مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹
صفحات ۱۷-۷

بررسی روابط همبستگی و علّی صفات مورفولوژیک در لاین‌های سینتتیک گندم

Study on Correlation and Causation relations of Morphological traits in synthetic wheat liens

کیومرث نورخلج[۱]، منوچهر خدارحمی[۱]، اشکبوس امینی[۲]، محسن اسماعیل زاده[۲] و رامین صادق قول مقدم[۱]
(Nourkhalaj.k@gmail.com)

چکیده

با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی و همچنین اهمیت خویشاوندان وحشی گیاهان به عنوان ژرم پلاسم طبیعی و یک منبع عظیمی از تنوع ژنتیکی، مطالعه و تحقیق بر روی خویشاوندان وحشی گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، بدین منظور آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۸۷ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح آلفا لاتیس در دو تکرار بر روی ۶۹ لاین گندم سینتتیک دریافت شده از سیمیت به همراه ۷ شاهد آزمایش (بم، سیستان، بهار، روشن، کویر، پیشتاز و اکبری) اجرا گردید. در این آزمایش ۲۰ صفت مورفولوژیک اندازه‌گیری شد. از میان تمامی صفات مورد آزمایش عملکرد بیولوژیک بالاترین میزان همبستگی (۰/۷۷**) را با عملکرد دانه داشت. با استفاده از رگرسیون گام به گام پنج صفت عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، طول میان‌گره دوم و عرض دانه به عنوان صفات تاثیر گذار وارد مدل شدند که ۹۵/۲٪ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند. در ادامه برای یافتن روابط علّی صفات، تجزیه علیت برای عملکرد دانه انجام شد که بزرگترین اثرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به صفات عملکرد بیولوژیک (۰/۶۸۵) و شاخص برداشت (۰/۵۶۹) و بزرگترین تاثیر مستقیم و منفی مربوط به صفت ارتفاع گیاه (۰/۱۷۴-) می‌باشد.

واژه های کلیدی: تنوع، گندم سینتتیک، همبستگی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

۱- دانشگاه آزاد اسلامی،واحد کرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در سال های اخیر افزایش رشد جمعیت و بروز بحران غذایی برای اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه و فقیر و مزایای مختلفی که گندم در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی دارد این گیاه را تبدیل به ابزار سیاسی اقتصادی کرده است (قاسم‌زاده، ۱۳۸۵). متخصصین پیش‌بینی می‌کنند که تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضا برای گندم ۴۰ درصد افزایش پیدا کند لـذا افزایش سـریع تولید گندم ضروری می‌باشد (Broun *et.al,* 1998 and Rejesus *et.al,* 1996). در این راستا علوم مختلف جهت دستیابی به این هدف به کمک بخش کشاورزی آمدند که بی تردید از کلیدی‌ترین آنان، اصلاح نباتات است (یزدی‌صمدی و عبدمیشانی، ۱۳۸۳). تنوع ژنتیکی اساس اصلاح نباتات و ماده خام و ضروری برای آن می باشد (Nevo *et.al,* 1982). با بالارفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه، دامنه انتخاب خواه طبیعی و خواه مصنوعی وسیع‌تر خواهد شد (عبدمیشانی و شاه نجات بوشهری، ۱۳۷۷). خویشاوندان وحشی به دلیل خالص بودن و دارا بودن تبادلات ژنتیکی با ارقام زراعی یک نقش خیلی مهم در کشاورزی و تغییرات آن دارند، به عنوان مثال می‌توان انتقال مقاومت به خشکی به درون گندم و خویشاوندانش با استفاده از تلاقی‌های اصلاحی را بیان کرد

(Valkonen & Rokka 1998,.Valkoun 2001.Azzu &
.(Cottette 2008,.Maxted.2003,.Meilleor & Hogkin.2004

گندم‌های سینتیک هگزاپلوئید از تلاقی بین گونه‌های *Triticum turgidum* (۲n=۲۸) و *Aegilops tauschii* (۲n=۱۴) و با دو برابر شدن کروموزوم‌ها تولید می‌شود و یک روش مناسب برای انتقال ژن در سطوح پلوییدی به ویژه از نمونه‌های وحشی *Aegilops tauschii* است. این آمفی‌پلوییدها نه فقط منبعی برای مقاومت به آفات بوده بلکه برای صفاتی که از نظر وراثتی پیچیده هستند کاربرد دارد.

.(mujeeb-kazi 2001,virareal *et.al*,2001)

در تحقیقی جهت مقایسه بین گندم‌های مشتق شده از لاین‌های سینتیک با والدین دوره‌ایشان مشخص شد بیش از ۸۰ درصد از گندم‌های مشتق شده از لاین‌های سینتیک به طور معنی‌داری برای صفت وزن دانه (Kernel weight) از والدین دوره‌ایشان برتر شدند (Del blanco *et.al*.2001). در ارزیابی انفرادی گندم‌های سینتیک در شمال استرالیا مشخص شد که وزن دانه و سرعت پر شدن دانه و عملکرد لاین‌های سینتیک در مقایسه با والدین دوره‌ایشان بیشتر است (Rattey *et. al*.2008).

نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی، ژنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بر روی ۲۰ لاین گندم نان در شرایط آبی و دیم نشان داد که برای افزایش عملکرد دانه به ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را بایستی افزایش داد. و به دلیل محدودیت آبی، برای افزایش برداشت باید عملکرد کاه را نسبت به عملکرد دانه کاهش داد. همچنین این بررسی نشان داد که برای افزایش عملکرد در شرایط بدون تنش از بین اجزای عملکرد دانه به ترتیب تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزاردانه بایستی افزایش یابند (نورمند موید، ۱۳۷۵). یودین و همکاران اظهار داشتند که در گندم ژنوتیپ‌های دارای تعداد دانه در سنبله و وزن هزادانه بالاتر عملکرد بیشتری در واحد سطح تولید می‌شود (Uddin *et.al,* 1997). نورخلج و همکاران (۱۳۸۹) در آزمایشی که در فصل زراعی ۸۸-۸۷ بر روی گندم‌های مشتق شده از لاین‌های سینتیک انجام دادند بیان نمودند که بالاترین میزان همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک بوده (**۰/۸۰۵) و در رگرسیون گام به گام صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد روز تا گرده افشانی، طول پدانکل و طول بیرون آمدگی پدانکل وارد مدل شدند و انجام تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان دهنده تاثیر مثبت و بالای مستقیم عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و طول بیرون آمدگی پدانکل بر افزایش عملکرد بود. محمدی و همکارن (۱۳۸۱) با بررسی بر روی تنوع ژنتیکی و جغرافیایی لاین‌های بومی گندم نان ایران بیشترین همبستگی فنوتیپی (**۰/۹۶) را مربوط به صفات وزن کل دانه‌های هر لاین و وزن دانه در

Archive of SID
www.SID.ir

سنبله اعلام کردند. آردونی و همکاران (Arduini *et.al,* 2006) در آزمایشاتی که بر روی گندم دوروم انجام دادند دریافتند که افزایش در عملکرد لزوماً در نتیجه افزایش تعداد دانه در واحد سطح بود و بین این دو پارامتر رابطه مثبتی پیدا کردند. در مطالعه آن‌ها تعداد دانه در واحد سطح در ابتدا به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و در درجه دوم به میانگین بالاتر وزن دانه وابسته بود. هدف از اجرای این آزمایش تعیین همبستگی بین صفات با عملکرد دانه و مشخص نمودن صفات موثر و همچنین تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه می‌باشد.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۸۷ در مزرعه بخش غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه در ارتفاع ۱۳۱۲ متری از سطح دریا بر روی ۶۹ لاین سینتتیک دریافت شده از سیمیت و هفت شاهد آزمایش (بم، سیستان، بهار، روشن، کویر، پیشتاز و اکبری) در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار اجرا شد. تمامی لاین‌ها بر اساس ۲۰ صفت مورفولوژیکی تعداد روز تا سنبله دهی، تعداد روز تا گرده افشانی، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، طول سنبله، طول بیرون آمدگی پدانکل، طول میان گره دوم، طول دانه، عرض دانه، دوره پر شدن دانه (اختلاف روز تا رسیدن فیزیولوژیک با روز تا گرده‌افشانی) و سرعت پر شدن دانه (وزن تک دانه تقسیم بر مدت پر شدن دانه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملیات زراعی تهیه زمین شامل شخم کلشی در تابستان، یک نوبت دیسک، دو نوبت ماله متقاطع، کودپاشی و ایجاد فارو بوده و میزان کودهای شیمیایی مصرفی بر اساس آزمون خاک تعیین شد که تمامی کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم (۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تمامی کود فسفاته از منبع فسفات آمونیوم (۹۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت پایه و کود ازته از منبع اوره در دو نوبت پایه و سرک (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در ابتدای رشد بهاره به زمین داده شد تامین گشت. در این آزمایش هر لاین در دو خط دو متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر کشت شد. میزان بذر مصرفی با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع محاسبه گردید. عملیات آبیاری به صورت نرمال انجام گرفت. برای مبارزه با علفهای هرز پهن برگ از علف‌کش گرانستار به میزان ۲۰ گرم در هکتار و برای مبارزه با علف های هرز باریک برگ از علف‌کش پوما سوپر(Puma super) به میزان ۱/۲ لیتر در مرحله پنجه‌زنی تا ساقه رفتن استفاده شد. همبستگی فنوتیپی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام گرفت. همچنین برای تعیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه، از روش رگرسیون گام به گام استفاده گردید و در انتها به منظور بررسی روابط علی و اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه از تجزیه علیت استفاده گردید. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزارهای Alpha lattice، Path، SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

همبستگی فنوتیپی برای صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام گرفت، همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تعداد سنبله در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۵۶) را با عملکرد دانه دارد که می‌توان چنین استنباط نمود که لاین‌هایی با تعداد سنبله در واحد سطح بیشتر دارای عملکرد بالاتری می‌باشند همچنین این مطلب نشان دهنده این موضوع است که این لاین‌ها توانسته‌اند حداکثر استفاده از منابع موجود را برده در نتیجه تعداد سنبله بیشتری را تولید نمایند. همچنین با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح تعداد دانه در واحد سطح نیز افزایش می‌یابد ولی وزن هزار دانه کاهش یافته و به همین دلیل است که وزن هزار دانه با عملکرد همبستگی منفی و معنی‌داری (*۰/۲۳-) دارد. بین

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری(**۰/۳۳) در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد که دلالت بر این موضوع دارد که در برنامه‌های اصلاحی برای افزایش یا کاهش دوره رشد می‌توان با بررسی تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک یک تخمین مناسب و قابل قبولی از طول دوره رسیدگی گیاه مورد مطالعه داشت و انتخاب را سریع‌تر انجام داد. بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (**۰/۷۷)، این امر بدیهی به نظر می‌رسد زیرا عملکرد بیولوژیک شامل عملکرد دانه و عملکرد کاه می‌باشد.

بین عملکرد دانه با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۷۶) وجود دارد که بیان کننده این مطلب است که با افزایش شاخص برداشت عملکرد دانه افزایش یافته است. از آنجایی که یکی از راه‌های افزایش شاخص برداشت، افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور همزمان است و همان‌طور که در جدول همبستگی مشاهده می‌شود همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت بیشتر از همبستگی میان عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (*۰/۲۵) است و همچنین با وجود همبستگی مثبت میان عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت می‌توان نتیجه گرفت که هر چه شاخص برداشت بیشتر می‌شود عملکرد دانه به میزان بیشتری نسبت به عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد. بین تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا سنبله‌دهی با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد. میان تعداد روز تا سنبله‌دهی و طول پدانکل و تعداد روز تا سنبله‌دهی و ارتفاع گیاه و همین‌طور تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. اسپیرتز و همکاران همبستگی مثبتی را بین طول دوره پرشدن دانه و عملکرد دانه گندم بهاره گزارش کردند (Spiertz *et al*,. 1971) که در این آزمایش هم دیده شد. تعداد سنبله در مترمربع به عنوان یکی از صفات تاثیر گذار بر عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت متوسط و معنی‌داری (**۰/۵۶) با صفت عملکرد دانه می‌باشد. بالاترین میزان همبستگی را با صفت عملکرد بیولوژیک (**۰/۷۰) دارا بوده است. مقدار مثبت این همبستگی بیانگر اهمیت طول سنبله در افزایش عملکرد بیولوژیک بوده و در پی آن افزایش محصول را شامل خواهد شد. همبستگی مثبت، متوسط و خیلی معنی‌دار این صفت با صفت ارتفاع گیاه می‌تواند نشان دهنده اهمیت ارتفاع گیاه در افزایش محصول باشد. صفت تعداد دانه در مترمربع با همبستگی مثبت و متوسط خود (**۰/۶۳) با عملکرد دانه دارای تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد دانه می‌باشد. صفت تعداد دانه در مترمربع بیشترین همبستگی (**۰/۹۰) را با صفت تعداد دانه در سنبله داشته که این همبستگی بعد از همبستگی تعداد روز تا سنبله‌دهی با تعداد روز تا گرده‌افشانی (**۰/۹۳) بالاترین میزان همبستگی را به خود اختصاص داده است. وزن هزار دانه با صفت تعداد دانه در مترمربع و تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی دارد که این نشان دهنده این موضوع است که هر چه تعداد دانه بیشتر شود وزن هزاردانه آن نیز کاهش می‌یابد. همبستگی منفی بین تعداد دانه در سنبله و صفات طول بیرون‌آمدگی پدانکل و طول میان‌گره دوم بیانگر این مطلب می‌باشد که تحت شرایط بدون تنش با افزایش این دو صفت و به دلیل هزینه شدن مواد غذایی گیاه در جهت افزایش رشد رویشی، با کاهش در تعداد دانه در سنبله مواجه خواهیم شد. همچنین با افزایش تعداد دانه در سنبله و به دلیل محدود بودن مواد غذایی در گیاه، همبستگی منفی و خیلی معنی‌دار و متوسطی (**۰/۵۱-) میان صفت تعداد دانه در سنبله و سرعت پر شدن دانه ایجاد می‌گردد. ارتفاع گیاه با تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد بیولوژیک، طول پدانکل، تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا گرده‌افشانی و مدت پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را دارا می‌باشد. افزایش تعداد روز تا سنبله‌دهی و طولانی شدن دوره رشد رویشی سبب افزایش ارتفاع گیاه و طول پدانکل شده که این موضوع سبب افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد شد. تعداد روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی، متوسط و خیلی معنی‌داری با عملکرد دانه دارد زیرا با افزایش رشد رویشی از میزان رشد زایشی و در

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه میزان عملکرد کاسته می‌شود، همچنین به همین دلیل با سایر صفات وابسته به عملکرد نیز دارای همبستگی منفی می‌باشد و دقیقاً به همین دلیل با صفات طول پدانکل و ارتفاع همبستگی مثبت داشته و دارای همبستگی مثبت و خیلی معنی‌دار (**۰/۹۳) با تعداد روز تا گرده‌افشانی و همچنین صفات تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک (*۰/۲۶) و سرعت پر شدن دانه (**۰/۳۳) می‌باشد اما با صفت دوره پر شدن دانه دارای همبستگی منفی (**۰/۵۳-) می‌باشد و همبستگی این صفت با تعداد روز تا گرده‌افشانی بالاترین میزان همبستگی در جدول همبستگی می‌باشد. دوره پر شدن دانه با عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۵۸) می‌باشد و با تمامی صفات وابسته به رسیدگی دارای همبستگی منفی می‌باشد.

حسین‌پور در بررسی ضرایب همبستگی ساده بیان داشت که عملکرد دانه با وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و سرعت پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با تعداد روز تا ساقه‌دهی همبستگی منفی و معنی‌دار داشت و عملکرد بیولوژیک بیشترین میزان همبستگی (**r=۰/۶۶) را با عملکرد دانه به خود اختصاص داده است. همچنین در بین اجزای عملکرد دانه، وزن هزار دانه بالاترین میزان همبستگی (*r=۰/۴۴) را با عملکرد دانه از خود نشان داد (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۸۲). در مطالعه‌ای که بر روی ۲۲ لاین گندم انجام شد، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه گزارش شد (Dokuych and Akkaya, 1999).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- همبستگی صفات لاین های سینتیک گندم

Table 1- Trait Correlation of Synthetic wheat lines

	طول دانه Grain length	عرض دانه Grain width	تعداد دانه در متر مربع Number of Spike per m^2	تعداد دانه در متر مربع Number of Grain per m^2	وزن هزار دانه Thousand kernel weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvesting Index	تعداد دانه در سنبله Number of Grain in Spike	وزن دانه در سنبله Grain Weight in Spike	طول سنبله Spike Length	طول پدانکل Peduncle Length	ارتفاع گیاه Plant Height	بیرون آمدگی پدانکل Peduncle Extrusion	طول میان گره دوم Penultimate	سنبله‌دهی Heading Date	گرده‌افشانی Anthesis Date	رسیدن فیزیولوژیک Physiological Maturity	مدت پر شدن دانه Grain Filling Period	سرعت پر شدن دانه Grain Filling Rate	عملکرد دانه Grain Yield
طول دانه Grain length	1																			
عرض دانه Grain width	0.40**	1																		
سنبله در متر مربع Number of Spike per m^2	-0.34**	-0.09	1																	
دانه در متر مربع Number of Grain per m^2	0.55**	-0.25*	0.65**	1																
وزن هزاردانه Thousand kernel weight	0.72**	0.8**	-0.19	0.46**	1															
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.39**	-0.03	0.70**	0.60**	-0.13	1														
شاخص برداشت Harvesting Index	-0.19	-0.11	0.20	0.38**	-0.12	0.25*	1													
تعداد دانه در سنبله Number of Grain in Spike	0.52**	-0.25*	0.28*	0.90**	0.47**	0.38**	0.34**	1												
وزن دانه در سنبله Grain Weight in Spike	0.09	0.39**	0.11	0.55**	0.35**	0.27*	0.24*	0.65**	1											
طول سنبله Spike Length	0.22	0.13	0.15	0.19	0.17	0.20	0.07	0.17	0.30**	1										
طول پدانکل Peduncle Length	0.02	-0.04	0.01	-0.13	0.04	-0.07	-0.18	-0.16	-0.12	-0.22	1									
ارتفاع گیاه Plant Height	0.02	0.05	0.40**	0.01	0.15	0.40**	-0.17	-0.21	-0.08	0.17	0.45**	1								
بیرون آمدگی پدانکل Peduncle Extrusion	0.15	0.02	-0.21	0.39**	0.13	-0.26*	-0.29*	0.38**	-0.26*	0.33**	0.8**	0.25*	1							
طول میان گره دوم Penultimate	-0.02	0.02	0.23*	-0.14	0.13	0.17	-0.12	-0.29*	-0.21	-0.05	0.55**	0.70**	0.38**	1						
سنبله‌دهی Heading Date	-0.001	0.08	-0.12	-0.16	0.03	0.31**	-0.28*	-0.09	-0.04	-0.03	0.29*	0.24*	0.13	0.1	1					
گرده‌افشانی Anthesis Date	0.02	0.05	-0.13	-0.18	0.02	-0.29*	0.31**	-0.12	-0.08	-0.13	0.30**	0.21	0.15	0.08	0.93**	1				
رسیدن فیزیولوژیک Physiological Maturity	0.31**	0.24*	0.51**	0.43**	-0.07	0.45**	0.13	0.26*	0.19	0.20	-0.03	0.16	-0.28*	-0.12	0.26*	0.25*	1			
مدت پر شدن دانه Grain Filling Period	-0.26*	0.16	0.54**	0.49**	-0.06	0.60**	0.34**	0.30**	0.22	0.27*	-0.26*	-0.02	0.34**	-0.16	0.53**	0.60**	0.62**	1		
سرعت پر شدن دانه Grain Filling Rate	0.71**	0.55**	0.46**	0.62**	0.82**	0.46**	-0.26*	0.51**	0.18	-0.04	0.18	0.1	0.28*	0.18	0.33**	0.37**	0.39**	0.61**	1	
عملکرد دانه Grain Yield	0.40**	-0.15	0.56**	0.63**	-0.23*	0.77**	0.76**	0.47**	0.28*	0.1	-0.18	0.06	0.36**	0.02	0.42**	0.40**	0.33**	0.58**	0.49**	1

* Significant at 5% probability ,** Significant at 1% probability

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از مدل رگرسیونی گام به گام (با ۰/۱۵ احتمال ورود صفات به مدل و ۰/۲ احتمال خروج صفات از مدل)، صفات کم تاثیر و یا بی تاثیر از مدل حذف گردیدند. برای این منظور عملکرد دانه را به عنوان متغیر وابسته، و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل انتخاب شدند، نهایتاً پنج صفت عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، طول میان‌گره دوم و عرض دانه به عنوان صفات تاثیر گذار وارد مدل شدند که ۹۵/۲% درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند و در نتیجه معادله‌ی رگرسیونی زیر از آن به دست آمد:

$$GYLD = 1.443 + 0.245_{H1} + 15.523_{H2} - 0.032_{H3} + 0.055_{H4} - 0.556_{H5}$$

نتایج تحقیق گل‌پرور و همکاران (۱۳۸۱) با انجام رگرسیون گام به گام و در نظر گرفتن صفت عملکرد دانه گیاه به عنوان متغیر وابسته نشان داد که هفت صفت عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد دانه در سنبله، تعداد دانه در گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه از یقه تا زیر سنبله وارد مدل شدند که در مجموع ۹۸/۴% از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. با توجه به جدول ۲ می‌توان وجود چنین رابطه قوی بین عملکرد دانه گیاه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را به وجود همبستگی قویی که میان آنان با عملکرد دانه به وجود آمده است نسبت داد. امینی و همکاران (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که دو صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، صفاتی هستند که در تجزیه رگرسیون گام به گام وارد مدل شده و درصد بالایی از عملکرد را توجیه نمودند. درگام سوم صفت ارتفاع گیاه نیز به مدل افزوده شد. با توجه به بدون تنش بودن شرایط آزمایشی ورود صفت ارتفاع گیاه با علامت منفی طبیعی به نظر رسیده و بیانگر این نکته می‌باشد که با افزایش ارتفاع گیاه و احتمالاً به دلیل خرج شدن مواد غذایی و ذخیره شده گیاه جهت رشد رویشی، گیاه برای رشد زایشی و ادامه آن و نهایتاً پر کردن دانه‌ها با کمبود ماده غذایی رو به رو شده که نتیجتاً از عملکرد کاسته خواهد شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه در لاین‌های سینتتیک گندم

Table 2- Result of stepwise regression analysis for grain yield in synthetic wheat lines

Variable added to the model	متغیر اضافه شده به مدل	a	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	R^2
X_1= Biological yield	عملکرد بیولوژیک	-1.043	0.274	-	-	-	-	-	0.584
X2= Harvesting index	شاخص برداشت	-3.615	0.22	16.596	-	-	-	-	0.935
X_3= Plant height	ارتفاع گیاه	-1.115	0.239	15.723	-0.021	-	-	-	0.944
X_4= Penultimate	طول میان‌گره دوم	-0.956	0.244	15.589	-0.036	0.064	-	-	0.949
X_5= Grain width	عرض دانه	0.864	-0.243	15.439	-0.035	0.062	-0.609	-	0.952

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه با اینکه همبستگی ساده نمی‌تواند گویای روابط علت و معلولی باشد بنابراین از تجزیه علیت برای بیان روابط علت و معلولی و تاثیر اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات وارد شده به مدل رگرسیونی توسط رگرسیون گام به گام استفاده می‌شود. از میان پنج صفت وارد شده به مدل رگرسیونی صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین میزان همبستگی با عملکرد دانه می-باشد (جدول۳) و بیشترین میزان اثر مستقیم را در میان تمامی صفات به خود اختصاص داده است (۰/۶۸) که تقریباً قسمت اعظم اثرات کل (۰/۷۷)را نیز شامل شده است و این مطلب گواه این می‌تواند باشد که با فرض ثابت در نظر گرفتن سایر متغیر-ها، سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. همچنین ضریب تبیین بالا به همراه همبستگی بالایی که با عملکرد دانه دارا می‌باشد بار دیگر بیان کننده تاثیر بالای این صفت بر عملکرد دانه بوده و از این رو می‌توان از آن برای انتخاب در جهت افزایش عملکرد دانه استفاده نمود. شاخص برداشت دارای تاثیر قابل توجهی بر عملکرد دانه بوده است. با توجه به اثر مستقیم بالا، ضریب تبیین مناسب آن (۰/۳۵۱) و همبستگی بالای آن می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش عملکرد دانه مورد بررسی جدی واقع شود. شاخص برداشت نیز به مانند عملکرد بیولوژیک دارای اثر مستقیم بالایی می‌باشد که بخش بزرگی از همبستگی این صفت با عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است و با نتایج نادری و همکاران (۱۳۷۹) مطابقت دارد. اثر مستقیم شاخص برداشت به اندازه ۱۷% از اثر مستقیم عملکرد بیولوژیک کوچکتر بوده که این نسبت نشان دهنده اختلاف کم میان اثر مستقیم دو صفت بر عملکرد دانه می‌باشد. تاثیر مثبت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از طریق یکدیگر و افزایش اثر مثبت مجموع اثرات نشان دهنده این موضوع می‌باشد که نه تنها دو صفت مذکور به طور مستقیم افزایش دهنده عملکرد می‌باشند بلکه از طریق غیر مستقیم نیز عملکرد دانه را نیز افزایش می‌دهند و این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا طبق فرمول افزایش عملکرد بیولوژیک با کاهش شاخص برداشت روبرو است اما نتایج به دست آمده بر روی لاین-های سینتتیک این آزمایش نشان داد که با افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت نیز افزایش یافته و این موضوع از طریق اثر غیر مستقیم عملکرد بیولوژیک از طریق شاخص برداشت به عملکرد نیز به اثبات رسیده است. مقدار ضریب همبستگی ارتفاع گیاه با عملکرد دانه به صورت کلی بیانگر تاثیر کم این صفت بر عملکرد دانه می‌باشد اما اثر مستقیم ارتفاع گیاه بر عملکرد دانه منفی و معنی‌دار بوده و سبب کاهش عملکرد دانه شده است و اثر غیر مستقیم از طریق عملکرد بیولوژیک بر روی عملکرد دانه سبب شده است تا این اثر منفی (اثر مستقیم ارتفاع گیاه بر عملکرد دانه) بر عملکرد دانه خنثی شود. مقدم و همکاران نیز اثر مستقیم و منفی ارتفاع گیاه بر روی عملکرد دانه را گزارش کردند (به نقل از افیونی و محلوجی ، ۱۳۸۵). محمدی گنبدی (۱۳۸۹) بیان کرد که کمترین اثر مستقیم و مثبت را ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله نشان دادند و بیشترین اثر مثبت و غیر مستقیم را بیوماس از طریق ارتفاع بوته از خود نشان داد. طول میان‌گره دوم دارای اثر مستقیم ۰/۰۸ و اثر غیر مستقیم ۰/۱۲ بر عملکرد دانه از طریق عملکرد بیولوژیک می‌باشد همچنین دارای اثر غیر مستقیم ۰/۱۲- از طریق ارتفاع گیاه بر عملکرد دانه بوده که سبب کاهش مجموع اثرات مستقیم و غیرمستقیم به ۰/۰۲ شده و نهایتاً به عنوان چهارمین صفت وارد شده به مدل دارای همبستگی بسیار ناچیزی با عملکرد دانه می‌باشد که از این رو این صفت همانند صفت ارتفاع گیاه تاثیر چندانی بر عملکرد دانه نداشته است. پنجمین صفت تاثیر گذار بر عملکرد دانه صفت عرض دانه بوده که دارای اثر مستقیم بسیار کم و ناچیز ۰/۰۵- می‌باشد و تنها صفتی می‌باشد که از طریق سایر صفات اثرات غیر مستقیم بسیار ناچیزی بر عملکرد دانه دارد، از طریق تمامی صفات به جز طول میان‌گره دوم تاثیر منفی بر عملکرد می‌گذارد و به دلیل همین افزایش یکطرفه به سمت همبستگی منفی دارای مجموع اثرات منفی بر عملکرد دانه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه ضرایب همبستگی به اثرهای مستقیم و غیر مستقیم برای عملکرد دانه در لاین‌های سینتتیک گندم

Table 3- Correlation coefficient analysis to direct and indirect effects for grain yield in synthetic wheat lines

Trait	صفت	اثرمستقیم Direct effect	اثرات غیر مستقیم از طریق Indirect effect via						ضریب همبستگی با عملکرد دانه Correlation coefficient with grain yield
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
X_1= Biological yield	عملکرد بیولوژیک	0.685**	–	0.17	0.271	0.119	-0.022	0.139	0.77**
X2= Harvesting index	شاخص برداشت	0.569**	0.141	–	-0.097	-0.067	-0.061	0.037	0.76**
X_3= Plant height	ارتفاع گیاه	-0.174**	-0.069	0.029	–	-0.122	-0.008	-0.029	0.05ns
X_4= Penultimate	طول میان-گره دوم	0.088*	0.015	-0.011	0.061	–	0.001	-0.005	0.02ns
X_5= Grain width	عرض دانه	-0.056*	0.001	0.005	0.003	-0.001	–	-0.008	-0.15ns
Residual effect	اثر باقیمانده	0.2							

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱%، ns: عدم معنی‌داری

** Significant at 1% probability level, ns: Non - significant

نتیجه‌گیری نهایی

از نکات قابل توجه و با اهمیت این آزمایش همبستگی مثبت و معنی‌دار میان عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت (r=۰/۲۵*) می‌باشد که افزایش هر یک ازآنان سبب افزایش دیگری و نهایتا ً سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. به طور کلی تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که به ترتیب عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، طول میان‌گره دوم و عرض دانه مهمترین اجزای موثر بر عملکرد دانه محسوب می‌شوند در نتیجه علت اصلی اختلاف در عملکرد دانه لاین‌ها را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد و از بین این صفات، صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با توجه به مقادیر بالای همبستگی و اثر مستقیم و مثبتشان در تجزیه علیت می‌توانند بر روی بهبود عملکرد دانه و یا گزینش لاین‌های مطلوب در لاین‌های سینتتیک گندم در برنامه‌های به نژادی به عنوان مبنایی برای انتخاب قابل توصیه باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

افیونی، د و م، محلوجی. ۱۳۸۵. تجزیه همبستگی برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های گندم در تنش شوری. نهال و بذر. ۲۲: ۱۹۹-۱۸۶.

حسین‌پور، ط.، ر، مامقانی.، س. ع. سیادت و م. بهاری. ۱۳۸۲. تجزیه علیت صفات زراعی برای عملکرد دانه و کاه ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط کم آبیاری. مجله علمی کشاورزی. جلد ۲۶. شماره۱. ۱۱۸-۱۰۵

عبدمیشانی، س و ع. ا، شاه‌نجات‌بوشهری. ۱۳۷۷. اصلاح نباتات تکمیلی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. جلد دوم. ۳۵۲ صفحه.

قاسم‌زاده، ر. ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی گندم‌های وحشی آجیلوپس تاوشی (*Aegilops tauschii*) ایران با استفاده از صفات مورفولوژیک والکتروفورز پروتیین‌های ذخیره‌ای دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم زراعی ودامی. دانشگاه تهران.

گل‌پرور، ا. ر.، م. ر، قنادها.، ع، زالی و ع، احمدی. ۱۳۸۱. تعیین بهترین صفات گزینش برای بهبود عکلکرد ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی. نهال و بذر. ۱۸: ۱۵۵-۱۴۵.

محمدی، م.، م.ر، قنادها و ع. ر، طالعی. ۱۳۸۱. بررسی تنوع ژنتیکی لاین‌های بومی گندم نان ایران با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

محمدی گنبد، ر. ا.، ع، حسینی.، ع. ع، نوری‌نیا.، م. ر، توکلو و ح، قوجق. ۱۳۸۹. بررسی روابط عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گندم از طریق تجزیه علیت در شرایط تنش گرما. یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. تهران. دانشگاه شهید بهشتی.

نادری، ا.، ا، هاشمی دزفولی.، ا، مجیدی هروان.، ع، رضایی و ق، نورمحمدی. ۱۳۷۹. مطالعه همبستگی صفات موثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی. نهال و بذر ۱۶: ۳۸۶-۳۷۴.

نورخلج، ک.، م، خدارحمی.، م، اسماعیل‌زاده و ا، امینی. ۱۳۸۹. بررسی روابط صفات مختلف زراعی و عملکرد دانه در ارقام سینتیک گندم، یازدهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید بهشتی.

نورمندموید، ف. ۱۳۷۵. تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح‌نباتات. دانشگاه تهران.

یزدی صمدی، ب و س، عبد میشانی. ۱۳۸۳. اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۲۸۳ صفحه

Amini, a., M. Esmailzade – Moghadam and M. Vahabzadeh, 2005. Genetic diversity based on agronomic performance among Iranian wheat Landraces under moistur stress. Proc. The 7th international wheat conference, Nov. 27- Dec 2, 2005. Mardel Plata - Argentina

Arduini, I., A. Masoni., L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as a affected by variety and seeding rate. Europ. J. Agronomy 25:309-318.

Azzu, N. and L. Cottette. 2008. Addressing the Conservation and Sustainable Utilization of Crop Wild Relatives: Crop Wild Relataive Conservation and Use. 31-48.

Braun, H. J., H. Ekiz., V. Eser., M. Keser., H. Ketata., G. Marcucci., A.I. Morgounov., and N. Zencirei.,

Archive of SID
www.SID.ir

1998. Breeding priorities of winter wheat programs. In: Braun. H. J., F. Altay, W. E. Kronstad, S. P. S. Beniwal, A. McNaB. (eds): wheat: prospects for Global Improvement proc 5th Int. wheat conf. Ankara. Turkey. Academic publishers. Dordecht. Pp: 553-560.

Del blanco. I. A, S. Rajaram and W. E. Kronstad. 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-Derived populations, Crop sci, 41, 670-676.

Dokuyuch, T and A. Akkaya. 1999. Path cofficietient analisi and correlation of grain yield and yield component of wheat (*Triticum aestivum*) G genotyps. Reachis 18:17-20.

Maxted, N. 2003. Conservation the genetic resources of crop wild relatives in European protected areas. Biological conservation .411-417.

Meilleur, B. A and T. Hogkin. 2004. Insitue conservation of crop wild relatives: status and trends. Biodiversity and conservation 13. 663-684.

Mujeeb-kazi, A., G. Fuentes-Davila., R. L. Villareal., A. Cortes., V. Roasas and. R. Delgado. 2001. Resistance of 10 synthetic hexaploid wheat and six bread wheat germplasms resistant to karnal bunt. Crop sci 41. 247.

Nevo, E., Golenberg, E and Beiles, A. 1982. Genetic diversity and environmental associations of wild wheat, *Triticum dicoccoides*, in Isreal. Theoretical and Applied Genetic. Vol. 62, pp: 241-254.

Rattey. A.R, S.C, Chapman., C. L, Mcintyre and R, Shorter. 2008. Utility of synthetic wheat to enhance adaptive traits for yield in the northern region of Australia, Plant industry.

Rejesus, M., M. Van Ginkel and M. Smale. 1996. Wheat breeders perspectives of Genetic Diversity and Germplasm use. Wheat Special Report 4. Mexico D. F. CIMMYT.

Spiertz, J. H., B.A. Tent hag and L. J. Kupres. 1971. Relation between green duration and grain yield some varieties of wheat. Neth. J. agoric. Sci. 19: 211-222.

Uddin. M. J., B, Martin and M. A. Z., Chowdhry. 1997. Genetic parameters, Correlation, Path coefficient and Selection indices in wheat. Bangladdesh J.sci. industrial Res. 32:52.

Valkonen, J. P. T and V. M, Rokka. 1998 combination and expression of two virus resistance mechanism in interspecific somatic hybrids of potato. Plant sci. 131. 85-94.

Valkoun, J. J. 2001. Wheat pre-breeding using wild progenitors. Euphytica. 119. 17- 23.

Villareal, R. L., K, Sayre., O, Banuelos and A, Mujeeb-Kazi. 2001. Registration of four synthetic hexaploid wheat (*Triticum turgidum/Aegilops tauschii*) germplasm lines tolerant to watter. Logging. Crop sci.41, 274.

Archive of SID

www.SID.ir