Archive of SID

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۴۷، شمارۀ ۲، تابستان ۱۳۹۵ (ص ۳۲۷-۳۱۷)

بررسی تحمل و سازگاری به تنش خشکی در توده‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بومی ایران

پیمان عینی‌زاده[۱]، حمید دهقانی[۲]* و مصطفی خدادادی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی سابق دکتری، دانشکدۀ کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۶)

چکیده

به منظور بررسی تحمل و سازگاری به تنش خشکی در پانزده تودۀ گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بومی ایران، سه آزمایش به‌طور جداگانه در شرایط کشتزار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در آزمایش‌های اول، دوم و سوم به ترتیب توده‌های گشنیز در معرض آبیاری معمولی، تنش یک‌باره و تنش تدریجی قرار گرفتند. در این تحقیق شمار هفده صفت پدیدشناختی (فنولوژیکی)، ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) و فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیۀ واریانس مرکب چندمتغیره و تک‌متغیره اختلاف معنی‌دار بین آزمایش‌ها و توده‌ها را از لحاظ تحمل به تنش خشکی نشان دادند. نتایج مقایسۀ میانگین کل آزمایش‌ها به روش کمترین اختلاف‌های معنی‌دار، برای بیشتر صفات تفاوت معنی‌داری را بین آزمایش‌ها نشان داد. بیشترین تأثیر تنش خشکی بر عملکرد میوه بود. نمودارهای سه‌بعدی مربوط به شاخص میانگین هندسی بهره‌وری برای عملکرد و میزان اسانس‌های میوه نشان داد که تودۀ شمارۀ ۱۰ می‌تواند برای تولید میوه و اسانس در مناطق با خشکی انتهای فصل توصیه شود. بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی در آزمایش اول برای شمار میوه در هر بوته و در دو آزمایش همراه با تنش برای صفت شاخص برداشت مشاهده شد. با در نظر گرفتن وراثت‌پذیری و درصد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در صفات شمار و عملکرد میوه، تولید رقم دورگ (هیبرید) برای بهبود این صفات می‌تواند پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیشرفت ژنتیکی، تحمل به تنش خشکی، عملکرد میوه، میزان اسانس‌های میوه.

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عامل‌های محدودکنندۀ رشد گیاهان و یک فرآیند پیچیدۀ فیزیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) است که بسیاری از مسیرهای سوخت‌وسازی (متابولیکی) مانند نورساخت (فتوسنتز)، تنفس، جذب و انتقال آب و عناصر کانی، فعالیت آنزیم‌ها و انتقال و تجمع مواد آلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shao *et al.*, 2005). بنابراین تأثیر تخریبی تنش خشکی به‌ویژه در مناطقی که میزان ذخایر آبی کم است یا توزیع بارندگی مناسبی ندارند، پیش از هر تنش غیرزندۀ دیگر مشاهده می‌شود (Slama *et al.*, 2006). مرحلۀ زایشی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاهان زراعی به تنش خشکی به شمار می‌رود (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006). در گیاهان متحمل و سازگار برخی تغییرپذیری ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) و سوخت‌وسازی در پاسخ به تنش رخ داده است که باعث سازگاری گیاه به شرایط محیطی محدودکننده می‌شود (Blum, 1996). یکی از هدف‌های بهنژادی گیاهان افزایش عملکرد اقتصادی در شرایط تنش است که در این میان عملکرد دانه مهم‌ترین شاخص انتخاب رقم‌های متحمل به خشکی خواهد بود. این شاخص تحت تأثیر عامل‌های ژنتیکی و محیطی بسیاری قرار گرفته است، که این موضوع انتخاب

* تلفن: ۴۸۲۹۲۰۴۰- ۰۲۱، ۰۹۱۲۵۱۴۴۸۲۰
E-mail: dehghanr@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌های برتر را دشوار می‌کند (Debaeke & Abdellah, 2004). یکی از راه‌های رویارویی با تنش خشکی اصلاح گیاهان متحمل به تنش خشکی است و البته شناخت چگونگی رویارویی این گیاهان با تنش، می‌تواند بسیار سودمند باشد (Koocheki *et al.*, 2006). سازگاری و پاسخ به تنش خشکی به عامل‌هایی مانند شدت تنش، مدت‌زمان تنش و مرحلهٔ رشد و نمو گیاه دارد (Kramer, 1983). در رابطه با پاسخ به تنش خشکی، تنوع ژنتیکی در بسیاری از گیاهان گزارش شده است که می‌تواند در برنامه‌های بهنژادی برای تحمل به تنش استفاده شود (Premachandra *et al.*, 1992).

گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گیاهی یک‌ساله بوده که به خانوادهٔ چتریان (Umelliferae/ Apiaeae) تعلق دارد و از موارد استفادهٔ آن به ادویه در آشپزی، صنایع عطرسازی و لوازم‌آرایشی، نوشیدنی و صنایع دارویی می‌توان اشاره کرد (Diederichsen, 1996). قسمت‌های مختلف این گیاه اعم از بذر و اندام‌های سبز آن در نقاط مختلف جهان برای کاربردهای دارویی از جمله سوءهاضمه و کم‌اشتهایی استفاده می‌شود (Blumenthal *et al.*, 2000). چرخهٔ سریع زیست این گیاه به آن اجازهٔ سازگار شدن به فصول رشدی مختلف و همچنین توانایی رشد در دامنهٔ گسترده‌ای از شرایط را می‌دهد (Mengesha *et al.*, 2011). گشنیز به‌طور گسترده‌ای در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران و دیگر نقاط جهان مانند چین و هند رشد و توسعه پیدا کرده است (Ghamarnia & Daichin, 2013). گشنیز در مرحلهٔ گیاهچه‌ای و پیش از به ساقه رفتن به آب کافی نیاز دارد ولی در زمان رفتن به ساقه این گیاه به شدت به خشکی تحمل نشان خواهد داد و به همین دلیل است که گشنیز در هندوستان و دیگر کشورهایی که اقلیم خشکی دارند به‌صورت دیم کشت می‌شود (Luayza *et al.*, 1996).

هدف از انجام این آزمایش، بررسی پاسخ و سازگاری توده‌های مختلف گشنیز بومی ایران از لحاظ برخی صفات پدیدشناختی (فنولوژیکی)، ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی، در شرایط تنش خشکی پایان فصل و تنش خشکی تدریجی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی میزان تحمل و سازگاری توده‌های گشنیز بومی ایران به تنش خشکی، شمار پانزده توده که از بانک ژن گیاهی ملی ایران تهیه شده بودند (جدول ۱)، در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس به مدت پنج ماه در طی فصل رشد گیاه گشنیز آزمایش شدند. پس از عملیات تهیهٔ زمین، کرت‌های آزمایشی به مساحت ۱ m^2 تهیه شده و بر پایهٔ تحقیقات پیشین (Dyulgerov & Dyulgerova, 2013) کشت با تراکم ۳۰×۱۵ cm^2 انجام شد. روش آبیاری و اعمال تنش به صورتی بود که در آزمایش اول مربوط به آبیاری معمولی، آبیاری در زمان رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد آب در دسترس گیاه (PAW)[1] انجام شده و در آزمایش دوم مربوط به تنش یک‌باره، آبیاری تا هنگام آغاز تشکیل میوه به‌صورت معمولی انجام و پس‌ازاین مرحلهٔ آبیاری قطع شد و در آزمایش سوم مربوط به تنش تدریجی، در مرحلهٔ اول، از زمان ساقه‌دهی تا آغاز تشکیل میوه، آبیاری هنگامی انجام شد که رطوبت خاک به ۳۰ درصد PAW رسیده بود و پس‌ازاین مرحله، آبیاری قطع شد. صفات اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش عبارت بودند از: شمار روز تا گل‌دهی، شمار روز تا پایان گل‌دهی، شمار روز تا رسیدن میوه، شمار روز تا برداشت، شمار برگ پایه، متوسط زاویهٔ برگ‌ها نسبت به ساقه، ارتفاع بوته در زمان برداشت (cm)، وزن خشک بوته (g)، شمار شاخه در هر بوته، شمار چتر در هر بوته، شمار میوه در هر بوته، وزن هزارمیوه (g)، عملکرد میوه در بوته (g)، شاخص برداشت (HI)[2]، میزان سبزینه (کلروفیل)های برگ، میزان اسانس‌های میوه[3] (درصد) و محتوای رطوبت نسبی (RWC)[4] گیاه (درصد) (Ritchie & Nguyen, 1990).

صفات زاویه و شمار برگ‌های پایهٔ باقی‌مانده، شمار چتر، میزان سبزینه‌های برگ و RWC در مرحلهٔ پایان گل‌دهی و در زمان اوج تنش اندازه‌گیری شدند.

1. Plant Available Water
2. Harvest Index
3- Essential Oil
4. Relative Water Content

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. کد و شمارهٔ پانزده تودهٔ گشنیز بومی ایران

Table 1. Gen bank code and number of Iranian 15 endemic coriander population

No.	Gen bank code	No.	Gen bank code
P1	Commercial	P9	TN-59-230
P2	TN-59-10	P10	TN-59-306
P3	TN-59-36	P11	TN-59-347
P4	TN-59-80	P12	TN-59-353
P5	TN-59-157	P13	TN-59-357
P6	TN-59-158	P14	TN-59-422
P7	TN-59-160	P15	TN-59-450
P8	TN-59-164		

پس از داده‌برداری از کشتزار در طول دورهٔ رشد و بررسی برقراری فرضیه‌های مربوط به تجزیهٔ واریانس، در آغاز تجزیهٔ واریانس مرکب چند متغیره به چهار روش اثر پیلای[1]، لاندای ویلکس[2]، اثر هتلینگ[3] و بزرگ‌ترین ریشهٔ روی[4] انجام شده و سپس برای بررسی تنوع جمعیت در پاسخ دادن به تنش، تجزیهٔ واریانس مرکب برای تک‌تک صفات صورت گرفت و همچنین شاخص شدت تنش[5] نیز بر پایهٔ رابطهٔ ۱ (Fisher & Maurer, 1978) محاسبه شد:

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \qquad (۱)$$

که در آن $\bar{Y}_s$ و $\bar{Y}_p$ به ترتیب میانگین ارزش همهٔ ژنوتیپ‌ها برای هر صفت در شرایط تنش و بدون تنش هستند. پس‌ازآن برای همهٔ صفات، واریانس و ضریب‌های تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی محاسبه شد. برای تعیین توده‌های با عملکرد و میزان اسانس بالا در شرایط بدون تنش و همراه با تنش، از نمودار سه‌بعدی مربوط به شاخص میانگین هندسی بهره‌وری[6] استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزارهای SPSS (ver.18)، SAS (ver 9.1.3) و Excel (ver. 2007) صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس و مقایسهٔ میانگین‌ها

نتایج ناشی از تجزیهٔ واریانس مرکب چند متغیره نشان داد که هم منابع تغییر در هر چهار روش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار هستند (جدول ۲). بنابراین آزمایش‌ها و توده‌ها دست‌کم در یک صفت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس چند متغیره برای صفات موردبررسی در توده‌های گشنیز

Table 2. Multivariate analysis of variance for studied traits in coriander populations

Source of variation	Statistic	df error	Statistic value
Experiment	Pillai's Trace	140	1.538**
	Wilks' Lamda	138	0.02**
	Hotelling's Trace	136	21.36**
	Roy's Largest Root	70	19.95**
Error 1	Pillai's Trace	444	2.27**
	Wilks' Lamda	397.74	0.039**
	Hotelling's Trace	404	5.133**
	Roy's Largest Root	74	2.391**
Population	Pillai's Trace	1148	5.44**
	Wilks' Lamda	763	0.00**
	Hotelling's Trace	940	35.813**
	Roy's Largest Root	82	21.567**
Experiment × Population	Pillai's Trace	1344	6.928**
	Wilks' Lamda	1023.31	0.00**
	Hotelling's Trace	1074	2.375**
	Roy's Largest Root	84	6.009**

** Significant at 1% level of probability. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد.

1. Pillai's Trace
2. Wilks' Lamda
3. Hotelling's Trace
4. Roy's Largest Root
5. Stress Index
6. Geometric Mean Productivity

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب تک متغیره برای همهٔ صفات با در نظر گرفتن شمار بوته به‌عنوان متغیر همراه نشان داد که میان آزمایش‌ها از لحاظ همهٔ صفات به‌جز صفات شمار روز تا گل‌دهی، میانگین شمار میوه در هر چتر و میزان سبزینه‌های برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). اثر متقابل توده در آزمایش نیز برای همهٔ صفات به‌جز شمار روز تا پایان گل‌دهی و وزن هزارمیوه معنی‌دار بود. بدین معنی که به‌جز در صفات شمار روز تا پایان گل‌دهی و وزن هزارمیوه، پاسخ توده‌های مختلف به تنش با یکدیگر متفاوت بوده است. تنش خشکی در همهٔ صفات به‌جز شمار روز تا گل‌دهی، شمار برگ پایهٔ باقی‌مانده در زمان اوج تنش، میزان سبزینهٔ برگ، RWC و میزان اسانس باعث کاهش معنی‌داری شده بود (جدول ۴). دلیل معنی‌دار نشدن اختلاف آزمایش‌ها در صفت شمار روز تا گل‌دهی را می‌توان نزدیک بودن فاصلهٔ زمانی ساقه‌دهی تا گل‌دهی (۰/۳۶±۱۰ روز) بیان کرد که در این مدت زمان کوتاه تنش واردشده بر آزمایش تنش تدریجی تأثیر شایان‌توجهی بر بوته‌ها نداشته است. در این صفت و صفات دیگری که اختلاف بین آزمایش‌ها در آن‌ها معنی‌دار نشده است، شاخص شدت تنش در هر دو آزمایش بسیار پایین بود که نشان‌دهندهٔ نزدیک بودن میانگین آن در هر سه آزمایش و در نتیجه تأثیر ناچیز تنش در آن‌ها است. در تحقیقی Hsiao & Kang (2010) با بررسی حساسیت رشد برگ نسبت به ریشه در شرایط تنش بیان کردند که دلیل کاهش رشد برگ‌ها در شرایط تنش، کاهش انعطاف‌پذیری دیوارهٔ یاخته‌های برگ بر اثر کاهش پتانسیل آب گیاه است. اما در این تحقیق، شمار برگ پایهٔ باقی‌مانده تحت تأثیر تنش قرار نگرفت بنابراین به‌احتمال شمار برگ‌های پایه از مرحلهٔ ساقه‌دهی به بعد تغییری نمی‌کند. در مورد صفات شمار روز تا پایان گل‌دهی، شمار روز تا رسیدن میوه و شمار روز تا برداشت وضعیت همسانی مشاهده شد و در هیچ‌یک از آن‌ها، میانگین آزمایش‌ها همراه با تنش با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی از آزمایش بدون تنش کمتر بودند. در ضمن در این صفات SIهای هر دو آزمایش همراه با تنش بسیار نزدیک به هم بودند. بدین معنی که گیاه برای حفظ بقای خود، طول دورهٔ رشد خود را کاهش داده و همین موضوع در صفات ارتفاع بوته، وزن خشک بوته و شمار شاخه در بوته نیز تأثیرگذار بوده است و باعث کاهش معنی‌دار این صفات در آزمایش‌ها همراه با تنش شده بود. در آزمایش Mazinani *et al.* (2013)، ارتفاع بوته در جمعیت‌های *Tritium boeotium* تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری را از خود نشان داده‌اند. با توجه به کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش، می‌توان گفت که به دلیل جذب شدن مواد غذایی به‌صورت محلول، محدودیت دسترسی به آب، محدودیت در همهٔ منابع غذایی را شامل می‌شود که همین موضوع منجر به کوتاه شدن طول دورهٔ رشد گیاه و در نتیجه کاهش ارتفاع و عملکرد بوته می‌شود (Mohammadi *et al.*, 2006). البته در مورد صفت ارتفاع بوته، هر سه آزمایش با هم اختلاف معنی‌داری داشتند و آزمایش تنش تدریجی به دلیل دو مرحله‌ای بودن تنش و کاهش رطوبت در دسترس در هنگام ساقه‌دهی، کمترین میانگین را داشت. در صفت وزن خشک بوته، میانگین آزمایش تنش تدریجی کمتر از آزمایش تنش یک‌باره بود ولی این اختلاف معنی‌دار نشد. اختلاف آزمایش بدون تنش و آزمایش‌ها همراه با تنش در صفات ارتفاع و وزن خشک بوته، بیانگر این موضوع است که گیاه هم‌زمان با تشکیل میوه، به رشد رویشی و افزایش وزن خشک خود نیز ادامه می‌دهد و تنش در این مرحله می‌تواند در این صفات تأثیرگذار باشد. آزمایش بدون تنش و تنش یک‌باره از لحاظ شمار شاخه در بوته با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی اختلاف بین آزمایش تنش تدریجی و آزمایش بدون تنش معنی‌دار بود و این موضوع نشان می‌دهد که شمار شاخه از هنگام میوه‌دهی به بعد دیگر تغییر نمی‌کند و به‌احتمال شمار آن از زمان ساقه‌دهی کنترل می‌شود. در نوعی گیاه مرتعی به نام *Eragrostis curvula* کاهش معنی‌داری برای صفات شمار شاخه و وزن خشک بوته در شرایط تنش مشاهده شده است (Colom & Vazzana, 2002). کاهش متوسط زاویهٔ برگ‌ها نسبت به ساقه در شرایط تنش باعث کاهش سطح تماس آفتاب با برگ شده که نوعی عمل تدافعی است تا از تبخیر و تعرق بیشتر جلوگیری شود. در مورد این صفت، هر سه آزمایش با هم اختلاف معنی‌داری

www.SID.ir

Archive of SID

داشتند به‌طوری‌که به نظر می‌رسد برگ‌های گیاه در تنش یک‌باره زاویهٔ کمتری را با ساقه تشکیل می‌دهند. در آزمایش‌ها تنش تدریجی و تنش یک‌باره اختلاف معنی‌داری برای صفات شمار دانهٔ هر بوته، شمار چتر هر بوته، وزن هزارمیوه و عملکرد هر بوته مشاهده نشد. بیشترین میزان SI مربوط به صفات عملکرد میوه، شمار میوه و شمار چتر در هر بوته بود و این موضوع نشان‌دهندهٔ تأثیر زیاد تنش بر این صفات است. شاخص برداشت در شرایط تنش کاهش پیدا کرده بود ولی به دلیل کمتر شدن رشد رویشی و در نتیجه کاهش بیشتر وزن خشک بوته در آزمایش تنش تدریجی و همچنین به دلیل معنی‌دار نبودن اختلاف عملکرد میوه در دو آزمایش همراه با تنش، این کاهش در شاخص برداشت در آزمایش تنش یک‌باره بیشتر از آزمایش تنش تدریجی بود. بنابراین در تنش یک‌باره، رشد رویشی و وزن خشک گیاه بیشتر می‌شود بدون اینکه به افزایش عملکرد میوه منجر شود. در این صفت میزان SI نیز در تنش یک‌باره بیشتر از تنش تدریجی بود لذا تنش با شدت بیشتری بر آزمایش تنش یک‌باره تأثیر گذاشته است. برخلاف صفات دیگر، میزان اسانس‌های میوه در شرایط تنش افزایش معنی‌داری داشته و در آزمایش تنش تدریجی نیز میزان اسانس بیشتر از تنش یک‌باره بوده اما اختلاف این دو آزمایش معنی‌دار نبود. مقدار منفی SI نیز به دلیل افزایش این صفت در شرایط تنش است. در گیاه علف لیمو نیز افزایش معنی‌داری در میزان اسانس در شرایط تنش خشکی، در مقایسه با شاهد مشاهده شده است (Sangwan & Farooq, 1994).

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس مرکب صفات موردبررسی در پانزده تودهٔ گشنیز بومی ایران

Table 3. Combined analysis of variance for studied traits in 15 Iranian endemic coriander populations

Source of variation	Days to flowering	Days to ripening	Days to end of flowering	Days to harvest	Basal leaf number	Longest leaf angle relative to stem	Plant height	Plant dry weight	Branch number per plant
Covariate	20.08 ns	4.19 ns	24.50 ns	4.34 ns	0.39 ns	176.97 ns	84.00	3.57 ns	3.39 ns
Experiment	30.58 ns	1027.05 **	210.47 **	1872.44 **	245.67 **	4758.19 **	1435.97 **	343.82 **	100.87 ns
Error 1	43.26 **	24.73 ns	25.44 ns	22.11 ns	99.98 **	117.10 ns	36.88 ns	11.10 *	21.27 **
Population	573.04 **	36.72 **	356.60 **	286.23 **	37.49 **	683.29 **	388.43 **	106.23 **	30.40 **
Experiment × Population	22.94 **	26.74 *	18.08 ns	30.74 *	20.00 **	375.22 **	80.63 **	27.08 **	4.94 *
Error 2	11.24	14.94	17.94	16.88	8.84	70.42	39.26	4.54	3.07

ادامهٔ جدول ۳. تجزیهٔ واریانس مرکب صفات موردبررسی در پانزده تودهٔ گشنیز بومی ایران

Table 3 continued. Combined analysis of variance for studied traits in 15 Iranian endemic coriander populations

Source of variation	Umbel number per plant	Fruit number per plant	1000 fruit weight	Fruit yield per plant	Harvest index	SPAD Chlorophyll	Essential oil	Relative water content
Covariate	4210 ns	76 ns	0.45 ns	2.00 ns	38.37 ns	0.40 ns	--	--
Experiment	63036 **	10071525 **	182.73 **	2214.16 **	3259.13 **	13.64 ns	0.0020 *	619.48 ns
Error 1	3628 *	104147.07 **	2.84 ns	8.80 ns	29.06 ns	28.60 *	0.0003 ns	591.52 **
Population	7507 **	557525.45 **	16.23 **	48.13 **	769.44 **	192.96 **	0.0010 **	268.92 **
Experiment × Population	1211 ns	329580.07 **	7.36 ns	58.72 **	324.99 **	44.01 **	0.0004 **	221.42 **
Error 2	1231	32573.43	4.98	4.94	21.68	9.87	0.0002	44.45

**, * and ns: are significant at 1%, 5% and not significant. **، *و ns: معنی‌دار در سطح احتمال ۱درصد، ۵درصد و غیر معنی‌دار.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین آزمایش‌های بدون تنش، تنش یک‌باره و تنش تدریجی به روش LSD در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد

Table 4. Comparison means of well watered, stressed at one step and gradually stressed experiments at 1% and 5% levels of probability using least significance difference (LSD) method

Experiment	Days to flowering (d)	Days to ripening (d)	Days to end of flowering (d)	Days to harvest (d)	Basal leaf number (No.)	Longest leaf angle relative to stem (°)	Plant height (cm)	Plant dry weight (g)	Branch number (No.)
Well watered	67.01 a	24.11 a	77.83 a	101.59 a	8.87 a	64.21 a	48.29 a	12.37 a	12.41 a
One step stressed	67.36 a	15.93 b	75.19 b	90.81 b	4.99 a	42.56 c	42.43 b	7.25 b	10.25 a
Gradually stressed	68.68 a	15.56 b	73.57 b	89.84 b	4.37 a	51.07 b	37.12 c	6.15 b	9.56 ab
LSD 0.05%	3.39	2.57	2.60	2.43	5.16	5.58	3.13	1.72	2.38
LSD 0.01%	5.14	3.89	3.94	3.67	7.81	8.46	4.75	2.60	3.60
One step stress intensity	0.52	33.92	3.39	10.61	43.78	33.71	12.15	41.38	17.41
Gradually stress intensity	-1.97	35.48	5.47	11.57	50.71	20.46	23.14	50.31	22.98

www.SID.ir

Archive of SID

ادامهٔ جدول ۴. مقایسهٔ میانگین آزمایش‌های بدون تنش، تنش یک‌باره و تنش تدریجی به روش LSD در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد

Table 4 continued. Comparison means of well watered, stressed at one step and gradually stressed experiments at 1% and 5% levels of probability using least significance difference (LSD) method

Experiment	Umbel number per plan (No.)	Fruit number per plant (No.)	1000 fruit weight (g)	Fruit yield per plant (g)	Harvest index (%)	SPAD Chlorophyll	Essential oil (%)	Relative water content (%)
Well watered	137.65 a	1418.52 a	12.19 a	17.09 a	56.00 a	13.48 a	0.031 b	69.39 a
One step stressed	77.52 b	623.56 b	8.39 b	4.95 b	39.10 c	12.76 a	0.039 a	64.42 a
Gradually stressed	70.73 b	560.36 b	8.43 b	4.59 b	43.60 b	13.84 a	0.043 a	62.13 a
LSD 0.05%	31.07	166.48	0.87	1.53	2.78	2.76	0.01	12.55
LSD 0.01%	47.07	252.21	1.32	3.32	4.21	4.18	0.02	19.00
One step stress intensity	43.68	56.04	31.16	71.04	30.15	5.28	-25.10	6.69
Gradually stress intensity	48.61	60.50	30.87	73.12	22.15	-2.73	-40.19	10.00

Similar letters indicate not significant difference. حروف همسان نشان‌دهندهٔ نبودن اختلاف معنی‌دار است.

ضریب‌های تغییرپذیری فنوتیپی، ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار

جدول‌های ۷-۵ مقادیر واریانس‌های ژنوتیپی و فنوتیپی، ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار با شدت انتخاب ۵ درصد را به ترتیب برای آزمایش‌های بدون تنش، تنش یک‌باره و تنش تدریجی نشان می‌دهند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین وراثت‌پذیری عمومی در آزمایش بدون تنش مربوط به صفت شمار میوهٔ هر بوته با میزان ۹۷/۸۰ درصد بود که این صفت بیشترین ضریب تغییرپذیری فنوتیپی و ژنوتیپی و همچنین بیشترین واریانس فنوتیپی و ژنوتیپی را به خود اختصاص داد. همچنین، کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی مربوط به صفت RWC (۱۳درصد) بود (جدول۵). اختلاف بسیار کم ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی در صفت شمار میوهٔ هر بوته (۱/۱) و همچنین وراثت‌پذیری بالای این صفت تأییدکنندهٔ تأثیرپذیری کمتر از محیط بود ولی در مورد صفت RWC، تفاوت به نسبت بالای مقدارهای ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی (۶/۵۸) و وراثت‌پذیری پایین این صفت مبین تأثیرپذیری بالای این صفت از محیط است. محاسبهٔ وراثت‌پذیری همراه با درصد پیشرفت ژنتیکی می‌تواند در انتخاب بهترین ژنوتیپ بسیار سودمند باشد به دلیل اینکه درصد پیشرفت ژنتیکی میزان ژن‌های با اثر افزایشی را نشان می‌دهد (Johnson *et al.*, 1955). بیشترین درصد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار با شدت انتخاب ۵ درصد افراد جامعه مربوط به صفت میزان اسانس‌های میوه (۶۱/۱۳ درصد) بود. بدین معنی که انتخاب می‌تواند به دلیل افزایشی بودن تأثیر ژن‌ها در بهبود این صفت مؤثر باشد. کمترین درصد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار نیز مربوط به RWC (۵/۹۰ درصد) بود و دلیل کم بودن این میزان را می‌توان پایین بودن وراثت‌پذیری عمومی و در نتیجه تأثیرپذیری این صفت از محیط بیان کرد. بنابراین در برنامه‌های بهنژادی برای این صفت لازم است که از آزمون نتاج استفاده شود.

مشاهده شد که به‌رغم وراثت‌پذیری عمومی بالا در صفات شمار میوه در بوته و عملکرد میوه در بوته، میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار آن‌ها از برخی صفات دیگر مانند میزان اسانس‌های میوه و وزن خشک بوته کمتر بود بنابراین به‌احتمال این صفات بیشتر به‌صورت ژنتیکی و توسط ژن‌های با اثر غالبیت کنترل می‌شوند. لذا در برنامه‌های بهنژادی برای رسیدن به عملکرد بیشتر می‌توان از رویکرد تولید بذر دورگ (هیبرید) و یا گزینش همراه با آزمون نتاج استفاده کرد. در تحقیق Meena *et al.* (2013) روی تنوع جمعیت‌های گشنیز، وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای صفات شمار روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته، شمار چتر، شمار میوه، عملکرد میوه و میزان سبزینهٔ برگ مشاهده شد که این صفات در این تحقیق نیز وراثت‌پذیری عمومی بالا و یا به نسبت بالایی نشان دادند.

در آزمایش تنش یک‌باره (جدول ۶) بیشترین و کمترین میزان وراثت‌پذیری عمومی به ترتیب مربوط به شاخص برداشت (۹۸/۳۴ درصد) و شمار روز تا رسیدن (۱۶/۶۵ درصد) بود و همچنین در این صفات به ترتیب تفاوت کمتر (۰/۳۳) و تفاوت به نسبت بالایی (۱۷/۸۴) در مقدار ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده شد. در این آزمایش میزان سبزینهٔ برگ و شاخص برداشت هر دو پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار بالایی داشتند و در مورد شاخص برداشت می‌توان گفت که این صفت بیشتر به‌صورت ژنتیکی و با ژن‌های دارای اثر افزایشی کنترل می‌شود و گزینش می‌تواند در بهبود این صفت مؤثر باشد. وراثت‌پذیری بالا و درصد پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار به نسبت پایین در صفت عملکرد میوه بیانگر وجود اثر غالبیت در ژن‌های کنترل‌کنندهٔ این صفت است. بنابراین تولید رقم دورگ برای بهبود عملکرد میوه در شرایط تنش یک‌باره توصیه می‌شود.

در آزمایش تنش تدریجی (جدول۷) بیشترین وراثت‌پذیری عمومی مربوط به صفت شاخص برداشت (۹۸/۶۴ درصد) و کمترین میزان آن مربوط به صفت شمار چتر (۹/۳۷ درصد) بود و همچنین تفاوت‌های ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی بیانگر تأثیرپذیری زیاد این صفات از محیط است. بیشترین میزان پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار در این آزمایش مربوط به شمار میوه (۱۰۰ درصد)، وزن خشک بوته (۹۳/۸۶ درصد) و عملکرد کل بوته (۸۲/۷۱ درصد) بود. بنابراین گزینش می‌تواند برای بهبود این صفات در شرایط تنش تدریجی سودمند باشد. اما در مورد اسانس‌های میوه به دلیل وراثت‌پذیری و درصد پیشرفت ژنتیکی پایین، تولید رقم دورگ و یا گزینش به کمک آزمون نتاج مؤثرتر خواهد بود.

جدول ۵. مقادیر اجزای واریانس، ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی برای صفات موردبررسی در توده‌های گشنیز در آزمایش بدون تنش

Table 5. Variance component, genotypic and phenotypic coefficient of variation, broad sense heritability and expected genetic gain values of studied traits in coriander populations in well watered experiment

Traits	Genotypic variance	Phenotypic variance	Genotypic coefficient of variation	Phenotypic coefficient of variation	Broad sense heritability (%)	Expected genetic gain (%)
Days to flowering	71.34	83.63	12.147	14.25	85.63	23.20
Days to ripening	17.68	82.51	17.20	36.00	21.56	17.15
Days to end of flowering	45.20	64.59	9.50	12.24	70.12	14.85
Days to harvest	24.77	53.58	5.51	29.12	46.45	9.05
Basal leaf number	25.01	129.55	48.12	10.90	19.10	42.59
Longest leaf angle relative to stem	121.45	222.30	17.17	140.00	55.21	23.16
Plant height	107.37	134.40	21.16	24.00	80.23	40.35
Plant dry weight	31.88	35.93	46.00	49.01	89.56	56.47
Branch number per plant	5.89	9.38	20.12	25.23	63.09	21.36
Umbel number per plant	1461.54	2396.43	28.30	36.25	61.24	40.51
Fruit number per plant	209741.6	216098.3	32.14	33.24	97.80	43.07
1000 fruit weight	3.23	7.87	15.16	23.15	41.87	8.79
Fruit yield per plant	43.30	48.16	39.50	41.43	90.23	33.45
Harvest index	44.74	99.84	12.70	18.21	45.16	14.04
SPAD Chlorophyll	16.36	25.22	30.57	30.56	65.41	34.07
Essential oil	0.0001	0.0003	42.36	60.70	49.67	61.13
Relative water content	6.51	50.08	3.54	10.12	13.00	5.90

جدول ۶. مقادیر اجزای واریانس، ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی برای صفات موردبررسی در توده‌های گشنیز در آزمایش تنش یک‌باره

Table 6. Variance component, genotypic and phenotypic coefficient of variation, broad sense heritability and expected genetic gain values of studied traits in coriander populations in one step water stressed experiment

Trait	Genotypic variance	Phenotypic variance	Genotypic coefficient of variation (%)	Phenotypic coefficient of variation (%)	Broad sense heritability (%)	Expected genetic gain (%)
Days to flowering	74.29	82.60	13.12	14.12	90.25	25.13
Days to ripening	4.04	24.74	13.41	31.25	16.65	10.49
Days to end of flowering	45.42	59.13	9.66	48.51	77.15	16.18
Days to harvest	40.95	64.42	7.44	9.16	64.25	11.57
Basal leaf number	3.85	14.06	39.00	4.21	27.35	42.37
Longest leaf angle relative to stem	130.29	204.21	27.91	34.37	64.45	44.13
Plant height	24.03	81.35	12.16	21.53	30.36	12.94
Plant dry weight	7.90	13.08	39.15	50.66	60.12	62.05
Branch number per plant	1.49	4.55	12.17	5.25	31.15	14.05
Umbel number per plant	243.47	1474.82	20.61	464.22	17.16	16.85
Fruit number per plant	36706.65	101331.8	31.54	754.21	36.34	38.09
1000 fruit weight	2.30	8.43	18.62	35.00	27.16	19.41
Fruit yield per plant	1.39	7.75	24.41	39.41	18.14	20.77
Harvest index	205.33	210.36	37.17	37.50	98.34	74.49
SPAD Chlorophyll	41.19	47.14	50.63	54.73	87.16	96.83
Essential oil	0.0001	0.0003	28.14	43.67	41.17	36.67
Relative water content	90.84	125.37	15.32	17.17	72.45	25.94

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷. مقادیر اجزای واریانس، ضریب‌های تغییرپذیری ژنوتیپی و فنوتیپی، وراثت‌پذیری عمومی و درصد پیشرفت ژنتیکی برای صفات موردبررسی در توده‌های گشنیز در آزمایش تنش تدریجی

Table 7. Variance component, genotypic and phenotypic coefficient of variation, broad sense heritability and expected genetic gain values of studied traits in coriander populations in gradually water stressed experiment

Trait	Genotypic variance	Phenotypic variance	Genotypic coefficient of variation (%)	Phenotypic coefficient of variation (%)	Broad sense heritability (%)	Expected genetic gain (%)
Days to flowering	74.21	86.89	13.71	14.45	85.14	23.88
Days to ripening	1.71	12.22	8.80	5.71	14.15	20.47
Days to end of flowering	30.92	51.79	8.14	10.63	60.16	12.03
Days to harvest	30.84	45.10	6.66	9.10	68.50	10.53
Basal leaf number	3.68	10.57	44.00	74.00	35.25	53.33
Longest leaf angle relative to stem	154.19	192.78	24.01	376.41	80.24	44.79
Plant height	15.62	50.64	11.15	19.16	31.35	12.18
Plant dry weight	10.95	15.28	54.50	11.01	72.42	93.86
Branch number per plant	3.23	5.90	19.23	25.10	55.36	28.67
Umbel number per plant	169.65	1803.74	18.37	445.16	9.37	11.63
Fruit number per plant	128302.4	153880.4	64.12	70.31	83.12	100
1000 fruit weight	0.65	4.71	10.01	0.01	14.00	7.32
Fruit yield per plant	5.55	9.04	51.63	65.61	61.12	82.71
Harvest index	221.40	226.81	234.73	332.14	98.36	69.41
SPAD Chlorophyll	26.40	40.86	37.66	46.15	65.56	61.46
Essential oil	0.0001	0.0003	30.51	45.65	43.87	40.10
Relative water content	102.78	152.58	16.16	20.01	67.88	27.59

ازآنجایی‌که صفت شاخص برداشت درصد پیشرفت ژنتیکی به نسبت بالایی در هر سه آزمایش داشت بنابراین برای بهبود این صفت در شرایط تنش، گزینش در شرایط بدون تنش نیز می‌تواند مؤثر باشد. بر پایهٔ بررسی‌های پیشین مشخص شده است که واریانس ژنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی عملکرد دانه به‌طورمعمول در شرایط تنش، کاهش می‌یابد (Banziger & Cooper, 2001) و به نظر می‌رسد که همبستگی ژنتیکی برای عملکرد دانه با افزایش شدت تنش، کاهش می‌یابد (Banziger *et al*., 1997) که این موضوع به‌خوبی در جدول‌های ۷-۵ مشاهده می‌شود. واریانس ژنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی عملکرد دانه در آزمایش تنش تدریجی بیشتر از تنش یکباره است و ممکن است دلیل آن تأثیر بیشتر تنش بر آزمایش تنش یکباره باشد.

نمودارهای سه‌بعدی عملکرد و اسانس‌های میوه بر پایهٔ شاخص GMP

برای تعیین توده‌های با عملکرد و میزان اسانس بالا در شرایط بدون تنش و همراه با تنش، از نمودار سه‌بعدی (شکل ۱) استفاده شد. در این بررسی به دلیل همبستگی بالای شاخص‌های GMP، STI[1] وMP[2] و یکسان بودن طبقه‌بندی توده‌ها توسط دو شاخص GMP و STI، تنها از شاخص GMP استفاده شده است. مقادیر GMP، STI و MP می‌توانند در تعیین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط، استفاده شوند و GMP توان بیشتری نسبت به MP در جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A و همچنین حساسیت کمتری به مقادیر Y_P و Y_S دارد، بنابراین MP هنگامی استفاده می‌شود که اختلاف بین Y_P و Y_S بالا باشد (Farshadfar & Elyasi, 2012). در تحقیقی شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط مختلف محیطی بررسی و مشخص شد که شاخص‌های STI، MP و GMP بیشترین کارایی را در شناسایی رقم‌های پر عملکرد در هر دو شرایط بدون تنش و همراه با تنش دارند (Sio-Se Mardeh *et al*., 2006). تحقیق دیگری در بررسی تحمل به خشکی رقم‌های گندم دوروم انجام شده و در آن، دو شاخص STI و GMP طبقه‌بندی یکسانی را برای رقم‌های نشان دادند و هر دو این شاخص‌ها از شاخص SSI در شناسایی رقم‌های گروه A بهتر بودند (Guendouz *et al*., 2012).

با توجه به شکل (۱- A) که مربوط به عملکرد میوه در آزمایش تنش یک‌باره است، توده‌های شمارهٔ ۲ و ۳ و ۱۵ در گروه A قرار گرفتند و تودهٔ شمارهٔ ۱۰ به‌رغم داشتن بیشترین GMP، با عملکرد متوسط در

1. Stress Tolerance Index

2. Mean Productivity

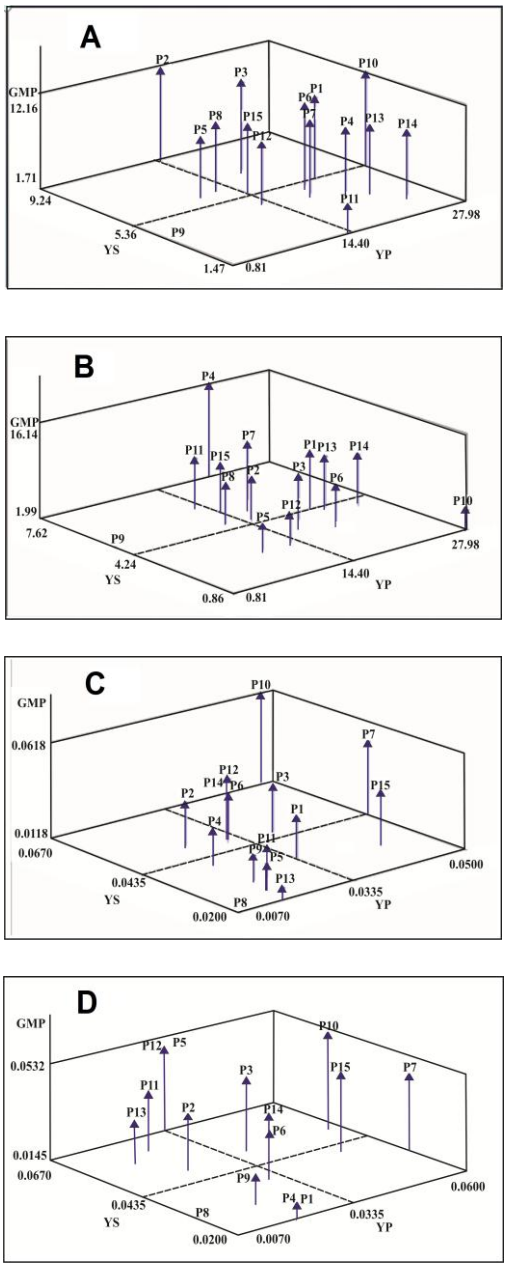
www.SID.ir

Archive of SID

شرایط تنش در گروه B قرار گرفت. بنابراین دلیل بالا بودن این شاخص در تودهٔ شمارهٔ ۱۰، بالا بودن عملکرد در شرایط بدون تنش بود. در شکل (۱- B) که مربوط به عملکرد میوه در آزمایش تنش تدریجی است، توده‌های شمارهٔ ۱ و ۲ و ۴ و ۷ و ۱۵در گروه A قرار گرفتند و همچنین این توده‌ها GMP به نسبت بالایی داشتند. بنابراین، شاخص GMP کارایی خوبی در طبقه‌بندی توده‌ها برای صفت عملکرد میوه داشته است. لذا برای کشت گیاه گشنیز به منظور تولید میوه و بذر در مناطقی که خشکی شدید انتهای فصل در آن‌ها وجود دارد تودهٔ شمارهٔ ۲ با داشتن بیشترین عملکرد در شرایط تنش یک‌باره (شکل ۱-A)، و درصورتی‌که گیاه پیش از مرحلهٔ گل‌دهی با خشکی روبه‌رو خواهد شد، تودهٔ شمارهٔ ۴ می‌تواند توصیه شود.

بر پایهٔ نمودار سه‌بعدی برای میزان اسانس در آزمایش تنش یک‌باره، تنها تودهٔ شمارهٔ ۱۰ در گروه A قرار داشت و GMP آن نیز از همهٔ توده‌ها بیشتر بود (شکل ۱-C). تودهٔ شمارهٔ ۷ در شرایط بدون تنش میزان اسانس بالاتری نسبت به تودهٔ شمارهٔ ۱۰ داشته ولی در رویارویی با تنش میزان اسانس آن کاهش یافته و موجب قرار گرفتن این توده در گروه B گشته است (شکل ۱- C). همچنین نتایج آزمایش تنش تدریجی نشان داد که توده‌های شمارهٔ ۱۰ و ۳ در گروه A قرار گرفتند و مقادیر به نسبت بالایی از GMP را نیز داشتند. در نتیجه شاخص GMP برای صفت میزان اسانس‌های میوه نیز می‌تواند کارایی مناسبی داشته باشد.

با توجه به شکل‌های (۱- A) و (۱- C)، عملکرد میوه و میزان اسانس در تودهٔ شمارهٔ ۱۰ در شرایط تنش یک‌باره به ترتیب کاهش و افزایش پیدا کرده است. بنابراین در مناطقی که تنش خشکی آخر فصل شدیدی دیده نمی‌شود، این توده می‌تواند به‌صورت دومنظوره برای استفاده از میوه و اسانس توصیه شود اما با توجه به شکل (۱- B)، در صورت احتمال بروز تنش خشکی پیش از مرحلهٔ گل‌دهی، به دلیل حساسیت بالا به تنش خشکی در این مرحلهٔ رشد، کشت این توده توصیه نمی‌شود. در ضمن با توجه به شکل (۱- D)، کاهش میزان اسانس‌های میوه نیز در این شرایط رخ داده است.



شکل ۱. نمودار سه‌بعدی Fernandez (1992) برای تعیین توده‌های گشنیز بومی متحمل به تنش خشکی بر پایهٔ شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP)؛ الف و ب به ترتیب گروه‌بندی توده‌ها از لحاظ عملکرد میوه در آزمایش تنش یک‌باره و تنش تدریجی؛ ج و د به ترتیب گروه‌بندی توده‌ها از لحاظ میزان اسانس‌های میوه در آزمایش تنش یک‌باره و تنش تدریجی

Figure 1. Fernandez's (1992) three dimensional graph to determine drought tolerant endemic coriander using geometric mean product (GMP); grouping of populations based on fruit yield in one step water stressed experiment (A) and gradually water stressed (B), grouping of populations based on essential oil content in one step water stressed experiment (C) and gradually water stressed (D).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی میزان بیشتر صفات در شرایط تنش خشکی کاهش پیدا کرده بود و مشاهده شد که میانگین صفت شاخص برداشت در آزمایش تنش تدریجی بیشتر از تنش یک‌باره بود. بیشترین تأثیر تنش در صفت عملکرد میوه مشاهده شد. وراثت‌پذیری عمومی و پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای صفات شمار میوه در بوته و عملکرد بوته در آزمایش بدون تنش نشان دادند که روش‌های تولید رقم دورگ و انتخاب به همراه آزمون نتاج می‌تواند در بهنژادی این گیاه مؤثر باشد. شباهت پیشرفت ژنتیکی مورد انتظار برای صفت شاخص برداشت در هر سه آزمایش نشان داد که انتخاب در شرایط بدون تنش می‌تواند در بهبود این صفت در شرایط تنش نیز مؤثر باشد. به‌طورکلی نتایج نمودارهای سه‌بعدی نشان داد که تودهٔ شمارهٔ ۲ و ۴ به ترتیب برای عملکرد میوه در شرایط تنش خشکی پایان فصل و شرایط کشت دیم مناسب هستند. تودهٔ شمارهٔ ۱۰ نیز برای تولید اسانس در مناطق دارای آبیاری معمولی و تنش پایان فصل توصیه می‌شود.

REFERENCES

1. Banziger, M. & Cooper, M. (2001). Breeding for low input conditions and consequences for participation plant breeding examples from tropical maize and Wheat. *Euphytica*, 122, 503-519.
2. Banziger, M., Betran, F.J. & Laffite, H.R. (1997). Breeding tropical maize for low N environmental. *Crop Science*, 37, 1103-1109.
3. Blum, A. (1996). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation*, 20, 135-148.
4. Blumenthal, U.J., Mara, D.D., Peasey, A., Ruiz-Palacios, G. & Stott, R. (2000). Approaches to establishing microbiological quality guidelines for treated wastewater use in agriculture: recommendations for revision of the current WHO guidelines. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1104-1116.
5. Colom, M.R. & Vazzana, C. (2002). Water stress effects on three cultivars of *Eragrostis curvula*. *Italian Journal of Agronomy*, 6, 127-32.
6. Debaeke, P. & Abdellah, A. (2004). Adaptation of crop management to water limited environments. *European Journal of Agronomy*, 21, 433-446.
7. Diederichsen, A. (1996). Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)*, Rome, 245 pp.
8. Dyulgerov, N. & Dyulgerova, B. (2013). Variation of yield components in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Agricultural Science and Technology*, 5(2), 160-163.
9. Farshadfar, E. & Elyasi, P. (2012). Screening quantitative indicators of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces. *European Journal of Biology*, 2(3), 577-584.
10. Fernandez, G.J. (1992). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance*. eds. Kuo C. G., pp. 257-270. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
11. Fischer, R.A. & Maurer, A. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars: 1. Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912.
12. Ghamarnia, H. & Daichin, S. (2013). Effect of different water stress regimes on different Coriander (*Coriander sativum* L.) Parameters in a semi-arid climate. *Agronomy and Plant Production*, 4, 822-832.
13. Guendouz, A., Guessoum, S., Maamari, K. & Hafsi, M. (2012). Predicting the efficiency of using the RGB (Red, Green and Blue) reflectance for estimating leaf chlorophyll content of Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under semi-arid conditions. *American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 6, 102-106.
14. Hsiao T. C. & Liu-Kang Xu. (2015). Sensitivity of growth of roots leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. *Experimental Botany*, 51(350), 1595-1616.
15. Johnson, H. W., Robinson, H. F. & Comstock, R. E. (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agronomy Journal*, 47, 314-318.
16. Koocheki, A.R., Yazdansepas, A. & Nikkhah, H.R. (2006). Effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Science*, 8, 14-29. (in Farsi)
17. Kramer, P.J. (1983). Water deficits and plant growth. *In:* Kramer P. J. (ed.), *Water relations of plants*. (pp. 342-389) Academic Press.
18. Luayza, G., Brevedan, R. & Palomo, R. (1996). *Progress in new crops*. Alexandria.
19. Mazinani, M. A., Moghaddam, M., Alavikia, S., shakiba, M. R., Mehrabi, A. & Pourabooghaddare, A. R. (2013). Study of genetic diversity in *T. boeoticum* populations under normal and water deficit stress conditions. *Cereal Research*, 2(1), 17-30. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

20. Meena, V. S., Maurya, B.R., Verma, R. & Meena, M. D. (2013) Effect of concentrate manure and different levels of nutrients on growth and yield of rice in Eastern Uttar Pradesh. *Annals of Biology*, 29(2), 158-163.
21. Mengesha, B., Alemaw, G. & Tesfafe, B. (2011). Genetic divergence in Ethiopian Coriander accession and its implication in breeding of desired plant types. *African Crop Science*, 19, 39-47.
22. Mohammadi, A., Majidi, E., Bihamta, M. R. & Heidari Sharifabad, H. (2006). Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristics in some wheat cultivars. *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 73, 184-192. (in Farsi)
23. Premachandra, G. C., Saneoka, H. & Fujita, K. (1992). Leaf water relations, osmotic adjustment, cell membrane stability, epicuticular wax load, and growth as affected by increasing deficits in sorghum. *Experimental Botany*, 43, 279-315.
24. Ritchie, S.W. & Nguyen, H.T. (1990). Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, 30, 105-111.
25. Sangwan, N.S. & Abad Farooq, A.H. (1994). Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. *New Phytologist*, 128, 173-179.
26. Shao, H.B., Liang, Z.S. & Shao, M.A. (2005). Changes of some anti-oxidative enzymes under soil water deficits among 10 wheat genotypes at maturation stage. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 45, 7-13.
27. Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. *Field Crop Research*, 98, 222-229.
28. Slama, I., Messedi, D., Ghnaya, T., Savoure, A. & Abdelly, C. (2006). Effects of water deficit on growth and proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. *Environmental and Experimental Botany*, 56, 231-238.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 47, No. 2, Summer 2016

Investigation of drought stress tolerance and adaptation in iranian endemic coriander (*Coriandrum sativum* L.) populations

Peyman Eynizadeh[1], Hamid Dehghani[2*] and Mostafa Khodadadi[3]
1, 2, 3. Former M. Sc. Student, Associate Professor and Former Ph. D. Student, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, P.O. Box 14115-336, Iran
(Received: Dec. 10, 2014 - Accepted: Feb. 25, 2015)

ABSTRACT

In order to investigate drought stress tolerance and adaptation in 15 Iranian endemic coriander (*Coriandrum sativum* L.), three experiments were conducted separately through randomized complete block design whit three replications in field conditions. In experiments, the coriander populations were well watered, stressed at one step and stressed gradually, respectively. In this research, 17 phonological, morphological and physiological traits were measured. Results of univariate and multivariate combined analysis of variance showed the difference among experiments and coriander populations for drought tolerance. Means comparison through LSD test showed significant difference among experiments for the most of traits. The highest effect of drought stress was on the fruit yield. Three dimensional diagrams based on geometric mean productivity for fruit yield and fruit essential oil content revealed that P_{10} can be introduced for fruit and essential oil production in regions that have drought stress problem at the end of growth season. The highest broad sense heritability was observed for fruit number per plant in the first experiment and harvest index in both drought stressed experiments. By considering heritability and genetic gain of fruit number and fruit yield traits, production of hybrid variety can be suggested for improving these traits.

Keywords: Drought tolerance, fruit essential oil, fruit yield, genetic advance.

* Corresponding author E-mail: dehghanr@modares.ac.ir Tel: +98 21 48292040; +98 912 5144820

www.SID.ir