

روابط متقابل میان صفات در برخی ژنوتیپ‌های گشنیز با استفاده از روش بای پلات

امیر قلی‌زاده^۱، حمید دهقانی^{۲*} و مصطفی خدادادی^۳

۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس و دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده

کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۲۶)

چکیده

به منظور بررسی روابط متقابل میان صفات مختلف در گشنیز با استفاده از روش بای پلات، نتاج حاصل از تلاقی‌های دی آلل شش توده بومی گشنیز در نسل F_1 و در سه تیمار متفاوت آبیاری، به طور جداگانه، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در هر آزمایش، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که صفات تعداد چتر بارور، وزن هزارمیوه، تعداد میوه در گیاه و محتوای رطوبت نسبی، همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد میوه در سه تیمار آبیاری داشتند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفات فنولوژیک و عملکرد میوه در سه تیمار متفاوت آبیاری، می‌توان نتیجه گرفت که برای دستیابی برای ژنوتیپ‌هایی با عملکرد میوه بالا، باید به دنبال انتخاب ژنوتیپ‌های زودرس در گشنیز بود. در این مطالعه، همبستگی معنی‌داری بین صفات محتوای کلروفیل، محتوای رطوبت نسبی و پایداری غشا با عملکرد میوه، تحت دو تنش ملایم و تنش شدید مشاهده شد. بنابراین می‌توان از این صفات به عنوان شاخص‌های فیزیولوژیک، برای ارزیابی تحمل خشکی در گشنیز استفاده کرد. همچنین نتایج بای پلات نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ G16. مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ برای عملکرد میوه و صفات مرتبط با عملکرد بود.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، زودرسی، عملکرد، گشنیز، همبستگی.

Interactions among traits in some coriander genotypes using the Biplot method

Amir Gholizadeh¹, Hamid Dehghani^{2*} and Mostafa Khodadadi³

1, 3 and 2 Ph.D Student in Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

²Associate Prof in Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University

(Received: January 9, 2017 – Accepted: January 16, 2018)

ABSTRACT

To evaluate the interactions among different traits in coriander using biplot method, F_1 Progenies derived from Diallel crosses among six coriander landraces were evaluated in three different irrigation conditions through randomized complete block design with three replications at the research field of College of Agriculture of Tarbiat Modares University during growing season of 2016. Results demonstrated that there was a significant positive relation between fruit yield and fertile umbel number per plant, thousand fruit weight, fruit number per plant and relative water content in all three irrigation conditions. Due to the negative correlation between phenological traits with fruit yield in all irrigation conditions, it could be concluded that to have genotypes with high fruit yield, selection for early ripening genotypes should be done in coriander. In this study, a significant correlation was observed between fruit yield and chlorophyll content, relative water content and cell membrane stability in both mild stress and intense stress conditions. Therefore, these traits can be used as physiological indices to evaluate drought tolerance in coriander. Also, results of biplot indicated that among studied genotypes, G16 was the most appropriate genotype for fruit yield and yield related traits.

Keywords: Biplot, Coriander, Correlation, Early Ripening, Yield.

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

مقدمه

گشنیز، گیاهی علفی و یک ساله است که به خانواده چتریان تعلق دارد و بومی نواحی جنوب غربی آسیا و مدیترانه است. خواص دارویی و وجود ترکیبات معطر سبب شده است گشنیز، یکی از گیاهان مشهور در سراسر دنیا باشد. بخشی از این خواص، مربوط به ترکیبات روغن‌های موجود در آن است که در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد (Volatil, 2000; Sefidkon *et al.*, 2007). از اسانس گشنیز، 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، موضوع پژوهش‌های زیادی بوده است (Burt, 2004; Cantore *et al.*, 2004; Chithra & Leelamma, 2000; Gallagher *et al.*, 2003; Kubo *et al.*, 2004; Wangenstein *et al.*, 2004). با توجه به این که گشنیز عمدتاً برای میوه کشت و کار می‌شود، بنابراین وارته‌هایی که عملکرد میوه بیشتر دارند، بسیار مطلوب هستند. از طرفی ثابت شده است که تنش‌های محیطی، سبب بروز دامنه وسیعی از تغییر بیان ژن و متابولیسم سلول، تا تغییر در سرعت رشد و عملکرد محصولات می‌شوند (Reddy, 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). در گیاه شویده، 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. 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). بنابراین، دستیابی به ژنوتیپ‌هایی که تحت شرایط تنش خشکی، عملکرد میوه مطلوب داشته باشند، از اهداف اصلاحی در گیاهان دارویی می‌باشد. عملکرد، از جمله صفاتی است که در اکثر گیاهان، کمتر به ارث می‌رسد و به طور گسترده‌ای، تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (Brandle & McVetty, 1989; Duhoon *et al.*, 1982). از این رو، متخصصین اصلاح نباتات معمولاً انتخاب غیرمستقیم و با استفاده از صفات مرتبط با عملکرد را ترجیح می‌دهند

(Falconer *et al.*, 1996; Kearsey & Pooni, 1996). بررسی روابط میان عملکرد و اجزای آن، کارایی برنامه‌های اصلاحی را از طریق انتخاب شاخص‌های مناسب افزایش می‌دهد. هر چند روش‌های مختلفی برای بررسی روابط بین صفات مختلف وجود دارد، اما Yan *et al.* (2000)، روش GGEbiplot ارائه نموده‌اند که با استفاده از روش رگرسیون مکانی (SREG)، وضعیت ژنوتیپ‌ها و صفات بهتر بررسی می‌کند. در تجزیه بای‌پلات، بر اساس چند صفت که اصطلاحاً جی‌تی‌بای‌پلات^۱ نامیده می‌شود، ژنوتیپ‌ها به عنوان لاین و صفات، به عنوان تستر، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (Yan & Kang, 2006). روش جی‌تی‌بای‌پلات، ابزاری قدرتمند برای ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ چند صفت می‌باشد. بنابراین می‌توان از ژنوتیپ‌های شناسایی شده به عنوان والد، در برنامه‌های اصلاحی و یا به‌طور مستقیم T برای تولید ارقام تجاری استفاده نمود. همچنین تجزیه GT، همبستگی بین صفات را به‌صورت تصویری نمایش می‌دهد و ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس چندین صفت را میسر می‌سازد. همچنین این روش، اطلاعاتی ارائه می‌دهد که از طریق آن می‌توان صفت وابسته به صورت غیرمستقیم انتخاب کرد. در بسیاری از پژوهش‌ها در گیاهان، از روش جی‌تی‌بای‌پلات استفاده شده است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. Yan & Kang (2002)، برای ارزیابی روابط متقابل میان صفات در گیاه سویا T با به کارگیری روش بای‌پلات ژنوتیپ × صفت گزارش کردند که این روش، ابزار فوق‌العاده قوی جهت کاوش در داده‌های چندمتغیره و نمایش گرافیکی داده‌های ژنوتیپ × صفت می‌باشد. در پژوهشی دیگری، Mohammadi *et al.* (2014) برای بررسی روابط متقابل میان صفات در برخی توده‌های طالبی ایرانی، از روش جی‌تی‌بای‌پلات استفاده کردند (Okoye, 2007). از این روش برای بررسی روابط متقابل میان صفات و همچنین ارزیابی، مقایسه و انتخاب ارقام مختلف کلزا از لحاظ چند صفت استفاده نمودند. در پژوهشی دیگر، Gholizadeh & Dehghani (2016)، با هدف بررسی روابط بین صفات در گندم، تحت شرایط بدون تنش و تنش شوری، از روش جی‌تی‌بای‌پلات استفاده کردند. از روش جی‌تی‌بای‌پلات برای ارزیابی ارقام مختلف ذرت، از لحاظ چند صفت نیز استفاده شده است (Badu-Apraku & Akinwale, 2011).

پایه تحقیقات پیشین، کشت با تراکم $15 \times 30 \text{ cm}^2$ در هر کرت انجام شد. نحوه آبیاری و اعمال تنش برای ژنوتیپها در آزمایشهای مختلف، به صورتی بود که در آزمایش اول مربوط به آبیاری نرمال، آبیاری در زمان رسیدن رطوبت خاک به ۵۰٪ آب در دسترس گیاه انجام شد. در آزمایش دوم مربوط به تنش ملایم، در مرحله اول، از زمان ساقه‌دهی تا شروع تشکیل میوه، آبیاری زمانی انجام شد که رطوبت خاک به ۳۰٪ آب در دسترس گیاه رسیده بود و پس از این مرحله، آبیاری قطع شد و در آزمایش سوم مربوط به تنش شدید، آبیاری تا زمان شروع تشکیل میوه به صورت معمول انجام شد و پس از این مرحله، آبیاری قطع شد. همچنین در طول فصل رشد، کوددهی با توجه به نیاز گیاه انجام شد و علف‌های هرز به صورت دستی، وجین شدند. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل تعداد برگ (LN)، قطر شاخه (BD)، تعداد شاخه در گیاه (BNPP)، تعداد چتر در گیاه (UNPP)، تعداد چتر بارور در گیاه (FUNPP)، تعداد میوه در گیاه (FNPP)، وزن هزار میوه (TFW)، وزن میوه در گیاه یا عملکرد میوه (FWPP)، محتوای کلروفیل (SCC)، محتوای رطوبت نسبی (RWC)، شاخص پایداری غشا یا نشت یونی (CMS)، تعداد روز تا گلدهی (DTF)، تعداد روز تا پایان گلدهی (DTEOF) و تعداد روز تا برداشت (DTR) بودند.

با توجه به بررسی منابع، تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی روابط متقابل میان صفات و ژنوتیپها در گشنیز، با استفاده از روش جی تی بای پلات انجام نشده است. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی روابط متقابل میان صفات و مقایسه ژنوتیپهای مختلف گشنیز، از لحاظ چندین صفت، با استفاده از روش جی تی بای پلات بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، از شش توده بومی گشنیز شامل TN-59-80 (اصفهان)، TN-59-158 (همدان)، TN-59-230 (بوشهر)، TN-59-160 (مازندران)، TN-59-353 (مرکزی) و توده تجاری (کرج) که از بانک ژن گیاهی ملی ایران تهیه شده بودند، به عنوان والدین تلاقی‌های دی‌آلل یک طرفه استفاده شدند. در انتخاب والدین، ضمن توجه به وجود تنوع ژنتیکی از نظر صفات ظاهری و زراعی، سعی شد که توده‌ها از نواحی مختلف جغرافیایی انتخاب شوند. به منظور همزمانی در گلدهی و امکان افزایش تعداد تلاقی و تولید بذور F_1 ، کشت در سه تاریخ مختلف با فواصل دو هفته‌ای، در گلخانه و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تلاقی‌ها به صورت دستی انجام شد. بذرها ۲۱ ژنوتیپ شامل شش والد و ۱۵ هیبرید F_1 (جدول ۱)، در فروردین ماه ۱۳۹۵، در سه آزمایش جداگانه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. پس از عملیات تهیه زمین، بر

جدول ۱. شماره و نام ژنوتیپ‌های گشنیز

Table 1. The codes and names of coriander genotypes

No.	Genotype name	No.	Genotype name	No.	Genotype name
G1	Esfahan	G8	Esfahan × Bushehr	G15	Karaj × Hamedan
G2	Hamedan	G9	Esfahan × Mazandaran	G16	Mazandaran × Bushehr
G3	Bushehr	G10	Markazi × Esfahan	G17	Markazi × Bushehr
G4	Mazandaran	G11	Karaj × Esfahan	G18	Karaj × Bushehr
G5	Markazi	G12	Hamedan × Bushehr	G19	Markazi × Mazandaran
G6	Karaj	G13	Mazandaran × Hamedan	G20	Karaj × Mazandaran
G7	Esfahan × Hamedan	G14	Markazi × Hamedan	G21	Karaj × Markazi

ترسیم بای پلات بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم صورت گرفت. مدل آماری این روش بر اساس رابطه زیر است (Yan & Rajcan, 2002).

$$\frac{T_{ij} - \bar{T}_j}{S_j} = \lambda_1 \xi_{i1} \tau_{j1} + \lambda_2 \xi_{i2} \tau_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

در این رابطه: T_{ij} ، ارزش میانگین ژنوتیپ i برای صفت j ؛ \bar{T}_j ، ارزش میانگین صفت j روی همه

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون نرمالیتی کولموگروف-سیمروف (Lilliefors, 1967) و با استفاده از نرم افزار SPSS 19 (SPSS, 2010)، ارزیابی شد. سپس به منظور بررسی روابط بین صفات، ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مختلف محاسبه شد. همچنین به منظور مطالعه روابط بین صفات مختلف و مقایسه ژنوتیپها، از روش GT biplot استفاده شد که در این روش،

می‌باشد. در این روش، ژنوتیپ‌ها در رئوس چندضلعی یا در داخل چندضلعی قرار می‌گیرند. بر اساس شکل ۱، یازده ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های G1، G4، G5، G6، G8، G10، G12، G14، G16، G17 و G18) در رئوس چندضلعی قرار گرفته‌اند. بای‌پلات ژنوتیپ صفت (GT) در شرایط بدون تنش، ۷۵/۷ درصد (۴۶/۲ درصد و ۲۹/۵ درصد به ترتیب توسط مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم) از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیح کرد (شکل ۱). این درصد نسبتاً بالا، نشان‌دهنده پیچیدگی روابط بین صفات اندازه‌گیری شده می‌باشد. ***جمله تکراری است*** از آنجایی که این ژنوتیپ‌ها بیشترین فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، بعنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از صفات یا همه صفات محسوب می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ G16، بالاترین مقدار عملکرد میوه را در شرایط بدون تنش دارا می‌باشد، همچنین این ژنوتیپ، دارای بالاترین مقدار وزن هزارمیوه در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی را دارا می‌باشد (شکل ۱). همچنین ژنوتیپ‌های G8، G12، G16 و G17، بیشترین تعداد چتر در گیاه، تعداد چتر بارور، تعداد شاخه، تعداد میوه در گیاه، قطر شاخه و تعداد برگ در گیاه دارا می‌باشند (شکل ۱). بیشترین تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت، در ژنوتیپ‌های G5، G6 و G14 مشاهده شد. در نهایت و با توجه به بای‌پلات، ژنوتیپ G16، مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ در شرایط بدون تنش بود (شکل ۱).

میانگین‌ها؛ S_j ، انحراف معیار صفت j بین میانگین ژنوتیپ‌ها؛ λ_1 و λ_2 به ترتیب مقادیر ویژه مؤلفه‌های اصلی اول و دوم؛ ξ_{i1} و ξ_{i2} ، به ترتیب مقادیر PC_1 و PC_2 برای ژنوتیپ i ؛ τ_{j1} و τ_{j2} به ترتیب مقادیر PC_1 و PC_2 برای صفت j و ε_{ij} ، باقیمانده مربوط به مدل ژنوتیپ i ام برای صفت j ام؛ را نشان می‌دهند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم افزارهای SPSS 19 (SPSS, 2010) و GGEbiplot (2011) (GGEbiplot) استفاده شد.

نتایج و بحث

شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات اندازه‌گیری شده

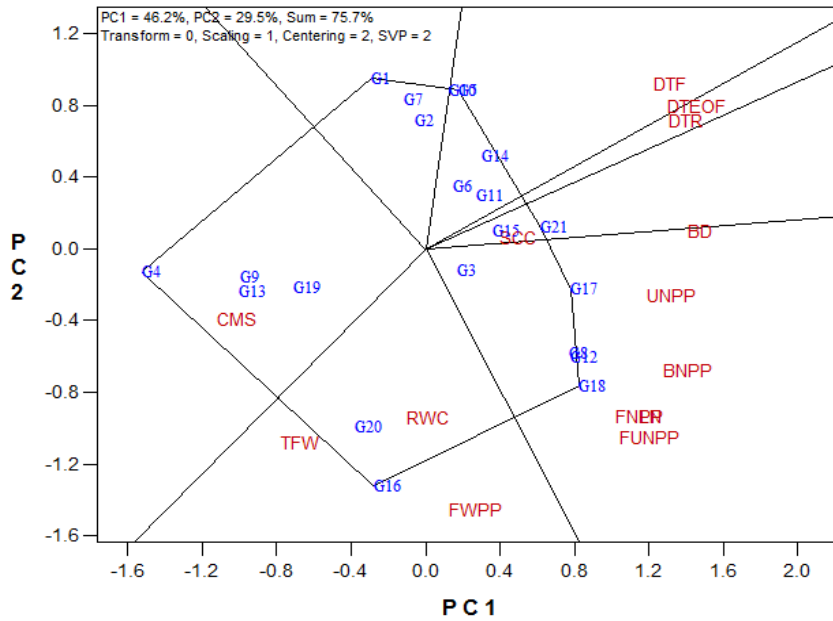
آزمون کولموگروف-سیمروف (Lilliefors, 1967) نشان‌دهنده نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی، برای صفات مورد مطالعه بود (جدول ۲). ترسیم بای‌پلات ژنوتیپ صفت (GT) در شرایط بدون تنش، ۷۵/۷ درصد (۴۶/۲ درصد و ۲۹/۵ درصد به ترتیب توسط مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم) از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیح کرد (شکل ۱). این درصد نسبتاً بالا، نشان‌دهنده پیچیدگی روابط بین صفات اندازه‌گیری شده می‌باشد. الگوها و روابط اساسی بین صفات، به وسیله ترسیم بای‌پلات مشخص می‌شود (Dehghani et al., 2008; Sabaghnia et al., 2008). نمایش چندضلعی بای‌پلات، برای تعیین ژنوتیپ‌هایی که دارای بالاترین مقدار برای یک صفت یا چند صفت هستند، دارای کاربرد

P-value values for Kolmogorov-Smirnov test for Table 2 normality of experimental errors in coriander

Traits	Test statistic		
	Non-stress	Mild stress	Intense stress
LN	0.08 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.05 ^{ns}
BNPP	0.06 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.07 ^{ns}
BD	0.07 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.08 ^{ns}
UNPP	0.06 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.07 ^{ns}
FUNPP	0.08 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.06 ^{ns}
TFW	0.07 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.05 ^{ns}
FNPP	0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.06 ^{ns}
FWPP	0.06 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.05 ^{ns}
SCC	0.05 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.08 ^{ns}
RWC	0.06 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.05 ^{ns}
CMS	0.04 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.04 ^{ns}
DTF	0.07 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.07 ^{ns}
DTEOF	0.07 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.05 ^{ns}
DTR	0.04 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.05 ^{ns}

ns: نشان‌دهنده نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی

ns: Indicating normality of experimental errors distribution



شکل ۱. نمایش چندضلعی بای پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط بدون تنش

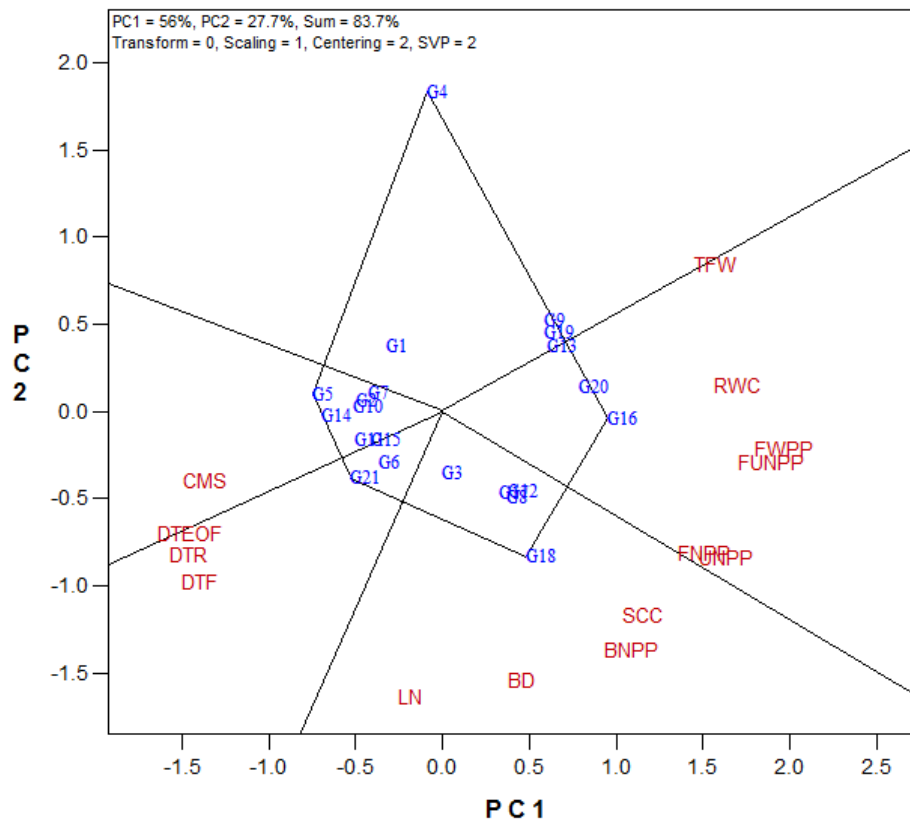
Figure 1. Biplot polygon view of coriander genotypes in non-stress conditions

ژنوتیپ‌های G5 و G14، مطلوب بودند (شکل ۲). در نهایت و با توجه به بای پلات، ژنوتیپ‌های G16 و G20، مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد میوه و اکثر صفات مورد مطالعه در شرایط تنش ملایم بودند (شکل ۲). ترسیم بای پلات ژنوتیپ در صفت (GT) در شرایط تنش شدید، ۷۹/۲ درصد (۵۰/۸ درصد و ۲۸/۴ درصد به ترتیب توسط مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم) از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیح کرد (شکل ۳). بر اساس شکل ۳، هفت ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های G4، G5، G9، G14، G15، G16 و G18) در رؤس چندضلعی قرار گرفتند. از آن جایی که این ژنوتیپ‌ها، بیشترین فاصله را از مبدأ بای پلات دارند، بعنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از صفات یا همه صفات محسوب می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ G16، بالاترین مقدار عملکرد میوه را در شرایط تنش شدید دارا بود. همچنین این ژنوتیپ، بالاترین تعداد چتر بارور، محتوای رطوبت نسبی، محتوای کلروفیل و وزن هزار میوه در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به خود اختصاص داد (شکل ۳). ژنوتیپ G18 نیز بیشترین تعداد برگ، قطر شاخه، تعداد شاخه در گیاه، تعداد چتر در گیاه را داشت (شکل ۳). ژنوتیپ‌های G14 و G15 از لحاظ صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت، در رتبه یک قرار داشتند.

ترسیم بای پلات ژنوتیپ در صفت (GT) در شرایط تنش ملایم، ۸۳/۷ درصد (۵۶ درصد و ۲۷/۷ درصد به ترتیب توسط مؤلفه اصلی اول و مؤلفه اصلی دوم) از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیح کرد (شکل ۲). بر اساس شکل ۲، ده ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های G4، G5، G9، G13، G14، G16، G18، G19، G20، G21) در رؤس چندضلعی قرار گرفتند. از آن جایی که این ژنوتیپ‌ها بیشترین فاصله را از مبدأ بای پلات دارند، بعنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از صفات یا همه صفات محسوب می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های G16 و G20، بالاترین مقدار عملکرد میوه را در شرایط تنش ملایم دارا می‌باشند. همچنین این ژنوتیپ‌ها، بیشترین تعداد چتر در گیاه، تعداد چتر بارور، تعداد میوه در گیاه، محتوای رطوبت نسبی و وزن هزار میوه در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). بیشترین تعداد برگ، قطر شاخه، تعداد شاخه در گیاه و محتوای کلروفیل، در ژنوتیپ G18 مشاهده شد (شکل ۲). ژنوتیپ G21 از لحاظ صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت، بیشترین مقدار را دارا بود. همچنین ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۲۶، از نظر صفات طول سنبله، تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در سنبله، تعداد روز تا گلدهی، در رتبه نخست قرار داشتند. از نظر صفت شاخص پایداری غشا،

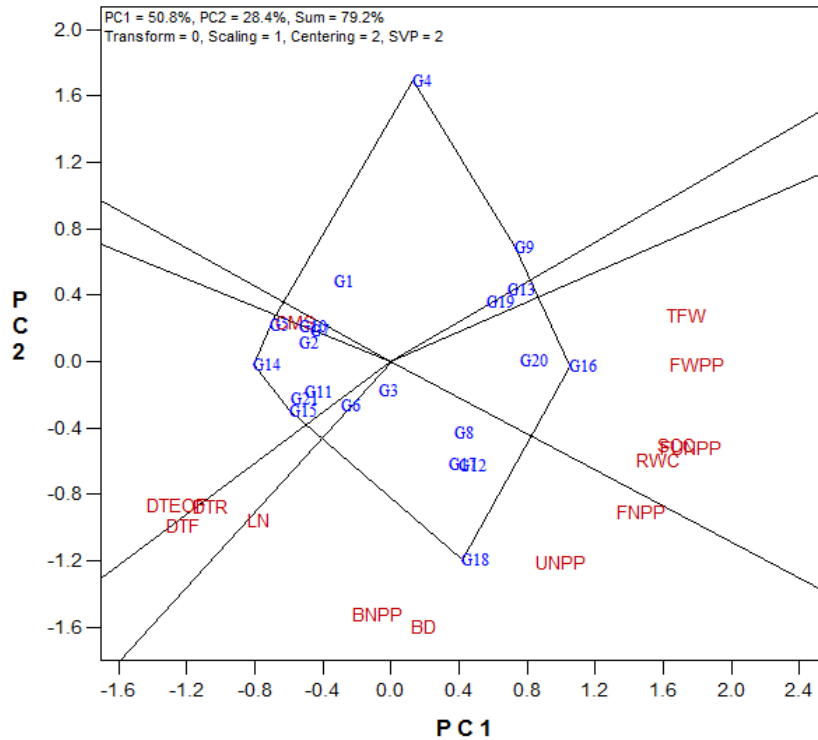
و تنش اجرا می‌شوند. هدف اصلی این گونه آزمایشات، انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که به هر دو شرایط فوق سازگار باشند. شاخص‌های انتخاب متفاوتی جهت انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس تظاهر آن‌ها در محیط‌های بدون تنش و تنش ارائه شده است. ارقام، از نظر واکنش آن‌ها در شرایط بدون تنش و تنش، به چهار گروه ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط (گروه A)، ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب در محیط بدون تنش (گروه B)، ژنوتیپ‌های با عملکرد خوب در محیط تنش (گروه C) و ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در هر دو محیط بدون تنش و تنش (گروه D) گروه‌بندی شده‌اند (Fernandez, 1992). با توجه به نتایج، ژنوتیپ G16 از نظر عملکرد میوه در سه محیط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید، در وضعیت خوبی قرار داشت و به عنوان ژنوتیپ متحمل به خشکی معرفی می‌شود.

در نهایت و با توجه به بای‌پلات، ژنوتیپ G16، مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد میوه و چند صفت دیگر در شرایط تنش شدید بود (شکل ۳). در کل، نتایج نمایش چندضلعی بای‌پلات، در سه شرایط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ G16، مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ برای عملکرد میوه و صفات مرتبط با عملکرد بود. در مناطق نیمه‌خشک، پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها (مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش)، به‌عنوان معیار مناسبی برای ارزیابی تحمل خشکی پذیرفته شده است (Simane *et al.*, 1993). ژنوتیپی را متحمل به تنش می‌نامند که در شرایط محیطی مختلف، عملکرد بالایی داشته باشد؛ بعبارت دیگر، پایداری عملکرد داشته باشد و بتواند عملکرد بالایی خود را در شرایط محیطی مختلف حفظ کند. بنابراین، بسیاری از آزمایشاتی که برای اصلاح ژنوتیپ‌های متحمل به تنش صورت می‌گیرد، عموماً در دو شرایط بدون تنش



شکل ۲. نمایش چندضلعی بای‌پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط تنش ملایم

Figure 2. Biplot polygon of coriander genotypes in mild stress conditions



شکل ۳. نمایش چندضلعی بای پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط تنش شدید

Figure 3. Biplot polygon of coriander genotypes in intense stress conditions

قطر شاخه، شاخص پایداری غشا و محتوای کلروفیل، همبستگی معنی‌داری با عملکرد میوه نشان دادند (شکل ۴). صفات تعداد چتر بارور، وزن هزارمیوه، تعداد میوه در گیاه و تعداد برگ، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد میوه نشان دادند (شکل ۴) و جدول ضرایب همبستگی، تایید کننده این نتایج است (جدول ۳). با توجه به ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت با عملکرد میوه، می‌توان احتمال داد که با کاهش دوره رسیدگی، عملکرد میوه گیاه افزایش داشته است. مثبت و معنی‌دار بودن بودن ضریب همبستگی عملکرد میوه با صفات تعداد برگ و تعداد شاخه نیز نشان‌گر آن است که با افزایش کل زیست توده، عملکرد میوه افزایش یافته است. با توجه به آن که میوه، حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون شاخه و برگ می‌باشد، بنابراین همبستگی مثبت و بالای این دو صفت با عملکرد میوه، دور از انتظار نیست و نشان دهنده آن است که برای داشتن عملکرد میوه بالا، به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب، احتیاج است (Dabiri *et al.*, 2009). نمایش برداری ژنوتیپ در صفت (GT) در شرایط تنش ملایم و تنش شدید در شکل‌های ۵ و ۶

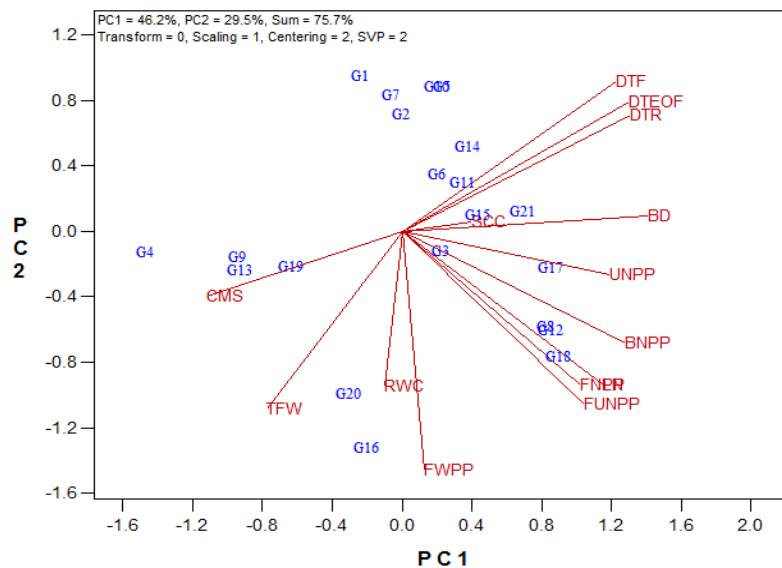
روابط متقابل میان صفات

روش دیگر برای ترسیم بای پلات (GT)، نمایش برداری بای پلات است. بردارهایی که از مبدأ بای پلات سرچشمه می‌گیرند، به علایم صفات وصل می‌شوند و روابط بین و درون صفات را نشان می‌دهند. این شکل بای پلات، مقدار مناسبی از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توضیح می‌دهد. از آنجایی که کسینوس زاویه بین بردارهای هر دو صفت، ضریب همبستگی آنها را برآورد می‌کند، این شکل بای پلات، بهترین راه برای نمایش گرافیکی روابط متقابل میان صفات است. اگر زاویه بین بردارهای دو صفت، کمتر از ۹۰ درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی مثبت وجود داد. اگر این زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد، همبستگی منفی و اگر زاویه ۹۰ درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی وجود ندارد. طول بردارها، پاسخدهی صفات را به ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد، به طوری که هرچه طول بردار یک صفت بیشتر باشد، نشان‌دهنده آن است که آن صفت، دارای قدرت پاسخدهی بیشتری به ژنوتیپ‌ها می‌باشد و صفاتی که در منشأ بای پلات قرار می‌گیرند، هیچ پاسخی به ژنوتیپ‌ها نمی‌دهند.

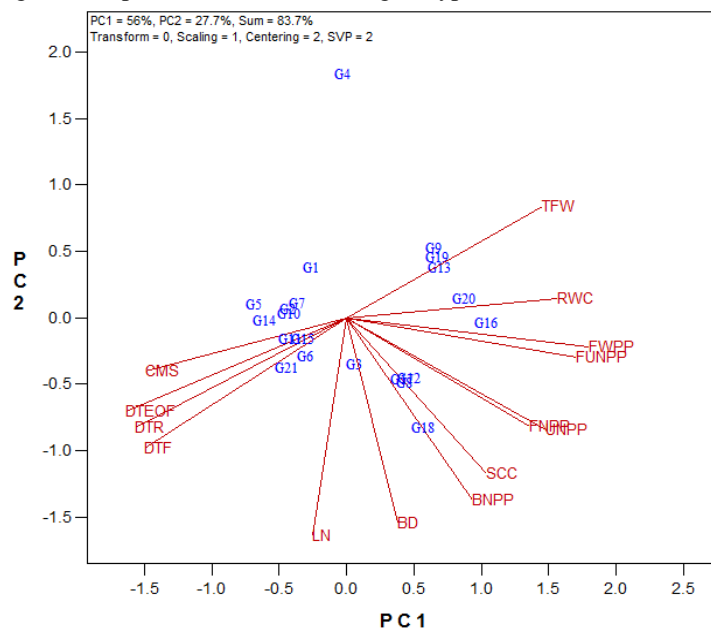
بر اساس نمایش برداری ژنوتیپ در صفت (GT) در شرایط بدون تنش، اکثر صفات، به جز تعداد چتر در گیاه،

تعداد برگ، همبستگی معنی‌داری با عملکرد میوه نشان دادند (شکل ۵).

نشان داده شده است. نتایج بای‌پلات نشان داد که در شرایط تنش ملایم، اکثر صفات به جز صفات قطر شاخه و



شکل ۴. نمایش برداری بای‌پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط بدون تنش
Figure 4. Biplot vector of coriander genotypes in non-stress conditions



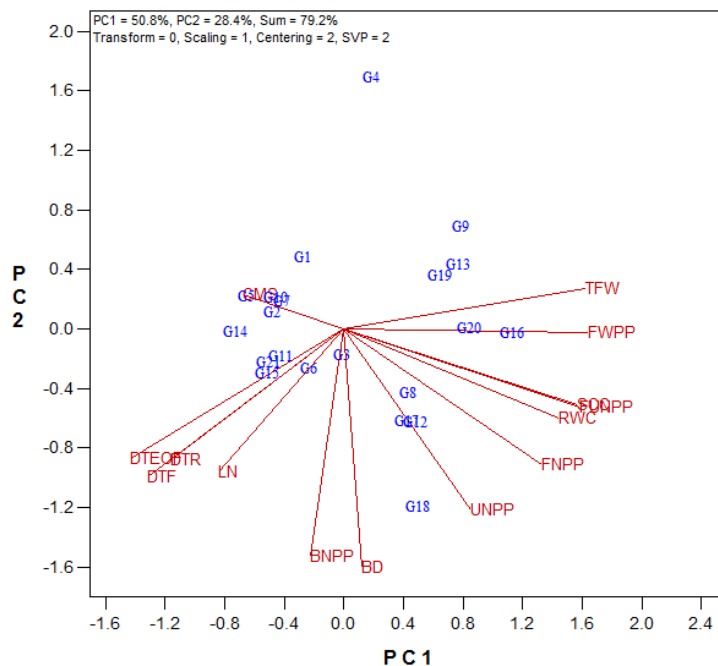
شکل ۵. نمایش برداری بای‌پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط تنش ملایم
Figure 5. Biplot vector of coriander genotypes in mild stress conditions

(شکل ۵، جدول ۳ و ۴). از صفات فیزیولوژیک مرتبط با محتوای آب گیاه همچون محتوای نسبی آب برگ می‌توان برای اصلاح تحمل به خشکی استفاده کرد (Kelly, 1998 & Ramirez-Vallejo). محتوای نسبی آب که تحت تاثیر تنظیم اسمزی، جذب آب و میزان تعرق قرار دارد و نیز از وراثت‌پذیری بالایی در شرایط تنش خشکی برخوردار است، به عنوان معیار انتخاب برای تحمل خشکی پیشنهاد

و همچنین در شرایط تنش شدید، اکثر صفات به جز صفات قطر شاخه، تعداد شاخه و تعداد برگ، همبستگی معنی‌داری با عملکرد میوه نشان دادند (شکل ۶). در هر دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید، همبستگی مثبت و معنی‌داری میان صفات تعداد چتر در گیاه، تعداد چتر بارور، وزن هزارمیوه، تعداد میوه در گیاه و محتوای رطوبت نسبی و محتوای کلروفیل با عملکرد میوه وجود داشت

تنش ملایم و تنش شدید مشاهده شد (شکل‌های ۵ و ۶ و جداول ۳ و ۴). بدین معنی ژنوتیپ‌هایی که محتوای رطوبت نسبی بالاتری دارند، عملکرد میوه بالاتری نیز دارند. بنابراین می‌توان محتوای رطوبت نسبی را از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک تحمل خشکی به شمار آورد.

شده است (Siddique *et al.*, 2000). بنابراین، ژنوتیپ‌هایی که بدون بستن روزنه‌های خود، توانایی حفظ آب بیشتری دارند، برای مناطق خشک مناسب‌تر می‌باشند. با توجه به نتایج، همبستگی مثبت معنی‌داری میان محتوای رطوبت نسبی و عملکرد میوه در شرایط



شکل ۶. نمایش برداری بای پلات ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط تنش شدید

Figure 6. Biplot vector of coriander genotypes in intense stress conditions

نسبی کلروفیل، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر دستی در مزرعه رواج یافته است. فیزیولوژیست‌های گیاهی، از محتوای کلروفیل برگ، به عنوان ابزاری برای پاسخ به تنش، به علت اندازه‌گیری سریع و غیر تخریبی و به عنوان روشی ایده‌آل در مطالعات تنش و دیگر مطالعات استفاده می‌کنند. (Peñuelas & Filella 1998; Gitelson *et al.*, 2003). در این مطالعه، همبستگی مثبت معنی‌داری بین محتوای کلروفیل و عملکرد میوه، تحت دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید مشاهده شد (شکل ۵ و ۶، جدول ۳ و ۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که صفت محتوای کلروفیل برگ، به علت کم هزینه بودن و اندازه‌گیری آسان و غیر تخریبی می‌تواند به عنوان شاخصی مناسب، در برنامه‌های اصلاحی، برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد میوه بالا در شرایط تنش خشکی در مزرعه، مورد استفاده قرار گیرد. همبستگی منفی و معنی‌داری بین صفت پایداری غشا یا نشت یونی با عملکرد میوه، تحت دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید، مشاهده شد (شکل ۵ و

همچنین تنش خشکی، موجب پیری بسیاری از گونه‌های گیاهی می‌شود که زرد شدن برگ از علائم آن است (Hafsi *et al.*, 2007). زرد شدن برگ هنگامی رخ می‌دهد که محتوای کلروفیل برگ، حدود ۵۰ درصد نسبت به برگ سبز طبیعی، کاهش یابد. مشاهده پیری با استفاده از اندازه‌گیری کلروفیل برگ امکان‌پذیر است. تنش خشکی، باعث کاهش میزان کلروفیل برگ می‌شود، بنابراین کاهش کلروفیل می‌تواند به عنوان یک عامل محدودکننده غیرروزنه‌ای به حساب آید (Behra *et al.*, 2002). از طرفی، حفظ غلظت کلروفیل در تنش خشکی به ثبات فتوسنتز کمک می‌کند. بنابراین می‌توان آن را به عنوان یکی از شاخص‌های فیزیولوژیک تحمل خشکی معرفی کرد. ارقام متحمل به خشکی، دارای محتوای کلروفیل برگ بالا هستند و وارپته‌های حساس، پایین‌ترین محتوای کلروفیل برگ را نشان می‌دهند. اگر چه روش‌های پیچیده و دقیق آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری کلروفیل وجود دارد، اما در سال‌های اخیر، تعیین محتوای

گرفتن برگ در یک محیط آبی، مواد محلول از سلول‌های آن تراوش می‌کند؛ لذا پایداری غشاء، به وسیله ارزیابی تراوش یون‌ها از آن تعیین می‌شود. Sairam *et al.* (2002).

۶، جدول ۳ و ۴). بدین معنا که ژنوتیپ‌هایی که نشأت یونی کمتری دارند، عملکرد میوه بالاتر و در نهایت تحمل به خشکی بالاتری دارند. تحت تنش خشکی و گرما، غشاء سلولی، پایداری خود را از دست می‌دهد و در صورت قرار

جدول ۳. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط بدون تنش (پایین قطر) و شرایط تنش ملایم (بالای قطر)

Table 3. Correlation coefficients between measured traits in coriander genotypes under non-stress (above diameter) and mild stress conditions (down diameter).

	LN	BNPP	BD	UNPP	FUNPP	TFW	FNPP	FWPP	SCC	RWC	CMS	DTF	DTEOF	DTR
LN		0.57**	0.59**	0.24	0.06	-0.60**	0.38	-0.04	0.46*	-0.14	0.27	0.59**	0.42	0.49*
BNPP	0.89**		0.79**	0.73**	0.63**	0.11	0.60**	0.60**	0.66**	0.31	-0.19	-0.01	-0.18	-0.10
BD	0.63**	0.73**		0.65**	0.32	-0.03	0.35	0.33	0.59**	0.02	0.13	0.24	0.18	0.22
UNPP	0.66**	0.79**	0.67**		0.79**	0.52*	0.71**	0.84**	0.72**	0.57**	-0.50*	-0.43*	-0.51*	-0.44*
FUNPP	0.95**	0.88**	0.53*	0.57**		0.65**	0.77**	0.94**	0.54**	0.69**	-0.64**	-0.68**	-0.77**	-0.75**
TFW	-0.01	-0.20	-0.52*	-0.29	0.10		0.21	0.73**	0.12	0.60**	-0.62**	-0.93**	-0.85**	-0.87**
FNPP	0.88**	0.72**	0.57**	0.49*	0.88**	0.15		0.77**	0.72**	0.65**	-0.65**	-0.30	-0.48*	-0.39
FWPP	0.63**	0.49*	0.02	0.22	0.70**	0.67**	0.60**		0.59**	0.77**	-0.74**	-0.73**	-0.81**	-0.78**
SCC	0.06	0.08	0.09	-0.02	0.20	0.12	0.23	0.03		0.55**	-0.28	-0.10	-0.24	-0.17
RWC	0.28	0.25	-0.05	0.05	0.31	0.42	0.20	0.48*	-0.08		-0.77**	-0.68**	-0.76**	-0.75**
CMS	-0.33	-0.31	-0.62**	-0.39	-0.27	0.30	-0.43*	0.15	-0.51*	0.27		0.71**	0.79**	0.72**
DTF	0.22	0.39	0.74**	0.48*	0.13	-0.80**	0.15	-0.49*	0.24	-0.33	-0.71**		0.94**	0.96**
DTEOF	0.31	0.47*	0.79**	0.48*	0.23	-0.78**	0.23	-0.43*	0.23	-0.30	-0.71**	0.98**		0.94**
DTR	0.32	0.49*	0.78**	0.59**	0.23	-0.69**	0.21	-0.44*	0.24	-0.22	-0.73**	0.96**	0.95**	

ilit y levels, respectively

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

(2003) در ارزیابی تحمل به خشکی ارقام جو مشاهده کردند که در ارقام متحمل‌تر به خشکی، تخریب کمتری در غشاءهای رخ داد. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد و پایداری غشاء در شرایط تنش، به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های متحمل، دارای مقدار خسارت سلولی کمتر باشند. بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک شاخص تحمل به خشکی استفاده کرد. همچنین با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت با عملکرد میوه، تحت تنش ملایم و تنش شدید (شکل ۵ و ۶ و جدول ۳ و ۴)، می‌توان احتمال داد که با کاهش دوره رسیدگی، عملکرد میوه گیاه افزایش داشته است. با توجه به گرما و خشکی آخر فصل در اکثر نقاط ایران و با توجه به همبستگی منفی صفات فنولوژیک با عملکرد میوه گشنیز، می‌توان نتیجه گرفت که برای داشتن ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا، باید به دنبال توسعه ژنوتیپ‌های زودرس بود. از طرفی زودرسی، هزینه‌های تولید را به علت کوتاه شدن طول دوره کاشت، کاهش می‌دهد. همچنین کاهش طول دوره برداشت محصول، تأثیر مثبت در سیستم تولید محصول دارد. با توجه به این موضوع، می‌توان این صفت را

میزان هدایت الکتریکی در محیط آبی، خسارت تنش خشکی و یا تنش گرمایی را به غشاء سلولی نشان می‌دهد و میزان پایداری غشاء سلولی، بخوبی با تحمل سایر فرآیندهای گیاهی به تنش از جمله فتوسنتز، مرتبط است و به عنوان شاخصی از تحمل به تنش ارائه شده است. به نظر می‌رسد که پایداری غشاء سلولی در تنش‌ها، با سنتز پروتئین‌های شوک گرمایی و ویژگی‌های سیستم فتوسنتزی، از جمله آنزیم‌های کلیدی و غشاهای تیلاکوئیدی مرتبط است و غشاء سلولی که پایداری خود را در طی تنش حفظ می‌کند، نقش محوری در تحمل به خشکی و گرما دارد (Bewley, 1979). به طور کلی، تنش خشکی باعث افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نهایت کاهش شاخص پایداری غشاء سلولی در گیاهان مختلف می‌شود. Singh *et al.* (1992) با بررسی پایداری غشاء سلولی تحت تنش خشکی در گیاهچه‌های نه ژنوتیپ گندم ۲۵، ۵۰ و ۷۰ روزه در شرایط گلخانه‌های دریافتند که این ویژگی در گیاهچه‌های ۲۵ روزه تحت آبیاری، با ژنوتیپ‌های تحت تنش خشکی در شرایط مزرعه‌ای، همبستگی دارد و درصد کاهش عملکرد، با میزان خسارت به غشاء سلولی مرتبط بوده است، Kocheva & Gorgiev

به عنوان یک شاخص انتخاب مستقل در جهت اصلاح ارقام مختلف گشنیز در نظر گرفت.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گشنیز در شرایط تنش شدید

Table 4. Correlation coefficients between measured traits in coriander genotypes under intense stress conditions.

	LN	BNPP	BD	UNPP	FUNPP	TFW	FNPP	FWPP	SCC	RWC	CMS	DTF	DTEOF	DTR
BNPP	0.54**													
BD	0.46*	0.77**												
UNPP	0.30	0.62**	0.61**											
FUNPP	-0.32	0.13	0.35	0.62**										
TFW	-0.46*	-0.27	-0.05	0.35	0.84**									
FNPP	-0.22	0.31	0.56**	0.64**	0.90**	0.59**								
FWPP	-0.41	-0.17	0.05	0.51*	0.87**	0.90**	0.72**							
SCC	-0.32	0.11	0.36	0.61**	0.91**	0.78**	0.90**	0.85**						
RWC	-0.22	0.13	0.40	0.59**	0.84**	0.72**	0.84**	0.80**	0.87**					
CMS	0.07	-0.21	-0.03	-0.26	-0.41	-0.31	-0.30	-0.43*	-0.25	-0.26				
DTF	0.57**	0.58**	0.48*	-0.04	-0.47*	-	0.82**	-0.19	-0.69**	-0.49*	-0.41	0.19		
DTEOF	0.63**	0.53*	0.40	-0.08	-0.58**	-	0.86**	-0.31	-0.74**	-	-0.48*	0.19	0.97**	
DTR	0.46*	0.39	0.45*	-0.06	-0.37	-	0.64**	-0.16	-0.55**	-0.41	-0.31	0.37	0.88**	0.84**

vels, respectively

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱

با عملکرد میوه در شرایط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید، می‌توان نتیجه گرفت که برای داشتن ژنوتیپ‌هایی با عملکرد میوه بالا، باید به دنبال توسعه ژنوتیپ‌های زودرس بود. در این مطالعه، همبستگی معنی‌داری بین صفات محتوای کلروفیل، محتوای رطوبت نسبی و پایداری غشا با عملکرد میوه، تحت شرایط تنش ملایم و تنش شدید مشاهده شد. بنابراین می‌توان این صفات را از جمله شاخص‌های فیزیولوژیک تحمل خشکی به شمار آورد. همچنین نتایج نمایش چندضلعی بای‌پلات در شرایط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ G16، مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین ژنوتیپ برای عملکرد میوه و صفات مرتبط با عملکرد بود.

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه، برای بررسی روابط متقابل میان صفات و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ چند صفت در گشنیز، از روش جی‌تی‌بی‌پلات استفاده شد. نتایج نشان داد که این روش، ابزار فوق‌العاده قوی برای بررسی روابط متقابل میان صفات و همچنین ارزیابی، مقایسه و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف گشنیز، از لحاظ چند صفت بود. نمایش برداری ژنوتیپ در صفت (GT) در شرایط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید نشان داد که صفات تعداد چتر بارور، وزن هزارمیوه، تعداد میوه در گیاه و محتوای رطوبت نسبی، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد میوه نشان دادند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا پایان گلدهی و تعداد روز تا برداشت

REFERENCES

1. Badu-Apraku, B. & Akinwale, R. (2011). Cultivar evaluation & trait analysis of tropical early maturing maize under Striga-infested and Striga-free environments. *Field Crops Research*, 121, 186-194.
2. Behera, R. K., Mishra, P. C. & Choudhury, N. K. (2002). High irradiance and water stress induce alterations in pigment composition & chloroplast activities of primary wheat leaves. *Journal of plant physiology*, 159, 967-973.
3. Bewley, J. D. (1979). Physiological aspects of desiccation tolerance. *Annual review of plant physiology*, 30, 195-238.
4. Brandle, J. & McVetty, P. (1989). Heterosis & combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars & inbred lines. *Crop Science*, 29, 1191-1194.
5. Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties & potential applications in foods-a review. *International journal of food microbiology*, 94, 223-253.
6. Cantore, P. L., Iacobellis, N. S., De Marco, A., Capasso, F. & Senatore, F. (2004). Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. & *Foeniculum vulgare* Miller var. vulgare (Miller) essential oils. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 52, 7862-7866.
7. Chithra, V. & Leelamma, S. (2000). Coriandrum sativum effect on lipid metabolism in 1, 2-dimethyl hydrazine induced colon cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 71, 457-463.
8. Dabiri, M., Bahramnejad, M. & Baghbanzadeh, M. (2009). Ammonium salt catalyzed multicomponent transformation: simple route to functionalized spirochromenes and spiroacridines. *Tetrahedron*, 65, 9443-9447.

9. Dehghani, H., Omid, H. & Sabaghnia, N. (2008). Graphic analysis of trait relations of rapeseed using the biplot method. *Agronomy Journal*, 100, 1443-1449.
10. Duhon, S. S. Chandra, S., Basu, A. K. & Makhija, O. P. (1982). Components of genetic variation for yield and its attributes in a diallel cross of yellow-seeded Indian colza. *Indian Journal of Agricultural Science*, 52, 154-158.
11. Falconer, D. S., Mackay, T. F. C. & Frankham, R. (1996). Introduction to Quantitative Genetics (4th edn). Longman, Harlow, UK.
12. Gallagher, A., Flatt, P., Duffy, G. & Abdel-Wahab, Y. (2003). The effects of traditional antidiabetic plants on in vitro glucose diffusion. *Nutrition research*, 23, 413-424.
13. GGEbiplot. (2011). GGEbiplot. A statistical package. Ottawa, ON., Canada.
14. Gholizadeh, A. & Dehghani, H. (2016). Graphic analysis of trait relations of Iranian bread wheat germplasm under non-saline & saline conditions using the biplot method. *Genetika*, 48, 473-486.
15. Gitelson, A. A., Gritz, Y. & Merzlyak, M. N. (2003). Relationships between leaf chlorophyll content & spectral reflectance & algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of plant physiology*, 160, 271-282.
16. Hafsi, M., Akhter, J. & Monneveux, P. (2007). Leaf senescence and carbon isotope discrimination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under severe drought conditions. *Cereal Research Communications*, 35, 71-80.
17. Kearsey, M. J. & Pooni, H. S. (1996). The genetic analysis of quantitative traits. . *Stanley Thornes Ltd., Cheltenham, Great Britain*
18. Kocheva, K. & Georgiev, G. (2003). Evaluation of the reaction of two contrasting barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG 6000. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 49, 290-294.
19. Kubo, I., Fujita, K. I., Kubo, A., Nihei, K. I. & Ogura, T. (2004). Antibacterial activity of coriander volatile compounds against *Salmonella choleraesuis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3329-3332.
20. Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 399-402
21. Mohammadi, R., Dehghani, H. & Karimzadeh, G. (2015). Graphic analysis of trait relations of cantaloupe using the Biplot method. *Journal of Plant Production Research*, 21, 43-62. (In Farsi).
22. Okoye, M., Okwuagwu, C., Uguru, M., Ataga, C. & Okolo, E. (2007). Genotype by trait relations of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) based on GT biplot. 8th African Crop Science Society Conference, El-Minia, Egypt, 27-31. October 2007: 723-728p.
23. Peñuelas, J. & Filella, I. (1998). Visible & near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in plant science*, 3, 151-156.
24. Ramirez-Vallejo, P. & Kelly, J. D. (1998). Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99, 127-136.
25. Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. & Vivekanadan, M. V. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and Antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1189-1202.
26. Sabaghnia, N., Dehghani, H. & Sabaghpour, S. H. (2008). Graphic analysis of genotype by environment interaction for lentil yield in Iran. *Agronomy Journal*, 100, 760-764.
27. Sairam, R. & Srivastava, G. (2001). Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant & susceptible genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186, 63-70.
28. Sefidkon, F., Abbasi, K., Jamzad, Z. & Ahmadi, S. (2007). The effect of distillation methods & stage of plant growth on the essential oil content & composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Food Chemistry*, 100, 1054-1058.
29. Siddique, M., Hamid, A. & Islam, M. (2000). Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41, 35-38.
30. Simane, B., Struik, P., Nachit, M. & Peacock, J. (1993). Ontogenetic analysis of yield components & yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*, 71, 211-219.
31. Singh, M., Srivastava, J. & Kumar, A. (1992). Cell membrane stability in relation to drought tolerance in wheat genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168, 186-190.
32. SPSS, I. (2010). SPSS 19. Users Guided. Chicago, IL., USA.
33. Volatil, O. (2000). Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 51, 167-172.
34. Wangenstein, H., Samuelsen, A. B. & Malterud, K. E. (2004). Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chemistry*, 88, 293-297.
35. Yan, W. & Kang, M. S. (2002). GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, & agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL. 273p.
36. Yan, W. & Rajcan, I. (2002). Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42, 11-20.
37. Yan, W., Hunt, L., Sheng, Q. & Szlavnic, Z. (2000). Cultivar evaluation & mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*, 40, 597-605.

38. Zehtab-Salmasi, S., Ghasemi-Golezani, K. & 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.