

ارزیابی عملکرد و شاخص‌های تحمل به خشکی در اکوتیپ‌های زیره

سید مسعود طباطبایی، قاسم محمدی نژاد و خاتون یوسفی^{۱*}

کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد جیرفت. three_doller@yahoo.com

عضو گروه زراعت دانشگاه شهید باهنر کرمان. g.mohamadinejad@yahoo.com

عضو گروه زراعت دانشگاه شهید باهنر کرمان. kh.yosefi@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی و تعیین مؤثرترین صفات و شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی اکوتیپ‌های متحمل به شرایط کم‌آبی در زیره سبز، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در دو تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تنش خشکی به صورت قطع آبیاری قبل از گلدهی بر روی نه اکوتیپ زیره اعمال گردید. صفات مورد بررسی شامل: ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بودند. نتایج حاصله نشان داد که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد چتر در بوته دچار کاهش قابل توجه ناشی از تنش گردیدند. ارزیابی اکوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی توسط چهار شاخص مختلف میانگین هندسی (GMP)، تحمل به تنش (STI)، حساسیت به تنش (SSI) و تحمل (TOL) صورت گرفت که با توجه به وضعیت همبستگی آنها با عملکرد-های دو شرایط تنش و غیرتنش، دو شاخص GMP و STI به عنوان بهترین شاخص‌ها در جداسازی اکوتیپ‌های متحمل انتخاب گردیدند. بر اساس این دو شاخص اکوتیپ‌های فارس، خراسان رضوی و یزد متحمل شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، همبستگی، کم‌آبی، شاخص GMP.

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: کرمان، انتهای بلوار ۲۲ بهمن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

* دریافت: دی ۱۳۹۱ و پذیرش: آبان ۱۳۹۲

مقدمه

نوبت آبیاری شد ولی افزایش دفعات (شش بار) تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه زیره سبز نداشت. برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی متفاوت، شاخص‌های کمی متفاوتی برای تعیین میزان تحمل یا حساسیت گیاه به تنش ارائه شده است. بطورکلی شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش و عدم تنش دارای همبستگی بالای با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، زیرا این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط هستند و می‌توان از آنها برای تخمین پایداری عملکرد استفاده کرد.

فرناندز (۱۹۹۲) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش، گیاهان را از نظر عکس-العمل به این دو شرایط در چهار گروه طبقه بندی نمود. الف- ژنوتیپ‌هایی که برتری نسبی یکنواختی در هر دو شرایط تنش و غیرتنش دارند (گروه A). ب- ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط مطلوب عملکرد خوبی دارند (گروه B). ج- ژنوتیپ‌هایی که فقط عملکرد آنها در شرایط تنش به طور نسبی بیشتر است (گروه C). ه- ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و غیرتنش از نظر عملکرد ضعیف هستند (گروه D). فرناندز اشاره می‌نماید که معیار مناسب‌گزینه‌ها برای تعیین مقاومت یا تحمل به تنش معیاری است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه‌های دیگر تشخیص دهد. فیشر و مورر شاخص حساسیت به تنش (SSI) را به شرح زیر پیشنهاد نمودند

$$SSI = \frac{1 - \frac{\bar{y}_S}{\bar{y}_P}}{SI} \quad SI = 1 - \frac{\bar{y}_S}{\bar{y}_P}$$

در رابطه بالا شدت تنش (SI)، میانگین عملکرد تمام رقم‌ها در محیط تنش و \bar{y}_P میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است. هر قدر مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان مقاومت یا تحمل به خشکی بالاتر تلقی می‌گردد. این شاخص قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از C نمی‌باشد.

گیاهان در طول دوره رشد خود پیوسته بوسیله عوامل نامساعد محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بعضی از این عوامل نامساعد مانند تنش خشکی رشد و نمو را در گیاه محدود می‌کنند (عزیزی نیا و همکاران، ۱۳۸۴). خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است. به خوبی مشخص شده که اثر تنش آبی بر رشد و عملکرد بستگی به ژنوتیپ گیاه دارد (بنایان و همکاران، ۲۰۰۸). در مورد گیاهان دارویی، خشکی ممکن است اثر محسوسی بر عملکرد برخی مواد مؤثره بر جای گذارد.

(پتروپولوس و همکاران، ۲۰۰۸). رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی و فراورده‌های حاصله از آن نقش این گیاهان را در چرخه اقتصادی پررنگ‌تر کرده است، به طوری که مصرف رو به تزاید آنها به کشورهای در حال توسعه محدود نبوده، بلکه در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته است (انوار و همکاران، ۲۰۰۵).

زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نیز از گیاهان مهم دارویی و صادراتی کشور می باشد. کاشت این گیاه در استان‌های خراسان، آذربایجان شرقی، مرکزی و منطقه ترکمن صحرا متمرکز است و در این بین استان خراسان با ۹۰ درصد تولید زیره سبز، مقام اول را دارد (نبی زاده و همکاران، ۱۳۸۲). دانه های زیره سبز حاوی مقادیر بالایی کاروتن، آهن و ترکیبات ثانوی مهم و دارویی است که در طب سنتی و نوین به عنوان آنتی اکسیدان و ضد نفخ مورد استفاده قرار می گیرد و در درمان اسهال، سوء هاضمه، سردرد، سرماخوردگی، تب، زخم دهان و گلو و ... مؤثر است (نخ زری مقدم، ۱۳۸۸).

جانگیر و سینک (۱۹۹۶) اثر چهار، پنج و شش بار آبیاری را بر عملکرد زیره سبز بررسی کردند و اعلام نمودند که رژیم آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد داشت به نحوی که اعمال پنج نوبت آبیاری باعث افزایش عملکرد در مقایسه با تیمار چهار

اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در دو سطح (آبیاری کامل و قطع آبیاری قبل از گل دهی (غنچه دهی) به عنوان کرت اصلی و نه توده زیره (خراسان شمالی، اصفهان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، فارس، یزد، کرمان، گلستان و سمنان) به عنوان پلات فرعی بودند. قبل از آماده سازی زمین ابتدا نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری و از نقاط مختلف زمین برداشته شده و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، جهت تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن ارسال شد جدول (۱)

مراحل آماده سازی زمین شامل شخم عمیق، کولتیواتور، دیسک و لولر بود که پس از اضافه کردن کود دامی به مقدار ۱۵ تن در هکتار و اختلاط آن با خاک، نقشه طرح پیاده شد. ردیف های کاشت با فاصله ۴۰ سانتی متر، به وسیله فاروئر تهیه گردید. سپس بذور زیره سبز در دوم دی ماه سال ۱۳۹۰ در عمق یک تا دو سانتی متر سطح خاک کشت شد.

به طوری که کشت در دو طرف پشته، با فاصله ردیف ۲۰ سانتیمتر و با تراکم ۱۲۰ بوته در متر انجام شد. کرت ها به طول چهار متر و عرض سه متر، فاصله بین کرت ها یک متر و فاصله بلوک ها از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. عملیات آبیاری به صورت نشتی انجام شد. در مرحله قبل از گلدهی (تشکیل غنچه) از ورود آب به کرت ها (تیمار تنش) جلوگیری شد و در و بقیه کرت ها آبیاری تا پایان فصل رشد ادامه داشت. پس از سبز شدن در طول دوره رشد زیره سبز کود شیمیایی مورد نیاز خاک بر اساس نتایج تجزیه خاک و نیاز گیاه استفاده شد.

روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL) و همچنین شاخص میانگین هندسی بهره وری (GMP) را براساس روابط زیر ارائه نمودند.

$$TOL = yp - y_s \quad GMP = \sqrt{yp \cdot ys}$$

مقادیر بالای TOL بیانگر حساسیت بیشتر به خشکی بوده و مقادیر پایین این شاخص برای ما مطلوب می باشد. این شاخص همانند SSI قادر به تشخیص ژنوتیپ های گروه A از C نمی باشد. شاخص STI قادر به شناسایی ژنوتیپ های با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و غیر تنش بوده و مقادیر بالای آن نشانگر تحمل بیشتر گیاه به خشکی است (جانگیر و سینک، ۱۹۹۶).

$$STI = \frac{y_p \cdot ys}{(\bar{y}_p)^2}$$

با توجه به اینکه بخش اعظم اراضی ایران از اقلیم خشک و نیمه خشک برخوردار است و تولید گیاهان زراعی و دارویی با کمبود آب مواجه می شود، پژوهش حاضر با هدف شناسایی اکوتیپ های مطلوب و متحمل تر به تنش کم آبی و معرفی شاخص های مناسب برای گزینش اکوتیپ های برتر گیاه زیره سبز انجام شد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان با موقعیت جغرافیایی (طول جغرافیای ۵۸ ۵۶ و عرض جغرافیایی ۱۵ ۳۰ و ۱۷۵۵ متر از سطح دریا) به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در دو تکرار

جدول ۱- نتایج آزمایش فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق خاک (cm)	بافت خاک	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (ds/m-1)	pH	فسفر (ppm)
۰-۳۰	لومی-شنی	۰/۱۲	۱/۸۱	۷/۹	۹

کیلوگرم در هکتار نسبت به شرایط تنش افزایش ۳۴ درصدی را نشان داد جدول (۳). تنش خشکی در اوایل دوره رشد زایشی به دلیل تأثیر بر تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه سبب کاهش عملکرد دانه شد. نتایج حاصل با یافته‌های کافی و کشمیری (۱۳۹۰) در خصوص اثر تنش خشکی در مرحله قبل از گلدهی و تأثیر آن بر کاهش تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه مطابقت داشت. اثر اکوتیپ بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ($P < 0.01$) جدول (۲).

اکوتیپ خراسان رضوی به طور معنی داری عملکرد دانه بیشتری ۲۲۸/۸۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها تولید نمود جدول (۴). علت این افزایش می‌تواند این باشد که اکوتیپ خراسان رضوی به طور معنی داری تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر بیشتری نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها حاصل نمود جدول (۴) که این امر موجب شد تا عملکرد دانه اکوتیپ خراسان رضوی در مقایسه با سایر اکوتیپ‌ها بیشتر گردد. هر چند که تفاوت معنی داری بین اکوتیپ‌های فارس، یزد، خراسان شمالی و گلستان از لحاظ میزان عملکرد با اکوتیپ خراسان رضوی مشاهده نشد.

برای تعیین اجزاء عملکرد، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، از هر کرت شش بوته بطور تصادفی انتخاب شد و تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته اندازه گیری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها، سطحی معادل دو متر مربع از هر کرت را برداشت کرده و پس از خشک کردن و بوجاری، وزن دانه و وزن کاه و کلش تعیین شد. در پایان، نتایج حاصل مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

همچنین از چهار شاخص میانگین هندسی (GMP)، تحمل (TOL)، تحمل به تنش (STI)، حساسیت به تنش (SSI) برای تعیین تحمل یا حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی استفاده گردید. که بر اساس مقادیر حاصله ژنوتیپ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه زیره به طور معنی داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت ($P < 0.01$) جدول (۲). به طوری که عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل با ۲۲۸/۹۶

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و اکوتیپ بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر
تکرار	۱	۰/۰۵۲	۱۵۱/۴۹	۳۳۷۶۵۶/۲۵	۲/۷۸	۰/۰۰	۱/۸۲	۰/۰۰۴	۵/۲۹
تنش	۱	۱۴/۴۶**	۳۰۷۷۳/۹۳**	۶۹۰۵۶۱/۰۰**	۱۲۳/۲۴**	۱۸/۲۰*	۱۵۱/۷۰**	۰/۰۲	۳/۸۶
خطا a	۱	۰/۰۵۲	۳۰/۳۴	۵۴۵۲۲/۲۵	۰/۸۱	۲/۷۷	۰/۶۱	۰/۰۷	۱/۲۱
اکوتیپ	۸	۲/۳۳*	۱۳۴۰/۵۳*	۹۹۴۰۱/۴۳	۳/۹۰*	۶/۸۳*	۵/۴۶	۰/۲۹	۵/۴۹
تنش*اکوتیپ	۸	۰/۵۷	۲۴۵/۲۸	۴۷۰۳۲/۶۷	۰/۶۸	۴/۱۰	۳/۲۶	۰/۳۱	۳/۵۴
خطا b	۱۶	۰/۶۱	۴۶۸/۳۷	۴۳۹۷۴/۱۲	۱/۳۳	۲/۵۰	۳/۹۶	۰/۲۶	۲/۴۰
ضریب تغییرات %	-	۲۲/۸۰	۱۰/۸۳	۱۷/۸۸	۵/۳۷	۲۵/۳۸	۱۴/۸۰	۱۲/۴۳	۱۰/۴۲

**و* به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره

منابع تغییر	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر
نرمال	۴/۰۶a	۲۲۸/۹۶a	۱۳۱۰/۹۴a	۲۳/۳۷a	۶/۹۴a	۱۵/۵۰a	۴/۱۴a	۱۵/۲۰a
تنش	۲/۷۹b	۱۷۰/۴۸b	۱۰۳۳/۹۴a	۱۹/۶۷a	۵/۵۲a	۱۱/۳۹b	۴/۱۰a	۱۴/۵۴a

میانگین‌های با حروف یکسان از نظر معنی داری در یک گروه آماری قرار دارند

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر اکوتیپ بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره

منابع تغییر	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر
خراسان جنوبی	۲/۳۹c	۱۸۹/۶۹bcd	۱۲۴۷/۳۰abc	۲۱/۷۵ab	۴/۵۵bc	۱۳/۴۵ab	۴/۴۵a	۱۵/۶۰ab
اصفهان	۳/۲۲bc	۱۷۶/۴۳d	۹۵۶/۹۰c	۲۰/۱۵b	۷/۲۵a	۱۱/۰۰b	۳/۸۰a	۱۴/۵۰abc
خراسان شمالی	۲/۹۶bc	۲۰۴/۵۵a-d	۱۱۸۶/۸۰abc	۲۲/۸۷a	۶/۵۰abc	۱۵/۰۰a	۴/۰۰a	۱۶/۹۵a
پارس	۳/۳۱bc	۲۱۹/۷۰ab	۱۱۶۵/۵۰abc	۲۱/۷۵ab	۶/۵۵abc	۱۴/۲۷ab	۴/۰۵a	۱۳/۹۵bc
یزد	۳/۸۶ab	۲۱۴/۰۱abc	۱۴۳۶/۰۰a	۲۱/۹۷ab	۸/۲۵a	۱۳/۰۲ab	۴/۱۵a	۱۵/۰۵abc
خراسان رضوی	۲/۹۱bc	۲۲۸/۸۱a	۱۳۶۳/۶۰ab	۲۱/۳۲ab	۶/۷۵ab	۱۴/۵۰a	۴/۵۰a	۱۵/۵۰ab
گلستان	۳/۳۰bc	۱۹۶/۶۱a-d	۱۱۱۳/۳۰abc	۲۲/۸۰b	۶/۵۰abc	۱۳/۰۲ab	۴/۴۰a	۱۴/۸۰abc
سمنان	۴/۰۴a	۱۸۸/۹۹bcd	۱۰۷۷/۵۰bc	۲۰/۲۵b	۵/۷۵abc	۱۲/۹۵ab	۳/۸۰a	۱۲/۷۰c
کرمان	۳/۸۹ab	۱۷۸/۷۵cd	۱۰۰۵/۳۰c	۲۰/۸۲b	۴/۰۰c	۱۳/۸۰ab	۳/۹۵a	۱۴/۸۰abc

میانگین‌های با حروف یکسان از نظر معنی داری در یک گروه آماری قرار دارند

گلدهی منجر به کاهش ۲۵ درصدی در تعداد شاخه فرعی شد (جدول ۳). بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در تعداد شاخه فرعی مشاهده شد ($P < 0.05$). بیشترین تعداد شاخه فرعی ۸/۲۵ مربوط به اکوتیپ یزد بود. تمامی اکوتیپ‌ها به غیر از خراسان جنوبی و کرمان با اکوتیپ یزد در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴).

با توجه به این که اکوتیپ یزد تعداد شاخه فرعی بیشتری را تولید کرد اما تعداد چتر در بوته کمتری را نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها داشت، که این مطلب بیانگر این است، از آنجا که گیاه زیره گیاهی رشد نامحدود است، ممکن است اکثر شاخه‌های فرعی خیلی دیر رشد کرده باشند و فرصت تولید چتر را نداشته باشند.

تعداد چتر در بوته تحت تأثیر قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی قرار گرفت ($P < 0.01$) (جدول ۲). اما اثر قطع آبیاری بر تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چتر معنی‌دار نشد (جدول ۲). تعداد چتر در بوته کاهش ۳۶ درصدی را در شرایط قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی نسبت به شرایط نرمال (آبیاری کامل) نشان داد (جدول ۳).

تعداد چتر در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته و کاهش رشد رویشی در اثر تنش ایجاد شده قبل از گلدهی منجر به کاهش تعداد چتر در گیاه زیره شده است. کاهش تعداد چتر در گیاه زیره در اثر تنش خشکی نیز دیده شده است (گریو و همکاران، ۱۹۹۲). بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در تعداد چتر در بوته مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین تعداد چتر در بوته

قطع آبیاری قبل از گلدهی به طور معنی‌داری وزن هزار دانه را متأثر کرد ($P < 0.01$) (جدول ۲). وزن هزار دانه در آبیاری کامل ۴۵ درصد بیشتر از قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی بود (جدول ۳). نتایج هم چنین نشان می‌دهد که بیشترین تأثیر قطع آبیاری در بین صفات مربوط به وزن هزار دانه بوده است. تنش خشکی با تأثیر بر طول دوره رسیدگی گیاه و کاهش طول دوره رشد منجر به کاهش وزن دانه در بوته شد.

گیاه برای فرار از خشکی مجبور است رشد خود را سریع‌تر به پایان رسانده در نتیجه طول دوره پر شدن دانه کاهش یافته و وزن دانه کم می‌شود. بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در وزن هزار دانه مشاهده شد ($P < 0.05$) (جدول ۲).

بیشترین وزن هزار دانه ۴/۰۴ گرم مربوط به اکوتیپ سمنان بود که تفاوت معنی‌داری با اکوتیپ‌های یزد و کرمان نداشت (جدول ۴). نتایج بیانگر این است که اکوتیپ سمنان علی‌رغم وزن هزار دانه بیشتر، تعداد دانه در چتر کمتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشت و این باعث شده است سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به هر دانه بیشتر شود و این موضوع موجب افزایش وزن هزار دانه شد. اثر کمبود آب و تنش خشکی در وزن هزار دانه در نتایج آمین پور و موسوی (۱۳۷۵) نیز گزارش شده است.

تعداد شاخه فرعی به طور معنی‌داری تحت تأثیر قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی قرار گرفت ($P < 0.05$) (جدول ۲). قطع آبیاری در مرحله قبل از

جهت شناسایی متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی با استفاده از مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌ها، از چهار شاخص تحمل و حساسیت به خشکی استفاده گردید جدول (۵). بدیهی است شاخصی که با عملکردهای هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی بالا و یکسان داشته باشد به عنوان بهترین شاخص محسوب می‌گردد، که با توجه به وضعیت همبستگی عملکردهای محیط تنش و غیر تنش مشخص گردید که بطور کلی گزینش براساس عملکرد در هر دو شرایط می‌تواند ژنوتیپ‌های پرمحصول و با پایداری عملکرد خوب را حاصل نماید (جدول ۶). همچنین با بررسی وضعیت همبستگی بین شاخص‌ها با یکدیگر و با دو صفت YP و YS مشخص گردید که شاخص‌های GMP و STI بهتر از سایر شاخص‌ها توانستند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها مشخص سازند. نتایج با یافته‌های کارگر و همکاران (۱۳۸۳) که حاکی از برتری دو شاخص GMP و STI در شناسایی ارقام متحمل با پتانسیل عملکرد بالا می‌باشد هماهنگ است.

با توجه به اینکه گفتیم دو شاخص STI و GMP به خاطر همبستگی مثبت بالا و یکسان با عملکرد هر دو شرایط تنش و غیر تنش به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی گردیدند. با بررسی و مقایسه بدست آمده این دو شاخص راجع به هر یک از اکوتیپ‌ها و نتایج جدول (۵)، در نهایت اکوتیپ‌های فارس، خراسان رضوی و یزد متحمل شناخته شدند و اکوتیپ‌های اصفهان و کرمان با کمترین STI و GMP به عنوان اکوتیپ‌های با تحمل کمتر معرفی شدند.

۱۵ و ۱۴/۵۰ به ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های خراسان-شمالی و رضوی بود جدول (۴).

اثر قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی بر ارتفاع بوته معنی دار شد ($P < 0.01$) جدول (۲). بیشترین ارتفاع بوته در آبیاری کامل حاصل شد که نسبت به قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی افزایش ۲۵ درصدی را نشان داد. هر چند گیاه تا قبل از مرحله گلدهی حداکثر رشد خود را داشته است. با توجه به رشد نامحدود بودن گیاه زیره، تنش خشکی قبل از گلدهی و بعد از آن نیز سبب کاهش رشد گیاه می‌شود.

علت کاهش ارتفاع در اثر تنش خشکی می‌تواند به دلیل کاهش فاصله میانگره و همچنین کاهش غلظت هورمون‌های تنظیم کننده رشد (جیبرلین و سایتوکینین) که در افزایش تقسیم سلولی نقش دارند در شرایط تنش خشکی باشد (بیتاب و همکاران، ۲۰۰۵). بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته مشاهده نشد جدول (۲). اکوتیپ‌های گلستان، سمنان، یزد، اصفهان و کرمان ارتفاع بوته کمتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشتند جدول (۴).

عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر قطع آبیاری در مرحله قبل از گلدهی قرار گرفت ($P < 0.01$) جدول (۲). به طوری که کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر قطع آبیاری قبل از گلدهی در مقایسه با آبیاری کامل ۲۶ درصد بود جدول (۳). علت این کاهش مربوط به اثر تنش خشکی بر ارتفاع و تعداد شاخه فرعی بوده باشد. بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک مشاهده نشد جدول (۲).

جدول ۵- مقایسه اکوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی

YP	YS	SSI	TOL	GMP	STI	
۲۰۷/۷۷	۱۷۱/۶	-۰/۶۹	۳۶/۱۷	۱۸۸/۸۲	۰/۶۸	خراسان جنوبی
۱۹۸/۶۷	۱۵۴/۱۷	-۰/۸۹	۴۴/۵۵	۱۷۵/۰۱	۰/۵۸	اصفهان
۲۴۳/۹۲	۱۶۵/۱۷	۱/۲۹	۷۸/۷۵	۲۰۰/۷۲	۰/۷۷	خراسان شمالی
۲۶۰/۴۲	۱۷۸/۹۷	۱/۲۵	۸۱/۴۵	۲۱۵/۸۹	۰/۸۸	فارس
۲۴۴/۲۵	۱۸۳/۷۷	-۰/۹۹	۶۰/۴۷	۲۱۱/۸۶	۰/۸۵	یزد
۲۶۱/۳	۱۹۶/۳۲	-۰/۹۹	۶۴/۹۷	۲۲۶/۴۹	۰/۹۷	خراسان رضوی
۲۱۸/۴۵	۱۷۴/۷۷	-۰/۷۹	۴۳/۶۷	۱۹۵/۳۹	۰/۷۳	گلستان
۲۱۵/۲	۱۶۲/۷۷	-۰/۹۷	۵۲/۴۲	۱۸۷/۱۶۰	۰/۶۷	سمنان
۲۱۰/۶۷	۱۴۶/۸۲	۱/۲۱	۶۳/۸۵	۱۷۵/۸۷	۰/۵۹	کرمان

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به خشکی

YS	YP	STI	GMP	TOL	SSI
					۱
				۱	۰/۹۳**
		۱	۱	۰/۵۳	۰/۲۱
		۰/۹۴**	۰/۹۹**	۰/۵۳	۰/۲۲
	۱	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۷۷*	۰/۵۱
۱	۰/۹۹**	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۷۷*	۰/۵۱

و* به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد

نتیجه گیری

می‌رود توده‌هایی که بر اساس این شاخص‌ها گزینش می‌شوند دارای توان عملکرد بالاتری بوده و در ضمن از تحمل خوبی نسبت به تنش رطوبتی برخوردار باشند. در این پژوهش توده های فارس، خراسان رضوی و یزد بر اساس این دو شاخص بهترین توده بودند و بیشترین تحمل را به تنش رطوبتی داشتند، بیشترین عملکرد را نیز در هر دو شرایط تنش و نرمال تولید کردند.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که توده‌های انتخاب شده از لحاظ وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در شرایط تنش و بدون تنش و همچنین از لحاظ تحمل به تنش رطوبتی دارای تفاوت معنی‌داری بودند، و از این تنوع ژنتیکی می‌توان برای انتخاب لاین‌های اصلاح شده مناسب برای هر دو محیط تنش و بدون تنش رطوبتی استفاده نمود. در ضمن به نظر می‌رسد که STI و GMP شاخص‌های مناسبی برای انتخاب توده‌های برتر باشند، زیرا انتظار

فهرست منابع

۱. امین پور، ر. و س.ف. موسوی. ۱۳۷۵. اثر دفعات آبیاری بر مراحل نمو، عملکرد و اجزای عملکرد دانه زیره سبز. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱ (۱): ۷-۱.
۲. عزیز نی، ش.، م.ر. قنادها، ع.ع. زالی، ب.ی. صمدی، و ع. احمدی. ۱۳۸۴. بررسی و ارزیابی صفات کمی مرتبط با مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مصنوعی گندم در دو شرایط آبی و دیم. مجله علوم کشاورزی. ۳۶: ۲۹۲-۲۸۱.
۳. کارگر، س.م.ع.، م.ر. قنادها، ر. بزرگی پور، ا.ع. خواجه احمد عطاری، ح.ر. بابایی. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی د تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۱): ۱۴۲-۱۲۹.
۴. کافی، م.، و ا. کشمیری. ۱۳۹۰. مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد توده بومی و رقم هندی زیره سبز در شرایط خشکی و شوری. مشریه علوم باغبانی. ۲۵ (۳): ۳۳۴-۳۲۷.
۵. نبی زاده مرو دست، م.ر.، م. کافی، و م.ح. راشد محصل. ۱۳۸۲. اثرات شوری بر رشد، عملکرد، تجمع املاح و درصد اسانس زیره سبز. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۱): ۵۹-۵۳.
۶. نخ زری مقدم، ع. ۱۳۸۸. اثر تراکم بوته و مرحله تنش آبی بر عملکرد و اجزای آن در زیره سبز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰ (۳): ۶۹-۶۳.

7. Anwar, M., D.D. Patra, S. Chand, K. Alpeh, A.A. Naqvi and S.P.S. Khanuja. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield,

- nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36: 1737-1746.
8. Bannayan, M., F. Nadjafi, L. Azizi and M. Rastgoo. 2008. Yield and seed quality of plantago ovate and *Nigella sativa* under different irrigation treatment. *Industrial crops and products*. 27:11-16.
 9. Bettaieb, I., N. Zakhama, W. Aidi Wannas, M.E. Kchouk and B. Marzouk. 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*. 120: 271-275.
 10. Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of on the sympo. Taiwan, 13-16 Aug.1992. By C .G .Kuo.Publisher: AVRDC.
 11. Grieve C.M., S.M. Leseh, L.E. Ffrancois and E.V. Mass. 1992. Analysis of main spike yield components in salt stressed wheat. *Crop Science*. J. 32: 697-703.
 12. Jangir R.P., and R. Singh. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cymimum*). *Indian. Journal of Agronoy*. 41: 140-143.
 13. Jangir R.P., and R. Singh.1996. Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cymimum*). *Indian. J. Agron*. 41: 140-143.
 14. Petropoulos, S. A., D. Dimitra, M.G. Polissio, and H. Passam. 2008. The effect of water deficit Stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. *Scientia Horticulturae*, 115:393-397.
 15. Rosielle, A. T. And J. Hambelen. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop. Sci. J*. 21: P: 493.