

"Research Paper"

Investigating of Genetic Diversity of some Coriander (*Coriandrum sativum* L.) Landraces in Iran for Phenological, Morphological and Agronomic Traits

Solmaz Nadi¹, Jalal Saba², Mohammad Jafaraghae³ and Babak Andalibi⁴

1- Ph.D. Student of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Associate professor, Seed and Plant Improvement Institute, Genetic and plant genetic resources research department, Karaj, Iran, (Corresponding Author: jaffaraghaei@gmail.com)

4- Assistant professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Received: 30 December, 2022 Accepted: 20 February, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Coriander is one of the important medicinal plants in the world which has been used widely in medicinal, cosmetic and health care industries.

Materials and Methods: In order to investigate the genetic diversity of this plant in Iran, 20 Coriander populations were collected from different parts of the country and evaluated out using randomized complete block design with three replications in Karaj Vegetable Research Center of Horticultural Sciences Research Institute in 2018-2019 and 2019-2020 crop years. During the growth period, the phenological, morphological and physiological characteristics were recorded. Days to generation, Largest basal leaf length, Basal leaf number, Days to full flowering, Days to Maturity, Plant height, Umbel number per plant, Fertile umbel number per plant, Unfertile umbel number per plant, Umbellate number per umbel, Seed number per umbel, thousand seed weight, Grain yield per plant, Biomass per plant, Harvest index per plant, Grain yield, Biomass and Harvest index traits were investigated. Data were analyzed using SAS and SPSS software and for Grouping of the population, the cluster analysis was performed by Ward's method and factor analysis was done using the Variomax rotation method.

Results: According to the results of analysis of variance, there were significant differences between the studied populations in terms of most traits include the largest basal leaf length, basal leaf number, plant height, umbel number per plant, fertile umbel number per plant, unfertile umbel number per plant, umbellate number per umbel, grain number per umbel, 1000-seed weight, seed weight per plant, biomass per plant, harvest index per plant, grain yield, biomass and harvest index. Phenotypic and genotypic coefficients of variation were high for most of the traits which indicated the high diversity of these traits in the studied populations. The heritability in broad-sense of the traits largest basal leaf length, basal leaf number, plant height, umbel number per plant, fertile umbel number per plant, umbellate number per umbel, seed number per umbel, 1000-seed weight, seed weight per plant, biomass per plant, harvest index per plant, grain yield, biomass and harvest index were high, which makes the response to the selection of these traits expected in breeding programs. Cluster analysis classified 20 studied populations into five groups.

Conclusion: According to the results, the Kermanshah population had the highest grain yield in two years. The higher yield of this population was due to having the highest number of umbels per plant, number of fertile umbels, number of umbels per umbel and weight of 1000 seeds. Also, the traits of the length of the longest basal leaf, the number of basal leaves, the number of umbels per plant, the number of fertile umbels per plant, the number of umbels per umbel, the number of seeds per umbel, the weight of 1000 seeds, the yield of seeds per plant, the biomass of a single plant, the harvest index of a single plant, seed yield, biomass and harvest index had high heritability, which indicates the high role of genetic factors and the low influence of environmental factors on the control of these traits.

Keywords: Breeding, Cluster Analysis, Heritability, Medicinal plants, Yield components



"مقاله پژوهشی"

بررسی تنوع ژنتیکی برخی از جمعیت‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) ایران از لحاظ صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی

سولماز نادى^۱، جلال صبا^۲، محمد جعفرآقايی^۳ و بابک عندلیبی^۴

۱- دانشجوی دکتری ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
 ۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
 ۳- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش ذخایر ژنتیک و ذخایر توارثی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: jaffaraghaei@gmail.com)
 ۴- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
 تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱ صفحه: ۱۰۳ تا ۱۱۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گشنیز از مهم‌ترین گیاهان دارویی در دنیا است که به‌طور گسترده در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. **مواد و روش‌ها:** به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی این گیاه در ایران، ۲۰ توده بومی گشنیز از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری شده و در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ و ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده سبزی و صیفی مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کرج انجام شد. در طول دوره رشد صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری شدند. صفات بررسی شدند. صفات روز تا جوانه‌زنی، طول بلندترین برگ پایه، تعداد برگ پایه، روز تا گلدهی کامل، روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چتر نابارور در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه تک‌بوته، بیوماس تک‌بوته، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت بررسی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش چرخش وریماکس انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین توده‌های بومی مورد مطالعه از لحاظ اکثر صفات شامل طول بلندترین برگ پایه، تعداد برگ پایه، ارتفاع گیاه، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد چترک در هر چتر، تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه تک‌بوته، بیوماس تک‌بوته، شاخص برداشت تک‌بوته، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت. ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای بیشتر صفات بالا بود که نشان از تنوع زیاد این صفات در توده‌های بومی مورد بررسی داشت. وراثت‌پذیری عمومی صفات طول بلندترین برگ پایه، تعداد برگ پایه، ارتفاع، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه، وزن دانه تک‌بوته، بیوماس تک‌بوته، شاخص برداشت تک‌بوته، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت بالا بود که پاسخ به گزینش این صفات را در برنامه‌های اصلاحی مورد انتظار می‌سازد. تجزیه خوشه‌ای ۲۰ توده بومی مورد مطالعه را در پنج گروه دسته‌بندی کرد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، توده کرمانشاه بیشترین عملکرد دانه را در دو سال دارا بود. عملکرد بیشتر این توده نسبت به دیگر توده‌های مورد بررسی به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور، تعداد چترک در بوته و وزن هزاردانه بود. همچنین صفات طول بلندترین برگ پایه، تعداد برگ پایه، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه تک‌بوته، بیوماس تک‌بوته، شاخص برداشت تک بوته، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت از وراثت‌پذیری بالایی برخوردار بودند که نشان‌دهنده نقش بالای عامل ژنتیک و تأثیر کم عوامل محیطی بر کنترل این صفات می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، به‌نژادی، تجزیه خوشه‌ای، گیاهان دارویی، وراثت‌پذیری

مقدمه

ژرم‌پلاس‌های گیاهی مفید می‌باشد بلکه پتانسیل لازم برای استفاده از این توده‌های بومی در اصلاح ارقام پر عملکرد زراعی را فراهم می‌کند (Morrison, 1990). در بررسی انجام شده بر روی ۶۲ توده گشنیز مشاهده شد که از نظر صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع گیاه، تعداد گره در بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در چترک، تعداد دانه در چتر، قطر چتر، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در بوته تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین بیشترین ضریب تغییرپذیری فنوتیپی و ژنوتیپی برای صفت عملکرد دانه در بوته مشاهده شد (Saroj et al., 2022). در بررسی انجام شده توسط یگانه‌پور و همکاران (Yeganehpour et al., 2017) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، شاخه و برگ در بوته)، به ویژه تعداد شاخه در بوته مشاهده شد. از بین اجزای عملکرد، تعداد چتر و دانه در بوته تأثیر عمده‌ای بر عملکرد دانه داشتند. همچنین سطح برگ، تعداد شاخه در بوته، تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در بوته به عنوان بهترین معیارهای انتخاب برای بهبود عملکرد دانه در

گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) از خانواده چتریان و از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده است که امروزه در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود (Ali et al., 2019; Innocent, 2011). گشنیز گیاهی علفی، یک‌ساله با عدد پایه کروموزومی $2n=2x=22$ می‌باشد (Micić et al., 2019; Tripathi et al., 2000). گشنیز بومی مناطق مدیترانه‌ای است و از آنجا به هند، چین و کل دنیا راه یافته است. تولیدکنندگان تجاری گشنیز در سال‌های اخیر به ترتیب شامل کشورهای هند، مکزیک، ایران، چین، سوریه، بلغارستان، مراکش، مصر، ترکیه و روسیه بوده‌اند (FAO, 2018). اولین گام در راستای اهلی‌سازی و کشت یک گونه گیاهی، ارزیابی تنوع جمعیت‌های مختلف آن گونه می‌باشد (Nemeth, 2000). معیارهای مختلفی برای بررسی تنوع در جمعیت‌های مختلف گیاهی وجود دارد که یکی از معمول‌ترین معیارها، بررسی تنوع ویژگی‌های فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی جمعیت‌ها است (Gauhar et al., 2018). شناسایی تنوع مورفولوژیک نه تنها در مدیریت

توده بومى گشنيز كه از مراكز اصلى كشت و كار و توليد اين گياه جمع‌آورى شده بود (جدول ۱)، مورد بررسى قرار گرفت. توده‌هاى بومى طى دو سال زراعى ۱۳۹۷-۹۸ و ۱۳۹۸-۹۹ در قالب طرح بلوك‌هاى كامل تصادفى در سه تكرر در مزرعه تحقيقاتى پژوهشكده سبزي و صيفى مؤسسه تحقيقات علوم باغبانى كرج واقع در عرض جغرافيايى ۳۵ درجه و ۴۶ دقيقه شمالى و طول ۵۰ درجه و ۵۷ دقيقه شرقى و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دريا ارزيايى شدند. پس از انجام عمليات تهيه زمين، به مساحت ۳×۱ مترمربع براى هشت ردیف با فاصله ۲۵ سانتى‌متر كشت شدند. براى اطمینان از جوانه‌زنى و حفظ تراكم در حد مطلوب در روى هر ردیف تعداد بيشتري بذر قرار داده شد و سپس عمليات تنك در مرحله ۳-۴ برگى بر اساس تراكم مطلوب انجام گردید به طوری كه فاصله بذرها در هر ردیف ۱۵ سانتى‌متر بود. در طول دوره رشد براساس دستورالعمل (UPOV)، صفاتى نظير زمان جوانه‌زنى، طول بلندترین برگ پایه، تعداد برگ پایه، زمان گلدهى كامل، ارتفاع گياه، تعداد چتر در هر بوته، تعداد چتربارور، تعداد چتر غيربارور، تعداد چترک در هر چتر، تعداد دانه در چترک، وزن هزاردانه، عملکرد دانه تک‌بوته، بيوماس تک‌بوته، شاخص برداشت تک‌بوته، عملکرد دانه، بيوماس، شاخص برداشت و رسيدگى كامل توده‌ها با دقت يادداشت‌برداری و فاصله زمانى كاشت تا گلدهى و رسيدگى كامل، به‌عنوان روز تا گلدهى و روز تا رسيدگى ثبت شد. در زمان برداشت، ده بوته تصادفى از هر واحد آزمایشى انتخاب و ارتفاع آن‌ها از سطح زمين تا چتر اصلى با متر اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان ارتفاع نهايى ثبت شد. سپس تعداد چتر در هر بوته، تعداد چتربارور، تعداد چتر غيربارور، تعداد چترک در هر چتر و تعداد دانه در چترک بوته‌هاى انتخابى شمارش شدند. همچنين، وزن هزاردانه، عملکرد دانه تک‌بوته، بيوماس تک‌بوته، عملکرد دانه و بيوماس بوته‌ها با ترازو (با دقت يك صدم) اندازه‌گیری و شاخص برداشت محاسبه گردید.

شرایط مشابه معرفى شدند. در مطالعه‌ی انجام شده توسط ديولگروو و ديولگروا (Dyulgerov and Dyulgerova, 2013a) نتایج نشان داد كه بين توده‌هاى گشنيز از لحاظ صفات تعداد شاخه در بوته، تعداد ميوه در هر چتر، وزن ميوه در هر چتر، وزن هزارميوه و وزن ميوه در بوته تنوع زيادى وجود داشت. سينگ و همكاران (Singh et al., 2012) نيز در ارزيايى تنوع ژنتيكي ژنوتیپ‌هاى مختلف گشنيز با استفاده از صفات مورفولوژيكي مانند زمان گلدهى، ارتفاع گياه، تعداد شاخه‌ی جانبى، تعداد چتر در بوته، تعداد ميوه در چتر و وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها را به هشت گروه تقسيم كردند.

با توجه به اينكه گشنيز با سطح زیركشت ۳۰۹۹ هكتار به‌صورت گسترده در ايران كشت می‌گردد و نظر به اهميت اين گياه در تغذيه و سلامت مردم، لازم است كه مطالعات علمى از قبيل تنوع ژنتيكي در مورد اين گياه به‌ويژه توده‌هاى بومى ايران صورت گیرد؛ چرا كه در غير اين صورت اين توده‌هاى بومى رفته‌رفته در معرض عوامل انقراض از جمله از بين رفتن و تخريب رويشگاه‌ها و تبديل شدن رويشگاه‌ها به زمين‌هاى کشاورزى، روش‌هاى ناپايدار برداشت و برداشت بی‌رويه و كنترل‌نشده، قرار گرفته و از بين خواهند رفت (Golestani and Sahhafi, 2020; Meena et al., 2013).

بنابراين نظر به اهميت اين گياه در تغذيه و سلامت مردم، لازم است كه مطالعات علمى از قبيل تنوع ژنتيكي در مورد اين گياه به‌ويژه توده‌هاى بومى ايرانى صورت گیرد. هدف از پژوهش حاضر شناسايى تنوع ژنتيكي، ويژگى‌هاى مورفولوژيكي، بررسى صفات عملکردى و وراثت‌پذيرى آن‌ها در گياه گشنيز است كه به‌عنوان پيش‌نياز برنامه‌هاى به‌نژادى در توليد ژرم‌پلاسم پيشرفته و لاین‌هاى اميدبخش براى تهيه ارقام تجارى گشنيز مورد نياز خواهد بود.

مواد و روش‌ها

در اين مطالعه با بررسى مراكز توليد گياه گشنيز كه به‌عنوان سبزي، ادويه و يا گياه داروئى كشت و كار می‌گردید، تعداد ۲۰

جدول ۱- منشأ جمع‌آورى توده‌هاى بومى گشنيز

Table 1. Source collection of coriander landraces

استان (Province)	شهرستان (City)	عرض جغرافيايى (Latitude)	طول جغرافيايى (Longitude)	استان (Province)	شهرستان (City)	عرض جغرافيايى (Latitude)	طول جغرافيايى (Longitude)
اردبيل (Ardebil)	اردبيل (Ardebil)	30° 47'	55° 48'	اردبيل (Ardebil)	اردبيل (Ardebil)	30° 47'	55° 48'
اصفهان (Esfahan)	اصفهان (Esfahan)	32° 40'	35° 51'	اصفهان (Esfahan)	اصفهان (Esfahan)	32° 40'	35° 51'
خوزستان (Khuzestan)	اهواز (Ahvaz)	31° 30'	65° 48'	خوزستان (Khuzestan)	اهواز (Ahvaz)	31° 30'	65° 48'
خراسان جنوبى (Khorasan Jonubi)	بیرجند (Birjand)	32° 53'	13° 59'	خراسان جنوبى (Khorasan Jonubi)	بیرجند (Birjand)	32° 53'	13° 59'
قزوین (Qazvin)	البرز (Alborz)	49° 42'	04° 36'	قزوین (Qazvin)	البرز (Alborz)	49° 42'	04° 36'
خوزستان (Khuzestan)	حميديه (Hamidiye)	31° 29'	16° 48'	خوزستان (Khuzestan)	حميديه (Hamidiye)	31° 29'	16° 48'
زنجان (Zanjan)	خرمدره (Khoramdareh)	36° 25'	25° 49'	زنجان (Zanjan)	خرمدره (Khoramdareh)	36° 25'	25° 49'
خوزستان (Khuzestan)	رامهرمز (Ramhormoz)	31° 16'	37° 49'	خوزستان (Khuzestan)	رامهرمز (Ramhormoz)	31° 16'	37° 49'
اصفهان (Esfahan)	زرين‌شهر (Zarinshahr)	32° 23'	23° 51'	اصفهان (Esfahan)	زرين‌شهر (Zarinshahr)	32° 23'	23° 51'
زنجان (Zanjan)	زنجان (Zanjan)	36° 67'	48° 48'	زنجان (Zanjan)	زنجان (Zanjan)	36° 67'	48° 48'

واريانس، مفروضات آن بررسى و مورد تأييد قرار گرفت. جهت گروه‌بندي توده‌هاى بومى مورد بررسى تجزيه خوشه‌اى به روش Ward (Falconer, 1996) انجام شد. تجزيه واريانس و مقايسه ميانگين صفات (با آزمون چند دامنه‌اى دانكن) با نرم‌افزار SAS.9، پارامترهاى ژنتيكي با نرم‌افزار Excel و تجزيه خوشه‌اى با نرم‌افزار SPSS.16 انجام شد.

نتايج و بحث

تجزيه واريانس

نتايج حاصل از تجزيه مركب داده‌ها نشان داد كه اثر سال براى كليه صفات معنى‌دار بود، به اين مفهوم كه شرايط دو سال زراعى آزمائش به‌طور معنى‌دارى بر روى صفات مذكور تاثير داشته است (جدول ۲). بين توده‌هاى مورد بررسى از نظر صفات طول بلندترين برگ پايه، تعداد برگ پايه، ارتفاع گياه، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چتر ك در هر چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملكرد دانه تك‌بوته، بيوماس تك‌بوته، شاخص برداشت تك‌بوته، عملكرد دانه، بيوماس و شاخص برداشت اختلاف معنى‌دار وجود داشت كه نشان‌دهنده وجود تنوع مناسب بين توده‌هاى گشنيز مورد بررسى از نظر ويژگي‌هاى مورد ارزيابى است (جدول ۲). در مطالعات انجام شده بر روى گشنيز نيز تفاوت معنى‌دار بين همه ويژگي‌هاى مورد بررسى گزارش گرديد (Acharya *et al.*, 2020; Dyulgerov and Dyulgerova, 2013b). برهمكش توده \times سال نيز براى صفات روز تا جوانه‌زنى، روز تا گلدهى كامل، روز تا رسيدگى، طول بلندترين برگ پايه، ارتفاع گياه، تعداد چتر در بوته، تعداد چتر نابارور در بوته، تعداد چتر ك در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملكرد دانه تك‌بوته، بيوماس تك‌بوته، عملكرد دانه، بيوماس دانه و شاخص برداشت معنى‌دار بود كه اين برهمكش معنى‌دار و بررسى ميانگين صفات اندازه‌گيرى شده در بين توده‌هاى مورد مطالعه، زمينه ژنتيكي متفاوت توده‌ها و واكنش آن‌ها با تفاوت سال‌ها را بيان مى‌كند. اين نتايج در ساير مطالعات انجام شده بر روى گشنيز و رازيانه (Singh and Singh, 2013; Telci *et al.*, 2009) نيز گزارش شده است.

اجزاي واريانس صفات مورد بررسى، بر مبناي اميد رياضى ميانگين مربعات به‌صورت زير برآورد گرديد:

$$\hat{\sigma}_e^2 = MS \quad (1)$$

$$\hat{\sigma}_{gy}^2 = \frac{MS_{gy} - MSe}{r} \quad (2)$$

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{MS_g - MS_{gy}}{ry} \quad (3)$$

$$\hat{\sigma}_{ph}^2 = \sigma_g^2 + \frac{\sigma_{gy}^2}{y} + \frac{\sigma_e^2}{ry} \quad (4)$$

كه $\hat{\sigma}_e^2$ برآورد واريانس محيطى، $\hat{\sigma}_{gy}^2$ برآورد واريانس ژنوتپ \times سال، $\hat{\sigma}_{ph}^2$ برآورد واريانس ژنتيكي، $\hat{\sigma}_{ph}^2$ برآورد واريانس فنوتپى و MSe ، MS_{gy} و MS_g به ترتيب ميانگين مربعات اشتباه آزمائش، ژنوتپ \times سال و ژنوتپ، r تعداد تكرر و y تعداد سال‌هاى آزمائش مى‌باشد. همچنين ضرايب تنوع فنوتپى و ژنوتپى به ترتيب به صورت نسبت انحراف معيار فنوتپى و ژنتيكي به ميانگين هر صفت محاسبه گرديد (Farshadfar, 2005).

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad (5)$$

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100 \quad (6)$$

در اين فرمول‌ها $\hat{\sigma}_g^2$ برآورد واريانس ژنتيكي، $\hat{\sigma}_{ph}^2$ برآورد واريانس فنوتپى بر اساس ميانگين ژنوتپ‌ها، \bar{x} ميانگين صفت مورد نظر، PCV ضريب تغييرات فنوتپى و GCV ضريب تغييرات ژنوتپى مى‌باشد. وراثت‌پذيرى عمومى نيز با تقسيم واريانس ژنتيكي به واريانس فنوتپى محاسبه شد (Falconer, 1996).

$$\frac{\sigma_g^2}{\sigma_{ph}^2} = h_b^2 \quad (7)$$

كه σ_g^2 واريانس ژنتيكي و σ_{ph}^2 واريانس فنوتپى براساس ميانگين ژنوتپ‌ها مى‌باشند.

براى بررسى وجود اختلاف معنى‌دار بين توده‌هاى مورد بررسى از نظر صفات مورد مطالعه در ابتدا تجزيه واريانس مركب انجام شد. قابل ذكر است كه قبل از انجام تجزيه

جدول ۲- تجزيه واريانس مركب صفات مختلف توده‌هاى گشنيز

Table 2. Combined analysis of variance for different traits of the coriander landraces

میانگین مربعات Mean squares										
تعداد چتر نابارور در بوته Unfertile umbel number per plant	تعداد چتر بارور در بوته Fertile umbel number per plant	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ پایه Basal leaf number	طول بلندترین برگ پایه Largest basal leaf length	روز تا رسیدگی Days to Maturity	روز تا گلدهی کامل Days to full flowering	روز تا جوانه‌زنی Days to generation	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.V
421.5**	798.3**	2379.9**	8052.9**	150.7**	551.7**	6249.4**	19076.4**	7285.2**	1	سال Year
1.8	7.6	14.7	38.8	3.4	601	85.4	36.6	0.4	4	تکرار/سال Rep/years
16.8	232.0**	270.3**	250.1*	7.5**	16.4**	307.6	239.6	28.1	19	توده Population
16.4**	20.6**	45.4*	87.6**	1.2	5.2*	226.5**	204.0**	18.1**	19	توده*سال Population* Yaer
5.0	16.77	21.8	25.9	0.7	2.9	85.9	40.1	0.85	76	اشتباه آزمایشی Error
40.0	20.8	18.5	9.9	11.5	14.2	9.5	9.3	4.96		ضریب تغییرات (%) CV

*، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

*, ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۲- تجزيه واريانس مركب صفات مختلف جمعیت‌هاى گشنيز

Continue of Table 2. Combined analysis of variance for different traits of the coriander landraces

میانگین مربعات Mean squares										
شاخص برداشت Harvest index	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت تک بوته Harvest index per plant	بیوماس تک بوته Biomass per plant	عمکرد دانه تک بوته Seed weight per plant	وزن هزار دانه Thousand seed weight	تعداد دانه در چترک Seed number per umbel	تعداد چترک در چتر Umbellate number per umbel	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.V
6455.7*	624856.8	408866.7	4239.5	2039.4**	1021.0**	212.9**	285.5**	338.4**	1	سال Year
202.8	2862.3	6179.9	1110.0	36.2	15.3	2.0	3.4	1.3	4	تکرار/سال Rep/years
1788.0*	86593.2**	44210.0**	1421.3**	233.8**	112.9**	12.7*	6.5**	7.9**	19	توده Population
777.8*	20134.1**	5250.0**	473.9	54.7*	13.3**	4.8**	1.3**	2.4**	19	توده*سال Population* Yaer
418.8	8532.2	2398.9	417.4	31.1	6.0	0.7	0.4	0.8	76	اشتباه آزمایشی Error
37.0	28.95	28.1	40.6	31.9	28.2	10.4	7.1	12.4		ضریب تغییرات (%) CV

*، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

*, ** are non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

مقایسه میانگین بین صفات توده‌ها و دامنه تغییرات آنها

با توجه به نتایج مقایسه میانگین توده‌ها مشخص شد که بیشترین تعداد برگ پایه در سال اول به توده‌های اردبیل، اصفهان، بیرجند، حمیدیه، خرمدره، زنجان ۱، زنجان ۲، کرج، گیلان غرب، مشهد، نهاوند، همدان و در سال دوم علاوه بر توده‌های فوق به توده‌های رامهرمز، زنجان ۲، شاهرود، قزوین ۱ تعلق داشت که با توجه به جدول ۳، توده‌های اردبیل، اصفهان، بیرجند، حمیدیه، خرمدره، زنجان ۱، زنجان ۲، کرج، گیلان غرب، مشهد، نهاوند، همدان در دوسال آزمایش از بیشترین میزان تعداد برگ پایه برخوردار بودند. از نظر صفت ارتفاع، بوته‌های اهواز، بیرجند، حمیدیه، شاهرود، قزوین ۱، کرمانشاه، مشهد و همدان در سال اول و توده‌های اهواز، زرین شهر، کرج، گیلان غرب، نهاوند در سال دوم از ارتفاع بالاتری برخوردار بودند در حالی که کمترین ارتفاع در سال اول

به توده‌های تاکستان و رامهرمز و در سال دوم به توده‌های تاکستان، زنجان ۱ و زنجان ۲ تعلق گرفت. بسته به هدف به‌نژادگر، از توده‌های دارای ارتفاع بالاتر می‌توان جهت افزایش عملکرد دانه و اسانس و توده‌های دارای ارتفاع کمتر جهت مقاومت به ورس بهره جست. همچنین با توجه به جدول ۳ میانگین این صفت در سال اول و دوم به ترتیب ۴۳/۱۸ و ۵۹/۵۶ سانتی‌متر مشاهده گردید. در مطالعه‌ای مشابه در کشور بنگلادش نیز برای ارتفاع تنوع بالایی در بین ارقام گشنیز مشاهده شد و دامنه تغییرات آن از ۶۰/۴۰ تا ۱۱۶/۱ و ناشی از اختلاف در بین مواد ژنتیکی و تأثیر متفاوت محیط اعلام شد (Moniruzzaman et al., 2013). همچنین در مطالعه‌ی انجام‌شده بر روی ۸۱ توده گشنیز ارتفاع گیاه را در محدوده ۱۰۱/۶۷-۴۸/۶۷ سانتی‌متر گزارش کردند (Dyulgerov and Dyulgerova, 2013a). گرچه ممکن است ارتفاع گیاه به‌طور دقیق به‌عنوان اجزای عملکرد در نظر

كرمانشاه در صفت تعداد چتر در بوته و توده كرمانشاه در صفت تعداد چتر بارور در بوته در دوسال آرمایش را به خود اختصاص دادند. بیشترین وزن هزار دانه نیز به توده‌های بیرجند، زنجان ۱ و گیلان غرب (سال ۹۸) و كرمانشاه (سال ۹۹) به ترتیب با میانگین ۶/۹۰ و ۹/۵۷ تعلق گرفت. توده كرمانشاه در صفات عملکرد دانه تك بوته، بیوماس تك بوته، عملکرد دانه و بیوماس بیشترین میزان را در دو سال آرمایش نشان داد. همچنین در صفت شاخص برداشت توده كرج در سال اول و توده‌های اهواز، تاستان، حمیدیه، رامهرمز، زرین شهر، قزوین ۱، كرج، كرمانشاه، گیلان غرب، مشهد، نهاوند و همدان در سال دوم بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند.

گرفته نشود، اما گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد ارتفاع گیاه به شدت با عملکرد گیاه و با تمام صفات مرتبط با عملکرد ارتباط تنگاتنگی دارد (Dyulgerov and Dyulgerova, 2013a, 2013b). توده‌های كرج، كرمانشاه و مشهد در سال ۹۸ و توده‌های رامهرمز، قزوین ۲، كرج، كرمانشاه، نهاوند و همدان در سال ۹۹ بیشترین تعداد چتر در بوته را داشتند. توده‌های كرمانشاه و كرج به ترتیب بیشترین میانگین را در صفات تعداد چتر بارور و تعداد چترک در چتر در سال اول را داشتند در حالی که توده‌های قزوین ۲، كرج، كرمانشاه، همدان از نظر صفت تعداد چتر بارور در بوته و توده‌های حمیدیه و كرمانشاه بیشترین میزان تعداد چترک در چتر را در سال دوم داشتند که در بین این توده‌ها، توده كرج

جدول ۳- توده‌های دارای ویژگی‌های برتر برای صفات مورد بررسی بر اساس مقایسه میانگین‌های صفات در دو سال آرمایش

Table 3. Landraces with superior characteristics for the studied traits based on the comparison of means in two years

صفات Traits	میانگین صفات در توده‌های مورد بررسی The average traits in the investigated population		توده‌های برتر با تفاوت میانگین معنی دار در سطح ۵٪ از بقیه توده‌ها Top population with a significant mean difference at the 5% level from the rest of the populatioan
	سال ۹۸ 2019	سال ۹۹ 2020	
طول بلندترین برگ پایه (cm) Largest basal leaf length (cm)	9.84	14.13	اردبیل، اصفهان، بیرجند، حمیدیه، خرمدره، زنجان ۱، زنجان ۲، كرج، گیلان غرب، مشهد، نهاوند، همدان Ardebil, Esfahan, Birjand, Hamidiye, Khoramdareh, Zanjan 1, Zanjan 2, Karaj, Gilan Gharb, Mashhad, Nahavand, Hamedan
ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	43.18	59.56	اهواز، بیرجند، حمیدیه، شاهرود، قزوین ۱، كرمانشاه، مشهد، همدان Ahvaz, Birjand, Hamidiye, Shahrud, Qazvin 1, Kermanshah, Mashhad, Hamedan
تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	20.84	29.75	كرج، كرمانشاه، مشهد Karaj, Kermanshah, Mashhad
تعداد چتر بارور در بوته Fertile umbel number per plant	17.10	22.26	كرمانشاه Kermanshah
تعداد چترک در چتر Umbellate number per umbel	5.54	8.90	كرج Karaj
تعداد دانه در چترک Seed number per umbel	7.71	10.79	كرمانشاه، گیلان غرب، همدان Kermanshah, Gilan gharb, Hamedan
وزن هزاردانه (gr) Thousand seed weight (gr)	6.90	9.57	بیرجند، زنجان ۱، گیلان غرب Birjand, Zanjan 1, Gilan gharb
عملکرد دانه تك بوته (gr) Seed weight per plant	5.87	22.80	كرج، كرمانشاه، گیلان غرب Karaj, Kermanshah, Gilan gharb
بیوماس تك بوته (gr) Biomass per plant (gr)	13.38	21.62	كرمانشاه، گیلان غرب Kermanshah, Gilan gharb
عملکرد دانه (g/m ²) Grain yield (g/m ²)	115.93	232.67	كرج، كرمانشاه، گیلان غرب Karaj, Kermanshah, Gilan gharb
بیوماس (g/m ²) Biomass (g/m ²)	245.88	391.20	كرمانشاه، گیلان غرب Kermanshah, Gilan gharb
شاخص برداشت Harvest index	48.04	62.39	كرج Karaj

دلیل تفاوت شرایط محیطی و اقلیمی دو سال باشد. پژوهش‌ها روی گیاهان خانواده چتریان نشان می‌دهد که تعدادی از

در کل، در مقایسه میانگین توده‌ها، صفات مورد بررسی در سال دوم بیشتر از سال اول بودند که این امر می‌تواند به

بوته، دانه در گياه، دانه در چتر و ارتفاع گياه در گشنيز برآورد کرده‌اند. اين نتايج با نتايج پژوهش حاضر تا حدودى هم‌خوانى داشت. كمترين وراثت‌پذيرى عمومى نيز مربوط به تعداد چتر نابارور (۲/۱۴٪) و روز تا گلدهى كامل (۱۴/۸۵٪) بود كه بيانگر سهم بيشتر واريانس محيطى در وراثت اين صفات است. به دليل كنترل اين صفات توسط عوامل ژنتيكي و تاثير بيشتر عوامل محيطى، مى‌توان براى بهبود آن‌ها از طريق گزينش غيرمستقيم براى يك يا چند صفت مؤثر در تعداد چتر نابارور، روز تا گلدهى كامل و روز تا رسيدگى استفاده كرد. در مطالعه گوهار و همكارانش (Gauhar et al., 2018)، بالا بودن وراثت‌پذيرى صفات تعداد برگ پايه، ارتفاع گياه تا چتر اصلى، چتر در بوته، شاخه در بوته، عملكرد دانه در بوته و تعداد برگ پايه نشان داد كه اين صفات كمتر تحت تاثير محيط قرار مى‌گيرند و انتخاب مستقيم اين صفات براى بهبود عملكرد در آينده مؤثر خواهد بود.

تجزيه خوشه‌اى

جهت تعيين الكوى تنوع ژنتيكي بين توده‌هاى مورد بررسى از تجزيه خوشه‌اى به روش وارد استفاده شد كه توده‌هاى گشنيز به پنج گروه تقسيم شدند (شكل ۱). تفاوت خوشه‌ها از ميانگين كل در توده‌هاى مورد بررسى نيز در شكل ۲ نشان داده شده است. توده‌هاى زنجان ۲ و خرمدرد در گروه اول قرار گرفتند كه از نظر صفات روز تا جوانه‌زنى، روز تا گلدهى كامل، روز تا رسيدگى و تعداد چتر غير بارور نسبت به ساير گروه‌ها برترى داشتند. گروه دوم به توده‌هاى كرمانشاه و گيلان‌غرب اختصاص يافت كه از نظر ويژگى‌هاى تعداد چتر بارور در بوته، تعداد چتر ك در چتر، تعداد دانه در چتر ك، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بوته و بيوماس دانه در بوته بيشترين ميانگين را داشتند. گروه سوم شامل توده‌هاى كرج، زرین شهر، بيرجند، مشهد، همدان، نهاوند، رامهرمز و اهواز از نظر ارتفاع گياه ارزش‌هاى بيشترى را به خود اختصاص دادند. توده‌هاى زنجان ۱، قزوین ۱، قزوین ۲، شاهرود، حميديه و اصفهان در گروه چهارم قرار گرفتند. توده تاكستان نيز به گروه پنجم تعلق گرفت كه در اكثر صفات نسبت به ساير گروه‌ها كمترين ميزان را داشت. نتايج تجزيه خوشه‌اى تا حدودى با نتايج مقايسه ميانگين هم‌خوانى داشت. اصولاً در تجزيه كلاستر، ژنوتيب‌هاى كه داخل يك گروه يا زيرگروه قرار مى‌گيرند، قرابت ژنتيكي بيشترى با يكديگر دارند. به نظر برخى محققين گزينش يك ژنوتيب برتر از هر كلاستر (يا زيركلاستر) براى تشكيل يك زيرمجموعه متنوع از والدین، هتروزيس بيشترى در مقايسه با والدینى كه همه از درون يك كلاستر انتخاب شده باشند، دارد (Kosalec et al., 2005).

اجزای عملكرد مانند تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه اهميت به سزايى در تعيين وزن دانه دارند (Bahraminejad et al., 2011; Zehtab-Salmasi et al., 2006).

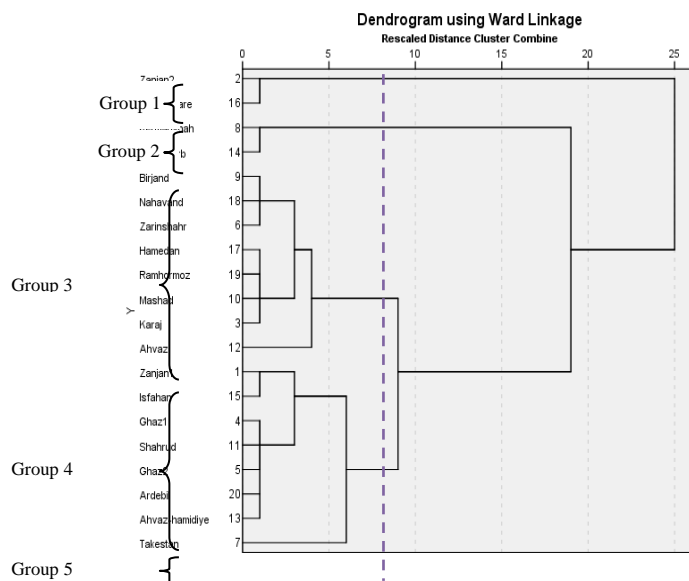
در مطالعه‌اى بر روى تنوع ژنتيكي ژنوتيب‌هاى گشنيز، تنوع بالايى بين ژنوتيب‌ها از لحاظ صفت روز تا جوانه‌زنى، روز تا گلدهى، روز تا رسيدگى، طول برگ، تعداد برگ، ارتفاع، وزن دانه در چتر، وزن دانه در بوته و تعداد چتر مشاهده شد كه با نتايج پژوهش حاضر منطبق بود (Abou El-Nasr et al., 2013; Dyulgerov and Dyulgerova, 2013a; Singh and Singh, 2013; Tulsani et al., 2020). همچنين در بررسى انجام شده توسط ديولگروو و ديولگروا (Dyulgerov and Dyulgerova, 2013a)، وزن دانه در چتر ۰/۰۶-۰/۵۱ گرم، وزن دانه در بوته ۱/۱۹-۷/۰۸ گرم و وزن هزار دانه نيز بين ۳/۱۳ تا ۳/۵۲ گزارش شد (Bahraminejad et al., 2011). در كل، نتايج پژوهش حاضر نشان مى‌دهد كه سطوح بالايى از تنوع بين توده‌هاى بومى از نظر ويژگى‌هاى ريخت‌شناسى وجود دارد كه با توجه به كشت توده‌ها در محيط يكسان، مقادير بالاتر صفات در هر كدام از توده‌هاى گشنيز نشان از قابليت ژنتيكي بالاتر دارد.

پارامترهاى ژنتيكي

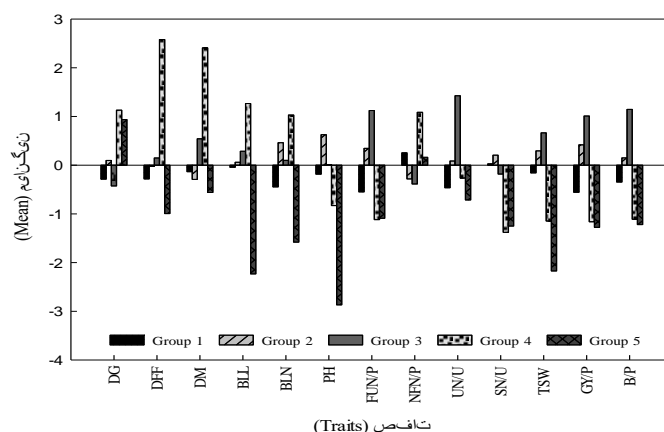
جهت تعيين ميزان تنوع موجود در صفات مختلف، اقدام به محاسبه ضريب تغييرات ژنوتيبى و فنوتيبى گردید (جدول ۴). بر اساس خصوصيات فنولوژيكي كه شامل روز تا جوانه‌زنى، روز تا گلدهى كامل و روز تا رسيدگى بود صفات روز تا جوانه‌زنى و روز تا رسيدگى نسبت ضريب تنوع ژنوتيبى به فنوتيبى بزرگ بوده و از وراثت‌پذيرى بالايى برخوردار بودند (جدول ۴). همچنين در صفات مربوط به خصوصيات اندازه بوته، تعداد چتر (به جز تعداد چتر نابارور در بوته) و صفات عملكردى نيز وراثت‌پذيرى بالايى مشاهده گردید كه نشان مى‌دهد بخش بيشترى از تنوع مشاهده شده براى اين صفات ناشى از عوامل ژنتيكي است (جدول ۴). بنا بر اين انتخاب براى اين صفات و انتخاب لاین‌هاى برتر در به‌نژادى مى‌تواند بهتر باشند. در بررسى انجام شده توسط لطفى و همكاران (Lotfi et al., 2021) بر روى تنوع ژنتيكي گشنيز، وراثت‌پذيرى بالايى براى صفات ارتفاع بوته، شمار چتر، شمار دانه، عملكرد دانه مشاهده شد كه اين صفات در اين تحقيق نيز وراثت‌پذيرى عمومى بالا و يا به نسبت بالايى نشان دادند. آچاريا و همكارانش (Acharya et al., 2020) بيشترين وراثت‌پذيرى را براى درصد اسانس، روز تا ۵۰ درصد گلدهى، روز تا رسيدگى، وزن هزار دانه، عملكرد دانه تك‌بوته، چتر در

جدول ۴- ضرايب تغييرات (ژنتيكي و فنوتيبي) و وراثت‌پذيرى عمومى صفات مورد ارزيابى طى دو سال آزمائش
Table 4. Coefficients of variation (genetic and phenotypic) and heritability in broad-sense of the evaluated traits

وراثت‌پذيرى عمومى (درصد) Heritability in broad-sense (percentage)	ضريب تغييرات CV		واريانس Variance		صفات Traits
	فنوتيبي Phenotypic	ژنتيكي Genetic	فنوتيبي Phenotypic	ژنتيكي Genetic	
35.76	11.62	6.95	4.69	1.68	روز تا جوانه‌زنى Days to generation
14.85	9.28	3.58	39.94	5.93	روز تا گلدهى كامل Days to full flowering
37.26	7.32	3.76	51.26	13.52	روز تا رسيدگى Days to Maturity
68.36	13.79	11.40	2.73	1.87	طول بلندترين برگ پايه Largest basal leaf length
83.71	15.11	13.82	1.26	1.05	تعداد برگ پايه Basal leaf number
64.96	12.57	13.13	41.68	27.07	ارتفاع بوته Plant height
83.20	27.47	25.05	45.05	37.48	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant
93.81	37.79	36.61	55.34	51.91	تعداد چتر بارور در بوته Fertile umbel number per plant
2.14	29.81	4.37	2.80	0.06	تعداد چتر نابارور در بوته Unfertile umbel number per plant
69.57	15.91	13.27	1.32	0.92	تعداد چترک در چتر Umbellate number per umbel
80.25	11.28	10.10	1.09	0.87	تعداد دانه در چترک Seed number per umbel
62.21	17.63	13.91	2.11	1.31	وزن هزار دانه Thousand seed weight
88.23	50.01	46.97	18.82	16.60	عملکرد دانه تک‌بوته Seed weight per plant
76.62	35.67	31.22	38.97	29.86	بيوماس تک‌بوته Biomass per plant
66.65	30.59	24.97	236.89	157.90	شاخص برداشت تک‌بوته Harvest index per plant
88.12	49.25	46.23	7368.33	6493.33	عملکرد دانه Grain yield
76.75	37.66	32.99	14432.19	11076.51	بيوماس Biomass
56.50	31.27	23.50	298.01	168.37	شاخص برداشت Harvest index



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزيه خوشه‌اى ۲۰ توده بومى گشنيز
Figure 1. Dendrogram obtained by cluster analysis of 20 coriander population



شکل ۲- نمودار تفاوت خوشه‌ها از میانگین کل در توده‌های بومی گشنیز

Figure 2. Graph of clusters differences from the total mean in coriander populations

تعداد چتر = FUN/P، ارتفاع گیاه = PH، روز تا رسیدگی = DM، روز تا گلدهی کامل = DFF، تعداد برگ پایه = NBL، طول بلندترین برگ پایه = LLBL، روز تا جوانه‌زنی = DG، بارور، NFN/P = تعداد چتر غیربارور، UN/U = تعداد چترک در چتر، SN/U = تعداد دانه در چترک، TSW = وزن هزار دانه، GYP = عملکرد دانه تک‌بوته، B/P = بیوماس تک‌بوته

بررسی فراهمی می‌آورد و با توجه به وراثت‌پذیری بالای صفات ویژگی‌های لاین‌های امیدبخش می‌تواند در تولید ارقام تولید تجاری برتر مورد استفاده قرار گیرد. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که می‌توان از توده‌های گروه اول در برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور دست‌یابی به عملکرد سبزی و اندام‌های رویشی به شکل مطلوبی بهره برد. از توده‌های گروه دوم در برنامه‌های به‌نژادی جهت افزایش عملکرد دانه و اهداف دارویی استفاده کرد. همچنین از توده‌های گروه سوم و چهارم با توجه به بالا بودن نسبی عملکرد و اجزای عملکرد می‌توان از آنها برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی جهت رسیدن به عملکرد به نسبت بالا بهره جست. توده موجود در گروه پنجم نیز به دلیل داشتن ارتفاع کم می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی جهت مقاومت به ورس مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس توده‌های گشنیز مورد بررسی بیانگر وجود تنوع ژنتیکی قابل استفاده در بین آنها جهت انتخاب مؤثر برای بهبود عملکرد دانه و انتخاب توده‌های برتر بود. مقایسه میانگین توده‌های مورد بررسی نشان داد که توده‌های کرمانشاه و گیلان‌غرب بیشترین عملکرد دانه را به دلیل دارا بودن بیشترین تعداد چتر در بوته، تعداد چتر بارور، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه داشتند. همچنین با توجه به بالا بودن تنوع ژنتیکی در توده‌ها برای صفات مهم فنولوژیکی، اندازه بوته، تعداد چتر و ویژگی‌های عملکردی و همچنین وجود واریانس ژنتیکی کافی و برخورداری آنها از وراثت‌پذیری بالا پتانسیل مهمی را برای انتخاب و ایجاد لاین‌های امیدبخش از میان جمعیت‌های مورد

منابع

- Abou El-Nasr, T., Ibrahim, M., Aboud, K., and El-Enany, M. A. (2013). Assessment of genetic variability for three coriander (*Coriandrum sativum* L.) cultivars grown in Egypt, using morphological characters, essential oil composition and ISSR Markers. *World Applied Sciences Journal* 25, 839-849.
- Acharya, V. R., Singh, M., Patel, R., and Goyal, L. (2020). Genetic diversity of coriander for yield and its attributing characters. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 9, 222-228.
- Ali, M., Mujib, A., Gulzar, B., and Zafar, N. (2019). Essential oil yield estimation by Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) after Methyl jasmonate (MeJA) elicitation in in vitro cultivated tissues of *Coriandrum sativum* L. *3 Biotech* 9, 1-16.
- Bahraminejad, A., Mohammadi-Nejad, G., and Abdul Khadir, M. (2011). Genetic Diversity Evaluation of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Based on Phenotypic Characteristics. *Australian Journal of Crop Science* 5, 304-310.
- Dyulgerov, N., and Dyulgerova, B. (2013a). Genetic divergence among accessions of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Agricultural Science & Technology (1313-8820)* 5.
- Dyulgerov, N., and Dyulgerova, B. (2013b). Variation of yield components in coriander (*Coriandrum Sativum* L.). *Agricultural Science & Technology (1313-8820)* 5.
- Falconer, D. S. a .T. F. C. M. (1996). Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman Group Ltd. Harlow. UK.
- Food and Agriculture Organization. 2018. Available at <http://www.FAO.org>.
- Farshadfar, E. (2005). Principles and multivariate statistical methods. *Kermanshah, university Kermanshah*, pp734.

- Gauhar, T., Solanki, R., Kakani, R., and Choudhary, M. (2018). Variability and character association studies in coriander (*Coriandrum sativum* L.).
- Golestani, M., and Sahhafi, S. R. (2020). Evaluation of drought tolerance in *Thymus daenensis* Subsp. *daenensis* ecotypes. *Journal of Crop Breeding* 12, 127-139.
- Innocent, B. X. (2011). Studies on the immouostimulant activity of *Coriandrum sativum* and resistance to *Aeromonas hydrophila* in Catla catla. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 132-135.
- Kosalec, I., Pepeljnjak, S., and KUŠTRAK, D. (2005). Antifungal activity of fluid extract and essential oil from anise fruits (*Pimpinella anisum* L., Apiaceae). *Acta Pharmaceutica* 55, 377-385.
- Lotfi, K., Oraei, M., Hazrati, S., Faramarzi, A., and Ajali, J. (2021). Investigation of Morphophysiological Diversity of Different Populations of *Stachys Lavandulifolia* Based on Multivariate Statistical Methods. *Journal of Crop Breeding* 13, 195-207.
- Meena, V., Maurya, B., Verma, R., and Meena, M. (2013). Effect of concentrate manure and different levels of nutrients on growth and yield of rice in eastern Uttar Pradesh. *Annals of Biology* 29, 158-163.
- Micić, D., Ostojić, S., Pezo, L., Blagojević, S., Pavlić, B., Zeković, Z., and Đurović, S. (2019). Essential oils of coriander and sage: Investigation of chemical profile, thermal properties and QSRR analysis. *Industrial Crops and Products* 138, 111438.
- Moniruzzaman, M., Rahman, M., Hossain, M., Karim, A. S., and Khaliq, Q. (2013). Evaluation of coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes for foliage yield and its attributes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 38, 175-180.
- Morrison (1990). Multivariate statistical methods. McGraw-Hill Publications.
- Nemeth, E. (2000). Needs, problems and achievements of introduction of wild growing medicinal plants in to the agriculture. In "First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries and VI Meeting" Days of Medicinal Plants". Arandjelovac, Yugoslavia, Serbia."
- Saroj, R., Mishra, D., Ram, C., and Nath, S. (2022). Assessment of genetic variability in coriander (*Coriandrum sativum* L.).
- Singh, S., and Singh, S. (2013). Genetic variability analysis in coriander (*Coriandrum sativum* Linn.). *Journal of Spices and Aromatic Crops* 22, 81-84.
- Singh, S. K., Kakani, R., Meena, R., Pancholy, A., Pathak, R., and Raturi, A. (2012). Studies on genetic divergence among Indian varieties of a spice herb, *Coriandrum sativum*. *Journal of environmental biology* 33, 781.
- Telci, I., Demirtas, I., and Sahin, A. (2009). Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products* 30, 126-130.
- Tripathi, S., Kamaluddin, S. S., Srivastava, J., and Kalyanpur, K. (2000). Variability, heritability and correlation studies in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Spices and Aromatic Plants-Challenges and Opportunities in the New Century (Eds: Ramana KV, Eapen SJ, Nirmal Babu K., Krishnamurthy KS and Kumar A.)*, Indian Society for Spices, Calicut, India, 30-34.
- Tulsani, N. J., Hamid, R., Jacob, F., Umretiya, N. G., Nandha, A. K., Tomar, R. S., and Golakiya, B. A. (2020). Transcriptome landscaping for gene mining and SSR marker development in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Genomics* 112, 1545-1553.
- Yeganehpour, F., Zehtab-Salmasi, S., Shafagh-Kolvangh, J., Ghassemi-Golezani, K., and Dastborhan, S. (2017). Assessment of Grain Yield Correlation with some Morphological and physiological traits, yield components and Essential oil in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Advances in Bioresearch* 8.
- Zehtab-Salmasi, S., Ghassemi-Golez, 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, 281-286.