

نشریه تولید و فناوری محصولات زراعی و باغی

ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.) کشورهای آسیای مرکزی و غربی

سهیل کرم‌نیا^۱، مسعود اصفهانی^{۲*}، مهرزاد اله‌قلی‌پور^۳، علیرضا ترنگ^۳ و عباس شهدی کومله^۳
۱ و ۲ به‌ترتیب دانشجوی دکتری تخصصی و استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان،
۳ دانشیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

آدرس: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، کد پستی: ۴۱۹۹۶۱۳۷۷۶

تلفکس: ۰۹۱۱۳۲۱۳۸۶ موبایل: +۹۸(۱۳)۳۳۶۹۰۲۸۱

mesfahan@yahoo.com esfahani@guilan.ac.ir

Soheil Karamniya¹, Masoud Esfahani^{2*}, Mehrzad Allahgholipour³, Alireza Tarang³ and Abbas Shahdi Kumleh³

1. Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Guilan University, Guilan, Iran.
2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Guilan, Guilan, Iran
3. Associate Prof., Rice Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Corresponding author: email: mesfahan@yahoo.com esfahani@guilan.ac.ir

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

چکیده

با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در ژرم پلاسِم برنج، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۷۰ ژنوتیپ برنج با منشاء کشورهای آسیای مرکزی و غربی به صورت گلدانی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در سال ۱۳۹۹ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت اجرا شد. بر اساس نتایج سال اول، ۱۹ ژنوتیپ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی در سال ۱۴۰۰ در مؤسسه تحقیقات برنج ایران (رشت) کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. براساس شاخص‌های تحمل و حساسیت و نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های برنج به دو گروه تفکیک و براساس مقایسه میانگین‌ها و انحراف از میانگین کل، ژنوتیپ‌های گروه دوم شامل شیروودی و ندا (ایران) Sela-Zodras و Shisham-Bagh-2014 (افغانستان) و Dijla (عراق) به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شناخته شدند. همچنین با تجزیه بای پلات شش ژنوتیپ ندا و شیروودی (ایران)، D3 (عراق)، Sela-Zodras، Jalal Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014 (افغانستان) و روش رتبه‌دهی هفت ژنوتیپ شیروودی، ندا و گیلانه (ایران)، Sela-Zodras، Jalal Abad Indica-2014، Shisham Bagh-2014 (افغانستان) و D3 (عراق) به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. در مجموع براساس روش‌های تجزیه خوشه‌ای، بای پلات و رتبه‌دهی، ژنوتیپ‌های شیروودی و ندا (ایران)، Sela-Zodras و Shisham Bagh-2014 (افغانستان) به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. براساس نتایج این آزمایش از ژنوتیپ‌ها منتخب یاد شده می‌توان در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی و توسعه ارقام جدید برنج با تحمل بیشتر به تنش خشکی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، برنج، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رتبه‌بندی

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از اصلی‌ترین محصولات غذایی در میان غلات برای حدود نیمی از جمعیت جهان به‌شمار می‌رود. این گیاه بزرگترین مصرف‌کننده آب شیرین در دنیا بوده و تولید پربازده آن نیازمند مصرف مقدار زیادی آب است (۷، ۲۲). در حدود ۵۰ درصد از مزارع تولید برنج در دنیا و بیش از ۲۳ میلیون هکتار از مزارع برنج آسیا در معرض تنش خشکی قرار دارند و خشکی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده عملکرد برنج در دنیا محسوب می‌شود (۴، ۲۰).

مرحله رشد زایشی گیاه برنج از مراحل مهمی است که در صورت مواجه شدن با تنش خشکی، باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه گیاه برنج می‌شود (۲۵). وقوع تنش خشکی در طی مرحله زایشی می‌تواند منجر به اختلال در ظهور خوشه، عقیمی گلچه‌ها، پوکی دانه‌ها، کندی سرعت پر شدن دانه، کاهش وزن دانه و در نهایت کاهش عملکرد شود (۲۶، ۳۱). از راه‌های غلبه بر شرایط

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

نامساعد محیطی همچون تنش خشکی، شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل به تنش خشکی و استفاده از آنها برای توسعه کشت و یا تلاقی با سایر ارقام رایج با هدف انتقال صفات مربوط به تحمل خشکی به آنها است (۱۶). یکی از روش‌های شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی، تجزیه و تحلیل صفات زایشی از جمله تغییرات عملکرد در شرایط تنش می‌باشد (۲۶). فرناندز (۱۹۹۲) ژنوتیپ‌های گندم را بر اساس عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به چهار گروه تقسیم‌بندی کرد. گروه A ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش عملکرد بالایی دارند، ژنوتیپ‌های گروه B فقط عملکرد بالایی در محیط بدون تنش دارند، ژنوتیپ‌های گروه C فقط عملکرد بالایی در محیط تنش دارند و گروه D شامل ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط عملکرد پایینی دارند. بر این اساس مناسب‌ترین معیار انتخاب برای شرایط تنش، معیاری است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها متمایز کند (۱۲). از دیگر روش‌های گزینش ژنوتیپ‌های برنج در مواجهه با تنش خشکی محاسبه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش می‌باشد (۹). گزارش شده است که شاخص‌های تحمل (TOL)، میانگین حسابی بهره‌وری (MP)، میانگین عملکرد نسبی (MRP) و شاخص کارایی نسبی (REI) با داشتن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی، مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در گیاه برنج هستند (۲۹). بخشی‌پور و همکاران (۲) با بررسی ژنوتیپ‌های محلی و اصلاح شده برنج ایرانی به وسیله شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی گزارش نمودند که مناسب‌ترین ارقام بر اساس شاخص‌های مورد مطالعه، هاشمی، علی‌کاظمی، شیرودی و سپیدرود می‌باشند. نتایج گزارش این محققان نشان داد که برای گزینش بهترین ارقام برنج بر اساس عملکرد می‌توان از شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل به تنش (TOL)، شاخص میانگین هندسی (GM) و شاخص میانگین هارمونیک (HM) استفاده کرد. فلاح‌شمسی و همکاران (۱۰) نیز با غربالگری ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از شاخص‌های تحمل و روش‌های چند متغیره در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که در مجموع سه روش تجزیه خوشه‌ای، رتبه‌بندی و بای‌پلات، ژنوتیپ‌های درفک، قائم، لاین ۸۳۱ (IR67017-180-2-1-2)، اهل‌می‌طارم و جلودار متحمل به تنش خشکی شناخته شدند.

پژوهشگران پیش‌بینی کرده‌اند که بالا رفتن نیاز جهانی جهت تأمین غذا، باعث افزایش قابل ملاحظه تقاضا در میزان تولید محصولات کشاورزی از جمله برنج شود (۲۰)؛ بنابراین با توجه به کاهش منابع آب برای کشاورزی در سراسر جهان، نیاز به اصلاح و دستیابی به ارقام برنج متحمل به خشکی، به‌طور فزاینده‌ای اهمیت می‌یابد (۲۶). هدف از این پژوهش، غربالگری ژنوتیپ‌های مختلف برنج

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

از نظر تحمل به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی و روش‌های آماری چندمتغیره و شناسایی ارقام متحمل به تنش بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های برنج کشورهای آسیای مرکزی و غربی به تنش خشکی انتهای فصل، آزمایش‌هایی به صورت گلدانی و مزرعه‌ای در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) طی دو سال زراعی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ اجرا شد. ارقام برنج مورد آزمایش شامل ۲۴ ژنوتیپ برنج اصلاح شده و محلی ایرانی به همراه ۴۶ ژنوتیپ برنج از کشورهای آسیای مرکزی و غربی و مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (ایری) بودند (جدول ۱).

سال اول (آزمایش گلدانی):

در سال اول (۱۳۹۹)، آزمایش به صورت گلدانی و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در زیر بارانگیر اجرا شد. اطراف بارانگیر مورد نظر کاملاً باز بوده و دما و رطوبت نسبی با محیط بیرون از بارانگیر تفاوت معنی‌داری نداشت. گلدان‌های مورد استفاده دارای قطر دهانه بالای ۲۵ سانتی‌متر، قطر کف ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۲/۵ سانتی‌متر بوده و با حدود هشت کیلوگرم خاک مزرعه برنج (گلخراب شده) پر شدند. بذریابی در خزانه به صورت جوی و پشته‌ای در تاریخ ۲۷ فروردین انجام شد. عناصر غذایی (نیتروژن از منبع اوره، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم) مورد استفاده برای هرگلدان ۴۰، ۲۰ و ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود که پیش از نشاکاری به خاک هر گلدان افزوده شد. سپس در تاریخ ۲۱ اردیبهشت (۲۵ روزگی) در هر گلدان یک کپه با تراکم ۳ گیاهچه‌ای در مرحله ۳ تا ۵ برگ نشاکاری شد. به‌منظور مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج همزمان با پیک هجوم پروانه ساقه‌خوار طی دو مرحله در تاریخ‌های اواسط تیر ۱۳۹۹ و اواسط مرداد ۱۳۹۹ با استفاده از سم دیازینون گرانول ۱۰ درصد گرانول‌پاشی انجام شد. برای کنترل بیماری قارچی بلاست از قارچ‌کش تری‌سیکلازول استفاده شد.

آبیاری در دو گروه گلدان‌های بدون تنش و تنش، تا انتهای مرحله پنجه‌زنی (براساس دستورالعمل زراعی مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج، ایری) به‌صورت غرقابی بوده و اعمال تنش خشکی در گروه تنش با قطع آبیاری در مرحله آبستنی (مرحله پنج کدبندی SES) (۱۸) شروع شد. با مشاهده فاصله گرفتن خاک از جداره گلدان (حدود ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متر از طرفین گلدان؛ به‌ترتیب معادل ۲۸۱ و

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

۹۰۰ کیلوپاسکال مکش اشباع) (۳۰) که نشان‌دهنده وقوع تنش می‌باشد، آبیاری گلدان‌های تیمار تنش از سر گرفته شد. آبیاری‌های بعدی در گلدان‌های تحت تنش، با مشاهده لوله‌ای شدن برگ‌ها که در ساعات ۱۰ تا ۱۵:۳۰ پایش می‌شدند، انجام شد (۶). لوله‌ای شدن تدریجی برگ‌های گیاه برنج قبل از خشک شدن کامل برگ در اثر تنش خشکی مشاهده می‌شود. این شاخص براساس میزان لوله‌ای شدن برگ‌ها از صفر (عدم لوله‌ای شدن؛ بدون تنش) تا ۹ (لوله‌ای شدن کامل؛ تنش شدید خشکی) برای ژنوتیپ‌های برنج تعیین شد (۱۸). در انتهای دوره رشد و با سخت شدن دانه‌ها در خوشه، خوشه‌های هر ژنوتیپ برداشت و دانه‌ها جداسازی و در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک، توزین و عملکرد دانه برحسب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. معنی‌داری توابع شناسایی شده حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از آزمون تابع تشخیص لامبدای ویلکس انجام و صحت گروه‌بندی نیز انجام شد.

جدول ۱- ژنوتیپ‌های برنج محلی و اصلاح شده داخلی و ارقام کشورهای آسیای مرکزی و غربی مورد استفاده در آزمایش

شماره	ژنوتیپ	منشاء	شماره	ژنوتیپ	منشاء	شماره	ژنوتیپ	منشاء
۱	Marjan	قزاقستان	۲۵	محمدی	ایران	۴۹	Avangard	آذربایجان
۲	Jalal Abad Indica	افغانستان	۲۶	علی‌کاظمی	ایران	۵۰	کادوس	ایران
۳	Osmanicik-97	ترکیه	۲۷	سالاری	ایران	۵۱	IR36	ایری
۴	Halibey	ترکیه	۲۸	گیلانه	ایران	۵۲	IR50	ایری
۵	V20-8-2	قزاقستان	۲۹	Ak-ypyk	قرقیزستان	۵۳	دم‌سیاه	ایران
۶	V20-48 (awn)	قزاقستان	۳۰	IR30	ایری	۵۴	شاه‌پسند	ایران
۷	QazNIIR-7	قزاقستان	۳۱	دم‌زرد	ایران	۵۵	Dijla	عراق
۸	Syl Sulu	قزاقستان	۳۲	اهلمی طارم	ایران	۵۶	شیرودی	ایران
۹	Shisham Bagh	افغانستان	۳۳	بینام	ایران	۵۷	TosyaGunesi	ترکیه
۱۰	A16	عراق	۳۴	Xazaz Hazar	آذربایجان	۵۸	Tarona	ازبکستان
۱۱	Pasali	ترکیه	۳۵	Hikkan Hashimi	آذربایجان	۵۹	Mishkab2	عراق
۱۲	Mis-2013	ترکیه	۳۶	آبجی بوجی	ایران	۶۰	Iba	عراق
۱۳	حسن‌سرای	ایران	۳۷	خزر	ایران	۶۱	Mustakillik	ازبکستان
۱۴	Kapa	قرقیزستان	۳۸	بجار	ایران	۶۲	Mishkab1	عراق
۱۵	هاشمی	ایران	۳۹	Iskander	ازبکستان	۶۳	Tantana	ازبکستان
۱۶	Okean	آذربایجان	۴۰	C10	عراق	۶۴	Ghadeer	عراق
۱۷	Dular	هند	۴۱	غریب	ایران	۶۵	Anbar33	عراق
۱۸	IR64	ایری	۴۲	صالح	ایران	۶۶	Sumer	عراق
۱۹	حسنی	ایران	۴۳	IR28	ایری	۶۷	Furat1	عراق
۲۰	Cakmak	ترکیه	۴۴	Siyavar Hasimi	آذربایجان	۶۸	Amber albalaka	عراق
۲۱	M1	عراق	۴۵	دم‌سفید	ایران	۶۹	Labypma	ازبکستان
۲۲	Sela-Zodras	افغانستان	۴۶	سنگ طارم	ایران	۷۰	ندا	ایران
۲۳	D3	عراق	۴۷	ساحل	ایران			
۲۴	Shalawangi	افغانستان	۴۸	عنبربو	ایران			

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

سال دوم (آزمایش مزرعه‌ای):

ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شده حاصل از آزمایش گلدانی در سال دوم آزمایش (۱۴۰۰) در یک آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی) مورد مقایسه قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل ژنوتیپ‌های برنج منتخب سال اول که شامل ۱۹ ژنوتیپ (۱۷ ژنوتیپ از گروه A فرناندز و یک ژنوتیپ از گروه حساس (Hikkan Hashimi) و یک ژنوتیپ از گروه با عملکرد بالا در شرایط بدون تنش (Shisham Bagh-2014)) به عنوان عامل فرعی و سطوح آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح بدون تنش و تنش خشکی (در دو مزرعه مجزا) در نظر گرفته شدند.

شروع شخم دو مزرعه آزمایشی با شخم اولیه در نیمه دوم فروردین ماه آغاز شد؛ شخم دوم نیز در ۲۳ اردیبهشت به منظور گلخراپی و آماده‌سازی کرت‌های آزمایشی انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۲×۲ متر و تراکم ۱۶ بوته در مترمربع در نظر گرفته شدند. برای جلوگیری از ورود آب و همچنین تخلیه سریع آب، در اطراف مزرعه تنش زهکش‌هایی به عرض یک متر با عمق ۱/۵ سانتیمتر احداث گردید. بذrpاشی در خزانه به صورت جوی و پشته‌ای یکم اردیبهشت صورت پذیرفت. تاریخ نشاءکاری اول خرداد و تاریخ قطع آب در ژنوتیپ‌های زودرس و دیررس به ترتیب ۱۵ و ۲۹ تیر بود. کود شیمیایی مورد استفاده شامل نیتروژن (از منبع اوره)، فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و پتاس (از منبع سولفات پتاسیم) به ترتیب ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بودند. تمامی کود فسفر و پتاس همراه با ۴۰ درصد نیتروژن در هنگام تهیه زمین اصلی به خاک اضافه شدند. ۶۰ درصد باقیمانده از کود نیتروژن در دو مرحله به صورت مساوی (۳۰ درصد) در ابتدای مرحله پنجه‌زنی و تشکیل جوانه اولیه خوشه به صورت سرک به خاک اضافه شد. به منظور مبارزه با علف‌های هرز ۷ روز بعد از نشاءکاری با استفاده از سم پرتیلار به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار اقدام شد. همچنین در طول مراحل رشد از وجین دستی نیز برای کنترل جمعیت علف‌های هرز مزرعه اقدام شد. به منظور مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج همزمان با پیک هجوم پروانه ساقه‌خوار طی دو مرحله در دهه اول تیر ۱۴۰۰ و دهه اول مرداد ۱۴۰۰ با استفاده از سم دیازینون گرانول ۱۰ درصد در هر مرحله به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار (گرانول پاشی) استفاده شد.

آبیاری در مزرعه بدون تنش به صورت غرقابی تا یک هفته قبل از برداشت ادامه داشت؛ در مزرعه تنش پس از مرحله حداکثر پنجه‌زنی (آغازش خوشه) اقدام به قطع آبیاری شد؛ عدم آبیاری تا مرحله رسیدگی ادامه داشت. همچنین ۱۰ روز پس از قطع آبیاری

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

پتانسیل آب خاک هر ۳ روز یکبار ثبت گردید (جدول ۲). جدول داده‌های ایستگاه هواشناسی مجاور مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور نشان داد که فروردین سال ۱۴۰۰ با میانگین دمای حداقل ۹/۷۸ درجه سانتی‌گراد و مرداد سال ۱۴۰۰ با میانگین دمای حداکثر ۳۳/۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب سردترین و گرم‌ترین ماه‌های دوره رشد بودند (جدول ۳).

برای تعیین عملکرد دانه، در انتهای دوره رشد و با سخت شدن دانه‌ها در خوشه (رسیدگی فیزیولوژیک) محصول هر ژنوتیپ از مساحت یک مترمربع از هر کرت برداشت و عملکرد بر حسب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. برای ارزیابی تحمل یا حساسیت ژنوتیپ‌های برنج به تنش خشکی انتهای فصل از شاخص‌های مندرج در جدول ۴ استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام و معنی‌داری توابع شناسایی شده حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از آزمون تابع تشخیص لامبدای ویلکس انجام و صحت گروه‌بندی نیز انجام شد. همچنین تجزیه بای‌پلات و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT نسخه ۲۰۱۹ انجام شد.

جدول ۲- میزان رطوبت وزنی و پتانسیل آب خاک بعد از قطع آبیاری (آزمایش مزرعه‌ای)

زمان اندازه‌گیری	رطوبت وزنی خاک (درصد)	پتانسیل آب خاک (کیلوپاسکال)
۱۰ روز بعد از قطع آبیاری	۵۳/۷۶	-۰/۷
۱۴ روز بعد از قطع آبیاری	۴۶/۹۲	-۳۱
۱۷ روز بعد از قطع آبیاری	۳۹/۶۸	-۱۷۸
۲۱ روز بعد از قطع آبیاری	۳۰/۷۶	-۵۲۵
۲۴ روز بعد از قطع آبیاری	۲۶/۲۹	-۱۳۵۶

جدول ۳- اطلاعات هواشناسی سال ۱۴۰۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت

ماه	میانگین دما (سانتی‌گراد)		مجموع بارندگی (میلی‌متر)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)			مجموع تبخیر (میلی‌متر)
	حداقل	حداکثر		مجموع ساعات آفتابی	حداقل	حداکثر	
فروردین	۹/۷۸	۲۲/۱۰	۱۳/۲۱	۱۸۰/۵۰	۵۳/۹	۹۱/۰	۹۰/۱۰
اردیبهشت	۱۴/۸۱	۲۴/۴۱	۳۰/۳۱	۱۸۰/۸۰	۶۵/۵	۹۵/۶	۱۸۰/۸۰
خرداد	۲۰/۱۳	۲۹/۴۴	۶/۶۵	۲۲۹/۰۰	۶۰/۲	۹۲/۶	۲۲۹/۰۰
تیر	۲۲/۴۵	۳۲/۳۲	۲۱/۸۱	۲۲۴/۹۰	۵۸/۶	۹۳/۸	۲۲۴/۹۰
مرداد	۲۱/۶۳	۳۳/۰۵	۵۲/۵۰	۲۱۰/۷۰	۵۲/۳	۹۲/۸	۲۱۰/۷۰
شهریور	۵/۶۹	۳۰/۴۱	۴۴/۱۰	۱۷۶/۴۰	۵۷/۲	۹۴/۲	۱۷۶/۴۰

جدول ۴- شاخص‌های تحمل/ حساسیت به تنش خشکی مورد استفاده برای ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج

شاخص	رابطه	برخی از ویژگی‌ها	منبع
شاخص حساسیت به تنش	$SSI = (1 - (Y_{si}/Y_{ni}))/SI$	مقادیر پایین این شاخص نشان‌دهنده تحمل بالای ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش است.	(۱۳)
Stress susceptibility index	$SI = 1 - (Y_s/Y_n)$	توانایی تفکیک گروه B و C از سایر گروه‌ها در تقسیم‌بندی فرناندز	(۱۳)
شاخص تحمل	$TOL = Y_{ni} - Y_{si}$	مقادیر پایین این شاخص نشان‌دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش.	(۲۹)

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

مقادیر پایین‌تر این شاخص دلالت بر حساسیت بیشتر ژنوتیپ‌ها به شرایط تنش خشکی. امکان تفکیک ژنوتیپ‌های گروه B و C از یکدیگر بر اساس تقسیم‌بندی فرناندز.	$MP = (Y_{ni} + Y_{si})/2$	Tolerance Index میانگین حسابی بهره‌وری Mean Productivity
شناسایی گروه A، مقدار بالای این شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی بیشتر به تنش خشکی.	$GMP = \sqrt{Y_{ni} \times Y_{si}}$	میانگین هندسی بهره‌وری Geometric Mean Productivity
هر چه عدد شاخص تحمل کوچکتر باشد، حساسیت ژنوتیپ به شرایط تنش کمتر و مطلوب‌تر است. عدم تفکیک گروه A و C از یکدیگر.	$STI = (Y_{ni} \times Y_{si})/(Y_n)^2$	شاخص تحمل به تنش Stress Tolerance Index
ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای این شاخص مناسب برای شرایط تنش. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها فقط در شرایط تنش	$YI = Y_{si}/Y_s$	شاخص عملکرد Yield Index
این شاخص نشان‌دهنده میزان تحمل ژنتیکی رقم به شرایط تنش می‌باشد.	$YSI = Y_{si}/Y_{ni}$	شاخص پایداری عملکرد Yield Stability Index
مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی به شرایط تنش است	$HM = (2 \times Y_{ni} \times Y_{si})/(Y_{ni} + Y_{si})$	میانگین هارمونیک Harmonic Mean
شاخصی مثبت برای نشان دادن تحمل به تنش می‌باشد	$RDI = (Y_{si}/Y_{ni})/(Y_s/Y_n)$	شاخص خشکی نسبی Relative Drought Index
همبستگی مثبت با شاخص TOL و SSI و همچنین همبستگی منفی با شاخص RDI	$ATI = ((Y_{ni} - Y_{si})/(Y_n/Y_s)) \times (\sqrt{Y_{ni} \times Y_{si}})$	شاخص تحمل غیرزنده Abiotic Tolerance Index
همبستگی مثبت با شاخص TOL و SSI و همچنین همبستگی منفی با شاخص RDI	$SSPI = ((Y_{ni} - Y_{si})/(2 \times Y_{ni})) \times 100$	شاخص درصد پایداری تنش Stress Susceptibility Percentage Index
همبستگی مثبت با شاخص‌های STI، GMP و MRP	$REI = (Y_{si}/Y_s) \times (Y_{ni}/Y_n)$	شاخص کارایی نسبی Relative Efficiency Index
تصحیح شده شاخص STI، K_1 ضریب تصحیح STI در شرایط متفاوت رطوبتی می‌باشد	$K1STI = (Y_{si}^2)/(Y_s^2)$ $K2STI = (Y_{ni}^2)/(Y_n^2)$	شاخص تغییر یافته تحمل تنش Modified Stress Tolerance index

نتایج و بحث

نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ‌ها در سال اول آزمایش نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش به ژنوتیپ‌های شیرودی (۳۳/۷۲ گرم در بوته) و Siyavar Hasimi (۶/۴۳ گرم در بوته) و همچنین بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ‌های ندا و Hikkan Hashimi (به ترتیب ۲۳/۵۲ و ۰/۰۰ گرم در بوته) بود (جدول ۵). بر اساس عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش محاسبه و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای با روش میانگین پیوند (dendrogram using average linkage (within groups)) به چهار گروه تقسیم شدند (شکل ۱). بر اساس آزمون تابع تشخیص لامبدای ویلکس برای سه تابع شناسایی شده بسیار معنی‌دار و صحت گروه‌بندی ۱۰۰ درصد بود. براساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱)، ژنوتیپ‌های گروه دوم شامل Okean، QazNIIR-7، Dijla، V20-48(awn)، ساحل، Ghadeer، Iba، D3، گیلانه، علی کاظمی، Jalal Abad، V20-8-2، سنگ طارم، Shisham Bagh-2014، Dullar، ندا و شیرودی به دلیل میانگین عملکرد مناسب در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی (به ترتیب ۲۴/۰ و ۱۸/۲۶ گرم در بوته) جزء ژنوتیپ‌های

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

متحمل به تنش خشکی بودند و در تقسیم‌بندی فرناندز در گروه A قرار گرفتند (جدول ۶). مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در این گروه نشان داد که شاخص‌های Yn, Ys, YR, MP, GMP, STI, YI و HM مقادیر بالاتر از میانگین کل و از نظر شاخص‌های TOL و SSI مقادیر پایین‌تر از میانگین کل را دارا بودند (جدول ۶). ژنوتیپ‌های گروه سوم شامل Sumer, Amber albalaka, Siyavar hashimi, Hikkan hashimi, Xazaz Hazar, JR28, Tantana با داشتن عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی (به‌ترتیب با ۱۳/۴۳ و ۲/۰۴ گرم در بوته) جزء گروه D در تقسیم‌بندی فرناندز قرار گرفتند. مقایسه میانگین شاخص‌های مورد مطالعه در این گروه نشان داد که شاخص‌های Yn, Ys, YR, MP, GMP, STI, YI و HM مقادیر پایین‌تر از میانگین کل و از نظر شاخص‌های TOL و SSI مقادیر بالاتر از میانگین کل را داشتند (جدول ۶). ژنوتیپ‌های گروه چهارم شامل Ak- C10, Anbar33, Mishkab2, Pasali, JR36, Iskandar, IR50, Labypa, Ovangard, ypyk, کادوس, غریب, در محیط بدون تنش دارای عملکرد دانه مناسب (۲۱/۵۹ گرم در بوته) ولی در محیط تنش کاهش عملکرد ۶۸/۷۱ درصدی را داشت (۶/۶۷ گرم در بوته) و در گروه B تقسیم‌بندی فرناندز قرار گرفتند. همچنین ژنوتیپ‌های گروه اول شامل kapa, Caknak, بینام, Mustaklik, Osmancik-97, Mishkab1, Enbribo, آبجی‌بوجی, Mis-2013, Marjan, دمسپاه, Syl sulu, دمزرد, Toysa Gunesi, حسن‌سرایبی, دمسفید, محمدی, حسنی, شاه‌پسند, Sela-zodras, صالح, Halibey, Shalawangi, اهل‌می‌طارم, Furat1, سالاری, Taron, بچار, خزر, JR30, هاشمی, JR60, JR64, M1, A16 با دارا بودن عملکرد دانه مناسب‌تر در محیط تنش نسبت به دو گروه قبل (۱۱/۶۴ گرم در هر بوته) و عملکرد پایین‌تر نسبت به گروه دوم (A) در شرایط بدون تنش (۲۱/۴۱ گرم در بوته) در تقسیم‌بندی فرناندز در گروه C قرار گرفتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از خوشه‌بندی ۷۰ ژنوتیپ مورد بررسی در آزمایش گلدانی، ژنوتیپ‌های جای گرفته در گروه A تقسیم‌بندی فرناندز به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد مناسب در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی انتخاب و همراه با ژنوتیپ Hikkan Hashimi با منشاء آذربایجان (حساس با عملکرد ۰/۰ گرم در بوته در شرایط تنش، گروه D تقسیم‌بندی فرناندز) و Sela-zodras با منشاء افغانستان (عملکرد بالا در شرایط تنش ۱۸/۰۳ گرم در بوته)، گروه C تقسیم‌بندی فرناندز) انتخاب شدند (جدول ۷). فلاح‌شمسی و همکاران (۱۰) نیز با ارزیابی ۴۰ ژنوتیپ با استفاده تجزیه خوشه‌ای و تقسیم‌بندی فرناندز در یک آزمایش گلدانی (سال اول آزمایش)، ۱۴ ژنوتیپ متحمل (از گروه A) همراه با ۳ ژنوتیپ از گروه‌های دیگر را انتخاب و در سال دوم آزمایش در شرایط مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند.

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

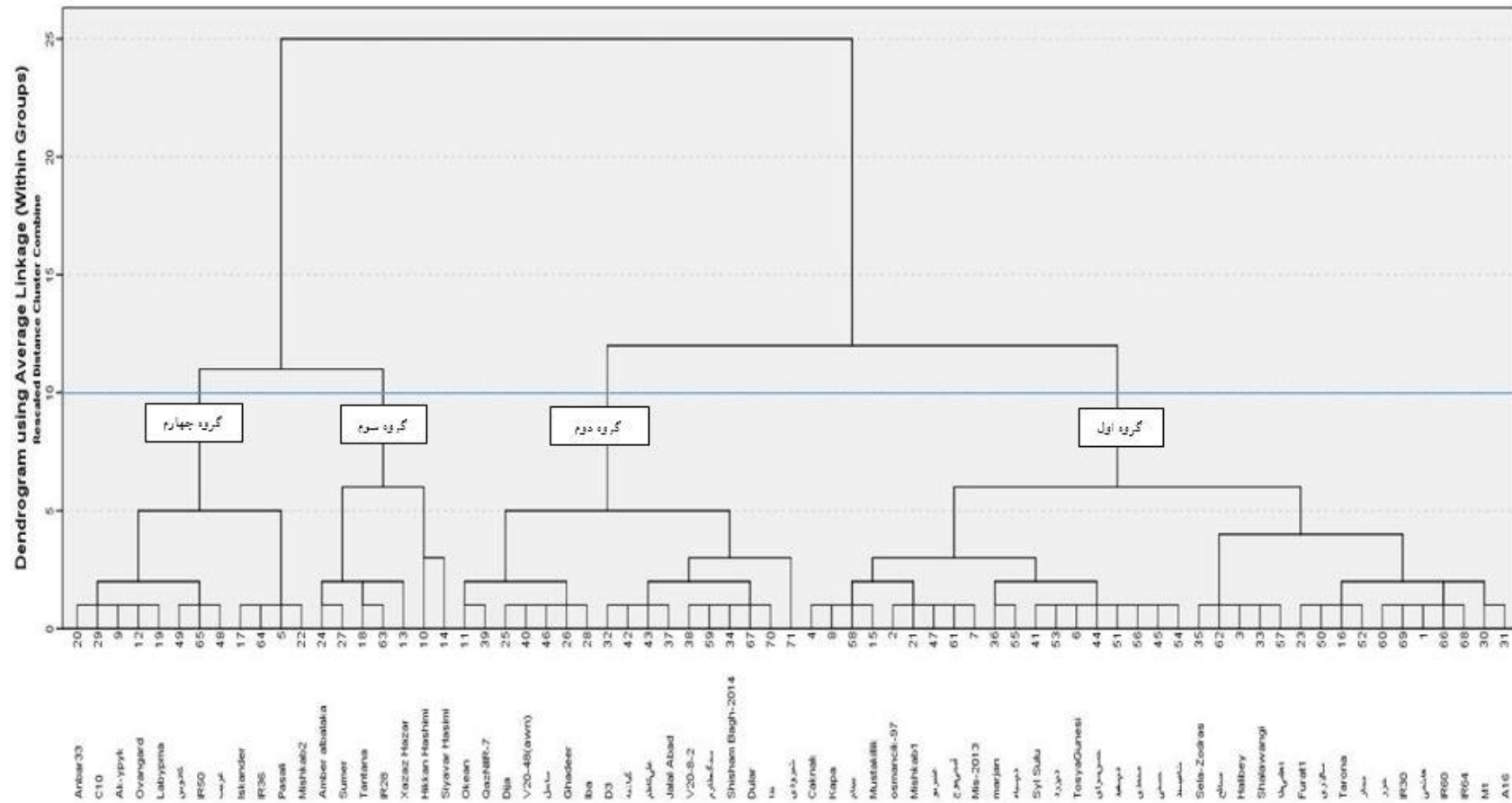
نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

جدول ۵- زمان برداشت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yn) و تنش خشکی (Ys) و میزان کاهش عملکرد (YR) ژنوتیپ‌های برنج (آزمایش گلدانی)

زمان (روز پس از						زمان (روز پس از					
عملکرد			نشاکاری)			عملکرد			نشاکاری)		
کاهش	بدون		بدون	تنش	تنش	کاهش	بدون		بدون	تنش	تنش
عملکرد	تنش	تنش				عملکرد	تنش	تنش			
(درصد)	(گرم در بوته)		ژنوتیپ‌های برنج	(درصد)	(گرم در بوته)		ژنوتیپ‌های برنج	(درصد)	(گرم در بوته)		ژنوتیپ‌های برنج
-۴۹/۶۶	۹/۲۶	۱۸/۴۰	۱۲۸	۱۲۵	آبجی‌یو جی	-۴۰/۰۶	۷/۶۴	۱۲/۷۵	۱۱۷	۱۱۴	Marjan
-۴۳/۰۴	۱۴/۶۰	۲۵/۶۳	۱۳۳	۱۲۸	خزر	-۳۱/۱۲	۱۹/۳۳	۲۸/۰۶	۱۱۰	۱۰۹	Jalal Abad
-۵۳/۹۷	۱۳/۱۶	۲۸/۶۰	۱۴۳	۱۴۱	بجار	-۴۶/۵۵	۸/۱۸	۱۵/۳۱	۱۱۳	۱۱۴	Osmancik-97
-۶۹/۱۲	۸/۱۴	۲۶/۳۶	۱۴۴	۱۴۶	Iskander	-۳۵/۴۸	۱۶/۲۴	۲۵/۱۸	۱۱۳	۱۱۶	Halibey
-۶۳/۴۱	۶/۰۶	۱۶/۵۶	۱۲۹	۱۲۴	C10	-۲۱/۹۰	۲۰/۵۰	۲۶/۲۴	۱۱۷	۱۱۷	V20-8-2
-۶۴/۳۵	۸/۷۲	۲۴/۴۵	۱۴۱	۱۴۴	غریب	-۱۸/۴۰	۱۵/۳۴	۱۸/۸۰	۱۱۴	۱۱۶	V20-48 (awn)
-۳۶/۸۷	۱۷/۳۲	۲۷/۴۳	۱۲۴	۱۲۲	صالح	-۲۶/۲۶	۱۳/۳۴	۱۸/۰۹	۱۱۱	۱۱۴	QazNIIR-7
-۷۶/۵۵	۳/۱۷	۱۳/۵۳	۱۴۵	۱۴۶	IR28	-۴۰/۶۸	۱۳/۱۳	۲۲/۱۴	۱۱۵	۱۱۵	Syl Sulu
-۹۳/۹۹	۰/۳۹	۶/۴۴	۱۴۴	۱۴۰	Siyavar Hasimi	-۲۱/۶۳	۱۹/۷۵	۲۵/۲۱	۱۱۳	۱۱۶	Shisham Bagh
-۴۴/۲۱	۹/۷۸	۱۷/۵۳	۱۴۳	۱۴۴	دم‌سفید	-۴۷/۱۹	۱۵/۷۳	۲۹/۷۸	۱۲۲	۱۲۲	A16
-۳۲/۲۹	۲۰/۱۵	۲۶/۳۲	۱۲۹	۱۲۳	سنگ‌طارم	-۷۵/۲۵	۸/۵۶	۲۹/۷۹	۱۲۳	۱۲۴	Pasali
-۱۹/۲۵	۱۶/۰۹	۱۹/۹۳	۱۳۲	۱۲۶	ساحل	-۵۳/۲۳	۹/۲۳	۱۹/۷۳	۱۱۵	۱۱۷	Mis-2013
-۵۱/۶۷	۸/۴۳	۱۷/۴۴	۱۳۴	۱۲۹	عنبربو	-۴۲/۶۷	۹/۷۳	۱۶/۹۷	۱۲۳	۱۲۴	حسن‌سرای
-۷۰/۳۰	۴/۹۳	۱۶/۶۰	۱۴۹	۱۴۶	Ovangard	-۵۷/۹۱	۷/۹۴	۱۹/۹۴	۱۲۳	۱۲۳	Kapa
-۶۷/۱۹	۶/۷۸	۲۰/۶۵	۱۴۵	۱۴۶	کادوس	-۴۳/۹۸	۱۳/۹۰	۲۴/۸۱	۱۱۶	۱۱۶	هاشمی
-۷۱/۴۹	۷/۳۸	۲۵/۸۹	۱۴۳	۱۴۴	IR36	-۲۶/۱۷	۱۱/۴۳	۱۵/۴۸	۱۲۰	۱۱۷	Okean
-۶۶/۰۷	۷/۳۰	۲۱/۵۱	۱۴۶	۱۴۶	IR50	-۲۱/۴۹	۲۱/۸۰	۲۷/۷۷	۱۲۸	۱۲۴	Dular
-۳۷/۸۰	۹/۱۶	۱۴/۷۳	۱۴۲	۱۳۸	دم‌سیاه	-۴۷/۰۶	۱۲/۹۹	۲۴/۵۴	۱۲۵	۱۲۳	IR64
-۴۷/۰۱	۱۰/۲۷	۱۹/۳۷	۱۴۷	۱۴۵	شاه‌پسند	-۴۴/۶۹	۱۱/۳۵	۲۰/۵۲	۱۲۹	۱۲۴	حسنی
-۱۸/۴۹	۱۴/۴۴	۱۷/۷۲	۱۴۷	۱۴۶	Dijla	-۵۸/۶۵	۷/۳۶	۱۷/۷۹	۱۲۶	۱۲۵	Cakmak
-۳۴/۳۵	۲۲/۱۳	۳۳/۷۲	۱۴۹	۱۴۶	شیرودی	-۵۰/۲۲	۱۵/۶۶	۳۱/۴۷	۱۲۹	۱۲۳	M1
-۳۸/۴۱	۱۱/۹۴	۱۹/۳۸	۱۴۲	۱۴۴	TosyaGunesi	-۳۶/۶۴	۱۸/۰۳	۲۸/۴۵	۱۲۴	۱۲۴	Sela-Zodras
-۵۲/۴۵	۱۲/۲۵	۲۵/۷۶	۱۴۸	۱۵۱	Tarona	-۲۷/۳۰	۱۸/۴۰	۲۵/۳۰	۱۳۳	۱۲۹	D3
-۷۵/۶۸	۷/۴۴	۳۰/۵۸	۱۴۵	۱۴۶	Mishkab2	-۳۶/۷۰	۱۵/۲۸	۲۴/۱۳	۱۲۵	۱۲۴	Shalawangi
-۲۳/۰۱	۱۷/۴۴	۲۲/۶۵	۱۴۴	۱۴۷	Iba	-۴۱/۵۲	۱۰/۷۰	۱۸/۲۹	۱۲۶	۱۲۳	محمدی
-۵۳/۵۷	۶/۹۳	۱۴/۹۳	۱۵۱	۱۴۹	Mustakillik	-۲۷/۵۵	۱۹/۷۵	۲۷/۲۶	۱۲۰	۱۲۴	علی‌کاظمی
-۴۷/۳۶	۸/۴۳	۱۶/۰۱	۱۵۰	۱۴۶	Mishkab1	-۵۴/۰۲	۱۱/۳۲	۲۴/۶۱	۱۳۱	۱۲۴	سالاری
-۸۱/۲۰	۲/۹۵	۱۵/۶۹	۱۴۸	۱۴۹	Tantana	-۲۸/۸۵	۱۸/۴۵	۲۵/۹۳	۱۲۱	۱۱۹	گیلانه
-۱۵/۶۹	۱۷/۸۴	۲۱/۱۶	۱۴۷	۱۴۶	Ghadeer	-۷۱/۹۱	۴/۷۹	۱۷/۰۴	۱۳۴	۱۲۴	Ak-ypyk
-۶۳/۷۳	۵/۸۱	۱۶/۰۳	۱۴۷	۱۴۸	Anbar33	-۴۴/۳۱	۱۴/۶۷	۲۶/۳۴	۱۳۰	۱۲۴	IR30
-۸۴/۲۵	۱/۴۵	۹/۱۹	۱۴۸	۱۴۸	Sumer	-۴۰/۰۶	۱۲/۹۲	۲۱/۵۵	۱۴۲	۱۴۱	دم‌زرد
-۵۲/۸۵	۱۱/۷۷	۲۴/۹۵	۱۴۶	۱۴۸	Furat1	-۳۴/۲۱	۱۴/۴۱	۲۱/۹۰	۱۳۶	۱۳۳	اهلمی‌طارم
-۸۱/۱۴	۲/۲۱	۱۱/۷۲	۱۴۷	۱۴۴	Amber albalaka	-۵۶/۵۴	۷/۶۷	۱۷/۶۴	۱۲۸	۱۲۴	بینام
-۶۹/۹۸	۴/۰۹	۱۳/۶۴	۱۵۱	۱۴۸	Labypma	-۷۸/۴۰	۴/۱۰	۱۸/۹۷	۱۲۸	۱۲۵	Xazaz Hazar
-۱۷/۳۲	۲۳/۵۲	۲۸/۴۵	۱۴۶	۱۴۰	ندا	-۱۰۰	۰/۰۰	۱۱/۴۷	۱۲۹	۱۲۴	Hikkan Hashimi

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج به روش گروه‌بندی میانگین پیوند (آزمایش گلدانی)

از راست به چپ گروه اول شامل: Caknak, kapa, بینام, Mustaklik, Osmancik-97, Mishkab1, عنبربو، آبی‌یوچی، Mis-2013, Marjan, دم‌سیاه، Syl sulu، دم‌زرد، Toysa Gunesi، حسن‌سرای، دم‌سفید، محمدی، حسنی، شاه‌پسند، Sela-zodras، صالح، Halibey، Shalawangi، اهل‌می‌طارم، Furat1، سالاری، Tarona، بجار، خزر، IR30، هاشمی، IR60، IR64، M1، A16؛ گروه دوم شامل: Okean، QazNIIR-7، Dijla، V20-48(awn)، ساحل، V20-8-2، Abad، سنگ‌طارم، Shisham Bagh-2014، Dullar، ندا، شیرودی، گروه سوم شامل: Amber albalaka، Sumer، Tantana، IR28، Xazaz Hazar، Hikkan hashimi، Siyavar hashimi، و گروه چهارم شامل: Anbar33، C10، Mishkab2، Pasali، IR36، Iskandar، Labypa، Ovanguard، Ak-ypyk، کادوس، IR50، غریب،

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

جدول ۶- میانگین گروه و انحراف از میانگین کل برای شاخص‌های تحمل و حساسیت تنش ژنوتیپ‌های برنج (آزمایش گلدانی)

گروه	شاخص									
	HM	YI	STI	GMP	MP	TOL	SSI	YR	Ys	Yn
۱	۱۵/۰۳	۱/۰۱	۰/۵۷	۱۵/۷۵	۱۶/۵۲	۹/۷۶	۰/۸۹	-۴۴/۸۰	۱۱/۶۴	۲۱/۴۱
	۰/۵۳	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۱۲	-۰/۰۶	-۰/۰۷	۲/۴۴	۰/۱۵	۰/۰۹
۲	۲۰/۷۱	۱/۵۹	۰/۹۹	۲۰/۹۲	۲۱/۱۳	۵/۷۵	۰/۴۶	-۲۳/۴۱	۱۸/۲۶	۲۴/۰۰
	۶/۲۱	۰/۵۹	۰/۴۰	۵/۵۷	۴/۷۲	-۴/۰۷	-۰/۵۱	۲۴/۸۴	۶/۷۶	۲/۶۹
۳	۳/۴۰	۰/۱۸	۰/۰۷	۴/۶۴	۷/۲۳	۱۰/۳۹	۱/۸۰	-۸۵/۰۷	۲/۰۴	۱۲/۴۳
	-۱۱/۱۰	-۰/۸۲	-۰/۵۳	-۱۰/۷۱	-۹/۱۷	۰/۵۷	۰/۸۳	-۳۶/۸۳	-۹/۴۶	-۸/۸۹
۴	۱۰/۱۶	۰/۵۸	۰/۳۳	۱۱/۹۷	۱۴/۱۳	۱۴/۹۲	۱/۴۰	-۶۸/۷۰	۶/۶۷	۲۱/۵۹
	۹/۶۴	-۰/۴۲	-۰/۲۶	-۳/۳۷	-۲/۲۸	۵/۱۰	۰/۴۳	-۲۰/۴۶	-۴/۸۳	۰/۲۷

جدول ۷- زمان برداشت و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yn) و تنش خشکی (Ys) و میزان کاهش عملکرد (YR) ژنوتیپ‌های برنج انتخابی (آزمایش گلدانی و مزرعه‌ای) (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰)

ژنوتیپ‌های برنج	زمان برداشت مزرعه (روز پس از نشاکاری)		عملکرد بدون تنش		عملکرد تنش خشکی		کاهش عملکرد	
	بدون تنش	تنش	گلدان (گرم در هکتار)	مزرعه (کیلوگرم در هکتار)	گلدان (گرم در بوته)	مزرعه (کیلوگرم در بوته)	گلدان (درصد)	مزرعه (درصد)
Ghadeer	۱۴۲	۱۴۷	۲۱/۱۶	۴۶۴۴	۱۷/۸۴	۲۷۲۷	-۱۵/۶۹	-۴۰/۸۶
Iba	۱۴۶	۱۴۷	۲۲/۶۵	۴۲۸۴	۱۷/۴۴	۳۰۴۷	-۲۳/۰۱	-۲۸/۸۸
شیرودی	۱۳۹	۱۴۳	۳۳/۷۲	۶۴۹۲	۲۲/۱۳	۴۳۹۰	-۳۴/۳۵	-۳۲/۳۷
Dijla	۱۴۰	۱۴۷	۱۷/۷۲	۵۸۳۴	۱۴/۴۴	۱۸۰۰	-۱۸/۴۹	-۶۹/۱۵
ندا	۱۴۲	۱۴۶	۲۸/۴۵	۶۴۲۹	۲۳/۵۲	۴۷۰۰	-۱۷/۳۲	-۲۶/۸۹
ساحل	۱۲۲	۱۲۸	۱۹/۹۳	۴۴۶۱	۱۶/۰۹	۳۱۸۷	-۱۹/۲۵	-۲۹/۴۶
سنگ‌طارم	۱۱۵	۱۱۹	۲۶/۳۲	۳۴۴۳	۲۰/۱۵	۲۶۳۰	-۲۳/۴۳	-۲۳/۶۲
گیلانه	۱۱۳	۱۱۶	۲۵/۹۳	۴۸۰۰	۱۸/۴۵	۳۱۹۳	-۲۸/۸۵	-۳۳/۴۷
علی‌کاظمی	۱۱۹	۱۱۹	۲۷/۲۶	۳۷۲۳	۱۹/۷۵	۲۱۴۳	-۲۷/۵۵	-۴۲/۴۴
D3	۱۳۲	۱۳۴	۲۲/۳۰	۵۴۲۷	۱۸/۴۰	۳۸۲۰	-۲۷/۳۰	-۲۹/۶۱
Dular	۱۲۰	۱۲۳	۲۷/۷۷	۴۵۰۳	۲۱/۸۰	۳۷۵۰	-۲۱/۴۹	-۱۶/۷۳
Okean	۱۱۸	۱۱۹	۱۵/۴۸	۴۲۰۵	۱۲/۰۹	۳۶۶۳	-۲۱/۸۶	-۱۲/۸۹
Shisham Bagh-2014	۱۱۱	۱۱۱	۲۵/۲۱	۶۹۶۳	۱۹/۷۵	۳۳۹۳	-۲۱/۶۳	-۵۱/۲۷
QazNIIR-7	۱۱۲	۱۱۴	۱۸/۰۹	۴۲۴۰	۱۳/۳۴	۳۱۳۰	-۲۶/۱۶	-۲۶/۱۸
V20-48(awn)	۱۱۰	۱۱۰	۱۸/۸۰	۴۶۲۰	۱۵/۳۴	۲۰۷۳	-۱۸/۴۰	-۵۵/۱۲
V20-8-2	۱۰۹	۱۱۱	۲۶/۲۴	۵۲۸۰	۲۰/۵۰	۴۰۸۳	-۲۱/۹۰	-۲۲/۶۶
Jalal Abad	۱۰۹	۱۱۲	۲۸/۰۶	۵۴۱۳	۱۹/۳۳	۳۵۳۰	-۳۱/۱۲	-۳۴/۷۹
Hikkan Hashimi	۱۱۸	۱۲۱	۱۱/۷	۳۱۴۰	۰/۰	۹۸۰	-۱۰۰	-۶۸/۷۹
Sela-Zodras	۱۲۳	۱۲۵	۲۸/۴۵	۶۴۱۳	۱۸/۰۳	۳۷۲۳	-۳۶/۶۴	-۴۱/۹۴

براساس نتایج آزمایش مزرعه‌ای، در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ Shisham Bagh-2014 (افغانستان) با عملکرد ۶۹۶۳ و ژنوتیپ

Hikkan Hashimi (آذربایجان) با عملکرد ۳۱۴۰ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند؛ در شرایط

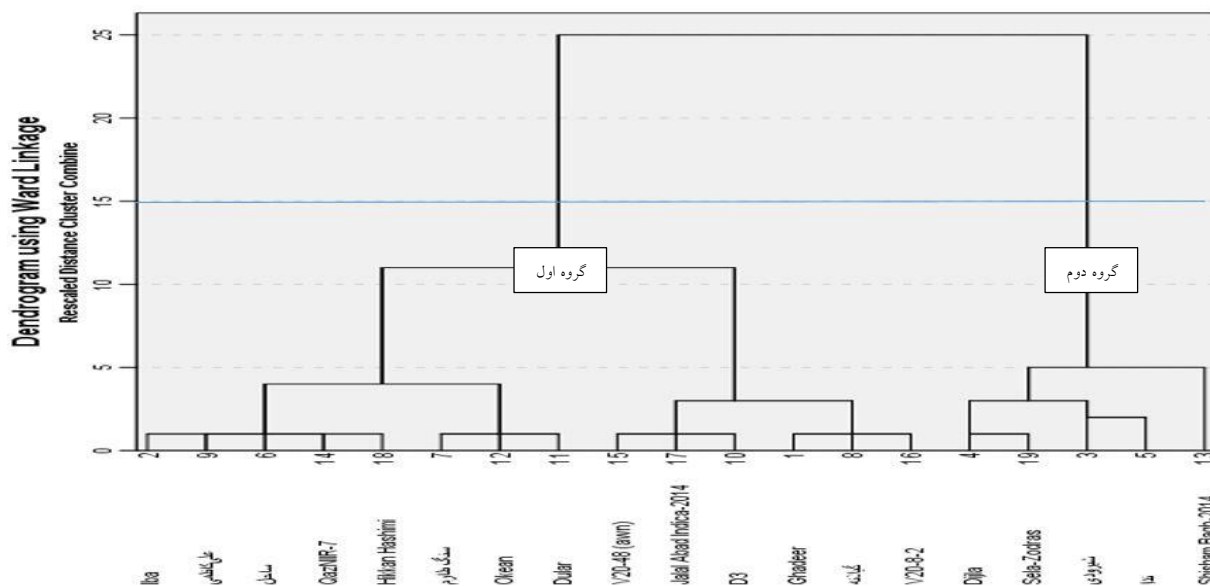
تنش خشکی نیز بیشترین و کمترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ ندا (ایران) و Hikkan Hashimi (آذربایجان) با عملکردهای

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

۴۷۰۰ و ۹۸۰ کیلوگرم در هکتار بودند؛ همچنین بیشترین و کمترین افت عملکرد در سال دوم آزمایش در ژنوتیپ‌های Dijla با منشاء عراق (۶۹/۱۵-) و Okean با منشاء آذربایجان (۱۲/۸۹-) ثبت شد (جدول ۷). تجزیه خوشه‌ای ۱۹ ژنوتیپ انتخاب شده آزمایش گلدانی با استفاده از روش گروه‌بندی حداقل واریانس وارد انجام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به دو گروه تقسیم شدند (شکل ۲). بر اساس نتایج آزمون تابع تشخیص، لامبدای ویلکس معنی‌دار و صحت گروه‌بندی ۱۰۰ درصد بود. با بررسی مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گروه اول شامل Iba، علی‌کاظمی، ساحل، Qaz-NIIR-7، Hikkan Hashimi (شاهد حساس)، سنگ‌طارم، Okean، Dullar، V20-48(awn)، Jalal Abad Indica-2014، D3، Ghadeer، گیلانه و V-20-8-2 در شاخص‌های YSI و RDI دارای مقادیر بالاتر و در شاخص‌های Yn، Ys، SSI، TOL، MP، GMP، STI، YI، HM، ATI، SSPI، شاخص‌های REI، K1STI و K2STI مقادیر کمتر از متوسط کل را داشتند. همچنین ژنوتیپ‌های گروه دوم شامل شیروودی و ندا با منشاء ایران Sela-Zodras و Shisham-Bagh-2014 با منشاء افغانستان و ژنوتیپ Dijla با منشاء عراق، در شاخص‌های Yn، Ys، SSI، TOL، MP، GMP، STI، YI، HM، ATI، SSPI، REI، K1STI و K2STI مقادیر بالاتر از میانگین کل و از نظر شاخص‌های YSI و RDI مقادیر پایین‌تر از میانگین کل را داشته و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند (جدول ۸). نتایج مربوط به گزینش ژنوتیپ‌های داخلی حاصل از تجزیه خوشه‌ای این پژوهش با نتایج منتشر شده مقاله فلاح‌شمسی و همکاران مطابقت داشت؛ این محققان با بررسی شاخص‌های تحمل ۴۰ ژنوتیپ داخلی از طریق تجزیه خوشه‌ای گزارش نمودند که ژنوتیپ‌های ندا و شیروودی جزو ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی بودند (۱۰). همچنین براساس نتایج بخشی‌پور و همکاران (۲) با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، رقم شیروودی جزء ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شد.

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های برنج به روش حداقل واریانس وارد (آزمایش مزرعه‌ای)

جدول ۸- میانگین و انحراف از میانگین کل هر گروه برای شاخص‌های تحمل و حساسیت تنش ژنوتیپ‌های برنج (آزمایش مزرعه‌ای)

شاخص										ژنوتیپ‌های برنج	گروه
YI	STI	GMP	MP	TOL	SSI	Ys	Yn	(کیلوگرم در هکتار)			
۰/۹۲	۰/۵۵	۳۶۲۸/۴	۳۷۲۰	۱۴۴۳/۴	۰/۹۵	۲۹۹۸/۳	۴۴۴۱/۷	میانگین	-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	گروه ۱	
-۰/۰۵	-۰/۱۰	-۲۹۹	-۳۴۰/۵	-۳۶۳/۶	-۰/۰۸	-۱۵۸/۷	-۵۲۲/۲	انحراف از میانگین کل	۱۸-۱۷-۱۶-۱۵-۱۴		
۱/۱۱	۰/۹۴	۴۰۲۵	۵۰۱۳/۷	۲۸۲۴/۹	۱/۳۷	۳۶۰۱	۶۴۲۶/۲	میانگین	۳،۴،۵،۱۳،۱۹	گروه ۲	
۰/۱۴	۰/۲۸	۸۳۷	۱۰۱۷/۳	۱۰۱۸	۰/۲۳۶	۴۴۴	۱۴۶۲	انحراف از میانگین کل			
شاخص										ژنوتیپ‌های برنج	گروه
K2STI	K1STI	REI	SSPI	ATI	RDI	HM	YSI				
۰/۸۱	۰/۹۱	۰/۸۵	۱۶/۵۹	۳۳۲۱۳۵۸	۱/۰۲	۳۵۴۲/۶	۰/۶۷	میانگین	-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱	گروه ۱	
-۰/۲۳	-۰/۱۱	-۰/۱۶	-۱/۴۷	-۱۳۳۳۰۱۶	۰/۰۴	-۲۶۲/۱	۰/۰۳	انحراف از میانگین کل	۱۸-۱۷-۱۶-۱۵-۱۴		
۱/۶۶	۱/۳۲	۱/۴۴	۲۲/۱۶	۸۳۸۶۸۲۰	۰/۸۵	۴۵۵۳۸/۷	۰/۵۶	میانگین	۱۹-۱۳-۵-۴-۳	گروه ۲	
۰/۶۳	۰/۳۰	۰/۴۴	۴/۱	۳۷۳۲۴۴۶	-۰/۱۳	۷۳۴	-۰/۰۸	انحراف از میانگین کل			

۱- Ghadeer -۲ Iba -۳ شیرودی -۴ Dija -۵ ندا -۶ ساحل -۷ سنگ‌طارم -۸ گیلاته -۹ علی‌کاظمی -۱۰ D3 -۱۱ Dullar -۱۲ Okean -۱۳ Shisham Bagh-2014 -۱۴ QazNIIR-7 -۱۵ Sela-Zodras -۱۶ V20-45 (awn) -۱۷ Jalal Abad Indica-2014 -۱۸ Hikan Hashimi -۱۹ Sela-Zodras

به‌منظور ارزیابی همزمان ژنوتیپ‌های برنج براساس کلیه شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی در سال دوم آزمایش، از روش بای‌پلات استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای داده‌های مربوط به ۱۷ شاخص و ۱۹ ژنوتیپ نشان داد که بیش از ۹۸/۶۶ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اصلی اول و دوم قابل تفسیر بود (جدول ۹). سهم مؤلفه اصلی اول و دوم در توجیه نتایج به‌ترتیب ۵۴/۸۵ و ۴۳/۸۶ بود. مؤلفه اصلی اول برای شاخص‌های Ys، Yn، Mp، GMP، STI، YI، HM، ATI، REI، K1STI و K2STI مقادیر بالا با ضرایب مثبت داشت؛ از این رو مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه تحمل به تنش خشکی نامگذاری شد. با

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

توجه به مقادیر مثبت و بالای ضرایب این مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را انتخاب نمود. همچنین مؤلفه دوم با شاخص‌های RDI و YSI دارای همبستگی مثبت با مقادیر بالا و با شاخص‌های SSI، TOL و SSPI دارای همبستگی منفی با مقادیر بالا بود (جدول ۹) که مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری شد، بنابراین هرچه مؤلفه دوم کمتر باشد مطلوب‌تر است. پس ژنوتیپ‌ها با دارا بودن مقادیر بالا برای مؤلفه اصلی اول و مقادیر پایین برای مؤلفه اصلی دوم متحمل به تنش شناخته شدند. با مراجعه به نمودار بای‌پلات ترسیم شده می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ‌هایی که در سمت راست و قسمت بالای نمودار بای‌پلات قرار دارند متحمل به تنش خشکی می‌باشند (شکل ۳)؛ بر این اساس ژنوتیپ‌های ندا و شیرودی با منشاء ایران، ژنوتیپ D3 با منشاء عراق و ژنوتیپ‌های Sela-Zodras، Jalal-Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014 با منشاء افغانستان جزء ارقام متحمل به تنش خشکی هستند. همچنین ژنوتیپ‌های قرار گرفته در قسمت بالا سمت چپ نمودار بای‌پلات (Dijla (عراق)، Hikkan Hashimi (آذربایجان) و (V20-48(awn (قزاقستان)) دارای عملکرد پایین در شرایط تنش خشکی و عملکرد نسبتاً مناسب در شرایط بدون تنش می‌باشند. ژنوتیپ‌های V-20-8-2 (با منشاء قزاقستان)، Dullar (با منشاء هند) و Okean (با منشاء آذربایجان) واقع در سمت راست قسمت پایین نمودار بای‌پلات دارای عملکرد نسبتاً مناسب در شرایط تنش و عملکرد پایین‌تر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش می‌باشند (شکل ۳). محققان با ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی براساس شاخص‌های تحمل و رسم نمودار بای‌پلات گزارش نمودند که ژنوتیپ‌هایی که در نمودار بای‌پلات نزدیک نوک پیکان شاخص SSPI بودند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی شناخته می‌شوند (۱۹). غیائی اسکوتی و همکاران (۱۶) با ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که مؤلفه اول ۷۳/۸ درصد از تغییرات را توجیه کرده و ارتباط بالایی با عملکرد در شرایط بدون تنش (Yn) و تنش (Ys) و شاخص‌های STI، HM، GMP و MP داشت، در نتیجه می‌توان مؤلفه اول را پتانسیل عملکرد یا نماینده شاخص‌های تحمل به خشکی که قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط تنش بود، نامگذاری کرد. همچنین دومین مؤلفه ۱۹/۴ درصد از تغییرات را توجیه نمود و ارتباط مثبتی با شاخص‌های TOL و SSI داشت، بنابراین به‌عنوان مؤلفه حساسیت به تنش معرفی شد که قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های حساس به تنش رطوبتی است. فلاح شمسی و همکاران (۱۰) نیز با بررسی ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از شاخص‌های تحمل و روش‌های چند متغیره در شرایط تنش خشکی گزارش نمود که بیش از ۹۸ درصد از تغییرات کل، توسط دو مؤلفه اصلی اول و دوم قابل تفسیر است و همچنین بیان نمودند که

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

مؤلفه اول دارای ضرایب مثبت برای شاخص‌های STI, MP, GMP, HM, YI, YSI, RDI, K2STI و Ys بود. از این رو مؤلفه اول به عنوان مؤلفه تحمل به تنش خشکی معرفی شد و با ترسیم نمودار بای پلات ژنوتیپ‌های درفک، اهلمی طارم، ساحل، قائم، جلودار، شیروودی و لاین ۸۳۱ به دلیل واقع شدن در سمت این شاخص‌ها به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند. همچنین مؤلفه اصلی دوم با دارا بودن همبستگی منفی با شاخص‌های YSI, Pi (شاخص برتری) و RDI، مؤلفه حساسیت به تنش خشکی معرفی شدند. در منابع مختلف گزارش شده است که شاخص‌های تحمل به خشکی مانند STI, MP, GMP, MRP, HM, RDI, ATI, REI و MISTIK1 به‌طور موثر در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و با عملکرد بالا در گیاهان زراعی مختلف استفاده می‌شوند (۱، ۳، ۸ و ۱۱).

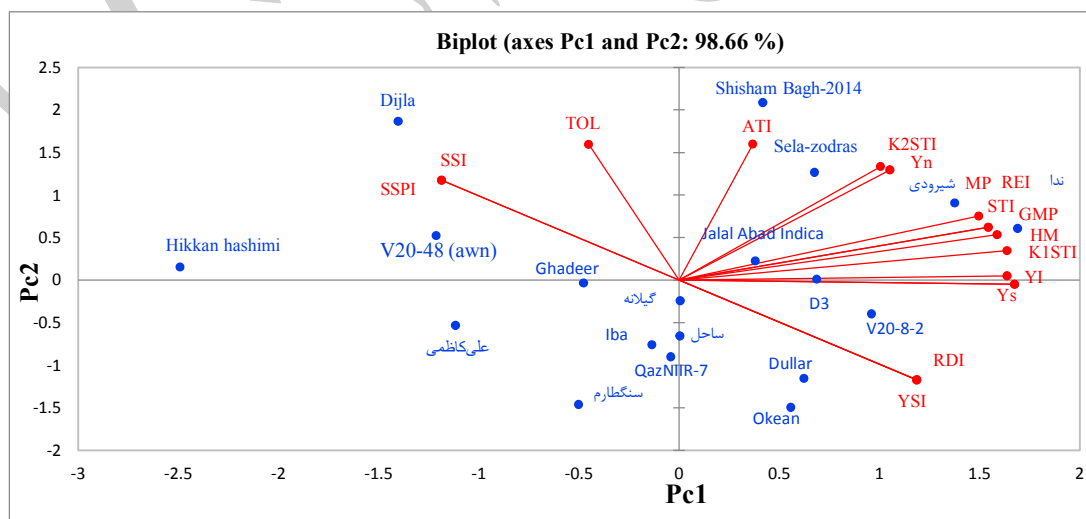
روش رتبه‌بندی یکی دیگر از روش‌های تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی می‌باشد. در این روش از جمع نمره میانگین رتبه ژنوتیپ در تمامی شاخص‌های محاسبه شده (R) با نمره انحراف از معیار شاخص‌های هر ژنوتیپ (SDR)، مجموع رتبه هر ژنوتیپ (RS) به‌دست می‌آید. از این روش می‌توان به‌صورت مکمل در کنار سایر روش‌های آماری مانند تجزیه خوشه‌ای و بای پلات استفاده کرد. نتایج رتبه‌بندی ۱۹ ژنوتیپ با استفاده از ۱۶ شاخص نشان داد که ژنوتیپ‌های شیروودی، ندا و گیلانه (با منشاء ایران)، Sela-Zodras, Jalal Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014 (با منشاء افغانستان) و ژنوتیپ D3 (با منشاء عراق) نمره‌های پایین‌تر را کسب کرده، ارقام متحمل به تنش خشکی بودند (جدول ۱۰). نتایج مربوط به گزینش ژنوتیپ‌های داخلی حاصل از روش رتبه‌بندی این پژوهش با نتایج منتشر شده مقاله فلاح‌شمسی و همکاران مطابقت داشت؛ این محققان با بررسی شاخص‌های تحمل ۴۰ ژنوتیپ داخلی از طریق رتبه‌بندی، ژنوتیپ‌های ندا و گیلانه را نیز جزء ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی گزارش نمودند (۱۰). در پژوهشی دیگر به منظور ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برنج با عملکرد بالا و تحمل به تنش، ۱۰ رقم برتر (HK-06, HK-07, ADN-04, KMD-01, ALR-01, PMK-01, NGR-022, ADN-05, MGP-01 و SBD-02) براساس میانگین رتبه عملکرد دانه انتخاب شدند. در این میان هفت رقم از آنها جزء ۱۰ ژنوتیپ برتر در شاخص‌های خشکی STI, GMP, MP, HM, REI, ATI, YI, SNPI, Yn و Ys بودند. این یافته‌ها حاکی از آن است که انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی براساس میانگین رتبه چند شاخص خشکی مؤثر بوده، اما سایر روش‌های انتخاب شامل تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای پلات نیز مورد نیاز است تا انتخاب موثرتر باشد (۲۲).

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

جدول ۹- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های مورد استفاده برای ژنوتیپ‌های برنج

شاخص	مؤلفه اصلی اول	مؤلفه اصلی دوم
Yn	۰/۹۴۶	-۰/۳۰۶
Ys	۰/۸۲۲	۰/۵۶۷
SSI	-۰/۲۱۳	-۰/۹۷۲
TOL	۰/۲۹۱	-۰/۹۴۴
MP	۰/۹۹۳	۰/۱۰۷
GMP	۰/۹۶۸	۰/۲۴۷
STI	۰/۹۷۴	۰/۱۸۹
YI	۰/۸۲۲	۰/۵۶۷
YSI	۰/۲۱۳	۰/۹۷۲
HM	۰/۹۳۲	۰/۳۵۷
RDI	۰/۲۱۳	۰/۹۷۲
ATI	۰/۷۰۳	-۰/۶۸۲
SSPI	-۰/۲۱۳	-۰/۹۷۲
REI	۰/۹۴۷	۰/۱۸۹
K1STI	۰/۸۳۵	۰/۵۰۶
K2STI	۰/۹۳۶	-۰/۳۴۲
مقادیر ویژه	۱۰/۶۶۲	۶/۱۱۱
درصد واریانس (درصد)	۵۴/۸۰۵	۴۳/۸۶۰
درصد تجمعی	۵۴/۸۰۵	۹۸/۶۶۵



شکل ۳- نمودار بای‌پلات مربوط به ۱۹ ژنوتیپ برنج و شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی براساس اولین و دومین مؤلفه اصلی

جدول ۱۰- رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی (آزمایش مزرعه‌ای)

ژنوتیپ	شاخص
Yn	Yn
Ys	Ys
SSI	SSI
TOL	TOL
MP	MP
GMP	GMP
STI	STI
YI	YI
YSI	YSI
HM	HM
RDI	RDI
ATI	ATI
SSPI	SSPI
REI	REI
K1STI	K1STI
K2STI	K2STI
R	R
SDR	SDR
RS	RS
رتبه نهایی	

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

۱۰	۱۴/۴	۲/۷	۱۱/۷	۱۰	۱۴	۱۴	۷	۹	۱۳	۱۴	۱۳	۱۴	۱۴	۱۴	۱۳	۷	۷	۱۴	۱۰	Ghadeer
۱۰	۱۴/۴	۱/۹	۱۲/۵	۱۴	۱۳	۱۳	۱۲	۱۳	۸	۱۳	۸	۱۳	۱۳	۱۳	۱۵	۱۴	۱۲	۱۳	۱۴	Iba
۱	۷/۷۸	۳/۴	۴/۳۸	۲	۲	۲	۱۰	۴	۱۰	۲	۱۰	۲	۲	۲	۲	۶	۱۰	۲	۲	شیرودی
۱۵	۱۸/۴	۷	۱۱/۴	۵	۱۸	۱۵	۱	۳	۱۹	۱۷	۱۹	۱۸	۱۵	۱۵	۱۲	۱	۱	۱۸	۵	Dijla
۲	۸/۶۳	۴/۴	۴/۲۵	۳	۱	۱	۱۴	۵	۶	۱	۶	۱	۱	۱	۱	۹	۱۴	۱	۳	ندا
۹	۱۳	۱/۸	۱۱/۲	۱۳	۱۱	۱۱	۱۳	۱۲	۷	۱۱	۷	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۳	۱۳	۱۱	۱۳	ساحل
۱۷	۱۹/۲	۴/۳	۱۴/۹	۱۸	۱۵	۱۷	۱۶	۱۸	۴	۱۵	۴	۱۵	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۶	۱۵	۱۸	سنگ طارم
۷	۱۰/۵	۰/۶	۹/۹	۹	۱۰	۱۰	۹	۱۰	۱۱	۱۰	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۹	گیلان
۱۶	۱۹	۴/۱	۱۴/۹	۱۷	۱۶	۱۸	۵	۱۴	۱۵	۱۸	۱۵	۱۶	۱۸	۱۸	۱۸	۱۲	۵	۱۶	۱۷	علی کاظمی
۴	۹/۴۵	۲/۴	۷/۰۶	۶	۴	۶	۱۱	۸	۹	۶	۹	۴	۶	۶	۶	۱۱	۱۱	۴	۶	D3
۱۱	۱۵	۵/۴	۹/۶۳	۱۲	۵	۸	۱۸	۱۷	۲	۸	۲	۵	۸	۸	۸	۱۸	۱۸	۵	۱۲	Dular
۱۳	۱۷	۶/۰	۱۱/۰	۱۶	۷	۹	۱۹	۱۹	۱	۹	۱	۷	۹	۹	۱۰	۱۹	۱۹	۷	۱۶	Okean
۶	۱۰/۴	۴/۷	۵/۷۵	۱	۹	۴	۴	۱	۱۶	۵	۱۶	۹	۴	۴	۳	۲	۴	۹	۱	Shisham Bagh
۱۲	۱۵/۶	۳/۲	۱۲/۴	۱۵	۱۲	۱۲	۱۵	۱۵	۵	۱۲	۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۴	۱۶	۱۵	۱۲	۱۵	QazNIIR-7
۱۴	۱۸	۵/۳	۱۲/۷	۱۱	۱۷	۱۶	۳	۷	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۴	۳	۱۷	۱۱	V20-48 (awn)
۸	۱۲/۱	۴/۹	۷/۲	۸	۳	۵	۱۷	۱۱	۳	۴	۳	۳	۵	۵	۵	۱۵	۱۷	۳	۸	V20-8-2
۵	۹/۵۸	۱/۶	۷/۹۴	۷	۸	۷	۸	۶	۱۲	۷	۱۲	۸	۷	۷	۷	۸	۸	۸	۷	Jalal Abad Indica
۱۸	۲۱/۹	۶/۲	۱۵/۷	۱۹	۱۹	۱۹	۲	۱۶	۱۸	۱۹	۱۸	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۵	۲	۱۹	۱۹	Hikkan Hashimi
۳	۸/۹۴	۳/۵	۵/۴۴	۴	۶	۳	۶	۲	۱۴	۳	۱۴	۶	۳	۳	۴	۳	۶	۶	۴	Sela-Zodras

R= میانگین رتبه‌ها، SDR= انحراف معیار رتبه‌ها و RS= مجموع رتبه‌ها

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از روش‌های مختلف آماری شامل گروه‌بندی به روش تجزیه خوشه‌ای و میانگین صفات نشان داد که ارقام شیرودی و ندا با منشاء ایران، Sela-Zodras و Shisham-Bagh-2014 با منشاء افغانستان و ژنوتیپ Dijla با منشاء عراق جزء ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی بودند. از طریق روش بای پلات نیز شش ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شدند که شامل ندا و شیرودی با منشاء ایران، D3 با منشاء عراق، Sela-Zodras، Jalal-Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014 با منشاء افغانستان بودند. همچنین با استفاده از روش رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های با منشاء ایران (شیرودی، ندا و گیلان)، افغانستان (Sela-Zodras، Jalal Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014) و عراق (D3) رتبه‌های بهتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند (جدول ۱۲). در مجموع براساس سه روش مورد استفاده ژنوتیپ‌های شیرودی و ندا با منشاء داخلی، Sela-Zodras و Shisham Bagh-2014 با منشاء افغانستان به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شده که می‌توان در پیشبرد برنامه‌های اصلاحی و توسعه ارقام جدید برنج با تحمل بیشتر به تنش خشکی استفاده نمود.

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

جدول ۱۲- ژنوتیپ‌های برنج متحمل به تنش خشکی انتخاب شده براساس روش‌های مختلف آماری

روش‌های آماری	ژنوتیپ‌های برنج
تجزیه خوشه‌ای	شیروودی و ندا (ایران)، Sela-Zodras و Shisham-Bagh-2014 (افغانستان) و Dijla (عراق)
بای‌پلات	ندا و شیروودی (ایران)، Sela-Zodras، Jalal-Abad Indica-2014 و Shisham Bagh-2014 (افغانستان)، D3 (عراق)
رتبه‌بندی	شیروودی، ندا و گیلانه (ایران)، Sela-Zodras، Jalal Abad Indica-2014، Shisham Bagh-2014 (افغانستان)، D3 (عراق)
مجموع سه روش	شیروودی و ندا (ایران) Sela-Zodras و Shisham-Bagh-2014 (افغانستان)

سپاسگزاری

نگارندگان به پاس همکاری و کمک در اجرای این پژوهش، از تمامی کارکنان، محققان، اعضای هیئت علمی و مدیریت مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع مورد استفاده

1. Ali, M. B. and A. El-Sadek. 2016. Evaluation of drought tolerance indices for wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigated and rainfed conditions. *Commun. Biometry and Crop Science* 11(1): 77-89.
2. Bakhshipour, S., J. Kambouzia, K. Khoshbakht, A. Mahdavi Damghani and M. Hosseini Chaleshtori. 2018. Comparative assessment of tolerance and sensitivity indices of Iranian native and improved rice genotypes under normal and drought conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 11(3): 491-502. (In Persian).
3. Bennani, S., N. Nsarellah, M. Jlibene, W. Tadesse, A. Birouk and H. Ouabbou. 2017. Efficiency of drought indices under different severities for bread wheat selection. *Australian Journal of Crop Science* 11(4): 395-405.
4. Bouman, B. A., S. Peng, A. R. Castaneda and R. M. Visperas. 2005. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. *Agricultural Water Management* 74(2): 87-105.
5. Bouslama, M. and W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybeans. I. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science* 24: 5. 933-937.
6. Cabulsay, G. S., O. Ito and A. A. Alejar. 2002. Physiological evaluation of response of rice (*Oryza sativa* L.) to water deficit. *Plant Sciences* 163: 815-827.
7. Carrijo, D. R., M. E. Lundy and B. A. Linquist. 2017. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. *Field Crops Research* 20(3): 173-180.
8. Dadbakhsh, A., A. Yazdansepar and M. Ahmadizadeh. 2011. Study drought stress on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes by drought tolerance indices. *Advances in Environmental Biology* 5(7): 1804-1810.
9. Dixit, S., A. Singh and A. Kumar. 2014. Rice breeding for high grain yield under drought: a strategic solution to a complex problem. *International Journal of Agronomy*, Available online at: <https://www.hindawi.com/journals/ija/2014/863683/>
10. Fallah-Shamsi, S. A., H. Pirdashti, A. A. Ebadi, M. Esfahani and M. Raeini. 2017. Screening of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes for drought tolerance using tolerance indices and multivariate analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences* 18(4): 347-363. (In Persian).
11. Farshadfar, E. and J. Sutka. 2002. Screening drought tolerance criteria in maize. *Acta Agronomica Hungarica* 50(4): 411-416.
12. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C. G. (ed.). *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crop to Temperature and Water Stress*, Taiwan, 13-18 August, pp. 257-270.
13. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 5. 897-912.

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

14. Fischer, R. A. and T. Wood. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars III. Yield association with morphological traits. *Australian Journal of Agricultural Research* 30: 1001-1020.
15. Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R. G. Campalino, G. L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science* 77: 523-531.
16. Ghiasy M., H. Farahbakhsh, H. Sabouri and G. H. Mohamadinejad. 2012. Evaluation of rice cultivars in drought and normal conditions based on sensitive and tolerance indices. *Crop Production* 6(4): 55-75. (In Persian).
17. Hossain, A. B. S., A. G. Sears, T. S. Cox and G. M. Paulsen. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Science* 30: 622-627.
18. IRRI (International Rice Research Institute). 2014. Standard Evaluation System for Rice (SES). Los Banos, Laguna, Philippines.
19. Kazerani, B., S. Navabpour, H. Sabouri, S. S. Ramezani, K. Zaynali Nezhad and A. Eskandari. 2019. Evaluation and selection of rice mutant lines based on drought tolerance indices. *Journal of Plant Production* 25(4): 15-31. (In Persian).
20. Kumar, S., S. K. Dwivedi, S. S. Singh, B. P. Bhatt, P. Mehta, R. Elanchezhian, V. P. Singh and O. N. Singh. 2014. Morphophysiological traits associated with reproductive stage drought tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under rainfed condition of eastern indo-gangetic plain. *Indian Journal of Plant Physiology* 19(2): 87-93.
21. Kumbhar, S. D., P. L. Kulwal, J. V. Patil, C. D. Sarawate, A. P. Gaikwad and A. S. Jadhav. 2015. Genetic diversity and population structure in landraces and improved rice varieties from India. *Rice Science* 22(3): 99-107.
22. Lv, Y., L. Xu, K. Dossa K Zhou, M. Zhu, H. Xie, S. H. Tang, Y. Yu, X. Guo and B. Zhou. 2019. Identification of putative drought-responsive genes in rice using gene co-expression analysis. *Bioinformation*. 15(7): 480.
23. Mau-Yosep, Y. S., S. S. Antonius, S. Ndiwa-Shirly, E. Oematan-Jenny and R. Markus. 2019. Drought tolerance indices for selection of drought tolerant, high yielding upland rice genotypes. *Australian Journal of Crop Science* 13(1):170-178.
24. Moosavi, S. S., B. Yazdi Samadi, M. R. Naghavi, Zali, A. A. Dashti and A. Pourshahbazi. 2008. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert* 12: 165-178.
25. Mukamuhirwa, A., H. P. Hovmalm, R. Ortiz, O. Nyamangyoku, M. L. Prieto Linde, A. Ekholm and E. Johansson. 2019. Effect of intermittent drought on grain yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) grown in Rwanda. *Journal of Agronomy and Crop Science* 206 (2): 252-262.
26. Pandey, V. and A. Shukla. 2015. Acclimation and tolerance strategies of rice under drought stress. *Rice Science* 22(4): 147-161.
27. Raman, A., S. Verulkar, N. Mandal, M. Variar, V. Shukla, J. Dwivedi, B. Singh, O. Singh, P. Swain, A. Mall, S. Robin, R. Chandrababu, A. Jain, T. Ram, S. Hittalmani, S. Haefele, H. P. Piepho and A. Kumar. 2012. Drought yield index to select high yielding rice lines under different drought stress severities. *Rice* 5: 31.
28. Rosielle, A. A. and A. J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science* 21 (6) 943-946.
29. Tabkhkar, N., B. Rabiei, H. Samizadeh Lahiji. and M. Hosseini Chaleshtori. 2017. Assessment of rice genotypes response to drought stress at the early reproductive stage using stress tolerance indices. *Journal of Crop Production and Processing* 7(4): 83-106. (In Persian).
30. Yazdani, M. R. 2012. Investigation on trend of cracking in paddy fields and management recommendation for percolation reduction. Irrigation Ph.D. Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tehran. (In Persian)
31. Yue, B., W. Xue, L. Xiong, X. Yu, L. Luo, K. Cui, D. Jin, Y. Xing and Q. Zhang. 2006. Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: Separation of drought tolerance from drought avoidance. *Genetics*. 172: 1213-1228.

این مقاله نهایی نیست و پس از ویراستاری تغییراتی خواهد داشت.

Evaluation of tolerance to drought stress in rice genotypes (*Oryza sativa* L.) from Central and West Asian countries

Abstract

To identify genotypes tolerant to drought stress in rice germplasm, a factorial pot experiment was carried out in the form of a completely randomized design with three replications and 70 rice genotypes originating from Central and West Asian countries in non-stress and drought-stress condition in pots at the Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2019. Based on the results first year, 19 genotypes selected and cultivated in the form of randomized complete block design with three replications in two environments (normal and drought stress) at Rice Research Institute of Iran (Rasht) in 2020. Based on tolerance and sensitivity indices and the results of cluster analysis, rice genotypes were divided into two groups, and based on the comparison of averages and deviations from the total average, genotypes of the second group (Shirodi and Neda (Iran), Sela-Zodras and Shisham-Bagh-2014 (Afghanistan) and Dijla (Iraq) recognized as stress-tolerant genotypes. Also, six genotypes (Nada and Shiroudi (Iran), D3 (Iraq), Sela-Zodras, Jalal-Abad Indica-2014, and Shisham Bagh-2014 (Afghanistan)) were identified by biplot analysis and the ranking method of seven genotypes (Shirodi, Neda and Gilaneh (Iran) Sela-Zodras, Jalal Abad Indica-2014 and Shisham Bagh-2014 (Afghanistan) and D3 (Iraq) were recognized as drought stress tolerant genotypes. In total, based on the methods of cluster analysis, biplot, and ranking, the genotypes of Shiroudi and Neda (Iran), Sela-Zodras, and Shisham Bagh-2014 (Afghanistan) were recognized as drought stress tolerant genotypes. The mentioned selected genotypes can be used in advancing breeding programs for developing new rice genotypes with higher tolerance to drought stress.

Key words: Biplot, Cluster analysis, Principal component analysis, Ranking method and Rice