشد، بیش‌ترین اثر مستقیم منفی مربوط به شاخص سطح برگ بود. از آن‌جایی‌که همبستگی بین شاخص سطح برگ با عملکرد بیش‌ترین مقدار مثبت را داشت، می‌توان نتیجه گرفت که عوامل غیرمستقیم باعث این همبستگی شده است. همچنین همبستگی بین شاخص سطح برگ با وزن سنبله بیش‌ترین مقدار مثبت را دارا بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه علیت، عملکرد دانه، گندم

* مسئول مکاتبه: s.navabpour@gau.ac.ir

مقدمه

برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز جمعیت رو به رشد جهان، لازم است تولیدات کشاورزی در مدت زمانی نه چندان طولانی افزایش چشم‌گیری پیدا کنند. غلات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بیش‌ترین اهمیت را در تغذیه انسان دارند و در این بین گندم مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند. با توجه به این مسأله افزایش عملکرد دانه یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاحی گندم می‌باشد (عسگری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۸)، انتخاب براساس بیش‌تر صفات مرفولوژیک وابسته به عملکرد دانه مانند اجزای آن به‌دلیل آسانی اندازه‌گیری و وراثت‌پذیری به‌نسبت بالا، ممکن است روشی سریع و مطمئن برای غربال جوامع گیاهی برای بهبود عملکرد دانه باشد (ییلدریم و همکاران، ۱۹۹۳). علاوه‌بر این، عملکرد دانه صفت کمی پیچیده‌ای است که تا حد زیادی تحت‌تأثیر حاصل‌خیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می‌گیرد. به‌دلیل تعداد زیاد ژن کنترل‌کننده عملکرد و تأثیر عوامل محیطی در آن، قابلیت توارث آن پایین است، بنابراین برای افزایش عملکرد در روش‌های اصلاحی انتخاب بر مبنای اجزای عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (فرشادفر، ۱۹۹۱). در روش‌های اصلاحی با استفاده از مبانی ژنتیک کمی، از برآورد نحوه وراثت اجزای عملکرد و تعیین اثرات ژنی این اجزا می‌توان در جهت افزایش عملکرد دانه اقدام نمود (فرشادفر، ۱۹۹۷). قبل از برآورد نحوه وراثت اجزای عملکرد باید رابطه آن‌ها با عملکرد و به‌عبارت دیگر همبستگی بین عملکرد و اجزای آن محاسبه گردد و با توجه به عوامل مؤثر در ایجاد تنوع، یعنی ژنوتیپ و محیط میزان تأثیر اجزای عملکرد بر آن مشخص گردد (محمدی و خدام‌باشی، ۲۰۰۸). در این زمینه نتایج به‌دست آمده توسط کاواسیم و برم (۱۹۹۸) بیان‌گر آن است که بین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در سنبله اصلی گیاه گندم همبستگی منفی وجود دارد، بنابراین انتخاب برای ارتفاع متوسط گیاه در ضمن حفظ سنبله‌های بزرگ با تعداد دانه قابل‌قبول به‌عنوان شاخص انتخاب پیشنهاد گردید. در مطالعات مربوط به عملکرد از روش تجزیه علیت برای بررسی اثرات صفات مؤثر بر عملکرد و روابط بین آن‌ها استفاده می‌شود. با کمک این روش می‌توان همبستگی بین عملکرد و اجزای آن را تفکیک و عمیقاً بررسی نمود (فرشادفر، ۱۹۹۷). روش تجزیه علیت به‌عنوان ابزاری برای تعیین اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش ماهیت همبستگی‌های ساده را نشان داده و میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای وابسته را تعیین می‌کند (فرشادفر، ۱۹۹۷). برخی از پژوهشگران همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه را در گندم گزارش کرده‌اند، هر چند که بین

عملکرد و تعدادی از اجزای آن رابطه مثبت وجود دارد، اما وجود همبستگی‌های منفی بین بعضی از اجزای عملکرد باعث شده است که امکان گزینش برای همه اجزا به‌طور هم‌زمان به‌عنوان عاملی در افزایش عملکرد سودمند نباشد (سوقی و همکاران، ۲۰۰٦). از آن‌جایی‌که معمولاً بین صفات مرتبط با عملکرد همبستگی منفی وجود دارد و با توجه به روابط پیچیده صفات با یکدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چندمتغیره برای درک عمیق‌تر روابط بین صفات، بهره برد (محمدی و خدام‌باشی، ۲۰۰۸). برخی پژوهش‌گران نتیجه گرفتند که تعداد پنجه بارور و ارتفاع بوته از اجزای اصلی عملکرد دانه در گندم می‌باشند (سوقی و همکاران، ۲۰۰٦). در این رابطه، طالعی و بهرام‌نژاد (۲۰۰۳) با ارزیابی تعداد ٤٦۷ مورفوتیپ گندم بومی غرب کشور از طریق تجزیه علیت، نشان دادند که صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، طول سنبله و عرض برگ پرچم اثر مستقیم و معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. رحیم‌سروش و همکاران (۲۰۰٤)، نشان دادند که ضرایب همبستگی فنوتیپی و ژنوتیپی تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه پر در خوشه، وزن خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی کامل با عملکرد در برنج، مثبت و معنی‌دار بود. همچنین ابوذری گزاف‌رودی و همکاران (۲۰۰٦)، با بررسی همبستگی فنوتیپی و ژنتیکی نشان دادند که تعداد ساقه بارور، تعداد کل پنجه و تعداد دانه در خوشه با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند. بنابراین برای افزایش نسبی هر یک از صفات وابسته می‌توان از صفات مؤثر و مرتبط با آن سود جست.

با توجه به مطالب ذکر شده این مطالعه به‌منظور مقایسه ارقام مختلف گندم و بررسی ارتباط و تعیین سهم عوامل مؤثر بر عملکرد دانه و برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم اجزای آن بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۵٤ درجه و ۳۰ دقیقه و ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. ابعاد کرت‌های آزمایشی ٤×۳ متر بود. ۳۳۰ بوته در مترمربع برای تراکم نهایی بوته در نظر گرفته شد که به‌صورت ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۱/۵ سانتی‌متر روی ردیف اجرا گردید. ارقام مورد بررسی زاگرس، تجن، کوهدشت، دوروم و لاین N81-18 بود. در

این مطالعه صفاتی مانند شاخص‌های رشد (سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص)، تعداد پنجه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. پس از یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری صفات، داده‌های به‌دست آمده برای صفات مختلف توسط نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین داده‌ها با روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای برآورد شاخص‌های رشد از مقادیر وزن خشک اندام هوایی به‌دست آمده در واحد سطح (مترمربع) برای هر رقم استفاده گردید. برای تعیین تغییرات شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب (ماده‌سازی) خالص به‌ترتیب از رابطه‌های ۱، ۲، ۳ و ٤ استفاده گردید (جوادی و همکاران، ۲۰۰۷).

$$LAI = (LA / GA) \quad (۱)$$

$$CGR = (W_۲ - W_۱)/(T_۲ - T_۱) \quad (۲)$$

$$RGR = (Ln\ W_۲ - Ln\ W_۱)/(T_۲ - T_۱) \quad (۳)$$

$$NAR = CGR \times [(Ln\ LA_۲ - Ln\ LA_۱)/(LA_۲ - LA_۱)] \quad (٤)$$

که در آن‌ها، LA: سطح برگ (مترمربع)، W: وزن خشک گیاه (گرم)، T: زمان نمونه‌برداری و GA: سطح زمین (مترمربع) می‌باشند.

برای بررسی اولیه روابط بین صفات، ضریب همبستگی بین صفات محاسبه گردید. برای درک بیش‌تر روابط بین صفات و شناسایی خصوصیاتی که بیش‌ترین نقش را در تغییرات عملکرد دانه ایفا می‌کنند و هم‌چنین برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد از روش رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS استفاده گردید.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) بین ارقام از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در بوته و وزن سنبله در بوته تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها برای این صفات نشان داد که لاین N81-18 و تجن به‌ترتیب دارای بالاترین و کم‌ترین عملکرد دانه بودند (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین مربعات منابع تغییر برای ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در ارقام گندم مورد مطالعه.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد پنجه	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن سنبله در بوته	وزن هزاردانه
بلوک	۳	۰/۱۵^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۰/۰۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۲٤^{ns}	۱/۸٦^{ns}	۰/۰۰٦۹^{ns}	۲/۵۷^{ns}
رقم	٤	۰/۵۸*	۱/۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱۲^{ns}	۰/۰۲۳**	۱۱/۲٦^{ns}	۰/۰۷۲**	۲۲/۸^{ns}
خطا	۱۲	۰/۱٦	۰/۲۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱٦	۰/۰۰۳۱	٤/۳٦	۰/۰۰٤۳	۱۲/۳۳

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}غیرمعنی‌دار.

لاین N81-18 در مقایسه با سایر ارقام دارای بالاترین تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در بوته بود (جدول ۲). رقم تجن با این‌که بیش‌ترین تعداد سنبله در بوته را داشت اما از نظر عملکرد دانه کم‌ترین مقدار را دارا بود. تعداد دانه در سنبله در ارقام مورد کشت، متفاوت بود به‌طوری‌که در لاین N81-18 بیش‌ترین و در رقم کوهدشت کم‌ترین تعداد دانه در سنبله به‌دست آمد. براساس این نتایج به‌نظر می‌رسد تأثیر تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله در بوته از تعداد سنبله در بوته بر عملکرد دانه بیش‌تر بود (جدول ۲). تعداد دانه در سنبله در گندم در محدوده وسیع‌تری از نظر زمانی تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که هر عامل محدودکننده از شروع جوانه‌زنی تا مرحله گرده‌افشانی ممکن است موجب کاهش تعداد دانه شود، بنابراین تأثیر آن روی عملکرد دانه مهم‌تر به‌نظر می‌رسد. گزارش شده است که بهبود عملکرد در درجه اول ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله است (کافی و همکاران، ۲۰۰۵). در بیش‌تر منابع موجود تعداد پنجه، تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه از عوامل مؤثر بر عملکرد معرفی شده‌اند (آرمینیان و همکاران ۲۰۱۰؛ آیینه و همکاران، ۲۰۰۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین ارقام گندم برای صفات مورد ارزیابی.

ارقام	عملکرد (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت	تعداد سنبله در بوته	وزن سنبله در بوته (گرم)
N81-18	٦/۵۰^{a}	۱۵/۵٦^{a}	۰/٤۱^{a}	۱/٦٦^{b}	۱/۵۳^{a}
زاگرس	٦/۲٦^{ab}	۱۵/۰۳^{ab}	۰/٤۱^{a}	۱/۷۰^{b}	۱/۳٤^{b}
دوروم	۵/۸٦^{abc}	۱٤/۳۰^{b}	۰/٤۰^{a}	۱/۷۱^{b}	۱/٦٤^{a}
کوهدشت	۵/٦۰^{bc}	۱٤/۱۳^{b}	۰/۳۹^{ab}	۱/٦٤^{b}	۱/۳۵^{b}
تجن	۵/٤۰^{c}	۱٤/٦۰^{ab}	۰/۳۷^{b}	۱/۸٦^{a}	۱/۲٦^{b}
LSD5%	۰/۷۵	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۲

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند (P≤۰/۰۵).

در بسیاری از موارد پیشرفت ژنتیکی در مورد خصوصیات فیزیولوژیک گندم به‌دلیل وجود همبستگی قوی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت است (سوقی و همکاران، ۲۰۰٦). در این مطالعه نیز بین عملکرد دانه و شاخص برداشت همبستگی بالایی مشاهده شد (جدول ۳). از آن‌جا که شاخص برداشت، نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است، افزایش شاخص برداشت در صورت کافی بودن اندام‌های فتوسنتزکننده منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد، زیرا در پایان دوره رشد گیاه، مقدار قابل‌توجهی از مواد فتوسنتزی ساخته‌شده در طول دوره رشد به دانه‌ها وارد می‌شوند. رضایی (۱۹۹٦) با توجه به ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت آن را به‌عنوان معیاری برای گزینش لاین‌های با عملکرد بالا در گندم مطرح نمود.

در تجزیه علیت صفات به‌علت ارتباط بالای دو صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه که موجب هم‌خطی بین متغیرهای مستقل می‌شوند، در مدل وارد نشده‌اند. تجزیه علیت صفات (جدول ٤) نشان داد که بیش‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه متعلق به وزن سنبله و سپس تعداد سنبله بود. جدول ۵ نیز سهم عمده ٦۵/۵۷ درصدی صفت وزن سنبله در توجیه تنوع عملکرد دانه گندم را در مدل مشخص ساخت. حسن‌پور و همکاران (۲۰۰۸) نیز در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که وزن سنبله و وزن هزاردانه بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند. با توجه به اثر مستقیم بالای این دو صفت بر عملکرد دانه، می‌توان آن را به‌عنوان معیاری برای گزینش ارقام با عملکرد بالا در گندم مطرح نمود.

تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه به‌ترتیب بزرگ‌ترین اثرات مستقیم منفی را دارا بودند. با توجه به این‌که همبستگی این دو صفت با عملکرد مثبت می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که عوامل غیرمستقیم باعث همبستگی شده است و باید مجموع عوامل تأثیرگذار را به‌طور هم‌زمان مدنظر قرار داد و شرایطی را ایجاد نمود تا اثرات مستقیم حداکثر شوند. بنابراین گزینش این صفات می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و تولید ارقامی با عملکرد دانه در واحد سطح بیش‌تر گردد. البته این امر با توجه به نقش جبرانی این اجزا تا زمانی که تعادل بین منبع و مخزن برقرار باشد، امکان‌پذیر است (زینلی و همکاران، ۲۰۰٦). بهترین مدل در این مطالعه نیز با توجه به جدول ۵ مدلی بود که تعداد دانه در سنبله در آن وجود داشت و با حذف آن ضریب تبیین کاهش قابل‌ملاحظه‌ای نشان داد. در این زمینه چودری و همکاران (۲۰۰۰) بیان داشتند که صفاتی مانند تعداد پنجه و وزن هزاردانه از اجزاء مهم و اصلی وابسته به عملکرد در گندم می‌باشند که می‌توانند منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله و افزایش

عملکرد دانه گردند. مطالعه عوامل غیرمستقیم نشان داد که هر دو صفت مورد بررسی، از طریق وزن سنبله بر عملکرد دانه مؤثر بوده‌اند که چنان‌چه بیان گردید وزن سنبله نیز بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. همبستگی منفی بین این دو صفت (تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه) نشان می‌دهد که با افزایش یکی از آن‌ها، دیگری کاهش می‌یابد. از آن‌جایی‌که حداکثر عملکرد دانه در یک شرایط معین دارای حد خاصی می‌باشد، بنابراین با افزایش تعداد دانه، وزن دانه کاهش می‌یابد (نیستانی و همکاران، ۲۰۰۵). در این مطالعه بین صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه و تعداد سنبله در بوته با تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله همبستگی منفی مشاهده شد. این روابط منفی بیان‌گر نقش تعادلی اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه می‌باشند. به‌عبارت دیگر افزایش تعداد دانه در سنبله و ایجاد مخازن فتوسنتزی متعدد از یک طرف و محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی از طرف دیگر ممکن است از دلایل کاهش وزن دانه در اثر افزایش تعداد دانه در سنبله باشد (عسگری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۸). پارودا و همکاران (۱۹۷٤) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه را گزارش کرده‌اند. در حالی‌که باگنارا و همکاران (۱۹۷۲) همبستگی معنی‌داری را بین این دو صفت مشاهده نکردند.

برگ‌ها اندام اصلی دریافت‌کننده نور و مهم‌ترین محل انجام فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم افزایش می‌یابد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). از بین شاخص‌های رشد، بیش‌ترین اثر مستقیم منفی مربوط به شاخص سطح برگ بود از آن‌جایی‌که همبستگی بین شاخص سطح برگ با عملکرد بیش‌ترین مقدار مثبت را داشت می‌توان نتیجه گرفت که عوامل غیرمستقیم باعث این همبستگی شده است و باید مجموع عوامل تأثیرگذار را به‌طور همزمان مدنظر قرار داد. همچنین همبستگی بین شاخص سطح برگ با وزن سنبله بیش‌ترین مقدار مثبت را داشت (جدول ۳). همه شاخص‌های رشد (RGR، CGR و NAR) نیز به‌طور غیرمستقیم از طریق شاخص سطح برگ بر عملکرد دانه تأثیرگذار بودند. با توجه به جدول ٤ مشاهده می‌شود که شاخص سطح برگ با تأثیر غیرمستقیم از طریق وزن سنبله بر عملکرد دانه مؤثر بود. به‌طوری‌که در تجزیه گام به گام نیز مشاهده شد با حذف شاخص سطح برگ، R^2 (ضریب تبیین) از ٦١/٥٤ درصد به ٤٦/٨٩ درصد کاهش یافت. در محصولات زراعی، سرعت رشد محصول وابستگی زیادی به سرعت جذب خالص و شاخص سطح برگ دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹).

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف.

صفات	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد پنجه	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن سنبله	وزن هزاردانه	LAI	CGR	RGR	NAR
عملکرد دانه	۱											
عملکرد بیولوژیک	۰/۸٤**	۱										
شاخص برداشت	۰/۸۸**	۰/٤۸	۱									
تعداد پنجه	۰/٤۸	۰/۵۳	۰/۳۲	۱								
تعداد سنبله در بوته	-۰/۱٦	۰/۰۷	-۰/۳۳	-۰/۱۵	۱							
تعداد دانه در سنبله	۰/۲٦	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۱۰	-۰/٤۵	۱						
وزن سنبله	۰/۳٤	۰/۱۱	۰/٤٦	۰/۳۳	-۰/۳۱	۰/۵۷*	۱					
وزن هزاردانه	۰/۱۹	-۰/۰۳	۰/۳٤	۰/۲۹	۰/۰۱	-۰/۱۹	۰/٦۹*	۱				
LAI	۰/۱٤	-۰/۰۱	۰/۲٤	۰/۱۷	-۰/۳٤	۰/۵۰	۰/۸۵**	۰/۵۹	۱			
CGR	۰/۳۳	۰/٤۷	۰/۱۱	-۰/۰۰٤	۰/۲٦	۰/۰۵	-۰/٤۲	-۰/۵٦	-۰/٦۷*	۱		
RGR	-۰/٤٤	-۰/٤۲	-۰/۳۵	-۰/۱۲	-۰/۲٦	۰/۵۰	-۰/۵۵*	-۰/۲۲	-۰/٤۵	-۰/۱۸	۱	
NAR	-۰/٦	-۰/٤	-۰/٦۲*	-۰/٤۵	۰/۷٤*	-۰/۵۳	-۰/۵۷*	-۰/۲۵	-۰/۵۸*	۰/۱٦	۰/۲۲	۱

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ٤- ضرایب تجزیه علیت برای عملکرد دانه و صفات وابسته.

صفات	اثرات مستقیم	اثرات غیرمستقیم از طریق								همبستگی با عملکرد
		تعداد پنجه	تعداد سنبله در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن سنبله	وزن هزاردانه	LAI	CGR	RGR	NAR	
تعداد پنجه	۰/۰۰۳۳	.....	−۰/۰۵۸۲	−۰/۰٤۷٦	۰/۲٦۹٤	−۰/۱۰٤۹	−۰/۱۲٤۱	−۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۳۷	۰/۵۰۸۵	۰/٤۸
تعداد سنبله در بوته	۰/۳۸۷۹	−۰/۰۰۰۵	.....	۰/۲۱٤۲	−۰/۲۵۳۰	−۰/۰۰۲۵	۰/۲٤۸۲	۰/۰۰۸۹	۰/۰۷۳۱	−۰/۸۳٦۳	−۰/۱٦
تعداد دانه در سنبله	−۰/٤۷۵۹	۰/۰۰۰۳	−۰/۱۷٤٦	.....	۰/٤٦۵۳	۰/۰٦۸۷	−۰/۳٦۵۰	۰/۰۰۱۷	۰/۱٤۰۵	۰/۵۹۹۰	۰/۲٦
وزن سنبله	۰/۸۱٦۲**	۰/۰۰۱۱	−۰/۱۲۰۳	−۰/۲۷۱۳	.....	−۰/۲٤۹٦	−۰/٦۲۰٦	−۰/۰۱٤٤	۰/۱۵٤٦	۰/٦٤٤۲	۰/۳٤
وزن هزاردانه	−۰/۳٦۱۷	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۲۷	۰/۰۹۰٤	۰/۵٦۳۲	.....	−۰/٤۳۰۷	−۰/۰۱۹۲	۰/۰٦۱۸	۰/۲۸۲۵	۰/۱۹
LAI	−۰/۷۳*	۰/۰۰۰٦	−۰/۱۳۱۹	−۰/۲۳۸۰	۰/٦۹۳۸	−۰/۲۱۳٤	.....	−۰/۰۲۳۰	۰/۱۲٦۵	۰/٦۵۵۵	۰/۱٤
CGR	۰/۰۳٤۲	−۰/۰۰۰۰۱	۰/۱۰۰۹	−۰/۰۲۳۸	−۰/۳٤۲۸	۰/۲۰۲٦	۰/٤۸۹۱	.....	۰/۰۵۰٦	−۰/۱۸۰۸	۰/۳۳
RGR	−۰/۲۸۱۰	−۰/۰۰۰٤	−۰/۱۰۰۹	۰/۲۳۸۰	−۰/٤٤۸۹	۰/۰۷۹٦	۰/۳۲۸۵	−۰/۰۰٦۲	.....	−۰/۲٤۸٦	−۰/٤٤
NAR	−۱/۱۳۰۰*	−۰/۰۰۱۵	۰/۲۸۷۱	۰/۲۵۲۲	−۰/٤٦۵۳	۰/۰۹۰٤	۰/٤۲۳٤	۰/۰۰۵۵	−۰/۰٦۱۸	.....	−۰/٦۰

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۵- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل.

متغیر حذف شده از مدل	عرض از مبدأ	ضرایب رگرسیون								ضریب تبیین
		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	
CGR	۳۸۰۹۵	-۶۰۶/۳۳	۱۸۴۳/۳۶	-۶۵۶/۱۵	۱۳۹۸۶	-۴۵۴/۲۶	-۹۷۳/۷۶	-۱۱۳۵۲۴	-۸۶۰/۶۳	۰/۷۲۴۲
تعداد پنجه	۳۶۰۲۷	۱۶۴۷/۲۱	-۵۹۷/۹۵	۱۲۷۰۰	-۴۱۱/۲۰	-۹۵۱/۴۹	-۱۱۸۸۶۵	-۸۱۹/۰۳*		۰/۷۲۳۴
تعداد سنبله در بوته	۴۲۶۵۸	-۶۱۶/۳۶	۱۲۵۱۰	-۴۰۵/۸۱	-۹۷۷/۱۸	-۱۸۲۳۷۳*	-۶۸۵/۵۳*			۰/۷۱۱۱
وزن هزاردانه	۲۳۳۳۶	-۶۵/۸۲	۱۳۶۳/۷۴	-۱۰۶۶/۴۱	-۱۶۳۵۰۶	-۵۹۵/۵۴**				۰/۶۸۶۰
وزن سنبله	۲۵۳۹۶	-۵۸/۳۲	-۶۷۲/۰۹	-۱۹۰۱۶۵*	-۶۳۰/۴۵**					۰/۶۵۵۷
تعداد دانه در سنبله	۲۱۳۵۲	-۷۱۳/۹۷	-۱۵۷۴۴۸*	-۵۵۴/۲۵**						۰/۶۱۵۴
LAI	۱۴۶۸۷	-۱۰۷۶۸۷	-۳۸۵/۶۰*							۰/۴۶۸۹
RGR	۸۴۴۹/۵۰	-۴۴۰/۲۰*								۰/۳۶۷۴

*معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

منابع

1.Abouzarigazafroudi, A., Honarnezhad, R., Fotoukian, M.H., and Alami, A. 2006. Study of correlation agronomic traits and path analysis in rice. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. 10: 99-106.
2.Aeineh, Gh., Mamghani, L., and Siadat, A. 2001. Correlation and path analysis grain yield with some agricultural traits in five genotypes Dourom wheat in four level of nitrogen in Ahvaz weather conditions. Agric. Know. 1: 41-48. (In Persian)
3.Arminian, A., Houshmand, S., and Shiran, B. 2010. Evaluation the relationships between grain yield and some of its related traits in a doubled-haploid bread wheat population. Elec. J. Crop Prod. 3: 21-38. (In Persian)
4.Askarinia, P., Saeidi, G., and Rezai, A. 2008. Assessment genotype× environment interaction in ten wheat cultivars with regression and path coefficient analysis. Elec. J. Crop Prod. 1: 64-81. (In Persian)
5.Bagnara, D., Poukhalski, V.A., Rossi, L., and Pukhal-Skii, V.A. 1972. Inheritance of grain weight in durum wheat cultivars and mutant lines. Gen. Agr. 26: 247-277.
6.Cavassim, J.E., and Borem, A. 1998. Correlation in six wheat populations. Revista Ceres. 45: 555-566.
7.Chowdhry, M.A., Ali, M., Subhani, G.M., and Khaliq, I. 2000. Path coefficient analysis for water use efficiency, evapo-transpiration efficiency, transpiration efficiency and some yield related traits in wheat. Pak. J. Biol. Sci. 3: 313-317.
8.Farshadfar, A. 1997. Methodology of plant breeding. Press Razi University. 616p.
9.Farshadfar, A. 1991. Plant introducing genetics in breeding. Press center of Azad-e-eslami University. 339p.
10.Hasanpour, J., Kafi, M., and Mirhadr, M.J. 2008. The effect drought stress on yield and some physiological traits. Agric. Sci. Iran. 1: 165-177. (In Persian)
11.Javadi, H., Rashed Mohasel, M.H., Zamani, Gh.R., Azari Nasr Abadi, E., and Musavi, Gh.R. 2007. Effect of plant density on growth indices in four grain sorgum cultivars. Iran J. Field Crops Rec. 4: 265-253.
12.Kafi, M., Jafarnejad, A., and Jami Al-Ahmadi, M. 2005. Wheat ecology, physiology and yield estimate (translation). Ferdowsi University of Mashhad Press. 478p.
13.Mohammadi, S.H., and Khodam-Bashi, E. 2008. Correlation and path analysis for yield with F_2 diallel cross. Res. Agric. 4: 21-27.
14.Neyestani, A., Mahmoudi, A.A., and Rahimnia, F. 2005. Path coefficient analysis and estimation of heritability for yield and its components in different genotypes of barley. J. Agron. 7: 55-66.
15.Paroda, R.S., Joshi, A.B., and Solanki, K.R. 1974. Path coefficient analysis for ear characters in wheat. Cereal Res. Commun. 2: 77-85.

16.Rahimsouroush, H.R., Mesbah, M., Hossainzadeh, A., and Bozorgipour, R. 2004. Genetic and phenotypic variability and cluster analysis for qualitative traits of rice. Seed and Plant. 20: 167-182.
17.Rezaei, A. 1996. The relationship between flour quality and high molecular weight of glotenin sub unit in wheat. Agric. Sci. Iran. 1: 11-21.
18.Sarmadnia, G.H., and Koucheki, A. 1989. Crop physiology. Jahad-e-Daneshgahi Press. Mashhad. 400p.
19.Soughi, H.A., Kalateh, M., and Abroudi, S.A.M. 2006. Stability analysis of grain yield and traits relationships of bread wheat advanced lines in Gorgan. Paj. Saz. 70: 56-62. (In Persian)
20.Taleei, A.R., and Bahram-Nezhad, B. 2003. The study on the relationship of yield and yield components in southern Iranina local wheats. Agric. Sci. Iran. 34: 949-959. (In Persian)
21.Yildrim, M., Budak, N., and Arshas, Y. 1993. Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turk. J. Field Crops. 1: 11-15.
22.Zeynali, H., Mirlohi, A.F., and Safaei, L. 2006. Evaluating the relationship of plant grain yield with yield components of sesame genotypes. Agron. Sci. Res. 2: 1-9.

EJCP., Vol. 6 (1): 191-203
http://ejcp.gau.ac.ir

(Short Technical Report)

Study the relations between grain yield and related traits in wheat by path analysis

***S. Navabpour[1] and G. Kazemi[2]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Plant Breeding and Biotechnology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]M.Sc. Graduate, Dept. of Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 05/19/2012; Accepted: 02/03/2013

Abstract

In order to determine the best traits related to indirect increasing of grain yield, five wheat genotypes (*Zagros, Tajan, Durum cul., Kohdasht and N-81-18 line*) were evaluated by using randomized complete block design (RCBD) with 4 replications in research field of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Recourses. The studied traits included leaf area index (LAI), crop growth rate (CGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), number of tiller, number of spike per plant, number of grain per spike, spike weight, grain weight, biological yield, harvest index and grain yield. The most grain yield was belonged to N-81-18 line. This line showed most number of grain per spike and spike weight in comparison with other genotypes. The results showed, there was significant correlation between grain yield and harvest index in all genotypes. The results of path analysis showed spike weight had the most direct effect on grain yield, in most genotype. Among of growth indices LAI had most negative direct effect, since correlation between leaf area and grain yield was significantly positive; therefore, the last correlation should be via indirect effect.

Keywords: Grain yield, Path analysis, Wheat, Yield component

* Corresponding author; Email: s.navabpour@gau.ac.ir