Archive of SID

شماره ۹۷، زمستان ۱۳۹۱

نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی تحمل به تنش خشکی لاین های پیشرفته جو در شرایط مزرعه

• **بهروز واعظی**
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور
• **وحید باوی** (نویسنده مسئول)
کارشناس ارشد اصلاح نباتات، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران
• **مهدی قنواتی**
عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور
• **فرشاد ابراهیم پور**
عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور
تاریخ‌دریافت: آذر ماه ۱۳۸۷ تاریخ‌پذیرش: بهمن ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۷۳۴۲۸۱۷۲
Email: vahidbavei@gmail.com

چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی در لاین های پیشرفته جو، ۱۲ ژنوتیپ جو طی دو سال (۸۶-۸۴) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران مورد آزمایش قرار گرفتند. در طول دوره رشد از برخی صفات مهم زراعی و مورفو- فیزیولوژیکی و شاخص های تحمل به خشکی از قبیل میانگین محصول دهی (MP)، میانگین هندسی محصول دهی (GMP)، میانگین هارمونیک (HARM)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل (TOL) یادداشت برداری انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه برای شرایط تنش و بدون تنش نشان دهنده عدم معنی داری اثر سال و معنی داری اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال در سطح احتمال ۱ درصد بود. تنش خشکی باعث کاهش ۲۸/۰۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به شرایط آبی شد. دامنه عملکرد دانه برای شرایط تنش از ۲/۶۸۲ تن در هکتار برای لاین ۷ تا ۴/۰۷۱ تن در هکتار برای لاین ۶ و برای آزمایش آبی از ۴/۲۴۵ تن در هکتار برای لاین ۴ تا ۵/۹۵۲ تن در هکتار برای لاین ۵ در نوسان بود. به لحاظ ضریب تحمل به خشکی، دو لاین با مقادیر ۰/۸۹۴۹۷ و ۰/۸۸۲۹۵ بالاترین مقادیر تحمل به تنش خشکی را نشان دادند. با ملاحظه اندیس های تحمل به خشکی، نتایج تجزیه مؤلفه های اصلی، عملکرد دانه در مقایسه با سایر لاین ها، متوسط لاین ها و لحاظ نمودن خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی، می توان لاین ۶ را با میانگین عملکرد تن (میانگین شرایط آبی و دیم) ۴/۹۹۶ در هکتار به عنوان لاین متحمل به شرایط تنش و شاخص های STI و GMP را مناسب ترین شاخص های کمی تحمل به خشکی معرفی نمود.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، لاین های پیشرفته جو، شاخص های تحمل به خشکی، عملکرد دانه، مؤلفه های اصلی

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:97 pp: 10-20

Evaluation of barley lines for drought tolerance under field condition

By: B. Vaezi, Academic Member of Dryland Agricultural Research Institute, Gachsaran Agricultural Research Station, V. Bavei, M.S. of Plant Breeding, Gachsaran Agricultural Research Station, (Corresponding Author; Tel: +989173428172) M. Ghanavati, Academic Member of Payam Noor University (PNU), F. Ebrahimpoor, Academic Member of Payam Noor University (PNU)

To evaluation of drought tolerance of advanced barley lines, 12 genotypes were grown at 2 experimental conditions of irrigated and drought condition at two growing seasons (2005-2007) in Gachsaran dry land agricultural research station. These experiments were performed as complete randomized block design (RCBD) with 3 replications. Data were collected from some agronomic and morpho–physiological traits and stress susceptibility-tolerance indices i.e. MP, GMP, HARM. STI, SSI and TOL. Results of combined analysis of variance for irrigated and stress conditions showed that the effects of year was non-significant and other effects (genotype and genotype × year) were significant at 1% level of probability. Average reduction of yield caused by drought stress was 28.05%. Grain yield for drought condition ranged from 2.682 t/ha (genotype L7) to 4.071 t/ha (genotype L6) and for well watered status ranged from 4.245 t/ha (L 4) to 5.952 t/ha (L5). Two lines possessed higher tolerant indices i.e. 0.89497 and 0.88295 respectively than other genotypes. In consideration of grain yield in rain fed and irrigated conditions and different sensitivity/tolerance indices, principal components analysis and means of agronomic traits, genotype of L6 (average yield of 4.996 t/ha) could be released as more adaptive genotype for warm and dry land regions. Moreover, STI and GMP were recommended as appropriate indices for improve grain yield under both optimum and stress conditions.

Key words: Drought tolerance, Barley, Drought tolerance indices, Grain yield, Principal components

مقدمه

میـزان بارندگـی و پراکنش نامطلـوب آن در مناطق گرمسـیری و نیمه گرمسـیری موجب گردیده تا تنش های خشـکی به عنـوان مهم ترین عامل محدودکننـده تولیـد محصولات زراعـی در این منطقه عمل نمایـد. با توجه بـه الزام کشـور در تامین نیاز غذایی جامعه شناسـایی ارقامی کـه بتوانند از نظر تولید و مقاومت به خشـکی نسـبت به ارقام موجود برتری داشـته باشند باتوجه به شـرایط خشک سالی چند سـاله اخیر، ضرورتی اجتناب ناپذیر می نماید. هم چنین با توجه به سـطح زیرکشـت جو در شرایط دیم که نزدیک به یک میلیون هکتار در سـطح کشور می‌باشـد و همچنین جو نیاز آبی و خاکی کم تری در مقایسه با سایر غلات دارد، اهمیت و ضرورت تهیه ارقام جدید دیم کـه پرمحصول و مقاوم به تنش های محیطی و غیرمحیطی باشـند، دوچندان مـی نماید. از طرف دیگـر با توجه به این که هر یـک از صفات و خصوصیات گیاهـی که در میزان عملکرد، سـازگاری با شـرایط محیـط زراعی یا کیفیت محصول ارقام جو موثر هستند، تحت تاثیر تعدادی ژن قرار دارند لذا می توان با استفاده از تنوع ژنتیکی بهترین ارقام را مخصوصاً از لحاظ مقاومت به خشکی، در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر گزینش کرد.

جو زراعـی (*Hordeum vulgar* L.) یکی از مهم ترین و قدیمی ترین گیاهان زراعی اسـت کـه همانند دیگر غلات تامین کننده نیاز غذایی بشـر و حیوانات می باشد. جو از زمان های قدیم در جهت تولید مالت و استفاده از آن به عنوان یک منبع سرشار از نشاسته جهت تولید الکل، مد نظر بوده است (۱۳، ۳۱). در برابر تنش خشـکی نسبت به دیگر غلات مقاومت بیشتری دارد (۱۲) و در مناطقـی بـا حداقل بارندگی، یعنی از ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی متر به عمل می آید (۱۷). وقوع خشکسـالی های مداوم که در سال های اخیر بخش عظیمی از کشـور را تحت تأثیر قرار داد، لزوم توجه بیش از پیش به راهکارهای پایدار در تمـام زمینه های تحقیقاتی وعملیاتی برای کاهش اثرات این عامل طبیعی را گوشـزد می نماید. تنش خشـکی را شاید بتوان نبود و یا کمبود بارندگی در مقطعی از زمان تعریف کرد که موجب کاهش رشـد گیاه و محصول اقتصادی می شـود (۲۵). کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه را تا مرحلهٔ تشـکیل و پر شـدن دانه محدود و عملکرد دانه را کاهش می دهد (۲۴). خسـارت ناشی از تنش خشـکی به گیاهان متحمل از میزان قابل انتظار کم تر است در این حالت، با وجود مواجههٔ سلول های گیاه با کمبود آب، پروتوپلاسـم آن ها خشـکی را تحمل می کند و گیاه به زندگی خود ادامه می دهد (۵). عملکرد نهایی دانه در غلات به سـه عامل تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشـه و وزن دانه بسـتگی دارد (۲۱). تنش خشکی در مرحله گرده افشانی باعث کاهش تعداد دانه در خوشه و در مرحله پرشدن دانه موجب کاهش وزن هزار دانه می شـود (۲۲). همچنین محدودیت دسترسی به آب در طول دوره رشد باعث کاهش ارتفاع بوته (۲۸)، کاهش محتوای نسبی آب (۲۳) و پیری برگ ها (۱۵) می شود. مقاومت به خشکی با میزان عملکرد گونه های مختلف در ارتباط است. ارقام متحمل به خشکی ارقامی هستند که در شرایط تنش خشـکی و در سـال های کم باران محصول و یا تولید بیش تری دارند و در عین حال قادر هسـتند تا حد اکثر استفاده از عوامل محیطی مناسب را در سال های پر باران به عمل آورند (۲۹). گروهی از به نژاد گران گیاهی، عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

و پایداری آن را در شرایط تنش، به عنوان شاخص گزینش ارقام مقاوم پیشنهاد کرده اند البته بایستی در نظر داشت که عملکرد بالا در شرایط تنش، به تنهایی نمـی تواند بیان گر مقاومت به خشـکی یک ژنوتیپ باشـد، زیرا جنبه فرار از خشکی و یا توانایی ژنوتیپی نیز مورد توجه قرار گیرد. در یک کلام می بایستی در نظر داشـت که مناسب ترین شـاخص برای گزینش ژنوتیپ های مقاوم به خشـکی، شاخصی اسـت که می تواند ژنوتیپ هایی را در محیط بدون تنش و تنـش، عملکرد بالایی دارند را از بقیـه ژنوتیپ ها متمایز نماید (۴، ۱۸ ، ۳۰). Fernandez در سـال ۱۹۹۲ با معرفی اندیس های مقاومت به خشکی، چهار نوع واکنش را برای ژنوتیپ های محصولات زراعی یا به عبارت دیگر تیپ های پایداری چهارگانه را ارائه کرد که به قرار ذیل می باشند:

- گروه A ژنوتیپ های با عملکرد بالا در هر دو محیط (تنش و مساعد)
- گروه B ژنوتیپ های با عملکرد دانهٔ مناسب تنها در محیط بدون تنش
- گروه C ژنوتیپ های با عملکرد دانهٔ مناسب در محیط تنش
- گروه D ژنوتیپ هایی با عملکرد دانهٔ نامناسب در هر دو محیط.

نظـر Fernandez بر این اسـتوار بودکـه بهترین معیار آن اسـت که بتوان گروه A را از بقیهٔ گروه ها متمایز نماید (۱۸). در سـال ۱۹۷۸ شـاخص حساسـیت به تنش تحت عنوان SSI معرفی شد که از طریق فرمول های ذیل قابل محاسبه اسـت: SI=۱-(Ys/Yp)) =SSI و SI=۱-(MYS - MYP) در این فرمول MYP میانگین ژنوتیپ ها در شرایط بدون تنش، MYS میانگین ژنوتیپ ها در شـرایط تنش، SI شـدت تنش (هر چه میزان این تنش کم تر باشـد، ژنوتیپ مقاومت به خشـکی بالاتری خواهد داشـت)، YS عملکرد هر ژنوتیپ در شـرایط تنـش، YP عملکرد هر ژنوتیپ در شـرایط بدون تنش و SSI شـاخص حساست به تنش خشکی می باشـند (۱۹). شاخص ارائه شده، گزینـش را به سـوی ارقـام کم بازده ولی مقاوم به خشـکی سـوق می دهد. شـاخص هـای تحمل بـه خشـکی را از طریق روابـط ذیل محاسـبه کردند: شـاخص تحمـل TOL و میانگیـن محصول دهـی به ترتیب توسـط روابط MP=(Yp-Ys)/۲ و TOL= Yp-Ys کـه در ایـن فرمـول ها Yp و Ys به ترتیـب عملکـرد هر ژنوتیپ در شـرایط بدون تنش و تنش می باشـد. نتایج این فرمول ها نشـان گر این واقعیت می باشـد که هر چه شـاخص تحمل به خشکی کوچک تر باشد، حساسیت به خشکی کم تر خواهد بود. اما در میانگین محصول دهی، باعث گزینش ژنوتیپ هایی می گردد که از عملکرد بالاتری در شرایط نامطلوب برخوردار باشند (۳۲). در یک پژوهشی که در سال ۱۹۹۲ انجام گردید، شاخص تحمل به خشکی معرفی گردید. این شاخص قادر به شناسایی ژنوتیپ های گروه A از سایر گروه ها بود. شاخص تحمل به خشکی از طریق فرمول STI=((Ys)(Yp))/(MP)۲ قابـل محاسـبه می باشـد در ایـن فرمول Yp و Ys بـه ترتیـب میانگیـن عملکـرد هر ژنوتیـپ در محیط مسـاعد و تنش می باشد. ژنوتیپ هایی که شاخص تحمل به خشکی بالاتری می باشند، دارای تحمـل به خشـکی و عملکرد بالایی خواهند بود. هـم چنین در این پژوهش، شـاخص دیگری به نام میانگین هندسی محصول دهی (GMP) را ارائه کرد. GMP= ((Ys)(Yp))۱/۲ ایـن شـاخص، قدرت تمایـز ژنوتیپ های گروه A را بیـش تر داشـت و بر همین اسـاس بود که Fernandez شـاخص STI را بـر اسـاس GMP بنا نهـاد (۱۸). فرشـادفر (۱۳۷۹) طی بررسـی تحمل لاین های گندم نشـان داد که گزینش همزمان بر اسـاس دو شاخص MP و TOL قادر اسـت لاین های متحمل به خشـکی را که هم در محیط مطلوب و هم در شـرایط تنش دارای عملکرد بالایی هستند را از سایر گروه ها جدا کند.

اشـکانی (۱۳۸۱) در تحقیقـی که روی ارقام گلرنگ بهاره در شـرایط آبیاری مطلـوب و محـدود انجـام داد، نشـان داد کـه MP، GMP و STI بهترین شاخص های کمی تحمل به خشکی می باشند.

با توجه به کمبود نزولات جوی در قسمت عمده ای از اراضی کشور و کم توقع بودن جو نسبت به شرایط زراعی، این طرح جهت نیل به اهداف ذیل اجرا گردید:

- شناسایی رابطه برخی صفات زراعی با مقاومت به خشکی.
- تعیین هم بسـتگی بین صفات مهم زراعی و شـاخص های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط خشکی و آبی
- ارائه مناسـب ترین شـاخص های مقاومت به خشـکی در جهت انجام گزینش ارقام و ژنوتیپ ها
- دستیابی به ارقامی با مقاومت و تحمل به خشکی و عملکرد دانه بالا.

مواد و روش ها

ایسـتگاه گچسـاران در طـول جغرافیایی ۵۰ درجـه و ۵۰ دقیقه، عرض جغرافیایـی ۳۰ درجـه و ۱۷ دقیقه و ۷۱۰ متر ارتفاع از سـطح آزاد دریاها در اسـتان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارد. متوسط بارش ۳۰ ساله در حدود ۴۵۰ میلی متر، مقدار بارندگی در سـال زراعی ۸۵-۸۴ ایستگاه گچساران در حدود ۵۶۰/۷ میلی متر می باشـد که از این مقدار ۹۰/۳ میلی متر قبل از کاشـت و مابقی بعد از کاشـت نازل گردید. برای سـال زراعی ۸۶-۸۵ مقدار بارندگی در حـدود ۵۱۱/۲ میلی متر بود که ۳۴/۷ میلی متر قبل از کاشـت و مابقی بعد از کاشـت نازل گردید. خاک مزرعه آهکی عمیق، با بافت رسـی لومی سیلتی، اسیدیته (pH) ۷/۳، مواد آلی کم تر از ۱ درصد و درصد کربنات در حدود ۴۰ درصد بود. زمین مورد آزمایش، آیش سال قبل با شخم بهاره بوده که در زمان کاشت با گاوآهن شخم و با دیسک و روتیواتور خرد کردن کلوخ های احتمالی علاوه بر تسـطیح زمین انجام شـد. نیـاز کودی با توجه به نظریهٔ کارشـناس مدیریت منابع مدنظر قرار گرفت.

اجرای آزمایش

جهت بررسـی حساسیت و تحمل به تنش خشـکی در ارقام و لاین های پیشـرفته جو، آزمایشـی با شـرکت ۱۱ لاین پیشـرفته جو دریافتی از مرکز تحقیقات بین المللی محصولات گرمسـیری (ایـکاردا) و یک رقم رایج منطقه (رقم ایزه) به عنوان شـاهد (جدول ۱) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در دو شرایط خشکی و آبی طی دو سال (۸۶-۱۳۸۴) در ایستگاه تحقیقات کشـاورزی گچسـاران به اجرا درآمد. هر ژنوتیپ در ۶ خط به طول ۴/۳۷ متر و فاصله خطوط ۱۷/۵ سـانتی متر توسط دستگاه بذرکار آزمایشات غلات Winter Stiger در تاریخ کشـت رایج منطقه (اواسط آذر ماه) کشت گردید. آماده سازی زمین مورد نظر در زمان مناسب بعد از اولین بارندگی موثر با انجام عملیات شـخم، دیسک، تسطیح و کودپاشـی انجام شد. بذرها قبل از کاشـت با قارچ کش ویتاواکس تیرام برعلیه سیاهک پنهان ضد عفونی گردید. مراقبت های لازم از قبیل مبارزه با علف های هرز در زمان قبل از به ساقه رفتن و پنجه زنی با سم شیمیایی D-۲,۴ در تاریخ مناسب انجام شد. دفعات آبیاری آزمایشـات در شرایط مساعد ۵ مورد بود که به علت وجود بارندگی های مکرر و شرایط مناسب در سـال زراعی ۸۶-۸۵ تنها سه مورد آبیاری صورت گرفت. دو آزمایش خشـکی و آبی فقط از لحاظ تیمار آبی با یکدیگر متفاوت بودند و ژنوتیپ ها در آزمایش خشکی در مرحله خوشه رفتن و پرشدن دانه در معرض

www.SID.ir

Archive of SID

تنش خشکی قرار داشتند. در هنگام بارش باران در این مرحله از پوشش های پلاستیکی برای پوشاندن آزمایشات خشکی استفاده شد.

در طی دوره رشد و نمو علاوه بر بازدید های مستمر از آزمایش، یادداشت برداری از صفات مهم زراعی ومورفو – فیزیولوژیکی از قبیل ارتفاع بوته (PLH) به سانتی متر، تاریخ سنبله دهی (DHE)، تاریخ رسیدن (DMA)، تعداد روز تا زوال برگ پرچم (L.S)، واکنش به بیماری های مهم از قبیل اسکالد، به صورت امتیازات ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ به ترتیب مصون (O)، مقاوم (R)، نیمه مقاوم (MR)، متحمل (T)، نیمه حساس (MS) و حساس (S)، سفیدک پودری، ویروس کوتولگی جو و لکه قهوه ای انجام گردید. بعد از اندازه گیری تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و وزن هزار دانه، شاخص حساسیت به تنش (SSI) به روش پیشنهادی فیشر و مائورر، شاخص تحمل به خشکی (STI) به روش پیشنهادی Fernandez، میانگین هندسی محصول دهی (GMP) (به روش پیشنهادی Fernandez)، میانگین محصول دهی و شاخص تحمل به ترتیب MP و Tol به روش پیشنهادی هامبلین مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفتند. علاوه بر موارد فوق، صفاتی نظیر درصد مادهٔ خشک (D.M) و محتوای نسبی آب در برگ پرچم (RWC) نیز محاسبه گردیدند:

درصد مادهٔ خشک= (وزن اولیه/ وزن خشک) ×۱۰۰

محتوای نسبی آب در برگ از طریق فرمول مقابل محاسبه شد.

$$RWC =(Mf-Md)/(Mt-Md))\times 100)$$

در این فرمول Mf وزن اولیه، Md وزن خشک و Mt وزن برگ پس از تورژسانس می باشد.

در پایان مراحل ذیل به منظور جمع بندی نتایج انجام گردید:

الف- تجزیه مرکب برای سال بر روی صفات مهم زراعی.

ب- اندازه گیری شاخص های مهم حساسیت و تحمل به خشکی.

ج- اندازه گیری همبستگی بین شاخص های حساسیت و مقاومت به تنش و عملکرد دانه در شرایط مساعد و تنش.

د- بررسی تنوع ژنتیکی بین لاین ها از طریق تجزیه خوشه ای.

ه- بررسی رابطه بین شاخص های کمی تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش با استفاده از نمودار چند متغیره و تجزیه مؤلفه های اصلی.

و- پیشنهاد لاین یا لاین هایی با واکنش مناسب نسبت به شرایط تنش خشکی.

پس از محاسبه شاخص های کمی، این شاخص ها همراه با عملکرد دانه در هر دو شرایط با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و مقایسات اثرات متقابل توسط نرم افزار MSTATC انجام شد. میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن (DMRT) مورد مقایسه قرار گرفتند. تجزیه خوشه ای و مؤلفه های اصلی و رسم بای پلات نیز با نرم افزار SAS انجام شد.

جدول ۱- ژنوتیپ ها ی ارزیابی شده، منشا، شجره و تیپ رشد آن ها

لاین	منشاء	شجره	تیپ خوشه
۱	ICARDA	Alanda/۵/Aths/۴/Pro/Toli//Cer *۲/Toli/۳/۵۱۰۶/۶/Avt/. -۸G -۳ G	۶
۲	ICARDA	Bda/Cr. ۱۱۵/Pro/Bc/۳/Api/Cm۶۷/۴/ Giza۱۲۱/... -۹G -۲ G	۲
۳	ICARDA	Emir/Nacta//As۹۰۷/۳/Avt_(۹-۹)ACSAD-۱۲۹۰-۶AP-OTR-OAP-۶AP-OAP-OAP	۲
۴	ICARDA	Lth/۳/Nopal//Prol/۱۱۰۱۲-۲/۴/Kabaa-۰۳ICB۹۴-۰۴۹۸-OAP-۳AP-OAP-OAP	۶
۵	ICARDA	Himalaya-۱۲/Plaisant ICBH۹۵-۰۶۳۰-OAP-OAP-۱۶AP	۶
۶	ICARDA	MK۱۲۷۲//Manker/Arig۸/۳/Alanda ICB۹۳-۰۴۴۸-OAP-۶AP-OAP	۶
۷	ICARDA	Hyb ۸۵-۶//As۴۶/Aths*۲	۶
۸	ICARDA	....Alanda/Harma-۰۱/۷/Gustoe/۶/M۶۴-۷۶/Bon	۶
۹	ICARDA	Zanbaca/۳/H.spont.۲۱-۳/Arar۸۴//Wi۲۲۹۱/Bgs ICB ۹۴-۰۳۱۴-OAP	۲
۱۰	ICARDA	Pld۱۰۳۴۲//Cr.۱۱۵/por/۳/Bahtima/۴/DS	۲
۱۱	Iran	(Izeh. - (CONTROL	۶
۱۲	ICARDA	wi۲۲۹۱	۲

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

الف- نتایج تجزیه واریانس مرکب و مقایسات میانگین صفات مهم زراعی

تجزیه واریانس مرکب ارتفاع بوته برای شرایط تنش جدول ۲ نشان داد که ارتفاع بوته در سال های مختلف به لحاظ آماری معنی دار نبوده است. اما اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است که نشان دهنده عکس العمل متفاوت لاین ها در سال های مختلف از نظر ارتفاع بوته بوده است. این در حالی است که برای شرایط مساعد اثر سال در سطح احتمال ۱ درصد، اثر لاین در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار و اثر متقابل لاین در سال معنی دار نشده است که شاید بتوان دلیل این امر را مساعد بودن شرایط برای تمام لاین ها دانست. عکس العمل لاین های جو از نظر روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدن دانه برای شرایط تنش در سال های مختلف متفاوت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است. اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار گردید. در شرایط آبی، برای روز تا ظهور سنبله و رسیدن دانه اثر سال، اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. اثر لاین، سال و اثر متقابل لاین در سال برای تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. با توجه به اینکه در شرایط تنش اختلافات بین لاین ها بطور واقعی بیان شده بود لذا تفاوت های مشاهده شده نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. برای آزمایش آبی فقط اثر سال برای تعداد دانه در سنبله معنی دار نگردید چراکه با توجه به آبیاری های انجام شده اختلاف سال ها تفاوت ملموسی را ایجاد نخواهد کرد. نتایج تجزیه واریانس مرکب وزن هزار دانه در هر دو شرایط دیم و آبی نشان داد که تمامی اثرات بجز اثر متقابل لاین در سال در شرایط دیم، در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است. همچنین برای صفت تعداد روز تا زوال برگ پرچم، تمامی اثرات (سال، لاین و اثر متقابل لاین در سال) در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود.از نظر محتوای نسبی آب برگ، اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. این نتایج نشان دهندهٔ این مطلب است که اختلافات مشاهده شده در سال های مختلف ناشی از تفاوت های ذاتی و اساسی لاین ها به همدیگر نبوده است و عواملی جز عوامل وراثت باعث ایجاد اختلافات شده است. با ملاحظه متوسط ارتفاع بوته در هر دو شرایط (جدول ۳) مشخص شد که متوسط ارتفاع بوته لاین ها از ۸۶/۹۹ سانتی متر برای آزمایش تنش تا ۱۰۱/۸۶۴ سانتی متر در آزمایش آبی افزایش یافته است (۱۴/۶ درصد کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش). Muzammil (۲۰۰۳) در آزمایشی مشاهده کرد که ارتفاع بوته گندم در هنگام وقوع تنش خشکی در مرحله خوشه دهی به شدت کاهش یافت و همچنین مشاهده کرد که این کاهش ارتفاع در ارقام مقاوم به خشکی نسبت به ارقام حساس کمتر است (۲۸).از نظر متوسط روز تا ظهور سنبله در هر دو آزمایش (جدول ۳) تفاوت چندانی را مشاهده نمی کنیم (۹۷/۵۸۳ روز برای آزمایش تنش و ۹۷/۰۸۳ روز برای آزمایش آبی) ولی در خصوص روز تا رسیدن دانه تقریباً لاین ها سه روز زودتر دوره پر شدن خود را سپری می کنند که همین امر نشان دهنده اثرات تنش بر روی دوره پر شدن دانه دارد که با مطالعات سایر محققین هم خوانی دارد (۶، ۷ و ۸). همچنین نتایج بدست آمده از برخی بررسی ها وجود همبستگی منفی تعداد روز تا خوشه دهی و روز تا رسیدگی با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را نشان می دهند (۲۷).

اثرات تنش موجب کاهش تعداد روز تا زوال برگ پرچم برای آزمایش تنش در مقایسه با آزمایش آبی شده است (۲/۱۷ روز) (جدول ۳). پایداری سبزینگی برگ پرچم به عنوان نزدیک ترین منبع غذایی به سنبله همواره در انتقال مواد اسیمیلاتی به سنبله در زمان تنش نقش اساسی خواهد داشت که می تواند به عنوان یکی از شاخص های گزینش لاین ها برای شرایط تنش مورد بهره برداری قرار گیرد. پیری برگ به عنوان یک مکانیسم گیاهی، در شرایط تنش با توجه به کاهش تعرق و اختلاف پتانسیل بین ریشه و برگ ها، موجب کاهش انتقال مواد به دانه و اندام رویشی، می شود (۲۰).

دامنه مقادیر RWC از ۴۵/۸۰۷ برای لاین ۱۰ تا ۷۳/۹ برای لاین ۹ در نوسان بود (جدول ۳). هرچقدر مقدار محتوای نسبی آب در برگ در یک لاین بالا باشد، نشان دهنده توانایی حفظ رطوبت لاین در شرایط تنش می باشد. ارقام متحمل به خشکی دارای توانایی بیشتری از نظر پتانسیل آب برگ نسبت به ارقام حساس هستند (۱۶، ۳۴).

با مقایسه متوسط تعداد دانه در سنبله در دو آزمایش دیم و آبی (جدول ۳) مشخص گردید که اثرات تنش خشکی موجبات کاهش تعداد دانه در سنبله از ۴۱/۲۳۶۲ تا ۳۷/۳۱۵۳ دانه در سنبله را فراهم نموده است (۹/۵ درصد یا ۳/۹۲ دانه در سنبله). تنش خشکی در مراحل مختلف رشد خصوصاً در مرحله گرده افشانی، باعث کاهش تعداد دانه در خوشه گندم شد که این کاهش در ارقام مقاوم به خشکی نسبت به ارقام حساس کم تر بود (۲۶). از میان لاین های شش پر لاین ۶ و از میان لاین های دوپر لاین ۱۰ بیشترین تعداد دانه در خوشه را در شرایط تنش داشتند (جدول ۳).

دامنه وزن هزار دانه از ۳۶/۴۶۷ گرم برای لاین ۷ تا ۵۳/۷۸۳ گرم برای لاین ۶ (آزمایش دیم) و برای آزمایش آبی از ۳۷/۱ گرم برای لاین ۷ تا ۵۳/۸۰ گرم برای لاین ۳ در نوسان بود (جدول ۳). اثرات تنش بر روی وزن هزار دانه باعث کاهش متوسط وزن هزاردانه از ۴۷/۶۹۳ گرم به ۴۵/۸۹۰ گرم شده است (۷۸/ درصد). وقتی غلات در معرض شرایطی قرار می گیرند که میزان فتوسنتز در هنگام پر شدن دانه تحت تأثیر قرار می گیرد مثل هنگامی که تحت تنش خشکی یا گرما قرار می گیرند، پرشدن دانه تا حدود زیادی به میزان انتقال مواد ذخیره ای از ساقه به دانه بستگی پیدا می کند. فاکتورهای مختلفی غلات را در انتقال مواد ذخیره ای از ساقه به دانه و پر شدن دانه تحت تأثیر قرار می دهند ولی میزان مواد ذخیره ساقه از مهم ترین آن هاست. تفاوت توانایی در میزان پر شدن دانه در غلات بستگی به شرایط محیطی و ژنوتیپ دارد. در شرایط تنش میزان ذخیره و انتقال مواد از ساقه به دانه در ژنوتیپ های متحمل نسبت به ژنوتیپ های حساس بیش تر است (۱۴). نتایج بدست آمده از بررسی حاضر با نتایج بررسی دیگران مبنی بر کاهش وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش عملکرد تحت تنش خشکی و واکنش متفاوت ژنوتیپ ها به تنش خشکی از نظر وزن هزار دانه مطابقت داشت (۳۵).

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه برای شرایط تنش نشان از معنی داری اثر سال در سطح احتمال ۵ درصد و عدم معنی داری اثر لاین و اثر متقابل لاین در سال را داشت. لذا به علت عدم معنی داری F و از آنجائیکه آزمون LSD در صورت عدم معنی داری مرتکب اشتباه تیپ یک خواهد شد، مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید که لاین شماره ۶ در بالاترین کلاس قرار گرفت (جدول ۳). این در حالی است که برای شرایط مساعد تنها اثر متقابل لاین در سال معنی دار نگردید و اثرات سال و لاین در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. مطالعه اثر عوامل تنش خشکی بر عملکرد دانه نشان داد که متوسط عملکرد دانه از ۴/۹۹۰۵۸

www.SID.ir

Archive of SID

تن در هکتار به ۳/۵۹۰۵۸ تن در هکتار رسیده است (کاهشی در حدود ۲۸/۰۵ درصد). Solomon و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که تنش خشکی در مرحله خوشه دهی و شکل گیری دانه به ترتیب باعث کاهش ۷۹ و ۶۵ درصدی عملکرد دانه در گندم شد (۳۵). دامنه عملکرد دانه برای شرایط تنش از ۲/۶۸۲ تن در هکتار برای لاین ۷ تا ۴/۳۷ تن در هکتار برای لاین ۶ و برای آزمایش آبی از ۴/۲۴۵ تن در هکتار برای لاین ۴ تا ۵/۹۵۲ تن در هکتار برای لاین ۵ در نوسان بود. لاین ۶ در شرایط بدون تنش با عملکرد دانه ۵/۶۲۳ تن در هکتار رتبه دوم را به خود اختصاص داد. همان طوری که در جداول ۳ و ۶ نشان داده شده است، لاین شماره ۶ نه تنها در شرایط تنش بلکه در شرایط آبی نیزعملکرد بالاتری نسبت به سایر لاین ها (بجز لاین شماره ۵) داشت.این موضوع طبق گفته Sadiq و همکاران (۱۹۹۴) می تواند به دلیل قابلیت تطابق بیشتر این لاین با شرایط مختلف محیطی باشد. عملکرد ژنوتیپ ها در شرایط تنش، تحت تاثیر عکس العمل آنها هم در شرایط مطلوب و هم شرایط تنش می باشد (۳۳). دلیل عمده عدم موفقیت اصلاح گران در خصوص افزایش عملکرد دانه، تاثیرپذیری زیاد از عوامل محیطی (کمی بودن صفت) می باشد که لزوم انجام مطالعات دیگری از جمله تعیین ضرایب مسیر برای پیدا کردن صفت (صفاتی) که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد دانه تاثیرگذار می باشند، خواهد بود.

تحلیل ضرایب فیشر و فرناندز

همانند نتایج فوق از مقایسه میانگین حسابی و هندسی و شاخص های تحمل به خشکی (شاخص فرناندز) مشخص گردید که انتخاب همزمان براساس این معیارها منجر به انتخاب لاین هایی با عملکرد دانه بالاتر در هر دو شرایط می شود. سایر محققین نیز این خصوصیت را برای شاخص های فوق گزارش کردند (۳۲). به لحاظ ضریب تحمل به تنش خشکی لاین های ۵ و ۶ به ترتیب با مقادیر ۰/۸۹۴۹۷ و ۰/۸۸۲۹۵ بالاترین مقادیر تحمل به تنش خشکی را نشان دادند. در مقایسه با ضریب فیشر ناهمگونی مشاهده شده به

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مهم زراعی آزمایش ارزیابی مقاومت لاین های پیشرفته جو به خشکی (۸۶-۱۳۸۴)

شرایط دیم										
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	تعداد دانه در سنبله	روز تا زوال برگ	محتوای نسبی آب	درصد ماده خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۷ /۰۹ ns	۴۲۹۳/۶ **	۱۷۹۱/۰۱ **	۱۷۶/۴ **	۲۲/۱۱ **	۲۵۶۱/۲ **	۱۵۴۷/۷ **	۴۹۰/۴ **	۰/۰۱۴*
خطای سال	۴	۲۶/۰۱ ns	۲/۹۴ ns	۲/۴۹ ns	۵/۲۶ ns	۵/۲ ns	۴۶۰/۲*	۵۱/۸*	۱۲/۴ ns	۲/۹*
لاین	۱۱	۲۸۰/۹ **	۴۴/۳ **	۸۹/۵ **	۱۰۸۷/۳ **	۵۵/۲ **	۳۷۶/۴ **	۲۱/۹ ns	۱۵۸/۱ **	۱/۰۱ ns
لاین × سال	۱۱	۸۸/۷ **	۱۰/۹*	۱۴/۱ **	۱۰/۲ **	۱۸/۳ **	۵۰۸/۳ **	۸/۱ ns	۹/۳ ns	۰/۳۵ ns
خطا	۴۴	۲۱/۰۷	۳/۴۷	۳/۶۷	۳/۵۳	۳/۲۱	۱۲۵/۴	۱۲/۰	۴/۸	۰/۶۰
ضریب تغییرات (٪)		٪۵/۲۸	٪۱/۹۱	٪۱/۴۷	٪۵/۰۳	٪۱/۳۷	٪۱۵/۲	٪۱۱/۹۴	٪۴/۷۷	٪۲۱/۶
شرایط آبی										
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	تعداد دانه در سنبله	روز تا زوال برگ	محتوای نسبی آب	درصد ماده خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۸۶۸۵/۶ **	۴۰۰۵/۱ **	۳۵۸۴/۲**	۸/۷ ns	۲۴۲۶/۷**	–	۶۱۴/۳ ns	۸۵۴/۹**	۲۷/۳**
خطای سال	۴	۱/۸۷ ns	۸/۵*	۰/۵ ns	۵/۴ ns	۹/۹*	–	۹۴/۹۶**	۷/۰۸ ns	۰/۵۸ ns
لاین	۱۱	۶۳/۲*	۶۷/۰ **	۷۱/۶**	۱۳۵۲/۷**	۴۴/۰**	–	۱۲/۵ ns	۱۵۴/۱**	۱/۹**
لاین × سال	۱۱	۴۰/۵ ns	۲۱/۲**	۱۶/۷**	۲۷/۷**	۱۰/۲**	–	۱۳/۷ ns	۱۰/۹**	۰/۳۹ ns
خطا	۴۴	۳۰/۹	۲/۵۷	۱/۷۳	۲/۹۹	۲/۴	–	۱۵/۸۵	۳/۹۴	۰/۴۹
ضریب تغییرات (٪)		٪۵/۴۶	٪۱/۶۵	٪۰/۹۹	٪۴/۲	٪۱/۱۶	–	٪۱۳/۵۳	٪۴/۱۶	٪۱۴/۰۴

***، ** و ns به ترتیب نشاندهنده معنی داری در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و عدم معنی داری در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشد**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین برخی صفات زراعی ارزیابی شده در شرایط تنش خشکی و شرایط نرمال در سال های ۸۶-۱۳۸۴

لاین	تیپ خوشه	بیماری ها: لکه قهوه ای	بیماری ها: سایر بیماری ها	روز تا ظهور سنبله	ارتفاع بوته (cm)	روز تا رسیدن	وزن هزار دانه (g)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه kg/ha	سودمندی نسبت به شاهد (٪)
شرایط دیم (مقایسه میانگین عملکرد دانه به روش دانکن در سطح ۵٪) **LSD۵٪= ۹۰۱/۵kg/ha LSD۱٪= ۱۰۷۶/۸ kg/ha**										
۱	۶	۳	۰	۹۴	۹۵/۷	۱۲۸	۴۱/۰۷	۴۵/۹۷	۳۳۷۰ abc	۸۴/۲۵
۲	۳	۳	۰	۹۹	۹۰/۲	۱۳۰	۵۱/۳۷	۲۲/۸۷	۳۱۷۰ bc	۷۹/۲۵
۳	۳	۳	۰	۹۷	۷۳/۶	۱۲۸	۵۱/۹۰	۲۱/۶۰	۳۵۳۰ abc	۸۸/۲۵
۴	۶	۱	۰	۹۶	۹۲/۴	۱۲۸	۴۵/۵۳	۴۷/۷۵	۳۳۱۰ bc	۸۲/۷۵
۵	۶	۱	۰	۹۹	۸۸/۹	۱۳۴	۳۹/۹۷	۴۶/۷۷	۳۶۹۰ abc	۹۲/۲۵
۶	۶	۳	۰	۹۵	۸۸/۶	۱۲۸	۵۳/۷۸	۵۰/۳۰	۴۳۷۰ a	۱۰۹/۲۵
۷	۶	۳	۰	۱۰۴	۸۴/۳	۱۳۸	۳۶/۴۷	۴۷/۹۰	۲۶۸۰ c	۶۷
۸	۶	۵	۰	۱۰۱	۸۴/۳	۱۳۸	۴۴/۶۳	۴۵/۲۰	۳۵۰۰ abc	۸۷/۵
۹	۲	۱	۰	۹۶	۸۸/۹	۱۲۸	۴۷/۸۷	۲۱/۵۳	۳۹۷۰ ab	۹۹/۲۵
۱۰	۲	۳	۰	۹۷	۹۰/۹	۱۲۹	۴۶/۸۷	۲۳/۱۰	۴۰۵۰ ab	۱۰۱/۲۵
۱۱	۶	۳	۰	۹۸	۹۱/۴	۱۳۱	۴۳/۶۷	۴۵/۹۰	۴۰۰۰ ab	۱۰۰
۱۲	۲	۱	۰	۹۵	۷۴/۴	۱۲۹	۴۷/۵۷	۲۱/۹۰	۳۸۹۰ ab	۹۷/۲۵
شرایط آبی (مقایسه میانگین عملکرد دانه به روش دانکن در سطح ۵٪) **LSD۵٪= ۸۱۳/۴(kg/ha) LSD۱٪= ۹۷۱/۵ kg/ha**										
۱	۶	۳	۰	۹۲	۱۰۳/۵	۱۳۰	۴۴/۳۵	۵۰/۸۳	۴۵۶۰ cd	۸۳/۹۲
۲	۳	۳	۰	۹۵	۱۰۲/۶	۱۳۱	۵۳/۷۷	۲۴/۱۷	۴۲۷۸ d	۷۸/۷۳
۳	۳	۳	۰	۹۶	۹۷/۱	۱۳۰	۵۳/۸۰	۲۴/۰۰	۵۲۶۳ abc	۹۶/۸۵
۴	۶	۱	۰	۹۶	۱۰۳/۸	۱۳۳	۴۷/۸۰	۵۳/۳۳	۴۲۴۵ d	۷۸/۱۲
۵	۶	۱	۰	۹۷	۱۰۶/۸	۱۳۴	۴۱/۳۳	۵۲/۶۷	۵۹۵۲ a	۱۰۹/۵۳
۶	۶	۳	۰	۹۶	۱۰۵/۵	۱۳۴	۴۹/۲۳	۵۶/۱۷	۵۶۲۳ ab	۱۰۳/۴۸
۷	۶	۳	۰	۱۰۵	۱۰۲/۴	۱۳۸	۳۷/۱۰	۵۰/۵۰	۴۲۹۷ d	۷۹/۰۸
۸	۶	۵	۰	۱۰۲	۱۰۱/۹	۱۴۰	۴۶/۹۰	۵۶/۱۷	۵۳۴۴ abc	۹۸/۳۴
۹	۲	۱	۰	۹۵	۹۶/۶	۱۲۸	۵۱/۹۳	۲۴/۵۰	۴۸۶۸ bcd	۸۹/۵۴
۱۰	۲	۳	۰	۹۷	۹۹/۴	۱۳۲	۵۲/۰۷	۲۴/۶۷	۴۸۶۸ bcd	۸۹/۵۴
۱۱	۶	۳	۰	۹۸	۱۰۴/۰	۱۳۵	۴۵/۷۰	۵۳/۵۰	۵۴۳۴ ab	۱۰۰/۰۰
۱۲	۲	۱	۰	۹۶	۹۸/۶	۱۳۳	۴۸/۳۳	۲۴/۳۳	۵۱۵۵ abc	۹۴/۸۷

www.SID.ir

Archive of SID

دلیل ساختار فرمولی ضریب (همانند متوسط حسابی که تحت تاثیر داده های بـا فاصله و پرت قرار می گیرد) بوده اسـت که این مشـکل در فرمول فرناندز (همانند متوسط هندسی) مرتفع شده است.

تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی

برای تنش خشـکی از کل ۲۸ ضریب همبسـتگی، ۱۶ ضریب همبستگی در سـطح احتمـال ۱ درصد معنی دار گردید. همبسـتگی بیـن عملکرد دانه در شـرایط تنش خشـکی و شرایط مسـاعد ۰/۵۴۷ و غیر معنی دار در سطح احتمـال آماری بـود. در حالی که با ضریب فرناندز، متوسـط هندسـی و هم سـازه رابطه آماری معنی دار در سـطح احتمال ۱ درصد را نشان داد. عملکرد لاین های جو در شرایط بدون تنش با متوسط حسابی، ضریب هامبلین، ضریب Fernandez، متوسـط هندسی و هم سازه رابطه معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد را نشـان داد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص ها با عملکرد دانه در شـرایط مطلوب (Yp) و تنش (Ys) نشـان داد که بین شـاخص های MP، GMP، HAR و STI بـا عملکرد دانه در شـرایط مطلوب و تنش آبی همبستگی بسیار معنی داری (α= ۰/۰۱) وجود دارد، لذا می توان شاخص های MP، GMP، HAR و STI را شاخص هایی مناسب برای انتخاب لاین های متحمل به خشـکی که در هر دو شرایط مطلوب و تنش عملکرد بالایی دارند، درنظر گرفت. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات آقایی و همکاران (۱۳۸۳ و ۱۳۸۸) و محمدی و همکاران (۱۳۸۵) در خصوص این که شاخص های MP و STI قادرنـد لاین های مقاوم به خشـکی را کـه هم در محیط آبی و هم در محیط دیم دارای عملکرد بالایی هسـتند از سـایر گروه ها متمایز سازند، هم راستا می باشد. همچنین در مطالعاتی که توسط فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) روی لاین های نخود و گلستانی و پاک نیت (۱۳۸۶) بر روی لاین های کنجد صورت گرفت شـاخص های MP، GMP، HAR و STI به عنوان مناسـب ترین شـاخص ها در نظر گرفته شدند. شاخص تحمل (TOL) تنها با عملکرد دانه در شرایط مطلوب همبستگی معنی داری داشت. بنابراین، شاخص تحمل تنهـا برای غربال کردن ارقام متحمل به خشـکی در شـرایط آبیاری مطلوب مناسب است.

تجزیه خوشه ای لاین ها در آزمایش خشکی و عملکرد آن ها در شرایط تنش و بدون تنش

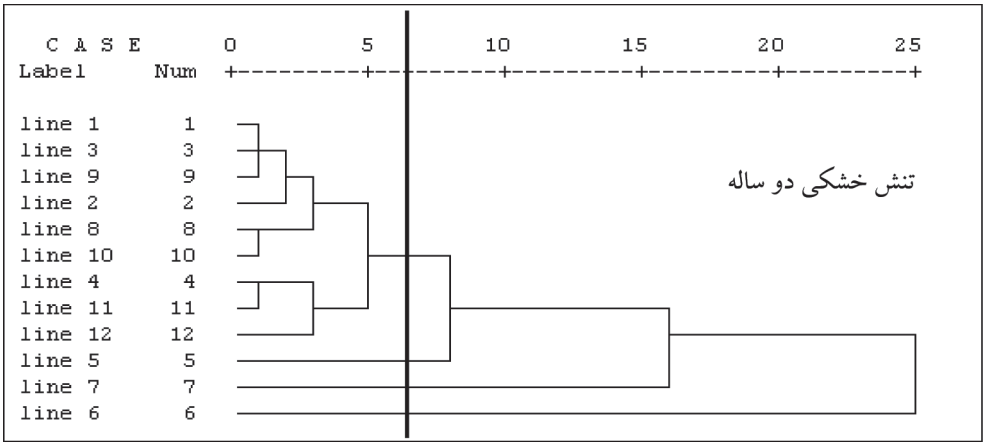
نتایـج تجزیه خوشـه ای (شـکل ۱) به طور تقریبی بـا نتایج گروه بندی بـه روش فرناندز مطابقت داشـت. اما در آزمایش تنش خشـکی طبقه بندی لاین ها به روش خوشـه ای، لاین های جو را در سـه طبقه مجزا طبقه بندی نمـود. اکثـر لاین های جو در طبقه اول قرار گرفتند. تنها سـه لاین ۵، ۶ و ۷ در گـروه هـای جداگانه قرار گفتنـد. لاین ۷ در هر دو شـرایط تنش و بدون تنش عملکرد پایین را نشـان داد که در طبقه بنـدی فرناندز در گروه D قرار گرفت. لاین ۵ که براساس طبقه بندی خوشه ای در گروه جداگانه قرار گرفت، چون فقط در شـرایط بدون تنـش عملکرد بالایی داشـت، طبق طبقه بندی Fernandez در گـروه B قرار گرفت. لاین ۶ نیز با عملکرد دانه ۴/۳۷ تن در هکتار در شـرایط تنش و ۵/۶۲ تن در هکتار در شـرایط آبی، در گروه A قرار گرفت. گروه بندی ژنوتیپ ها براسـاس تقسـیم بندی فرنانـدز، روند تغییرات عملکرد با شـاخص ها و نتایج گروه بندی ژنوتیپ ها براسـاس تجزیه خوشـه

جدول ۴- وضعیت افزایش عملکرد دانه لاین های جو در آزمایش تحمل به خشکی نسبت به شاهد

لاین	آزمایش خشکی	آزمایش آبی	کل	میانگین	افزایش نسبت به شاهد (٪)
۱	۸۴/۲۵	۸۳/۹۲	۱۶۸/۲۲	۸۴/۱۱	-۱۵/۸۸
۲	۷۹/۲۵	۷۸/۷۳	۱۵۸/۰۷	۷۹/۰۳	-۲۰/۹۶
۳	۸۸/۲۵	۹۶/۸۵	۱۸۵/۱۲	۹۲/۵۵	-۷/۴۴
۴	۸۲/۷۵	۷۸/۱۲	۱۶۰/۸۳	۸۰/۴۱	-۱۹/۵۸
۵	۹۲/۲۵	۱۰۹/۵۳	۲۰۱/۸۲	۱۰۰/۹۱	۰/۹۱
۶	۱۰۹/۲۵	۱۰۳/۴۸	۲۱۲/۷۵	۱۰۶/۳۷	۶/۳۷
۷	۶۷	۷۹/۰۸	۱۴۶	۷۳	-۲۶/۹۹
۸	۸۷/۵	۹۸/۳۴	۱۸۵/۸۴	۹۲/۹۲	-۷/۰۷
۹	۹۹/۲۵	۸۹/۵۴	۱۸۸/۷۵	۹۴/۳۷	-۵/۶۲
۱۰	۱۰۱/۲۵	۸۹/۵۴	۱۹۰/۷۵	۹۵/۳۷	-۴/۶۲
۱۱	۱۰۰	۱۰۰/۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۰
۱۲	۹۷/۲۵	۹۴/۸۷	۱۹۲/۰۹	۹۶/۰۴	-۳/۹۵

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تجزیه خوشه ای ارزیابی لاین های جو در شرایط تنش خشکی طی دو سال بررسی بر اساس فاصله اقلیدسی و لینکاژ متوسط

ای نیز مؤید این مطلب است که نتایج انتخاب همزمان براساس شاخص های Fernandez، GMP ، STI و MP برای بهبود علمکرد دانه و گزینش ژنوتیپ ها در هر دو شرایط مناسب تر می باشد. گزینش به تنهایی بر اساس MP منجر به بهبود عملکرد دانه در محیط بدون تنش شده و قادر به تفکیک گروه A از B نیست (۱۸). این امر به دلیل ویژگی میانگین حسابی بوده که در صورت اختلاف نسبتاً زیاد بین Yp و Ys حاصل آن به سمت بالا اریب پیدا می کند. اما شاخص STI بر مبنای میانگین هندسی طراحی شده است. با توجه با ساختار فرمول، حساسیت کم تری به مقادیر بسیار متفاوت Yp و Ys دارد. در یک بررسی، ژنوتیپ های کنجد برمبنای عملکرد در شرایط مطلوب، تنش،HARM، GMP ، MP و STI با استفاده از تجزیه ی خوشه ای (کلاستر) و روش UPGMA گروه بندی شدند و دندروگرام مربوطه رسم شد. هدف از این تجزیه شناسایی لاین هایی بود که دارای بیش ترین فاصله ژنتیکی با یکدیگر از نظر معیارهای مذکور بودند که بدین ترتیب ژنوتیپ ها در ۳ گروه جداگانه قرار گرفتند (۱۰). این روش برای گروه بندی لاین های متحمل به خشکی در گندم نان برمبنای MP، TOL و STI توسط فرشادفر (۱۳۷۹) و برمبنای HARM، GMP، MP و STI در لاین های نخود توسط فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه به مؤلفه های اصلی در شرایط تنش و بدون تنش

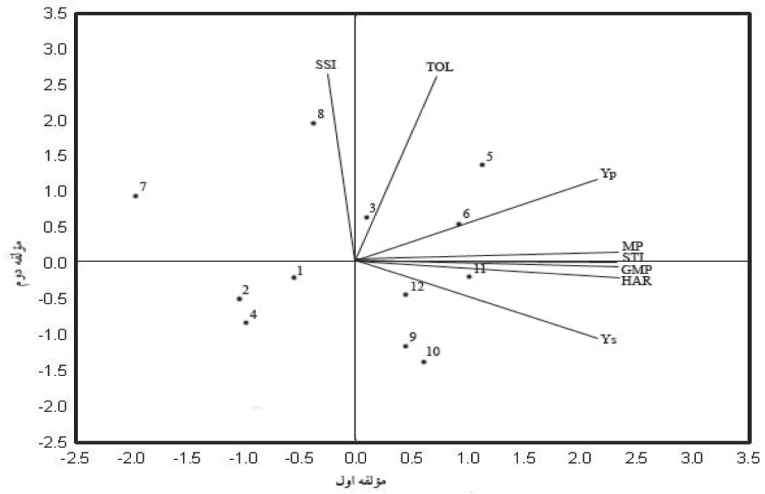
برای بررسی رابطه بین شاخص های کمی تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و عملکرد دانه در شرایط تنش از یک نمودار چند متغیره موسوم به بای پلات استفاده شد (۱۸). بنابراین، از تجزیه چند متغیره موسوم به تجزیه مؤلفه های اصلی استفاده گردید (جدول ۵). با استفاده از تجزیه به مؤلفه های اصلی دو مؤلفه اول در مجموع ۹۹/۸۴ درصد از تغییرات موجود بین داده ها را توجیه نمودند. استفاده از این دو مؤلفه و چشم پوشی از سایر مؤلفه ها، تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول و دوم صورت گرفت (جدول ۵). در فضای بای پلات ژنوتیپ ها در گروه های مشخصی قرار گرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل آن ها به کمبود آب است. جدول ۵ نشان می دهد که مؤلفه اول درصد بالایی از کل تغییرات را شامل می شود (۶۹/۶۲). این مؤلفه هم بستگی مثبت و نسبتاً بالایی را با عملکرد در شرایط تنش و مطلوب و شاخص های HARM، GMP، MP و STI نشان داد که شاخص های مرتبط با عملکرد را دربر می گیرد و بنابراین مؤلفه عملکرد بالقوه و تحمل به خشکی نام گذاری می شود. این مؤلفه، ژنوتیپ های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از ژنوتیپ هایی با میانگین عملکرد پایین و حساس جدا می کند. ژنوتیپ های انتخاب شده بر اساس این مؤلفه دارای SSI و TOL پایین هستند. دومین مؤلفه ۳۰/۲۲ درصد از تغییرات کل داده ها را تفسیر نموده و با عملکرد در شرایط تنش هم بستگی منفی و با شاخص های SSI و TOL هم بستگی مثبت و بالایی داشت. بنابراین، این مؤلفه را می توان مؤلفه حساسیت به خشکی نام گذاری کرد. زیرا این مؤلفه قادر به جداسازی ژنوتیپ هایی با عملکرد پایین در شرایط تنش و مقادیر بالای SSI وTOL می شود. با توجه به دو مؤلفه اول و دوم، ژنوتیپ ها در گروه های مشخص قرار می گیرند که مرتبط با میانگین عملکرد دانه و تحمل به تنش آن ها است. نمودار بای پلات (شکل۲) نشان داد که ژنوتیپ های شماره ۶ و ۱۱ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص های مهم تحمل به خشکی یعنی HAR، GMP، MP و STI قرار دارند. هم چنین، ژنوتیپ ۶ در مقایسه با شاخص های مهم تحمل به خشکی به Yp تمایل بیش تری دارد و این نشان می دهد که تحمل به خشکی در این ژنوتیپ بیش تر به علت عملکرد بالای آن در شرایط آبیاری مطلوب می باشد. ژنوتیپ های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۷ و ۸ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص های مهم تحمل به خشکی قرار نداشتند و بیش تر به سمت بردارهای SSI وTOL تمایل داشتند. بنابراین، این ژنوتیپ ها، ژنوتیپ های حساس به خشکی می باشند. ژنوتیپ های شماره ۵، ۹، ۱۰ و ۱۲ در بین شاخص های مهم تحمل به خشکی و شاخص های حساسیت به خشکی (SSI وTOL) قرار داشتند. بنابراین، این ژنوتیپ ها نیمه حساس به خشکی می باشند. این نتایج با نتایج به دست آمده از تجزیه بای پلات در لاین های کنجد توسط گلستانی و پاک نیت (۱۳۸۶) مطابقت داشت. به طور کلی، می توان این نحوه توزیع لاین ها در فضای بای پلات را حاکی از وجود تنوع ژنتیکی لاین ها نسبت به خشکی دانست. هم چنین، نمودار بای پلات زاویه بین شاخص های انتخابی HAR، GMP، MP و STI را حاده نشان می دهد که دلالت بر وجود هم بستگی بالا بین این شاخص هاست (شکل ۲). وجود همبستگی بالا بین دو شاخص SSI وTOL نسبت به سایر شاخص ها نیز در نمودار بای پلات مشهود است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- درصد واریانس توجیه شده، واریانس تجمعی و ضرایب بردار ویژه برای عملکرد دانه در دو شرایط محیطی و شاخص های مختلف در سال های۸۶-۱۳۸۴

مؤلفه	درصد واریانس	واریانس تجمعی	Yp	Ys	SSI	MP	TOL	STI	GMP	HAR
۱	۶۹/۶۲	۶۹/۶۲	۰/۳۷۰۷	۰/۳۷۴۴	-۰/۰۴۴۵	۰/۴۲۲۴	۰/۰۷۹۹	۰/۴۲۳۴	۰/۴۲۳۵	۰/۴۲۰۵
۲	۳۰/۲۲	۹۹/۸۴	۰/۳۱۰۹	-۰/۳۰۰۲	۰/۶۳۷۵	۰/۰۴۸۹	۰/۶۳۰۶	-۰/۰۱۲۱	-۰/۰۱۸۱	۰/۰۷۷۸
۳	۰/۱۳	۹۹/۹۷	-۰/۲۴۵۱	۰/۲۴۹۰	۰/۷۶۱۲	-۰/۰۹۵۴	-۰/۵۰۸۴	۰/۱۴۹۷	۰/۰۳۰۷	۰/۰۸۵۷
۴	۰/۰۲	۹۹/۹۹	۰/۲۵۶۱	۰/۳۹۶۸	۰/۰۹۷۱	۰/۲۱۲۶	-۰/۰۷۱۴	-۰/۸۳۵۰	۰/۱۲۸۴	-۰/۰۵۷۴



شکل ۲- بای پلات حاصل از دو مؤلفه اول تجزیه به مؤلفه های اصلی شاخص های کمی تحمل به خشکی و Yp و Ys

نتیجه کلی

در این بررسی مشخص گردید که صفات زراعی دوره پر شدن دانه (فاصله ظهور سنبله تا رسیدن دانه)، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه می تواند به عنوان شاخص های فیزیولوژیکی انتخاب لاین های مناسب با شرایط تنش مورد بهره برداری قرار گیرد. می توان دوره پر شدن دانه را با اتخاذ ابزار های مدیریتی (به طور مثال انتخاب تاریخ کاشت مناسب به منظور تامین نیازهای حرارتی و دمایی در جهت طی شدن مراحل رشد رویشی و زایشی به نحو بهینه) برای کم ترین تاثیر عوامل تنش بهبود بخشید. این بررسی نشان داد که شرایط تنش خشکی موجب افت عملکرد دانه به عنوان مهم ترین شاخص انتخاب در تمام گزینش های به نژادی از ۴/۹۹۰۵ تن در هکتار به ۳/۵۹۰۵۸ تن در هکتار(۲۸/۰۵ درصد) گردید. نتیجه کلی بررسی دوساله برای ارزیابی اثرات تنش خشکی بر روی عملکرد دانه نشان داد که در شرایط تنش، لاین ۶ بالاترین مقدار افزایش عملکرد دانه (۹/۲۵ درصد) را نسبت به شاهد ایذه داشت (جدول ۴). با ملاحظه اندیس های تحمل به خشکی، نتایج تجزیه مؤلفه های اصلی، عملکرد دانه در مقایسه با سایر لاین ها، متوسط لاین ها و لحاظ نمودن خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی، می توان لاین ۶ را به عنوان لاین متحمل به شرایط تنش و شاخص های STI و GMP را مناسب ترین شاخص های کمی تحمل به خشکی معرفی نمود.

منابع مورد استفاده

۱- اشکانی، ج. (۱۳۸۱) تعیین مقاومت به خشکی ارقام گلرنگ بهاره و بررسی چند شاخص مقاومت به خشکی، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز.

۲- آقایی سربرزه، م.، محمدی، ر.، حق پرست، ر. و رجبی، ر. (۱۳۸۳) ارزیابی لاین های پیشرفته گندم نان برای مقاومت به خشکی در کرمانشاه، هشتمین کنفرانس ملی علوم زراعی، ۲۳ تا ۲۵ مرداد ۱۳۸۳، دانشگاه گیلان.

۳- آقایی سربرزه، م. روستایی.، م.، محمدی، ر.، حق پرست. ر. و رجبی. ر. (۱۳۸۸) شناسایی ژنوتیپ های متحمل به خشکی در گندم نان، تولید گیاهان زراعی ۲(۱): ۱-۲۳

۴- تاری نژاد، ا. (۱۳۷۷) ارزیابی واکنش لاین های حاصل از توده های بومی گندم پائیزه به شرایط آبی و تنش خشکی، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تبریز، تبریز، ۱۶۳ صفحه.

۵- سرمد نیا، غ. و کوچکی، ع. (۱۳۷۶) جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۴۲۴ صفحه.

۶- صبا، ج. (۱۳۷۹) وراثت شاخص های مقاومت به تنش خشکی و صفات مرتبط به آن در گندم، پایان نامهٔ دکترای اصلاح نباتات، دانشگاه تبریز، تبریز، ۱۱۲ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- فارسی، م. و باقری، ع. (۱۳۷۷) اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، چاپ اول، ۲۹۶ صفحه.
۸- فرشادفر، ع. (۱۳۷۹) انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های گندم نان، مجلهٔ علوم و صنایع کشاورزی، ۱۴(۲): ۱۶۱-۱۷۱.
۹- فرشادفر، ع.، زمانی، م.ر.، مطلبی م. و امام جمعه. ع. (۱۳۸۰) انتخاب برای تحمل به خشکی در لاین های نخود، علوم کشاورزی ایران ۳۲(۱): ۶۵-۷۰.
۱۰- گلستانی، م. و پاک نیت، ح. (۱۳۸۶) ارزیابی شاخص های تحمل به خشکی در لاین های کنجد، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۱(۱): ۱۴۱-۱۴۹.
۱۱- محمدی، ر. حق پرست، ر.، آقایی سربرزه، م. و عبدالهی، ا. (۱۳۸۵) ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ های پیشرفته گندم دوروم بر اساس صفات مرتبط فیزیولوژیکی، مجله علوم کشاورزی، ۳: ۵۶۳-۵۷۵
۱۲- نورمحمدی، ق.ع.، سیادت ع. و کاشانی. ع. (۱۳۷۷) زراعت غلات، جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ۲۰۰ صفحه.

13- Anonymous. (1999) *IRAN/ICARDA Collaborative project.* Barley improvement Maragheh, Islamic Republic of IRAN, pp 32-33.
14- Blum, A. (1996) Crop responses to drought and the interpretation of adaptation, *Plant Growth Regulation* 20: 135-148.
15- Borrell, A.K., Hammer. G.L. and Henzell. R.G. (2000) Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield, *Crop Science* 40: 1037-1048.
16- Clark, J.M., Richard. R.A. and Condom. A. (1991) Effect of drought stress on residual and its relationships with water use of wheat, *Canadian Journal of Plant Science* 71: 695-702.
17- Dofing, S.M., Berke. T.G., Baenziger. P.S. and Knight. C.W. (1992) Yield and yield component response of barley in sub arctic and temperate environment, *Canadian Journal of Plant Science* 72: 663-699.
18- Fernandez, G.C.J. (1992) *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance,* Proceeding of a Symposium, Taiwan, 13-18 Aug. 1992, pp 257-270.
19.Fisher, R.A. and Maurer. R. (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain yield response, *Australian Journal Agriculture Research* 29: 897-912.
20- Francois, T. (1996) Drought perception by plants. Do cells of droughted plants experience water stress, *Plant Growth Regulation* 20: 93-104.
21- Garcia del Moral, L.F., Ramos. J.M., Garcia del Moral. M.B. and Jimenez-Tejada. M.P. (1991) Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analYsis, *Crop Science* 31: 1179–1185.
22- Gibson, L.R., and Paulsen. G.M. (1999) Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth, *Crop Science* 39: 1841–1846.
23- Gonzalez, A., Martin. I. and Ayerbe. L. (2007) Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenology, growth, and yield, *Aust. J. Agric. Res*. 58: 29–37.
24- Hohm, R. (2000) Irrigation management of barley, Available online: (http://www.agric.aov.ab.ca/crops/barley).
25- Kramer, P.J. (1983) *Water relations of plants,* Academic Press, pp 342-415.
26- Mary, J.G., Stark. J.C., Brien. K.O. and Souza. E. (2001) Relative sensitivity of spring wheat, grain yield and quality parameters to moisture deficit, *Crop Science* 41: 327-335.
27- Mitchell, J.H., Fukai. S. and Cooper. M. (1996) Influence of phonology on grain yield variation among barley cultivars grown under terminal drought, *Australian Journal of Agricultural Research* 47: 757–774.
28- Muzammil, S. (2003) Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress biomass and yield component, *Asian Journal of Plant Science* 2: 290-293.
29- Passioura, J.B. (1983) *Roots and drought resistance,* Agriculture Water Management, 7: 265-280.
30- Rajaram, S., Van Ginkle, M. (2001) *Mexico, 50 years of international wheat breeding.* In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds), The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding. Lavoisier Publishing, Paris, France, pp 579-604.
31- Rasmusson, D.C. (1985) *Barley, American Society of Agronomy, Crop Science. Society of America, Soil Science Society of America*, Publishers, Madison, Wisconsin, pp: 522.
32- Rosvielle, A.T. and Hambelen. J. (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environments, *Crop Science* 21: 943-945.
33- Sadiq, M.S., Siddiqui. K.A., Arain. C.R. and Azmi. A.R. (1994) Wheat breeding in a water-stressed environment. I. Delineation of drought tolerance and susceptibility. *Plant Breeding* 113: 36-46.
34- Siddique, M.R.B., A. Hamid and Islam. M.S. (2000) *Drought stress effects on water relations of wheat, Botanical Bulletin of Academic Science*, Vol 41.
35- Solomon, K.F., Labuschagen, M.T. and Bennie. A.T.P. (2003) Responses of Ethiopian durum wheat genotypes to drought stress, *South African Journal of Plant and Soil*. 20: 55-58.
36- Voltas, J., van Eeuwijk, F.A., Sombrero, A., Lafarga, A., Igartua, E. and Romagosa, I. (1999) Integrating statistical and ecophYsiological analyses of genotype by environment interaction for grain filling of barley. I. Individual grain weight, Field *Crops Research* 62: 63–74.

www.SID.ir