Archive of SID

برآورد پارامترهای ژنتیکی، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی توده‌های بومی گشنیز ایران

امیر قلی‌زاده[۱]، حمید دهقانی[۲،*] و مصطفی خدادادی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- دانش‌آموخته دکتری، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۰ – تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۱)

چکیده

در هر برنامه اصلاحی، آگاهی از نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده توارث صفات اهمیت فراوانی دارد. در این تحقیق به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی صفات، نتاج حاصل از تلاقی دی‌آلل ٦ ژنوتیپ گشنیز در نسل‌های F_1 و F_2 مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه شرایط متفاوت آبیاری به طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در هر آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس ژنتیکی حاکی از معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تمامی صفات مورد بررسی بود که نشان‌دهنده اهمیت اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بود. اثرات افزایشی در کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک مهم‌تر بودند؛ در حالی که نقش اثرات غیرافزایشی ژنی در کنترل صفات شاخص برداشت و عملکرد میوه بیشتر از اثرات افزایشی بود. بنابراین تهیه دورگ‌های برتر با استفاده از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر آزمون نتاج در جهت بهبود این صفات موثر خواهد بود. همچنین در میان والدهای انتخاب شده، والد P_4 در آبیاری معمولی و تنش خشکی ملایم و والد P_6 در تنش خشکی شدید، بهترین والدها برای استفاده به عنوان والد دهنده در توسعه واریته‌های گشنیز با عملکرد بالا بودند.

واژگان کلیدی: اثر ژن، ترکیب‌پذیری خصوصی، ترکیب‌پذیری عمومی، دی‌آلل، گشنیز

* نویسنده مسئول، آدرس پست الکترونیکی: **dehghanr@modares.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گشنیز با نام علمی *Coriandrum sativum* L. گیاهی علفی و یکساله متعلق به خانواده چتریان است که منشأ آن نواحی شرق مدیترانه گزارش شده است. گشنیز در بسیاری از نقاط ایران از جمله استان‌های همدان، قزوین، آذربایجان، کرمان، کرمانشاه، بوشهر، سیستان و بلوچستان و یزد کشت می‌گردد. گشنیز علاوه بر مصرف خوراکی (استفاده از برگ‌های تازه و خشک آن)، در رفع مشکلات دستگاه گوارش، کاهش اشتها، تشنج، بیخوابی و اضطراب استفاده می‌شود (Volatil, 2000). همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد دیابت، ضد سرطان و ضد جهش آن به اثبات رسیده است (Burt, 2004; Cantore *et al*., 2004; Kubo *et al*., 2004; Wangensteen *et al*., 2004; Gallagher *et al*., 2003; Chithra and Leelamma, 2000).

تنش‌های محیطی سبب بروز دامنه وسیعی از تغییر بیان ژن و متابولیسم سلول تا تغییر در سرعت رشد و عملکرد محصولات می‌شوند (Reddy *et al*., 2004). نتایج تحقیقات موجود، حاکی از این است که خواص کمی و کیفی بسیاری از گیاهان دارویی متعلق به خانواده چتریان به شدت تحت تاثیر کم آبی قرار می‌گیرد (Zehtab-Salmasi *et al*., 2006). بروز تنش خشکی طی مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحله زایشی سبب کاهش طول دوره فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه، سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده ساقه به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه و بیوماس تولیدی می‌شود. بنابراین دستیابی به ژنوتیپ‌هایی که تحت شرایط تنش خشکی عملکرد میوه و بیوماس مطلوب داشته باشند، از اهداف اصلاحی در گیاهان دارویی می‌باشند. مشخص شده است که با ثبات‌ترین و ارزانترین روش افزایش عملکرد (شامل دانه و زیست‌توده) در گیاهان توسط به‌نژادی آنها صورت می‌گیرد و موفقیت برنامه اصلاحی کاملاً وابسته به انتخاب دقیق والدین برای تلاقی است (Blank *et al*., 2012).

برای دستیابی به این اهداف، ابتدا باید توده‌های مختلف از نظر وجود تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و نیز نوع عمل ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد میوه و بیوماس و صفات مرتبط با آنها مورد بررسی قرار گیرند تا روش‌های اصلاحی مناسب برای دستیابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد و میزان بیوماس مطلوب مشخص شود. به منظور طراحی و اجرای یک برنامه به‌نژادی مؤثر و مفید آگاهی از نحوه کنترل ژنتیکی ضروری است. این امر می‌تواند از هدر رفتن وقت و انرژی در مراحل بعدی جلوگیری نماید. ارقام دارای ترکیب‌پذیری عمومی (General Combining Ability) بالا با دارا بودن اثرات افزایشی بیشتر قادر هستند صفت مطلوب خود را به راحتی به نتاج خود منتقل نمایند. از ارقام دارای ترکیب‌پذیری خصوصی (Specific Combining Ability) بالا نیز می‌توان در برنامه‌های دورگ‌گیری و تولید هیبرید استفاده نمود. همچنین آگاهی از نوع عمل ژن و میزان وراثت‌پذیری صفات نقش مهمی در میزان موفقیت برنامه‌های اصلاحی دارد (Falconer and Mackay, 1996). دستیابی به چنین اطلاعاتی از طریق طرح‌های تلاقی مانند تلاقی‌های دی‌آلل، تجزیه میانگین نسل‌ها و کاربرد ژنتیک کمی امکان‌پذیر است. طرح تلاقی دی‌آلل به عنوان روشی مناسب و کارا توسط متخصصین اصلاح نباتات برای شناخت نوع عمل ژن‌ها، برآورد ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، اجزای ژنتیکی و وراثت‌پذیری در گیاهان دارویی و دیگر گیاهان به کار گرفته شده است (Khan *et al*., 2009; Blank *et al*., 2012; Townsend *et al*., 2013; Sadeghzadeh-Ahari *et al*., 2015; Mohammadi and Roustaie, 2016; Khodadadi *et al*., 2016b; Khodadadi *et al*., 2017; Valizadeh *et al*., 2017). این نوع طرح تلاقی از طریق برآورد پارامترهای ژنتیکی مفید برای به‌نژادگر، زمینه انتخاب مناسب‌ترین والدین را جهت بهبود صفات مورد نظر فراهم می‌کند (Griffing, 1956).

با توجه به اینکه پتانسیل تحمل به خشکی در گشنیز گزارش شده است (Khodadadi *et al*., 2016a) و ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است؛ بنابراین مطالعه در زمینه نحوه کنترل ژنتیکی صفات عملکرد میوه

www.SID.ir

Archive of SID

و میزان بیوماس تولیدی و همچنین صفات مرتبط با آنها تحت شرایط تنش خشکی ضروری بنظر می‌رسد. ازاین‌رو، مطالعه حاضر به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی و نحوه توارث صفات مرتبط با عملکرد میوه و میزان بیوماس تولیدی در گشنیز اجرا شد، تا روش اصلاحی و والدین مناسب برای دستیابی به واریته‌های با عملکرد میوه و میزان بیوماس بالا مشخص شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ٦ توده بومی گشنیز شامل توده تجاری کرج (P_1)، مرکزی (P_2)، اصفهان (P_3)، مازندران (P_4)، همدان (P_5) و بوشهر (P_6) به عنوان والدین تلاقی‌های دی‌آلل یکطرفه استفاده شد. در انتخاب والدین ضمن توجه به وجود تنوع ژنتیکی از نظر صفات ظاهری و زراعی، سعی گردید که توده‌ها از نواحی جغرافیایی مختلف انتخاب گردند. به منظور همزمانی در گلدهی و امکان افزایش تعداد تلاقی و تولید بذور F_1، کشت در سه تاریخ کشت با فواصل دو هفته‌ای در گلخانه و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، انجام شد. تلاقی‌ها به صورت دستی انجام شد. پس از حصول بذر F_1 بخشی از بذور هر تلاقی جهت تولید بذور F_2 در گلخانه کشت شدند. به منظور جلوگیری از دگرگرده‌افشانی توسط حشرات، هر بوته در مرحله گلدهی توسط توری‌های پارچه‌ای ایزوله شد تا از خودگشنی کامل ژنوتیپ‌ها اطمینان حاصل شود. بذور ٣٦ ژنوتیپ شامل (٦ والد، ١٥ هیبرید F_1 و ١٥ نتاج نسل F_2) در فروردین ماه ١٣٩٥ در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس کشت گردیدند. بر پایه تحقیقات پیشین کشت با تراکم ١٥ cm^2 ×٣٠ در هر کرت انجام شد (Khodadadi *et al.*, 2016b; Khodadadi *et al.*, 2017). نحوه آبیاری و اعمال تنش برای ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های مختلف به صورتی بود که در آزمایش اول (آبیاری نرمال)، آبیاری در زمان رسیدن رطوبت خاک به ٥٠٪ آب در دسترس گیاه انجام شد. در آزمایش دوم (تنش ملایم) در مرحله اول، از زمان ساقه‌دهی تا شروع تشکیل میوه، آبیاری زمانی انجام شد که رطوبت خاک به ٣٠٪ آب در دسترس گیاه رسیده بود و پس از این مرحله، آبیاری قطع شد. در آزمایش سوم (مربوط به تنش شدید)، آبیاری تا زمان شروع تشکیل میوه بصورت نرمال انجام و پس از این مرحله آبیاری قطع شد. همچنین در طول فصل رشد، کوددهی با توجه به نیاز گیاه و وجین علف‌های هرز بصورت دستی انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد شاخه، عملکرد میوه، عملکرد بیولوژیک (بیوماس گیاه) و شاخص برداشت بودند.

تجزیه و تحلیل آماری: ابتدا نرمال بودن خطاهای آزمایشی از طریق آزمون کولموگروف–سیمروف (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948) و همچنین همگنی واریانس‌های درون تیماری با استفاده از نرم افزار SPSS 20 (SPSS, 2010) انجام شد. در مرحله بعد تجزیه واریانس مرکب بر روی صفات انجام پذیرفت. مقایسات میانگین صفات در محیط‌های مختلف به طور جداگانه با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام گرفت. با توجه به وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها، تجزیه دی‌آلل به روش گریفینگ انجام شد (Griffing, 1956). سپس تجزیه واریانس برای ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) با استفاده از روش دوم، مدل اول گریفینگ با استفاده از برنامه DIALLEL-SAS انجام شد (Zhang *et al.*, 2005).

برآوردهای واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (σ_g^2) و واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (σ_s^2) جهت تخمین واریانس افزایشی (σ_A^2)، واریانس غالبیت (σ_D^2)، وراثت‌پذیری عمومی (h_B^2) و وراثت‌پذیری خصوصی (h_N^2) با استفاده از مدل تصادفی انجام گرفت (Zhang *et al.*, 2005) به منظور محاسبه وراثت‌پذیری عمومی (h_B^2) و وراثت‌پذیری خصوصی (h_N^2) از روابط زیر استفاده شد (Kalb and Davis, 1984).

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه ۱
$$h_B^2 = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_D^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}}$$

رابطه ۲
$$h_N^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}}$$

برای محاسبه واریانس افزایشی و غالبیت از فرمول‌های زیر استفاده شد (Griffing, 1956).

رابطه ۳
$$\sigma_A^2 = \frac{4}{1+F}\sigma_{GCA}^2$$

رابطه ٤
$$\sigma_D^2 = \frac{4}{(1+F)^2}\sigma_{SCA}^2$$

که در آن σ_{GCA}^2 و σ_{SCA}^2 به ترتیب واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و F ضریب خویش‌آمیزی است. در این مطالعه به علت استفاده از جمعیت F_2 مقدار ضریب ناشی از خویش‌آمیزی ۰/۵ در نظر گرفته شد. همچنین در این مطالعه از شاخص عامل تشخیص (Prediction Factor) استفاده شد که به طریق ذیل محاسبه می‌شود (Baker, 1978).

رابطه ۵
$$PF = \frac{2\sigma_g^2}{2\sigma_g^2 + \sigma_s^2}$$

از فاکتور تشخیص به عنوان معیاری جهت مقایسه اهمیت نسبی واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (σ_g^2) و واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (σ_s^2) استفاده شده است.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات: نتایج نشان داد که اثر محیط برای کلیه صفات مورد بررسی در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). به این مفهوم که محیط بدون تنش و تنش خشکی اثر یکسانی بر روی صفات مذکور نداشتند. یکی از دلایل آن این است که بیشتر صفات مذکور به دلیل زمان بروز و تکمیل شدن آن‌ها و عوامل دیگر، بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند و بخش عمده‌ای از دوره تداوم این صفات مانند عملکرد بیولوژیک و عملکرد میوه در مراحل انتهایی رشد گیاه است که به طور معنی‌داری تحت تأثیر تغییرات شرایط تنش قرار گرفتند. همچنین بین ژنوتیپ‌ها در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 از نظر کلیه صفات، تنوع قابل ملاحظه‌ای در هر سه محیط وجود داشت (جدول ۱) که مفهوم آن این بود که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر کلیه صفات مورد بررسی وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز برای کلیه صفات در هر دو نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود (جدول ۱)، به این مفهوم که واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به شرایط متفاوت بدون تنش و تنش خشکی یکسان نبوده است. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای کلیه صفات معنی‌دار بود (جدول ۱) که بیانگر اهمیت توام اثرات افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 بود. همچنین اثر متقابل GCA در محیط و SCA در محیط برای کلیه صفات در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود (جدول ۱). به طور کلی معنی‌دار شدن اثر متقابل GCA با محیط برای تمامی صفات، حساسیت اثر افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات را به محیط نشان می‌دهد و از طرف دیگر، بیانگر این موضوع است که والدینی که در یک شرایط محیطی (بدون تنش یا تنش خشکی) از GCA مناسبی برخوردار هستند فقط در همان محیط می‌توانند به عنوان یک ترکیب‌شونده مناسب مدنظر قرار گیرند و به نتاج صفت خود را انتقال دهند و این امکان وجود دارد که در شرایط محیطی دیگر والد دیگری به عنوان ترکیب‌شونده مناسب انتخاب گردد. به طور مشابه معنی‌دار شدن اثر متقابل بین SCA با محیط برای همه صفات بیانگر این موضوع است که در هر شرایط (بدون تنش و تنش خشکی) ترکیبات هیبریدی مختص به آن محیط باید در برنامه‌های اصلاحی مدنظر قرار گیرد. لذا هیبریدهایی که در یک محیط از خصوصیات مناسبی برخوردار هستند نمی‌توانند در محیط‌های دیگر همان بازدهی را داشته باشند که دلیل عمده آن حساسیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها به محیط است.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین معنی‌دار شدن اثر متقابل GCA با محیط و SCA با محیط بیانگر حساسیت هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی به محیط است. لذا در این صفات نیز باید برآورد اثرات ژنی، ترکیب‌پذیری‌ها و تجزیه ژنتیکی در هر محیط به طور جداگانه صورت گیرد. مطالعات نشان داده است که ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای اکثر صفات در گشنیز، با تغییرات محیطی اثرات متقابل نشان می‌دهد (Khodadadi *et al*., 2016b; Khodadadi *et al*., 2017). با توجه به معنی‌دار بودن اثر محیط برای کلیه صفات مورد بررسی در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2، در ادامه تأثیر تنش خشکی بر صفات مورد بررسی مورد بحث قرار گرفت.

اثر تنش خشکی بر صفات مورد بررسی: تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و تعداد برگ در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های گشنیز نیز از لحاظ صفات مذکور تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ برای این صفات معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوری که در شرایط آبیاری معمولی بیشترین مقدار ارتفاع بوته و تعداد برگ به ترتیب متعلق به تلاقی‌های $H_3\times4$ (۶۰/۳۷ سانتی‌متر در F_1 و ۵۸/۱۴ سانتی‌متر در F_2) و $H_4\times6$ (۲۵۱/۴۳ عدد در F_1 و ۲۳۵/۱۹ عدد در F_2) در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بود (داده‌ها نشان داده نشده است). همچنین در شرایط آبیاری معمولی، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_1\times4$ (۴۵/۸۳ گرم در F_1 و ۳۰/۰۰ گرم در F_2) بود. در شرایط تنش ملایم بیشترین مقدار ارتفاع بوته در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_4\times5$ (۵۱/۱۰ سانتی‌متر) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_1\times4$ (۵۰/۸۴ سانتی‌متر) بود. همچنین در شرایط تنش ملایم بیشترین مقدار تعداد برگ و عملکرد بیولوژیک در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_1\times4$ بود. در شرایط تنش شدید بیشترین مقدار ارتفاع بوته در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1\times4$ (۴۸/۷۳ سانتی‌متر) و در نسل F_2 متعلق به والد P_1 (۴۵/۵۳ سانتی‌متر) بود. در این شرایط بیشترین مقدار تعداد برگ در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_1\times5$ (۶۶/۸۷ عدد در F_1 و ۶۶/۵۵ عدد در F_2) بود. همچنین در شرایط تنش شدید بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1\times4$ (۸/۴۷ گرم) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_4\times5$ (۸/۲۷ گرم) بود. میانگین صفات در شرایط مختلف آبیاری در جدول ۲ ذکر گردیده است. در مجموع نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش صفات عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و تعداد برگ در مقایسه با شرایط آبیاری معمولی کاهش یافتند (جدول ۲). در واقع تنش خشکی با محدودیت‌هایی که در جذب آب توسط گیاه و همچنین جذب عناصر غذایی برای گیاه ایجاد می‌کند باعث کاهش بیوماس تولیدی می‌شود (Ashraf and Foolad, 2007). به عقیده بسیاری از پژوهشگران، نخستین و حساسترین واکنش نسبت به کمبود آب، کاهش در آماس سلول و در نتیجه کاهش رشد می‌باشد (Larcher, 1995; Mandal *et al*., 2008). به نظر می‌رسد که کاهش عملکرد و رشد گیاه گشنیز تحت تنش در نتیجه محدودیت آبی ناشی از اعمال تیمار تنش باشد که رشد و توسعه سلول‌ها را کاهش داده و در نهایت، رشد گیاه را محدود می‌کند. کاهش وزن تک بوته در طی افزایش سطح تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش تعداد و سطح برگ تولیدی و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد. سایر محققین نیز کاهش عملکرد گیاه را با افزایش شدت تنش گزارش کرده‌اند (Sreevalli *et al*., 2001; Tawfik, 2008; Ahmadian *et al*., 2011).

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد شاخه گیاه گشنیز در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های گشنیز نیز از لحاظ تعداد شاخه تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱).

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات در نسل‌های F_1، F_2 و والدین تحت شرایط تنش خشکی

Table 1. Combined analysis of variance for traits in the F_1 and F_2 progenies and their parents under drought stress condition

Source	df	Mean Squares											
		PH		NL		BN		BY		FY		HI	
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Environment (E)	2	1019.62**	1312.24**	228171.67**	212208.99**	748.53**	731.13**	5750.33**	4921.54**	1162.69**	686.94**	0.50**	0.17**
Replication (E)	6	8.16	6.42	32.03	138.97	0.91	1.10	8.24	9.01	13.61	12.55	0.14	0.17
Genotype (G)	20	192.64**	155.84**	4022.92**	3635.45**	24.22**	17.52**	243.06**	196.05**	114.30**	58.60**	1.23**	0.81**
G × E	40	26.11**	20.45**	2032.50**	1670.03**	4.78**	2.52**	91.65**	73.62**	11.42**	5.80**	0.13**	0.08**
GCA	5	676.80**	583.70**	13825.23**	12624.05**	76.23**	61.43**	781.85**	650.45**	225.29**	138.37**	2.80**	2.01**
SCA	15	31.26**	13.22**	755.49**	639.25**	6.88**	2.89**	63.47**	44.59**	77.31**	32.01**	0.71**	0.40**
GCA × E	10	51.95**	43.69**	5842.80**	5196.40**	8.86**	4.79**	256.978**	207.24**	25.57**	15.35**	0.18**	0.10**
SCA × E	30	17.49**	12.70**	762.39**	494.57**	3.42**	1.76**	36.545**	29.08**	6.70**	2.61**	0.12**	0.07**
Error	120	6.76	4.30	138.97	135.96	1.25	0.69	6.68	6.06	1.12	1.10	0.02	0.03

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد. PH: ارتفاع بوته، NL: تعداد برگ، BN: تعداد شاخه، BY: عملکرد بیولوژیک، FY: عملکرد میوه، HI: شاخص برداشت، GCA: قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی، SCA: قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی

** is significant at 1% level of probability. Plant height (PH), number of leaf (NL), branch number (BN), biological yield (BY), fruit yield (FY), harvest index (HI), general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA)

جدول ۲- میانگین صفات مختلف در شرایط متفاوت آبیاری در نسل F_1 و F_2 گشنیز

Table 2. The mean of different traits under different irrigation conditions in F_1 and F_2 generations of coriander

Water treatment	F_1						F_2					
	PH	NL	BN	BY	FY	HI	PH	NL	BN	BY	FY	HI
Well Watered	49.72	162.84	13.19	24.13	11.08	0.52	49.41	160.03	13.13	22.87	8.83	0.45
Moderate Water Stress	43.48	64.33	9.23	9.45	5.42	0.63	42.09[b]	63.64[b]	9.04	9.43	4.46	0.51
Sever Water Stress	42.20	53.69	6.32	6.20	2.66	0.45	41.03	55.82	6.37	6.21	2.36	0.41

PH: ارتفاع بوته، NL: تعداد برگ، BN: تعداد شاخه، BY: عملکرد بیولوژیک، FY: عملکرد میوه، HI: شاخص برداشت

Plant height (PH), number of leaf (NL), branch number (BN), biological yield (BY), fruit yield (FY), harvest index (HI)

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط آبیاری معمولی بیشترین مقدار تعداد شاخه در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1 \times 4$ (۱۸/۱۰ عدد) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_4 \times 5$ (۱۶/۷۸عدد) بود. در شرایط تنش ملایم بیشترین مقدار تعداد شاخه در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_4 \times 6$ (۱۲/۸۳ عدد) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_1 \times 4$ (۱۱/۳۵ عدد) بود. همچنین در شرایط تنش شدید بیشترین مقدار تعداد شاخه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_1 \times 4$ (۸/۲۰ عدد در F_1 و ۸/۱۳ عدد در F_2) بود. نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی صفت تعداد شاخه در مقایسه با شرایط آبیاری معمولی کاهش یافت (جدول ۲). علت کاهش رشد و تعداد شاخه در تنش خشکی این‌طور بیان شده است که فعالیت انزیم ایندول استیک اسید اکسیداز (IAAO) در بافت‌های گیاهی که دارای رشد سریعی می‌باشند، بسیار کم است ولی فعالیت این آنزیم در شرایط تنش خشکی افزایش یافته و موجب تجزیه هورمون اکسین در گیاه می‌گردد. رزمجو و همکاران (Razmjoo *et al*., 2008) بیان کردند که افزایش دور آبیاری از ۲ روز به ۱۰ روز باعث کاهش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در گیاه بابونه می‌گردد. همچنین فاکرباهر و همکاران (Fakerbaher *et al*., 2002) تاثیر تنش آبی را بر ارتفاع و تعداد شاخساره مرزه بررسی کردند و نشان دادند که بالاترین سطح تنش آبی، ارتفاع بوته و تعداد شاخساره مرزه را بطور معنی‌داری کاهش داد. طبق مطالعات پیشین تنش خشکی نیز منجر به کاهش تعداد شاخهٔ فرعی در ریحان و بادرشبو شده است (Hassani and Omidbaigi, 2002; Safikhani, 2006) که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد.

اثر تنش خشکی بر عملکرد میوه گشنیز در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌های گشنیز نیز از لحاظ عملکرد میوه تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری معمولی بیشترین مقدار عملکرد میوه در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_4 \times 6$ (۲۱/۰۳ گرم) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_1 \times 4$ (۱۵/۲۷ گرم) بود. در شرایط تنش ملایم بیشترین مقدار عملکرد میوه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_4 \times 6$ (۱۲/۰۳ گرم در F_1 و ۱۰/۲۹ گرم در F_2) بود. همچنین در شرایط تنش شدید بیشترین مقدار عملکرد میوه در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1 \times 6$ (۵/۷۷ گرم) و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_4 \times 6$ (۵/۲۷ گرم) بود. نتایج میانگین عملکرد میوه در شرایط آبیاری مختلف نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی عملکرد میوه در مقایسه با شرایط آبیاری معمولی کاهش یافت (جدول ۲). بروز تنش خشکی طی مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحله زایشی سبب کاهش طول دوره فتوسنتزی، انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه، سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده ساقه به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. تنش خشکی علاوه بر محدود کردن منبع (کاهش سطح برگ و غیره)، سبب کاهش قدرت مخزن (کاهش تعداد دانه در چتر و غیره) و ظرفیت ذخیره‌ای می‌شود (Zhang and John, 2005). بنابراین کاهش منبع و فتوسنتز جاری از طرفی و کاهش مقدار انباشت و انتقال مجدد مواد از طرفی دیگر، موجب کاهش عمکرد دانه می‌شود. محققان علت کاهش عملکرد دانه را با افزایش فواصل آبیاری، کاهش اجزای عملکرد از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، و تعداد دانه در چترک عنوان کرده‌اند (Zehtab-Salmasi *et al*., 2006; Noroozi-Shahri *et al*., 2015).

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر شاخص برداشت گیاه گشنیز در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 معنی‌دار بود. ژنوتیپ‌های گشنیز نیز از لحاظ شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). به طوری که در شرایط آبیاری معمولی بیشترین مقدار شاخص برداشت در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_5 \times 6$ (۰/۹۵ در F_1 و ۰/۶۹ در F_2) بود. در شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

تنش ملایم بیشترین مقدار شاخص برداشت در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_1 \times 6$ (۱/۷٤ در F_1 و ۱/۲۰ در F_2) بود. همچنین در شرایط تنش شدید بیشترین مقدار تعداد شاخه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 متعلق به تلاقی $H_4 \times 6$ (۱/۱۹ در F_1 و ۱/۰۸ در F_2) بود. نتایج نشان داد که تحت شرایط تنش ملایم بیشترین شاخص برداشت مشاهده شد (جدول ۲). بهبود شاخص برداشت به یک افزایش ظرفیت فیزیولوژی فتوسنتز و انتقال آن‌ها به درون اندام‌های اقتصادی مهم (دانه‌ها) اشاره دارد (Golparvar *et al*., 2002). بنابراین، افزایش عملکرد دانه از طریق تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن (دانه‌ها) عملی خواهد بود که در این صورت شاخص برداشت افزایش محسوسی خواهد داشت. به طور کلی، نتایج به دست آمده مبین این موضوع می‌باشد که در شرایط تنش ملایم، افزایش شاخص برداشت سبب کارآیی بیشتر توزیع مجدد ماده خشک به دانه می‌شود که این امر امکان استفاده از شاخص برداشت در برنامه‌های اصلاحی برای عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم را امکان‌پذیر می‌کند. در واقع در شرایط تنش ملایم گیاه گشنیز ترجیح می‌دهد که انرژی خود را صرف عملکرد اقتصادی (میوه) کند و عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد.

وراثت‌پذیری: نتایج نشان داد که در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 و در هر سه شرایط آبیاری مختلف، ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) برای همه صفات معنی‌دار به دست آمد (جدول ۳). بنابراین این مواد ژنتیکی پتانسیل خوبی برای استفاده در به‌نژادی گشنیز دارند. بالا بودن اثر معنی‌دار GCA نشان‌دهنده اثر افزایشی ژن‌ها و احتمالاً اثر متقابل افزایشی در افزایشی است (Griffing, 1956). این خصوصیت بیان‌کننده میزان ارزش اصلاحی صفت است. هرچه این اثر در بین مواد اصلاحی بیشتر باشد، بدان معنی است که شانس موفقیت اصلاح آن صفت در جمعیت بیشتر است. در مورد همه صفات اندازه‌گیری شده، میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) بیشتر از میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) بود (جدول ۳) که این امر نشان‌دهنده اهمیت بیشتر واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت بود. در گزارش‌های دیگری که در مورد گشنیز و دیگر گیاهان منتشر شده، نیز اهمیت بیشتر واریانس افزایشی نسبت به واریانس غالبیت مشاهده می‌شود (Joshi *et al*., 2004; Sayar *et al*., 2007; Khodadadi *et al*., 2017). بالا بودن اثر افزایشی ژن نشان‌دهنده وراثت‌پذیری خصوصی بالا و اثر کمتر محیط بر آن و نیز نتیجه اثر متقابل ضعیف ژنی بوده و منجر به موفقیت بیشتر در گزینش می‌شود. با این وجود، در روش‌های اصلاحی باید وجود هر دو نوع واریانس افزایشی و غالبیت را در نظر گرفت (Topal *et al*., 2004). ترکیب‌پذیری خصوصی برای برخی از صفات معنی‌دار به دست آمد (جدول ۳). با توجه به اینکه این اثر مربوط به هتروزیس است و تولید گشنیز هیبرید به دلیل داشتن گل‌های ریز و مشکلات تکنیکی تلاقی دادن هنوز عملی نیست، بنابراین نمی‌توان از آن به طور مستقیم استفاده نمود. البته در صورتی که هتروزیس به دلیل اثر غالبیت ژن‌ها (تئوری غالبیت هتروزیس) و نه فوق غالبیت باشد، بدان معنی است که می‌توان دو والدی که بیشترین هتروزیس را نشان می‌دهند، تلاقی داده و در نسل‌های آینده افرادی که بیشترین تعداد آلل مطلوب را دارند انتخاب کرد.

اجزای ژنتیکی برآورد شده برای صفات مورد مطالعه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 در جدول ۳ آورده شده است. در این مطالعه از فاکتور تشخیص (PF) به عنوان معیاری در جهت مقایسه اهمیت نسبی واریانس ترکیب‌پذیری عمومی (σ_g^2) و واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی (σ_s^2) استفاده شده است. به طوری که هرچقدر میزان فاکتور تشخیص به عدد یک نزدیک‌تر باشد، بیانگر اهمیت بیشتر اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی صفت مورد مطالعه می‌باشد. میزان انحراف فاکتور تشخیص از عدد یک بیانگر نقش بیشتر اثرات غالبیت در کنترل ژنتیکی صفت مورد

www.SID.ir

Archive of SID

نظر می‌باشد (Banerjee and Kole, 2009). مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری صفات در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 در جدول ۳ آورده شده است.

در هر سه رژیم آبیاری مورد مطالعه، مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ و عملکرد بیولوژیک در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بالا بود (جدول ۳). این نتایج بیانگر اهمیت بیشتر اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفات می‌باشد. در صفاتی که اثرات افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار است و وراثت‌پذیری خصوصی بالاتری دارند، انتخاب تلاقی‌های برتر در نسل‌های اولیه درحال تفکیک F_2 و استفاده از روش‌های انتخاب شجره‌ای می‌تواند در جهت بهبود این صفات موثر واقع شود. لذا جمعیت F_2 می‌تواند بعنوان یک جامعه مبنا در شروع برنامه اصلاحی بکار گرفته شود.

مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی صفت تعداد شاخه تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی شدید در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بالا بود. در حالی که این صفت در شرایط تنش ملایم از مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی متوسط در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 برخوردار بود (جدول ۳)، که بیانگر اهمیت توام اثرات افزایشی و غالبیت در کنترل ژنتیکی صفت تعداد شاخه در شرایط تنش ملایم بود. اهمیت توام اثرات افزایشی و غالبیت در کنترل ژنتیکی یک صفت بیانگر کارایی توام روش‌های مبنی بر انتخاب و تولید هیبرید در اصلاح این صفت می‌باشد.

برای صفت عملکرد میوه در نسل F_1 مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی در هر سه رژیم آبیاری مورد مطالعه پایین بود (جدول ۳). مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی پایین برای صفتی بیانگر نقش بیشتر اثرات غیرافزایشی (از جمله غالبیت) در واریانس ژنتیکی آن صفت است. بنابراین به منظور اصلاح عملکرد میوه می‌توان از روش‌های مبنی بر تولید هیبرید استفاده کرد. همچنین به‌نظر میرسد برای صفاتی که توسط اثرات غالبیت کنترل می‌شوند، استفاده از نسل‌های پیشرفته تلاقی سبب افزایش احتمال شکستن لینکاژهای ژنی شود. مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای صفت عملکرد میوه در نسل F_2 در شرایط آبیاری معمولی متوسط بود ولی مقدار فاکتور تشخیص از ۰/۵ بیشتر بود که بیانگر این موضوع است که هر دو عمل افزایشی و غیر افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت در نسل F_2 نقش دارند ولی سهم آثار افزایشی ژن‌ها بیشتر می‌باشد.

اگر کنترل ژنتیکی یک صفت توسط هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها کنترل شود اما سهم آثار افزایشی ژن‌ها نسبتاً بیشتر باشد؛ برای اصلاح جمعیت مورد مطالعه از نظر این صفت ابتدا بهتر است با انتخاب نتاج برتر از آثار افزایشی ژن‌ها استفاده کرد و سپس با تلاقی نتاج برتر در نسل‌های بالاتر از آثار غالبیت ژن‌ها نیز استفاده کرد.

مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی صفت شاخص برداشت تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی ملایم در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 پایین بود (جدول ۳) که بیانگر نقش بیشتر اثرات غیرافزایشی در واریانس ژنتیکی این صفت در این رژیم‌های آبیاری است. در حالی که صفت شاخص برداشت در شرایط تنش شدید از مقادیر فاکتور تشخیص و وراثت‌پذیری خصوصی نسبتاً بالا در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 برخوردار بود (جدول ۳)، که بیانگر نقش بیشتر اثرات افزایشی در کنترل ژنتیکی این صفت در شرایط تنش شدید بود.

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی: برآوردهای ترکیب‌پذبری عمومی والدین برای صفات مختلف ارزیابی شده در نسل‌های F_1 و F_2 در جدول ٤ آورده شده است. معنی‌دار بودن مقادیر مثبت GCA برای برخی از والدین در برخی از صفات نشان‌دهنده پیشرفت ژنتیکی بهتر و بیشتر برای صفات مورد نظر می‌باشد. به عبارت دیگر در نسل‌های اولیه گزینش، می‌توان تغیرات محسوسی در

www.SID.ir

Archive of SID

صفات مورد نظر که GCA بالایی دارند انجام داد و از والدینی که مقدار ترکیب‌پذیری عمومی بالایی دارند استفاده نمود. در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع بوته و تعداد برگ در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 مربوط به والد P_4 بود، در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای ارتفاع بوته و تعداد برگ مربوط به والد P_1 بود (جدول ٤). کمترین ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات ارتفاع بوته و تعداد برگ در هر سه رژیم آبیاری مربوط به والد P_6 بود.

برآوردهای ترکیب‌پذبری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات مختلف ارزیابی شده در نسل‌های F_1 و F_2 در جدول‌های ٥ و ٦ آورده شده است. بیشترین مقدار ترکیب‌پذبری خصوصی برای صفت ارتفاع بوته در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم در نسل F_1 مربوط به تلاقی $H_3\times_4$ بود، در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذبری خصوصی برای صفت ارتفاع بوته مربوط به تلاقی $H_1\times_6$ بود (جدول ٥).

برآوردهای ترکیب‌پذبری خصوصی تلاقی‌ها برای صفات مختلف ارزیابی شده در نسل‌های F_1 و F_2 در جدول‌های ٥ و ٦ آورده شده است. بیشترین مقدار ترکیب‌پذبری خصوصی برای صفت ارتفاع بوته در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم در نسل F_1 مربوط به تلاقی $H_3\times_4$ بود در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذبری خصوصی برای صفت ارتفاع بوته مربوط به تلاقی $H_1\times_6$ بود (جدول ٥). برای صفت ارتفاع بوته در نسل F_2 بیشترین مقدار ترکیب‌پذبری خصوصی در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم به ترتیب مربوط به تلاقی‌های $H_3\times_4$ و $H_1\times_4$ بود در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذبری خصوصی برای صفت ارتفاع بوته مربوط به تلاقی $H_1\times_6$ بود (جدول ٦). لذا این هیبریدها به عنوان بهترین تلاقی‌ها برای افزایش ارتفاع گیاه در نظر گرفته شدند و می‌توانند منشاء بسیار مناسبی برای گزینش ژنوتیپ‌های با ارتفاع بالای بوته جهت برداشت مکانیزه باشند و با توجه به وراثت‌پذیری بالای این صفت پیشرفت ژنتیکی محسوسی را می‌توان پیش‌بینی کرد.

برای صفت تعداد برگ در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بیشترین مقدار ترکیب‌پذبری خصوصی در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم به ترتیب مربوط به تلاقی‌های $H_4\times_6$ و $H_1\times_2$ بود در حالی که در شرایط تنش خشکی تلاقی‌ها ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار برای صفت ارتفاع بوته نداشتند (جداول ٥ و ٦). بنابراین بر اساس نتایج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، والد P_4 در شرایط آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم و والد P_1 در شرایط تنش خشکی برای افزایش ارتفاع و تعداد برگ گیاه مطلوب هستند، در حالی که استفاده از والد P_6 باعث کاهش ارتفاع و تعداد برگ گیاه گشنیز می‌شود. در شرایط تنش خشکی، والد P_6 بهترین گزینه برای اصلاح ژنوتیپ‌ها برای پاکوتاهی است. از آنجا که کوتاه بودن و کوچک بودن جثه گیاه میزان تبخیر و تعرق را کاهش داده و ژنوتیپ را سازگار به شرایط تنش می‌کند، به نظر می‌رسد یکی از دلایلی که این ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ متحمل در این تحقیق استفاده شد همین سازگاری باشد. البته کوچک بودن بیش از حد جثه گیاه اگر چه شاخص برداشت را بالا می‌برد ولی عملکرد نیز به دلیل فتوسنتز کمتر و میزان تولید کمتر کاهش شدید نشان می‌دهد و مطلوب نیست (Blum, 2011). بنابراین والد P_6 اگر چه به عنوان ژنوتیپ متحمل طبقه‌بندی می‌شود، اما به دلیل کوچک بودن چثه گیاه، عملکرد بالایی ندارد و تنها می‌تواند به عنوان منبعی برای ژن‌های تحمل به خشکی استفاده شود و در ترکیب با سایر ژنوتیپ‌ها گیاهی با جثه مناسب بدست آید. همچنین در شرایط آبیاری معمولی، در گشنیز به دلیل استفاده از بیوماس آن باید به دنبال ژنوتیپ‌های با ارتفاع و جثه بزرگ و در عین حال با عملکرد میوه مطلوب بود.

www.SID.ir

Ar

جدول ۳- تجزیه ترکیب‌پذیری و برآوردهای وراثت‌پذیری صفات در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 3. Analysis of combining ability and heritability estimates of traits in non-stress and drought stress conditions

Water treatment	Estimate	PH		NL		BN		BY		FY		HI	
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Well Watered	GCA	260.74**	196.26**	22036.0**	19944.34**	64.00**	45.48**	1147.35**	930.89**	167.36**	95.83**	0.440**	0.360**
	SCA	20.91**	8.05^{ns}	2066.87**	1506.64**	7.69**	3.60**	129.35**	97.48**	47.75**	15.91**	0.192**	0.202**
	Error	6.45	4.37	329.76	345.65	1.96	0.93	16.29	14.81	1.65	1.42	0.007	0.006
	σ_g^2	9.99**	7.84**	832.05**	768.24**	2.35**	1.75**	42.42**	34.73**	4.98*	3.33**	0.010^{ns}	0.007^{ns}
	σ_s^2	4.82**	1.23^{ns}	579.04**	387.00**	1.91**	0.89**	37.69**	27.56**	15.37**	4.83**	0.062**	0.065**
	h_B^2	0.92	0.94	0.95	0.96	0.91	0.95	0.96	0.97	0.98	0.97	0.97	0.99
	h_N^2	0.74	0.85	0.71	0.72	0.65	0.71	0.66	0.63	0.38	0.49	0.24	0.14
	PF	0.81	0.93	0.74	0.80	0.71	0.80	0.69	0.72	0.39	0.58	0.25	0.17
Moderate Water Stress	GCA	342.51**	315.92**	2841.38**	2553.70**	20.01**	14.90**	134.06**	120.12**	88.09**	57.49**	1.73**	1.022**
	SCA	28.83**	17.77**	145.92**	86.01**	5.20**	2.41**	5.77**	4.02^{ns}	35.04**	16.39**	0.58**	0.239**
	Error	9.01	4.71	37.15	28.43	1.34	0.90	2.69	2.56	0.90**	1.14	0.03	0.041
	σ_g^2	13.07**	12.42**	112.31**	102.82**	0.62*	0.52**	5.35**	4.84**	2.21^{ns}	1.71*	0.05*	0.033**
	σ_s^2	6.60**	4.35**	36.25**	19.19**	1.29**	0.51**	1.02*	0.49^{ns}	11.38**	5.08**	0.18**	0.066**
	h_B^2	0.92	0.96	0.95	0.97	0.85	0.88	0.93	0.94	0.98	0.97	0.97	0.94
	h_N^2	0.73	0.78	0.82	0.86	0.42	0.53	0.85	0.88	0.27	0.33	0.34	0.40
	PF	0.80	0.85	0.86	0.91	0.49	0.67	0.91	0.95	0.28	0.40	0.34	0.50
Sever Water Stress	GCA	177.46**	158.88**	633.46**	518.80**	9.95**	10.62**	14.40**	13.93**	20.98**	15.76**	0.98**	0.827**
	SCA	16.51**	12.81**	67.49^{ns}	35.75^{ns}	0.83^{ns}	0.40^{ns}	1.44^{ns}	1.25^{ns}	7.91**	4.93**	0.16**	0.105**
	Error	4.80	3.82	49.99	33.80	0.45	0.25	1.05	0.82	0.80	0.75	0.02	0.028
	σ_g^2	6.71**	6.09**	23.58**	20.13**	0.38**	0.43**	0.54**	0.53**	0.54^{ns}	0.45*	0.03**	0.030**
	σ_s^2	3.90**	3.00**	5.83^{ns}	0.65^{ns}	0.13^{ns}	0.05^{ns}	0.13^{ns}	0.14^{ns}	2.37**	1.39**	0.05**	0.026**
	h_B^2	0.92	0.94	0.76	0.83	0.86	0.94	0.78	0.86	0.93	0.93	0.94	0.93
	h_N^2	0.71	0.71	0.68	0.81	0.73	0.87	0.69	0.73	0.29	0.32	0.51	0.59
	PF	0.77	0.80	0.89	0.98	0.86	0.94	0.89	0.88	0.31	0.39	0.59	0.70

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱. σ_g^2: واریانس ترکیب‌پذیری عمومی، σ_s^2: واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی، h_B^2: وراثت‌پذیری عمومی، h_N^2: وراثت‌پذیری خصوصی، PF: فاکتور تشخیص. PH: ارتفاع بوته، NL: تعداد برگ، BN: تعداد شاخه، BY: عملکرد بیولوژیک، FY: عملکرد میوه، HI: شاخص برداشت

^{ns}, * and **: non-significant & significant at the 0.05 & 0.01, respectively. Variance of general combining ability (σ_g^2), variance of specific combining ability (σ_s^2), PF: prediction factor. Plant height (PH), number of leaf (NL), branch number (BN), biological yield (BY), fruit yield (FY), harvest index (HI)

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین بر اساس نتایج ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، والد P_4 در شرایط آبیاری معمولی برای افزایش ارتفاع و تعداد برگ گیاه (جثه گیاه) مطلوب است.

در هر سه رژیم آبیاری بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای صفات تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 مربوط به والد P_4 بود و کمترین ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفات در هر سه رژیم آبیاری مربوط به والد P_6 بود (جدول ٤). برای صفت تعداد شاخه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی در رژیم آبیاری معمولی مربوط به تلاقی $H_3\times_4$ بود و در شرایط تنش ملایم و تنش خشکی مربوط به تلاقی $H_4\times_6$ بود (جداول ۵ و ٦). همچنین بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفت عملکرد بیولوژیک در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 در رژیم‌های آبیاری معمولی، تنش ملایم و تنش شدید به ترتیب مربوط به تلاقی‌ها $H_4\times_5$، $H_4\times_6$ و $H_5\times_6$ بود (جداول ۵ و ٦). از آنجایی که در گشنیز عملکرد بیولوژیک از صفات مهم و کاربردی می‌باشد، بنابراین والد P_4 می‌تواند بعنوان ترکیب‌شونده مطلوب، در برنامه‌های اصلاحی افزایش عملکرد بیولوژیک گشنیز استفاده شود. با توجه به SCA مثبت و معنی‌دار هیبریدهای $H_3\times_4$، $H_4\times_5$ و $H_4\times_6$ ملاحظه گردید که والد P_4 توانسته است در انتقال تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک بالا به نتاج موفق عمل کند. این هیبریدها می‌توانند منشاء گزینش ژنوتیپ‌های با تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک بالا باشند و با توجه به افزایشی بودن کنترل ژنتیکی و وراثت‌پذیری بالای این صفات موفقیت گزینش و پیشرفت ژنتیکی برای صفات مذکور قابل پیش‌بینی خواهد بود.

برای صفت عملکرد میوه در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 مربوط به والدهای P_4 و P_6 بود در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد میوه مربوط به والد P_6 بود (جدول ٤). کمترین ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد میوه در هر سه رژیم آبیاری مربوط به والد P_2 بود. برای صفت عملکرد میوه در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم مربوط به تلاقی $H_1\times_6$ بود در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1\times_6$ و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_2\times_4$ بود (جداول ۵ و ٦). بنابراین والد P_4 در شرایط آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم و والد P_6 در شرایط تنش خشکی برای افزایش عملکرد میوه گیاه مطلوب هستند.

برای صفت شاخص برداشت در هر سه رژیم آبیاری بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی در نسل‌های ارزیابی F_1 و F_2 مربوط به والد P_6 بود (جدول ٤). در هر دو نسل ارزیابی F_1 و F_2 بیشترین مقدار ترکیب‌پذیری خصوصی شاخص برداشت در آبیاری معمولی و شرایط تنش ملایم به ترتیب مربوط به تلاقی $H_1\times_6$ بود در حالی که در شرایط تنش خشکی بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی در نسل F_1 متعلق به تلاقی $H_1\times_6$ و در نسل F_2 متعلق به تلاقی $H_2\times_4$ بود (جداول ۵ و ٦). شاخص برداشت به نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی اطلاق می‌گردد (Donald and Hamblin, 1976) و توان گیاه در انتقال مواد حاصل از فتوسنتز به دانه‌ها را نشان می‌دهد. بالا بودن شاخص برداشت به این معنی است که سهم دانه‌ها از کل ماده خشک تولید شده توسط گیاه افزایش یافته است. به عبارت دیگر مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها انتقال یافته‌اند. چون این مواد در ساقه‌ها و غلاف برگ‌ها ذخیره می‌شوند (قبل از گرده افشانی)، پس تسهیل انتقال آن‌ها شاخص برداشت را بالا می‌برد. در شرایط تنش به دلیل کاهش میزان تعرق نقل و انتقال مواد به کندی صورت می‌گیرد. با توجه به نتایج والد P_6 می‌تواند بعنوان ترکیب‌شونده مطلوب، در برنامه‌های اصلاحی افزایش شاخص برداشت گشنیز استفاده شود.

www.SID.ir

Arc

جدول ٤- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی والدین در نسل‌های F_1 و F_2 برای صفات در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 4. Estimation of general combining ability of the parents in F_1 and F_2 under non-stress and drought stress conditions

Water treatment	Parent	PH		NL		BN		BY		FY		HI	
		F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2	F_1	F_2
Well Watered	P_1	-0.44^{ns}	-0.46^{ns}	12.12**	15.06**	0.28^{ns}	0.43*	3.20**	3.53**	0.90**	0.92**	-0.055**	-0.065**
	P_2	-0.87^{ns}	-0.82*	-10.49**	-8.53*	0.12^{ns}	0.02^{ns}	-4.08**	-3.80**	-2.55**	-1.98**	-0.032^{ns}	-0.033*
	P_3	-0.14^{ns}	0.42^{ns}	-19.37**	-21.37**	-0.78**	-0.64**	-4.60**	-4.47**	-2.28**	-1.80**	-0.005^{ns}	0.028^{ns}
	P_4	5.40**	4.53**	56.23**	51.64**	2.86**	2.28**	12.70**	11.15**	3.69**	2.82**	-0.106**	-0.097**
	P_5	0.89^{ns}	0.68^{ns}	-13.96**	-13.14**	-0.41^{ns}	-0.19^{ns}	-2.23**	-2.18**	-1.97**	-1.39**	-0.070**	-0.068**
	P_6	-4.83**	-4.34**	-24.54**	-23.66**	-2.07**	-1.90**	-4.99**	-4.23**	2.21**	1.43**	0.268**	0.234**
	LSD (gi)	0.96	0.79	6.84	7.00	0.53	0.36	1.52	1.45	0.48	0.45	0.031	0.030
	LSD (gi-gj)	1.48	1.22	10.59	10.85	0.82	0.56	2.35	2.24	0.75	0.70	0.048	0.046
Moderate Water Stress	P_1	1.54**	1.69**	6.86**	5.83**	0.45*	0.399*	0.67*	0.67*	-0.91**	-0.62**	-0.133**	-0.10**
	P_2	-0.66^{ns}	-0.09^{ns}	1.76^{ns}	0.93^{ns}	0.14^{ns}	0.041^{ns}	-0.92**	-0.80**	-1.54**	-1.26**	-0.159**	-0.12**
	P_3	0.73^{ns}	-0.03^{ns}	-3.73**	-2.93**	-0.74**	-0.585**	-0.86**	-0.83**	-1.09**	-0.72**	-0.084*	-0.04^{ns}
	P_4	3.23**	3.90**	13.98**	13.65**	1.55**	1.209**	4.42**	4.14**	2.47**	2.20**	-0.047^{ns}	-0.01^{ns}
	P_5	2.38**	1.31**	-0.65^{ns}	-0.09^{ns}	-0.56**	0.004^{ns}	-0.98**	-0.88**	-1.37**	-1.31**	-0.119**	-0.13**
	P_6	-7.21**	-6.79**	-18.22**	-17.39**	-0.83**	-1.068**	-2.33**	-2.31**	2.45**	1.72**	0.542**	0.41**
	LSD (gi)	1.13	0.82	2.30	2.01	0.44	0.36	0.62	0.60	0.36	0.40	0.069	0.08
	LSD (gi-gj)	1.75	1.27	3.56	3.11	0.67	0.55	0.96	0.93	0.55	0.62	0.107	0.12
Sever Water Stress	P_1	2.90**	2.85**	6.94**	4.73**	0.59**	0.59**	0.30^{ns}	0.33^{ns}	-0.50*	-0.52*	-0.11**	-0.12**
	P_2	-0.63^{ns}	-0.12^{ns}	0.14^{ns}	0.73^{ns}	0.20^{ns}	0.10^{ns}	-0.39*	-0.35*	-0.89**	-0.67**	-0.14**	-0.11**
	P_3	0.94*	0.07^{ns}	-1.61^{ns}	-0.77^{ns}	-0.39**	-0.24**	-0.22^{ns}	-0.25^{ns}	-0.25^{ns}	-0.16^{ns}	-0.03^{ns}	-0.02^{ns}
	P_4	0.82^{ns}	0.69^{ns}	-2.11^{ns}	-1.34^{ns}	0.64**	0.62**	1.06**	0.97**	0.88**	0.77**	0.07*	0.06^{ns}
	P_5	1.02*	1.28**	4.29**	4.54**	0.02^{ns}	0.11^{ns}	0.44*	0.50**	-0.68**	-0.65**	-0.16**	-0.15**
	P_6	-5.06**	-4.78**	-7.64**	-7.88**	-1.06**	-1.18**	-1.19**	-1.20**	1.43**	1.23**	0.37**	0.34**
	LSD (gi)	0.83	0.74	2.66	2.19	0.25	0.19	0.39	0.34	0.34	0.33	0.05	0.06
	LSD (gi-gj)	1.28	1.14	4.13	3.39	0.39	0.29	0.60	0.53	0.52	0.51	0.08	0.10

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱. PH: ارتفاع بوته، NL: تعداد برگ، BN: تعداد شاخه، BY: عملکرد بیولوژیک، FY: عملکرد میوه، HI: شاخص برداشت

^{ns}, * and **: non-significant & significant at the 0.05 & 0.01 probability level, respectively. Plant height (PH), number of leaf (NL), branch number (BN), biological yield (BY), fruit yield (FY), harvest index (HI)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها در نسل F_1 برای صفات در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 5. Estimation of specific combining ability of the crosses in F1 generation under non-stress and drought stress conditions

Water treatment	F_1s	PH	LN	BN	BY	FY	HI
Well Watered	$H_1 \times_2$	-0.005^{ns}	26.29**	0.41^{ns}	0.91^{ns}	-1.18^{ns}	-0.09^{ns}
	$H_1 \times_3$	-1.030^{ns}	-15.33^{ns}	-0.56^{ns}	3.10^{ns}	-0.02^{ns}	-0.08^{ns}
	$H_1 \times_4$	1.691^{ns}	-0.83^{ns}	1.77*	5.81**	4.09**	0.08^{ns}
	$H_1 \times_5$	-1.092^{ns}	-9.80^{ns}	-0.46^{ns}	2.40^{ns}	-0.78^{ns}	-0.06^{ns}
	$H_1 \times_6$	1.162^{ns}	29.84**	-1.00^{ns}	1.16^{ns}	4.56**	0.08^{ns}
	$H_2 \times_3$	-2.371^{ns}	-2.59^{ns}	-1.29^{ns}	-3.46^{ns}	-0.99^{ns}	-0.04^{ns}
	$H_2 \times_4$	2.449^{ns}	13.21^{ns}	0.40^{ns}	6.75**	0.87^{ns}	-0.05^{ns}
	$H_2 \times_5$	0.333^{ns}	-3.43^{ns}	0.07^{ns}	-2.90^{ns}	-1.20^{ns}	-0.05^{ns}
	$H_2 \times_6$	0.220^{ns}	-17.02^{ns}	-0.01^{ns}	-3.93^{ns}	3.05**	0.48**
	$H_3 \times_4$	5.391**	3.86^{ns}	3.16**	6.94**	2.81**	-0.01^{ns}
	$H_3 \times_5$	0.274^{ns}	19.89*	-0.80^{ns}	-1.98^{ns}	-1.39^{ns}	-0.09^{ns}
	$H_3 \times_6$	-0.205^{ns}	-2.97^{ns}	-1.24^{ns}	-4.54*	1.79*	0.49**
	$H_4 \times_5$	3.362**	24.79**	1.33^{ns}	7.56**	3.30**	0.04^{ns}
	$H_4 \times_6$	-4.584**	56.90**	0.78^{ns}	6.66**	4.25**	-0.13**
	$H_5 \times_6$	-0.834^{ns}	-13.48^{ns}	-1.14^{ns}	-2.25^{ns}	2.54**	0.23**
	LSD (sij)	2.63	18.78	1.45	4.17	1.33	0.09
	LSD (sij-sik)	3.92	28.03	2.16	6.23	1.99	0.13
	LSD (sij-skl)	3.63	25.95	2.00	5.77	1.84	0.12
Moderate Water Stress	$H_1 \times_2$	0.85^{ns}	13.92**	-0.31^{ns}	0.17^{ns}	-1.22^{ns}	-0.15^{ns}
	$H_1 \times_3$	0.36^{ns}	3.73^{ns}	-0.43^{ns}	-0.45^{ns}	-1.24*	-0.16^{ns}
	$H_1 \times_4$	1.43^{ns}	4.23^{ns}	1.35*	1.57^{ns}	2.61**	0.15^{ns}
	$H_1 \times_5$	1.61^{ns}	4.12^{ns}	-0.65^{ns}	0.33^{ns}	-1.71**	-0.22*
	$H_1 \times_6$	3.26*	-4.04^{ns}	0.62^{ns}	-0.85^{ns}	4.81**	0.70**
	$H_2 \times_3$	2.49^{ns}	-1.30^{ns}	-0.06^{ns}	-0.23^{ns}	-0.38^{ns}	-0.06^{ns}
	$H_2 \times_4$	0.69^{ns}	2.56^{ns}	-0.11^{ns}	0.78^{ns}	2.59**	0.23*
	$H_2 \times_5$	1.67^{ns}	-3.51^{ns}	-1.40*	-0.59^{ns}	-1.34*	-0.17^{ns}
	$H_2 \times_6$	1.66^{ns}	-2.90^{ns}	0.63^{ns}	-0.04^{ns}	2.77**	0.47**
	$H_3 \times_4$	3.47*	11.04**	-0.63^{ns}	1.83*	1.06^{ns}	0.03^{ns}
	$H_3 \times_5$	1.22^{ns}	-3.26^{ns}	-0.86^{ns}	-0.18^{ns}	-0.55^{ns}	-0.10^{ns}
	$H_3 \times_6$	1.40^{ns}	4.35^{ns}	-0.12^{ns}	-0.19^{ns}	2.69**	0.51**
	$H_4 \times_5$	2.02^{ns}	0.80^{ns}	-0.05^{ns}	0.61^{ns}	2.20**	0.18^{ns}
	$H_4 \times_6$	0.64^{ns}	-5.03^{ns}	2.89**	2.52**	1.70**	-0.26**
	$H_5 \times_6$	1.02^{ns}	4.60^{ns}	0.37^{ns}	-0.05^{ns}	3.67**	0.66**
	LSD (sij)	3.11	6.30	1.20	1.70	0.98	0.19
	LSD (sij-sik)	4.63	9.41	1.78	2.53	1.47	0.28
	LSD (sij-skl)	4.29	8.71	1.65	2.35	1.36	0.26
Sever Water Stress	$H_1 \times_2$	-1.27^{ns}	-3.50^{ns}	0.15^{ns}	-0.64^{ns}	-0.42^{ns}	-0.030^{ns}
	$H_1 \times_3$	-0.90^{ns}	4.98^{ns}	-0.22^{ns}	0.18^{ns}	-0.72^{ns}	-0.121^{ns}
	$H_1 \times_4$	2.81*	3.55^{ns}	0.65^{ns}	0.91^{ns}	0.54^{ns}	0.004^{ns}
	$H_1 \times_5$	0.81^{ns}	1.95^{ns}	-0.63^{ns}	-0.44^{ns}	-0.99^{ns}	-0.107^{ns}
	$H_1 \times_6$	3.49**	6.95^{ns}	0.05^{ns}	0.25^{ns}	2.18**	0.314**
	$H_2 \times_3$	-0.31^{ns}	-1.28^{ns}	-0.74*	-0.03^{ns}	0.70^{ns}	0.105^{ns}
	$H_2 \times_4$	-0.49^{ns}	-5.89^{ns}	0.37^{ns}	0.50^{ns}	1.28*	0.162^{ns}
	$H_2 \times_5$	0.01^{ns}	2.95^{ns}	-0.05^{ns}	-0.25^{ns}	-0.87^{ns}	-0.108^{ns}
	$H_2 \times_6$	1.15^{ns}	0.31^{ns}	0.47^{ns}	0.34^{ns}	-0.10^{ns}	-0.032^{ns}
	$H_3 \times_4$	-0.76^{ns}	1.36^{ns}	-0.27^{ns}	0.66^{ns}	0.55^{ns}	0.030^{ns}
	$H_3 \times_5$	0.25^{ns}	-7.17*	0.21^{ns}	-0.46^{ns}	-0.33^{ns}	-0.015^{ns}
	$H_3 \times_6$	2.79*	-0.04^{ns}	0.19^{ns}	0.26^{ns}	1.63**	0.302**
	$H_4 \times_5$	-2.11^{ns}	-2.87^{ns}	-0.45^{ns}	0.37^{ns}	1.85**	0.221*
	$H_4 \times_6$	3.10**	-2.74^{ns}	0.77*	-1.01^{ns}	1.07^{ns}	0.296**
	$H_5 \times_6$	-0.23^{ns}	5.00^{ns}	0.25^{ns}	1.48**	1.76**	0.100^{ns}
	LSD (sij)	2.27	7.31	0.70	1.06	0.92	0.15
	LSD (sij-sik)	3.38	10.91	1.04	1.59	1.38	0.22
	LSD (sij-skl)	3.13	10.10	0.96	1.47	1.28	0.21

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

^{ns}, * and **: non-significant & significant at the 0.05 & 0.01 probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی‌ها در نسل F_2 برای صفات در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 6. Estimation of specific combining ability of the crosses in F_2 generation under non-stress and drought stress conditions

Water treatment	F_2s	PH	LN	BN	BY	FY	HI
Well Watered	$H_1 \times_2$	2.05^{ns}	26.57^{**}	0.24^{ns}	0.48^{*}	-2.02^{**}	-0.11^{*}
	$H_1 \times_3$	-0.60^{ns}	-9.13^{ns}	-0.48^{ns}	4.84^{*}	-0.97^{ns}	-0.15^{**}
	$H_1 \times_4$	-1.10^{ns}	-13.60^{ns}	0.61^{ns}	1.44^{ns}	2.69^{**}	0.10^{*}
	$H_1 \times_5$	0.24^{ns}	2.04^{ns}	0.13^{ns}	0.92^{ns}	-0.50^{ns}	-0.01^{ns}
	$H_1 \times_6$	-0.54^{ns}	30.41^{**}	0.17^{ns}	4.50^{*}	3.03^{**}	-0.08^{ns}
	$H_2 \times_3$	-1.02^{ns}	-4.35^{ns}	-0.06^{ns}	-2.35^{ns}	-0.84^{ns}	-0.10^{*}
	$H_2 \times_4$	0.83^{ns}	9.40^{ns}	0.36^{ns}	4.57^{*}	0.04^{ns}	-0.04^{ns}
	$H_2 \times_5$	-1.25^{ns}	-2.28^{ns}	-0.43^{ns}	-1.79^{ns}	-1.64^{*}	-0.10^{*}
	$H_2 \times_6$	-0.42^{ns}	-10.69^{ns}	-1.03^{ns}	-4.96^{*}	2.79^{**}	0.47^{**}
	$H_3 \times_4$	3.78^{**}	11.91^{ns}	1.77^{**}	5.80^{**}	1.65^{*}	-0.06^{ns}
	$H_3 \times_5$	1.44^{ns}	1.71^{ns}	-0.56^{ns}	-2.98^{ns}	-1.18^{ns}	-0.07^{ns}
	$H_3 \times_6$	0.11^{ns}	-10.88^{ns}	-0.98^{ns}	-7.25^{**}	0.96^{ns}	0.65^{**}
	$H_4 \times_5$	1.44^{ns}	19.05^{*}	1.56^{**}	6.12^{**}	2.40^{**}	0.05^{ns}
	$H_4 \times_6$	-0.76^{ns}	47.18^{**}	0.70^{ns}	7.10^{**}	0.59^{ns}	-0.22^{**}
	$H_5 \times_6$	-1.28^{ns}	-4.87^{ns}	-0.94^{ns}	-1.78^{ns}	1.21^{ns}	0.07^{ns}
	LSD (sij)	2.16	19.23	1.00	3.98	1.23	0.08
	LSD (sij-sik)	3.23	28.70	1.49	5.94	1.84	0.12
	LSD (sij-skl)	2.99	26.57	1.38	5.50	1.70	0.11
Moderate Water Stress	$H_1 \times_2$	0.15^{ns}	9.28^{**}	-0.53^{ns}	0.57^{ns}	-0.88^{ns}	-0.12^{ns}
	$H_1 \times_3$	-0.19^{ns}	2.98^{ns}	-0.02^{ns}	-0.54^{ns}	-1.03^{ns}	-0.13^{ns}
	$H_1 \times_4$	3.17^{**}	4.89^{ns}	0.70^{ns}	1.14^{ns}	2.05^{**}	0.13^{ns}
	$H_1 \times_5$	-0.78^{ns}	2.53^{ns}	-0.45^{ns}	-0.01^{ns}	-1.11^{ns}	-0.12^{ns}
	$H_1 \times_6$	3.00^{**}	-3.21ns	0.30^{ns}	-0.42^{ns}	3.48^{**}	0.46^{**}
	$H_2 \times_3$	1.45^{ns}	1.07^{ns}	-1.63^{**}	-0.28^{ns}	-0.10^{ns}	-0.03^{ns}
	$H_2 \times_4$	2.81^{**}	-1.88^{ns}	-0.02^{ns}	0.72^{ns}	1.21^{ns}	0.11^{ns}
	$H_2 \times_5$	0.52^{ns}	-3.88^{ns}	-0.74^{ns}	0.07^{ns}	-0.81^{ns}	-0.12^{ns}
	$H_2 \times_6$	1.96^{ns}	-0.52^{ns}	0.90^{ns}	-0.54^{ns}	2.18^{**}	0.43^{**}
	$H_3 \times_4$	1.79^{ns}	8.94^{**}	-0.41^{ns}	1.89^{*}	0.75^{ns}	0.01^{ns}
	$H_3 \times_5$	-0.18^{ns}	0.87^{ns}	-0.33^{ns}	-0.15^{ns}	-0.21^{ns}	-0.04^{ns}
	$H_3 \times_6$	0.25^{ns}	2.51^{ns}	0.53^{ns}	-0.04^{ns}	1.73^{**}	0.37^{**}
	$H_4 \times_5$	-0.18^{ns}	1.42^{ns}	0.45^{ns}	0.10^{ns}	1.24^{ns}	0.15^{ns}
	$H_4 \times_6$	0.57^{ns}	-2.50^{ns}	0.99^{*}	1.97^{*}	1.92^{**}	-0.14^{ns}
	$H_5 \times_6$	1.13^{ns}	2.65^{ns}	0.36^{ns}	0.44^{ns}	1.48^{*}	0.20^{ns}
	LSD (sij)	2.24	5.52	0.98	1.66	1.10	0.21
	LSD (sij-sik)	3.35	8.23	1.46	2.47	1.65	0.31
	LSD (sij-skl)	3.10	7.62	1.35	2.29	1.52	0.29
Sever Water Stress	$H_1 \times_2$	-0.04^{ns}	-3.13^{ns}	-0.31^{ns}	-0.42^{ns}	-0.51^{ns}	-0.057^{ns}
	$H_1 \times_3$	-0.85^{ns}	2.67^{ns}	-0.12^{ns}	0.03^{ns}	-0.53^{ns}	-0.080^{ns}
	$H_1 \times_4$	0.78^{ns}	2.73^{ns}	0.54^{*}	0.47^{ns}	0.20^{ns}	0.002^{ns}
	$H_1 \times_5$	-0.92^{ns}	1.47^{ns}	-0.28^{ns}	-0.31^{ns}	-0.71^{ns}	-0.056^{ns}
	$H_1 \times_6$	3.43^{**}	5.61^{ns}	0.26^{ns}	0.63^{ns}	1.41^{*}	0.104^{ns}
	$H_2 \times_3$	-1.30^{ns}	2.10^{ns}	0.18^{ns}	-0.04^{ns}	0.55^{ns}	0.082^{ns}
	$H_2 \times_4$	-1.57^{ns}	-3.31^{ns}	-0.14^{ns}	0.28^{ns}	1.50^{*}	0.208^{ns}
	$H_2 \times_5$	0.25^{ns}	2.59^{ns}	-0.27^{ns}	-0.18^{ns}	-0.82^{ns}	-0.111^{ns}
	$H_2 \times_6$	1.42^{ns}	0.99^{ns}	0.41^{ns}	0.46^{ns}	0.16^{ns}	0.030^{ns}
	$H_3 \times_4$	-1.18^{ns}	0.10^{ns}	-0.09^{ns}	0.83^{ns}	0.44^{ns}	-0.012^{ns}
	$H_3 \times_5$	-2.34^{*}	0.26^{ns}	-0.10^{ns}	-0.40^{ns}	-0.14^{ns}	-0.004^{ns}
	$H_3 \times_6$	0.94^{ns}	0.34^{ns}	-0.02^{ns}	0.07^{ns}	1.26^{*}	0.290^{**}
	$H_4 \times_5$	-0.59^{ns}	-1.90^{ns}	0.25^{ns}	0.60^{ns}	1.20^{*}	0.125^{ns}
	$H_4 \times_6$	2.26^{*}	3.10^{ns}	0.53^{*}	-1.08^{*}	0.91^{ns}	0.269^{*}
	$H_5 \times_6$	1.03^{ns}	2.72^{ns}	0.15^{ns}	1.25^{**}	1.42^{*}	0.071^{ns}
	LSD (sij)	2.02	6.01	0.51	0.94	0.90	0.17
	LSD (sij-sik)	3.02	8.97	0.76	1.40	1.34	0.26
	LSD (sij-skl)	2.79	8.31	0.71	1.30	1.24	0.24

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

^{ns}, * and **: non-significant & significant at the 0.05 & 0.01 probability level, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

در این مطالعه نقش اثرات غیرافزایشی ژنی در کنترل صفات شاخص برداشت و عملکرد میوه بیشتر از اثرات افزایشی بود. در نتیجه گزینش و پیشرفت ژنتیکی برای این صفات محدودتر از سایر صفات مورد مطالعه می‌باشد. بنابراین برای صفات عملکرد میوه و شاخص برداشت گزینش تأخیری در نسل‌های پیشرفته تلاقی‌های برتر این صفات مناسب می‌باشد. در پژوهش‌های دیگر با مطالعه اجزا ژنتیکی به روش دی‌آلل در شرایط تنش خشکی، نقش آثار غالبیت برای عملکرد میوه گزارش شد و در این پژوهش‌ها گزینش تأخیری در نسل‌های پیشرفته تلاقی‌های برتر برای افزایش عملکرد میوه گشنیز پیشنهاد داده شد که با نتایج حاضر مطالعه مطابقت داشت (Khodadadi *et al*., 2016b; Khodadadi *et al*., 2017).

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در میان والدهای انتخاب شده، والد P_4 در آبیاری معمولی و تنش خشکی ملایم و والد P_6 در تنش خشکی شدید بهترین والدها برای استفاده به عنوان والد دهنده در توسعه واریته‌های گشنیز با عملکرد بالا در شرایط آبیاری مطالعه شده بودند. همچنین نتایج برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد که اثرات افزایشی در کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد شاخه و عملکرد بیولوژیک مهم‌تر بودند. اهمیت بیشتر اثرات افزایشی بیانگر کارایی بالای انتخاب در نسل‌های اول حاصل از تلاقی در اصلاح این صفات بود. در حالی که نقش اثرات غیرافزایشی ژنی در کنترل صفات شاخص برداشت و عملکرد میوه بیشتر از اثرات افزایشی بود. بنابراین تهیه دورگ‌های برتر با استفاده از روش‌های به‌نژادی مبتنی بر آزمون نتاج جهت بهبود این صفات موثر خواهد بود

References

Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siahsar, B., Haydari, M., Ramroodi, M. and Mousavinik, S.M. (2011). Study of chamomiles yield and its components under drought stress and organic and inorganic fertilizers usage and their residue. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, **3**: 23-28.

Ashraf, M. and Foolad, M. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, **59**: 206-216.

Baker, R. (1978). Issues in diallel analysis. *Crop Science*, **18**: 533-536.

Banerjee, P. and Kole, P. (2009). Analysis of genetic architecture for some physiological characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Euphytica*, **168**: 11-22.

Blank, A.F., Santa Rosa, Y.R., de Carvalho Filho, J.L.S., dos Santos, C.A., de Fátima Arrigoni-Blank, M., dos Santos Niculau, E. and Alves, P.B. (2012). A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products*, **38**: 93-98.

Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer Verlag, New York, USA.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, **94**: 223-253.

Cantore, P.L., Iacobellis, N.S., De Marco, A., Capasso, F. and Senatore, F. (2004). Antibacterial activity of *Cori&rum sativum* L. & *Foeniculum vulgare* Miller var. vulgare (Miller) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**: 7862-7866.

Chithra, V. and Leelamma, S. (2000). Coriandrum sativum-effect on lipid metabolism in 1, 2-dimethyl hydrazine induced colon cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, **71**: 457-463.

Donald, C. and Hamblin, J. (1976). The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advances in Agronomy*, **28**: 361-405.

www.SID.ir

Archive of SID

Fakerbaher, Z., Rezaei, M.B., Mehdi, M. and Abaszadeh, B. (2002). Study of quantitative and qualitative changes of essential oil (*Satureja hortensis* L.) during drought on the field. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 11: 37-51 (In Persian).

Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. (1996). Introduction to Quantitative Genetics. Longman, London, UK.

Gallagher, A., Flatt, P., Duffy, G. and Abdel-Wahab, Y. (2003). The effects of traditional antidiabetic plants on in vitro glucose diffusion. *Nutrition Research*, **23**: 413-424.

Golparvar, A.R., Ghanadha, M.R., Zali, A.A. and Ahmadi, A. (2002). Evaluation of morphological traits as selection criteria in breeding of wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences* **4**: 202-205 (In Persian).

Griffing, B. (1956). A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, **10**: 31-50.

Hassani, A. and Omidbaigi, R. (2002). Effect of water stress on some morphological, physiological and metabolic characteristics of basil. *Agricultural Science*, **12(3)**: 47-99 (In Persian).

Joshi, S., Sharma, S., Singhania, D. and Sain, R. (2004). Combining ability in the F_1 and F_2 generations of diallel cross in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *Hereditas*, **141**: 115-121.

Kalb, T.J. and Davis, D.W. (1984). Evaluation of combining ability, heterosis, and genetic variance for yield, maturity, and plant characteristics in bush muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, **109(3)**: 416-419.

Khan, N.U., Hassan, G., Kumbhar, M.B., Marwat, K.B., Khan, M.A., Parveen, A. and Saeed, M. (2009). Combining ability analysis to identify suitable parents for heterosis in seed cotton yield, its components and lint% in upland cotton. *Industrial Crops and Products*, **29**: 108-115.

Khodadadi, M., Dehghani, H. and Jalali-Javaran, M. (2017). Quantitative genetic analysis reveals potential to genetically improve fruit yield and drought resistance simultaneously in coriander. *Frontiers in Plant Science*, **8**: 568.

Khodadadi, M., Dehghani, H., Jalali-Javaran, M., Rashidi-Monfared, S. and Christopher, J.T. (2016a). Numerical and graphical assessment of relationships between traits of the Iranian *Coriandrum sativum* L. core collection by considering genotype × irrigation interaction. *Scientia Horticulturae*, **200**: 73-82.

Khodadadi, M., Dehghani, H., Javaran, M.J. and Christopher, J.T. (2016b). Fruit yield, fatty and essential oils content genetics in coriander. *Industrial Crops and Products*, **94**: 72-81.

Kolmogorov, A. (1933) Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Istituto Italiano degli Attuari*, **4**: 83-91.

Kubo, I., Fujita, K.i., Kubo, A., Nihei, K.i. and Ogura, T. (2004). Antibacterial activity of coriander volatile compounds against Salmonella choleraesuis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**: 3329-3332.

Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, DE.

Mandal, K., Saravanan, R. and Maiti, S. (2008). Effect of different levels of N, P and K on downy mildew (*Peronospora plantaginis*) and seed yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Crop Protection*, **27**: 988-995.

Mohammadi, M. and Roustaie, M. (2016). Estimation of Genetic Parameters of Grain Yield and Some Agronomic Traits in Bread Wheat Using Diallel Crosses. *Journal of Plant Genetic Researches*, **2(2)**: 57-72 (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Noroozi-Shahri, F., Pouryousef, M., Tavakoli, A., Saba, J. and Yazdinejad, A. (2015). Evaluation the performance of some of Iran's native fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) accessions under drought stress condition. *Iranian Journal of Field Crop Science*, **46:** 49-56 (In Persian).

Razmjoo, K., Heydarizadeh, P. and Sabzalian, M.R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of Matricaria chamomile. *International Journal of Agriculture and Biology*, **10:** 451-454.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V. and Vivekanadan, M.V. (2004). Drught-induced responses of photosynthesis and Antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, **161**: 1189-1202.

Sadeghzadeh-Ahari, D., Sharifi, P., Karimizadeh, R. and Mohammadi, M. (2015). Estimation of Genetic Parameters of Morphological Traits in Rainfed Durum Wheat (*Triticum turgidum* L.) using Diallel Method. *Journal of Plant Genetic Researches*, **2(1)**: 45-62 (In Persian).

Safikhani, F. (2006). *Investigation of Physiological Aspects of Drought Resistance in Dragonhead (Dracocephaalum moldavica L.)*. Ph.D. thesis, Shahid Chamran University, Ahvaz, Ramin Higher Education Agriculture and Natural Resources, Ahvaz, IR (In Persian).

Sayar, R., Khemira, H. and Kharrat, M. (2007). Inheritance of deeper root length and grain yield in half-diallel durum wheat (*Triticum durum*) crosses. *Annals of Applied Biology*, **151**: 213-220.

Smirnov, N. (1948). Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, **19**: 279-281.

SPSS Inc (2010). *SPSS 20. Users Guied*. Prentice Hall, New Jersey, USA.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R. and Kulkarni, R. (2000). Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, **22**: 356-358.

Tawfik, K. (2008). Effect of water stress in addition to potassiomag application on mungbean. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, **2**: 42-52.

Topal, A., Aydın, C., Akgün, N. and Babaoglu, M. (2004). Diallel cross analysis in durum wheat (*Triticum durum* Desf.): identification of best parents for some kernel physical features. *Field Crops Research*, **87**: 1-12.

Townsend, T., Segura, V., Chigeza, G., Penfield, T., Rae, A., Harvey, D., Bowles, D. and Graham, I.A. (2013). The use of combining ability analysis to identify elite parents for Artemisia annua F_1 hybrid production. *PLOS One*, **8**: e61989.

Valizadeh, N., Arslan, N. and Khawar, K.M. (2017). Heterosis and heterobeltiosis studies on yield and yield components of some Turkish poppy hybrids (*Papaver somniferum* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. **109**: 1-11.

Volatil, O. (2000). Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*, **51**: 167-172.

Wangensteen, H., Samuelsen, A.B. and Malterud, K.E. (2004). Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chemistry*, **88:** 293-297.

Zehtab-Salmasi, S., Ghasemi-Golezani, K. and Moghbeli, S. (2006). Effect of sowing date and limited irrigation on the seed yield and quality of dill (*Anethum graveolens* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **30**: 1-6.

Zhang, K. and John, P.C.L. (2005). Raised level of cyclin dependent kinase A after prolonged suspension culture of *Nicotiana plumbaginifolia* is associated with more rapid growth and division, diminished cytoskeleton and lost capacity for regeneration: implications for instability of cultured plant cells. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, **82**: 295-308.

www.SID.ir

Archive of SID

Zhang, Y., Kang, M.S. and Lamkey, K.R. (2005). Diallel-SAS05: a comprehensive program for griffing's and gardner-eberhart analyses. *Agronomy Journal*, **97(4):** 1097-1106.

www.SID.ir

Archive of SID

Estimation of Genetic Parameters, General and Specific Combining Ability in Iranian Endemic Coriander Populations

Amir Gholizadeh[1], Hamid Dehghani[2,*] and Mostafa Khodadadi[3]

1- Ph.D. Student, Department of Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Former Ph.D. Student, Department of Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: May 10, 2017 – Accepted: August 2, 2017)

Abstract

In any breeding program, knowledge of the nature of gene action involved in the inheritance of traits is a basic requirement. In this research, diallel crosses progenies of six coriander landrace were evaluated in F_1 and F_2 generations. The genotypes were evaluated in different irrigation conditions in three separate experiments, in which each experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications during the growing season of 2016. Results of genetic variance analyses revealed significant mean squares of general and specific combining ability for all traits, indicating the importance of additive and non-additive genetic effects for these traits. Additive gene actions played a more important role in controlling of plant height, leaf number, branch number and biological yield, whereas the role of non-additive gene actions was more conspicuous than those of additive gene actions in controlling of harvest index and fruit yield. Therefore, providing superior hybrids using breeding methods based on progeny test will be effective to improve these traits. Also, among selected parents, P_4 parent in normal irrigation and moderate water stress and P_6 parent in sever water stress were the best parents for crosses in the development of high-yield varieties in coriander.

Keywords: Gen Action, Specific Combining Ability, General Combining Ability, Diallel, Coriander

* **Corresponding Author, E-mail: dehghanr@modares.ac.ir**

www.SID.ir