Archive of SID

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴ (ص ۲۰۶-۱۹۳)

بررسی صفات مرتبط با عملکرد ژن‌نمون‌های گندم نان در شرایط آبیاری معمول و تنش آبی

علی اکبرآبادی[۱]، دانیال کهریزی[۲*]، عباس رضایی‌زاد[۳]، غلامحسین احمدی[۴] و مختار قبادی[۵]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه

۲. دانشیار، عضو هیأت علمی دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه و دانشیار، عضو هیأت علمی گروه پژوهشی بیوتکنولوژی مقاومت به خشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۳ و ۴. استادیار و مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

۵. استادیار، عضو هیأت علمی دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۱)

چکیده

به‌منظور بررسی صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژن‌نمون (ژنوتیپ)های گندم نان، دویست رگهٔ (لاین) گندم نان با منشأ مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت (CIMMYT) به صورت طرح مقدماتی (آگمنت) با چهار رقم شاهد در ده بلوک طی سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در شرایط تنش و آبیاری معمول (نرمال) کشت و ارزیابی شدند. براساس تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط تنش و بدون تنش آبی به‌ترتیب پنج و چهار صفت با ضریب‌های تبیین ۴۱درصد و ۳۸درصد وارد مدل شدند. براساس ضریب‌های تجزیهٔ علیت در شرایط تنش آبی، صفت روز تا ساقه‌دهی بزرگترین تأثیر مستقیم و منفی (۰/۳۶۹-) و وزن هزاردانه بزرگترین تأثیر مستقیم و مثبت (۰/۲۶۴) بر عملکرد دانه را داشتند. در شرایط بدون تنش آبی وزن هزاردانه بیشترین تأثیر مستقیم (۰/۴۳۴) بر عملکرد دانه را داشت که می‌تواند به‌عنوان معیار مناسبی در برنامه‌های به‌نژادی گندم برای گزینش ژن‌نمون‌های برتر به‌کار رود. براساس تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش و بدون تنش آبی هشت عامل استخراج و به‌ترتیب درمجموع ۶۷/۹۶درصد و ۶۹/۴۳درصد از واریانس کل را تبیین کردند. براساس نتایج این تحقیق اجزای عملکرد دانه از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه و از جمله شاخص‌های مهم برای اصلاح ژن‌نمون‌های گندم نان به‌منظور دستیابی به ژن‌نمون‌هایی با عملکرد بهتر و مطلوب‌تر به شمار می‌آیند.

واژه‌های کلیدی: تجزیهٔ علیت، تجزیه به عامل‌ها، تنش آبی، گندم نان.

مقدمه

با توجه به کمبود منابع آب، خشکی به‌عنوان یک عامل تنش‌زای اصلی غیرزیستی امنیت غذایی در جهان را به‌شدت تهدید می‌کند (Farooq *et al.*, 2008). در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران میانگین میزان بارندگی کم و توزیع بارندگی از سالی به سال دیگر متغیر بوده و بنابراین پیش‌بینی میزان و توزیع آن بسیار دشوار است. براساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی (فائو)[۱] ۹۰درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و در مقیاس جهانی نیز یک سوم اراضی قابل کشت جهان از کمبود آب لازم برای کشاورزی رنج می‌برند (FAO, 2010). به‌همین

* تلفن: ۰۹۱۸۳۳۲۲۲۳۵
E-mail: dkahrizi@yahoo.com

1. Food and Agriculture Organization (F.A.O)

www.SID.ir

Archive of SID

دلیل افزایش عملکرد دانهٔ گندم در این مناطق با روش‌های به‌نژادی و تولید ارقام سازگار و مقاوم به خشکی دشوار است، زیرا صفات گیاهی و عامل‌های محیطی بسیاری در افزایش محصول دخالت داشته و این صفات و عامل‌ها اثرگذاری‌های متقابل نشان می‌دهند (Ehdaei, 1993). این گیاه از نظر تولید و سطح زیر کشت جهانی نسبت به دیگر غلات دانه‌ای رتبهٔ اول را دارا است. لذا بررسی در زمینهٔ صفات مختلف زراعی ارقام گندم و تعیین روابط بین این صفات، روشی ارزشمند و بسیار سودمند است که شانس موفقیت به‌نژادگر را افزایش می‌دهد (Taleei & Bahramnejad, 1999). ارزش اقتصادی یک رقم به صفات مختلف آن بستگی دارد و بنابراین چگونگی اعمال روش گزینش برای چندین صفت به‌منظور دستیابی به بیشترین ارزش اقتصادی همیشه مورد نظر به‌نژادگران بوده است (Rezaei, 1994). برای معرفی یک رقم جدید زراعی، ویژگی‌های پرشماری درنظر گرفته می‌شود که با یکدیگر و با عملکرد دانه همبستگی بالایی داشته باشند. ارقام اصلاح‌شده، حاصل گزینش همزمان یا غیرهمزمان برای چندین صفت هستند. در اصلاح نباتات همبستگی بین صفات دارای اهمیت ویژه‌ای است، زیرا میزان و نوع رابطهٔ ژنتیکی یا غیرژنتیکی بین دو یا چند صفت را اندازه‌گیری می‌کند (Falconer, 1989).

در گذشته به‌دلیل محدود بودن روش‌های گزینش و اطلاعات در مورد چگونگی مقاومت به تنش‌ها در گیاهان زراعی، موفقیت در برنامهٔ اصلاح نباتات نیز محدود بوده است. به‌دلیل آسیب و زیان‌های قابل توجهی که از تنش‌های محیطی (خشکی، سرما، گرما و ...) به محصولات زراعی از جمله غلات واردشده در سال‌های اخیر بررسی واکنش گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Passioura, 2007)، با این وصف عملکرد دانه و پایداری آن در مناطق بسیاری که تنش‌های محیطی وجود دارد همیشه به‌عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گرفته است (Trethowan & Reynolds, 2007).

در شرایط تنش‌خشکی، شمار دانه در سنبله و گاهی هم میانگین وزن هزاردانه سهمی معادل شمار سنبله‌ها در عملکرد کل دارند و به‌همین دلیل Asana (1962) شمار دانه در سنبله و وزن هزاردانه را به‌عنوان معیار گزینش ارقام دیم توصیه کرد. همچنین برای بهبود عملکرد گندم، گزینش غیرمستقیم برای وزن دانه، شمار سنبله در واحد سطح و شمار دانه در هر سنبله مؤثر است (Siahpoosh *et al*., 2003).

محققان بسیاری با اشاره به تفاوت در میزان تأثیرپذیری مراحل مختلف رشد و نمو گیاه در شرایط تنش رطوبتی، مرحلهٔ دانه‌بندی را به‌دلیل کاهش شدید عملکرد دانه و وزن هزاردانه، حساس‌ترین دورهٔ رشد و نمو گندم از نظر زمان روبه‌رو شدن با تنش رطوبتی دانسته‌اند (Ghodsi *et al*., 2004). Mohammadi *et al*. (2006) به‌منظور گزینش ژن‌نمون‌هایی با عملکرد بالا و متحمل به خشکی از طریق تجزیهٔ رگرسیون گزارش کردند، که صفت روز تا سنبله‌دهی، میزان آب نسبی برگ و میزان آب نسبی از دست‌رفته مهم است. این محققان بین سه صفت یادشده همبستگی معنی‌داری پیدا نکردند. Tousi Mojarad *et al*. (2005) با بررسی دویست‌وچهل‌پنج ژن‌نمون گندم نان در قالب طرح مقدماتی[1] گزارش کردند که ژن‌نمون‌ها از نظر همهٔ صفات تنوع داشتند و با تجزیه به عامل‌ها پنج عامل در مجموع ۶۳/۷۰درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کردند. Mohammadi *et al*. (2010) با تجزیهٔ مسیر صفات آگرو-فیزیولوژیک بر روی عملکرد دانه در شرایط دیم نشان دادند که صفات شمار روز تا ظهور سنبله و رسیدن فیزیولوژیک، طول برگ پرچم، نسبت دم گل‌آذین یا ساق‌گل[2] به ارتفاع بوته، ارتفاع بوته، میزان آب نسبی برگ و طول سنبله بر عملکرد دانه اثر مستقیم مثبت و دیگر صفات تأثیر مستقیم منفی داشتند.

Clarke *et al*. (1991) باور دارند که گزینش براساس اجزای فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی (مورفولوژیکی) عملکرد در اصلاح این صفت مؤثرتر از آن است که گزینش تنها براساس عملکرد صورت گیرد. Sharma *et al*. (2002) و Dawari & Luthra (1991) در بررسی

1. Augmented design
2. Peduncle

www.SID.ir

Archive of SID

خود روی ارقام گندم نان نشان دادند که در شرایط تنش خشکی صفات شاخص برداشت، شمار سنبله در هر گیاه و طول سنبله اجزای مهم عملکرد بوده و گزینش براساس آنها می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد.

Bramel *et al.* (1984) عنوان کردند که تجزیه به عامل‌ها روش چندمتغیرهٔ توانمندی است که برای برآورد اجزای عملکرد (Francon *et al.*, 2010)، استخراج زیرمجموعه‌ای از متغیرهای همسان (Garson, 2013)، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چندمتغیره، شناخت ارتباط زیست‌شناختی (بیولوژیک) و کاربردی موجود بین صفات (Eslami *et al.*, 2013)، کاهش شمار زیادی از صفات همبسته بـه شمار کمی از عامل‌ها (Johnson & Wichern, 1988) و تشریح همبستگی‌های بین متغیرها (Lawley, 1941) به کار می‌رود.

گروه‌بندی صفات اندازه‌گیری‌شده و شناخت مفاهیم غیرقابل اندازه‌گیری یا صفات پنهانی مؤثر بر عملکرد از دیگر مواردی است که می‌توان با انجام تجزیه به عامل‌ها به ماهیت این موارد تا حدودی پی برد (Husson, 2011).

نظر به اهمیت زراعت گندم در کشور، روند رو به افزایش سطح زیر کشت آن، محدودیت منابع آبی در کشور و اجرای برنامهٔ افزایش تولید گندم، این تحقیق به‌منظور گزینش ژن‌نمون‌های برتر براساس روش‌های آماری چندمتغیره و کاربرد تجزیه به عامل‌ها برای گزینش صفات وابسته بر عملکرد دانه با صفات زراعی و تعیین روابط بین آنها با عملکرد دانه و در نهایت گزینش صفات مناسب برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش آبی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب (واقع در کیلومتر ۷ جادهٔ اسلام‌آباد غرب-سرپل ذهاب، ۴۷ ´۲۶ شمالی و°۳۴ ۸ شرقی، با ارتفاع ۱۳۴۴ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۴۶۷ میلی‌متر در سال) اجرا شد. شمار دویست ژن‌نمون مورد بررسی در این تحقیق از بین چهارصدویک رگهٔ گزینش‌شده از برنامهٔ کم آبیاری مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت (CIMMYT)[1] در سال ۲۰۰۷، پس از غربال اولیه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ براساس صفات: روز تا ظهور سنبله‌دهی و رسیدن فیزیولوژیک، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و نتایج مشاهده‌های صحرایی گزینش‌شده (روش‌های اصلاحی در مرکز تحقیقات بین‌المللی گندم و ذرت (CIMMYT) براساس بررسی جمعیت‌های در حال تفکیک مختلف در شرایط تنش و بدون تنش آبی است (Edmeades, 1989) و در قالب طرح مقدماتی بدون تکرار با چهار شاهد (بهار، کراس البرز، سرداری و رگهٔ DN-11) (بهار و کراس البرز تا حدودی حساس به خشکی و سرداری و رگهٔ DN-11 مقاوم به خشکی) در ده بلوک در دو شرایط تنش و بدون تنش آبی ارزیابی شدند. برای سادگی کار ژن‌نمون‌ها از ۱ تا ۲۰۴ شماره‌گذاری شدند و شماره‌های ۲۰۱ تا ۲۰۴ به‌ترتیب مربوط به رقم بهار، کراس البرز، رگهٔ DN-11 و سرداری است. تنش آبی برای آزمایش تنش در فصل بهار و در مرحلهٔ ظهور سنبله اعمال شد. کاشت در آبان سال ۱۳۸۸ براساس چهارصد بذر در مترمربع انجام و هر ژن‌نمون در شش ردیف با فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر و به طول ۶ متر کشت شد. در طول دورهٔ رشد مراقبت‌های زراعی لازم انجام و صفات ریخت‌شناختی (مورفولوژیک)، فیزیولوژیک و گذارشناختی (فنولوژیک) زیر ارزیابی شدند:

عملکرد دانه ($g.m^{-2}$) (همهٔ کرت آزمایش برای محاسبهٔ عملکرد برداشت شد)، ارتفاع بوته (cm)، طول سنبله (cm)، طول ریشک (mm)، طول غلاف (cm)، وزن سنبله (g)، شمار دانه در سنبله، طول دم‌سنبله (cm)، طول ساق‌گل (cm)، وزن هزاردانه (g)، تراکم بذر، نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته، وزن هکتولیتر (kg/100Lit)، شمار سنبله در مترمربع، روز تا ساقه‌دهی، روز تا سنبله‌دهی، روز تا گل‌دهی، روز تا خمیری شدن، روز تا رسیدن فیزیولوژیک (برای رسیدن فیزیولوژیک هنگامی‌که ۹۰درصد کرت در مرحلهٔ رسیدگی بود یادداشت‌برداری شد ولی برای صفات گذارشناختی دیگر هنگامی‌که ۵۰درصد کرت آن شرایط را داشت یادداشت‌برداری صورت گرفت)،

1. International Maize and Wheat Improvement Center

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص سطح برگ پرچم (mm^2)، محتوای نسبی آب ازدست‌رفته (g/g.h) (Haghparast, 1996)، محتوای نسبی آب برگ (Schonfeld *et al.*, 1988)، محتوای سبزینه (کلروفیل) براساس قرائت اسپد (Gholizadeh, 2009)، پرتوافشانی یا درخشندگی‌سبزینه (کلروفیل فلورسنس) (Souza *et al.*, 2004) و هدایت روزنه‌ای ($mmol/m^2s$). برداشت نیز در اواخر تیر ماه ۸۹ با کمباین آزمایشی انجام گرفت. محاسبات آماری هم با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیهٔ ضریب‌های همبستگی ساده برای شرایط تنش آبی (جدول ۱) بیانگر این است که صفات روز تا ساقه‌دهی، سنبله‌دهی، خمیری شدن و گل‌دهی با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری نشان دادند ولی صفات ارتفاع بوته، طول دم سنبله، طول ساق‌گل، طول سنبله، شمار سنبله در مترمربع، محتوای سبزینه، شاخص سطح برگ پرچم، وزن هزاردانه، شمار دانه در سنبله، وزن سنبله، طول غلاف و محتوای نسبی آب ازدست‌رفته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند. که به‌منظور اصلاح و بهبود گندم برای افزایش عملکرد به‌دلیل همبستگی مثبت مورد توجه هستند. بیشترین همبستگی مربوط به وزن هزاردانه ($r=۴۰۷^{**}$) بود که بیانگر اهمیت این صفت به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه و صفت مهمی برای گزینش ژن‌نمون‌هایی با عملکرد مناسب در شرایط تنش آبی است و با نتایج Ahmadi & Bajelan (2008) همخوانی دارد.

جدول ۱. ضریب‌های همبستگی ساده بین صفات مختلف ژن‌نمون‌های گندم نان در شرایط تنش آبی

	Y	DST	DHE	DFE	DDD	PLH	AL	She-L	TSL	Ped-L	SL	RWC
DST	-۰/۴۸۴**											
DHE	-۰/۲۷۵**	۰/۵۲۶**										
DFE	-۰/۲۱۸**	۰/۴۲۸**	۰/۷۶۶**									
DDD	-۰/۱۵۶*	۰/۲۰۴**	۰/۳۲۱**	۰/۳۱۰**								
PLH	۰/۱۹۲**	-۰/۱۰۸ ns	-۰/۰۹۲ ns	-۰/۰۵۳ ns	-۰/۰۷۵ ns							
AL	۰/۰۴۱**	-۰/۰۴۴ ns	-۰/۰۹۸ ns	-۰/۰۹۷ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۶۶ ns						
She-L	۰/۱۶۵*	-۰/۰۸۶ ns	۰/۰۱۴ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۴۰۹**	۰/۲۲۴**					
TSL	۰/۲۱۹**	-۰/۱۱۷ ns	۰/۱۵۶*	-۰/۰۹۹ ns	-۰/۱۳۰ ns	۰/۳۵۰**	-۰/۰۱۰ ns	۰/۱۶۵*				
Ped-L	۰/۲۵۳**	-۰/۱۳۵ ns	-۰/۱۲۶ ns	-۰/۰۸۴ ns	-۰/۱۰۲ ns	۰/۴۶۵**	۰/۰۸۳ ns	۰/۵۵۱*	۰/۹۱۴**			
SL	۰/۲۱۱**	-۰/۰۵۶ ns	۰/۰۱۸ ns	۰/۰۲۹ ns	-۰/۰۳۸ ns	۰/۳۵۴**	۰/۱۴۹*	۰/۴۳۴**	۰/۲۱۱**	۰/۳۵۷**		
RWC	۰/۱۰۴ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۳۰ ns	۰/۰۳۳ ns	-۰/۰۱۸ ns	۰/۰۰۶ ns	-۰/۱۰۸ ns	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۸۵ ns	۰/۰۷۶ ns	-۰/۰۰۷ ns	
RWL	۰/۱۵۱*	-۰/۱۷۱*	-۰/۰۲۸ ns	۰/۰۵۸ ns	-۰/۰۳۱ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۳۱ ns	۰/۰۷۳ ns	۰/۰۷۵ ns	-۰/۰۲۶ ns	۰/۱۸۱**
$NSPm^2$	۰/۲۴۳**	-۰/۱۰۹ ns	-۰/۱۸۸ ns	-۰/۱۲۹ ns	-۰/۰۳۲ ns	۰/۲۷۰**	۰/۱۰۲ ns	۰/۱۴۰*	۰/۰۱۵ ns	۰/۰۷۰ ns	۰/۰۳۹ ns	-۰/۰۵۱ ns
SPAD	۰/۲۷۱**	۰/۰۷۸ ns	-۰/۰۰۶ ns	۰/۰۶۳ ns	۰/۰۴۰ ns	-۰/۰۴۹ ns	-۰/۰۹۰ ns	۰/۰۰۴ ns	-۰/۰۰۷ ns	-۰/۰۰۴ ns	۰/۰۷۹ ns	۰/۱۷۲*
SC	۰/۱۱۲ ns	-۰/۰۷۷ ns	-۰/۰۳۹ ns	-۰/۰۶۹ ns	-۰/۱۲۴ ns	-۰/۰۲۰ ns	۰/۰۶۲ ns	-۰/۰۱۵ ns	۰/۰۴۶ ns	۰/۰۳۳ ns	-۰/۰۳۴ ns	-۰/۱۰۹ ns
LA	۰/۲۴۶**	-۰/۰۹۳ ns	۰/۰۷۱ ns	۰/۱۱۸ ns	-۰/۰۳۰ ns	۰/۰۷۳ ns	-۰/۰۲۹ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۶۳ ns	۰/۰۶۹ ns	۰/۱۶۷*	۰/۲۱۸**
DMA	۰/۰۱۰ ns	۰/۲۴۹**	۰/۵۹۳**	۰/۵۹۴**	۰/۲۰۲**	-۰/۱۸۱**	-۰/۰۶۰ ns	-۰/۰۷۹ ns	-۰/۰۳۹ ns	-۰/۰۶۵ ns	-۰/۰۴۸ ns	۰/۰۰۲ ns
TKW	۰/۴۰۷**	-۰/۳۱۸**	-۰/۲۱۲**	-۰/۱۱۱ ns	-۰/۱۹۱**	۰/۱۸۳**	۰/۱۰۶ ns	۰/۱۳۴ ns	۰/۱۴۰*	۰/۱۷۴*	۰/۰۰۲ ns	۰/۱۱۴ ns
NSPS	۰/۲۲۸**	۰/۰۲۷ ns	-۰/۰۴۶ ns	-۰/۰۶۶ ns	-۰/۱۳۴ ns	۰/۰۳۰ ns	۰/۰۵۱ ns	۰/۱۷۵*	-۰/۰۲۲ ns	۰/۰۵۳ ns	۰/۱۷۶*	-۰/۰۲۲ ns
SW	۰/۲۳۵**	-۰/۰۲۷ ns	-۰/۱۷۸*	-۰/۲۲۴**	-۰/۱۰۰ ns	۰/۱۰۴ ns	۰/۱۸۷**	۰/۲۲۸**	-۰/۰۴۹ ns	۰/۰۵۲ ns	۰/۲۱۳**	-۰/۱۲۸ ns
CHF	۰/۰۴۲ ns	-۰/۰۶۹ ns	۰/۲۰۰**	۰/۲۸۷**	۰/۰۱۵ ns	-۰/۰۰۸ ns	۰/۱۰۰ ns	-۰/۰۰۲ ns	-۰/۱۲۹ ns	-۰/۱۱۰ ns	-۰/۱۹۹**	-۰/۱۷۲
Ped/PLH	۰/۱۳۰ ns	-۰/۰۶۵ ns	-۰/۰۷۱ ns	-۰/۰۵۲ ns	-۰/۰۶۲ ns	-۰/۱۷۷*	۰/۰۴۴ ns	۰/۳۲۷**	۰/۷۶۸**	۰/۷۸۴**	۰/۱۴۱*	۰/۰۷۸ ns
SD	-۰/۰۵۸ ns	۰/۰۷۷ ns	-۰/۱۲۶ ns	-۰/۱۹۳**	-۰/۰۴۱ ns	-۰/۲۵۴**	۰/۰۳۲ ns	-۰/۱۷۹*	-۰/۲۶۳**	-۰/۲۷۳**	-۰/۵۹۹**	-۰/۱۰۹ ns
HLW	-۰/۰۶۵ ns	۰/۱۰۹ ns	۰/۳۸۱**	۰/۳۸۵**	۰/۲۴۸**	-۰/۰۷۰ ns	۰/۰۳۰ ns	-۰/۰۴۲ ns	-۰/۰۰۴ ns	-۰/۰۲۱ ns	-۰/۰۵۵ ns	۰/۰۲۰ ns

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

Y= عملکرد دانه، DST= روز تا ساقه‌دهی، DHE= روز تا سنبله‌دهی، DFE= روز تا گل‌دهی، DDD= روز تا خمیری شدن، PLH= ارتفاع بوته، AL= طول ریشک، She-L= طول غلاف، TSL= طول دم سنبله، Ped-L= طول ساق‌گل، SL= طول سنبله، RWC= محتوای نسبی آب برگ، RWL= محتوای نسبی آب ازدست‌رفته، $NSPm^2$= شمار سنبله در مترمربع، SPAD= محتوای سبزینه، SC= هدایت روزنه‌ای، LA= سطح برگ پرچمی، DMA= روز تا رسیدن فیزیولوژیک، TKW= وزن هزاردانه، NSPS=شمار دانه در سنبله، SW= میانگین وزن سنبله، CHF= درخشندگی سبزینه، Ped/PLH= نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته، SD= تراکم بذر، HLW= وزن هکتولیتر.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ۱

	RWL	$NSPm^2$	SPAD	SC	LA	DMA	TKW	NSPS	SW	CHF	Ped/PLH	SD
$NSPm^2$	-۰/۰۳۷ ns											
SPAD	-۰/۰۷۰ ns	۰/۱۱۱ ns										
SC	۰/۰۲۲ ns	-۰/۰۷۰ ns	-۰/۱۴۹*									
LA	۰/۰۶۲ ns	۰/۰۷۸ ns	۰/۱۹۹**	-۰/۰۸۰ ns								
DMA	۰/۰۴۴ ns	-۰/۰۵۶ ns	ns ۰/۰۱۹	۰/۰۲۳ ns	۰/۲۰۹**							
TKW	۰/۰۵۸ ns	-۰/۰۱۵ ns	ns ۰/۱۱۹	۰/۱۶۶*	۰/۱۸۹**	ns ۰/۰۵۵						
NSPS	-۰/۰۵۴ ns	۰/۰۷۰ ns	۰/۲۴۹**	-۰/۱۱۴ ns	۰/۰۳۷ ns	-۰/۱۰۳ ns	۰/۰۴۱ ns					
SW	-۰/۱۲۳ ns	۰/۱۹۵**	۰/۲۲۸**	-۰/۱۵۰*	۰/۰۵۰ ns	-۰/۱۱۹ ns	۰/۰۹۶ ns	۰/۷۱۱**				
CHF	-۰/۰۱۱ ns	۰/۱۵۹*	-۰/۰۲۳ ns	۰/۰۴۷ ns	۰/۰۲۳ ns	۰/۳۳۹**	۰/۱۷۳*	-۰/۰۲۷ ns	۰/۰۰۷ ns			
Ped/PLH	۰/۰۸۲ ns	-۰/۱۰۷ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۵۱ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۰۵۸ ns	۰/۰۶۵ ns	۰/۰۳۲ ns	-۰/۰۱۴ ns	-۰/۱۱۰ ns		
SD	-۰/۱۰۳ ns	۰/۱۴۲*	۰/۰۹۵ ns	-۰/۰۶۷ ns	-۰/۱۶۱*	-۰/۰۸۳ ns	-۰/۰۸۸ ns	۰/۵۵۹**	۰/۵۰۴**	۰/۱۵۱*	-۰/۱۲۴ ns	
HLW	.۰/۰۱۲ ns	-۰/۱۰۰ ns	-۰/۱۴۴*	۰/۰۳۷ ns	۰/۰۴۱ ns	۰/۴۶۰**	ns ۰/۰۵۱	-۰/۱۲۴ ns	-۰/۱۹۷**	۰/۱۷۸*	۰/۰۲۹ ns	-۰/۱۱۰ ns

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

هرچه محتوای سبزینه بیشتر باشد میزان سبزینهٔ موجود در گیاه و در نتیجه نورساخت (فتوسنتز) آن نیز بیشتر است و با تولید ذخایر بیشتر برای دانه، عملکرد دانه افزایش خواهد یافت. علت رابطهٔ منفی عملکرد دانه با روز تا گل‌دهی، ساقه‌دهی، خمیری شدن و سنبله‌دهی در محیط تنش آبی می‌تواند به‌دلیل استفادهٔ گیاهان از سازوکار فرار در محیط‌های تنش باشد که در نتیجه می‌توان ژن‌نمون‌های با طول دورهٔ گل‌دهی، ساقه‌دهی، خمیری شدن و سنبله‌دهی کمتر در محیط تنش را گزینش کرد. وجود همبستگی منفی بین عملکرد دانه با روز تا گل‌دهی و سنبله‌دهی توسط Fischer & Maurer (1978) و Abdemishani & Jafari Shabestari (1986) نیز گزارش شده است. Derera *et al.* (1969) دریافتند که در گندم معمولی، همبستگی منفی بین عملکرد دانه و شمار روز تا ظهور سنبله در شرایط تنش رطوبتی وجود دارد.

تجزیهٔ ضریب‌های همبستگی ساده برای شرایط بدون تنش آبی (جدول ۲) نشان می‌دهد که صفات طول سنبله، شمار سنبله در مترمربع، محتوای سبزینه، شاخص سطح برگ پرچم، وزن هزاردانه، شمار دانه در سنبله، وزن سنبله، ارتفاع بوته، طول دم سنبله، محتوای نسبی آب ازدست‌رفته و نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند. ولی صفت روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان داد. این رابطهٔ منفی احتمال دارد به علت طولانی شدن دورهٔ رشد و روبه‌رو شدن زمان دانه‌بندی با دمای بالا باشد.

Nabipour (1999) در بررسی همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که شمار همبستگی‌های معنی‌دار در محیط تنش خشکی بیشتر است. آنان همچنین همبستگی صفات مختلف در دو شرایط را بدین صورت عنوان می‌کنند که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی قوی‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفت عملکرد زیست‌توده (بیوماس) است. Yildirim *et al.* (1993) همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و طول سنبله و رائو (Roa, 1992) نیز همبستگی بالایی بین شمار دانه در سنبله و عملکرد دانه را در برنج گزارش کرده‌اند.

از آنجایی‌که در رگرسیون چندمتغیره اثرگذاری‌های متقابل در بین متغیرها وجود دارد. ممکن است یک متغیر در کنار برخی از متغیرها معنی‌دار باشد، اما در کنار برخی دیگر از متغیرها معنی‌دار نباشد. به همین علت لازم است متغیرهای مهمی را که تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دارند گزینش کنیم. برای حذف متغیرهای کم‌اهمیت در مدل و تصمیم‌گیری برای تشکیل مدل نهایی، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها روش گام‌به‌گام است. در رگرسیون گام‌به‌گام می‌توان طی مراحلی نسبت به حذف یا افزودن متغیرها برای گزینش مدل نهایی اقدام کرد (Zinali *et al.*, 2004).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ضریب‌های همبستگی ساده بین صفات مختلف ژن‌نمون‌های گندم نان در شرایط بدون تنش آبی

	Y	DST	DHE	DFE	DDD	PLH	AL	She-L	TSL	Ped-L	SL	RWC
DST	۰/۰۰۹ ns											
DHE	−۰/۱۴۶*	۰/۱۸۳**										
DFE	−۰/۰۹۲ ns	۰/۱۶۲*	۰/۷۵۹**									
DDD	−۰/۰۱۱ ns	۰/۰۵۸ ns	۰/۴۷۹**	۰/۴۵۱**								
PLH	۰/۱۴۵*	−۰/۰۰۳ ns	−۰/۱۶۰*	−۰/۰۰۱ ns	−۰/۱۱۶ ns							
AL	۰/۱۱۲ ns	−۰/۰۱۸ ns	−۰/۰۰۶ ns	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۸۳ ns						
She-L	۰/۰۲۸ ns	−۰/۰۴۳ ns	−۰/۱۲۲ ns	−۰/۰۲۳ ns	−۰/۰۶۹ ns	۰/۳۳۰**	۰/۱۹۸**					
TSL	۰/۱۴۴*	۰/۰۲۱ ns	−۰/۲۰۸**	−۰/۱۴۰*	−۰/۱۵۱*	۰/۴۰۰**	۰/۰۶۸ ns	۰/۱۱۸ ns				
Ped-L	۰/۱۳۱ ns	−۰/۰۰۱ ns	−۰/۲۳۰**	−۰/۱۲۵ ns	−۰/۱۵۷*	۰/۴۸۸**	۰/۱۵۴*	۰/۵۸۹**	۰/۸۷۱**			
SL	۰/۲۰۸**	۰/۱۳۱ ns	−۰/۱۳۱ ns	−۰/۰۰۱ ns	−۰/۰۱۳ ns	۰/۲۱۹**	۰/۱۰۹ ns	۰/۳۳۹**	۰/۰۰۷ ns	۰/۱۷۳*		
RWC	۰/۰۴۸ ns	۰/۰۷۳ ns	۰/۰۱۴ ns	−۰/۰۱۵ ns	−۰/۰۸۹ ns	−۰/۰۹۰ ns	۰/۰۸۳ ns	−۰/۰۴۳ ns	−۰/۰۹۱ ns	−۰/۰۹۵ ns	−۰/۰۱۰ ns	
RWL	۰/۱۴۷*	−۰/۰۳۱ ns	−۰/۱۱۱ ns	−۰/۰۲۸ ns	−۰/۱۸۱**	−۰/۰۴۴ ns	−۰/۰۴۶ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۱۰۰ ns	۰/۰۸۶ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۰۳۹ ns
$NSPm^2$	۰/۳۱۲**	۰/۰۵۱ ns	−۰/۰۷۶ ns	۰/۱۲۹ ns	۰/۱۱۱ ns	۰/۳۷۲**	۰/۲۲۱**	۰/۲۲۱**	۰/۱۹۳**	۰/۲۶۶**	ns ۰/۱۳۳	−۰/۱۵۰*
SPAD	۰/۳۱۶**	−۰/۰۲۲ ns	−۰/۰۱۴ ns	−۰/۰۷۶ ns	۰/۰۸۶ ns	−۰/۲۲۴**	۰/۱۴۵*	−۰/۰۳۸ ns	−۰/۰۳۳ ns	−۰/۰۴۶ ns	۰/۰۱۱ ns	−۰/۰۶۰ ns
SC	۰/۰۶۳ ns	−۰/۱۹۴**	−۰/۱۴۹*	−۰/۰۸۰ ns	−۰/۱۷۲*	−۰/۰۰۷ ns	−۰/۰۵۷ ns	۰/۰۲۹ ns	۰/۰۹۶ ns	۰/۰۹۲ ns	۰/۰۱۸ ns	۰/۱۲۳ ns
LA	۰/۱۹۰**	−۰/۰۲۵ ns	−۰/۰۱۹ ns	۰/۰۶۷ ns	۰/۰۷۴ ns	۰/۰۹۷ ns	۰/۲۳۷**	۰/۱۴۹*	۰/۰۴۵ ns	۰/۱۱۱ ns	**۰/۲۰۱	−۰/۰۷۰ ns
DMA	۰/۱۰۰ ns	۰/۰۳۱ ns	۰/۵۳۱**	۰/۴۷۷**	۰/۳۵۹**	−۰/۱۵۰*	۰/۰۴۵ ns	ns −۰/۰۳۴	−۰/۱۱۵ ns	−۰/۱۱۰ ns	−۰/۰۵۷ ns	۰/۰۵۹ ns
TKW	**۰/۴۱۰	−۰/۲۵۲**	−۰/۲۰۸**	−۰/۲۷۴**	−۰/۰۹۵ ns	−۰/۰۰۲ ns	۰/۰۴۸ ns	۰/۰۸۰ ns	۰/۱۵۵*	۰/۱۶۵*	۰/۰۲۰ ns	۰/۰۸۴ ns
NSPS	۰/۲۰۹**	۰/۱۷۳*	۰/۰۲۹ ns	۰/۰۵۹ ns	−۰/۱۶۴*	۰/۱۴۰*	۰/۱۵۱*	۰/۰۷۳ ns	۰/۰۸۴ ns	۰/۱۰۴ ns	۰/۲۰۹**	۰/۰۹۲ ns
SW	۰/۳۳۸**	ns ۰/۰۴۲	−۰/۰۸۰ ns	−۰/۰۲۹ ns	−۰/۲۰۸**	۰/۱۰۲ns	۰/۲۴۹**	۰/۱۱۴ ns	۰/۱۰۹ ns	۰/۱۴۵*	۰/۲۲۲**	۰/۱۳۲ ns
CHF	−۰/۰۱۲ ns	۰/۱۲۹ ns	−۰/۰۰۴ ns	۰/۰۵۸ ns	۰/۰۲۳ ns	۰/۱۰۰ ns	−۰/۰۴۵ ns	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۴۴ ns	۰/۰۶۳ ns	۰/۰۶۸ ns	۰/۰۷۰ ns
Ped/PLH	۰/۱۳۹*	−۰/۰۱۶ ns	−۰/۳۰۴**	−۰/۱۸۲**	−۰/۱۹۱**	۰/۴۹۲**	۰/۱۵۱*	۰/۵۸۵**	۰/۸۷۰**	۰/۹۹۶**	۰/۱۸۱**	−۰/۰۹۴ ns
SD	−۰/۰۳۴ ns	۰/۱۱۹ ns	۰/۰۷۰ ns	−۰/۰۱۲ ns	−۰/۱۰۵ ns	−۰/۰۰۵ ns	−۰/۰۱۲ ns	−۰/۲۱۵**	۰/۰۱۴ ns	−۰/۰۹۴ ns	−۰/۳۱۳**	۰/۰۲۹ ns

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

Y= عملکرد دانه، DST= روز تا ساقه‌دهی، DHE= روز تا سنبله‌دهی، DFE= روز تا گل‌دهی، DDD= روز تا خمیری شدن، PLH= ارتفاع بوته، AL= طول ریشک، She-L= طول غلاف، TSL= طول دم سنبله، Ped-L= طول ساق‌گل، SL=طول سنبله، RWC= محتوای نسبی آب برگ، RWL= محتوای نسبی آب ازدست‌رفته، $NSPm^2$= شمار سنبله در مترمربع، SPAD= محتوای سبزینه، SC= هدایت روزنه‌ای، LA= سطح برگ پرچمی، DMA= روز تا رسیدن فیزیولوژیک، TKW= وزن هزاردانه، NSPS= شمار دانه در سنبله، SW= میانگین وزن سنبله، CHF= درخشندگی سبزینه، Ped/PLH= نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته، SD=تراکم بذر.

ادامهٔ جدول ۲

	RWL	$NSPm^2$	SPAD	SC	LA	DMA	TKW	NSPS	SW	CHF	Ped/PLH
$NSPm^2$	۰/۰۰۱ ns										
SPAD	۰/۰۵۶ ns	۰/۰۱۸ ns									
SC	۰/۲۵۰**	−۰/۱۴۶*	۰/۰۶۸ ns								
LA	−۰/۰۹۳ ns	۰/۰۴۴ ns	۰/۳۲۲**	۰/۰۸۶ ns							
DMA	−۰/۰۱۸ ns	−۰/۰۱۵ ns	۰/۰۶۱ ns	۰/۱۳۴ ns	۰/۰۴۷ ns						
TKW	۰/۱۹۵**	−۰/۰۶۰ ns	۰/۲۶۶**	۰/۲۰۴**	۰/۱۷۲*	۰/۰۸۴ ns					
NSPS	−۰/۰۸۰ ns	۰/۱۰۶ ns	۰/۰۵۶ ns	−۰/۰۴۹ ns	۰/۱۶۰*	−۰/۰۳۲ ns	**−۰/۲۰۷				
SW	−۰/۰۲۲ ns	۰/۱۱۲ ns	۰/۲۰۳**	۰/۰۷۴ ns	۰/۲۴۸**	۰/۰۰۴ ns	۰/۱۵۶*	۰/۸۱۹**			
CHF	−۰/۰۲۹ ns	−۰/۰۲۶ ns	۰/۰۲۱ ns	۰/۱۱۱ ns	۰/۰۸۰ ns	۰/۰۴۶ ns	−۰/۰۵۲ ns	۰/۱۰۹ ns	۰/۰۸۵ ns		
Ped/PLH	۰/۰۹۱ ns	۰/۲۶۷**	−۰/۰۴۵ ns	۰/۱۰۲ ns	۰/۱۰۸ ns	−۰/۱۴۸*	۰/۱۷۸*	۰/۰۹۹ ns	۰/۱۴۶*	۰/۰۶۱ ns	
SD	−۰/۱۵۸*	−۰/۰۵۳ ns	۰/۰۴۳ ns	−۰/۰۹۰ ns	۰/۰۰۶ ns	−۰/۰۸۶ ns	−۰/۲۷۹**	۰/۷۷۵**	۰/۵۶۶**	۰/۱۳۴ ns	−۰/۰۹۸ ns

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور بررسی و تعیین اهمیت این صفات در تغییرات مربوط به عملکرد از روش آماری رگرسیون چندمتغیره گام‌به‌گام استفاده شد. نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام حاصل برای شرایط تنش آبی در جدول ۳ درج شده است. براساس تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام انجام‌شده در شرایط تنش آبی پنج صفت وارد مدل شد (جدول ۴) که بیشترین همبستگی با صفت عملکرد دانه را نشان دادند. ضریب تبیین مدل یادشده برابر ۴۱درصد است. علت مقدار همبستگی کوچک ممکن است به‌دلیل تنوع زیاد بین ژن‌نمون‌ها و یا تأثیر غیرمستقیم صفات بر همدیگر و یا بدون ارتباط بین آنها باشد. نخستین صفتی که وارد مدل شد صفت روز تا ساقه‌دهی بود و بعد صفات وزن هزاردانه، شمار سنبله در مترمربع، شمار دانه در سنبله و طول دم سنبله به ترتیب وارد مدل شدند و مهم‌ترین اجزای توجیه‌کنندهٔ تغییرات عملکرد دانه و مناسب‌ترین صفات برای گزینش ژن‌نمون‌های برتر در شرایط تنش آبی هستند.

نتایج تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام حاصل برای شرایط بدون تنش آبی در جدول ۵ درج شده‌است براساس تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط بدون تنش آبی (جدول ۶) چهار صفت وارد مدل شد و ضریب تبیین مدل برای این صفات نیز ۳۸درصد بود. نخستین صفتی که در این شرایط وارد مدل شد صفت وزن هزاردانه بود و بعد صفات شمار سنبله در مترمربع، شمار دانه در سنبله و محتوای سبزینه به‌ترتیب وارد مدل شدند و بیشترین معنی‌داری با عملکرد دانه را نشان دادند که به‌عنوان مؤثرترین صفات برای گزینش ژن‌نمون‌های برتر در شرایط بدون تنش آبی هستند.

Efyoni & Mahloji (2005) با تجزیهٔ رگرسیون مرحله‌ای در چهل و دو رگه و رقم گندم نان نشان دادند که دورهٔ پر شدن دانه، شمار دانه در سنبله، شمار سنبله در مترمربع و ارتفاع بوته زودتر از دیگر صفات به مدل رگرسیون وارد شده و مؤثرترین صفات بر عملکرد دانه بودند.

براساس مقایسهٔ نتایج همبستگی و رگرسیون در شرایط تنش و بدون تنش آبی، اجزای عملکرد دانه و صفت روز تا ساقه‌دهی در شرایط تنش و در شرایط بدون تنش آبی اجزای عملکرد دانه و محتوای سبزینه به‌عنوان مؤثرترین صفات برای گزینش ژن‌نمون‌های با عملکرد دانه بالا گزینش شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق اجزای عملکرد دانه از جمله صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه است و از جمله شاخص‌های مهم برای اصلاح ژن‌نمون‌های گندم نان به‌منظور دستیابی به ژن‌نمون‌هایی با عملکرد بهتر و مطلوب‌تر به شمار می‌آیند.

جدول ۳. خلاصهٔ تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط تنش آبی

ANOVA	df	MS
Regression	۷	۷۶۹۹۳/۱۹۲**
Error	۱۹۷	۳۴۲۲/۸۹۸
Total	۲۰۳	-

جدول ۴. نتایج صفات واردشده در مدل در شرایط تنش آبی

R^2	معادلهٔ رگرسیونی
۴۱	Y= -۰/۳۶۹ -۱۷۷/۴۴ (DST) +۰/۲۶۴ (TKW)
درصد	+۰/۲۱۸ ($NSPm^2$) +۰/۱۸۹ (NSPS) +۰/۱۴۰ (TSL)

Y= عملکرد دانه، DST= روز تا ساقه‌دهی، TKW= وزن هزاردانه، $NSPm^2$= شمار سنبله در مترمربع، NSPS= شمار دانه در سنبله، TSL= طول دم سنبله.

جدول ۵. خلاصهٔ تجزیهٔ رگرسیون گام‌به‌گام برای صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط بدون تنش آبی

ANOVA	df	MS
Regression	۶	۹۲۲۴۹/۸۷**
Error	۱۹۷	۳۵۱۹/۳۳
Total	۲۰۳	-

جدول ۶. نتایج صفات واردشده در مدل در شرایط بدون تنش آبی

R^2	معادلهٔ رگرسیونی
۳۸	Y= ۵۸/۰۳ + ۰/۴۳ (TKW)+ ۰/۳۰ ($NSPm^2$)
درصد	+ ۰/۲۵ (NSPS)+ ۰/۱۸ (SPAD)

Y= عملکرد دانه، TKW= وزن هزاردانه، $NSPm^2$= شمار سنبله در مترمربع، NSPS= شمار دانه در سنبله، SPAD= محتوای سبزینه.

تجزیهٔ علیت یکی از روش‌های بررسی اصل علیت در میان مجموعه‌ای از متغیرها است و برای تجزیهٔ همبستگی و پی بردن به اثرگذاری‌های مستقیم و غیرمستقیم صفات بسیار سودمند است (Dewey & Lu, 1959). در تجزیهٔ علیت از تجزیهٔ رگرسیون چندگانه استفاده می‌شود و ضریب‌های علیت یا

www.SID.ir

Archive of SID

اثرگذاری‌های مستقیم همان ضریب‌های رگرسیون ناقص استانداردشده هستند. تأثیر غیرمستقیم یک متغیر از طریق متغیر دیگر نیز از حاصلضرب ضریب همبستگی این دو متغیر مستقل در ضریب علیت متغیر دوم به‌دست می‌آید (Li, 1965). نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش آبی در جدول ۷ ارائه شده است. صفت روز تا ساقه‌دهی بزرگترین تأثیر مستقیم و منفی (۰/۳۶۹-) و وزن هزاردانه بزرگترین اثر مستقیم و مثبت (۰/۲۶۴) را بر عملکرد دانه داشتند لذا برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی ژن‌نمون‌هایی که صفت وزن هزاردانه بالا و صفت روز تا ساقه‌دهی کوتاهی دارند دارای اهمیت بیشتری هستند. پس از صفت روز تا ساقه‌دهی و وزن هزاردانه، بیشترین اثرگذاری‌های مستقیم به‌ترتیب به صفات شمار سنبله در مترمربع (۰/۲۱۸)، شمار دانه در سنبله (۰/۱۸۹) و طول دم سنبله (۰/۱۴۰) اختصاص داشت. که همهٔ این صفات غیر از صفت روز تا ساقه‌دهی تأثیر مستقیم مثبتی با عملکرد دانه داشتند. بیشترین تأثیر غیرمستقیم مربوط به صفت روز تا ساقه‌دهی با وزن هزاردانه (۰/۱۱۷) است و کمترین تأثیر غیرمستقیم مربوط به صفت طول دم سنبله با شمار سنبله در مترمربع (۰/۰۰۱) است. وزن هزاردانه تأثیر مستقیم آن بر عملکرد دانهٔ کم (۰/۲۶۴)، در حالی‌که همبستگی آن با عملکرد دانهٔ بیشتر (۰/۴۰۸**) است که به‌دلیل اثرگذاری‌های غیرمستقیمی که این صفت از طریق صفات روز تا ساقه‌دهی، شمار دانه در سنبله و طول دم سنبله بر عملکرد دانه می‌گذارد باعث افزایش همبستگی صفت وزن هزاردانه با عملکرد دانه شده‌است. با توجه به نتایج ارائه‌شده، صفات روز تا ساقه‌دهی، وزن هزاردانه و شمار سنبله در مترمربع بیشترین تأثیر مستقیم و غیرمستقیم در عملکرد دانه دارند.

جدول ۷ .تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در شرایط تنش آبی

صفات	اثرگذاری‌های مستقیم	اثرگذاری‌های غیر مستقیم					همبستگی با عملکرد
		روز تا ساقه‌دهی (۱)	وزن هزاردانه (۲)	شمار سنبله در m^2 (۳)	شمار دانه در سنبله (۴)	طول دم سنبله (۵)	
(۱)	۰/۳۶۹-	-	۰/۰۸۳-	۰/۰۲۳-	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶-	۰/۴۸۴**-
(۲)	۰/۲۶۴	۰/۱۱۷	-	۰/۰۰۳-	۰/۰۰۷	۰/۰۱۹	۰/۴۰۸**
(۳)	۰/۲۱۸	۰/۰۴۰	۰/۰۰۳-	-	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۲۴۳**
(۴)	۰/۱۸۹	۰/۰۰۹-	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	-	۰/۰۰۳-	۰/۲۲۹**
(۵)	۰/۱۴۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴-	-	۰/۲۱۹**
باقی‌مانده = ۰/۰۱۴-							

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد.

نتایج ضریب‌های تجزیهٔ علیت برای شرایط بدون تنش آبی در جدول ۸ ارائه شده است. وزن هزاردانه دارای بیشترین تأثیر مستقیم (۰/۴۳۴) با عملکرد دانه است که تأثیر غیرمستقیم آن از طریق شمار سنبله در مترمربع (۰/۰۱۸-) و شمار دانه در سنبله (۰/۰۵۳-) باعث کاهش میزان کمی همبستگی آن با عملکرد دانه (۰/۴۱۴ **) شده‌است. همچنین پس از وزن هزاردانه، شمار سنبله در مترمربع (۰/۳۰۸)، شمار دانه در سنبله (۰/۲۵۷) و محتوای سبزینه (۰/۱۸۱) به‌ترتیب بیشترین اثرگذاری‌های مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. محتوای سبزینه تأثیر مستقیم کمی (۰/۱۸۱) بر عملکرد دانه داشت اما اثرگذاری‌های مثبت و غیرمستقیم آن از طریق صفات وزن هزاردانه، شمار سنبله در مترمربع و شمار دانه در سنبله باعث شد تا همبستگی آن با عملکرد دانه (۰/۳۱۶**) افزایش یابد. بیشترین تأثیر غیرمستقیم مربوط به صفت محتوای سبزینه با وزن هزاردانه (۰/۱۱۵) است و کمترین اثر غیرمستقیم مربوط به شمار سنبله در مترمربع با محتوای سبزینه (۰/۰۰۳) است. با توجه به نتایج ارائه‌شده صفات وزن هزاردانه و شمار سنبله در مترمربع دارای تأثیر مستقیم و همبستگی بالایی با عملکرد دانه هستند و از اهمیت بیشتری نسبت به صفات کمی دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردارند. Nourmand-moaied *et al.* (2001) نتیجه گرفتند که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش آبی، از بین اجزای عملکرد دانه باید به‌ترتیب شمار دانه در سنبله، شمار سنبله در واحد سطح و وزن هزاردانه را افزایش داد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. Zakizadeh *et al.* (2010)، در پژوهش خود بر روی ۷۰ گندم سنبله بلند با تجزیهٔ علیت نشان داد که بزرگترین اثرگذاری‌های مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به صفات شمار سنبله در مترمربع، وزن دانه در سنبله و عملکرد زیستی (بیولوژیک) بودند.

جدول ۸. تجزیهٔ علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در شرایط بدون تنش آبی

صفات	اثرگذاری‌های مستقیم	اثرگذاری‌های غیرمستقیم				همبستگی با عملکرد
		وزن هزاردانه (۱)	شمار سنبله در m^2 (۲)	شمار دانه در سنبله (۳)	محتوای سبزینه (۴)	
(۱)	۰/۴۳۴	-	-۰/۰۱۸	-۰/۰۵۳	۰/۰۴۸	۰/۴۱۴**
(۲)	۰/۳۰۸	-۰/۰۲۶	-	۰/۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۳۱۲**
(۳)	۰/۲۵۷	-۰/۰۸۹	۰/۰۳۲	-	۰/۰۱۰	۰/۲۱۱**
(۴)	۰/۱۸۱	۰/۱۱۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	-	۰/۳۱۶**
باقی‌مانده = ۰/۰۰۵						

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد.

در تجزیه به عامل‌ها نیز هدف اصلی در صورت امکان بیان روابط کواریانسی میان بسیاری از متغیرها براساس چند کمیت تصادفی غیرقابل مشاهده است که عامل‌ها نامیده می‌شوند. تجزیه به عامل‌ها در بسیاری از علوم کاربرد فراوانی پیدا کرده است. کاربردهای این روش در علوم کشاورزی شامل کاهش شمار زیادی از صفات همبسته به شمار کمی از عامل‌ها (Briggs & Shebeski, 1972)، تبیین همبستگی بین متغیرها (Lawley, 1941)، برآورد اجزای عملکرد (Denis & Adams, 1972; Seiler & Stafford, 1979)، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چندمتغیره (Guertin & Bailey, 1982) است، سپس توجیه بهتر دوران عامل‌ها از طریق روش واریماکس (Varimax rotation) صورت گرفت (Farshadfar, 2005). در تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش آبی (جدول ۹) هشت عامل اصلی و مستقل درمجموع ۶۷/۹۶درصد از واریانس کل را تبیین کردند. و به‌دلیل تنوع زیاد بین ژن‌نمون‌ها و یا تأثیر غیرمستقیم صفات بر همدیگر و یا بدون ارتباط بین آنها مقدار همبستگی کم و در نتیجه ضریب همبستگی بین متغیرها مقدار کوچکی نشان می‌دهد، بنابراین شمار عامل‌های بیشتری به‌دست‌می‌آید. عامل نخست ۱۲/۴۰درصد از تغییرات متغیرها را تبیین کرد که صفات روز تا گل‌دهی، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیک، وزن هکتولیتر و درخشندگی سبزینه را شامل شد، و به‌عنوان عامل گذارشناسی (فنولوژی) گیاه نام نهاده شد. عامل دوم ۱۱/۰۵درصد از تغییرات متغیرها را تبیین کرد و شامل صفات نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته، طول دم‌سنبله، طول ساق‌گل و روز تا خمیری شدن است که عامل ارتفاع بوته نام‌گذاری شد. عامل سوم ۹/۶۵درصد تغییرات متغیرها را تبیین کرد، صفات شمار دانه در سنبله، میانگین وزن سنبله، و تراکم بذر را شامل شد و به‌عنوان عامل ریخت سنبله نام‌گذاری شد. عامل چهارم ۸/۹۷درصد از تغییرات متغیرها را تبیین کرد که شامل صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و طول غلاف است و تحت عنوان عامل منبع ذخیرهٔ گیاه نام‌گذاری شد. عامل پنجم شامل صفات عملکرد، وزن هزاردانه، روز تا ساقه‌دهی و شاخص سطح برگ پرچم است که ۸/۹۵درصد تغییرات متغیرها را تبیین کرد و به نام عامل عملکرد نام‌گذاری شد. عامل ششم ۵/۹۱درصد تغییرات واریانس را تبیین کرد و شامل صفات طول ریشک و محتوای سبزینه است که به‌نام عامل مؤثر بر نورساخت نام‌گذاری شد. عامل هفتم شامل شمار سنبله در مترمربع است که ۵/۸۹درصد تغییرات واریانس را تبیین کرد و به‌نام همین عامل نام‌گذاری شد. عامل هشتم که شامل صفات محتوای نسبی آب ازدست‌رفته برگ، محتوای نسبی آب برگ و هدایت روزنه‌ای است و ۵/۱۰درصد تغییرات واریانس را تبیین کرد و به‌نام عامل فیزیولوژیکی گیاه نام‌گذاری شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Gupta *et al.* (1999) و Mohammadi *et al.* (2002) در آزمایش‌های خود در این زمینه، نتایج نزدیک به همی را گزارش کرده‌اند.

نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی برای شرایط بدون تنش آبی (جدول ۱۰) نشان داد که هشت عامل در مجموع ۶۹/۴۳درصد تغییرات کل را تبیین کردند.

جدول ۹. ماتریس عامل‌های چرخش‌یافتهٔ واریماکس برای صفات مورد بررسی در شرایط تنش آبی

صفات	عامل‌های اصلی							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
DFE	۰/۸۳۶	-۰/۰۵۳	-۰/۰۷۷	۰/۱۰۴	-۰/۱۹۴	۰/۱۳۲	-۰/۰۲۰	۰/۰۲۱
DMA	۰/۸۲۹	۰/۰۲۴	-۰/۰۳۱	-۰/۰۹۵	۰/۱۳۱	۰/۰۸۲	-۰/۰۵۸	-۰/۰۱۴
DHE	۰/۸۱۱	-۰/۰۷۷	-۰/۰۲۵	۰/۱۱۰	-۰/۳۰۸	۰/۰۹۹	-۰/۱۱۴	-۰/۰۵۱
HLW	۰/۶۲۶	۰/۰۴۱	-۰/۱۴۵	-۰/۰۶۶	۰/۰۶۵	-۰/۱۸۸	-۰/۰۶۳	۰/۰۶۷
CHF	۰/۴۸۵	-۰/۱۰۶	۰/۰۳۷	-۰/۲۸۳	۰/۳۱۱	-۰/۲۰۲	۰/۳۸۴	-۰/۱۵۴
DDD	۰/۳۸۵	-۰/۰۹۲	-۰/۰۴۳	۰/۰۳۹	-۰/۳۵۸	-۰/۰۵۳	۰/۱۰۳	۰/۲۲۲
Ped/PLH	۰/۰۲۱	۰/۹۲۲	۰/۰۶۴	-۰/۰۲۹	۰/۰۳۸	-۰/۰۴۷	-۰/۲۲۲	۰/۰۸۰
TSL	-۰/۰۸۲	۰/۹۲۰	-۰/۱۱۱	۰/۱۱۴	۰/۱۰۶	۰/۰۹۵	۰/۰۸۵	-۰/۰۱۱
PedL	-۰/۰۵۲	۰/۹۱۵	۰/۰۰۶	۰/۳۲۹	۰/۱۰۶	-۰/۰۳۶	۰/۱۵۸	۰/۰۲۴
NSPS	-۰/۰۶۴	۰/۰۳۵	۰/۸۸۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۳	۰/۰۶۰	-۰/۰۲۹	-۰/۰۲۶
SW	-۰/۱۵۰	-۰/۰۲۶	۰/۸۷۱	۰/۱۱۵	۰/۰۸۴	-۰/۰۴۶	۰/۱۱۰	-۰/۰۷۷
SL	-۰/۰۳۰	۰/۱۱۴	۰/۱۰۱	۰/۸۸۱	۰/۰۵۱	-۰/۰۰۵	-۰/۰۵۵	-۰/۰۳۴
SD	-۰/۱۰۵	-۰/۱۰۹	۰/۶۵۳	-۰/۶۵۴	-۰/۰۹۶	-۰/۰۵۹	۰/۱۱۰	-۰/۰۵۸
SheL	۰/۰۴۱	۰/۳۳۳	۰/۲۴۴	۰/۵۶۷	۰/۰۳۸	-۰/۲۸۲	۰/۲۰۹	۰/۰۸۱
TKW	۰/۰۳۰	۰/۰۷۵	۰/۰۲۶	۰/۰۴۷	۰/۷۴۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۷	-۰/۰۲۵
Y	-۰/۱۰۵	۰/۱۳۳	۰/۱۹۶	۰/۱۴۱	۰/۷۰۷	۰/۱۵۱	۰/۱۸۷	۰/۱۵۲
DST	۰/۳۹۵	-۰/۰۳۰	۰/۱۱۴	۰/۰۲۶	-۰/۶۱۷	۰/۱۸۶	-۰/۱۳۵	-۰/۲۱۴
LA	۰/۲۰۱	-۰/۰۵۴	۰/۰۷۰	۰/۲۷۰	۰/۴۰۰	۰/۳۸۱	-۰/۱۶۱	۰/۲۰۷
AL	۰/۰۱۴	-۰/۰۲۹	۰/۲۴۰	۰/۲۱۰	۰/۱۱۲	۰/۶۳۸	۰/۰۰۳	۰/۰۷۱
SPAD	۰/۰۳۷	-۰/۰۲۳	۰/۳۶۶	۰/۰۵۷	۰/۱۳۵	۰/۶۳۱	۰/۰۷۱	۰/۰۵۴
$NSPm^2$	-۰/۰۹۶	-۰/۰۲۰	۰/۱۱۸	-۰/۰۲۱	۰/۰۵۷	۰/۰۱۲	۰/۸۰۵	۰/۰۰۲
PLH	-۰/۱۰۹	۰/۱۴۰	-۰/۰۸۶	۰/۵۵۸	۰/۱۰۳	۰/۰۰	۰/۵۷۶	-۰/۰۸۴
RWL	۰/۰۳۲	۰/۰۶۴	-۰/۱۱۴	-۰/۰۵۵	۰/۱۵۸	-۰/۱۹۶	-۰/۰۴۲	۰/۷۲۶
RWC	-۰/۰۰۷	۰/۰۷۲	-۰/۰۷۶	۰/۰۴۹	۰/۰۸۲	۰/۴۰۴	-۰/۱۱۸	۰/۵۵۱
SC	۰/۰۰۲	۰/۰۵۸	-۰/۲۱۲	-۰/۰۵۳	۰/۳۷۰	-۰/۲۳۴	-۰/۲۴۹	-۰/۴۶۱
واریانس نسبی	۱۲/۴۰	۱۱/۰۵	۹/۶۵	۸/۹۷	۸/۹۵	۵/۹۱	۵/۸۹	۵/۱۰
واریانس تجمعی	۱۲/۴۰	۲۳/۴۶	۳۳/۱۲	۴۲/۰۹	۵۱/۰۵	۵۶/۹۶	۶۲/۸۶	۶۷/۹۶

براین اساس عامل نخست ۱۴/۶۲درصد تغییرات داده‌ها را تبیین کرد و شامل صفات طول ساق‌گل، نسبت طول ساق‌گل به ارتفاع بوته، طول دم سنبله، ارتفاع بوته و طول غلاف است. و از آنجاکه این ویژگی‌ها بیانگر طول گیاه هستند، این عامل را می‌توان به‌عنوان ارتفاع بوته نام‌گذاری کرد. عامل دوم شامل صفات شمار دانه در سنبله، تراکم بذر و وزن سنبله با بار عاملی ۱۱/۱۰درصد است، و به‌عنوان عامل ریخت سنبله نام‌گذاری شد. عامل سوم با بار عاملی ۱۰/۸۶درصد براساس روز تا گل‌دهی، روز تا سنبله‌دهی، روز تا خمیری شدن و روز تا رسیدن فیزیولوژیک استوار است، که این عامل، گذارشناسی گیاه نام‌گذاری شد. در عامل چهارم بیشترین ضریب‌های عاملی

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به صفات طول سنبله و طول غلاف با بار عاملی ۷/۲۷درصد بوده و به‌عنوان عامل ذخیرهٔ دانه نام‌گذاری شد. عامل پنجم با بار عاملی ۷/۱۲درصد شامل محتوای سبزینه و شاخص سطح برگ پرچم بود که تحت عنوان عامل مؤثر بر نورساخت نام‌گذاری شد. عامل ششم شامل صفات عملکرد، میزان نسبی آب ازدست‌رفته و وزن هزاردانه بار عاملی ۶/۶۲درصد است که به‌نام عامل عملکرد نام‌گذاری شد. عامل هفتم شامل صفات هدایت روزنه‌ای، شمار سنبله در مترمربع و محتوای نسبی آب برگ با بار عاملی ۶/۶۱درصد است و به‌نام عامل فیزیولوژیکی گیاه نام‌گذاری شد و عامل هشتم شامل صفات درخشندگی سبزینه، روز تا ساقه‌دهی و طول ریشک است که ۵/۲۰درصد تغییرات واریانس را تبیین کردند و به‌عنوان عامل مؤثر بر سبزینه نام‌گذاری شد. Gupta *et al.* (1999) و Mohammadi *et al.* (2002) در آزمایش‌های خود در این زمینه، نتایج نزدیک به همی را گزارش کردند . Walton (1972) از تجزیه به عامل‌ها در شناسایی ویژگی‌های رشدی و ریخت‌شناسی مرتبط با عملکرد در گندم بهاره استفاده کرد و چهار عامل را معرفی کرد، که شامل اجزای عملکرد، صفات زیست‌شناختی، طول سنبله و شمار دانه در گیاه و نیز ارتباط دانه‌های بزرگ و طول پرشدن دانه با عملکرد زیاد بودند. Gupta *et al.* (1999) هم با تجزیه به عامل‌ها در چهل رگهٔ گندم پانزده صفت مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه را به پنج عامل کاهش دادند که عامل‌ها به‌ترتیب مربوط به رسیدگی، شمار سنبله در مترمربع و صفات مرتبط با عملکرد، پروتیین دانه و پنجه‌دهی بود که بخشی از این نتایج با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

جدول ۱۰. ماتریس عامل‌های چرخش‌یافتهٔ واریماکس برای صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش آبی

صفات	عامل‌های اصلی							
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
PedL	۰/۹۶۷	۰/۰۱۸	-۰/۰۷۹	۰/۱۲۴	۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۷	-۰/۰۲۸
Ped/PLH	۰/۹۶۰	۰/۰۱۳	-۰/۱۴۵	۰/۱۲۹	۰/۰۴۱	۰/۰۴۷	۰/۰۳۸	-۰/۰۳۲
TSL	۰/۸۹۰	۰/۰۵۰	-۰/۰۹۱	-۰/۲۱۲	۰/۰۳۰	۰/۱۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۵۹
PLH	۰/۵۸۳	۰/۰۸۵	-۰/۰۷۶	۰/۲۹۰	-۰/۱۳۷	۰/۰۱۳	-۰/۲۱۱	۰/۰۳۹
NSPS	۰/۰۷۸	۰/۹۴۴	-۰/۰۰۳	۰/۱۱۵	۰/۰۱۶	-۰/۰۱۰	-۰/۰۵۴	۰/۰۹۹
SW	۰/۰۸۸	۰/۸۵۶	-۰/۰۵۵	۰/۱۶۷	۰/۲۱۵	۰/۱۶۶	۰/۰۹۲	-۰/۰۷۶
SD	-۰/۰۴۲	۰/۸۴۴	-۰/۰۴۰	-۰/۳۸۴	-۰/۰۱۶	-۰/۲۰۴	-۰/۰۶۲	۰/۱۲۰
DHE	-۰/۱۶۳	۰/۰۴۵	۰/۸۶۲	-۰/۱۰۴	-۰/۰۷۹	-۰/۱۲۳	-۰/۰۳۸	۰/۰۵۱
DFE	-۰/۰۴۱	۰/۰۴۵	۰/۸۶۰	۰/۰۷۶	-۰/۱۱۵	-۰/۰۶۲	-۰/۰۸۸	۰/۰۸۸
DMA	-۰/۰۵۶	-۰/۰۲۱	۰/۷۶۱	-۰/۰۲۸	۰/۰۹۷	۰/۱۵۱	۰/۲۲۹	-۰/۰۶۳
DDD	-۰/۱۰۷	-۰/۲۲۰	۰/۶۴۲	-۰/۰۲۲	۰/۲۱۸	-۰/۰۹۸	-۰/۲۷۱	۰/۰۴۳
SL	۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	-۰/۰۸۲	۰/۸۱۰	۰/۰۸۷	۰/۱۳۰	-۰/۰۵۶	۰/۱۹۴
SheL	۰/۷۹۴	-۰/۰۴۶	-۰/۰۱۱	۰/۶۰۱	۰/۰۲۵	۰/۱۴۹	۰/۰۷۴	-۰/۱۵۳
SPAD	-۰/۱۲۰	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰	-۰/۰۹۱	۰/۷۴۸	۰/۲۳۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۰۸
LA	۰/۰۸۲	۰/۱۳۸	۰/۰۷۰	۰/۲۸۸	۰/۶۹۲	-۰/۱۴۲	۰/۰۵۴	-۰/۰۳۳
Y	۰/۰۷۸	۰/۲۰۰	-۰/۰۲۰	۰/۱۴۲	۰/۳۵۳	۰/۷۲۷	-۰/۱۵۹	-۰/۰۳۹
RWL	۰/۰۷۰	-۰/۱۱۶	-۰/۰۵۹	-۰/۰۴۶	-۰/۱۷۲	۰/۶۱۰	۰/۲۶۶	۰/۰۷۶
TKW	۰/۱۱۹	-۰/۱۷۱	-۰/۱۳۹	-۰/۰۱۷	۰/۴۲۳	۰/۴۸۵	۰/۳۱۰	-۰/۲۷۵
SC	۰/۱۱۸	-۰/۰۴۰	-۰/۰۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۹۵	۰/۱۸۵	۰/۷۰۲	۰/۰۳۱
$NSPm^2$	۰/۳۱۳	۰/۰۷۸	۰/۱۰۷	۰/۲۳۲	-۰/۰۲۳	۰/۳۰۸	-۰/۵۸۵	-۰/۱۲۰
RWC	-۰/۱۸۴	۰/۲۲۶	۰/۰۴۸	۰/۱۹۳	-۰/۲۹۷	۰/۱۷۹	۰/۴۶۳	-۰/۰۹۳
CHF	۰/۱۰۹	۰/۱۰۰	۰/۰۵۰	۰/۱۲۲	۰/۱۸۶	-۰/۱۵۵	۰/۲۶۰	۰/۶۴۲
DST	-۰/۰۳۶	۰/۱۶۸	۰/۱۵۶	۰/۱۴۳	-۰/۱۵۵	۰/۱۰۱	-۰/۲۵۴	۰/۵۹۹
AL	۰/۱۰۸	۰/۲۴۳	۰/۱۱۴	۰/۳۴۸	۰/۱۶۸	-۰/۰۴۳	-۰/۰۷۷	-۰/۵۰۶
واریانس نسبی	۱۴/۶۲	۱۱/۱۰	۱۰/۸۶	۷/۲۷	۷/۱۲	۶/۶۲	۶/۶۱	۵/۲۰
واریانس تجمعی	۱۴/۶۲	۲۵/۷۳	۳۶/۶۰	۴۳/۸۷	۵۰/۹۹	۵۷/۶۱	۶۴/۲۳	۶۹/۴۳

www.SID.ir

Archive of SID

در کل نتیجهٔ تحلیل عاملی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش آبی بیانگر اهمیت بیشتر عامل‌های گذارشناختی گیاه، ارتفاع بوته و ریخت سنبله نسبت به دیگر عامل‌ها بوده و این عامل‌ها به‌طور میانگین ۴۹درصد این تغییرات را تبیین می‌کنند و این سه نزدیک به نیمی از تغییرات مربوط به عملکرد دانه را تبیین می‌کنند. براساس تحلیل همبستگی ساده، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیهٔ ضریب‌های علیت به‌ترتیب وزن هزاردانه، شمار سنبله در مترمربع و همچنین شمار دانه در سنبله (اجزای مهم عملکرد دانه) مهم‌ترین اجزای مؤثر بر عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش آبی به‌شمار می‌آیند و می‌تواند بر بهبود عملکرد دانه و یا گزینش ژن‌نمون‌های مطلوب در گندم نان به‌عنوان مبنایی برای گزینش قابل توصیه باشد و به‌عنوان معیار گزینش در برنامه‌های به‌نژادی گندم و تولید ارقام پر محصول استفاده کرد.

REFERENCES

1. Abdemishani, S. & Jafari Shabestari, J. (1986). The effect of different irrigation regimes and amount of seed on autumn wheat yield. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 3 and 4, 45-51. (in Farsi)
2. Ahmadi, H. & Bajelan, B. (2008). Heritability of drought tolerance in wheat. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3, 632-635.
3. Asana, R. D. (1962). Analysis of drought resistance in wheat. *Arid Zone Research*, 16, 83-90.
4. Banitaba, S. A. & Naderidarbaghshahi, M. R. (2005). Qualitative and quantitative characteristics of the lines of durum wheat in the region. *Research in Agriculture*, 1(1), 35-45. (in Farsi)
5. Bramel, P. I., Hinz, P. N., Green, D. E. & Shibles, R. M. (1984). Use of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. *Euphytica*, 33, 387-400.
6. Briggs, K.C. & Shebeski, L.H. (1972). An application of factor analysis to some bread making quality data. *Crop Science*, 12, 44-46.
7. Clarke, J.M., Romagosa, I. & Depauw, R.M. (1991). Screening durum wheat germplasm for dry growing conditions: morphological and physiological criteria. *Crop Science*, 31, 770-775.
8. Dawari, N.H. & Luthra, O. P. (1991). Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 25, 68-72.
9. Derera, N. F., Marshal, D. R. & Balam, L. N. (1969). Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheat's. *Experimental Agriculture*, 5, 327-337.
10. Dewey, J. R. & Lu, K. H. (1959). A correlation and path co-efficient analysis of components of crested wheat seed production. *Agronomy Journal*, 51, 515-518.
11. Edmeades, G.O., Bolanos, J., Lafittie, H. R., Rajaram, S., Pfeiffer, W. & Fischer, R. A. (1989). Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals. *Symposium of the International Council of Scientific Unions*, PP: 27-52.
12. Efyoni, D. & Mahloji, M. (2005). Correlation analysis of some agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. *Seed and Plant Journal*, 22, 186-199. (in Farsi)
13. Ehdaei, B. (1993). Selection for drought resistance in wheat. Key papers of *the 1th Congress on Agronomy and Plant Breeding, Iran*. 43-62 pp. Faculty of Agronomy, Tehran University, Karaj. (in Farsi)
14. Ehdaei, B., Normohammadi, Gh. & Vala, A. (1994). Environment susceptibility and correlation analysis of seed yield and yield components in tetraploid genotypes of Khuzestan in adjutant condition and non adjutant of environment. *Journal Science of Agriculture*, 17, 15-31. (in Farsi)
15. Eslami, A., Qannari, E. M, Kohler, A. & Bougeard, S. (2013). General overview of methods of analysis of multi-group datasets. *Review of New Information Technologies*, 25, 108-123.
16. Tousi Mojarad, M., Ghannadha, M. R, Khodarahmi, M. & Shahabi, S. (2005). Factor analysis for grain yield and other attributes in bread wheat. *Pajohesh_va_Sazandegi*, 67, 9-17. (in Farsi)
17. F.A.O. (2010). Statistical database. Available online: Http// www. FAO. Org.
18. Falconer, D. S. (1989). *Introduction to quantitative genetics*. Longman, New York .34 PP.
19. Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. & Basra, S. (2008). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 1-28.
20. Mohammadi, R., Haghparast, R, Aghaee Sarbarze, M & Abdollahi, A. (2006). Evaluation of drought tolerant genotypes of durum wheat developed based on physiological parameters and other related indicators. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 1-37 (3), 563-576. (in Farsi)
21. Farshadfar, E. (2005). *Principal of Statically Multivariate Methods*. Press Taqbostan. 340, 421-424.
22. Fischer, R. A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I: Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912.

www.SID.ir

Archive of SID

23. Garson, G. D. (2013). Factor Analysis. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishers.
24. Franco, J., Crossa, J. & Desphande, S. (2010). Hierarchical multiple-factor analysis for classifying genotypes based on phenotypic and genetic data. *Crop Science*, 50, 105.
25. Ghodsi, M., Chaii-chi, M. Jalal-Kamali, M.R. & Mazaheri, D. (2004). Determination of susceptibility of developmental stages in bread wheat to water stress and its effects on yield and yield components. *Seed and Plant Journal*, 20, 489-509. (in Farsi)
26. Gholizadeh, A. (2009). Evaluation of SPAD chlorophyll meter in two different rice growth stages and its temporal variability. *European Journal of Scientific Research*, 4, 591-598.
27. Guertin, W.H. & Bailey, J.P. (1982). *Introduction to Modern Factor Analysis*. Edwards Brothers Inc., Michigan. pp: 50-51.
28. Gupta, P. K., Varshney, P. K, sharma, P. C. & Ramesh, R. (1999). Molecular markers and their application in wheat breeding. *Plant Breeding*, 118, 369-390.
29. Haghparast, R. (1996). Selection for drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum*). Master of Science. Thesis, College of Agriculture. Tabriz University, Iran.
30. Husson, F., L^e, S. & Pagès, J. (2011). Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R. Boca Raton, IL: CRC Press, *Journal of Statistical Software*, Volume 40, Book Review 2.
31. Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (1988). Applied multivariate statistical analysis. *Prentice Hall International*, London, 607p.
32. Lawley, D.H. (1941). The estimation of factor loading by the method of maximum likelihood. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, (60), 64-82.
33. Li, C.C. (1965). The concept of path coefficient and its impact on population genetics. *International Biometric Society*, 12(2), 190-210.
34. Martin, M.J. & Russell, W.A. (1994). Correlation response of yield and other agronomic trait to recurrent selection for stalk quality in maize synthetic. *Crop Science*, 24, 746- 750.
35. Mirza, M.J. (1992). Correlation and path analysis of plant height and yield components in rice (*Oryza Sativa* L.). *Sarhad Journal of Agriculture*, 8, 647-653.
36. 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).
37. Mohammadi, R., Dryaei, A. & Rajabi, R. (2010). Study of characterizes agro-physiological associate with drought tolerance durum wheat genotypes developed. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 8(3), 403-414. (in Farsi)
38. Nabipour, A. R. (1999). *Wheat varieties and lines evaluated for resistance to drought*. M. Sc. thesis Plant Breeding, Faculty of Agronomy, Tehran University. (in Farsi)
39. Nachit, M.M., Ketata, H. & Acevedo, E. (1991). Selection for morphological traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat. *Physiology – Breeding of Winter Cereal for Stressed Mediterranean – Environments*, 8(30), 391-400.
40. Nikkhah, H. (2001). *Evolution and study heritability drought of resistance in bread wheat*. M. Sc. thesis Plant Breeding, Faculty of Agronomy, Tehran University, Karaj. (in Farsi)
41. Nourmand-moaied, F., Rostami, M.A. & Ghannadha, M.R. (2001). A study of morpho-physiological traits of bread wheat, relationship whit grain yield under normal and drought stress conditions. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 32(4), 785-794. (in Farsi)
42. Passioura, J. (2007). The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of experimental Botany*, 2, 113-117.
43. Rezaei, A. (1994). Selection Indices in Plant Breeding. *Key papers of the 3th Congress on Agronomy and Plant Breeding Iran*, Faculty of Agronomy, Tabriz University 43-62 pp. (in Farsi)
44. Roa, S.P. (1992). Flag leaf: A selection criterion of exploiting potential yield in rice. *Indian Journal Plant Physiology*, 35, 265-268.
45. Schonfeld, M. A., Johnson, R. C., Carver, B. F. & Mornhinweg, D. W. (1988). Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop Science*, 28, 526-531.
46. Seiler, G.J. & Stafford, R.E. (1979). Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Science*, 25, 905-908.
47. Sharma, S.N., Sain, R.S. & Sharma, R.K. (2002). Gene system governing grain yield per spike in macaroni wheat. *Wheat Information Service*, 94, 14-18.
48. Siahpoosh, M.R., Emam, Y. & Saeedi, A. (2003). Genotypic variation, heritability, genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield, its components and some morpho- physiological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 5(2), 86-101. (in Farsi)
49. Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagoa, A.M.M.A. & Silveria, J.A.G. (2004). Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 51, 46-56.

www.SID.ir

Archive of SID

50. Taleei, A. & Bahramnejad, B. (1999). A study of relationship between yield and its components in Landrace populations of wheat from western parts of Iran Using multivariate analysis. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 26(1), 47-53. (in Farsi)
51. Trethowan, R.M. & Reynolds, M. (2007). Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. *Wheat Production in Stressed Environments*, 289-299.
52. Walton, P.D. (1972). Factor analysis of yield in spring wheat. *Crop Science*, 12, 731-733.
53. Yildirim, M., Budak, N. & Arshas, Y. (1993). Factor analysis of yield related traits in bread wheat. *Turkish Journal Field Crop*, 1, 11-15.
54. 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)
55. Zinali, H., Naser-Abadi, E., Hossein-zadeh, H., Chugan, R. & sabokdast, M. (2004). Factor analysis on hybrid of cultivar grain maize. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 36(4), 895-902. (in Farsi)

www.SID.ir