"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹٤

ارزیابی تحمل خشکی در ارقام سنتتیک و اکوتیپ‌های برتر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Evaluation of drought tolerance in synthetic varieties and superior ecotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

اعظم اکبری[۱]، علی ایزدی دربندی[۲]، کیوان بهمنی[۳] و حسینعلی رامشینی[۴]

چکیده

اکبری،ا.، ع. ایزدی دربندی، ک. بهمنی و ح.ع. رامشینی. ۱۳۹٤. ارزیابی تحمل خشکی در ارقام سنتتیک و اکوتیپ‌های برتر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۳): ۲۰٤-۱۹۳.**

به منظور ارزیابی تحمل تنش خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل رازیانه، نتاج نسل اول سه رقم سنتتیک و هفت اکوتیپ والدی رازیانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بعد از گلدهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر دو شرایط وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های سنتتیک میانرس و مشکین شهر با ۲۳۵۷ و ۲۲۰۸ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی نیز ژنوتیپ‌های مشکین شهر و سنتتیک میانرس با ۱۰۹۱ و ۱۰۸۱/۵کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. از نظر شاخص‌های تحمل خشکی، بیشترین مقادیر شاخص میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص تحمل (STI)، متعلق به ژنوتیپ‌های سنتتیک میانرس، مشکین‌شهر و مغان بود. همبستگی بین شاخص‌های تحمل خشکی و عملکرد دانه نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، YI و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی داشتند و به عنوان شاخص‌های مناسب جهت گزینش ارقام پرمحصول رازیانه در هر دو شرایط شناسایی شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که روش تولید رقم سنتتیک برای گیاه رازیانه مناسب بوده و این ارقام در محیط‌های با آب و هوای متغیر، به خصوص شرایط کمبود آب می‌توانند عملکرد رضایت بخشی تولید کنند.

واژه‌های کلیدی: ارقام سنتتیک، تنش خشکی، رازیانه و شاخص‌های تحمل.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۵ مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی به شماره ۰۱/پ د/۲۷۹۱۷ مورد حمایت ستاد گیاهان دارویی معاونت علمی ریاست جمهوری می‌باشد.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۲- دانشیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: aizady@ut.ac.ir)
۳- دانشجوی دکتری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۴- استادیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

مقدمه

رازیانه یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی محسوب می‌شود و زیر گونه رازیانه تلخ (*Foeniculum vulgare* Mill. var. vulgare) به عنوان منبع اصلی استحصال مواد موثره این گیاه به صورت گسترده کشت می‌شود. رازیانه تلخ (که از این به بعد فقط رازیانه نامیده می‌شود) دارای گل‌های چتری دوجنسی و دگرگرده‌افشان می‌باشد (Majnoon Hoseini and Dvazdah Emami, 2007). اجزای اصلی اسانس رازیانه ترانس آنتول، استراگول، فنچون و لیمونن می‌باشند که در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی کاربرد گسترده‌ای دارند (Bahmani *et al*., 2013a). با توجه به رشد روزافزون تقاضا برای دانه و اسانس رازیانه و با محدود شدن میزان بارندگی و کاهش منابع آبی، به ویژه در مناطق خشک مانند ایران، اصلاح این گیاه برای تحمل تنش خشکی باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2006) اثر منفی تنش خشکی را بر صفات ارتفاع بوته، زیست توده، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در دو توده بومی رازیانه گزارش کردند.

رازیانه‌های ایرانی از لحاظ صفات اگرومورفولوژیک (Bahmani *et al*., 2012b)، ژنتیکی (Bahmani *et al*., 2012a and 2013) و فیتوشیمیایی (Bahmani *et al*., 2014) دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای هستند و ژنوتیپ‌های با ارزشی جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی شناسایی شده‌اند. اصلاح کلاسیک به عنوان عملی‌ترین راه برای توسعه ارقام گیاهانی مانند رازیانه محسوب می‌شود (Farsi and Baqheri, 2006) و روش تولید ارقام سنتتیک به طور گسترده‌ای در اصلاح گیاهان دگرگشن به کار می‌رود. رقم سنتتیک امکان استفاده بخشی از هتروزیس را در گیاهانی که کنترل گرده‌افشانی در آنها میسر نیست را فراهم می‌کند و در شرایط تنش مانند خشکی، عملکرد ارقام سنتتیک به مراتب بهتر از ارقام هیبرید می‌باشد (Nematzadeh and Kiani, 2005)، بنابراین تولید ارقام سنتتیک روش اصلاحی مناسبی برای افزایش عملکرد رازیانه، حتی در شرایط تنش خشکی به نظر می‌رسد.

شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش گیاهان در شرایط محیطی متفاوت و تعیین تحمل و حساسیت آنها ارائه شده است. شاخص حساسیت به تنش (SSI) با مقدار پایین‌تر، نشان دهنده تحمل به خشکی ژنوتیپ است. انتخاب براساس شاخص SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط بدون تنش، ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می‌گردد (Fisher and Maurer, 1978) . شاخص تحمل (TOL) به صورت اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش است و هرچه اختلاف بین آنها کمتر باشد، مقدار TOL کمتر است و این نشان دهنده تحمل بیشتر رقم به خشکی می‌باشد (Rosielle and Hamblin, 1981). میانگین شاخص بهره‌وری (MP) مشخص کننده ارقام با عملکرد بالا در شرایط بدون تنش ولی عملکرد کم در شرایط تنش است (Rosielle and Hamblin, 1981). شاخص STI تحت عنوان شاخص تحمل تنش جهت شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش پیشنهاد شده است، هر چه مقدار STI بالاتر باشد، نشان دهنده تحمل بیشتر به تنش خشکی است (Fernandez, 1992). میانگین هندسی بهره‌وری نیز به عنوان شاخص GMP معرفی گردیده است. شاخص GMP حساسیت کمتری نسبت به مقادیر متفاوت عملکرد در محیط تنش و بدون تنش دارد (Fernandez, 1992). شاخص پایداری عملکرد (YSI) عملکرد در شرایط تنش یک ژنوتیپ را وابسته به عملکرد آن در شرایط غیر تنش ارزیابی می‌کند، ارقامی با YSI بالاتر، در هر دو شرایط عملکرد بالاتری دارند (Bouslama and Schapaugh, 1984). شاخص عملکرد YI ارقام را براساس عملکرد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

تنش رتبه‌بندی می‌کند، بنابراین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را تفکیک نمی‌کند (Gavuzzi *et al*, 1997). شاخص پاسخ به خشکی (DRI) عملکرد دانه را در شرایط تنش خشکی برای تنوع در تاریخ گلدهی و عملکرد در شرایط بدون تنش تصحیح می‌کند و اطمینان می‌دهد که ژنوتیپ‌های منتخب صفات تحمل خشکی را خواهند داشت (Ouk *et al.*, 2006). از شاخص ضریب رگرسیونی (β) نیز می‌توان برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش شدید استفاده کرد. بنسال و سینها (Bansal and Sinha, 1991) اظهار داشتند مقدار پایین شیب خط رگرسیون عملکرد روی میانگین شرایط محیطی (β) نشان دهنده تحمل به تنش خشکی است. از آنجا که هر یک از این شاخص‌ها ممکن است گروه‌بندی متفاوتی را نسبت به سایر شاخص‌ها ایجاد نمایند، استفاده از معیاری که با در نظر گرفتن همه این شاخص‌ها یک نتیجه واحد دهد، مناسب‌تر می‌باشد. یکی از معیارهایی که برای این منظور می‌تواند استفاده شود، نمره تحمل تنش (Stress Tolerance Score; STS) است (Abdolshahi *et al.*, 2013).

هدف این آزمایش ارزیابی تحمل خشکی ارقام سنتتیک و اکوتیپ‌های برتر رازیانه ایرانی و انتخاب بهترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به منظور بهره‌برداری اصلاحگران و تولید کنندگان گیاهان دارویی بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت استان تهران اجرا شد. این مکان در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۲۷ متری از سطح دریا واقع شده است. منطقه پاکدشت جزء مناطق خشک محسوب شده و بارندگی‌ها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان به میزان ۱۷۰ میلی‌متر صورت می‌گیرد. درجه حرارت متوسط سالیانه ۱۶/۸ درجه سانتیگراد و میزان تبخیر و تعرق سالیانه آن بیشتر از بارندگی سالیانه می‌باشد. خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil in experimental site

عمق Depth (cm)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	نیتروژن Total N (%)	فسفر P_2O_5 ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K_2O ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	ماسه Sand (%)	رس Clay (%)	سیلیت Silt (%)
0-30	Loamy clay	7.37	0.08	34	525	2.5	66	22	12

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق نتاج نسل اول (syn1) سه رقم سنتتیک و هفت اکوتیپ والدی شامل رقم سنتتیک زودرس و دو اکوتیپ والدی آن (فسا و رفسنجان)، رقم سنتتیک میانرس و سه اکوتیپ والدی آن (مشکین شهر، مغان و خاش) و رقم سنتتیک دیررس و دو اکوتیپ والدی آن (حاجی آباد و قزوین) بودند. برای تولید ارقام سنتتیک پر محصول ابتدا غربالگری ۵۰ اکوتیپ رازیانه که از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند، در سال زراعی ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ انجام گرفت و اکوتیپ‌های برتر از لحاظ عملکرد دانه و محتوای اسانس در هر سه تیپ رشدی زودرس، میانرس و دیررس انتخاب شدند. پس از

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

برآورد مقدار ترکیب‌پذیری عمومی ، بلوک‌های تلاقی ایزوله برای اکوتیپ‌های منتخب هر تیپ رشدی شامل ۱۰ اکوتیپ منتخب زودرس، ۱۰ اکوتیپ منتخب میانرس و ۵ اکوتیپ منتخب دیررس ایجاد گردید و پلی‌کراس بین اکوتیپ‌های والدی صورت گرفت. در هر سه تیپ رشدی مقدار مساوی از بذر هر اکوتیپ والدی به صورت جداگانه نمونه‌برداری شده و با هم مخلوط شدند و بذور نسل اول ارقام سنتتیک (syn1) تشکیل شد.

طرح مورد استفاده در این آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی بود. کاشت ژنوتیپ‌ها (شامل ارقام سنتتیک و اکوتیپ‌های برتر والدینی آن‌ها) در هر تکرار در یک کرت ۱/۵ در ۱/۵ متری صورت گرفت که فاصله ردیف‌ها از هم ۳۰ سانتیمتر منظور شد و بذور با عمق کاشت ۳-۲ سانتیمتر در ۲۴ فروردین کشت شدند. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. آبیاری مزرعه آزمایشی در هر دو محیط تنش و بدون تنش، تا مرحله ۵۰ درصد گلدهی بوته‌ها به طور یکسان و به صورت غرقابی انجام شد و از مرحله ۵۰ درصد گلدهی در شرایط آبیاری مطلوب بعد از ۶۰ میلی‌متر و در شرایط تنش خشکی بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد، به نحوی که دور آبیاری برای شرایط آبیاری مطلوب حدود هفت روز و برای شرایط تنش هر ۱۴ روز یک بار اعمال گردید. صفات تعداد چتر (تعداد چتر مرکب در بوته) و تعداد چترک (تعداد چترهای ثانویه در هر چتر مرکب) در مرحله ۷۰ درصد خمیری دانه‌ها روی ۳ بوته از هر کرت به طور تصادفی اندازه گیری شد. وزن هزار دانه از توزین ۱۰۰۰ عدد بذر بعد از برداشت بدست آمد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، در زمان رسیدگی کامل با رعایت اثر حاشیه محصول کل بوته‌های هر کرت برداشت و بر حسب کیلوگرم در هکتار ثبت شد.

عملکرد بیولوژیک از مقدار کل ماده خشک هر کرت بدست آمد و مقدار ماده خشک در واحد سطح محاسبه شد. پس از اندازه‌گیری و ارزیابی شاخص‌های مختلف، تجزیه واریانس ساده صفات در هر دو محیط و تجزیه واریانس مرکب آن‌ها در قالب تجزیه ادغام شده برا ی داده‌های دو محیط انجام شد. ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در هر دو شرایط محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شد. برای بررسی میزان خسارت و تغییر در هر صفت، درصد تغییرات (C) با استفاده از رابطه یک محاسبه شد (Choukan *et al.*, 2006).

$$C = \left(\frac{\overline{Y}_P - \overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

با استفاده از عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش، ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل و حساسیت به خشکی با استفاده از شاخص‌های زیر محاسبه گردید.

شدت تنش (Fischer and Maurer, 1978).

$$SI = 1 - \left(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

شاخص حساسیت به تنش (SSI) (Fischer and Maurer, 1978).

$$SSI = \frac{\left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{SI} \quad \text{رابطه (۳)}$$

شاخص تحمل (TOL) (Rosielle and Hamblin, 1987)

$$TOL = Y_P - Y_S \quad \text{رابطه (۴)}$$

میانگین شاخص بهره‌وری (MP) (Rosielle and Hamblin, 1987)

$$MP = \frac{Yp + Ys}{2} \quad \text{رابطه (۵)}$$

شاخص تحمل تنش (STI) (Fernandez, 1992)

$$STI = \frac{Y_P \times Y_S}{(\overline{Y}_P)^2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) (Fernandez, 1992)

$$GMP = \sqrt{(Y_P)(Y_S)} \quad \text{رابطه (۷)}$$

شاخص عملکرد (YI) (Gavuzzi *et al.*, 1997)

$$YI = \frac{Y_S}{\overline{Y}_S} \quad \text{رابطه (۸)}$$

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

شاخص پایداری عملکرد (YSI) (Bouslama and Schapaugh, 1984)

$$YSI = \frac{Y_S}{Y_P}$$ رابطه (۹)

شاخص پاسخ به خشکی (DRI) (Bidinger *et al.*, 1987)

$$DRI = \frac{Yact.i - Yest.i}{S.E.\ of\ Yest}$$ رابطه (۱۰)

Yact و Yest به ترتیب عملکرد واقعی و عملکرد برآورد شده برای هر ژنوتیپ در شرایط تنش هستند.

S.E. of Yest خطای استاندارد عملکرد دانهٔ برآورد شده برای همهٔ ژنوتیپ‌ها است. عملکرد برآورد شده با استفاده از رگرسیون چندگانه به صورت زیر محاسبه شد.

$$Y_{est.i}=a+bY_{P.i}+FL_i$$ رابطه (۱۱)

Yp.i عملکرد بالقوهٔ ژنوتیپ i در شرایط بدون تنش و FLi روز تاگلدهی ژنوتیپ i در شرایط بدون تنش است و a و b پارامترهای رگرسیونی برآورد شده به روش حداقل مربعات هستند (Ouk *et al*, 2006)

نمره تحمل به تنش (STS) (Abdolshahi *et al.*, 2013)

$$STS=MP+STI+GMP+YI+DRI+YSI-SSI-TOL-\beta$$ رابطه (۱۲)

اعداد مربوط به هر شاخص ابتدا استاندارد و سپس STS محاسبه شد.

در این شاخص‌ها Y_P: میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، Y_S: میانگین عملکرد در شرایط تنش و β: شیب خط رگرسیون عملکرد ژنوتیپ‌ها روی شاخص محیط می‌باشند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر کلیه صفات مورد اندازه‌گیری داشتند. این موضوع نشان دهنده تنوع ژنتیکی و امکان گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در محیط آبیاری مطلوب، ژنوتیپ‌های سنتتیک میانرس، مشکین شهر و مغان (به ترتیب با ۲۳۵۷ ، ۲۲۰۸ و ۲۱۰۷ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط تنش خشکی نیز ژنوتیپ‌های مشکین شهر، سنتتیک میانرس و مغان (به ترتیب با ۱۰۹۱، ۱۰۸۱/۵، ۱۰۳۷/۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. کمترین عملکرد دانه در محیط بدون تنش و تنش خشکی متعلق به ژنوتیپ والدی دیررس قزوین (به ترتیب ۴۸۴/۴ و ۴۵۲/۷ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۲). بالا یا پایین بودن عملکرد در این ژنوتیپ‌ها را می‌توان با متغیر بودن اجزای عملکرد در آنها و همچنین واکنش متفاوت نسبت به شرایط محیطی مرتبط دانست.

جهت انجام تجزیه واریانس مرکب، ابتدا آزمون یکنواختی واریانس‌ها (آزمون بارتلت) انجام شد که نتایج نشان دهنده یکنواخت بودن واریانس‌ها بود. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه در دو محیط در سطح آماری یک درصد وجود داشت. میانگین عملکرد دانه در آبیاری مطلوب و شرایط تنش به ترتیب ۱۴۴۵/۱ و ۷۹۴/۱ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی، مربوط به عملکرد دانه بود که در حدود ۴۵ درصد در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب کاهش نشان داد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که این آسیب ناشی از کاهش اجزای عملکرد (تعداد چترک در چتر، وزن هزار دانه و تعداد چتر) بوده است که دلیل آن اعمال تنش خشکی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه می‌باشد. این نتایج با یافته‌های کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2006) و نخزری مقدم (Nakhzari Moghadam, 2009) مطابقت دارد. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز برای صفت عملکرد معنی‌دار بود. ارقامی که بیشترین اختلاف عملکرد بین محیط بدون تنش و تنش را دارا هستند، دارای پایداری پایین بوده و عموماً حساس به تنش خشکی هستند و ارقام با اختلاف کم، از پایداری بالایی در تولید

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

عملکرد دانه در شرایط تنش برخوردارند. کاهش عملکرد دانه به دلیل تنش خشکی در برخی ژنوتیپ‌ها کمتر و در برخی بسیار زیاد بود. بعنوان مثال ژنوتیپ والدی دیررس حاجی‌آباد با ۶۳ درصد، بیشترین کاهش عملکرد را داشت. این ژنوتیپ با اینکه در شرایط بدون تنش از عملکرد بالایی برخوردار بود، در شرایط تنش افت عملکرد زیادی داشت و ژنوتیپ والدی دیررس قزوین با ۷ درصد کاهش، کمترین افت عملکرد را داشت، هر چند که مقدار عملکرد آن در هر دو محیط پایین بود. از عکس العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌توان برای دستیابی به ارقامی استفاده کرد که در محیط‌های متفاوت عملکرد با ثبات و رضایت‌بخشی داشته باشند. برای انتخاب دقیق‌تر در جهت بهبود تحمل به خشکی بهتر است که گزینش نه فقط براساس عملکرد دانه باشد، بلکه اجزای عملکرد و سایر صفات مرتبط با عملکرد دانه نیز مد نظر قرار داده شوند.

از نظر تعداد چتر در بوته در شرایط بدون تنش بیشترین تعداد چتر مربوط به ژنوتیپ‌های سنتتیک میانرس و مغان (به ترتیب ۲۰/۴ و ۲۰/۲) و در شرایط تنش ژنوتیپ‌های سنتتیک زودرس و مغان (به ترتیب ۱۴/۱ و ۱۳/۷) برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بودند. در شرایط بدون تنش، ژنوتیپ‌های مشکین شهر و مغان (به ترتیب با ۲۶/۱ و ۲۴/۶) و در شرایط تنش خشکی مغان و سنتتیک زودرس (به ترتیب با ۲۰/۶ و ۱۹/۶) بیشترین تعداد چترک در چتر را داشتند. تعداد چتر و چترک به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفتند. بیشترین و کمترین تعداد چتر در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی به ترتیب ۲۰/۴ و ۷/۴ عدد در بوته ثبت شد (جدول ۲). در شرایط تنش تعداد چتر کمتری تولید شد. لاریبی و همکاران (Laribi *et al.*, 2009) در آزمایشی روی گیاه زیره سیاه دریافتند که تعداد چتر در بوته با افزایش دور آبیاری به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد. پسرکلی (Pessarkli, 1999) معتقد است که تنش آب با تأثیر بر منبع فتوسنتز و مخزن (اجزای عملکرد) باعث افت معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود. به نظر می‌رسد که تعداد چتر در تیره چتریان یکی از اجزای اصلی و تعیین کننده عملکرد نهایی این گیاهان است که تعیین کننده پتانسیل عملکرد می‌باشد، زیرا چتر در برگیرنده تعداد چترک و دانه‌ها می‌باشد. ژنوتیپ‌های رفسنجان و سنتتیک زودرس بیشترین وزن هزار دانه را در شرایط بدون تنش و تنش دارا بودند. نتایج تجزیهٔ مرکب نشان داد که میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها در دو محیط با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود. میانگین وزن هزاردانه در دو محیط بدون تنش و تنش به ترتیب ۳/۴ و ۲/۷ گرم بود که در شرایط تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش حدود ۱۹/۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). کمبود مواد فتوسنتزی طی پر شدن دانه‌ها، وزن تک دانه‌ها را کاهش می‌دهد که دلیل این موضوع بیشتر مربوط به کاهش سطح برگ و طول دوره پر شدن دانه و همچنین اختلال در انتقال مواد پرورده به دانه‌ها می‌باشد.

در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های حاجی‌آباد و سنتتیک میانرس (به ترتیب با ۱۱۲۸۰ و ۱۰۸۰۱ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های مغان و مشکین شهر (به ترتیب با ۹۳۱۸ و ۸۶۴۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک بیشتری داشتند. اثر محیط، اثر ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود که این موضوع حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت در دو محیط می‌باشد. عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش و تنش به ترتیب ۸۳۴۱/۸ و ۶۵۵۵/۸ کیلوگرم در هکتار بود. بدین ترتیب در شرایط تنش خشکی عملکرد بیولوژیک حدود ۲۱ درصد کاهش داشت. تنش خشکی باعث کاهش فشار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های رازیانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of fennel genotypes in non-stress and stress conditions

صفات گیاهی Plant characteristics		عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1})		عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha^{-1})		تعداد چتر در بوته Umbel.plant^{-1}		تعداد جترک در چتر Umbelets.umbel^{-1}		وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g)	
ژنوتیپ‌های رازیانه Fennel genotype		تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress
Fasa	فسا	755.7bcd	1075.1e	4303.9c	5105.0 c	12.8ab	10.2 e	18.7ab	20.3bcde	2.8bc	3.3ab
Rafsanjan	رفسنجان	618.8Cde	830.1ef	4092.9c	4854.0 c	7.4cd	10.8 e	19.2a	19.9cde	3.2ab	3.7a
Synthetic1	سنتتیک ۱	848.8abc	1181.6de	4359.4c	5946.0 c	14.1a	12.6 de	19.5a	19.7cde	3.3a	3.6ab
Khash	خاش	1037.0a	2107.3ab	9318.5a	10107.1a	13.7a	20.4 a	20.6a	24.6ab	2.5cd	3.2c
Moghan	مغان	906.1ab	1719.1bc	6849.9b	10164.1 a	9.8c	18.8ab	16.2ab	20.4bcd	2.5cd	3.1c
Meshkinshahr	مشکین‌شهر	1091.9a	2208.1a	8647.4ab	9393.1 a	7.2e	19.3a	19.6a	26.1 a	2.8cd	3.4bc
Synthetic2	سنتتیک ۲	1081.5a	2357.1a	7037.0b	10801.2a	8.8cde	20.2a	19.5a	22.7abc	2.9abc	3.7a
Ghazvin	قزوین	452.7e	484.4f	6673.5b	6710.1bc	9.7cd	11.2e	13.6ab	15.5e	2.6d	3.3c
Hajiabad	حاجی‌آباد	571.8 de	1576.3cd	6660.7b	11280.1a	13.2ab	14.6e	10.7c	17.8de	2.6cd	3.6ab
Synthetic3	سنتتیک ۳	577.8de	908.7e	7614.7ab	9057.1 ab	11.2bc	16.0bc	13.1bc	16.8de	2.6cd	3.6ab
Mean		794.1	1445.1	6555.8	8341.8	10.9	15.4	17.1	20.1	2.7	3.4
Reduction(%)			45.1		-21,4		-29.3		-14.9		-19.8

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

Synthetic1سنتتیک زودرس و Synthetic2 سنتتیک میانرس و Synthetic3 سنتتیک دیررس

جدول ۳- شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های رازیانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 3. Drought tolerance indices for fennel genotypes in non-stress and stress conditions

ژنوتیپ‌های رازیانه Fennel genotype		Yp	Ys	SSI	GM	TOL	STI	MP	YI	YSI	β	DRI	STS
Fasa	فسا	1075.1	755.7	0.66	901.3	319.4	0.39	915.4	0.95	0.70	0.49	-0.22	0.77
Rafsanjan	رفسنجان	830.1	618.8	0.57	716.7	211.2	0.25	724.4	0.78	0.75	0.32	-1.03	-0.90
Synthetic1	سنتتیک ۱	1181.6	848.3	0.63	1001.1	333.3	0.48	1014.9	1.07	0.72	0.51	0.57	2.75
Khash	خاش	1719.1	906.2	1.05	1248.1	812.8	0.75	1312.6	1.14	0.53	1.25	0.23	0.32
Moghan	مغان	2107.2	1037.1	1.13	1478.2	1070.2	1.05	1572.1	1.31	0.49	1.64	0.60	1.61
Meshkinshahr	مشکین‌شهر	2208.3	1091.8	1.12	1552.7	1116.4	1.15	1650.1	1.37	0.49	1.72	0.77	2.46
Synthetic2	سنتتیک ۲	2357.1	1081.4	1.20	1596.5	1275.5	1.22	1719.2	1.36	0.46	1.96	-0.09	0.91
Ghazvin	قزوین	1576.3	571.8	1.42	949.4	1004.4	0.43	1074.1	0.72	0.36	1.54	-2.46	-8.62
Hajiabad	حاجی‌آباد	487.4	452.7	0.16	469.7	34.6	0.11	470.1	0.57	0.93	0.05	0.78	1.48
Synthetic3	سنتتیک ۳	908.7	577.7	0.81	724.6	330.9	0.25	743.2	0.73	0.64	0.51	0.86	-1.00

Yp: Yield in non-stress condition	عملکرد در شرایط بدون تنش	Ys: Yield in drought stress condition	عملکرد در شرایط تنش
MP: Mean Productivity	میانگین شاخص بهره وری	GMP: Geometric Mean Productivity	میانگین هندسی بهره وری
SSI: Stress Susceptibility Index	شاخص حساسیت به تنش	STI: Stress Tolerance Index	شاخص تحمل به تنش
YI: Yield Index	شاخص عملکرد	YSI: Index Stability Yi	شاخص پایداری عملکرد
TOL: Tolerance Index	شاخص تحمل	DRI: Droght Response Index	شاخص پاسخ به خشکی
B: Linear regression coefficient	ضریب رگرسیون خطی	Synthetic1	سنتتیک زودرس
Synthetic2	سنتتیک میانرس	Synthetic3	سنتتیک دیررس

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

آماس سلولی و به دنبال آن کاهش نمو سلول و رشد اندام‌های گیاه می‌شود. از طرف دیگر، تنش میزان جذب آب و عناصر غذایی، سطح برگ، سرعت رشد گیاه، طول دوره رشد گیاه و سطح فتوسنتزی گیاه را کاهش می‌دهد و این عوامل در نهایت منجر به کاهش تولید ماده خشک می‌شوند (Goldani and Rezvani Moghadam, 2005).

ژنوتیپ قزوین از نظر شاخص‌های SSI و TOL دارای کمترین مقدار در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۳). باید توجه داشت که پائین بودن مقادیر شاخص‌های SSI و TOL الزاماً به معنی بالاتر بودن عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نیست، زیرا همچنان که در مورد ژنوتیپ قزوین مشاهده می‌شود، ممکن است ژنوتیپی با وجود حساسیت کم به تنش خشکی، پتانسیل عملکرد پائینی داشته باشد، بنابراین این ژنوتیپ فقط دارای حساسیت کم به تنش خشکی بوده و از لحاظ عملکرد بالقوه مطلوب نمی‌باشد. ریزا و همکاران (Rizza *et al.*, 2004) گزارش کردند که انتخاب بر اساس حداقل کاهش عملکرد تنش نسبت به عملکرد غیر تنش (TOL) منجر به شکست در شناسایی بهترین ژنوتیپ‌های جو می‌شود.

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که شاخص‌های GMP، MP، STI، YI دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند (جدول ۴)، بنابراین شاخص‌های فوق برای غربال کردن ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی که در شرایط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند، مناسب هستند. این نتایج با یافته‌های سی وسه مرده و همکاران (Sio-Se Marde *et al.*, 2006) مطابقت دارد. با توجه به مقادیر عددی شاخص‌های STI، MP، GMP و YI ژنوتیپ‌های سنتتیک میانرس، مشکین شهر و مغان به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و متحمل به تنش خشکی شناسایی شدند. YSI دارای همبستگی منفی و معنی‌دار با عملکرد در شرایط بدون تنش بود، بنابراین این شاخص توانایی شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد ضعیف در شرایط بدون تنش را دارد.

بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Y_P) و تنش خشکی (Y_S) همبستگی معنی‌داری وجود داشت، بنابراین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در محیط بدون تنش، در محیط دارای تنش عملکرد بالایی دارند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی با شاخص TOL نشان دهنده نامناسب بودن آن برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی می‌باشد (Fernandez, 1992). همبستگی شاخص SSI با عملکرد دانه زیاد بود (جدول ۴). این نوع همبستگی میان این شاخص‌ها و عملکرد دانه

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش

Table 4. Correlation coefficients between tolerance indices and Yp and Ys in non-stress and stress conditions

	Yp	YS	SSI	GM	TOL	STI	MP	YI	YSI	B	DRI
Yp	1.00	0.85**	0.81**	0.98**	0.97**	0.98**	1.00**	0.85**	-0.82**	0.96**	-0.10
YS		1.00	0.44	0.90**	0.77**	0.91**	0.85**	1.00**	-0.46	0.75*	0.06

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Yp: Yield in non-stress condition — عملکرد در شرایط بدون تنش

Ys: Yield in drought stress condition — عملکرد در شرایط تنش

MP: Mean Productivity — میانگین شاخص بهره وری

GMP: Geometric Mean Productivity — میانگین هندسی بهره وری

SSI: Stress Susceptibility Index — شاخص حساسیت به تنش

STI: Stress Tolerance Index — شاخص تحمل به تنش

YI: Yield Index — شاخص عملکرد

YSI: Index Stability Yi — شاخص پایداری عملکرد

TOL: Tolerance Index — شاخص تحمل

DRI: Droght Response Index — شاخص پاسخ به خشکی

B: Linear regression coefficient — ضریب رگرسیون خطی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

در شرایط بدون تنش نشان دهنده این است که ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا در شرایط تنش از کاهش عملکرد بیشتری برخوردار هستند. شاخص DRI فاقد همبستگی معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش بود، بنابراین به نظر می رسد که این شاخص برای تمایز ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی مناسب نیست. ارقام سنتتیک زودرس و مشکین شهر به‌ترتیب بالاترین مقدار نمره تحمل تنش را داشتند و با میانگین عملکرد بالا به عنوان ارقام متحمل به خشکی شناسایی شدند (جدول ۳).

نتایج این تحقیق نشان داد که صفات مطلوب و مفیدی در ارتباط با عملکرد و تحمل به خشکی از طریق تولید ارقام سنتتیک در رازیانه قابل بهره‌برداری است. از سوی دیگر، گسترش پایه ژنتیکی منابع به منظور به حداقل رساندن خطر فرسایش ژنتیکی ضروری است و اعتقاد بر این است که استفاده از مواد متنوع ژنتیکی، تضمین کننده افزایش توان تولید و پایداری عملکرد است.

نتایج آزمایش حاضر نشان دهنده برتری نسبی ارقام سنتتیک نسبت به والدین بود. رقم سنتتیک میانرس از لحاظ صفت عملکرد دانه بیشترین میزان را در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به خود اختصاص داد که با بالا بودنوزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر در این رقم در ارتباط بود. جمع بندی نتایج حاصل از همبستگی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش با شاخص‌های تحمل و حساسیت نشان داد که شاخص‌های MP ، STI، YI و GMP بهترین شاخص‌ها برای شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در بین ژنوتیپ‌های رازیانه می‌باشند. بر اساس این شاخص‌ها، ژنوتیپ‌های مغان، مشکین‌شهر و سنتتیک میانرس به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شناسایی شدند. بر اساس نمره تحمل به تنش (STS)، رقم سنتتیک زودرس و مشکین‌شهر از STS بالاتری نسبت به سایرین ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند و با داشتن میانگین عملکرد مناسب به عنوان ارقام متحمل به خشکی شناسایی شدند.

منابع مورد استفاده

References

Abdolshahi, R., A. Safarian, M. Nazari, S. Pourseyedi and G. Mohamadi-Nejad. 2013. Screening drought-tolerant genotypes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using different multivariate methods. Arch. Agron. Soil Sci. 59(5): 685-704.

Bahmani, K., A. Izadi Darbandi, A. A. Jafari, S. A. Sadat Noori and M. Farajpour. 2012a. Assessment of genetic diversity in Iranian fennels using ISSR markers. J. Agric. Sci. 4(9): 79-84.

Bahmani, K., A. Izadi Darbandi and S. A. Sadat Noori. 2014. Evaluation of essential oil content and components in some Iranian fennel ecotypes. J. Crop Improv. 15(4): 13-24. (In Persian with English abstract).

Bahmani, K., A. Izadi Darbandi, S. A. Sadat Noori and A. A Jafari. 2013. Assessment of the genetic diversity in Iranian fennels by RAPD m Markers. J. Herbs, Spices Medic. Plants. 19: 275–285.

Bahmani, K., A. Izadi Darbandi, S. A. Sadat Noori, A. A. Jafari and N. Moradi. 2012b. Determination of interrelationships among phenotypic traits of Iranian fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.) using correlation, stepwise regression and path analyses. J. Essential Oil Bearing Plant. 15 (3): 424 - 444.

Bansal, K. C. and S. K. Sinha. 1991. Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum*

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

and related species. Part I: total dry matter and grain yield stability. Euphytica, 56: 7–14.

Bidinger, F. R., V. Mahalakshmi and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). II. Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 49-59.

Bouslama, M., and W. T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean. I: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933- 937.

Choukan, R., T. Taherkhani, M. R. Ghannadha and M. Khodarahmi. 2006. Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. Iran. J. Agric. Sci. 8: 79-89. (In Persian with English abstract).

Farsi, M. and A. Baqheri. 2006. Principles of Plant Breeding (Third Ed.). Jahad Daneshgahi Mashhad Press. pp. 116. (In Persian).

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

Fisher, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Gavuzzi, P., F. Rizza, M. Palumbo, R. G. Campaline, G. L. Ricciardi and B. Borghi. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77: 523- 531.

Goldani, M. and P. Rezvani Moghadam. 2005. The effects of drought and planting date on yield and yield components of rainfed and irrigated varieties of chickpea in Mashhad. Iran. J. Field Crop Res. 2(2): 1-12. (In Persian with English abstract).

Koocheki, A., M. Nassiri Mahallati and G. Azizi. 2006. The effect of different irrigation intervals and plant densities on yield and yield components of two fennel (*Foenicolum vulgare*) landraces. J. Iranian Field Crop Res. 4(1): 131-140. (In Persian with English abstract).

Laribi, B., I. Bettaie, K. Kouki, A. Sahli, A. Mougou and B. Marzouk. 2009. Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Indust. Crops Prod. 30: 372–379.

Majnoon Hoosseini, N. and S. A. Davazdah Emami. 2007. Cultivation and production of a certain medicinal plants and spices. Tehran University Press, pp. 300. (In Persian).

Nakhzarei Moghadam, A. 2009. Effect of plant density and water stress stage on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). J. Iranian Field Crop Sci. 40(3): 63-69. (In Persian)

Nematzadeh, G. and G. Kiani. 2005. Plant Breeding. University of Mazandaran Press. pp. 456. (In Persian).

Ouk, M., J. Basnayake, M. Tsubo, S. Fukai, K. S. Fischer, M. Cooper and H. Nesbitt. 2006. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice. Field Crops Res. 99: 48-58.

Pessarkli, M. 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. New York Inc. pp. 697.

Rizza, F., F. W. Badeckb, L. Cattivellia, O. Lidestric, N. De Fonzok and A. M. Stancaa. 2004. Use of a water

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

stress index to identify barely Ecotypes adapted to rainfed and irrigated conditions. Crop Sci. 42: 1441-1446.

Rosielle, A. A. and J. Hambelin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

Sio- Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

Evaluation of drought tolerance in synthetic varieties and superior ecotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Akbari, A.[1], A. Izadi Darbandi[2], K. Bahmani[3] and H. A. Ramshini[4]

ABSTRACT

Akbari, A., A. Izadi Darbandi, K. Bahmani and H. A. Ramshini. 2015. Evaluation of drought tolerance in synthetic varieties and superior ecotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)**. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(3):193 -204. (In Persian).**

To evaluate drought stress tolerance and identifying of tolerant fennel varities/ecotypes, three synthetic fennel varieties and their seven parents in two separated experiment; normal irrigation and post flowering drought stress were carried out in a complete block design with three replications in 2013 in Aburihan campus, university of Tehran, Iran. Analysis of variance showed that there was a significant difference among varities/ecotypes for all the traits in two experiments, which implies genetic variation among the fennel germplasm studied. Mean comparison showed that the highest seed yield in normal irrigation belonged to medium maturity synthetic variety and Meshkinshahr ecotype with 2357 and 2208 kg.ha^{-1}, respectively. In drought stress condition Meshkinshahr ecotype and medium maturity synthetic variety produced 1091 and 1081.5 kg.ha^{-1}, respectively. Considering drought tolerance indices, the highest mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), yiled index (YI), stress tolerance index (STI) belonged to medium maturity synthetic variety, Meshkinshahr and Moghan ecotypes. Correlation coefficients between drought tolerance indices and seed yield showed that in both normal and drought stress conditions MP, GMP, YI and STI indices had positive and significant relationship with seed yield, and this implies that selection of drought tolerant varieties are possible. In conclusion, development of synthetic varieties of fennel is recommendable and developed varieties may produce better yield in water deficit prone environments.

Key words: Drought Stress, Drought Tolerance Indices, Fennel and Synthetic varieties.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1394.17.3.2.8]

Received: May, 2015 Accepted: November, 2015

1- Former MSc Student, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Associate Prof., Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding author) (Email: aizady@ut.ac.ir)
3- PhD Student, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran
4- Assistant Prof., Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran