علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۴ (ص ۴۸-۳۷)

ارزیابی اثر تنش شوری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم

نفیسه مهدی‌نژاد[۱]، منصور امیدی[۲*]، محمدرضا جلال کمالی[۳]، محمدرضا نقوی[۴] و براتعلی فاخری[۵]
۱، ۲ و ۴. دانشجوی دکتری و استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۳. محقق ارشد، مرکز بین‌المللی تحقیقات ذرت و گندم (CIMMYT)، کرج
۵. دانشیار، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۱۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۸/۷)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر روابط برخی از صفات مورفولوژیک با عملکرد و اجزای عملکرد ۱۶۷ لینه اینبرد و والدین آنها یعنی Babax و Seri 82، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار تحت دو شرایط نرمال و شوری اجرا شد. ضرایب همبستگی سادهٔ بین صفات، نشان داد از میان تمامی صفات مورد آزمایش، عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی (r=۰/۹۱**) را با عملکرد دانه در شرایط نرمال داشت. در شرایط تنش شوری نیز عملکرد بیولوژیک بیشترین همبستگی (r=۰/۸۳**) را با عملکرد دانه داشت. با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام چهار صفت عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و تعداد روز تا سنبله‌دهی به‌عنوان صفات تأثیرگذار در شرایط نرمال وارد مدل شدند که ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توضیح دادند. درحالی که در شرایط تنش شوری چهار صفت عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد بوته در واحد سطح و ارتفاع بوته وارد مدل شدند. برای یافتن روابط علّی صفات، تجزیهٔ علیت برای عملکرد دانه انجام گرفت که بزرگ‌ترین تأثیرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد بیولوژیک (۰/۸۷) و شاخص برداشت (۰/۴۰)، بزرگ‌ترین اثر غیرمستقیم و مثبت مربوط به وزن هزاردانه (۰/۱۵) در شرایط نرمال و بزرگ‌ترین تأثیرات مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد بیولوژیک (۰/۸۶) و شاخص برداشت (۰/۵۴) در شرایط تنش شوری بود. در ادامه با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، چهارده متغیر در چهار عامل برای شرایط نرمال و شش عامل برای شرایط تنش شوری تعریف شدند که در مجموع به‌ترتیب ۶۵ و ۷۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. نتایج این تحقیق در مجموع شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی را از معیارهای مهم مرتبط با عملکرد دانه معرفی کرد که می‌تواند در انتخاب ارقام و لاین‌های پرمحصول گندم کاربرد مطلوبی داشته باشد. علاوه بر آن، به‌جز عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیهٔ علیت، عملکرد دانه، گندم، لاین‌های اینبرد نوترکیب، همبستگی ساده.

* تلفن: ۰۹۱۲۵۶۴۴۴۳۵
E-mail: momidi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی جهان به کشت آن اختصاص یافته است. براساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی ملل متحد، سطح زیر کشت گندم در دنیا بیش از ۲۱۵ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۶۷۵ میلیون تن است (FAO, 2010). تولید ارقام با عملکرد دانهٔ زیاد، از اهداف اساسی برنامه‌های به‌نژادی گندم است. روش‌های مختلفی از جمله گزینش مستقیم و غیرمستقیم عملکرد و اجزای عملکرد و استفاده از نشانگرهای مولکولی برای به‌دست آوردن عملکرد بیشتر به‌کار گرفته شده است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که میزان وراثت‌پذیری عملکرد دانهٔ گندم، به‌علت کمّی بودن کنترل ژنتیکی آن در حد پایین تا متوسط است. بنابراین انتخاب ژنوتیپ برتر به‌صورت غیرمستقیم و براساس اجزای عملکرد یا سایر صفات مرتبط با عملکرد که وراثت‌پذیری بالایی دارند، انجام می‌گیرد، زیرا ظرفیت محصول‌دهی آن به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Rahnema *et al.*, 2000).

ارتباط دوجانبه بین یک جفت صفت از جمله عملکرد دانه با صفات مرتبط، رگرسیون مرحله‌ای، تجزیه به عامل‌ها و تجزیهٔ علیت با تفکیک ضرایب همبستگی ساده به اثر مستقیم و غیرمستقیم هر جزء از طریق سایر اجزا، از جمله روش‌هایی است که در گزینش غیرمستقیم برای عملکرد دانه از طریق اجزای مرتبط با آن به‌نژادگران را یاری می‌کند (Dewey & Lu, 1959; Wright, 1960). برخی از مطالعات نشان دادند ارقامی که پنجه‌های بیشتری دارند، تعداد سنبله در واحد سطح آنها افزایش می‌یابد. در این صورت تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه کاهش پیدا می‌کند (Ghobadi *et al.*, 2007).

برخی گزارش‌ها به اثر مستقیم و مثبت وزن هزاردانه (Fagam *et al.*, 2007; Koocheki *et al.*, 2005)، برخی به اثر مستقیم و منفی آن (Attarbashi *et al.*, 2002; Sharma & Randawa, 2004) و برخی نیز به بی‌تأثیر بودن آن بر عملکرد دانه (Singh & Diwivedi, 2002) اشاره داشته‌اند. گزارش‌هایی نیز بر اثر مستقیم مثبت ارتفاع بوته بر عملکرد دانه دلالت دارند (Bilgin *et al.*, 2000; Mehmet & Yildirim, 2006). اثر مستقیم طول سنبله بر عملکرد دانه نیز گزارش شده است (Munir *et al.*, 2003; Topal *et al.*, 2004). صفات مهم مرتبط با منبع، عبارت از میزان فتوسنتز در مدت پر شدن دانه (سطح سبز برگ و مقدار کلروفیل)، پایداری سطح سبز برگی در مدت پر شدن دانه (سبز ماندگاری) و مقدار مواد پروردهٔ در دسترس برای انتقال مجدد (کربوهیدرات محلول در آب) است. تعداد دانه در واحد سطح، میزان پر شدن دانه و اندازهٔ دانه نیز از صفات مهم مرتبط با مخزن‌اند. طول دوره و سرعت پر شدن دانه، عوامل مهم تعیین‌کنندهٔ وزن نهایی دانه‌اند. در مطالعه‌ای هیچ ارتباطی بین طول دورهٔ پر شدن دانه و عملکرد دانه مشاهده نشد و تنها ارتباط مثبت و معنی‌داری بین سرعت پر شدن دانه و افزایش عملکرد دانه به‌دست آمد (Nass & Reiser, 1975). افزایش تجمع کربوهیدرات‌های محلول در آب و انتقال مجدد آنها از عوامل ممکن رشد دانه در دورهٔ پر شدن است (Shearman *et al.*, 2005). برخی پژوهشگران بیشترین همبستگی عملکرد دانه در گندم را با تعداد دانه در واحد سطح دانسته‌اند و گزینش برای افزایش تعداد سنبله در متر مربع و همچنین افزایش تعداد دانه در سنبله را از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد دانه عنوان کرده‌اند (Villegas, 2007; Okoyama *et al.*, 2004).

تنش شوری از عواملی است که سبب کاهش تعداد دانه در واحد سطح می‌شود. تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله اجزای عملکردی‌اند که به شرایط تنش حساس‌اند (Giunta *et al*., 1993; Zhong-hu & Rajaram, 1994). Simane *et al.* (1993) پیشنهاد کردند که می‌توان از تعداد بیشتر دانه در سنبله به‌عنوان شاخصی برای انتخاب ارقام در شرایط تنش استفاده کرد. اندازهٔ دانه توسط قابلیت دسترسی به شیرهٔ پرورده طی روزهای پس از گلدهی تعیین می‌شود (Poustini & Siosemardeh, 2004). وزن دانه برخلاف تعداد دانه در واحد سطح ارتباط کمی با عملکرد دانه داشته و کاهش وزن دانه اثر کمتری بر کاهش عملکرد دارد (Moral *et al.*, 2003; Husain *et al.*, 2003; Houshmand *et al.*, 2005). فرایند انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها یا تسهیم آن در دانه‌ها تحت تأثیر شوری کاهش می‌یابد و ممکن

Archive of SID

www.SID.ir

است تقاضای مقصد را کاهش دهد و از این طریق تولید مادهٔ خشک و عملکرد دانه را بکاهد (Poustini & Siosemardeh, 2004)، دورهٔ پر شدن دانه نیز با نسبت K^+/Na^+ دانه همبستگی قوی دارد. در توجیه این همبستگی می‌توان گفت که شاید به‌دلیل انتخاب‌پذیری یونی بیشتر، نسبت بالای K^+/Na^+ در داخل دانه شرایط متابولیکی مناسبی را برای فرایندهای درگیر در پر شدن دانه فراهم می‌کند تا در شرایط شوری فرایند پر شدن دانه کارامدتر و دورهٔ آن طولانی‌تر باشد و این وضعیت به بهبود الگوی تسهیم مادهٔ خشک و بنابراین اندازهٔ بزرگ‌تر دانه و شاخص برداشت بالاتر آن بینجامد (Poustini & Siosemardeh, 2004).

همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد سنبله (Elhani *et al.*, 2007)، تعداد دانه در سنبله (Singh & Diwivedi, 2002)، وزن دانه (Elhani *et al.*, 2007; Yagdi 2009)، عملکرد زیست‌شناختی (Delblanco *et al.*, 2001)، شاخص برداشت (Ehdaie & Waines, 1989) و طول سنبله (Topal *et al.*,2004) گزارش شده است. Takeda (1979) به‌دلیل نقش مؤثر غلاف برگ پرچم در ذخیره‌سازی مواد پرورده، آن را عامل مهمی در افزایش عملکرد دانه ذکر کرده است. تنظیم اسمزی یکی از عوامل مهم مقاومت به خشکی است که شامل تجمع مواد درون سلول در پاسخ به قرار گرفتن در معرض تنش خشکی می‌شود. در نتیجهٔ آن پتانسیل اسمزی سلول کاهش یافته، سبب جذب آب به درون سلول و پایداری عملکرد از طریق تنظیم تورژسانس در شرایط کمبود آب می‌شود (Babu *et al.*, 1999). ارتباط مثبت و معنی‌دار تنظیم اسمزی با عملکرد دانه و بیوماس در شرایط تنش خشکی و عدم ارتباط در شرایط نرمال گزارش شده است (Blum *et al.*, 1999).

تجزیهٔ همبستگی که برای بررسی رابطهٔ خطی بین دو متغیر به‌کار می‌رود، تنها دارای یک تفسیر ریاضی است و بر روابط علت و معلولی دلالت ندارد. از تجزیهٔ علیت به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی اهمیت صفات مؤثر بر عملکرد دانه استفاده می‌شود؛ روشی که روابط بین صفات و آثار مستقیم و غیرمستقیم آنها را بر عملکرد دانه آشکار می‌کند. تجزیه‌وتحلیل چندمتغیره ابزار مناسبی در شناسایی و توصیف روابط بین صفات است. تعیین چگونگی اثر صفات مستقل بر صفت وابسته، تعیین سهم هر صفت در تغییرات کل، طبقه‌بندی صفات و کاهش حجم متغیرهای اصلی در قالب تجزیه به عامل‌ها از کاربردهای این روش‌ها است. نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی، ژنوتیپی، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیهٔ علیت بر روی ۲۰ لاین گندم نان نشان داد که برای افزایش عملکرد دانه به‌ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را باید افزایش داد (Nourmand Moayyed *et al.*, 2002). در آزمایش‌هایی که بر روی گندم دروم انجام گرفت مشخص شد که افزایش عملکرد لزوماً در نتیجهٔ افزایش تعداد دانه در واحد سطح بود. در مطالعهٔ آنها تعداد دانه در واحد سطح در ابتدا به افزایش تعداد سنبله در واحد سطح و سپس به میانگین بیشتر وزن دانه وابسته بود (Ardini *et al.*, 2006).

هدف این پژوهش تعیین همبستگی بین صفات مورفولوژیک با عملکرد دانه و مشخص کردن صفات مؤثر و همچنین تعیین آثار مستقیم و غیرمستقیم این صفات بر عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط نرمال و تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

جمعیت مورد مطالعه شامل نسل $F_{8:9}$ لاین‌های اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی دو واریتهٔ هگزاپلوئید خالص بهاره و نیمه‌پاکوتاه گندم به نام‌های Seri M82 و Babax است. دو واریتهٔ Seri 82 و Babax و ۱۶۷ لاین اینبرد نوترکیب حاصل از تلاقی آنها در قالب طرح آزمایشی آلفا لاتیس با دو تکرار به‌صورت جداگانه در شرایط نرمال و تنش شوری در آذر سال ۱۳۹۰-۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک زابل با مختصات جغرافیایی بین ۶۰ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقهٔ شرقی طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقهٔ شمالی عرض جغرافیایی و با ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریای آزاد کاشت شد. این منطقه دارای اقلیمی بیابانی با تابستان بسیار خشک و زمستان ملایم است. میانگین دمای سالانه ۲۱/۷، حداکثر مطلق دما ۴۹ و حداقل مطلق آن ۷- درجهٔ سانتی‌گراد است.

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین سالانهٔ رطوبت نسبی ۳۹/۲۰ درصد و میانگین بارندگی و تبخیر سالانه به‌ترتیب ۵۳ و ۴۰۰۰-۵۰۰۰ میلی متر است. کاشت لاین‌ها و ارقام براساس تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع صورت گرفت. هر لاین در شش ردیف، با طول ۳ متر و فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها کشت شد. در طول فصل زراعی مراقبت‌های زراعی لازم شامل مصرف کود سرک، وجین علف‌های هرز، و کنترل آفات و بیماری‌ها از مزرعه به‌طور مطلوب انجام پذیرفت. آبیاری برای شرایط نرمال براساس نیاز و مرحلهٔ رشد گیاه و شرایط آب‌و هوایی منطقه، چهار تا پنج بار در طول فصل زراعی از آب شیرین موجود در سد زهک شهرستان زابل انجام گرفت. در حالت شور به‌غیر از مرحلهٔ جوانه‌زنی، آبیاری با آب شور از چاه شور واقع در ایستگاه تحقیقاتی زهک شهرستان زابل به میزان ۹-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در سه مرحله در طول فصل زراعی انجام گرفت. پس از مرور و بازبینی داده‌ها، داده‌های مربوط به ۱۶۷ لاین اینبرد و والدین آنها برای تجزیه‌وتحلیل‌های آماری به‌کار گرفته شد.

چهارده صفت شامل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن (X_1)، تعداد روز از کاشت تا ساقه‌دهی (X_2)، تعداد بوته در واحد سطح (X_3)، تعداد روز ار کاشت تا ظهور سنبله (X_4)، تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی (X_5)، تعداد روز از جوانه‌زنی تا ساقه‌دهی (X_6)، تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی (X_7)، ارتفاع گیاه (X_8)، تعداد سنبله در واحد سطح (X_9)، تعداد دانه در سنبله (X_{10})، وزن هزاردانه (X_{11})، شاخص برداشت (X_{12})، عملکرد بیولوژیکی (X_{13}) و عملکرد دانه (X_{14}) اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل آماری شد. اندازه‌گیری‌های بوته و سنبله بر روی سه نمونهٔ تصادفی از یک مترمربع وسط هر کرت و سطح برداشت برای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از کل کرت (۳ متر مربع) بود.

به‌منظور تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد، در گام اول ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده بین صفات محاسبه شد. در مرحلهٔ بعد ضرایب رگرسیون گام‌به‌گام به‌منظور تشخیص مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه محاسبه شد. این روش شکل تغییریافته‌ای از گزینش پیش‌رونده است که در آن می‌توان در طی مراحل نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای انتخاب مدل نهایی اقدام کرد. در اینجا ابتدا همهٔ متغیرها وارد مدل می‌شوند و آنهایی که معنی‌دار نباشند از مدل حذف می‌شوند. در نهایت برای مشخص کردن آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مهم واردشده به مدل رگرسیونی، تجزیهٔ علیت انجام گرفت. به‌منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به‌روش وریماکس (Varimax) انجام گرفت. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Alpha Latice، Path 2، Spss و SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که بین لینه‌های اینبرد گندم مورد بررسی برای اکثر صفات در دو شرایط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت که نشان‌دهندهٔ وجود تنوع ژنتیکی در بین لینه‌های اینبرد مورد بررسی است (به‌علت حجم زیاد جدول‌های مقایسهٔ میانگین لینه‌های اینبرد برای صفات مورد بررسی نتایج ارائه نشده است).

ضرایب همبستگی فنوتیپی ساده بین صفات اندازه‌گیری‌شده با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون مشخص شد. نتایج، افزایش عملکرد دانه را از طریق تعداد سنبله در واحد سطح ($r=۰/۴۵^{**}$) و ($r=۰/۲۷^{**}$) به‌ترتیب در شرایط نرمال (جدول ۳) و شوری (جدول ۴) نشان دادند. Ghaderi *et al.* (2010) ارتباط مثبت و معنی‌دار بین تعداد سنبله و عملکرد دانه را گزارش کرده‌اند. تعداد دانه در سنبله نیز همبستگی مثبت با تعداد سنبله در واحد سطح در هر دو شرایط نرمال و شور نشان داد. Slafer *et al.* (1993) با مقایسهٔ ارقام قدیمی و جدید نشان دادند که بهبود عملکرد در درجهٔ اول ناشی از افزایش تعداد دانه در سنبله بود، و ازآنجا که تعداد سنبله تغییر کمی کرده است نتیجه‌گیری کردند که تعداد دانه در واحد سطح تأثیر مهم‌تری داشته است. عملکرد دانه با شاخص برداشت در هر دو شرایط نرمال و شور همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد که نشان می‌دهد با افزایش شاخص برداشت عملکرد دانه نیز افزایش یافت. همبستگی بین عملکرد دانه با شاخص برداشت بیشتر از همبستگی بین

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت است. یکی از راه‌های افزایش عملکرد دانه در صورت ثابت بودن شاخص برداشت، افزایش عملکرد بیولوژیک است.

Ghorbani *et al.* (2010) بیان داشتند که با افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت هم افزایش یافت، اما هرچه شاخص برداشت بیشتر می‌شود، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک، بیشتر افزایش می‌یابد. نظر به اینکه شاخص برداشت نشان‌دهندهٔ درصد انتقال مواد آلی ساخته‌شده از منبع به مخزن است، شاید بتوان نتیجه گرفت که ارقامی با شاخص برداشت زیاد، کربوهیدرات بیشتری را از اندام‌های سبز به دانه منتقل می‌کنند و سبب افزایش عملکرد دانه می‌شوند.

Feil (1992) در تحقیقی دربارهٔ گندم نشان داد که واریته‌های جدید اصلاح‌شده و پرمحصول، دانهٔ بیشتری در سنبله دارند. در گزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول، افزایش تعداد دانه موجب کاهش وزن هزاردانه می‌شود، اما در کل عملکرد تک‌بوته و دانه در هکتار را افزایش می‌دهد. Gobadi *et al.* (2007) نشان دادند که در برخی لاین‌ها افزایش وزن دانه تا حدی کاهش تعداد دانه را جبران می‌کند.

ارتفاع گیاه با تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در واحد سطح همبستگی مثبتی در شرایط نرمال نشان داد (جدول ۳). افزایش تعداد روز تا ساقه‌دهی و سنبله‌دهی و طولانی شدن دورهٔ رشد رویشی سبب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود که این موضوع به افزایش عملکرد بیولوژیک نیز می‌انجامد.

تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا ساقه‌دهی و تعداد روز از سبز شدن تا ساقه‌دهی همبستگی منفی با عملکرد دانه در هر دو شرایط نشان دادند، زیرا با افزایش طول دورهٔ مراحل رشد رویشی از طول مراحل رشد زایشی کاسته می‌شود و در نتیجه مواجههٔ مراحل پر شدن دانه با شرایط نامساعد محیطی در منطقه عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد.

عملکرد دانه با تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. عملکرد بیولوژیک بیشترین مقدار همبستگی با عملکرد دانه در هر دو شرایط را به خود اختصاص داد (جدول‌های ۳ و ۴).

جدول ۱. تجزیهٔ واریانس صفات در شرایط نرمال

منابع تغییر	درجه آزادی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
تکرار	۱	۱۱/۷۶*	۲۳/۰۷*	۲۲۷/۱۷ns	۱۸/۵۶*	۱/۹۳*	۱۰۹/۵۳**	۰/۰۶ns	۷۳۶/۵۳**	۴۸۵۸/۵ns	۵/۲۷ns	۴۳۵۰۴۸/۹ns	۳۰/۶۸ns	۶/۵۵*	۱۸۸۹۹۷/۲*
بلوک در تکرار	۸	۳۴/۴۷ns	۵/۱۸ns	۷۳۱/۳۲ns	۳/۴۳ns	۲/۲۹ns	۴/۷۶ns	۴/۷۶ns	۱۳۰/۸۸**	۸۲۹۹/۶*	۸۵/۵۰*	۳۵۵۳۶۴/۶*	۱۸/۸۴ns	۱۴/۱۲ns	۶۹۹۱۹/۲ns
تیمار	۱۶۸	۹/۵۸**	۵/۲۰**	۹۱۱/۷۱**	۶/۰۵**	۶/۱۴**	۸/۳۹**	۴/۵۹ns	ns۴۳/۷۶	۱۲۵۲/۱**	۵۹/۴۱**	۳۳۷۷۸۴/۸**	۳۰/۳۵ns	۵۱/۳۳**	۸۰۷۶۷/۱**
خطا	۱۶۰	۲/۸۳	۳/۶۵	۵۷۴/۳۷	۲/۱۶	۲/۴۱	۴/۵۸	۴/۳۶	۱۲/۴۵	۴۰۷۳/۱	۳۷/۱۱	۱۵۷۷۰۴/۷	۲۶/۰۶	۱۳/۳۷	۳۶۶۷۲/۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۷۶	۱۹/۲	۹/۶۰	۱/۳۱	۱/۳۱	۳/۷۰	۸/۴۲	۱۳/۳۷	۱۵/۴	۱۷/۷۷	۲۲/۲۹	۱۵/۴۱	۸/۹۵	۲۶/۲۰
ضریب تبیین (٪)	-	۷۸/۵۶	۶۲/۶۹	۶۳/۴۳	۷۶/۷۰	۷۴/۶۴	۶۸/۱۷	۵۴/۸۹	۵۶/۴۷	۷۷/۳۹	۶۳/۸۸	۷۰/۳۴	۵۵/۸۴	۸۰/۵۹	۷۰/۵۰

** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و غیرمعنی‌دار.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس صفات در شرایط شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
تکرار	۱	۰/۱۳*	۸۲/۴۳**	۱۲۳۳/۰**	۱۱۹/۵**	۰/۴۶**	۴۷/۳۴*	۱/۷۱**	۳۲۶/۶۰*	۱۶۳۶/۷**	۷۴/۱۳**	۳۹۸۸۱۹/۵*	۰/۴۰**	۱۸/۰۶**	۱۸۰۶۰۰/۷*
بلوک در تکرار	۸	۱۰/۸۸*	۴/۹۲**	۴۸۶/۰۵**	۲/۲۲**	۴/۰۳**	۱۳/۶۳**	۱۶/۶۲**	۱۶۱/۰۲*	۴۴۲۶/۱**	۴۴/۹۷*	۲۵۴۴۷۸/۷**	۷/۰۶**	۵۷/۳۷**	۳۳۳۴۵/۴**
تیمار	۱۶۸	۵/۵۸*	۶/۶۰*	۸۴۴/۴۲**	۱۲/۵۰**	۱۲/۵۸**	۱۲/۰۷**	۲۱/۲۷**	۷۴/۹۰**	۶۲۹۵/۹**	۶۸/۳۶*	۱۳۳۶۵۶/۱**	۲۳/۸۷**	۴۹/۶۶**	۲۴۳۰۸/۷*
خطا	۱۶۰	۳/۹۳	۵/۱۵	۴۹۳/۲۵	۲/۹۹	۳/۱۷	۷/۹۷	۱۳/۰	۴۸/۵۶	۳۹۶۰/۹	۵۳/۴۵	۷۸۶۹۷/۱	۲۳/۷۰	۳۱/۲۴	۱۹۰۶۸/۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۳۸	۲/۶۳	۹/۵۸	۱/۵۴	۱/۵۲	۵/۱۰	۱۳/۷۲	۱۵/۹۶	۱۷/۷۴	۲۵/۰۸	۲۱/۲۶	۱۵/۴۱	۱۴/۲۲	۲/۶۵
ضریب تبیین (٪)	-	۷۸/۵۶	۶۰/۴۳	۶۶/۴۷	۸۳/۳۴	۸۱/۴۳	۶۲/۵	۶۴/۶۰	۶۶/۰۴	۶۴/۳۷	۵۸/۵۷	۶۶/۳۶	۵۵/۸۴	۶۴/۱۹	۶۰/۵۸

** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و غیرمعنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده در لینه‌های اینبرد گندم حاصل از تلاقی Seri M82 و Babax برای شرایط نرمال

صفات گیاهی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
تعداد روز تا سبز شدن	-	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	ns	ns	**
تعداد روز تا ساقه‌دهی	۰/۳۴	-	*	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	**
تعداد بوته در متر مربع	-۰/۲۰	-۰/۱۲	-	ns	ns	ns	*	**	**	ns	**	*	ns	**
تعداد روز تا سنبله‌دهی	۰/۲۷	۰/۴۵	-۰/۰۱	-	**	ns	**	ns	**	**	ns	ns	**	*
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۰۲	۰/۸۱	-	ns	**	ns	**	**	ns	ns	**	*
تعدا روز از سبز شدن تا ساقه‌دهی	-۰/۵۸	۰/۴۳	۰/۰۸	-۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	-	**	**	ns	*	ns	ns	**	*
تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی	-۰/۰۵	-۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۲۰	-۰/۳۹	-	**	**	**	**	**	**	**
ارتفاع گیاه	-۰/۰۷	-۰/۳۹	۰/۲۱	-۰/۰۳	-۰/۰۴	-۰/۲۹	۰/۴۱	-	**	**	**	**	**	**
تعداد سنبله در متر مربع	-۰/۲۵	-۰/۳۸	۰/۳۲	-۰/۱۷	-۰/۱۷	-۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۳۵	-	ns	**	ns	**	**
تعداد دانه در سنبله	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۲۲	-۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۰۷	-	**	**	**	**
عملکرد بیولوژیک	-۰/۱۹	-۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۱	۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۱۵	-	**	ns	**
وزن هزار دانه	-۰/۰۹	-۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۰۱	-۰/۰۶	-۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۱۷	-	*	**
شاخص برداشت	۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۱۹	-۰/۰۰۹	۰/۲۶	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۰۷	۰/۱۲	-	**
عملکرد دانه	-۰/۱۵	-۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۱	۰/۱۰	-۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۴۴	۰/۲۶	۰/۹۰	۰/۲۱	۰/۴۷	-

جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده در لینه‌های اینبرد گندم حاصل از تلاقی Seri M82 و Babax برای شرایط تنش شوری

صفات گیاهی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
تعداد روز تا سبز شدن	-	ns	ns	ns	**	**	ns	*	**	ns	*	ns	ns	*
تعداد روز تا ساقه‌دهی	۰/۰۲	-	ns	**	**	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
تعداد بوته در متر مربع	-۰/۰۶	-۰/۰۰۷	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
تعداد روز تا سنبله‌دهی	۰/۱۰	۰/۵۲	۰/۰۵	-	**	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
تعداد روز تا گرده‌افشانی	۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۶۴	-	*	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns
تعدا روز از سبز شدن تا ساقه‌دهی	-۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۰۳	۰/۳۱	۰/۱۳	-	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی	۰/۰۵	-۰/۱۹	-۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۰۷	-۰/۱۴	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ارتفاع گیاه	-۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۸	-	**	**	**	*	ns	**
تعداد سنبله در متر مربع	-۰/۲۲	-۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۱۷	-۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۱۸	-	ns	**	ns	ns	**
تعداد دانه در سنبله	-۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۳۰	۰/۱۰	-	**	**	ns	**
عملکرد بیولوژیک	-۰/۱۰	-۰/۰۹	۰/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۰۵	-۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۲۸	۰/۱۶	-	*	ns	**
وزن هزار دانه	-۰/۰۷	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳	-۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۰	-	ns	*
شاخص برداشت	-۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	-۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	-۰/۰۵	۰/۰۳	-	**
عملکرد دانه	-۰/۱۲	-۰/۰۱۰	۰/۰۳	-۰/۰۲	۰/۰۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۸۳	۰/۱۱	۰/۴۹۱	-

به‌منظور تعیین سهم اثر تجمعی صفات در تعیین عملکرد دانه، از روش رگرسیون مرحله‌ای چندمتغیرهٔ خطی (گام‌به‌گام) استفاده شد (جدول ۵). پس از چهار مرحله در پایان گام چهارم، از میان چهارده متغیر مستقل تحت بررسی، چهار متغیر مستقل عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزاردانه و تعداد روز تا سنبله‌دهی، مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر تغییرات متغیر وابسته (عملکرد دانه) در شرایط نرمال شناخته شدند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که عملکرد بیولوژیکی (x11) به‌تنهایی ۸۲ درصد و همراه با شاخص برداشت (x13)، وزن هزاردانه (x12) و تعداد روز تا سنبله‌دهی (x4) ۹۸ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. سایر محققان نیز در بررسی‌های خود در خصوص شاخص برداشت، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیکی به نتایج مشابهی دست یافتند (Ghaderi *et al.*, 2010; Zakizadeh & Kahrizi, 2010).

با توجه به این نتایج می‌توان رابطهٔ قوی بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزاردانه، و تعداد روز تا سنبله‌دهی را به‌صورت معادلهٔ زیر نشان داد:

$$Y=-۸۷۵/۰۲+۰/۴۶۶x۱+۱۷/۰۵x۲+۰/۵۶۷x۳+۱/۲۱۵x۴$$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته با سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل برای شرایط نرمال

مرحله	صفت واردشده	ضریب تبیین (درصد)		میانگین	عرض از	ضرایب
		نسبی	تجمعی	مربعات رگرسیون	مبدأ	رگرسیون صفات
۱	عملکرد بیولوژیک (x11)	۰/۸۲۳۴	۰/۸۲۳۴	۱۴۷۰۲۰۴۵	-۵۲/۴۱	۰/۴۲۲**
۲	شاخص برداشت (x13)	۰/۱۶۳۴	۰/۹۸۶۶	۳۰۰۰۳۶۰	-۷۲۰/۳۶	۱۷/۰۵**
۳	وزن هزاردانه (x12)	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۲۷	۲۹۱۴/۴۲	-۷۴۲/۸۵	۰/۵۶۷**
۴	تعداد روز تا سنبله‌دهی (x4)	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۶۸	۲۱۰۱/۳۵	-۸۷۵/۰۲	۱/۲۱۵ns

** و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

در شرایط تنش شوری نیز نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام (جدول ۶) نشان داد که عملکرد بیولوژیک اولین صفتی بود که وارد معادلهٔ رگرسیونی شد و به‌تنهایی ۶۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد و بعد از آن شاخص برداشت، تعداد بوته در واحد سطح و ارتفاع بوته وارد معادله شدند که در کل ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

با توجه به این نتایج می‌توان رابطهٔ قوی بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد بوته در واحد سطح و ارتفاع را به‌صورت معادلهٔ زیر نشان داد:

$$Y= -۴۸۸/۴۸+۰/۳۹x_۱+۱۲/۷۲x_۲ -۰/۰۸ x_۳+۰/۲۳x_۴ \quad (۱)$$

با توجه به اینکه صفات شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک دربرگیرندهٔ عملکرد دانه‌اند، به‌منظور شناسایی سایر صفات مؤثر بر عملکرد دانه، تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام بعد از حذف این صفات انجام گرفت. نتایج نشان داد که صفات تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله از میان صفات باقی‌مانده برای هر دو شرایط نرمال و تنش شوری وارد معادلهٔ رگرسیونی شدند.

جدول ۶. نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته با سایر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل برای شرایط تنش شوری

مرحله	صفت واردشده	ضریب تبیین (درصد)		میانگین	عرض از مبدأ	ضرایب
		نسبی	تجمعی	مربعات رگرسیون		رگرسیون صفات
۱	عملکرد بیولوژیک (x11)	۰/۶۸۹۳	۰/۶۸۹۳	۵۵۱۸۱/۳۱	۲۰/۰۱	۰/۳۹**
۲	شاخص برداشت (x13)	۰/۲۹۱۳	۰/۹۸۰۶	۲۲۴۹۶۸۶	-۴۹۸/۶۲	۱۲/۷۲**
۳	تعداد بوته در واحد سطح (x3)	۰/۰۰۰۲	۰/۹۸۰۸	۱۶۳۴/۹۶	-۴۷۹/۹۰	-۰/۰۸**
۴	ارتفاع بوته (x8)	۰/۰۰۰۲	۰/۹۸۱۰	۱۲۵۹ /۸۷	-۴۸۸/۴۸	۰/۲۳ns

** و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

برای مشخص شدن آثار مستقیم و غیرمستقیم صفات مهم واردشده به مدل رگرسیونی، تجزیهٔ علیت انجام گرفت. هدف از تجزیهٔ علیت این است که بتوان با ایجاد مدل‌های علت و معلولی تحلیل مناسبی از همبستگی بین متغیرها ارائه کرد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت، به اجزایی که آثار مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کند، تفکیک می‌شود.

Zafarnaderi *et al.* (2013) از تجزیهٔ علیت به‌منظور تفسیر بهتر نتایج لینه‌های اینبرد گندم تحت تنش خشکی بهره گرفتند و انتخاب مستقیم از طریق صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را پیشنهاد کردند.

در نتایج تجزیهٔ علیت این تحقیق، عملکرد بیولوژیک بیشترین اثر مستقیم را در بین کلیهٔ صفات در هر دو شرایط نرمال و شوری به خود اختصاص داد (جدول‌های ۷ و ۸). عملکرد بیولوژیک با ضریب تبیین بالا به همراه همبستگی قوی با عملکرد دانه، بیان‌کنندهٔ تأثیر زیاد آن بر عملکرد دانه بود و ازاین‌رو می‌توان از آن برای انتخاب با هدف افزایش عملکرد دانه استفاده کرد. سایر محققان نیز تأثیر مستقیم مثبت عملکرد بیولوژیکی بر عملکرد دانه را گزارش کردند (Kumer & Hunshal, 1998; Singh & Diwivedi, 2002; Munir *et al.*, 2003). وزن هزاردانه دارای اثر مستقیم ناچیزی بر عملکرد دانه در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط نرمال بود. اما به‌علت اثر غیرمستقیم و همبستگی مثبت با عملکرد بیولوژیک، ضریب همبستگی این صفت با عملکرد دانه مثبت و بسیار معنی‌دار شد. شاخص برداشت اثر مستقیمی معادل ۰/۴۰ و ۰/۵۳ به‌ترتیب در شرایط نرمال و شوری بر عملکرد دانه داشت. تأثیر غیرمستقیم شاخص برداشت از طریق سایر صفات ناچیز بود که این خود می‌تواند با فرض ثابت درنظر گرفتن سایر متغیرها سبب افزایش عملکرد دانه شود. با توجه به اینکه ضریب همبستگی بین دو صفت به‌طور تقریبی برابر با ضریب علیت بین آن دو صفت در هر دو شرایط نرمال و شور بود، ضریب همبستگی بیان‌کنندهٔ میزان رابطهٔ واقعی بین دو متغیر بود و انتخاب مستقیم از طریق این صفت می‌تواند مفید باشد. سایر محققان نیز تأثیر مستقیم شاخص برداشت بر عملکرد دانه را گزارش دادند (Ghaderi *et al.*, 2010).

نتایج این تحقیق در مجموع عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت را از معیارهای مهم مرتبط با عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و شور تعیین کرد که در برنامه‌های به‌نژادی گندم در انتخاب ارقام و لاین‌های پرمحصول گندم می‌توان از آن بهره گرفت (جدول‌های ۷ و ۸).

جدول ۷. نتایج تجزیهٔ علیت عملکرد دانه با اجزای مرتبط به تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم شرایط نرمال

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق			
		عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	ضریب همبستگی با عملکرد دانه
عملکرد بیولوژیک	۰/۸۷	--	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۹۰**
شاخص برداشت	۰/۴۰	۰/۰۶	--	۰/۰۰۱	۰/۴۷**
وزن هزاردانه	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۰۵	--	۰/۲۱**
باقی‌مانده	۰/۱۱				

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیرمعنی‌دار.

جدول ۸. نتایج تجزیهٔ علیت عملکرد دانه با اجزای مرتبط به تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم شرایط شوری

صفت	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق			
		عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	ضریب همبستگی با عملکرد دانه
عملکرد بیولوژیک	۰/۸۶	--	-۰/۰۳	-۰/۰۰۱	۰/۸۳**
شاخص برداشت	۰/۵۳	-۰/۰۴	--	-۰/۰۰۱	۰/۴۹**
وزن هزاردانه	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۷	--	۰/۰۳ns
باقی‌مانده	۰/۱۱				

** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی‌دار.

هدف از تجزیه به عامل‌ها، کاهش حجم داده‌هاست. در این روش متغیرهایی که همبستگی قوی با هم دارند در چند عامل مستقل قرار می‌گیرند. براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها در شرایط نرمال (جدول ۹) چهارده متغیر در چهار عامل تعریف شدند که این چهار عامل اصلی و مستقل ۶۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. ضرایب عاملی در عامل اصلی و مستقل که بزرگ‌تر از ۰/۵ بودند معنی‌دار در نظر گرفته شدند. مطابق جدول ۹، در شرایط نرمال دو عامل اول و دوم (به‌ترتیب ۲۵/۷۳ و ۱۹/۳۱ درصد) از بیشترین واریانس برخوردار بودند و در عامل اول عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و تعداد سنبله در متر مربع قرار دارند. ازاین‌رو این عامل را می‌توان عامل عملکرد نامید. قرار گرفتن این سه متغیر با ضرایب مثبت در یک عامل بار دیگر تأییدی بر رابطهٔ مثبت تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد بیولوژیکی با عملکرد دانه است. عامل دوم با دارا بودن ۱۹/۳۱ درصد از واریانس کل مربوط به تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی و گرده‌افشانی با ضریب عاملی مثبت است. عامل سوم با دارا بودن ۱۲/۸۶ درصد از واریانس کل مربوط به وزن هزاردانه، ارتفاع، تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی با بار مثبت و تعداد روز تا ساقه‌دهی با ضرایب عاملی منفی بود. عامل چهارم یعنی

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد روز تا سبز شدن با بار منفی و تعداد روز از سبز شدن تا ساقه‌دهی با بار مثبت با کمترین واریانس بود. Gupta *et al.* (1999) و Mohammadi *et al.* (2002) در این زمینه نتایج مشابهی را ارائه کردند. میزان اشتراک نیز بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود و هرچه بیشتر باشد نشان‌دهندهٔ دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوط است (Jackson, 1991). در شرایط بدون تنش میزان اشتراک اکثر صفات زیاد بود (جدول ۹). این موضوع نشان می‌دهد که تعداد عامل‌های منتخب مناسب است و این عامل‌ها توانستند تغییرات صفات را به‌نحو مطلوبی توجیه کنند.

براساس تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش شوری در مجموع شش عامل انتخاب شدند که حدود ۷۰ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۱۰). عامل اول بیش از ۱۷ درصد تغییرات را توجیه کرد و شامل صفات تعداد روز تا ساقه‌دهی، تعداد روز تا سنبله‌دهی و تعداد روز تا گرده‌افشانی با بار مثبت بود. عامل دوم بیش از ۳۴ درصد تغییرات را توجیه کرد و شامل عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با بار مثبت بود. عامل سوم با دارا بودن ۱۱/۹۲ درصد از واریانس کل مربوط به تعداد روز تا سبز شدن با بار مثبت و تعداد روز از سبز شدن تا ساقه‌دهی با بار منفی بود. عوامل چهارم و پنجم به‌ترتیب ۵۵ و ۶۲ درصد تغییرات را توجیه کردند و مربوط به صفات تعداد دانه در سنبله، ارتفاع و شاخص برداشت بودند. عامل ششم با کمترین درصد واریانس مربوط به تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی بود. در شرایط تنش شوری نیز میزان اشتراک برای صفات مورد بررسی زیاد بود و عملکرد دانه (۰/۹۶) و شاخص برداشت (۰/۹۲) بیشترین دقت برآورد را داشتند.

نتیجه‌گیری

تجزیه‌وتحلیل همبستگی، رگرسیون گام به‌گام و تجزیهٔ علیت در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری نشان داد که به‌ترتیب عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزاردانه و تعداد سنبله در متر مربع مهم‌ترین اجزای مؤثر بر عملکرد دانه بودند. در نتیجه علت اصلی اختلاف در عملکرد دانهٔ لاین‌ها را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد و از بین این صفات، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با توجه به مقادیر قوی همبستگی و اثر مستقیم و مثبت آنها در تجزیهٔ علیت می‌توانند در بهبود عملکرد دانه یا گزینش لاین‌های مطلوب از میان لاین‌های اینبرد گندم در برنامه‌های به‌نژادی به‌عنوان مبنایی برای انتخاب استفاده شوند.

جدول ۹. نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد بررسی در شرایط نرمال

عامل توجیه‌کننده	صفت	میانگین	میزان اشتراک	ضرایب عاملی			
				۱	۲	۳	۴
اول	عملکرد دانه	۷۲۹/۲۴	۰/۸۹۲	۰/۹۱۲۳	۰/۲۰۲۴	۰/۱۲۸۷	۰/۰۵۲۳
	شاخص برداشت	۴۰/ ۶۲	۰/۲۹۵	۰/۳۲۸۱	۰/۳۷۱۲	۰/۲۱۸۴	-۰/۰۴۴۷
سوم	وزن هزاردانه	۳۳/۱۲	۰/۴۲۶	۰/۰۲۹۳	۰/۰۴۹۳	۰/۶۳۸۱	۰/۱۲۶۳
اول	عملکرد بیولوژیک	۱۷۸۱/۳۲	۰/۷۹۶	۰/۸۸۶۲	۰/۰۴۷۲	۰/۰۴۱۹	۰/۰۸۴۵
	تعداد دانه در سنبله	۳۴/۰۰	۰/۳۲۴	۰/۲۳۶۵	۰/۴۲۳۸	۰/۲۳۹۶	-۰/۱۷۶۷
اول	تعداد سنبله در متر مربع	۴۱۴/۰۰	۰/۵۴۴	۰/۶۷۹۸	-۰/۲۲۶۳	۰/۱۶۱۱	۰/۰۷۳۱
سوم	ارتفاع گیاه	۵۰/۲۰	۰/۵۰۷	۰/۴۷۸۰	-۰/۰۳۷۸	۰/۵۰۵۶	-۰/۱۴۸۶
سوم	تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی	۲۴/۸۱	۰/۷۶۰	۰/۲۱۵۴	۰/۳۰۶۷	۰/۷۸۶۷	-۰/۰۹۶۰
چهارم	تعداد روز از جوانه زنی تا ساقه‌دهی	۵۷/۷۹	۰/۹۰۸	-۰/۰۶۹۱	۰/۰۷۷۵	-۰/۴۱۱۵	۰/۸۵۳۱
دوم	تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی	۱۱۸/۲۶	۰/۸۱۵	۰/۰۲۴۴	۰/۸۹۵۸	-۰/۰۹۵۳	-۰/۰۶۰۳
دوم	تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی	۱۱۱/۸۲	۰/۸۶۲	-۰/۰۷۸۱	۰/۹۲۱۶	۰/۱۰۷۵	-۰/۰۱۰۵
	تعداد بوته در متر مربع	۲۴۹/۰۰	۰/۲۶۱	۰/۳۴۸۲	۰/۰۲۳۵	۰/۱۷۱۴	۰/۳۶۰۵
سوم	تعداد روز تا ساقه‌دهی	۸۶/۹۱	۰/۸۷۲	-۰/۲۶۵۱	۰/۵۷۹۴	-۰/۶۷۶۶	۰/۰۹۲۹
چهارم	تعداد روز تا سبز شدن	۲۹/۱۶	۰/۸۷۲	-۰/۱۴۴۷	۰/۳۱۷۷	-۰/۲۱۱۰	-۰/۸۴۰۰
	واریانس نسبی (درصد)			۲۵/۷۳	۱۹/۳۱	۱۲/۸۶	۰/۰۷۶
	واریانس تجمعی (درصد)			۲۵/۷۳	۴۵/۰۴	۵۷/۹۰	۶۵/۵۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۰. نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مورد بررسی در شرایط تنش شوری

عامل توجیه‌کننده	صفت	میانگین	میزان اشتراک	ضرایب عاملی					
				۱	۲	۳	۴	۵	۶
دوم	عملکرد دانه	۵۱۸/۰۸	۰/۹۶۲	-۰/۰۱۰	۰/۸۴۳۶	۰/۰۰۸۸	۰/۱۶۵۲	۰/۴۶۷۲	-۰/۰۶۷۳
پنجم	شاخص برداشت	۳۹/۳۰	۰/۹۲۴	۰/۰۷۷۴	۰/۱۱۱۵	-۰/۰۷۴۰	-۰/۰۶۸۰	۰/۹۴۶۳	۰/۰۲۰۲
سوم	وزن هزاردانه	۲۸/۴۸	۰/۱۵۲	-۰/۰۰۱۳	۰/۱۱۵۰	-۰/۰۷۳۱	۰/۳۶۳۴	-۰/۰۲۷۰	۰/۰۲۹۹
دوم	عملکرد بیولوژیک	۱۳۱۹/۲۳	۰/۸۸۹	-۰/۰۵۸۷	۰/۹۰۷۳	۰/۰۴۲۴	۰/۲۲۱۴	-۰/۰۶۱۹	-۰/۰۹۲۲
چهارم	تعداد دانه در سنبله	۲۹/۰۰	۰/۶۰۲	۰/۱۲۷۷	۰/۰۵۸۵	۰/۰۹۷۸	۰/۷۵۵۰	۰/۰۲۹۵	-۰/۰۵۲۵
اول	تعداد سنبله در مترمربع	۳۵۴/۰۰	۰/۴۱۶	-۰/۳۱۰۰	۰/۳۷۸۰	-۰/۲۹۸۸	۰/۲۵۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۸۸
چهارم	ارتفاع گیاه	۴۳/۶۳	۰/۵۱۸	۰/۰۳۵۸	۰/۱۰۲۵	-۰/۱۷۲۵	۰/۶۷۳۶	-۰/۰۲۹۹	۰/۱۴۸۴
ششم	تعداد روز از ساقه‌دهی تا سنبله‌دهی	۲۶/۰۰	۰/۶۹۶	۰/۰۹۸۳	-۰/۱۳۳۳	۰/۱۰۹۳	۰/۱۶۹۳	۰/۰۳۴۳	۰/۷۹۲۰
سوم	تعداد روز از جوانه زنی تا ساقه‌دهی	۵۵/۰۰	۰/۹۱۳	۰/۳۹۰۰	-۰/۰۵۵۰	-۰/۸۲۳۹	۰/۰۶۴۳	-۰/۰۶۷۳	-۰/۲۶۶۹
اول	تعداد روز از کاشت تا گرده‌افشانی	۱۱۶/۰۰	۰/۶۷۲	۰/۷۸۰۶	-۰/۰۱۱۴	۰/۱۳۷۲	۰/۱۴۵۰	۰/۰۹۶۶	۰/۱۱۶۹
اول	تعداد روز از کاشت تا سنبله‌دهی	۱۱۲/۰۰	۰/۸۳۹	۰/۸۹۳۳	-۰/۰۴۳۹	-۰/۰۳۸۵	۰/۰۴۴۳	۰/۰۵۲۹	۰/۱۸۲۴
	تعداد بوته در متر مربع	۲۳۱/۰۰	۰/۶۱۱	۰/۱۳۱۵	۰/۳۶۹۹	-۰/۲۳۱۱	-۰/۳۸۲۲	-۰/۲۴۴۹	۰/۴۴۴۴
اول	تعداد روز تا ساقه‌دهی	۸۶/۰۰	۰/۸۱۴	۰/۷۰۷۹	-۰/۰۶۷۳	-۰/۳۱۸۳	-۰/۰۲۹۵	-۰/۱۴۶۴	-۰/۴۳۰۴
سوم	تعداد روز تا سبز شدن	۳۱/۰۰	۰/۸۱۴	۰/۱۹۹۵	-۰/۰۴۷۰	۰/۸۶۰۱	-۰/۱۱۵۵	-۰/۱۲۷۲	-۰/۰۵۱۴
	واریانس نسبی (درصد)			۱۷/۴۵	۱۶/۶۵	۱۱/۹۲	۰/۰۹۱	۰/۰۷۷	۰/۰۷۳
	واریانس تجمعی (درصد)			۱۷/۴۵	۳۴/۱۰	۴۶/۰۲	۵۵/۱۲	۶۲/۸۷	۷۰/۲۱

سپاسگزاری

از ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زابل آقای مهندس کوهکن، ریاست ایستگاه تحقیقاتی زهک آقای مهندس دهمرده، و آقایان دکتر اکبری و مهندس امید پودینه محققان بخش غلات که به اجرای این پژوهش کمک کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L. & Mariotti, M. (2006). Grain yield and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *Europ. Journal Agronomy*, 25, 309-318.
2. Attarbashi, M, Ghaleshi, S. & Zynalzadeh, A. (2002). Relationship of phenological and physiological traits with grain yield of wheat under rain- fed conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 33, 21- 28. (In Farsi with English Abstract)
3. Babu, R.C., Blum, A., Zhang, J., Sarkarung, S. & Guyen, H.T.N. (1999). Screening for osmotic adjustment in the rice. Genetic improvement of rice for water limited environments conference. 1-3 December. *IRRI*, Philippines 293-305
4. Blum, A., Zhang, J. & Nguyeh, H. T. (1999). Consistent differences among wheat cultivars in osmotic adjustment and their relationship to plant production. *Field Crops Research*, 64, 287-291.
5. Bilgin, O., Bilgin, A. Y., Genctan, T. & Baser, I. (2000). Relationship between characters related to tillering and grin yield in bread wheat. *Acta Agronomica Hungarica*, 48, 251-256.
6. Del Blanco, I. A., Rajaram, S. & Kronstad, W. E. (2007). Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Sciences*, 41, 670-676.
7. Dewey, D. R. & Lu, K. H. (1959). A correlation and path analysis of component of crested wheat grass seed production. *Agronomy Journal*, 51, 515-518.
8. Ehdaie, B. & Waines, G. (1989). Genetic variation, heritability and path-analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica*, 41, 183-190.
9. Elhani, S., Mortas, V., Rharrabti, Y., Royo, C. & Garcia Del Moral, L. F. (2007). Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum) grain yield and its components grown in Mediterranean Environments. *Field Crops Research*, 103, 25-35.
10. Fagam, A. S., Bununu, A. M. & U. M. Buba. (2007). Path Coefficient Analysis of the Components of Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal Natural Application Sciences*, 2, 310-316.

Archive of SID

www.SID.ir

11. FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Quarterly Bulletin of Statistics. Rome, Italy. Available on-line as<*http// www. FAO. org/docrep/013/i2050e. pdf/*
12. Feil, B. (1992). Breeding progress in small grain cereals: A comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding*, 108, 1-11.
13. Ghaderi, M.G., Zeinalikhanghah, H., Hosseinzadeh, A.H., Taleei, A.R. & Naghavi, M.R. (2010). Evaluation of relationships between grain yield, yield components and the other characteristics associated with grain yield in bread wheat using multivariate statistical analysis. *Iranian Journal of Crop Research*, 7, 572-582. (In Farsi)
14. Ghobadi, M., Kashani, A., Mamghani, S.A. & Egbal-Ghobadi, M. (2007). Studying tillering trend and its relationship with grain yield in wheat under different plant densities. *Journal of Agricultural Sciences*, 3, 23- 36. (In Farsi with English Abstract)
15. Ghorbani, M. H., Khodarahmi, M., Darvish, F. & Taeb, M. (2010). Study the relationship of important agronomic traits with grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines. *Journal of Agricultural Crop*, 82, 101-106.
16. Giunta, F., Motzo, R. & Deidda, M. (1993). Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 33, 399-409.
17. Gupta, S. & Srivastava, J. (1999). Effect of salt stress on morpho physiological parameters in wheat Indian *Journal Plant Physiol*, 32, 162-171.
18. Jackson, J. E. (1991). A user's guide to principal components. *Wiley Inter science. New York*, U. S. A.
19. Houshmand, S., Arzani, A. & Maibody, S. A. M. (2005). Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat selected from in vitro and field experiments. *Field Crop Research*, 91, 345-354.
20. Husain, S., Munns, R. & Condon, A.G. (2003). Effect of sodium exclusion trait on chlorophyll retention and growth of durum wheat in saline soil. *Aust. Journal Agriculture Research*, 54, 589-597.
21. Kumar, A. B. N. & Hunshal, C. S. (1998). Correlation and path coefficient analysis in durum wheats under differentplanting dates. *Crop Research Hisar*, 16, 358-361.
22. Koocheki, A., BanayanAval, A., Rezvani, P., MahdaviDamghani, A., Jamiolahmadi, M., Vesal, S.R. (2005). The plant ecophysiology. *University of Ferdoosi Mashhad Publication*, 271 pp. (In Farsi with the English Abstract).
23. Mehmet, A. & Yildirim, T. (2006). Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*T. estivum*). *Genotypes Pakistan Journal Botany*, 38, 417-424.
24. Mohammadi, M., Ghannadha, M. R. & Taleei, A. (2002). Study of genetic variation within Iranian local bread wheat lines using multivariate techniques. *Seed and Plant Journal*, 18, 328-347. (In Farsi with English abstract).
25. Moral, G.L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D. & Royo, C. (2003). Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean condition. An Ontogenic Approach. *Agronomy. Journal*, 95, 266-274.
26. Munir Ahmed, H., Khan, B. M., Khan, S., SadiqKissana, N. & Laghari, S. (2003). Plant coefficient analysis in bread wheat. *Asian Journal Plant Science*, 2, 491-494.
27. Nass, H. G. & Reiser, B. (1975). Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. *Can. Journal Plant Sci*ence, 55, 673-678
28. Nourmand Moayyed, F., Rostami, M. A. & Ghannadha, M. R. (2002). Evaluation of drought resistance indices in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 4, 795- 805. (In Farsi with English Abstract)
29. Poustini, K. & Siosemardeh, A. (2004). Ion distribution in wheat cultvars in response to salinity stress. *Field Crops Research*, 85, 125-133.
30. Rahnema, A., Bakhshandeh, A. & Noormohammadi, M. (2000). Study of tiller variation, seed yield and yield hcomponents of wheat as affected by different plant densities under south Khoozestan climatic condition. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 2, 12-24. (In Farsi with English Abstract)
31. Okoyama, L. A., Fedrizzi, L. C. & Barbosa, J. F. (2004). Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. *Ciencia Rural*, 34, 1701-1708.
32. Sharma, S. K. & Randawa, A. S. (2004). Path analysis in wheat *Journal Reserch., Punjab Agriculture University*, 41, 183-185.
33. Shearman, V. J., Sylvester–Bradley, R., Scott, R. K. & Foulkes, M. J. (2005). Physiological processes associated with wheat yield. *Progress in the UK. Crop Science*, 45, 175-185.
34. Simane, B., Peaacock, J. M. & Struck, P. C. (1993). Differences in development plasticity and growth rate among drought–resistence and susceptiple of durum wheat (*Triticum aestivum* L. Vra. Durum). *Plant and Soil*, 157, 155-166.
35. Singh, S. P. & Diwivedi, V. K. (2002). Character association and path analysis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agriculture Science Digest*, 22, 225-547.

Archive of SID

www.SID.ir

36. Slafer, G. A. (1993). Genetic improvement of field crops. *CRC Press*. . Vol. 30 488 pages.
37. Takeda, G. (1979). Ecological analysis of photosynthesis of barley and wheat. Japan. *Agriculture Reserch. Quarterly (JARQ)*, 13, 180-185.
38. Topal, A., Aydin, C., Akgun, N. & Babaoglu, M. (2004). Diallelcross analysis in durum wheat (*Triticum durum*): identification of best parents for some kernel physical features. *Field Crops Reserch*, 87, 1-12.
39. Villlegas, D. L., Garcia Del Moral, F., Rharrabti, Y., Marto, V. & Royo, C. (2007). Morphological traits above the flag leaf node as indicators of drought susceptibility index in durum wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193, 103-116.
40. Wright, S. (1960). Path coefficient and path regression alternative or complementary concepts. *Biometrics*, 6, 198-202
41. Zafarnaderi, N., Aharizad, S. & Mohammadi, S. A. (2013). Relationship between grain yield and related agronomic traits in bread wheat recombinant inbred lines under water deficit condition. *Annals of Biological* Research, 4(4), 7-11.
42. Zakizadeh, M., Esmaeilzadeh Moghaddam, M. & Kahrizi, D. (2010). Study on genetic variation and relationship between plant characteristics and grain yield in long spike bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using multivariate analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12, 18-30. (In Farsi)
43. Zhong-hu, H. & Rajaram, S. (1994). Differential responses of bread wheat characters to high temperature. *Euphytica*, 72, 197-203.

Archive of SID

www.SID.ir