دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی تنوع مورفولوژیکی توده‌های سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

نرگس مهری[۱]، مهدی محب الدینی[۲] و مهدی به‌نامیان[۳]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: Mohebodini@uma.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۱۹

چکیده

سیاهدانه با نام علمی (*Nigella sativa* L.) متعلق به خانواده آلاله می‌باشد. این گیاه یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که هم به‌صورت وحشی و هم زراعی وجود دارد. در این پژوهش، ۲۷ توده سیاهدانه از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری و تنوع ژنتیکی آن‌ها بر اساس صفات مورفولوژیکی و با تجزیه آماری تک متغیره و چند متغیره مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تفاوت معنی‌دار را بین صفات مورد بررسی نشان داد ($p<0/05$). همچنین ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی برای بیشتر صفات بالا بود، که نشان از تنوع بالا در صفات مورد بررسی داشت. برآورد ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که ارتفاع گیاه با کلیه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها نیز دو عامل اول و دوم با مقادیر ویژه بیشتر از یک، در مجموع ۸۳/۳۵ درصد از تغییرات کل موجود بین توده‌ها را توجیه نمودند. تجزیه خوشه‌ای انجام شده، توده‌های مورد بررسی را در چهار گروه طبقه‌بندی نمود. از این رو با توجه به نتایج گروه‌بندی، ارتباطی بین تنوع ژنتیکی و فاصله جغرافیایی توده‌ها مشاهده نگردید که این امر می‌تواند بیانگر تأثیر سایر عوامل به غیر از الگوی پراکنش جغرافیایی در تنوع ژنتیکی این گیاه باشد. براساس نتایج این تحقیق، تنوع ژنتیکی قابل توجهی بین توده‌های سیاهدانه موجود در کشور وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: سیاهدانه، تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، صفات مورفولوژیکی

مقدمه

سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa* L. گیاهی از تیره *Ranunculaceae* است. جنس *Nigella* دارای ۱۴ گونه شناخته شده در جهان می‌باشد. با وجود اینکه مرکز اصلی پراکنش سیاهدانه اروپا بوده، اما پراکنش آن در آسیای میانه و مناطق کوهستانی غرب آسیا و شمال آفریقا دیده می‌شود (۱۱). این گیاه در بعضی نقاط ایران مانند کرمانشاه و اراک به صورت خودرو وجود داشته و در بعضی نقاط دیگر مانند اصفهان و خراسان به صورت زراعی کشت و کار می‌شود و مصارف گسترده‌ای در صنایع غذایی و دارویی کشور دارد (۱۶). دانه این گیاه حاوی روغن، پروتئین، آلکالوئید (مثل نیجلیسین و نیجلیدین)، کینون‌ها (مانند تیموکینون)، ساپونین و اسانس فرار است. اثرات فارماکولوژیکی سیاهدانه و تیموکینون، به عنوان یکی از اجزای اصلی سیاهدانه، شامل مواردی چون اثر آنتی اکسیدانی، ضد ایسکمی، ضد التهاب و ضد درد، ضد صرع و ضد سرفه می‌باشد (۲۲). امروزه در کشت و صنعت گیاهان دارویی، تامین مواد اولیه گیاهی دارای امنیت، پایداری و کارایی بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد. بنابراین در صورت بهره‌برداری و وارد کردن یک گونه دارویی به کشت و صنعت، بررسی تنوع در بین آن‌ها بسیار ضروری خواهد بود. منابع ژنتیکی بومی متنوع در یک منطقه می‌توانند منبع بسیاری از ژن‌های مفید در جهت اصلاح گیاهان باشند. این ژن‌ها عمدتا در گیاهان بومی یک منطقه طی قرن‌های متمادی بوجود آمده و ذخیره گردیده‌اند. جمعیت‌های وحشی جمع‌آوری شده از طبیعت و توده‌های موجود در بانک ژن و باغ‌های گیاهشناسی و ارقام اولیه بومی و نژادهای سرزمینی قدیمی از منابع تنوع ژنتیکی طبیعی می‌باشند (۱۷). در کشور ایران به دلیل عدم شناخت ذخایر ژنتیکی و ژن‌های مطلوب، برنامه اصلاحی در خور توجهی روی گیاهان دارویی انجام نشده است. بنابراین می‌توان با شناسایی گونه‌های مختلف و ارزیابی آن‌ها، ژنوتیپ‌های مطلوب و مورد نیاز محققان را در دسترس آن‌ها قرار داد (۱۷). ارزیابی تنوع ژنتیکی قبل از شروع کارهای اصلاحی یا مطالعات ژنتیکی امری ضروری است (۲۴). یک اصلاح‌گر در صورتی شانس موفقیت در برنامه‌های اصلاحی دارد که امکان انتخاب مواد مناسب را داشته باشد و این مواد نیز دارای تنوع کافی باشند. تنوع مبنای همه‌ی گزینش‌هاست و انتخاب ژنوتیپی نیز نیازمند تنوع است (۸). تعیین میزان تنوع ژنتیکی در مواد گیاهی گام اولیه برای شناسایی، حفظ و نگهداری ذخایر توارثی و نیز پایه اساسی و اولیه برای تحقیقات ژنتیکی و برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۸). جهت تعیین و برآورد تنوع ژنتیکی گیاهان می‌توان از روش‌های مختلفی مانند نشانگرهای مورفولوژیکی، بیوشیمیایی، سیتوژنتیکی و مولکولی استفاده نمود (۱۳). هر کدام از این نشانگرها دارای معایب و مزایای خاص خود بوده و باید به موقع و مناسب از آن‌ها استفاده گردد. از نشانگرهای مورفولوژیکی به دلیل سهولت و کم هزینه بودن در ارزیابی‌های مقدماتی استفاده می‌شود و می‌توانند رویکردی عمومی در بررسی تنوع ژنتیکی بین توده‌ها باشند. استفاده از این ویژگی‌های مورفولوژیکی، توام با بکارگیری روش‌های آنالیز آماری چند متغیره، مانند تجزیه به عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای، روش‌هایی مناسب برای غربال توده‌ها می‌باشد (۳،۲۳). ایلسیم و همکاران (۹) با مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی چندین گونه سیاهدانه در ترکیه، تنوع زیادی را در بین گونه‌های مورد بررسی از نظر صفات زراعی گزارش کردند. احمد و همکاران (۱) با بررسی ژنوتیپ‌های سیاهدانه موجود در پاکستان، تنوع زیادی را در بین ژنوتیپ‌ها از نظر

صفات مورفولوژیکی گزارش نمودند. همچنین مشخص شد که عملکرد دانه دارای وراثت‌پذیری بالایی بوده و می‌تواند در گزینش و اصلاح نباتات مورد توجه قرار گیرد. انتونو و همکاران (۴) به ارزیابی دوگونه *Nigella sativa* و *Nigella damascene* در شمال ایتالیا به لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد پرداختند. نتایج تنوع بالایی را برای صفات مورد بررسی (بیوماس، تعداد دانه در فولیکول، عملکرد روغن، عملکرد دانه و وزن هزار دانه) نشان داد. همچنین مشخص شد که در هر دو گونه تعداد دانه در فولیکول، بیشترین اثر را بر روی عملکرد دانه دارد. سلامتی و زینلی (۱۸) در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۱ توده سیاهدانه از نقاط مختلف ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی و زراعی گزارش کردند، که اختلاف ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای کلیه صفات (میزان عملکرد، تعداد فولیکول در بوته و تعداد دانه در فولیکول) بجز شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است.

در مطالعه‌ای که توسط اقبال و همکاران (۱۰) برای صفات ارتفاع گیاه، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، بیوماس، وزن کپسول، عملکرد، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در بررسی ۳۱ ژنوتیپ سیاهدانه در پاکستان انجام شد تنوع معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید.

با توجه به اهمیت گیاه دارویی سیاهدانه در درمان برخی از بیماری‌ها، و وجود اکوتیپ‌های فراوان از این گونه در ایران، لزوم بررسی تنوع موجود در توده‌ها و گزینش توده‌های برتر در جهت اصلاح و اهلی سازی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی سیاهدانه و تعیین میزان قرابت آن‌ها با استفاده از صفات مورفولوژیکی و همچنین شناسایی توده‌های مطلوب جهت استفاده در برنامه‌های به‌نژادی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از بذر ۲۷ توده سیاهدانه جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور شامل استان‌های اردبیل، کرج، اصفهان، اهواز، شیراز، کردستان، گیلان، ارومیه، قزوین، مشهد، لرستان، اراک، چهارمحال و بختیاری و خراسان جنوبی استفاده شد. این توده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در داخل گلدان‌های با قطر ۲۵ سانتی‌متر در اواخر فروردین ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی کشت شدند. پس از پر کردن گلدان‌ها (در داخل هر گلدان ۹/۵ کیلوگرم خاک) و آماده‌سازی آن‌ها، تعدادی بذر در داخل هر کدام از گلدان‌ها کاشته شد. به دلیل کوچک بودن بذرها، کشت با عمق کم، در حدود ۱ سانتی‌متری سطح خاک، انجام شده و برای اطمینان از داشتن گیاه، در هر گلدان، ۱۰–۱۵ بذر کشت شد. آبیاری گیاهان تا زمان سبز شدن، هر روز و با مقدار کمی آب و پس از سبز شدن گیاه دو بار در هفته انجام شد. در نهایت برای ایجاد رشد بهینه، داخل هر گلدان ۵ بوته نگهداری شد. عملیات برداشت در مرداد ماه پس از زرد شدن، رسیدگی و خشک شدن کامل برگ‌ها انجام شد. صفات مورفولوژیکی از قبیل ارتفاع ساقه به سانتی‌متر، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، طول میان‌گره به سانتی‌متر، تعداد گره تا اولین گل، تعداد گل در بوته، طول ساقه گل‌دهنده به سانتی‌متر، طول شاخه فرعی به سانتی‌متر، طول بلندترین شاخه فرعی به سانتی‌متر، میزان کلروفیل، عرض برگ به میلی‌متر، طول برگ به میلی‌متر، وزن تر و خشک به گرم، قطر طولی و عرضی فولیکول به میلی‌متر، تعداد برچه در هر فولیکول، تعداد دانه در هر برچه، تعداد فولیکول در بوته، وزن هر فولیکول به گرم و وزن هزار دانه در ۵۰ درصد گل‌دهی اندازه‌گیری و ثبت گردید. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد. ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی نیز با استفاده از فرمول‌های زیر برآورد گردید.

$$\text{ضریب تغییرات فنوتیپی PCV} = \frac{\sqrt{V_P}}{\bar{X}}$$

$$\text{ضریب تغییرات ژنوتیپی } GCV = \frac{\sqrt{V_G}}{\bar{X}}$$

ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب به صورت نسبت انحراف معیار فنوتیپی و ژنتیکی به میانگین هر صفت محاسبه گردید (۶). در این فرمول‌ها V_G واریانس ژنتیکی، V_P واریانس فنوتیپی، PCV ضریب تغییرات فنوتیپی و GCV ضریب تغییرات ژنوتیپی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورفولوژیک نشان داد (جدول ۱) که توده‌های سیاهدانه مورد مطالعه در صفات ارتفاع ساقه، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، تعداد گره تا اولین گل، تعداد گل در بوته، طول ساقه گل‌دهنده، طول شاخه فرعی، طول بلندترین شاخه فرعی، عرض برگ، وزن‌تر و خشک، تعداد برچه در هر فولیکول، قطر طولی فولیکول، تعداد دانه در هر برچه در سطح ۱ درصد و در صفات طول میان‌گره، طول و عرض برگ، قطر عرضی فولیکول، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند که نشان‌دهنده‌ی وجود تنوع گسترده برای صفات مورد مطالعه در توده‌های این گونه می‌باشد. همچنین اختلاف بین داده‌های حداقل و حداکثر صفات نیز تنوع بین توده‌ها را تایید می‌نماید.

جدول ۱- آمار توصیفی مورد بررسی در ۲۷ توده مختلف گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

Table 1. Descriptive statistics of the studied traits in 27 accessions of *Nigella sativa L.*

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضرایب تغییرات	
					ژنوتیپی	فنوتیپی
ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	۱۳/۱۶	۷۶/۳۳	۲۸/۷۲	۱/۲۷	۴۰/۳۸	۸۳/۱۷
تعداد برگ	۱/۳۳	۶۳	۱۷/۳۱	۱/۲۴	۶۶/۰۱	۱۳۵/۶۰
تعداد انشعابات ساقه	۰/۳۳	۱۳/۶۶	۳/۴۹	۲/۱۴	۴۳/۷۳	۹۷/۷۲
طول میانگره (سانتی‌متر)	۱/۳۳	۷/۲۶	۲/۶۳	۰/۷۱	۱۲/۶۱	۳۰/۷۷
تعداد گره تا اولین گل	۵/۳۳	۲۰/۳۳	۹/۵۷	۲/۹۴	۲۷/۷۲	۵۷/۲۲
تعداد گل در بوته	۱	۲۷/۶۶	۵/۶۳	۵/۵۴	۹۱/۲۲	۱۸۹/۵۱
طول ساقه گلدهنده (سانتی‌متر)	۲	۱۷	۴/۹۷	۱/۹۱	۲۰/۸۱	۵۲/۹۷
طول شاخه فرعی (سانتی‌متر)	۱/۶۶	۳۱/۵۰	۱۱/۰۴	۶/۰۸	۴۵/۹۹	۱۰۰/۳۵
طول بلندترین شاخه فرعی	۱/۶۶	۳۷/۵۰	۱۲/۹۴	۷/۰۳	۴۵/۷۹	۹۶/۴۸
میزان کلروفیل	۱/۱۰	۲/۹۰	۱/۷۲	۰/۳۵	۸/۲۲	۲۵/۴۰
عرض برگ (میلی‌متر)	۹/۹۰	۵۰/۵	۲۰/۹۶	۷/۵۷	۱۵/۵۴	۴۵/۰۵
طول برگ (میلی‌متر)	۲۰/۶۰	۱۳۲/۸۰	۴۲/۶۳	۱/۶۳	۱۸/۸۶	۵۰/۳۳
وزن تر	۰/۲۵	۲۰/۸۳	۳/۲۸	۴/۵۶	۱۱۹/۰۱	۲۴۹/۲۷
تعداد برچه در هر فولیکول	۲/۶۶	۸	۴/۹۷	۱	۳۷/۵۲	۳۵/۷۱
قطر عرضی فولیکول (میلی‌متر)	۰/۲۲	۴۸/۲۹	۹/۶۶	۴/۰۷	۱۵/۶۳	۵۰/۲۰
قطر طولی فولیکول (میلی‌متر)	۱/۷۰	۱۳/۸۳	۹/۹۹	۱/۸۸	۱۲/۸۵	۲۹/۲۵
تعداد دانه در هر برچه	۳/۶۶	۲۴/۵۰	۱۰/۶۹	۴/۰۸	۳۱/۵۵	۶۶/۸۷
تعداد کپسول در بوته	۲/۶۶	۱۸/۵۰	۶/۷۱	۳/۸۰	۴۵/۵۴	۹۷/۳۲
وزن هر کپسول	۰/۰۷	۰/۶۶	۰/۲۷	۰/۱۴	۳۸	۴۵/۴۴
وزن هزار دانه	۱/۱۶	۳/۳۱	۲/۴۹	۰/۴۳	۹/۰۶	۲۳/۳۴
وزن خشک	۰/۲۵	۸/۶۱	۱/۷۱	۲/۰۸	۱۰۸/۴۶	۲۲۰/۱۳

براساس مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۲) مشاهده شد که بیش‌ترین میزان صفات تعداد برگ (۴۹/۷۹)، تعداد انشعابات ساقه (۷/۵۸)، تعداد گل در بوته (۱۲/۹۹)، وزن تر (۱۲/۶۹ گرم)، وزن خشک (۶/۲۹ گرم)، تعداد برچه در هر فولیکول (۲۴/۹۵) و تعداد دانه در هر برچه (۱۷/۱۸) را توده‌های لردگان، کرج، اردبیل۱، تاکستان و همدان داشتند. همچنین بر طبق مطالعه سلامتی و زینلی (۱۸)، صفات تعداد دانه در فولیکول، تعداد انشعابات ساقه و عملکرد بیولوژیکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد سیاهدانه می‌باشند. که نشان‌دهنده‌ی آن است که توده‌هایی که از مقادیر بالای این صفات برخوردارند از عملکرد بالاتری برخوردار خواهند بود. لذا می‌توان از این توده‌ها در برنامه‌های اصلاحی به منظور تولید ارقام پرمحصول استفاده کرد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در صفت ارتفاع گیاه توده لردگان با ۵۹/۸۳ سانتی‌متر و توده شیراز با ۱۶/۶۶ سانتی‌متر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع را نشان دادند. افزایش ارتفاع در گیاهان به دلیل تشکیل برگ‌های بیشتر و کاراتر، باعث افزایش جذب نور خورشید می‌شود و از طریق افزایش تولید مواد فتوسنتزی، موجب محصول‌دهی بهتر می‌گردد (۷)، که می‌تواند دلیل برتری توده‌های ذکر شده باشد. سلامتی و زینلی (۱۸) رابطه مستقیمی بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه در گیاه سیاهدانه گزارش نمودند. همچنین تعداد گره تا اولین گل نیز بین ۶/۲۴ (توده مشهد۱) تا ۱۵/۸۳ (توده لردگان) متغیر بود. هرچه ارتفاع گیاه بیشتر، تعداد گره و میان گره نیز بیشتر خواهد بود. از نظر صفت طول میان‌گره، توده تاکستان با ۳/۴۷ سانتی‌متر و بروجن با ۱/۹۳ سانتی‌متر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین طول میان‌گره در بوته را نشان دادند، که طول میان‌گره بیش‌تر منجر به تولید بوته‌های پابلند می‌شود، که عموما توده‌های پابلند از عملکرد دانه بهتری نسبت به توده‌های پاکوتاه برخوردارند (۷) دامنه تغییرات در قطر طولی فولیکول نیز متفاوت بود، به‌طوری‌که توده اردبیل۱ با ۱۳/۱۶ میلی‌متر بیش‌ترین و توده بروجن با قطر ۶/۸۱ میلی‌متر کم‌ترین قطر طولی فولیکول را دارا بود. تعداد دانه در هر برچه از ۶/۷۹ تا ۱۹/۸۱ متغیر بود که کم‌ترین و بیش‌ترین آنها به ترتیب مربوط به توده بروجن و لردگان بود. وزن کپسول توده‌های اردبیل۱، کرج، همدان، لردگان و تاکستان بیش‌ترین و توده‌های بروجن، شیراز، اصفهان۱، ۲ و کاشمر کم‌ترین مقدار را داشتند. هرچه قطر طولی و عرضی فولیکول بیش‌تر باشد تعداد دانه در برچه، وزن فولیکول و در نتیجه عملکرد دانه بیش‌تر خواهد شد. تعداد گل در بوته در توده کرج با ۱۸/۳۳ عدد بیش‌ترین و توده شیراز با ۱/۹۵ عدد کم‌ترین مقدار را داشتند. اندازه‌گیری تعداد انشعابات ساقه، طول میان‌گره و تعداد گره تا اولین گل در بوته نشان داد که تعداد انشعابات ساقه بین ۷/۱۶ تا ۴۹/۷۹ متغیر بود. توده شیراز دارای کم‌ترین و توده کرج دارای بیش‌ترین تعداد انشعابات ساقه بود. همچنین در صفت تعداد فولیکول در بوته، توده لردگان با ۷/۲۵ عدد بیش‌ترین و توده بروجن با ۳/۶۶ عدد کم‌ترین مقدار را داشتند. داشتن تعداد انشعابات بیش‌تر و در نتیجه تعداد گل و نهایتا فولیکول‌های بیشتر می‌تواند عملکرد دانه بیش‌تری را برای گیاه تولید کند (۷).

ضریب تغییرات فنوتیپی در محدوده‌ای از ۲۳/۳۰ درصد برای وزن هزار دانه تا ۷۲۵/۸۵ درصد برای طول بلندترین شاخه فرعی و ضریب تغییرات ژنوتیپی نیز از ۸/۲۲ درصد برای میزان کلروفیل تا ۳۴۴/۵۴ درصد برای طول بلندترین شاخه فرعی قرار گرفته است. براساس نتایج بدست آمده، تنوع قابل ملاحظه‌ای برای صفات تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، تعداد گل در بوته، طول بلندترین شاخه فرعی، وزن تر و خشک و تعداد کپسول در بوته در میان توده‌های سیاهدانه مشاهده شد. فراوانی و همکاران (۵) نیز با بررسی توده‌های سیاهدانه اعلام کرده‌اند که از میان کلیه صفات مورد بررسی بیش‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به وزن خشک بوته و کم‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفت ارتفاع بوته و بیش‌ترین ضریب تغییرات ژنوتیپی مربوط به صفت عملکرد بیولوژیکی و کم‌ترین آن مربوط به تعداد فولیکول در بوته بود. سلامتی و زینلی (۱۸) در بررسی تنوع ژنتیکی سیاهدانه اعلام کردند بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات فنوتیپی به ترتیب مربوط به صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد انشعابات ساقه و بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب تغییرات ژنوتیپی به ترتیب مربوط به صفات تعداد دانه در فولیکول و وزن فولیکول بود. این محققان نتیجه گرفتند که حتماً باید اختلاف معنی‌دار بالایی بین عملکرد جمعیت‌های مختلف توده‌های سیاهدانه وجود داشته باشد. در بررسی و مقایسه ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی نتیجه‌گیری می‌گردد که ضریب تنوع فنوتیپی برای تمامی صفات بیش از ضریب تنوع ژنوتیپی بوده است که علت آن تأثیر عوامل محیطی است، به طوری که با گزارش سلامتی و زینلی (۱۸) در بررسی تنوع صفات عملکرد و اجزای آن در سیاهدانه و همچنین زینلی (۲۳) در بررسی تنوع فیتوشیمیایی و سیتوژنتیکی در نعناع مطابقت دارد. اما تفاوت کم بین ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی در صفت تعداد برچه در هر فولیکول، نشان‌دهنده‌ی تاثیر کم‌تر عوامل محیطی نسبت به عوامل ژنتیکی بر بروز این صفت می‌باشد. در برنامه‌های به‌نژادی اهمیت خاصی به همبستگی‌های بین صفات داده می‌شود، زیرا وقتی گزینش برای صفتی انجام می گیرد، دانستن چگونگی تاثیر آن صفت بر دیگر صفات بسیار اهمیت دارد (۱۹). ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی (جدول۳) نشان داد که ارتفاع گیاه با کلیه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌دار و با وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. که بالاترین ضریب همبستگی را با تعداد برگ و تعداد گل در بوته داشته است (r=۰/۹۵). در مطالعه حاضر همبستگی بالای ارتفاع گیاه با صفات ذکر شده، می‌تواند به دلیل گستردگی اولیه برگ‌ها و ذخیره بیشتر مواد غذایی جهت رشد طولی گیاه و رشد بیشتر بخش رویشی و در نهایت انتقال به بخش زایشی و افزایش عملکرد شود (۲۱) که در توده‌های تاکستان، کرج، همدان، لردگان و اردبیل۱ مشاهده می‌شود. همچنین بین تعداد برگ و کلیه صفات مورد بررسی در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت که بیشترین آنها مربوط به تعداد گل در بوته و وزن خشک بود (r=۰/۹۷). از آن جایی که این صفات همگی از اجزای عملکرد محسوب می‌شوند، می‌توان به نقش مؤثر برگ‌ها به‌عنوان جایگاه اصلی فتوسنتزی اشاره کرد (۲۱). این بررسی با یافته‌های فراوانی و همکاران (۵) و همچنین سلامتی و زینلی (۱۸) مبنی بر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع گیاه سیاهدانه با صفات تعداد انشعابات ساقه، عملکرد بیولوژیک و تعداد فولیکول در بوته مطابقت دارد. در این بررسی همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد گل در بوته و تمامی صفات مورد بررسی به جز وزن هزار دانه مشاهده شد که بیشترین آن به ترتیب مربوط به وزن خشک (r = ۰/۹۹) و وزن تر (r =۰/۹۶) بود. بین طول شاخه فرعی و وزن تر و خشک بوته، تعداد دانه در هر برچه و تعداد کپسول در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. بین تعداد فولیکول در بوته و وزن هر فولیکول و تعداد دانه در هر برچه و وزن خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار (r= ۰/۹۴ , r=۰/۸۴, r= ۰/۹۴) ولی با وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد (r = -۰/۶۲). این نتایج با نتایج مطالعه‌ی انجام شده روی سیاهدانه توسط زینلی و سلامتی (۱۸) و همچنین بهرامی نژاد و پاپ زن (۳) در خصوص افزایش تعداد فولیکول در بوته که منجر به کاهش وزن هزار دانه، تعداد دانه در فولیکول و در نهایت عملکرد دانه نیز شده است، مطابقت دارد. همچنین بر اساس نتایج ضرایب همبستگی، اجزای مهم عملکرد دانه در سیاهدانه شامل ارتفاع ساقه، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، تعداد گل در بوته، طول شاخه فرعی، وزن تر و خشک، تعداد برچه در هر فولیکول، تعداد دانه در هر برچه و تعداد فولیکول در بوته می‌باشند. بنابراین با بهبود این اجزای عملکرد، امکان افزایش عملکرد وجود دارد که با نتایج مطالعات فراوانی و همکاران (۵) و همچنین انتونو و همکاران (۴) در گیاه سیاهدانه مطابقت دارد. در مجموع طبق مشاهدات، با افزایش ارتفاع، تعداد برگ و تعداد انشعابات ساقه (تعداد فولیکول در بوته و تعداد دانه در فولیکول) افزایش یافته و رابطه منفی با وزن هزار دانه نشان داد. اما در بین توده‌هایی که از لحاظ صفات مورد بررسی و عملکرد قوی بودند و توده‌هایی که ضعیف‌تر بوده و به عبارتی از تعداد انشعابات کمتر یا فاقد انشعاب بوده و فقط یک یا چند فولیکول داشتند تفاوت معنی‌داری بین وزن هزار دانه هر دو گروه مشاهده نشد. بنابراین توده‌های اردبیل۱، همدان، لردگان، تاکستان و کرج هم از لحاظ علوفه‌ای و هم از لحاظ عملکرد بذر توده‌های مطلوب‌تری بودند. گروه‌بندی توده‌های مورد بررسی براساس تجزیه خوشه‌ای انجام گرفت (شکل ۱). به منظور بررسی صحت گروه‌بندی‌ها، از تابع تشخیص استفاده گردید. نتایج تجزیه تابع تشخیص نشان داد که تمامی توده‌ها به‌طور صحیح گروه‌بندی شده‌اند و میزان موفقیت تابع تشخیص ۹۶/۳ می‌باشد. بر مبنای این گروه‌بندی توده‌های مورد مطالعه به ۴ گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل توده‌های اصفهان ۱، اصفهان ۲، اردبیل ۲، اراک، کاشان، کاشمر، نیشابور، قزوین، اهواز، بروجن، شیراز، مشهد۱، سمیرم، میاندواب، سربیشه، املش، لرستان بودند که از نظر صفات مورفولوژیکی و سازگاری با شرایط محیطی از مرتبه آماری پایین‌تری برخوردار بودند و بطور کلی بوته‌های ضعیف‌تری بودند. گروه دوم شامل توده‌های مشهد۲، مریوان، کردستان، تربت‌حیدریه و پیرانشهر بودند که از نظر صفات مورفولوژیکی و عملکرد از میانگین متوسطی برخوردارند. گروه سوم شامل توده‌های همدان،

اردبیل۱، تاکستان، کرج بودند. و گروه چهارم شامل توده لردگان بود که از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول و عرض برگ و تعداد برچه در هر فولیکول میانگین بالاتری از سایر گروه‌ها داشته است. توده‌های گروه ۳ و ۴ از نظر صفات مورفولوژیکی دارای سازگاری و عملکرد بهتری نسبت به توده‌های دیگر بودند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، توده‌های مختلف سیاهدانه از مناطق مختلف داخل یک گروه قرار گرفتند که این بیانگر آن است که تنوع فنوتیپی از تنوع جغرافیایی تبعیت نمی‌کند. این امر می‌تواند بدین خاطر باشد که توده‌های سیاهدانه دارای یک منشأ مشابه باشند. همچنین مهدی‌خوانی و همکاران (۱۵،۱۴) با بررسی ژنوتیپ‌های گیاهان دارویی نعناع و بابونه گزارش نمودند که تنوع جغرافیایی با تنوع ژنتیکی در این دو گیاه نیز مطابقت نداشته است و علت را معاوضه مواد خام بین مناطق مختلف کشور دانسته‌اند. یکی از کاربردهای تجزیه خوشه‌ای تعیین فاصله ژنتیکی میان گروه‌ها است (۱۹). این تجزیه به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های با قرابت کمتر و استفاده از آنها در برنامه‌های دورگ‌گیری جهت فراهم آمدن تنوع ژنتیکی است. همچنین با شناسایی فامیل‌های مشابه می‌توان حجم ارزیابی‌ها را کاهش داد و در زمان و هزینه صرفه‌جویی کرد (۲۰). در این آزمایش بیشترین فاصله ژنتیکی میان توده‌های اصفهان ۱ و لردگان بدست آمد (شکل ۱)، که از نظر تمامی صفات مورد بررسی متفاوت بودند. بنابراین با توجه به داشتن حداکثر فاصله ژنتیکی از همدیگر، انتظار می‌رود که با انجام تلاقی بین این دو توده حداکثر هتروزیس ایجاد شده و از نتایج آن به‌عنوان مواد اولیه خام برای اصلاح ارقام استفاده نمود. همچنین توده‌های گروه۱ دارای کمترین فاصله اقلیدسی و بیشترین شباهت مورفولوژیکی بودند. فراوانی و همکاران (۵) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ۲۸ توده سیاهدانه را برحسب خویشاوندی بیشتر به ۷ گروه تقسیم نمودند. مهدی‌خانی و همکاران (۱۴) با بررسی تنوع مورفولوژیک، ژنتیکی و عناصر غذایی در ژنوتیپ‌های بابونه آلمانی نشان دادند که ژنوتیپ‌ها در ۵ گروه قرار گرفتند. تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که به تشریح همبستگی بالای تعداد زیادی متغیر به وسیله یک یا چند عامل اساسی می‌پردازد (۲). قبل از انجام تحلیل عاملی، ابتدا کفایت نمونه‌گیری و مناسب بودن تحلیل عاملی با استفاده از شاخص KMO و آزمون بارتلت مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش مقدار بدست آمده شاخص KMO (۰/۸۳) و معنی‌داری آزمون بارتلت نشان دهنده معتبر بودن نتایج تحلیل عاملی برای داده‌های مورد نظر بود. با انجام تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بر مبنای مقادیر ویژه‌ی بزرگتر از ۱ و پس از چرخش وریماکس دو عامل مشخص شد. مقادیر ویژه عامل‌های اول و دوم در آن به ترتیب ۱۶/۷۱ و ۱/۳۲ درصد بود. این دو عامل در مجموع ۸۳/۳۵ درصد از واریانس کل موجود در ۲۱ متغیر مورد بررسی را به خود اختصاص دادند. پس از چرخش وریماکس عامل‌ها مشخص شد که در مؤلفه‌ی اول کلیه صفات بجز وزن هزار دانه عمده‌ترین نقش را در تبیین عامل اول داشته و در مجموع ۷۷/۰۳ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. از آنجا که همبستگی این صفات بجز وزن هزار دانه با همدیگر، مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نشان دادند، می‌توان این عامل را به‌عنوان عامل اجزای عملکرد نام گذاری کرد. عامل دوم ۶/۳۱ درصد تغییرات را توجیه نمود و صفاتی مانند طول ساقه گل‌دهنده، تعداد برگ، طول شاخه فرعی، طول بلندترین شاخه فرعی و قطر طولی و عرضی فولیکول، وزن فولیکول، وزن تر و خشک، بجز وزن هزار دانه از بار عامل بالا و مثبت برخوردار بودند. بدین لحاظ این عامل به نام عامل خصوصیات فولیکول نام‌گذاری گردید. میزان اشتراک نیز بخشی از واریانس یک متغیر است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود که هر چه بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی دقت بیشتر در برآورد واریانس متغیر مربوطه می‌باشد (۲). همان گونه که ملاحظه می‌گردد، میزان اشتراک اکثر صفات بالا است (جدول ۴). این امر، نشان می‌دهد که تعداد عامل مورد انتخاب، مناسب بوده و عامل‌های منتخب توانسته‌اند تغییرات صفات را به نحو مطلوبی توجیه نمایند. با توجه به میزان اشتراک، صفات ارتفاع بوته (۰/۹۷) و وزن هزار دانه (۰/۵۹) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین دقت برآورد بودند. در مطالعه‌ای زینلی و سلامتی (۱۸) با استفاده از تجزیه به عامل‌ها ۳ فاکتور اساسی را شناسایی کردند که در مجموع ۹۴/۱۲ درصد از واریانس کل داده‌ها را در سیاهدانه توجیه نمود. نمودار پراکنش صفات مختلف سیاهدانه بر پایه‌ی دو عامل با سهم ۸۳/۳۵ درصد تغییرپذیری‌ها، مؤید اهمیت و تأثیر صفات یاد شده در عامل‌های مربوطه است (شکل ۲). همچنین این نمودار تایید کننده همبستگی بین صفات است به طوریکه صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه تعداد گل در بوته، طول شاخه فرعی، وزن تر و خشک، تعداد برچه در هر فولیکول، تعداد دانه در هر برچه، تعداد فولیکول در بوته و وزن فولیکول همبستگی مثبت و معنی‌دار ولی با وزن هزار دانه (۲۰) که متفاوت از سایر اجزا است همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات در ۲۷ توده سیاهدانه ایرانی

Table 2. Mean Comparison of traits of Iranian *Nigella sativa* L. accessions

توده	HS	NL	NSB	IL	NNF	NF	LS	LB	LLB	CH	LW	LL	WW	NCF	DWF	DLF	NSC	NCB	WC	WS	WD
شیراز	۱۶/۶۶^{a}	۹/۲۴^{a}	۱/۴۱^{a}	۲/۳۴$^{a-d}$	۷/۸۳$^{a-c}$	۱/۹۵^{a}	۳/۳۵^{a}	۴/۶۶^{a}	۵/۷۶^{a}	۱/۶۲$^{a-c}$	۱۷/۱۵^{a}	۲۹/۸۵^{a}	۰/۵۷^{a}	۴/۳۷$^{a-d}$	۸/۴۵^{a}	۸/۴۰^{ab}	۷/۰۴^{a}	۳/۵۸^{a}	۰/۱۵$^{a-c}$	۲/۹۴^{e}	۰/۴۰^{a}
بروجن	۱۷/۴۱^{a}	۹/۶۶^{a}	۲/۳۳^{a}	۱/۹۳^{a}	۷/۴۱^{ab}	۲/۴۹^{a}	۳/۵۸^{ab}	۵/۹۱^{ab}	۶/۴۵^{ab}	۱/۷۹$^{a-c}$	۱۵/۳۷^{a}	۳۲/۷۷^{ab}	۰/۵۴^{a}	۳/۶۶^{a}	۶/۲۳^{a}	۶/۸۱^{a}	۶/۷۹^{a}	۴/۰۴^{a}	۰/۱۲^{ab}	۲/۵۱$^{a-e}$	۰/۴۱^{a}
اراک	۱۷/۴۱^{a}	۱۰/۸۳^{a}	۲/۳۳^{a}	۲/۳۳$^{a-d}$	۶/۲۴^{a}	۲/۱۵^{a}	۴/۲۹^{ab}	۹/۷۵$^{a-c}$	۱۱/۱۲$^{a-f}$	۱/۵۷$^{a-c}$	۱۶/۳۲^{a}	۴۱/۱۲$^{a-c}$	۱/۵۱^{a}	۴/۴۱$^{a-e}$	۸/۷۵^{a}	۹/۶۱$^{b-d}$	۱۰/۴۷^{ab}	۷/۲۰^{ab}	۰/۲۸$^{a-e}$	۲/۶۵$^{c-e}$	۰/۸۹^{a}
سمیرم	۱۸/۰۲^{ab}	۱۸/۰۲^{a}	۲/۱۶^{a}	۲/۱۵$^{a-d}$	۷/۲۴^{ab}	۲/۰۷^{a}	۴/۰۱^{ab}	۵/۱۶^{a}	۵/۵۴^{a}	۱/۵۲$^{a-c}$	۲۲/۴۷^{a}	۳۲/۸۵^{ab}	۰/۷۸^{a}	۴/۰۳$^{a-c}$	۸/۰۳^{a}	۸/۴۵^{ab}	۸/۶۳^{ab}	۴/۰۴^{a}	۱۵$^{a-c}$	۲/۸۷^{e}	۰/۳۹^{a}
مشهد۱	۱۸/۱۶^{ab}	۱۸/۱۶^{a}	۲/۱۲^{a}	۲/۴۲$^{a-d}$	۶/۲۴^{a}	۲/۰۸^{a}	۲/۰۸^{a}	۵/۸۷^{ab}	۶/۸۲^{bc}	۱/۶۲$^{a-c}$	۱۶/۸۲^{a}	۳۴/۴۰^{ab}	۲/۰۸^{a}	۴/۵۸$^{a-f}$	۸/۷۵^{a}	۱۰/۰۹$^{b-d}$	۹/۱۲^{ab}	۶/۳۱^{ab}	۰/۲۰$^{a-d}$	۲/۵۶$^{b-e}$	۱^{a}
کاشان	۱۹/۳۳$^{a-c}$	۱۰/۷۴^{a}	۲/۴۹^{ab}	۲/۴۹$^{a-d}$	۷/۲۴^{ab}	۲/۹۱^{a}	۲/۹۱^{a}	۸/۶۲$^{a-c}$	۹/۴۹$^{a-f}$	۱/۷۰$^{a-c}$	۲۰/۴۰^{a}	۳۸^{ab}	۱/۹۹^{a}	۴/۵۴$^{a-f}$	۱۰/۰۵^{a}	۹/۹۹$^{b-d}$	۱۰/۱۳^{ab}	۵/۲۵^{ab}	۰/۲۸$^{a-e}$	۲/۹۰^{e}	۰/۷۴^{a}
تاکستان	۵۱/۱۲^{i}	۴۹/۷۹^{d}	۶/۴۵^{de}	۳/۴۷^{d}	۱۲/۷۴^{f}	۱۵/۷^{bc}	۱۵/۷^{bc}	۲۴/۹۵^{e}	۲۹/۰۴^{ij}	۱/۸۵$^{a-c}$	۲۳/۷۵^{a}	۵۰/۲۲$^{a-c}$	۱۲/۶۹^{b}	۶/۳۷^{i}	۲۰/۶۶^{b}	۱۱/۶۸$^{d-f}$	۱۷/۱۸^{c}	۱۱/۲۵^{cd}	۰/۵۲^{h}	۲/۰۳$^{a-c}$	۵/۶۴^{bc}
کرج	۵۳/۷۴^{ij}	۴۰/۱۶^{bc}	۷/۵۸^{e}	۳/۲۶$^{b-d}$	۱۵/۷۴^{g}	۱۸/۳۳^{c}	۱۸/۳۳^{c}	۲۱/۹۹^{de}	۲۴/۹۹^{ij}	۲/۴۵^{d}	۲۲/۸۵^{a}	۶۴/۴۵^{cd}	۱۱/۸۰^{b}	۶/۱۶$^{g-i}$	۱۰/۳۹^{a}	۱۲/۶۱^{ef}	۱۷^{c}	۱۳/۱۶^{cd}	۰/۴۸^{gh}	۱/۹۶^{ab}	۶/۲۹^{c}
لردگان	۵۹/۸۳^{ij}	۴۲/۵۴^{cd}	۷/۳۰^{de}	۳/۴۱^{cd}	۱۵/۸۳^{g}	۱۸/۱۶^{c}	۱۸/۱۶^{c}	۲۲/۵۷^{e}	۲۵/۶۶^{ij}	۱/۹۰$^{a-c}$	۳۸/۲۷^{b}	۷۸/۴۲^{d}	۱۰/۴۴^{b}	۷/۲۵^{j}	۱۱/۸۶^{a}	۱۲/۶۴^{ef}	۱۹/۸۱^{c}	۱۴/۷۹^{d}	۰/۴۳$^{e-h}$	۲/۱۳$^{a-d}$	۶/۱۹^{c}
لرستان	۲۴/۸۳$^{a-e}$	۱۲/۶۶^{a}	۳/۱۶^{ab}	۲/۲۹$^{a-c}$	۷/۴۹^{ab}	۴/۰۶^{a}	۴/۰۶^{a}	۱۲/۲۴^{c}	۱۳/۴۱$^{c-f}$	۱/۲۵^{a}	۲۳/۴۲^{a}	۴۳/۴۷$^{a-c}$	۱/۶۸^{a}	۴/۸۷$^{b-f}$	۱۰^{a}	۱۰/۰۹$^{b-d}$	۱۱/۳۳^{ab}	۵/۸۷^{ab}	۰/۲۹$^{b-f}$	۲/۹۱e	۱/۰۳^{a}
نیشابور	۲۵/۹۱$^{a-f}$	۱۴/۳۳^{a}	۲/۶۶^{ab}	۲/۴۵$^{a-d}$	۱۰/۸۳^{e}	۲/۹۱^{a}	۲/۹۱^{a}	۷/۰۲$^{a-c}$	۸/۶۶$^{a-e}$	۱/۶۵$^{a-c}$	۲۱/۰۷^{a}	۳۸/۱۰^{ab}	۱/۲۵^{a}	۴/۸۷$^{b-f}$	۹/۷۰^{a}	۹/۸۳$^{b-d}$	۱۰/۸۷^{ab}	۵/۴۵^{ab}	۰/۲۷$^{a-e}$	۲/۲۵$^{a-e}$	۰/۷۹^{a}
قزوین	۲۵/۹۹$^{a-f}$	۱۰/۴۵^{a}	۲/۴۹^{ab}	۲/۶۳$^{a-d}$	۸/۹۵$^{b-e}$	۳/۲۰^{a}	۳/۲۰^{a}	۸/۹۵$^{a-c}$	۱۱/۳۷$^{a-f}$	۱/۷۴$^{a-c}$	۱۹/۵۵^{a}	۴۰/۲^{ab}	۱/۳۳^{a}	۴/۶۶$^{b-f}$	۸/۷۴^{a}	۹/۴۱$^{b-d}$	۸/۵۴^{ab}	۵/۴۵^{ab}	۰/۲۲$^{a-d}$	۲/۵۲$^{b-e}$	۰/۸۸^{a}
اهواز	۲۳/۶۶$^{a-e}$	۱۳/۴۹^{a}	۴/۹۹$^{b-d}$	۲/۵۹$^{a-d}$	۸/۵۸$^{b-d}$	۳/۳۳^{a}	۳/۳۳^{a}	۸/۱۲$^{a-c}$	۱۰/۱۶$^{a-f}$	۱/۸۵$^{a-c}$	۲۲/۱۷^{a}	۴۴/۰۵$^{a-c}$	۱/۴۵^{a}	۴/۶۲$^{b-f}$	۹/۳۰^{a}	۹/۳۸$^{b-d}$	۸/۳۷^{ab}	۴/۱۲^{a}	۰/۲۷$^{a-e}$	۲/۷۷^{de}	۰/۶۸^{a}
سرپیشه	۲۴/۲۰$^{a-e}$	۱۲/۷۰^{a}	۳^{ab}	۲/۹۱$^{a-d}$	۸/۵۸$^{b-d}$	۳/۵۴^{a}	۳/۵۴^{a}	۹/۳۳$^{a-c}$	۱۲/۰۱$^{a-f}$	۱/۶۵$^{a-c}$	۱۹/۵۲^{a}	۲۹/۲۲^{a}	۱/۳۹^{a}	۵/۴۴$^{f-h}$	۹/۳۵^{a}	۱۰/۷۲$^{b-e}$	۱۰/۸۳^{ab}	۵/۷۲^{ab}	۰/۳۴$^{d-g}$	۲/۵۸$^{b-e}$	۰/۹۴^{a}
اردبیل۲	۲۱/۱۶$^{a-d}$	۱۰/۴۹^{a}	۴/۹۹$^{b-d}$	۲/۲۰^{ab}	۷/۳۳^{ab}	۲/۸۳^{a}	۲/۸۳^{a}	۸/۴۵$^{a-c}$	۹/۲۴$^{a-f}$	۱/۵۷$^{a-c}$	۱۶/۶۴^{a}	۳۷/۹۷^{ab}	۱/۲۸^{a}	۴/۰۸$^{a-c}$	۹/۱۷^{a}	۹/۳۹$^{b-d}$	۸/۰۳^{ab}	۴/۶۲^{ab}	۰/۲۴$^{a-d}$	۲/۷۶^{de}	۰/۸۶^{a}
اصفهان۲	۲۰/۱۲$^{a-d}$	۹/۸۳^{a}	۱/۹۵^{a}	۲/۰۷^{a}	۷/۴۹^{ab}	۲/۶۶^{a}	۳/۷۴^{ab}	۷/۴۵$^{a-c}$	۷/۸۷$^{a-d}$	۱/۴۰^{ab}	۱۵/۰۳^{a}	۳۸/۵۲^{ab}	۰/۵۰^{a}	۳/۹۵^{ab}	۸/۵۷^{a}	۸/۷۵$^{a-c}$	۸/۴۷^{ab}	۳/۷۴^{a}	۰/۱۳^{ab}	۲/۲۰$^{a-d}$	۰/۴۰^{a}
اصفهان۱	۲۰/۱۶$^{a-d}$	۱۰/۸۳^{a}	۲/۵۳^{ab}	۲/۴۲$^{a-d}$	۷/۱۲^{ab}	۲/۹۹^{a}	۴/۷۰^{ab}	۷/۸۸$^{a-c}$	۹/۱۲$^{a-e}$	۱/۵۷$^{a-c}$	۱۶/۶۷^{a}	۳۹/۶۲^{ab}	۰/۶۹^{a}	۴/۳۷$^{a-c}$	۹/۴۳^{a}	۱۰/۸۸$^{c-e}$	۸/۹۱^{ab}	۳/۵۸^{a}	۰/۱۸$^{a-d}$	۲/۵۶$^{b-e}$	۰/۵۱^{a}
کاشمر	۲۱/۰۸$^{a-d}$	۱۱/۵۸^{a}	۲/۴۱^{ab}	۲/۳۲$^{a-c}$	۷/۶۶^{ab}	۲/۹۱^{a}	۴/۱۶^{ab}	۸/۸۷$^{a-c}$	۹/۶۲$^{a-f}$	۱/۸۵$^{a-c}$	۲۴/۳۷^{a}	۳۷/۷۵^{ab}	۰/۵۸^{a}	۴/۰۷$^{a-c}$	۹/۳۲^{a}	۸/۸۲$^{a-c}$	۷/۳۳^{ab}	۴/۲۹^{a}	۰/۱۰^{a}	۲/۷۸^{de}	۰/۶۵^{a}
میانداب	۲۷/۴۱$^{b-f}$	۱۴/۴۱^{a}	۳/۰۸^{ab}	۲/۷۴$^{a-d}$	۱۰/۴۱^{de}	۳/۲۴^{a}	۴/۸۷^{ab}	۹/۴۱$^{a-c}$	۱۹/۵۵^{gh}	۱/۶۱$^{a-c}$	۲۳/۵۵^{a}	۵۶/۸۷^{bc}	۱/۷۸^{a}	۴/۸۳$^{b-f}$	۸/۸۸^{a}	۹/۵۵$^{b-d}$	۸/۶۸^{ab}	۵/۸۷^{ab}	۰/۲۰$^{a-d}$	۲/۱۴$^{a-d}$	۰/۹۲^{a}
کردستان	۲۷/۴۱$^{b-f}$	۱۳/۵۸^{a}	۳/۵۸$^{a-c}$	۲/۷۰$^{a-d}$	۸/۱۶$^{a-c}$	۳/۷۵^{a}	۴/۷۴^{ab}	۱۲/۱۶^{c}	۱۴/۰۸$^{d-g}$	۱/۸۱$^{a-c}$	۲۱/۴۵^{a}	۳۸/۱۵^{ab}	۲/۴۰^{a}	۵/۰۸$^{d-f}$	۹/۱۰^{a}	۹/۲۱^{bc}	۱۱/۲۰^{b}	۵/۵۸^{ab}	۰/۲۶$^{a-e}$	۲/۴۷$^{a-e}$	۱/۹۰^{a}
مشهد۲	۲۸/۷۴$^{c-f}$	۱۴/۹۹^{a}	۲/۹۹^{ab}	۲/۳۰$^{a-c}$	۱۰/۳۳^{de}	۳/۸۳^{a}	۴/۳۸^{ab}	۸/۱۶$^{a-c}$	۱۰/۲۴$^{a-f}$	۱/۴۸^{ab}	۲۳/۹۵^{a}	۵۰/۵۵$^{a-c}$	۱/۹۸^{a}	۴/۹۵$^{c-f}$	۹/۶۸^{a}	۹/۶۵$^{b-d}$	۹/۲۵^{ab}	۶/۵۰^{ab}	۰/۳۱$^{c-f}$	۲/۵۲$^{b-e}$	۱/۴۷^{a}
املش	۲۹/۳۳$^{d-f}$	۱۴/۶۶^{a}	۲/۸۳^{ab}	۳/۴۳^{d}	۱۰/۷۴^{de}	۳/۳۳^{a}	۴/۲۴^{ab}	۸/۹۲$^{a-c}$	۱۱/۶۶$^{a-f}$	۱/۷۴$^{a-c}$	۱۶/۵۰^{a}	۳۳/۷۰^{ab}	۲/۳۳^{a}	۵/۳۶$^{e-g}$	۸/۲۴^{a}	۹/۴۹$^{b-d}$	۸/۵۱^{ab}	۶/۰۵^{ab}	۰/۲۸$^{a-e}$	۲/۳۴$^{a-e}$	۰/۶۶^{a}
تربت حیدریه	۲۹/۳۳$^{d-f}$	۱۲/۹۱^{a}	۳/۲۶$^{a-c}$	۲/۴۹$^{a-d}$	۹/۹۱$^{c-e}$	۳/۶۶^{a}	۴/۹۱^{ab}	۱۱/۷۷^{c}	۱۲/۵۸^{bf}	۱/۷۲$^{a-c}$	۱۹/۲۳^{a}	۳۷/۴۷^{ab}	۱/۰۱^{a}	۴/۷.$^{b-f}$	۸/۷۵^{a}	۸/۹۸$^{a-c}$	۸/۵۴^{ab}	۵^{ab}	۰/۲۱$^{a-d}$	۲/۴۰$^{a-e}$	۰/۹۰^{a}
پیرانشهر	۳۰/۸۳^{ef}	۱۵/۵۸^{a}	۲/۵۷^{ab}	۲/۷۱$^{a-d}$	۱۰/۵۰^{de}	۳/۴۱^{a}	۵/۲۳^{ab}	۱۰/۹۱^{bc}	۱۲/۵۸$^{a-f}$	۲/۰۷^{cd}	۱۶/۳۰^{a}	۴۲/۹۲$^{a-c}$	۱/۵۴^{a}	۵$^{c-f}$	۸/۹۷^{a}	۹/۷۰$^{b-d}$	۹/۹۱^{ab}	۵/۶۲^{ab}	۰/۲۲$^{a-d}$	۲/۷۱^{de}	۱/۰۳^{a}
مریوان	۳۴/۴۱^{fg}	۱۶/۳۳^{a}	۳/۳۳$^{a-c}$	۲/۹۹$^{a-d}$	۱۰/۵۸^{de}	۳/۹۹^{a}	۵/۰۴^{ab}	۱۱/۰۴^{bc}	۱۵/۰۳$^{e-g}$	۱/۷۷$^{a-c}$	۲۲/۴۳^{a}	۴۸/۰۷$^{a-c}$	۱/۵۳^{a}	۵/۲۰$^{d-f}$	۹/۶۸^{a}	۱۰/۱۱$^{b-d}$	۹/۶۲^{ab}	۸/۳۷^{bc}	۰/۲۵$^{a-d}$	۲/۵۹$^{b-e}$	۱/۰۴^{a}
همدان	۴۲/۱۶^{gh}	۳۳/۳۵^{a}	۵/۶۲$^{c-e}$	۳/۰۴$^{a-d}$	۱۳/۰۴^{f}	۱۲/۳۰^{a}	۵/۲۴^{ab}	۱۷/۵۸^{d}	۲۲/۰۸^{hi}	۱/۸۳$^{a-c}$	۲۴/۰۳^{a}	۴۹/۲۶$^{a-c}$	۱۰/۵۱^{b}	۶/۶۶^{ij}	۹/۷۹^{a}	۱۲/۴۴^{ef}	۱۷/۱۸^{c}	۱۲/۳۷^{d}	۰/۴۵$^{f-h}$	۱/۸۷^{a}	۴/۲۱^{b}
اردبیل۱	۴۷^{hi}	۳۶/۶۶^{bc}	۶/۴۱^{de}	۲/۹۹$^{a-d}$	۱۴/۱۶^{fg}	۱۲/۹۹^{a}	۶/۳۰$^{b-d}$	۲۰/۴۱^{de}	۲۴/۹۹$^{h-j}$	۱/۹۲^{bc}	۲۵/۹۷^{a}	۴۳/۶۲$^{a-c}$	۱۲/۴۱^{b}	۶/۲۹^{hi}	۱۱/۰۳^{a}	۱۳/۱۶^{f}	۱۶/۶۲^{c}	۱۳/۱۶^{d}	۰/۵۵^{h}	۲/۳۱$^{a-e}$	۵/۰۱^{bc}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

ارتفاع ساقه (HS)، تعداد برگ (NL)، تعداد انشعابات ساقه (NSB)، طول میانگره (IL)، تعداد میانگره تا اولین گل (NNF)، تعداد گل در بوته (NF)، طول ساقه گل‌دهنده (LS)، طول شاخه فرعی (LB)، طول بلندترین شاخه فرعی (LLB)، میزان کلروفیل (CH)، عرض برگ (LW)، طول برگ (LL)، وزن تر (WW)، تعداد برچه در هر فولیکول (NCF)، قطر عرضی فولیکول (DWF)، قطرطولی فولیکول (DLF)، تعداد بذر در هر برچه (NSC)، تعداد فولیکول در بوته (NCB)، وزن هر فولیکول (WC)، وزن هزار دانه (WS) و وزن خشک (WD).

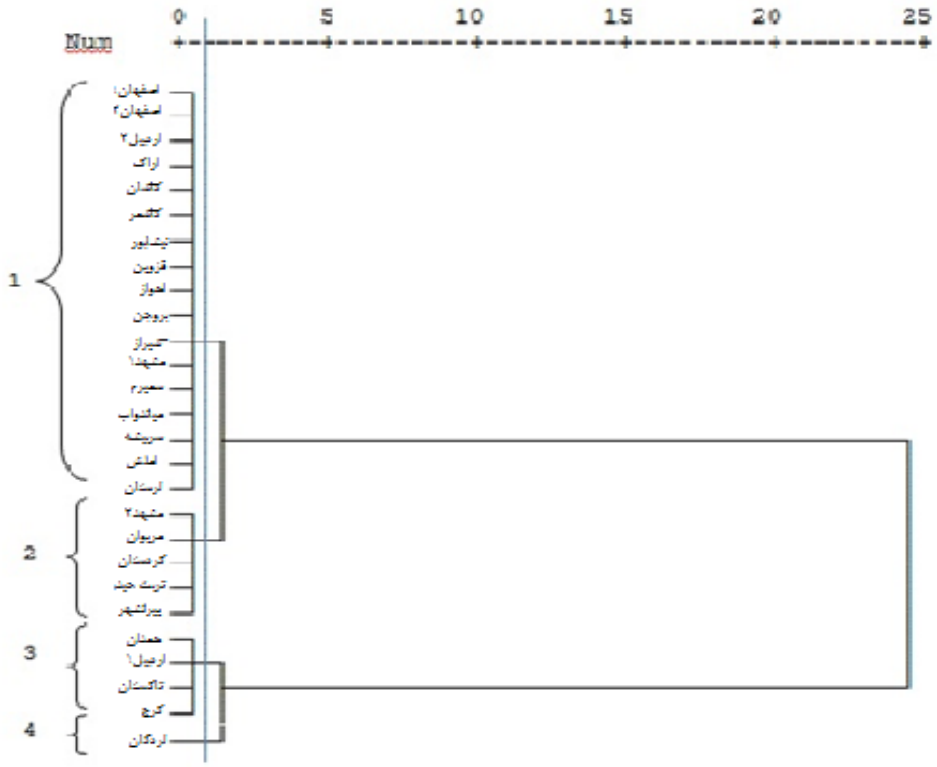
جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات موروفولوژیک توده‌های سیاهدانه ایرانی

Table 3. Correlation coefficients of morphological traits of Iranian *Nigella sativa* L. accessions

	HS	NL	NSB	IL	NNF	NF	LS	LB	LLB	CH	LW	LL	WW	NCF	DWF	DLF	NSC	NCB	WC	WS	WD
HS	۱																				
NL	۰/۹۵۳**	۱																			
NSB	۰/۹۱۸**	۰/۹۱۷**	۱																		
IL	۰/۷۶۰**	۰/۷۵۵**	۰/۷۰۳**	۱																	
NNF	۰/۸۷۸**	۰/۸۱۰**	۰/۷۶۰**	۰/۶۵۷**	۱																
NF	۰/۹۵۱**	۰/۹۷۲**	۰/۹۴۳**	۰/۷۴۶**	۰/۸۰۲**	۱															
LS	۰/۵۷۵**	۰/۶۲۹**	۰/۵۹۷**	۰/۶۸۶**	۰/۴۱۳*	۰/۶۰۳**	۱														
LB	۰/۹۴۳**	۰/۹۶۰**	۰/۹۲۴**	۰/۷۷۱**	۰/۷۶۳**	۰/۹۴۸**	۰/۷۲۱**	۱													
LLB	۰/۹۴۹**	۰/۹۵۴**	۰/۹۰۷**	۰/۷۹۷**	۰/۸۰۵**	۰/۹۲۸**	۰/۷۰۹**	۰/۹۷۹**	۱												
CH	۰/۶۵۴**	۰/۶۱۹**	۰/۶۰۹**	۰/۵۵۷*	۰/۶۶۷**	۰/۶۴۹**	۰/۲۲۷ns	۰/۶۰۶**	۰/۵۹۳**	۱											
LW	۰/۷۰۵**	۰/۶۴۵**	۰/۶۳۹**	۰/۶۰۰**	۰/۵۶۵*	۰/۶۷۱**	۰/۴۸۲*	۰/۶۳۲**	۰/۶۶۳**	۰/۲۷۲ns	۱										
LL	۰/۸۰۶**	۰/۷۴۴**	۰/۷۴۶**	۰/۶۱۷**	۰/۶۶۵**	۰/۷۹۲**	۰/۲۷۶ns	۰/۷۰۰**	۰/۶۸۹**	۰/۵۹۷**	۰/۶۵۵**	۱									
WW	۰/۹۰۶**	۰/۹۶۷**	۰/۹۱۶**	۰/۷۱۲**	۰/۷۳۸**	۰/۹۶۱**	۰/۵۹۳**	۰/۹۳۵**	۰/۹۱۳**	۰/۶۰۷**	۰/۵۹۲**	۰/۶۸۰**	۱								
NCF	۰/۹۳۳**	۰/۸۹۵**	۰/۸۴۱**	۰/۷۸۲**	۰/۸۰۴**	۰/۸۸۸**	۰/۵۵۵*	۰/۸۸۴**	۰/۸۹۶**	۰/۵۵۳*	۰/۶۹۰**	۰/۷۰۲**	۰/۸۸۲**	۱							
DWF	۰/۶۲۲**	۰/۷۵۱**	۰/۵۹۰**	۰/۶۳۰**	۰/۵۰۹*	۰/۶۳۵**	۰/۷۰۷**	۰/۷۲۴**	۰/۷۳۳**	۰/۲۵۳ns	۰/۴۲۱*	۰/۴۱۳*	۰/۶۶۶**	۰/۵۷۸**	۱						
DLF	۰/۸۱۸**	۰/۸۱۰**	۰/۸۱۳**	۰/۷۶۱**	۰/۶۷۲**	۰/۸۲۹**	۰/۶۰۳**	۰/۸۲۴**	۰/۸۱۱**	۰/۴۶۱*	۰/۵۸۶**	۰/۶۹۳**	۰/۸۵۳**	۰/۸۸۵**	۰/۵۵۹**	۱					
NSC	۰/۹۰۲**	۰/۹۲۶**	۰/۸۸۷**	۰/۷۷۶**	۰/۷۱۹**	۰/۹۳۸**	۰/۶۴۶**	۰/۹۲۸**	۰/۹۰۲**	۰/۵۱۲*	۰/۶۸۷**	۰/۷۲۱**	۰/۹۳۶**	۰/۹۲۷**	۰/۶۳۱**	۰/۸۹۴**	۱				
NCB	۰/۹۲۷**	۰/۹۱۶**	۰/۸۹۵**	۰/۷۳۵**	۰/۷۵۶**	۰/۹۳۱**	۰/۵۴۲*	۰/۹۰۹**	۰/۹۰۰**	۰/۵۷۴*	۰/۶۸۰**	۰/۷۶۵**	۰/۹۳۶**	۰/۹۲۶**	۰/۵۳۹*	۰/۸۷۲**	۰/۹۴۵**	۱			
WC	۰/۸۳۲**	۰/۸۴۳**	۰/۸۳۵**	۰/۷۰۰**	۰/۶۹۳**	۰/۸۱۷**	۰/۶۳۳**	۰/۸۶۷**	۰/۸۴۵**	۰/۴۷۹*	۰/۵۱۷*	۰/۵۵۷*	۰/۸۶۱**	۰/۸۶۳**	۰/۶۲۵**	۰/۸۳۱**	۰/۸۵۴**	۰/۸۴۱**	۱		
WS	-۰/۷۱۷**	-۰/۶۹۴**	-۰/۶۴۷**	-۰/۴۹۰*	-۰/۶۴۰**	-۰/۶۸۶**	۰/۲۰۳ns	-۰/۶۳۸**	-۰/۶۷۷**	-۰/۴۲۴*	-۰/۳۵۰ns	-۰/۵۲۹*	-۰/۶۷۸**	-۰/۶۷۸**	-۰/۳۸۸*	-۰/۵۶۳*	-۰/۶۲۸**	-۰/۶۴۲**	-۰/۵۵۱*	۱	
WD	۰/۹۴۳**	۰/۹۷۲**	۰/۹۴۳**	۰/۷۵۴**	۰/۷۹۴**	۰/۹۹۲**	۰/۶۰۸**	۰/۹۴۹**	۰/۹۲۸**	۰/۶۳۵**	۰/۶۶۲**	۰/۷۸۱**	۰/۹۶۲**	۰/۸۹۱**	۰/۶۵۰**	۰/۸۴۶**	۰/۹۴۷**	۰/۹۴۹**	۰/۸۳۸**	۰/۶۶۸**	۱

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌داری

ارتفاع ساقه (HS)، تعداد برگ (NL)، تعداد انشعابات ساقه (NSB)، طول میانگره (IL)، تعداد میانگره تا اولین گل (NNF)، تعداد گل در بوته (NF)، طول ساقه گل‌دهنده (LS)، طول شاخه فرعی (LB)، طول بلندترین شاخه فرعی (LLB)، میزان کلروفیل (CH)، عرض برگ (LW)، طول برگ (LL)، وزن تر (WW)، تعداد برچه در هر فولیکول (NCF)، قطر عرضی فولیکول (DWF)، قطرطولی فولیکول (DLF)، تعداد بذر در هر برچه (NSC)، تعداد فولیکول در بوته (NCB)، وزن هر فولیکول (WC)، وزن هزار دانه (WS) و وزن خشک (WD).



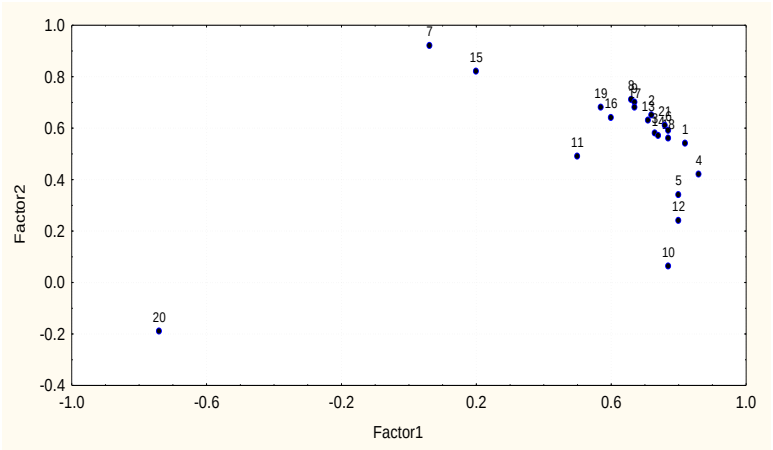
شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۲۷ توده سیاهدانه ایرانی به روش Ward
Figure 1. Cluster analysis of 27 Iranian *Nigella sativa* L. accessions using Ward method

بالا مطالعه تنوع در گیاهان دارویی مانند سیاهدانه نه تنها اطلاعات مفیدی درباره حفظ توده‌های آن فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند به‌منظور ارزیابی، جمع‌آوری و کاربرد ژرم‌پلاسم این گیاهان در برنامه‌های اصلاحی و تولید تجاری مفید باشد. با توجه به اینکه تمامی توده‌های مورد بررسی در این پژوهش در شرایط کاملا یکسان و کنترل شده مورد ارزیابی قرار گرفتند، لذا می توان اذعان داشت که اثرات محیطی ناشی از شرایط متنوع آب و هوائی و ژئومورفولوژیکی در ایجاد تنوع حذف گردیده است. بنابراین می‌توان استنباط نمود که تنوع مشاهده شده در بین توده‌های مختلف به‌طور عمده ژنتیکی می‌باشد (۱۲). در عین حال توصیه می‌شود که به‌منظور مطالعه دقیق تر، توده‌ها و صفات مورد بررسی در چند سال و چند مکان مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین انجام مطالعات همسو با مطالعات مورفولوژیکی و زراعی مانند ارزیابی‌های بیوشیمیایی و مولکولی می‌توانند ابزار قابل اعتماد را در تعیین روابط بین توده‌ها و گزینش گیاهان با نمود بهتر از تمام جنبه‌ها به منظور تولید بیشتر فراهم نماید. در مجموع، مطالعه حاضر نشان داد توده‌های تاکستان، لردگان، کرج، همدان و اردبیل۱ از پتانسیل عملکردی بالایی برخوردار بوده و می توان از این توده‌ها برای اصلاح در جهت افزایش عملکرد سیاهدانه استفاده نمود.

جدول ۴- نتایج تجزیه به عامل‌ها برای صفات مختلف توده‌های سیاهدانه

Table 4. Factor analysis for different traits of Iranian *Nigella sativa* L. accessions

صفات	میزان اشتراک	عامل	
		اول	دوم
ارتفاع ساقه	۰/۹۷	۰/۸۲	۰/۵۴
تعداد برگ	۰/۹۶	۰/۷۲	۰/۶۵
تعداد انشعابات ساقه	۰/۸۸	۰/۷۳	۰/۵۸
طول میانگره	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۴۲
تعداد گره تا اولین گل	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۳۴
تعداد گل در بوته	۰/۹۵	۰/۷۷	۰/۵۹
طول ساقه گلدهنده	۰/۸۵	۰/۰۶	۰/۹۲
طول شاخه فرعی	۰/۹۵	۰/۶۶	۰/۷۱
طول بلندترین شاخه فرعی	۰/۹۴	۰/۶۷	۰/۷۰
میزان کلروفیل	۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۰۶
عرض برگ	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۴۹
طول برگ	۰/۷۱	۰/۸۰	۰/۲۴
وزن تر	۰/۹۲	۰/۷۱	۰/۶۳
تعداد برچه در هر فولیکول	۰/۸۹	۰/۷۴	۰/۵۷
قطر عرضی فولیکول	۰/۷۱	۰/۲۰	۰/۸۲
قطر طولی فولیکول	۰/۷۷	۰/۶۰	۰/۶۴
تعداد دانه در هر برچه	۰/۹۱	۰/۶۷	۰/۶۸
تعداد کپسول در بوته	۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۵۶
وزن هر کپسول	۰/۷۹	۰/۵۷	۰/۶۸
وزن هزار دانه	۰/۵۹	-۰/۷۴	-۰/۱۹
وزن خشک	۰/۵۹	۰/۷۶	۰/۶۱
مقادیر ویژه	–	۱۶/۱۷	۱/۳۲
درصد واریانس	–	۷۷/۰۳	۶/۳۱
درصد واریانس تجمعی	–	۷۷/۰۳	۸۳/۳۵



شکل ۲- نمودار پراکنش صفات مختلف سیاهدانه بر اساس اولین و دومین عامل حاصل از تجزیه به عامل‌ها

Figure 2. The scatter plot based on different traits of Nigella sativa L. with first two factors of factor analysis

۱.ارتفاع ساقه، ۲. تعداد برگ، ۳. تعداد انشعابات ساقه، ۴.طول میانگره، ۵. تعداد گره تا اولین گل، ۶. تعداد گل در بوته، ۷.طول ساقه گل‌دهنده، ۸.طول شاخه فرعی، ۹.طول بلندترین شاخه فرعی، ۱۰.میزان کلروفیل، ۱۱.عرض برگ، ۱۲.طول برگ، ۱۳.وزن تر، ۱۴، تعداد برچه در هر فولیکول، ۱۵.قطر عرضی فولیکول، ۱۶.قطر طولی فولیکول، ۱۷. تعداد دانه در هر برچه، ۱۸. تعداد کپسول در بوته، ۱۹.وزن هر کپسول، ۲۰. وزن هزار دانه، ۲۱.وزن خشک

منابع

1. Ahmad, Z., S. Hussain, M.S. Iqbal, M. Irfan, N. Rehman, A. Jamal, A. Qayyum and A. Ghafoor. 2009. Collection and characterization of germplasm of some underutilized plant species in Pakistan, New Crops and Uses, 219-233.
2. Alipoor Yamchi, H.M., M.R. Bihamta, S.A. Peyghambari, M.R. Naghavi and N. Majnoon Hosseini. 2013. Grouping of kabuli chickpea genotypes using multivariate statistical methods. Iranian Journal of Pulses Research, 4(2): 21-34 (In Persian).
3. Bahrami Najad, S. and A. Papzan. 2006. Effect of row spacing on different characteristics of black cumin (*Nigella sativa* L.) under Kermanshah conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 8(3): 241 -249 (In Persian).
4. D'Antuno, L.F., A. Moratti and A.F.S. Lovato. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa L*. and *Nigella damascene*. Industrial Crops and Products, 15: 59-69.
5. Faravani, M., A.R. Razavi and M. Farsi. 2006. Study of variation in some agronomic and anatomic characters of *Nigella sativa* landraces in Khorasan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 193-197 (In Persian).
6. Farshadfar, M., S.H. Fareghi, E. Farshadfar and A.A. Jafari. 2008. Study of genetic variation in *Medicago sativa L*. using morphological biochemical indices. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16: 1-13 (In Persian).
7. Feizi, M. and L. Fahmideh. 2016. Evaluation of yield and some of quantitative traits in safflower (*Carthamus Tinctorius*) germplasme under rain fed conditions. Journal of Crop Breeding, 8(2): 24-30 (In Persian).
8. Goli, A., I. Jorjani, H. Sabouri and H.A. Fallahi. 2016. Assessment of genetic diversity of facultative wheat genotypes belong to north of Iran using Issr markers. Journal of Crop Breeding, 8(20): 165-174 (In Persian).
9. Ilcim, A., G. Kokdil, G. Ozbilgin and C. Uygun. 2006. Morphology and stem anatomy of some species of *Nigella sativa L*. in Turkey. Journal of Faculty of Pharmacy, Ankara, 35(1): 19-41.
10. Iqbal, M.S., A. Sharif Qureshi and A. Ghafoor. 2010. Evaluation of *Nigella sativa L*. for genetic variation and ex-situ conservation, Pak. J. Bot, 42(4): 2489-2495.
11. Kapital, B., T. Feyissa, Y. Petros, S. Mohammed, A. Oumer, P. Yohannes, T. Kassahun, T. Abel and B. Endashaw. 2015. Molecular diversity study of black cumin (*Nigella sativa* L.) from Ethiopia as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) markers. African Journal of Biotechnology, 18: 1543-1551.
12. Kumar, A., M.K. Kaul and M.K. Bhan. 2007. Morphplogical and chemical variation in 25 collections of medicinal plant, Withania somnifera L. Dunal (Solanaceae). Genetic Resources and Crop Evolution, 54:655-660.
13. Mehdikhani, H., M. Solouki and H. Zeinali. 2013. Study of genetic diversity in Chamomile Landraces (*Marticaria aurea*) using random and semi-random primers. Journal of Crop Breeding, 5(11): 70-82 (In Persian).
14. Mehdikhani, H., M. Solouki and H. Zeinali. 2006. Morphological and molecular diversity in Chamomile (*Matricaria chamomilla*). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture Zabul University, 20-25.
15. Mehdikhani, H., M. Solouki and H. Zeinali. 2013. Study of genetic diversity in several scentless ChamomileLandraces (*Matricaria inodora L*.) based on morphological traits and RAPD molecular markers. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 21: 242 -256 (In Persian).
16. Ramadan, M.F. and J.T. Morsel. 2002. Characterization of phospholipids composition of black cumin (*Nigella sativa L*.) seed oil. Nahrung, 46: 240-244.
17. Rezaei., M., A. Safarnejad, M. Arab, S.L. Alamdari and M. Dalir. 2016. Evaluation of morphological diversity and essiontial oil content of the Thymus sp accssetion in Iran. Journal of Horticulural Science, 30(3): 383-394 (In Persian).
18. Salamati, M.S. and H. Zeinali. 2011. Evaluation of genetic diversity of some *Nigella sativa L*. genotypes using agro-morphological characteristics. Iranian Journal of medicinal and Aromatic Plants, 29(1): 201-204 (In Persian).
19. Salamati, M.S., H. Zeinali and M. Yosefi. 2011. Study of relationship between seed yield and its components on *Panicum miliaceum L*.genotypes, Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 99: 123-130 (In Persian).
20. Salehi, M. and Gh. Saeidi. 2011. Genetic variation of some agronomic traits and yield component in breeding lines of sesame. Journal of Crop Breeding, 4(9): 77-92 (In Persian).
21. Yousefiazarkhanian, M., A. Asghari, J. Ahmadi and A.A. Jafari. 2016. Investigation of morphological variation among some *Salvia L*. species and ecotypes by multivariate statistical analysis. Journal of Crop Breeding, 8(20): 133-141 (In Persian).
22. Zeiai, S.T., N. Mohharreri and H. Hosseinzade. 2011. Study of pharmacology and toxicology of *Nigella sativa L*. Article of Medicinal Plants, 11(2): 16-42 (In Persian).
23. Zeinali, H. 2003. Cytogenetic and phytochemical diversity of agronomic traits in Iranian mint. Ph.D. Thesis. Department of Horticultural Science, Isfahan University of Technology, 165 pp.
24. Zheleva, D., E. Todorovska, N. Christov, P. Ivanov, I. Ivanov and I. Todorov. 2007. Assessing the genetic variation of bulgarian bread wheat varieties by biochemical. Crop Science, 30: 23-36.

Morphological Diversity of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Accessions using Multivariate Analysis Methods

Narges Mehri[1], Mahdi Mohebodini[2] and Mahdi Behnamian[3]

1 and 3- M.Sc. Student and Assistante Professore, Departmant of Horticulture Science, University of Mohaghegh Ardabili
2- Associte Professore, Departmant of Horticulture Science, University of Mohaghegh Ardabili
(Corresponding Author: mohebodini@uma.ac.ir)
Received: May 14, 2017 Accepted: September 10, 2017

Abstract

Nigella sativa L. (black cumin) belonging to the *Ranunculaceae* family, is one of the most important medicinal plants and wild and cultivated forms of this plant is used in Iran. Genetic diversity of 27 accessions of *N .Sativa L*. from different places of Iran was characterized by morphological characteristics and data was analyzed using univariate and multivariate analyses. ANOVA revealed high significant differences among the accessions based on all of the measured characteristics. Phenotypic and genotypic coefficients of variation were high for most traits indicating high diversity of the studied traits. Correlation coefficients among traits showed that plant height had significantly positive correlation with all traits. Principal component analysis indicated that the first two principal components with eigenvalues more than 1 explained 83/35% of the variability among the accessions. Cluster analysis based on Euclidean distance, divided the accessions into four major groups. Considering the grouping, there was no relationship between genetic diversity and geographical distance of the accessions. The results suggested that there is a considerable genetic variation among *N. sativa L*. accessions.

Keywords: Cluster analysis, Genetic diversity, Morphological characters, *Nigella sativa* L.