ارزیابی تحمل خشکی ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی

علی سلیمانی*

دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول: a_Soleymani@khuisf.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۳۱

چکیده

به‌منظور شناسایی لاین‌های متحمل به خشکی و غربال کردن شاخص‌های کمی تحمل به خشکی، تعداد ۱۰ لاین اصلاح شده جو در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری کامل (آزمایش اول) و قطع آبیاری هنگام ظهور ۵۰ درصد سنبله (آزمایش دوم) در مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر مبنای عملکرد در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهایی دوره رشد، شاخص‌های کمی تحمل به خشکی از قبیل: میانگین بهره‌وری، شاخص تحمل، میانگین هندسی عملکرد، شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل تنش محاسبه شد. اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش متعلق به لاین Arbayan و در شرایط تنش مربوط به لاین Malouh می‌باشد. بیش‌ترین شاخص تحمل به تنش مربوط به ژنوتیپ‌های Malouh و Manal و بیش‌ترین شاخص حساسیت به تنش مربوط به ژنوتیپ‌های chek-1، GloriaS، Rebelle و QB813 بود. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی شاخص‌ها و میانگین عملکرد در شرایط تنش آبیاری و عدم تنش نشان داد که مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن لاین‌ها در هر دو شرایط، شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی عملکرد و شاخص تحمل تنش است. با توجه به این شاخص‌ها و عملکرد بالا در دو محیط آبی و تنش، بهترین لاین‌های متحمل به خشکی که دارای عملکرد بالا در دو محیط آبی و تنش بودند، لاین‌های ABYTD-2 و Akrask تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: شاخص حساسیت به تنش، میانگین بهره‌وری و میانگین هندسی عملکرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) با دامنه وسیع اکولوژیکی و سطح زیر کشت حدود ۵۵ میلیون هکتار و تولید حدود ۱۵۳ میلیون تن، چهارمین محصول مهم غلات بعد از گندم، ذرت و برنج در جهان می‌باشد که به‌عنوان غذا مورد استفاده انسان و دام قرار می‌گیرد. در ایران نیز جو با سطح زیر کشت حدود ۱/۷ میلیون هکتار و تولید حدود ۳/۵ میلیون تن، دومین محصول بعد از گندم محسوب می‌شود (FAO, 2012). با توجه به مقاومت جو نسبت به عوامل نامساعد محیطی از قبیل شوری، خشکی و زودرس بودن نسبی آن نسبت به گندم، همچنین سازگاری آن به شرایط دیم، ضرورت ایجاد می‌نماید که ارقام جدید با سازگاری وسیع و دارای پایداری عملکرد کشت کرد (محلوجی و همکاران، ۱۳۸۷). ایران با قرار داشتن در یکی از مناطق خشک و نیمه خشک جهان با بارندگی کم (معمولاً کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر) و توزیع نامناسب بارندگی که از سالی به سال دیگر متغیر و پیش بینی میزان و توزیع آن بسیار مشکل است، با محدودیت آب و کمبود بارندگی مواجه بوده و تحت چنین شرایطی عملکرد محصول نیز در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد. مقدار بارش سالانه در بیش از ۸۵ درصد از گستره استان اصفهان، از ۳۰۰ میلی متر کمتر و میانگین پهنه‌ای بارش در استان حدود ۱۷۰ میلی‌متر است (آمار نامه، ۱۳۹۴). در این گونه مناطق تغییرات زمانی و مکانی بارندگی دارای پیچیدگی بیش-تری است و از یک‌نواختی کم‌تری برخوردار است. اغلب کشاورزان به‌دلیل نداشتن آب کافی در بهار در نتیجه اختصاص آبیاری‌های آخر فصل به زراعت‌های تابستانه، نتیجه مطلوب از کشت ارقام پرتوقع نسبت به آب به‌دست نیاورده و در نتیجه زراعت جو دچار تنش خشکی آخر فصل می‌شود. لذا معرفی ژنوتیپ‌هایی که بتوانند با تنش خشکی آخر فصل محصول بیش‌تر و مطمئن‌تری تولید کنند، از اهمیت بسیاری برخوردار است (آقاجانلو،۱۳۸۳; اظهری و همکاران، ۱۳۸۷). یک ژنوتیپ متحمل می‌تواند به‌عنوان ژنوتیپی معرفی شود که عملکرد بالاتر از حد متوسط در شرایطی دارد که عوامل محیطی دسترسی به آب را برای گیاه زراعی دچار محدودیت کرده‌اند (Abou-Elwafa (a), 2016; Mirzova *et al*., 2016). تنش رطوبتی آخر فصل با دوره پر شدن دانه در گیاه جو برخورد می‌کند که موجب کاهش دوره پر شدن دانه و یا سرعت پر شدن دانه شده و متعاقباً عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Kokas *et al*., 2016; Ahmadi and Baker, 2001). در آزمایشی (Ozturk and Aydin, 2004) تنش خشکی آخر فصل رشد موجب کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه شد. عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و نیز در شرایط آبی به عنوان یک نقطه عطف برای شناسائی صفات مربوط به مقاومت به خشکی و انتخاب ژنوتیپ‌ها برای کاشت در نواحی خشک می‌باشد (Mosaddek *et al*., 2016; Mezer *et al*., 2014; Jiban, 2001).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

Fisher و Maurer (۱۹۸۷) شاخص حساسیت به تنش[1](SSI) را پیشنهاد نمودند. Rosielle و Hamblin (۱۹۸۱) شاخص‌های تحمل[2](TOL) و میانگین بهره‌وری (حسابی)[3](MP) را معرفی نمودند. Fernandez (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش[4](STI) و شاخص میانگین هندسی عملکرد[5](GMP) را ارائه کردند. در این میان شاخص میانگین هندسی عملکرد حساسیت کم‌تری به مقادیر مختلف عملکرد در شرایط تنش دارد. در صورتی که شاخص میانگین بهره‌وری به‌دلیل اینکه بر اساس میانگین حسابی می‌باشد، هنگامی که اختلاف نسبی زیادی بین عملکرد در شرایط تنش خشکی و عملکرد در شرایط عدم تنش خشکی وجود داشته باشد، اریبی زیادی به طرف عملکرد در شرایط بدون تنش خواهد داشت (Fernandez, 1992). از اهداف به‌نژادی جو در مناطق خشک و نیمه خشک دستیابی به ارقامی است که تحت شرایط محدودیت آب و کم‌آبیاری تحمل بیش‌تری نشان داده و کاهش عملکرد کم‌تری داشته باشد. با دستیابی به چنین ارقامی می‌توان بازده عملکرد در شرایط خشک و نیمه خشک را افزایش داد و تا حد زیادی از اتلاف منابع آب جلوگیری نمود و در عین حال در شرایط محدودیت آب به عملکرد و کیفیت مناسبی نایل شد (Creissen *et al*., 2016; Astin, 1989). استفاده از رژیم‌های کم‌آبیاری نیز علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مدیریت آب در مزرعه در شرایط بحران برای افزایش سطح زیر کشت و نیز در تعیین الگوی کشت بهینه کمک نماید. لذا هدف از این تحقیق، بررسی واکنش ۱۰ ژنوتیپ امیدبخش جو در دو آزمایش جداگانه دریک سال زراعی در اقلیم اصفهان و تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط کم‌آبیاری با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی و نیز معرفی بهترین شاخص‌ها در جداسازی ژنوتیپ‌های متحمل به کم آبیاری بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان واقع در روستای خاتون‌آباد انجام شد. محل اجرای آزمایش در ۱۰ کیلومتری شرق اصفهان در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی واقع است. ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۵ متر و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه سرد می‌باشد. متوسط بارش سالیانه بلند مدت در طی دوره آماری ده ساله معادل ۱۱۰ میلی‌متر و متوسط تبخیر سالانه به‌دست آمده ۱۹۰۰ میلی‌متر می‌باشد (آمار نامه، ۱۳۹۴). میانگین دما و بارندگی ماهیانه در طی فصل رشد در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین حرارت روزانه با

[1] Stress susceptibility index (SSI)
[2] Tolerance (TOL)
[3] Mean productivity (MP)
[4] Stress tolerance index (STI)
[5] Geometric mean productivity (GMP)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.6.0]

حداکثر ۲۴/۸ درجه سانتی‌گراد مربوط به خردادماه و حداقل ۱/۱- درجه سانتی‌گراد مربوط به دی ماه بود. بر این اساس حداکثر مطلق دما در خرداد با ۳۸/۶ درجه و حداقل مطلق دما در دی ماه با ۱۲/۴- درجه سانتی‌گراد بود. بیش‌ترین میزان بارندگی ماهیانه در دی با ۱۵/۸ میلی‌متر و در ماه های مهر، اسفند، اردیبهشت و خرداد بارندگی صورت نگرفت (جدول ۱).

جدول ۱: آمار درجه حرارت و میزان بارندگی درطی فصل رشد در ایستگاه هواشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱

ماه	درجه حرارت (درجه سانتی گراد)				میانگین بارندگی (میلی متر)
	میانگین حداکثر	میانگین حداقل	میانگین روزانه	حداکثر مطلق	حداقل مطلق
مهر	۲۶/۸	۶/۹	۱۶/۹	۲۹/۸	۴	۰
آبان	۲۲/۲	۲/۶	۱۲/۴	۲۴/۴	-۱	۱/۴
آذر	۱۴/۳	-۰/۴	۷	۱۹/۴	-۷	۲/۵
دی	۴/۳	-۶/۴	-۱/۱	۱۱/۸	-۱۲/۴	۱۵/۸
بهمن	۱۱/۱	-۵	۳/۱	۲۰/۸	-۱۰/۸	۰/۲
اسفند	۱۹/۴	۱/۶	۱۰/۵	۲۵	-۷	۰
فروردین	۲۴/۹	۷/۶	۱۶/۳	۲۹/۴	۳/۸	۴/۴
اردیبهشت	۲۸/۳	۱۰/۱	۱۹/۲	۳۳	۶	۰
خرداد	۳۴/۴	۱۵/۱	۲۴/۸	۳۸/۶	۱۱/۲	۰

خاک محل آزمایش دارای بافت رسی لومی از سری خاک‌های اصفهان می‌باشد. متوسط pH خاک تا عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری حدود ۷/۷، میزان هدایت الکتریکی آن حدود ۱/۶۵ و وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۵ گرم بر سانتی متر مکعب بود. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم یر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم یر کیلوگرم)	شن (درصد)	رس (درصد)	سیلیت (درصد)
۱/۶۵	۰/۱۴	۰/۱۱	۱۶/۵	۳۵۶	۱۲/۶	۳۹/۶	۴۷/۸

این بررسی به‌صورت دو آزمایش جداگانه، هر یک در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که در آن تعداد ۱۰ ژنوتیپ جو در دو شرایط تنش آبی در انتهای فصل رشد (قطع آبیاری بعد از ظهور سنبله‌ها) و عدم تنش آبی مورد مقایسه قرار گرفتند. بدین صورت که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، در آزمایش اول به‌طور معمول و بدون اعمال تنش آبی تا انتهای فصل رشد آبیاری شدند، اما در آزمایش دوم با ظهور سنبله‌ها آبیاری قطع شد و با حذف دو نوبت آبیاری آخر، گیاهان با تنش خشکی در انتهای فصل مواجه شدند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی، پائیزه و از سری لاین‌های آزمایشات

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

پیشرفته تنش خشکی انتهای فصل مربوط به مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بودند که شجره ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: شجره ژنوتیپ‌های مورد بررسی در آزمایش

شماره لاین	شجره
۱	chek-1. EBYTD 82-5(D-5)lignee 527/chn-01/Gustoe/4/Rhn-08/3/Deir Alla 106/D171/strain 205
۲	ABYTD-2. Gloria's' /copal's'//JlB 70-63
۳	Malouh//Aths/Lignee686
۴	GloriaS/Saida//MtnS/EH165/3/LBIran/una80//Lignee90/9/Malouh.
۵	Alanda/Hamra//Alanda-01
۶	-Manal/Alanda-01
۷	Rebelle//F2cc33MS/C107555.
۸	Arbayan/Nk1272/4/Arar/3/Mari/Aths2//M-Att-73-337-1
۹	QB813-2/3/Alanda-01//Ssn/Lignee640
۱۰	Akrask//W12291/w12269/3/sis/Akrask-02.

زمین محل آزمایش در سال قبل به‌صورت آیش بوده که در اواخر تابستان ۱۳۹۰ زمین تا عمق ۳۰ سانتی-متر توسط گاو آهن برگردان دار شخم زده شد و به کمک سیکلوتیلر کلوخه‌ها کاملاً خرد و در نهایت تسطیح زمین انجام گردید. به منظور تقویت زمین و تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و با توجه به نتیجه آزمایش کودی خاک، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) قبل از کاشت به زمین داده شد. هر لاین در یک کرت به طول چهار متر با شش خط به فاصله ۲۰ سانتی‌متر به‌وسیله ردیف کار مخصوص آزمایشات غلات با تراکم گیاهی ۴۰۰ بذر در متر مربع کشت شد. همچنین مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌صورت سرک هم زمان با مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی و ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره با طویل شدن ساقه‌ها در اوایل بهار، ۳۰ کیلوگرم در زمان خوشه‌دهی به زمین داده شد. بذرها قبل از کاشت توسط قارچ کش کاربندازیم به نسبت وزنی دو در هزار علیه سیاهک و قارچ‌های خاکزی تیمار شدند. برای مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ نیم لیتر در هکتار از سم پاماسوپر و برای مبارزه با علف هرز پهن برگ از سم توفوردی(۱/۵ لیتر در هکتار) و جهت مبارزه با آفت سن از سم دسیس استفاده گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت به‌عمل آمد. سایر آبیاری‌ها بر اساس نیاز گیاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.6.0]

و میزان بارندگی در طول فصل رشد انجام گرفت که عمدتاً به فاصله هفت تا ده روز صورت گرفت. برای انجام اندازه گیری‌ها و نمونه گیری‌های مورد نظر خطوط اول و ششم و همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایش به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف گردید و قسمت باقیمانده به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شد. عملکرد دانه و اجزای آن شامل تعداد سنبله بارور در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه از سطحی معادل دو متر مربع با رعایت حاشیه در هر کرت آزمایشی اندازه گیری شد. شاخص‌های مقاومت به خشکی شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI) (Fisher and Maurer, 1987)، شاخص تحمل(TOL) (Rosielle and Hamblin, 1981) ، شاخص بهره‌وری (MP) (Rosielle and Hamblin, 1981)، شاخص تحمل به تنش خشکی (STI) (Fernandez,1992) و شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) (Fernandez,1992) به ترتیب مطابق روابط ۱ تا ۵ محاسبه شدند.

رابطه ۱:
$$SSI = \frac{1 - \frac{Y_S}{Y_P}}{SI}$$

رابطه ۲:
$$Tol = Y_p - Y_s$$

رابطه ۳:
$$MP = \frac{Y_p + Y_S}{2}$$

رابطه ۴:
$$STI = \frac{Y_S \times Y_P}{\overline{Y}_P^{\,2}}$$

رابطه ۵:
$$GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S}$$

که در آن :

Y_P = متوسط عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط بدون تنش

Y_S = متوسط عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش

$\overline{Y}_P$ = متوسط عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش

SI = شدت تنش خشکی یا سختی محیط آزمایش

خصوصیات اندازه‌گیری شده برای هر کرت و میانگین خصوصیات اندازه‌گیری شده مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. ابتدا برای هر یک از آزمایش‌ها (تنش و بدون تنش)، صفات مورد مطالعه مورد تجزیه واریانس ساده قرار گرفتند، پس از آن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

با در نظر گرفتن هر آزمایش به‌عنوان یک محیط، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. ضرایب همبستگی بین صفات محاسبه شدند. شاخص‌های تحمل به تنش خشکی با استفاده از میانگین ژنوتیپ‌ها محاسبه شدند. برای محاسبات آماری از نرم افزار آماری Mstat-C استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد دانه در سنبله

اثر محیط آزمایش، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در محیط عدم تنش خشکی حاصل شد که اختلاف آن با محیط تنش معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج نشان داد تنش خشکی موجب کاهش تعداد دانه در سنبله به میزان ۱۴/۷ درصد نسبت به شرایط عدم تنش خشکی شد. علت این عکس‌العمل آن است که پس از انتقال گیاه از حالت رویشی به زایشی که تعداد دانه در سنبله بر روی مریستم انتهایی تعیین می‌گردد، برخورد دوران گرده افشانی با گرما و تنش خشکی منجر به عقیم ماندن گل‌ها شده که به طبع آن تعداد دانه در سنبله را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Ehdaie *et al*., 2008; Wu *et al*., 2015). اثر متقابل محیط و ژنوتیپ نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۶ بیش‌ترین و ژنوتیپ شماره ۱۰ کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص دادند. در صورتی که در شرایط عدم تنش خشکی عکس‌العمل متفاوتی از ژنوتیپ‌ها مشاهده شد به‌طوری که ژنوتیپ شماره ۷ بیش‌ترین و ژنوتیپ شماره ۱۰ کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را داشتند (جدول ۶). بنابراین نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌ها در برخورد با تنش خشکی عکس‌العملی متفاوت را در مقایسه با محیط عدم تنش خشکی از خود نشان می‌دهند. پتانسیل ژنتیکی متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر داشتن مکانیسم‌های متفاوت سازگاری نسبت به تنش خشکی موجب پایداری عملکرد متفاوت آن‌ها در برخورد با شرایط تنش خشکی می‌شود (Budakli *et al*., 2007; Narayan and Misra, 1989).

جدول ۴: تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و اجزای عملکرد در دو محیط تنش و عدم تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
محیط	۱	۱۸۷/۲۶ ns	۲۴۲/۸**	۲۱۴/۶۲**	۱۱۳۵۸۱۶۱/۱۹**
(بلوک در محیط) خطای ۱	۴	۵۱۷۶/۳۱	۶/۱۹	۴/۱	۳۸۴۶۷۰/۶۵
ژنوتیپ	۹	۵۲۲۰/۲۸ ns	۷۳/۰۵**	۷۷/۰۹**	۳۸۷۳۰۹/۳۴*
محیط×ژنوتیپ	۹	۵۳۶/۶۰ ns	۱۳/۹۴*	۱۶/۷۲*	۳۱۷۶۱۱/۶۳*
خطای ۲	۳۶	۵۸۲۴/۰۹	۳/۰۲	۵/۰۶	۱۱۷۱۱۶/۵۴
ضریب تغییرات	-	۱۴/۴	۶/۸	۵/۷	۶/۹

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

جدول ۵: مقایسه میانگین محیط های تنش و عدم تنش خشکی برای عملکرد دانه و اجزای آن

محیط آزمایش	صفات آزمایش			
	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	ورن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
عدم تنش خشکی	۵۳۱/۲ ^{a}	۲۷/۴۱ ^{a}	۴۱/۱۵ ^{a}	۵۳۶۱/۸ ^{a}
تنش خشکی	۵۲۲/۹ ^{a}	۲۳/۳۸ ^{b}	۳۷/۳۷ ^{b}	۴۴۹۱/۷ ^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ در دو محیط تنش و عدم تنش خشکی برای عملکرد دانه و اجزای آن

محیط	ژنوتیپ	تعداد سنبله بارور در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
عدم تنش	۱	۴۵۸/۳۳ ^{a}	۲۲/۹ ^{bcdefg}	۴۲/۳۹ ^{abcd}	۵۳۰۰ ^{abcd}
عدم تنش	۲	۵۵۰ ^{a}	۲۴/۴۶ ^{cdefg}	۴۴/۶۹ ^{ab}	۴۷۲۲/۲ ^{def}
عدم تنش	۳	۵۱۸/۸ ^{a}	۲۵/۸۳ ^{abcdef}	۴۲/۵۴ ^{abcd}	۵۶۳۸/۹ ^{abc}
عدم تنش	۴	۶۳۰/۵۵ ^{a}	۲۹/۰۳ ^{abcde}	۳۵/۲۴ ^{efgh}	۴۸۸۱ ^{def}
عدم تنش	۵	۴۸۹/۴۵ ^{a}	۳۰/۴ ^{ab}	۳۹/۵۸ ^{bcde}	۵۹۲۸/۶ ^{a}
عدم تنش	۶	۴۸۵/۵۵ ^{a}	۳۳/۲۳ ^{a}	۴۳/۸۳ ^{abc}	۵۷۱۴/۳ ^{ab}
عدم تنش	۷	۵۰۵/۵۵ ^{a}	۲۹/۸ ^{abcd}	۳۷/۶۵ ^{defg}	۵۲۸۵/۷ ^{abcd}
عدم تنش	۸	۵۷۸/۸۸ ^{a}	۳۰/۳۳ ^{abc}	۳۹/۲۱ ^{cdef}	۵۹۵۲/۴ ^{a}
عدم تنش	۹	۵۱۲/۷۸ ^{a}	۲۹/۶۷ ^{abcd}	۳۹/۰۳ ^{cdef}	۴۹۵۲/۴ ^{bcdef}
عدم تنش	۱۰	۵۸۳/۳۳ ^{a}	۱۸/۸۳ ^{fg}	۴۷/۳۴ ^{a}	۵۲۴۳/۱ ^{abcde}
تنش	۱	۴۶۸/۳۳ ^{a}	۲۲/۲ ^{defg}	۳۴/۲۲ ^{fgh}	۴۳۳/۳ ^{f}
تنش	۲	۵۷۰ ^{a}	۲۲/۱ ^{defg}	۴۲/۴۱ ^{abcd}	۴۶۱۱/۱ ^{def}
تنش	۳	۵۳۸/۳۳ ^{a}	۲۳/۸۳ ^{bcdefg}	۲۴/۴۲ ^{i}	۴۹۱۶/۷ ^{cdef}
تنش	۴	۵۵۲/۷۸ ^{a}	۲۴/۲۳ ^{bcdefg}	۳۴/۲۷ ^{fgh}	۴۴۷۲/۲ ^{ef}
تنش	۵	۴۹۱/۶۶ ^{a}	۲۱/۲۳ ^{efg}	۳۴/۲۷ ^{fgh}	۴۴۴۴/۴ ^{g}
تنش	۶	۴۶۹/۴۵ ^{a}	۲۶/۲ ^{abcdef}	۳۶/۱۳ ^{efgh}	۴۶۱۱/۱ ^{def}
تنش	۷	۵۰۸/۳۳ ^{a}	۲۸/۲۳ ^{abcde}	۳۹/۳۶ ^{def}	۴۱۹۴/۴ ^{f}
تنش	۸	۶۰۰ ^{a}	۲۲/۲ ^{defg}	۳۴/۳۷ ^{efgh}	۴۳۸۸/۹ ^{f}
تنش	۹	۴۷۲/۱۶ ^{a}	۲۶/۶۳ ^{abcdef}	۳۲/۳۵ ^{h}	۴۲۷۷/۸ ^{f}
تنش	۱۰	۵۸۳/۳۳ ^{a}	۱۷ ^{g}	۴۳/۸۸ ^{abc}	۴۶۶۶۶/۷ ^{def}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

وزن هزار دانه

اثر محیط آزمایش، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین وزن هزار دانه در محیط عدم تنش خشکی حاصل شد که اختلاف آن با محیط تنش معنی‌دار بود (جدول ۵). بنابراین تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه به‌میزان ۹/۲ درصد نسبت به شرایط عدم تنش خشکی شد. علت این عکس‌العمل آن است که تنش خشکی موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه شده که به تبع آن وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Emam *et al.*, 2007). اثر متقابل محیط آزمایش و ژنوتیپ نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۱۰ بیش‌ترین وزن هزار دانه را حاصل نمود، در صورتی که در شرایط عدم تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۴ و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۳ کم‌ترین وزن هزار دانه را تولید کردند (جدول ۶). این عکس‌العمل نشان دهنده آن است که ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت زیادی در ذخیره مواد فتوسنتزی و انتقال آن به طرف دانه دارند که منجر می‌شود در مواجهه با تنش خشکی عکس‌العمل متفاوتی را نیز نشان دهند (Kokas *et al*., 2016). تفاوت ژنتیکی موثر بر مراحل رشد و نمو ژنوتیپ‌ها از طریق انطباق هر مرحله رشد و نموی با شرایط مساعد نیز تاثیر زیادی بر عملکرد دانه و اجزای آن دارد، به‌طوری که طول دوره پر شدن دانه بر میزان وزن هزار دانه تولیدی موثر است (Rischbeck *et al*., 2014).

عملکرد دانه

اثر محیط آزمایش، ژنوتیپ و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد دانه در محیط عدم تنش خشکی حاصل شد، که اختلاف آن با محیط تنش معنی‌دار بود. تنش خشکی موجب کاهش ۱۶/۲ درصد در عملکرد دانه نسبت به شرایط عدم تنش خشکی شد. علت کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش معنی‌داری تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت این شرایط بود (جدول ۵).

اثر متقابل محیط آزمایش و ژنوتیپ نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۸ بیش‌ترین و ژنوتیپ شماره ۲ کمترین عملکرد دانه را تولید نمودند، در صورتی که در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ شماره ۳ بیش‌ترین و ژنوتیپ شماره ۷ کم‌ترین عملکرد دانه را حاصل نمودند. تفاوت در پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در حفظ اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی که موجب پایداری عملکرد دانه می‌گردد، باعث بروز این عکس‌العمل شده است. دهقان زاده و همکاران (۱۳۸۵) و جهان بین و همکاران (۱۳۸۵) بیان داشتند که ژنوتیپ‌هایی که کم‌ترین افت را در اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی برخوردار باشند، پایداری عملکرد دانه بالاتری را احراز می‌کنند. پایداری بالای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مختلف نیز به دلیل تطابق مراحل رشد و نموی آنها با درجه حرارت مناسب برای رشد و دوره پر شدن دانه نیز می باشد (Elsayed *et al*., 2015).

شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

بر مبنای عملکرد دانه در شرایط تنش و عدم تنش، شاخص‌های حساسیت به تنش، تحمل، میانگین بهره‌وری، تحمل به تنش و میانگین هندسی عملکرد محاسبه شد (جدول ۷). شاخص حساسیت به تنش (SSI) که بیش‌تر برای حذف ژنوتیپ‌های حساس استفاده می‌شود و بر اساس آن هر ژنوتیپی که مقادیر بالاتری از آن را به خود اختصاص دهد، در برابر تنش حساس‌تر می‌باشد (Fisher and Maurer, 1987). بر این اساس ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۰، ۳ و ۹ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از وضعیت خوبی برخوردار بودند و مقدار کمی از شاخص یاد شده را به خود اختصاص داده و به‌عنوان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

برترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. بر اساس شاخص تحمل (TOL) که به صورت تفاضل بین عملکرد تحت شرایط نرمال و تنش بیان شده است، ژنوتیپ‌هایی متحمل‌تر محسوب می‌شوند که مقادیر کمتری از این شاخص را به خود اختصاص دهند (Rosielle and Hamblin, 1981). با استفاده از این شاخص، ژنوتیپ‌های ۴، ۱۰، ۹ و ۳ برترین ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بودند، زیرا کم‌ترین مقدار از این شاخص را به خود اختصاص داده بودند.

بر اساس شاخص بهره‌وری (MP) که به‌صورت میانگین حاصل جمع عملکرد در شرایط نرمال و تنش تعریف شده است، ژنوتیپ‌هایی متحمل‌تر می‌باشند که مقادیر بیش‌تری از این شاخص را کسب نموده باشند (Rosielle and Hamblin, 1981). بر این اساس ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶ و ۸ با کسب بیش‌ترین مقدار این شاخص به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند.

شاخص میانگین بهره‌وری در یافتن ژنوتیپ‌هایی که پتانسیل عملکرد بالایی داشته و متحمل به تنش می‌باشند از سایر شاخص‌های معرفی شده موفق‌تر است. بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) مقادیر بالاتر این شاخص نشان دهنده تحمل بیش‌تر ژنوتیپ‌ها به تنش می‌باشد. بر اساس شاخص STI ژنوتیپ‌های ۲، ۴، ۱۰ و ۳ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها از تحمل به تنش بیش‌تری برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های یاد شده، به خصوص ژنوتیپ ۳ ضمن احراز بالاترین مقادیر شاخص STI در بین ژنوتیپ‌های تحت مطالعه، از لحاظ عملکرد نیز در هر دو شرایط نرمال و تنش در گروه ژنوتیپ‌های پر محصول قرار داشتند.

بر اساس شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) ژنوتیپ‌هایی متحمل‌تر محسوب می‌شوند که مقادیر بیش‌تری از شاخص مذکور را داشته باشند (Fernandez, 1992). بر اساس این روش ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶ و ۸ به‌عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها شناسایی شدند. محاسبه ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با این شاخص‌ها در هر یک از شرایط تنش و عدم تنش نشان داد که شاخص‌های MP, STI و GMP بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه در هر دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی داشتند (جدول ۸). لذا به نظر می‌رسد که این سه شاخص می‌توانند به عنوان بهترین شاخص‌ها برای انتخاب لاین‌های متحمل به تنش خشکی انتهای فصل مورد استفاده قرار گیرند.

نتایج حاصل از مطالعات متعددی (Mirzova *et al*., 2016; Abou-Eleafa, 2016 (b); Ahmed *et al*., 2016). نیز بیان داشتند که شاخص‌های MP، STI و GMP بالاترین میزان همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط تنش و عدم تنش دارا می‌باشد که با نتایج مطالعه حاضر تطابق دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

جدول ۷: برآورد شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

ژنوتیپ	عملکرد دانه در شرایط عدم تنش	عملکرد دانه در شرایط تنش	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل	شاخص بهره‌وری	شاخص تحمل به تنش	شاخص میانگین هندسی عملکرد
۱	۵۳۰۰	۴۳۳۳	۱/۱۱۱	۹۶۶	۴۸۱۶	۰/۷۹	۴۷۹۲
۲	۴۷۲۲	۴۶۱۱	۰/۱۷۶	۱۱۱/۱	۴۶۶۶	۰/۹۷	۴۶۶۶
۳	۵۶۳۹	۴۹۱۶	۰/۷۶	۷۲۲	۵۲۷۷	۰/۸۷	۵۲۶۵
۴	۴۸۸۰	۴۴۷۲	۰/۵۲	۴۰۸	۴۶۷۶	۰/۹۱	۴۶۷۲
۵	۵۹۲۸	۴۴۴۴	۱/۵۵۲	۱۵۳۸	۵۱۸۶	۰/۷۴	۵۱۳۳
۶	۵۷۱۴	۴۶۱۱	۱/۱۱۷	۱۱۰۳	۵۱۶۲	۰/۸	۵۱۳۳
۷	۵۲۸۵	۴۱۹۴	۱/۲۲۳	۱۰۹۱	۴۷۴۰	۰/۷۹	۴۷۰۶
۸	۵۹۵۲	۴۳۸۸	۱/۵۵۸	۱۵۶۳	۵۱۷۰	۰/۷۳	۵۱۱۱
۹	۴۹۵۲	۴۲۷۷	۰/۸۲	۶۷۴	۴۶۱۵	۰/۸۶	۴۶۰۲
۱۰	۵۲۴۳	۴۶۶۶	۰/۶۴	۵۷۶	۴۹۵۴	۰/۸۹	۴۹۴۶

جدول ۸: همبستگی ساده شاخص‌های مقاومت به خشکی در ارقام جو

	YP	YS	SSI	TOL	MP	STI	GMP
YP	۱						
YS	۰/۱۳	۱					
SSI	۰/۸۴**	-۰/۴۲	۱				
TOL	۰/۸۹**	-۰/۳۴	۰/۹۹**	۱			
MP	۰/۹۱**	۰/۵۳	۰/۵۵	۰/۶۲	۱		
STI	-۰/۸۳*	۰/۴۴	-۰/۹۹**	-۰/۹۹**	-۰/۵۳	۱	
GMP	۰/۸۸**	۰/۵۸	۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۹۹**	-۰/۴۷	۱

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

برای مطالعه سه متغیر می‌توان از نمودار سه‌بعدی کمک گرفت. در صورتی که بخواهیم روابط بیش از سه متغیر را یکجا بررسی کنیم، باید از ترسیم بای پلات استفاده شود. بدین منظور ماتریسی را که ردیف‌های آن ۱۰ رقم جو و ستون‌های آن شاخص‌های محاسبه شده بود، مورد تجزیه قرار گرفت. لذا داده های جدول ۷ از طریق تجزیه مؤلفه‌های اصلی به هفت مؤلفه تبدیل شد و طبق جدول ۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، بر این اساس بیش‌ترین تغییرات بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول (PC1، PC2) به‌میزان ۹۹/۸۴ درصد بود. در این بررسی اولین مؤلفه ۶۹/۴۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌نماید و دارای همبستگی مثبت با شاخص‌های MP, SSI, TOL, YP و همبستگی منفی با STI می‌باشد. از آن‌جا که مقادیر کم‌تر SSI و مقادیر بیش‌تر STI مطلوب می‌باشد، لذا بر اساس مقادیر کم‌تر مؤلفه اول در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.6.0]

نمودار بای پلات ارقامی انتخاب می‌شوند که حساسیت کم‌تر به تنش خشکی و تحمل بیش‌تر به تنش دارند. این مؤلفه به نام مؤلفه تحمل به تنش قابل نام‌گذاری است (Bray, 1997). مؤلفه دوم ۳۰/۳۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌نماید و دارای همبستگی منفی با شاخص‌های YS و GMP دارد. از آن‌جا که مقادیر بیش‌تر این شاخص‌ها مد نظر می‌باشد و با توجه به رابطه منفی مؤلفه دوم با این شاخص‌ها بهتر است از مقادیر کمتر این مؤلفه استفاده شود. این مؤلفه به نام مؤلفه حساسیت به تنش قابل نام‌گذاری است، چرا که رابطه مثبت با شاخص SSI نیز دارد. با توجه به رابطه مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد بررسی مقادیر بالاتر مؤلفه اول و کمتر مؤلفه دوم مد نظر می‌باشد. به طور کلی ناحیه پایین سمت چپ نمودار بای پلات ناحیه مقاومت می‌باشد (شکل ۱). یعنی ژنوتیپ‌هایی که در این ناحیه می‌باشند تحمل بیش‌تری به تنش داشته و حساسیت آن‌ها نیز کمتر می‌باشد (Creissen *et al*., 2016).

جدول ۹: مقادیر ویژه، درصد تجمعی واریانس و بردارهای ویژه شاخص‌های مقاومت به خشکی در ارقام جو

مؤلفه	مقادیر ویژه	درصد تجمعی واریانس	GMP	MP	SSI	STI	TOL	YP	YS
۱	۴/۸۶۴	۶۹/۴۸۲	۰/۳۶۳	۰/۳۸۰	۰/۴۱۴	-۰/۴۰۹	۰/۴۲۸	۰/۴۴۸	-۰/۰۰۹
۲	۲/۱۲۴	۹۹/۸۲۴	-۰/۴۱۱	-۰/۳۷۳	۰/۲۷۹	-۰/۲۹۱	۰/۲۲۳	-۰/۰۹۹	-۰/۶۸۶

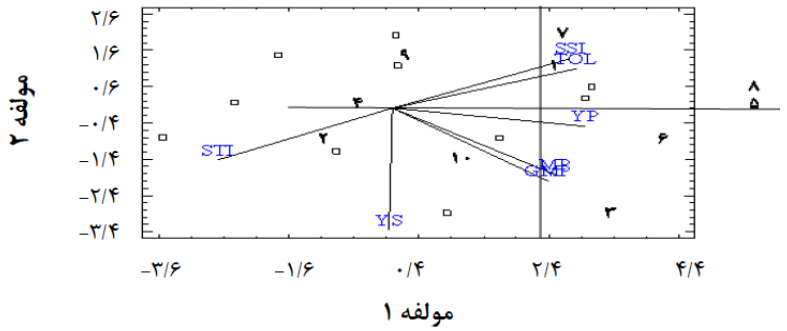
گروه بندی ژنوتیپ‌ها

Fernandez (۱۹۹۲) ژنوتیپ‌ها را بر اساس واکنش به شرایط محیطی با تنش یا بدون تنش در چهار گروه شامل گروه A (ژنوتیپ هائی که عملکرد خوبی در دو محیط تنش و بدون تنش دارند)، گروه B (ژنوتیپ هائی که فقط عملکرد خوبی در محیط بدون تنش دارند)، گروه C (ژنوتیپ‌هایی که عملکرد خوبی در محیط تنش دارند) و گروه D (ژنوتیپ های که عملکرد پایینی در هر دو محیط دارند) تقسیم‌بندی گرد. لذا بر این اساس و با توجه به نتایج حاصل از نمودار بای پلات (شکل ۱) نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۰ که در ناحیه پایین سمت چپ نمودار بای پلات هستند، تحمل بیش‌تری به تنش داشته و حساسیت آن‌ها نیز کم‌تر می‌باشد و دارای پتانسیل بالای عملکرد می‌باشند و پایداری عملکرد نیز در شرایط تنش را دارند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های گروه A انتخاب شدند.

ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۷، ۹ و ۴ که در ناحیه بالای سمت چپ نمودار بای پلات هستند، دارای پتانسیل بالای عملکرد و حساسیت به تنش بالایی دارند به‌عنوان ژنوتیپ‌های گروه B انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها برای مناطق پر آب مناسب هستند. ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۶ که در ناحیه پایین سمت راست نمودار بای پلات هستند، دارای پتانسیل پایین عملکرد و حساسیت به تنش پایینی دارند، به عنوان ژنوتیپ‌های گروه C انتخاب شدند. این ژنوتیپ‌ها برای مناطق واجد تنش مناسب هستند ولی به‌دلیل پتانسیل پایین عملکرد عملاً از این ارقام استفاده نمی‌شود. ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۸ که در ناحیه

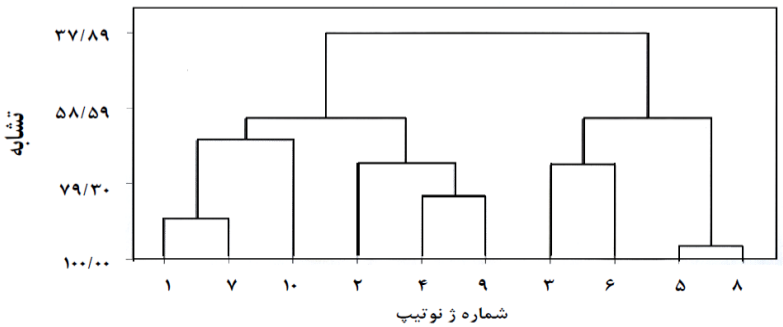
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

بالایی سمت راست نمودار بای پلات هستند و دارای پتانسیل پایین عملکرد و حساسیت به تنش بالا دارند، به‌عنوان ژنوتیپ‌های گروه D انتخاب شدند. این گروه در هیچ شرایطی توصیه نمی‌گردد. نمودار تجزیه خوشه‌ای به‌روش UPMGA ترسیم شد و تعداد کلاسترها در شرایط تنش برابر سه عدد تعیین گردید (شکل ۲).



شکل ۱: نمایش گرافیکی بای پلات لاین‌های مورد بررسی بر اساس شاخص های تحمل به خشکی

بر این اساس ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۷ و ۱۰ در کلاستر اول، ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۴ و ۹ در کلاستر دوم و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۶، ۵ و ۸ در کلاستر سوم قرار گرفتند. در این شرایط از بین ژنوتیپ‌های متحمل ۱۰ در کلاستر اول و ژنوتیپ ۲ در کلاستر دوم قرار گرفت. این نتیجه نشان می‌دهد از آن‌جایی که صفت تحمل به خشکی توسط مکان‌های ژنی زیادی به‌صورت کمی کنترل می‌شود. لذا حتی در بین ژنوتیپ‌های متحمل برای این صفت نیز تنوع زیادی دیده می‌شود. بنابراین نتایج حاکی از آن است که از بین شاخص‌های تحمل به خشکی بهترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی گیاه جو شاخص‌هایMP، STI و GMP می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعات متعددی نیز حاکی از آن است که استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بای پلات به خوبی می‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی را گزینش نماید و بهترین شاخص‌ها را نیز نمایان سازد (Zebarjadi *et al*., 2012; Sayyah *et al*., 2012).



شکل ۲: دندوگرام حاصل از تجربه خوشه‌ای (کلاستر) بر اساس شاخص تحمل به خشکی (STI) به روش UPGMA

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

نتیجه‌گیری

محاسبه همبستگی عملکرد دانه با شاخص‌های مختلف تحمل تنش خشکی در این آزمایش نشان داد که شاخص‌های میانگین بهره‌وری، تحمل به تنش و میانگین هندسی عملکرد مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی انتهای فصل هستند، لذا بر اساس این سه شاخص لاین شماره ۲ (ABYTD-2) و لاین شماره ۱۰ (Akrask) به عنوان برترین لاین مورد بررسی در این مطالعه انتخاب گردید. به عبارت دیگر لاین شماره ۲ با دارا بودن میانگین عملکرد دانه ۴۷۲۲ کیلوگرم در شرایط عدم تنش و ۴۶۱۱ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش خشکی و لاین شماره ۱۰ با دارا بودن میانگین عملکرد دانه ۵۲۴۳ کیلوگرم در شرایط عدم تنش و ۴۶۶۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش، از پایداری عملکرد خوبی در شرایط تنش خشکی برخوردار می‌باشد. بدیهی است در صورت اطمینان از وجود آب کافی و برای مناطقی که احتمال وقوع تنش خشکی در انتهای فصل رشد وجود ندارد، لاین شماره ۳ (Malouh) قابل توصیه است.

منابع

آقاجانلو، ع. ۱۳۸۳. تجزیه علیت برای شاخص‌های مقاومت به خشکی و صفات جایگزین در گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تبریز. ۱۳۵ صفحه.

آمار نامه. ۱۳۹۴. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، مدیریت طرح و برنامه آمار هواشناسی ۹۴-۱۳۷۴. اداره کل هواشناسی استان اصفهان.

اظهری، ع. ۱۳۸۷. بررسی اثر تنش خشکی انتهای فصل بر ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت شرایط اقلیمی اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان). ۱۲۵ صفحه.

جهان بین، ش.، طهماسبی سروستانی، ز.، و مدرس ثانوی، س. ع. م. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه، برخی از اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت در ژنوتیپ‌های جو لخت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۰، ۴: ۲۵ -۳۴.

دهقان زاده، ح. ۱۳۸۵. پایان نامه دکتری فیزیولوژی گیاهان زارعی. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز، ۱۲۶ صفحه .

محلوجی، م.، ه منوچهری، و. و جعفری، ا. ۱۳۸۷. مشخصات ارقام تجاری جو رایج در استان اصفهان. نشریه تحقیقی ترویجی. واحد تولید برنامه های ترویجی و انتشارات فنی مدیریت آموزش و ترویج جهاد کشاورزی اصفهان.

Abou-Elwafa, S. F. 2016 (a). Association mapping for drought tolerance in barley at the reproductive stage. Comptes Rendus Biologies 339(2):51-59.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

Abou-Elwafa, S. F. 2016 (b). Association mapping for yield and yield-contributing traits in barley under drought conditions with genome-based SSR markers**.** Comptes Rendus Biologies 339(5):153-162.

Ahmadi, A. and Baker, D. A. 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat.Journal Agricultural Science 136: 257-269.

Ahmed, I. M., Nadira, U. A., Zang, G. and Wu, F. 2016. 5 – Exploration and Utilization of Drought-Tolerant Barley Germplasm.Exploration, Identification and Utilization of Barley Germplasm 115-152.

Austin, R. B. 1989. Maximising production in water- limited environments In: Baker, F. W. G (ed.), Drough resistance in cereal. pp: 13-26.

Bray, E. A. 1997. Plant response to water deficit. Trends Plant Science 2: 48-54.

Budakli, E., Celik, N., Turk, M., Bayram, G. and Turkey B. 2007. Effect of post-anthesis drought stress on the stem-reserve mobilization supporting grain filling of two-rowed barley cultivars at different levels of nitrogen. Journal Biology Science 7 (6): 949-953.

Creissen, H. E., Jorgensen, T. H. and Brown, J. K. M. 2016. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes. Crop Protection 85:1-8.

Ehdaie, B., Alloush, G. A. and Waines J. G. 2008. Genotypic variation in liner rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crop Research 106: 34-43.

Elsayed, S., Rischbeck, P. and Schmidhalter, U. 2015. Comparing the performance of active and passive reflectance sensors to assess the normalized relative canopy temperature and grain yield of drought-stressed barley cultivars. Field Crops Research 177: 148–160.

Emam, Y., Ranjbaran, A. M. and Baharani, M. J. 2007. Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. Journal of. Science Technology and. Agricultural. Natural Resource 11: 1-3.

FAOSTAT. 2012. FAO Statistical Data. [www.faostat.org**.]**

Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp.257-270. In: Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables andother Food Crops in Temperature and Water Stress, Taiwan, 13-16 Aug.

Fischer, R. A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yieldsresponses. Australian Journal Agricultural Research 14: 742-754.

Jiban M. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Curent Science 80(6): 758-763.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]

Kokas, F., Vojta, P. and Galuszka, P. 2016. Dataset for transcriptional response of barley (*Hordeum vulgare*) exposed to drought and subsequent re-watering. Data in Brief 8: 334-341**.**

Mezer , M., Turska-Taraska , A., Kaczmarek , Z., Glowacka , K., Swarcewicz , B. and Rora, T. 2014. Differential physiological and molecular response of barley genotypes to water deficit. Plant Physiology and Biochemistry 80: 234-248.

Mrizova, K., Holaskova, E., Oz, M.T., Jiskrova, E., Frebort, I. and Galuszka, P. 2016. Transgenic barley: A prospectivetool for biotechnology and agriculture. Biotechnology Advances 32:137-157.

Narayan, D. and Misra, R. D., 1989. Drought resistance in varieties of wheat in relation to rootgrowth and drought indices. Indian Agricultural Science 59: 595-598.

Ozturk A. and Aydin, F., 2004. Effect of water stress at various growth stages on some qualitycharacteristics of winter Wheat. Journal ofAgronomy and Crop Science 190: 93-98.

Rischbeck, P., Baresel, J.P., Elsayed, S., Mistele, B. and Schmidhalter, U. 2014. Development of a diurnal dehydration index for spring barley phenotyping. Functional Plant Biology. 41: 1249–1260.

Rosielle, A. T. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstressenvironments. Crop Science 21: 943-945.

Sayyah, S., Ghobadi, M., Mansoorifar, S. and Zebarjadi. 2012. Evaluation of drought tolerance in some wheat genotypes to post anthesis drought stress. Journal of Agricultural Science 4: 248-256.

Wu, X. J., Chen, X., Zeng, F. R. and Zhang, G. P. 2015. The genotypic difference in the effect of water stress after anthesis on the malt quality parameters in barley. Journal of Cereal Science 65: 209-214.

Zebarjadi, A. R., Mirany, T., Kahrizi, D., Ghobadi, M. and Nikoseresht. 2012. Assessment of drought tolerance in some bread wheat genotypes using drought resistance indices. Biharean Biologist 6: 94-98.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.6.0]