دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی اثرات ژنوتیپ و محیط بر صفات مرفولوژیکی و زراعی در اکوتیپ‌های مختلف سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

مهدی محب‌الدینی[۱]، نرگس مهری[۲] و رقیه فتحی[۲]

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: Mohebodini@uma.ac.ir)
۲- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۹
صفحه: ۱۰۸ تا ۱۱۷

چکیده

سیاهدانه با نام علمی *Nigella sativa L.* یکی از گیاهان دارویی تیره Ranunculaceae است، که دانه‌های آن حاوی روغن، پروتئین، آلکالوئید (مثل نیجلیسین و نیجلیدین)، کینون‌ها (مانند تیموکینون)، ساپونین و اسانس فرار می‌باشند. تنوع ژنتیکی رکن اصلی بیش‌تر برنامه‌های اصلاحی بوده و انجام گزینش وابسته به وجود تنوع ژنتیکی مطلوب در صفات مورد بررسی می‌باشد. از این رو، به‌منظور تعیین تنوع ژنتیکی تعدادی از اکوتیپ‌های سیاهدانه و انتخاب بهترین اکوتیپ‌های گیاه دارویی سیاهدانه بومی ایران، آزمایشی در استان اردبیل به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ٤ تکرار و در دو مکان از نظر صفات مورفولوژیکی و زراعی انجام پذیرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین صفات مورد بررسی در هر دو مکان نشان داد، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین اکوتیپ‌ها و متفاوت بودن اثر مکان بر میزان عملکرد و صفات مورفولوژیک اکوتیپ‌های سیاهدانه است. براساس نتایج تجزیه همبستگی، صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، تعداد گل و کپسول در بوته به‌عنوان صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه شناخته شده‌اند. در مجموع مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که اکوتیپ‌های کرج، اردبیل۱، تاکستان، همدان و لردگان از نظر عملکرد دانه در هر دو مکان از سایر اکوتیپ‌ها برتر بودند.

واژه‌های کلیدی: سیاهدانه، تجزیه همبستگی، تنوع ژنتیکی، عملکرد بذر

مقدمه

ایران با برخورداری از تنوع جغرافیایی و اقلیمی به‌عنوان بستر مناسبی برای رشد و نگهداری گونه‌های مختلف گیاهی محسوب می‌شود که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌تواند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیر نفتی داشته باشد (۱۰). سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) یکی از با ارزش‌ترین گیاهان دارویی است که در صنایع داروسازی و پزشکی کاربردهای فراوانی دارد (۲). تأثیرات مصرف این گیاه در انسان شامل: شیرآوری، ضد نفخ، مسهل، ضد انگل، ضد صرع، ضد باکتری، ضد تومور، مسکن و کاهنده‌ی قند خون می‌باشد (۸).

با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیشبرد برنامه‌های به‌نژادی، بدون شک بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی تعیین‌کننده عملکرد از جمله روش‌های مناسب برای دستیابی به معیارهای انتخاب در جهت بهبود عملکرد و اصلاح و معرفی ارقام است (۳). عملکرد بذر صفت پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و گزینش تنها براساس عملکرد اغلب همراه با موفقیت نمی‌باشد. به همین دلیل یکی از راه‌های شناسایی اکوتیپ‌های پر محصول بررسی صفاتی است که رابطه معنی‌داری با عملکرد بذر دارند تا با گزینش یا حذف آنها نسبت به تجمع ژن‌های مطلوب در ارقام اصلاح شده اقدام گردد (۱۳). بررسی و تحلیل تنوع ژنتیکی در ذخایر توارثی موجود از مهم‌ترین مراحل پروژه‌های به‌نژادی است که امکان گروه‌بندی و توصیف دقیق نمونه‌ها را فراهم آورده و به‌نژادگر را در تشخیص زیر مجموعه‌ها و نمونه‌هایی که امکان استفاده موثر از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی وجود دارد را یاری می‌کند (۳). برای نیل به تشخیص میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و یا محیطی بر روی یک صفت، ژنوتیپ‌های مختلف بایستی در محیط‌های متعدد مطالعه شوند. اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط که پاسخ‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهد، انتخاب ژنوتیپ‌ها را از یک محیط به محیط دیگر با مشکل مواجه می‌نماید. بنابراین، بررسی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف از لحاظ تعیین استراتژی اصلاحی مناسب برای آزادسازی ارقام سازگار به محیط‌های هدف دارای اهمیت می‌باشد (۱۴). در زمینه‌ی بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های مختلف سیاهدانه مطالعات محدودی صورت گرفته است. ایلسیم و همکاران (۹) با مطالعه‌ی خصوصیات مورفولوژیکی چندین گونه‌ی سیاهدانه در ترکیه، تنوع زیادی را در بین گونه‌های مورد بررسی از نظر صفات زراعی گزارش کردند. سلامتی و زینلی (۱۲) در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۱ ژنوتیپ 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 یک درصد معنی‌دار است. همچنین فراوانی و همکاران (۷) تنوع زراعی و آناتومیکی ۲۸ اکوتیپ سیاهدانه از نقاط مختلف خراسان را مورد بررسی قرار داده و اعلام کردند که شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی بیشترین توارث‌پذیری و بازده ژنتیکی را داشته و از میان صفات مورد بررسی، عملکرد بیولوژیکی و تعداد انشعابات ساقه تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. فنایی و همکاران (۶) نیز با مطالعه سازگاری زراعی و مواد موثره گیاهان دارویی (سیاهدانه، زیره سبز و رازیانه) در استان سیستان و بلوچستان اعلام کردند که گیاهان فوق قابلیت کشت در هر دو فصل پاییز و بهار منطقه را دارند. اما بیش‌ترین تولید را در فصل پاییز داشتند. همچنین نتایج کیفی نشان داد که میزان و نوع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

مواد موثره موجود در اسانس تحت تأثیر شرایط آب و هوایی متفاوت می‌تواند متغیر باشد. نوروزپور و رضوانی مقدم (۱۱) در بررسی اثر فواصل مختلف آبیاری بر روی سیاهدانه نشان دادند که عملکرد دانه و درصد اسانس از همبستگی مثبت و بالایی برخوردار بودند.

از آنجا که اکوتیپ‌های مورد بررسی بومی هستند و کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، لذا این پژوهش اولین مطالعه در زمینه بررسی اثرات ژنوتیپ و محیط روی گیاه سیاهدانه در ایران می‌باشد. هدف مطالعه حاضر بررسی اثر ژنوتیپ و محیط روی عملکرد، اجزای عملکرد و تعدادی از صفات زراعی در مورد اکوتیپ‌های مورد مطالعه در دو محیط و سپس بررسی اکوتیپ‌ها در هر کدام از محیط‌ها و انتخاب بهترین اکوتیپ‌ها برای هر محیط است. شناسایی اکوتیپ‌هایی که از لحاظ بسیاری از صفات با یکدیگر تفاوت دارند و دارای منشأ متفاوتی هستند، می‌تواند برای استفاده از بهترین آنها در پروژه‌های اصلاحی به‌عنوان والدین تلاقی‌ها و بهره‌گیری از صفات ممتاز آنها مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۶ در دو محیط شامل شهرستان خلخال، استان اردبیل (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۶۱ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۷۵۰ متری از سطح دریا) و مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی، استان اردبیل (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۱۱ متری از سطح دریا) به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۲۷ اکوتیپ 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 با ۳ تکرار اجرا شد. در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی در تاریخ ۲۰ فروردین اقدام به کشت اکوتیپ‌ها شد و از ۱ مرداد با توجه به رسیدگی اقدام به برداشت گردید. همچنین کشت بذور سیاهدانه در شهرستان خلخال در تاریخ ۲۳ فروردین و برداشت آن با توجه به رسیدگی اکوتیپ‌ها از تاریخ ۷ مرداد آغاز گردید. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و صاف کردن زمین قبل از اجرای آزمایش صورت گرفت. پس از آماده‌سازی زمین اقدام به ایجاد کرت‌هایی به طول و عرض یک متر گردید و نقشه طرح پیاده شد. به دلیل کوچک بودن بذرها، کشت با عمق کم، در حدود ۳-۲ سانتی‌متری سطح خاک، انجام شده و برای اطمینان از داشتن گیاه در کل ردیف ۵-۴ بذر در هر نقطه کشت شد. فاصله‌ی کشت روی ردیف‌ها ۱۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی ردیف‌ها از هم ۳۰ سانتی‌متر بود. آبیاری گیاهان به طور منظم یکبار در هفته با روش نشتی انجام گرفت. در طول دوران رشد و نمو مراقبت‌های زراعی معمول مانند وجین و تنک‌سازی بوته‌ها در ۳ مرحله ۲ برگی، ۴ برگی و ۸ برگی انجام شد و در نهایت در هر کرت در حدود ۱۲۰-۱۱۰ بوته نگهداری شد. یادداشت برداری از صفات 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، عرض برگ به میلی‌متر، طول برگ به میلی‌متر، وزن تر و خشک به گرم، طول و عرض فولیکول به میلی‌متر، تعداد برچه در هر فولیکول، تعداد دانه در هر برچه، تعداد فولیکول در بوته، وزن هر فولیکول به گرم و وزن ۱۰۰ دانه در ۵۰ درصد گلدهی با انتخاب تصادفی ۵ بوته در هر کرت اندازه‌گیری و ثبت گردید. تجزیه واریانس جداگانه هر یک از محیط‌ها، مقایسه میانگین و تجزیه همبستگی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنوع مطلوبی بین اکوتیپ‌های سیاهدانه از لحاظ صفات (ارتفاع ساقه، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه اصلی، تعداد گره تا اولین گل، تعداد میانگره، تعداد گل در بوته، طول ساقه گلدهنده، طول شاخه فرعی، طول بلندترین شاخه فرعی، طول و عرض برگ، عرض فولیکول، وزن تر و خشک، طول فولیکول، وزن ۱۰۰ دانه، وزن فولیکول، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در هر برچه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت) در سطح یک درصد و در صفت تعداد برچه در هر فولیکول، در سطح پنج درصد در هر دو مکان (اردبیل و خلخال) وجود دارد (جدول ۱ و ۲). با توجه به اینکه در این آزمایش شرایط محیطی برای کلیه اکوتیپ‌ها در هر یک از مکان‌ها یکسان بود، می‌توان بیان داشت تفاوت‌های موجود در بین اکوتیپ‌ها در اثر تفاوت‌های ژنتیکی آنها ایجاد شده است. اختلاف معنی‌دار بین صفات مورد مطالعه در هر دو محیط، حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین اکوتیپ‌ها از لحاظ این صفات می‌باشد که می‌تواند به عنوان یک پتانسیل ارزشمند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج مطالعه انتونو و همکاران (۵) در ارزیابی عملکرد دو گونه *Nigella sativa* و *Nigella damascene* در شمال ایتالیا، نشان داد که تنوع بالایی برای صفات (تعداد دانه در فولیکول، عملکرد روغن، عملکرد دانه و وزن هزار دانه) وجود دارد و مشخص شد که در هر دو گونه تعداد دانه در فولیکول بیش‌ترین اثر را بر روی عملکرد دانه دارد. احمد و همکاران (۱) نیز با بررسی اکوتیپ‌های سیاهدانه موجود در مرکز تحقیقات پاکستان، تنوع زیادی را در بین اکوتیپ‌ها از نظر صفات مورفولوژیکی گزارش نمودند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده صفات مختلف اکوتیپ‌های بومی سیاهدانه در اردبیل

Table 1. Analysis of variance of different characteristics of *Nigella sativa* L. ecotypes in Ardabil

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		HS(cm)	NL	NSB	NNF	NN	NF	LS (cm)	LB(cm)	LLB (cm)	LL (mm)	LW (mm)	NCB
بلوک	۳	۴۸/۰۲ ns	۲۲/۳۳ns	۷/۳۷*	۱/۱۳ns	۱/۱۴ns	۱/۸۲ns	۰/۹۱ns	۷/۸۰ns	۸/۲۹ns	۱۶۰۵/۶۶*	۳۸/۲۸ns	۳/۲۱ns
توده	۲۶	۵۶۸/۴۹**	۵۴۵/۵۰**	۱۲/۴۸**	۳۶/۵۴**	۳۸/۳۸**	۱۳۴/۶۶**	۴/۹۶**	۱۴۳/۸۱**	۱۶۳/۶۵**	۱۲۹/۸۵**	۱۴۴/۴۴**	۱۳۸/۷۶**
اشتباه	۷۸	۳۰/۰۹	۳۴/۳۷	۲/۱۰	۲/۲۷	۲/۴۴	۳/۷۶	۰/۸۶	۱۰/۴۴	۱۲/۴	۹۴/۵۲	۴۹/۷۱	۳/۷۳
ضریب تغییرات		۷۱/۰۷	۲۶/۴۰	۲۸/۴۰	۱۷/۲۰	۱۵/۹۰	۲۶/۱۵	۱۷/۲۶	۲۳/۴۹	۲۲/۲۳	۳۶/۷۸	۱۰/۰۷	۲۱/۵۸

ادامه جدول ۱

Continue Table 1

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		NSC	NCF	DLF(mm)	DWF(mm)	WS(g)	WW(g)	WD(g)	WC(g)	GY(kg)	BY(kg)	HI
بلوک	۳	۲/۴۷ns	۰/۴۷ns	۰/۴۶ns	۰/۸۱ns	۰/۰۰۰۱ns	۳۹/۷۹**	۳/۸*	۰/۰۸ns	۳/۳۳**	۰/۲۰ns	۰/۰۰۷ns
توده	۲۶	۱۰/۴۶**	۰/۷۲*	۳/۵۳**	1/۳۹**	۰/۰۰۱**	۱۷۰/۷۳**	۷/۹۲**	۰/۴۸**	۳۵۲۴/۶۰**	۸۲۳۲/۰۲**	۰/۳۳**
اشتباه	۷۸	۳/۸۹	۰/۳۷	۱/۳۱	۰/۵۹	۰/۰۰۰۰۹	۹/۳۳	۱/۲۷	/۱	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات		۱۷/۲۵	۱۱/۱۳	۱۱/۳۶	۸/۱۴	۱۱/۲۵	۲۷/۳۲	۳۶/۹۶	۳۳/۶۹	۱۰/۴۶	۱۰/۵۶	۱۲/۷۲

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

ارتفاع ساقه (HS)، تعداد برگ (NL)، تعداد انشعابات ساقه (NSB)، تعداد میانگره تا اولین گل (NNF)، تعداد گره (NN)، تعداد گل در بوته (NF)، طول ساقه گلدهنده (LS)، طول شاخه فرعی (LB)، طول بلندترین شاخه فرعی (LLB)، طول برگ (LL)، عرض برگ (LW)، تعداد فولیکول در بوته (NCB)، تعداد بذر در هر برچه (NSC)، تعداد برچه در هر فولیکول (NCF)، طول فولیکول (DLF)،عرض فولیکول (DWF)، وزن ۱۰۰ دانه (WS)، وزن تر (WW)، وزن خشک (WD)، وزن هر فولیکول (WC)، عملکرد دانه (GY)، عملکرد بیولوژیک(BY) و شاخص برداشت (HI).

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده صفات مختلف اکوتیپ‌های بومی سیاهدانه در خلخال

Table 2. Analysis of variance of different characteristics of *Nigella sativa* L. ecotypes in khalkhal

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		HS(cm)	NL	NSB	NNF	NN	NF	LS(cm)	LB(cm)	LLB(cm)	LL(mm)	LW(mm)	NCB
بلوک	۳	۳۸/۷۵**	۴/۷۳*	۰/۰۵۴ns	۱۹/۱۷**	۱۹/۱۷**	۰/۳۱ns	۰/۰۱ns	۴/۲۴ns	۱۳/۲۳*	۸۶/۵۹**	۹/۰۹**	۰/۱۴ns
توده	۲۶	۷۱/۸۳**	۱۷/۵۳**	۲/۱۲**	۱۰/۵۴**	۱۰/۵۸**	۷/۸۵**	۳/۰۵**	۱۴/۴۰**	۲۰/۱۸**	۵۷/۶۱**	۱۰/۶۵**	۲/۱۴**
اشتباه	۷۸	۴/۵۰	۱/۰۸	۰/۱۱	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۱۴	۰/۴۳	۳/۶۵	۴/۲۷	۱۱/۵۳	۱/۵۴	۰/۱۱
ضریب تغییرات		۸/۷۳	۱۱/۷۴	۱۵/۵۹	۱۵/۲۶	۱۱/۱۷	۱۴/۹۱	۱۳/۹۲	۳۶/۹۴	۳۴/۴۴	۱۴/۷۰	۱۱/۲۳	۱۱/۲۲

ادامه جدول ۲

Continue Table 2

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		NSC	NCF	DLF(mm)	DWF(mm)	WS(g)	WW(g)	WD(g)	WC(g)	GY(kg)	BY(kg)	HI
بلوک	۳	۰/۵۲ns	۰/۴۰ns	۱/۷۴ns	۳/۱۴**	۰/۰۰۲ns	۰/۸۳ns	۰/۳۴*	۰/۰۰۵ns	۲۴/۰۰۵**	۴/۸۶**	۰/۰۰۰۲ns
توده	۲۶	۸/۷۰**	۱/۳۳*	۸/۱۸**	۴/۵۲**	۰/۰۰۳**	۷/۰۷**	۱/۰۳**	۰/۲۶**	۲۳۸۰/۱۱**	۵۶۴۳/۷۵**	۰/۰۱**
اشتباه	۷۸	۲/۰۸	۰/۲۰	۰/۸۴	۰/۵۹	۰/۰۰۱	۰/۴۵	۰/۰۷	۰/۰۴	۱/۸۴	۰/۴۲	۰/۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۶/۱۶	۹/۲۹	۱۰/۶۱	۹/۱۵	۱۰/۷۱	۲۴/۲۶	۳۱/۳۹	۱۰/۰۴	۱۰/۴۷	۹/۷۳	۶/۵۸

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

ارتفاع ساقه (HS)، تعداد برگ (NL)، تعداد انشعابات ساقه (NSB)، تعداد میانگره تا اولین گل (NNF)، تعداد گره (NN)، تعداد گل در بوته (NF)، طول ساقه گلدهنده (LS)، طول شاخه فرعی (LB)، طول بلندترین شاخه فرعی (LLB)، طول برگ (LL)، عرض برگ (LW)، تعداد فولیکول در بوته (NCB)، تعداد بذر در هر برچه (NSC)، تعداد برچه در هر فولیکول (NCF)، طول فولیکول (DLF)،عرض فولیکول (DWF)، وزن ۱۰۰ دانه (WS)، وزن تر (WW)، وزن خشک (WD)، وزن هر فولیکول (WC)، عملکرد دانه (GY)، عملکرد بیولوژیک(BY) و شاخص برداشت (HI)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

همچنین در بین صفات مورد مطالعه ارتفاع بوته، طول برگ، طول شاخه فرعی، وزن فولیکول و وزن خشک ضریب تغییرات نسبتا بالا داشتند که نشان دهنده تأثیر زیاد محیط بر روی این صفات نسبت به سایر صفات بود که همگی، صفات مرتبط با عملکرد دانه هستند. در تطابق با نتایج حاضر، سلامتی و زینلی (۱۲) نیز پراکندگی وسیعی برای صفات ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن فولیکول در گیاه سیاهدانه برآورد نمودند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی (جدول ۳) نشان داد که اکوتیپ تاکستان بیش‌ترین میزان تعداد برگ (۵۴ عدد)، عملکرد دانه (۱۴۲/۷۱ گرم) و شاخص برداشت (۰/۹۵) و اکوتیپ بروجن کمترین میزان تعداد برگ (۱۱/۸۱)، عملکرد دانه (۲۹/۶۲) و شاخص برداشت (۰/۱۲) را دارا بود. از نظر ارتفاع بوته، بلندترین اکوتیپ در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه، اکوتیپ لردگان (۶۸/۷۵ سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین اکوتیپ اهواز (۲۳/۳۷ سانتی‌متر) بود. این صفت ضریب تغییرات برابر ۷۱/۰۷ درصد داشت که گویای وجود تنوع نسبتا زیاد بین اکوتیپ‌ها از نظر این صفت می‌باشد. همچنین از نظر صفت تعداد میانگره و گره تا اولین گل، اکوتیپ کرج بیشترین و مشهد ۲ کمترین مقدار را نشان داد. بیش‌ترین میزان صفات تعداد فولیکول در بوته، طول فولیکول، تعداد گل در بوته، تعداد انشعابات ساقه، طول شاخه فرعی و طول بلندترین شاخه فرعی مربوط به اکوتیپ لردگان بود.

عملکرد بیولوژیک در اکوتیپ همدان (۱۸۶/۹۱ گرم در متر مربع) بیش‌ترین و اکوتیپ مشهد ۱ (۱۳/۷۵ گرم) کمترین مقدار را داشتند. وزن فولیکول در اکوتیپ‌های اردبیل ۱، کرج، همدان، سربیشه، لرستان، لردگان و تاکستان بیش‌ترین مقدار و اکوتیپ‌های اصفهان ۱، اردبیل ۲ و میاندواب کمترین مقدار را دارا بودند. از نظر وزن ۱۰۰ دانه، اکوتیپ‌های کرج، همدان، املش و تاکستان کمترین میزان و اکوتیپ‌های کاشان، اصفهان۱ و ۲، مشهد ۱، پیرانشهر، اهواز و بروجن بیش‌ترین مقدار را داشتند.

در مجموع مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی، اکوتیپ تاکستان با ۱۴۲۷ کیلوگرم، اکوتیپ لردگان با ۱۱۸۲ کیلوگرم، اکوتیپ کرج با ۱۱۰۴ کیلوگرم، اکوتیپ همدان با ۱۰۶۰ کیلوگرم و اکوتیپ اردبیل ۱ با ۹۸۵ کیلوگرم در هکتار برترین ارقام بودند.

نتایج مقایسه میانگین اکوتیپ‌ها در شهرستان خلخال نشان داد (جدول ۴) که در صفات ارتفاع گیاه، تعداد انشعابات ساقه، تعداد فولیکول در بوته و تعداد میانگره اکوتیپ لردگان (۳۲/۲۰) بیش‌ترین میزان را دارا بود. عملکرد دانه در اکوتیپ‌های کرج، همدان، لردگان، تاکستان و اردبیل ۱ بیش‌ترین مقدار و اکوتیپ اصفهان ۱ کمترین مقدار را دارا بود. اکوتیپ پیرانشهر از نظر عملکرد بیولوژیک (۲۱۰/۵۹) و شاخص برداشت (۰/۳۴) بیشترین مقدار و کمترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به اکوتیپ اراک (۳۴/۰۶) بود. وزن کپسول اکوتیپ‌های اردبیل ۱، کرج، همدان، لردگان و تاکستان بیش‌ترین میزان و اکوتیپ کاشان و اصفهان ۱ کمترین مقدار را داشتند. از نظر صفت طول و عرض برگ و طول فولیکول اکوتیپ همدان بیش‌ترین مقدار را داشت. صفات ارتفاع گیاه، تعداد انشعابات ساقه، تعداد فولیکول و وزن فولیکول اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی عملکرد دانه در بوته سیاهدانه محسوب می‌شوند. و با توجه به اینکه اکوتیپ‌های لردگان، تاکستان، همدان، اردبیل ۱ و کرج در هر دو محیط از نظر این صفات نمود برتری داشتند به نظر می‌رسد که این صفات کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار گرفته و می‌تواند معیار خوبی برای انتخاب جهت افزایش عملکرد دانه باشد. در همین زمینه ویلیام (۱۶) و اسمیت (۱۵) با بررسی عوامل مؤثر بر پتانسیل تولید علوفه گیاهان علوفه‌ای لگوم گزارش دادند رقم یکی از مؤلفه‌های موثر در عملکرد است.

برای بررسی روابط بین صفات موثر بر عملکرد دانه از تجزیه همبستگی استفاده شد. ارتباط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن با استفاده از ضرایب همبستگی در جدول ۵ نشان داده شده است. همبستگی عملکرد دانه با صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد انشعابات ساقه، تعداد میانگره، تعداد گل در بوته، تعداد فولیکول، تعداد برچه و تعداد دانه در برچه و وزن فولیکول در هر دو مکان به صورت مثبت و معنی‌دار بود. بیشترین همبستگی معنی‌دار مثبت بین عملکرد دانه و تعداد برگ و تعداد انشعابات ساقه، تعداد گل و کپسول مشاهده گردید. سلامتی و زینلی (۱۲) نیز در برررسی تنوع ژنتیکی سیاهدانه گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته با صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در فولیکول، ارتفاع بوته، تعداد انشعاب‌های ساقه و شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی دارد. از دیگر همبستگی‌های مثبت معنی‌دار می‌توان به همبستگی ارتفاع گیاه با کلیه صفات مورد بررسی بجز وزن ۱۰۰ دانه اشاره کرد. که همبستگی منفی و معنی‌دار (r = -۰/۵۹) با این صفت نشان داد. همچنین ارتفاع گیاه بالاترین ضریب همبستگی را با تعداد برگ، تعداد گل و کپسول در بوته داشت (r = ۰/۹۶). 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 (۱۶) که در اکوتیپ‌های تاکستان، کرج، همدان، لردگان و اردبیل ۱ مشاهده می‌شود. بین تعداد فولیکول در بوته و وزن هر فولیکول و تعداد دانه در هر برچه و وزن خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار ولی با وزن صد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار وجود دارد. این نتایج با نتایج مطالعه‌ی انجام شده روی سیاهدانه توسط زینلی و سلامتی (۱۲) و همچنین بهرامی نژاد و پاپ زن (۴) در خصوص افزایش تعداد فولیکول در بوته که منجر به کاهش وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در فولیکول و در نهایت عملکرد دانه نیز شده است، 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 ۱۰۰ دانه نشان داد. اما در بین اکوتیپ‌هایی که از لحاظ صفات مورد بررسی و عملکرد قوی بودند و اکوتیپ‌هایی که ضعیف‌تر بوده و به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

عبارتی از تعداد انشعابات کمتر یا فاقد انشعاب بوده و فقط یک یا چند فولیکول داشتند تفاوت معنی‌داری بین وزن ۱۰۰ دانه هر دو گروه مشاهده نشد. بنابراین اکوتیپ‌های اردبیل ۱، همدان، لردگان، تاکستان و کرج هم از لحاظ علوفه‌ای و هم از لحاظ عملکرد بذر اکوتیپ‌های مطلوب‌تری بودند. نتایج این تحقیق نشان داد عامل مکان و اکوتیپ بر بروز پتانسیل تولید عملکرد سیاهدانه موثر است و میزان محصول بستگی به شرایط آب و هوا و نوع اکوتیپ دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که در اردبیل، اکوتیپ تاکستان با ۱۴۲۷ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه و اکوتیپ بروجن با ۲۹۶ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کرد. از نظر عملکرد بیولوژیک اکوتیپ همدان با ۱۸۶۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و اکوتیپ مشهد۱ با ۱۳۷۷ کیلوگرم کم‌ترین میزان را دارا بودند. همچنین مقایسه میانگین شهرستان خلخال (جدول ۴) نشان داد که اکوتیپ اردبیل ۱ با ۱۰۶۲ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و اکوتیپ اصفهان ۱ با ۱۹۵ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید نمودند. همچنین حداکثر عملکرد بیولوژیک مربوط به اکوتیپ پیرانشهر با ۲۱۰۵ کیلوگرم در هکتار و حداقل آن مربوط به اکوتیپ اراک با ۳۴۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. به طور کلی، با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر و تجزیه‌های آماری انجام شده می‌توان نتیجه گرفت اکوتیپ‌های تاکستان، لردگان، کرج، همدان و اردبیل ۱ در هر دو مکان از نظر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نمود برتری از سایر اکوتیپ‌ها داشتند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اکوتیپ‌های سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) کشت شده در اردبیل

Table 3. Mean comparison of traits in *Nigella sativa* L. ecotypes cultivated in Ardabil

توده	HS	NL	NSB	NNF	IL	NF	LS	LB	LLB	NCB	WW	WD	WC	NSC	NCF	DLF	DWF	WS	LL	LW	GY	BY	HI
شیراز	۲۳/۸۷^{a}	۱۵/۰۶$^{a-c}$	۴/۰۶$^{a-c}$	۶/۷۵^{a}	۱/۹۵^{a}	۳/۹۹^{a}	۹/۸۷$^{a-c}$	۱۱$^{a-c}$	۱۷/۱۸^{ab}	۴۹/۸۵^{a}	۹^{ab}	۵/۰۸^{ab}	۹/۳۸$^{a-c}$	۹/۵۵$^{a-c}$	۱۱/۶۶$^{a-c}$	۵/۶۲$^{a-c}$	۰/۹۶$^{c-j}$	۰/۲۷$^{d-f}$	۲/۸۲^{ab}	۸/۲۴^{ab}	۴۱/۹۰^{f}	۲۶/۲۰^{ef}	۰/۶۴^{de}
بروجن	۲۳/۵۰^{a}	۱۱/۸۱^{a}	۲/۸۷^{a}	۶/۶۴^{a}	۳/۳۷^{a}	۴/۶۴$^{a-c}$	۸/۶۸^{ab}	۸/۶۲^{a}	۱۵/۴۶^{a}	۵۷/۴۷^{ab}	۸/۱۱^{ab}	۵/۲۴$^{a-c}$	۹/۳۱$^{a-c}$	۹/۴۰$^{a-c}$	۹/۵۸^{a}	۴/۸۸^{ab}	۱-۱//۲۳^{k}	۰/۳۳^{g}	۲/۳۶^{ab}	۷/۵۸^{a}	۲۹/۶۲^{a}	۳۶/۶۲^{h}	۰/۱۲^{a}
اراک	۲۵/۸۷$^{a-c}$	۱۵/۱۸$^{a-c}$	۳^{ab}	۶/۸۷^{ab}	۳/۳۱^{a}	۷/۳۷^{hi}	۱۰/۵۰$^{a-c}$	۱۲/۷۰$^{a-d}$	۱۴/۳۳^{a}	۴۸/۸۴^{a}	۸/۹۳^{ab}	۴/۹۱^{a}	۹/۲۹$^{a-c}$	۱۰/۵۲$^{a-c}$	۱۰/۹۹$^{a-c}$	۴^{a}	۰/۷۳$^{a-h}$	۰/۳۱^{fg}	۳/۵۰$^{a-c}$	۷/۷۴^{ab}	۳۶/۳۴^{de}	۴۸/۸۳^{m}	۰/۱۴^{a}
سمیرم	۲۹$^{a-d}$	۱۴/۳۷^{ab}	۴/۱۸$^{a-c}$	۶/۷۵^{a}	۲/۰۷^{a}	۴/۹۰$^{a-f}$	۹/۵۰$^{a-c}$	۱۲/۱۳$^{a-c}$	۲۲/۶۹$^{a-c}$	۶۳/۸۵^{ab}	۶/۱۷^{ab}	۵/۴۰$^{a-c}$	۸/۸۹$^{a-c}$	۹/۳۳^{ab}	۱۰/۶۶^{ab}	۶/۶۰$^{a-c}$	۰/۶۷$^{a-f}$	۰/۲۲$^{a-d}$	۲/۰۴^{a}	۷/۷۴^{ab}	۴۰/۱۹^{f}	۱۹/۱۹^{b}	۰/۴۲^{bc}
مشهد۱	۲۶/۰۶$^{a-c}$	۱۳/۸۷^{a}	۲/۱۲^{a}	۷/۱۸^{ab}	۳/۳۷^{a}	۴/۱۰^{ab}	۹/۱۲$^{a-c}$	۱۱$^{a-c}$	۱۸/۱۹^{ab}	۶۶/۳۱^{ab}	ab۶/۶۰	۵^{ab}	۹/۵۲$^{a-c}$	۹/۷۳$^{a-c}$	۱۱/۱۶$^{a-c}$	۵^{ab}	۰/۹۴$^{c-j}$	۰/۲۲$^{a-d}$	۱/۷۵^{a}	۷/۹۹^{ab}	۳۲/۴۱^{b}	۱۳/۷۱^{a}	۰/۴۲^{bc}
کاشان	۲۵/۸۷$^{a-c}$	۱۷/۴۳$^{a-c}$	۵/۳۱$^{a-e}$	۶/۷۰^{a}	۵/۵۰^{ab}	۶/۳۳$^{e-h}$	۱۲/۶۲$^{a-d}$	۱۴/۵۰$^{a-d}$	۱۷/۰۵^{ab}	۸۴/۰۳^{ab}	۵/۲۷^{a}	۴/۹۱^{a}	۸/۹۰$^{a-c}$	۹/۸۳$^{a-c}$	۹/۸۳^{a}	۶$^{a-c}$	۱/۲۰$^{e-k}$	۰/۳۱^{g}	۱/۶۸^{a}	۷/۹۹^{ab}	۵۳/۲۵^{ij}	۸۸/۱۴^{p}	۰/۱۷^{a}
تاکستان	۵۳/۸۷^{f}	۵۴^{g}	۷/۶۲^{ef}	۱۱/۴۳^{de}	۱۷/۳۷^{d}	۸/۴۰^{i}	۲۷/۹۵^{f}	۳۱/۱۲^{g}	۳۵/۹۵^{de}	۹۷/۴۴^{bc}	۲۱/۶۳^{C}	۶/۰۸^{bc}	۹/۲۸$^{a-c}$	۱۰/۷۰$^{a-c}$	۱۴/۳۳^{cd}	۱۹/۶۱^{e}	۱/۱۹$^{e-k}$	۰/۲۲$^{a-c}$	۴/۴۶$^{b-d}$	۱۲/۹۱^{e}	۱۴۲/۷۱^{q}	۱۳۶/۲۱^{r}	۰/۹۵^{g}
کرج	۵۷/۸۰^{f}	۴۲/۳۷^{e}	۸/۵۴^{f}	۱۷/۹۳^{f}	۲۰/۱۲^{e}	۶/۲۹^{bd}	۱۶/۸۷^{de}	۳۲/۳۷^{f}	۲۵/۲۲$^{a-d}$	۹۶/۴۵^{bc}	۲۱/۲۰^{c}	۵/۹۲$^{a-c}$	۱۰/۷۵$^{a-c}$	۱۱/۱۶$^{a-c}$	۲۲/۳۷^{e}	۲۲/۴۵^{e}	۱/۲۹$^{h-k}$	۰/۲۲^{ab}	۱۹/۴۱^{f}	۱۱۰/۴۱^{o}	۱۳۵/۱۷^{r}	۰/۱۳^{a}
لردگان	۶۸/۷۵^{g}	۴۷/۷۵^{ef}	۸/۸۳^{f}	۱۶/۷۴^{f}	۲۶/۵۰^{f}	۴/۸۳$^{a-f}$	۳۴/۵۷^{g}	۳۷/۱۸^{h}	۳۲/۶۶$^{c-e}$	۷۳/۵۲^{ab}	۲۸/۵۱^{d}	۶/۲۴^{c}	۱۱/۴۱^{d}	۱۳/۴۷^{d}	۱۴/۳۳^{cd}	۲۷/۴۵^{f}	۱/۶۶^{k}	۰/۲۳$^{a-d}$	۵/۳۳$^{c-e}$	۱۱۸/۲۱^{p}	۱۷/۹۱^{f}	۱۰۷/۱۱^{q}	۰/۸۹^{fg}
لرستان	۲۷/۸۷$^{a-d}$	۱۸/۲۵$^{a-c}$	۴/۸۷$^{a-d}$	۶/۵۰^{a}	۵/۶۲^{ab}	۶/۳۱$^{e-h}$	۱۰/۸۰$^{a-c}$	۱۲/۴۳$^{a-c}$	۲۲/۳۴$^{a-c}$	۶۹/۵۰^{ab}	۹/۷۹^{ab}	۵/۷۴$^{a-c}$	۹/۸۰^{bc}	۱۰/۲۲$^{a-c}$	۱۱/۴۱$^{a-c}$	۶/۲۲$^{a-c}$	۱/۲۷$^{g-k}$	۰/۲۶$^{b-e}$	۲/۴۹^{ab}	۷/۸۵^{a}	۶۰/۱۷^{k}	۴۵/۷۲^{l}	۰/۷۵^{ef}
نیشابور	۲۸/۶۲$^{a-d}$	۱۵$^{a-c}$	۴/۶۲$^{a-d}$	۱۰/۶۸^{cd}	۵/۶۰^{ab}	۵/۲۵$^{a-f}$	۱۰/۱۰$^{a-c}$	۱۱/۴۷$^{a-e}$	۲۰/۴۸^{ab}	۸۰/۷۰^{ab}	۹/۴۷^{ab}	۵/۱۶$^{a-c}$	۸/۷۷$^{a-c}$	۹/۵۳$^{a-c}$	۹/۹۱^{a}	۶/۵۱$^{a-c}$	۰/۷۰$^{a-g}$	۰/۲۹$^{e-g}$	۲/۴۹^{ab}	۱۱/۶۶$^{c-d}$	۴۱/۳۳^{f}	۳۶/۰۳^{i}	۰/۸۵^{fg}
قزوین	۲۹/۶۸$^{a-d}$	۱۵/۵۶$^{a-c}$	۵/۶۲$^{c-e}$	۸/۳۷$^{a-c}$	۶^{ab}	۵/۳۸$^{a-f}$	۱۲/۷۵$^{a-d}$	۱۶/۱۴$^{b-e}$	۱۵/۶۱^{a}	۵۲/۰۲^{a}	۵/۳۹^{a}	۵/۶۶$^{a-c}$	۹/۵۰$^{a-c}$	۱۰/۲۸$^{a-c}$	۱۱/۵۵$^{a-c}$	۸/۰۸^{bc}	۰/۹۴$^{c-j}$	۰/۲۵$^{a-d}$	۲/۱۱^{a}	۹/۳۳$^{a-c}$	۶۰/۱۷^{k}	۳۶/۶۴^{i}	۰/۵۰$^{b-d}$
اهواز	۲۳/۳۷^{a}	۱۷/۸۷$^{a-c}$	۴/۷۵$^{a-d}$	۷/۹۳^{ab}	۳/۳۳^{a}	۵/۱۷$^{a-f}$	۱۱/۷۵$^{a-d}$	۱۲/۹۷$^{a-d}$	۲۷/۹۹$^{b-e}$	۶۴/۷۴^{ab}	۶/۷۸^{ab}	۵/۴۹$^{a-c}$	۹/۲۶$^{a-c}$	۱۰/۲۲$^{a-c}$	۱۱/۵۷$^{a-c}$	۵/۷۵$^{a-c}$	۰/۶۷$^{a-f}$	۰/۲۳^{g}	۳/۰۸^{ab}	۸/۳۳^{ab}	۶۱/۵۹^{k}	۳۶/۶۴^{i}	۰/۹۵^{g}
سرپیشه	۳۰/۶۲$^{a-d}$	۱۶/۲۵$^{a-c}$	۳/۹۲$^{a-c}$	۸/۴۳$^{a-c}$	۳/۵۰^{a}	۴/۸۲$^{a-f}$	۱۰/۶۲^{ab}	۳۸^{e}	۱۲۳/۲۲^{c}	۸/۸۶^{ab}	۴/۹۹^{ab}	۸/۳۸^{a}	۸/۹۷$^{a-c}$	۹/۷۱$^{a-c}$	۱۰/۸۲$^{a-c}$	۵/۹۹$^{a-c}$	۱/۴۹$^{j-k}$	۰/۲۵$^{a-d}$	۳/۱۲^{ab}	۹/۷۴$^{a-c}$	۴۰/۲۴^{f}	۶۰/۹۴^{o}	۰/۳۷^{b}
اردبیل۲	۲۵^{ab}	۱۸$^{a-c}$	۵/۲۵$^{a-e}$	۶/۵۰^{a}	۶/۱۲^{ab}	۵/۱۶$^{a-f}$	۱۱/۵۰$^{a-d}$	۱۳/۲۵$^{a-d}$	۱۷/۱۸^{ab}	۶۰/۹۷^{ab}	۶/۰۶^{ab}	۵^{ab}	۸/۹۷$^{a-c}$	۹/۵۵$^{a-c}$	۹/۷۹^{a}	۷/۹۷^{bc}	۰/۳۳^{ab}	۰/۳۰$^{e-g}$	۱/۷۴^{a}	۸/۲۳^{ab}	۵۱/۶۰^{h}	۲۷/۹۰^{f}	۰/۵۳$^{b-d}$
اصفهان۲	۲۴/۵۰^{ab}	۱۴/۶۲$^{a-c}$	۴/۱۸$^{a-c}$	۶/۴۴^{a}	۴/۳۷^{ab}	۴/۱۶^{ab}	۱۰/۸۱$^{a-c}$	۱۲/۱۶$^{a-c}$	۱۷/۶۵^{ab}	۵۵/۲۲^{a}	۹/۵۹^{ab}	۵/۰۸^{ab}	۹/۴۱$^{a-c}$	۹/۶۳$^{a-c}$	۹/۹۱^{a}	۵/۹۳$^{a-c}$	۰/۶۲$^{d-e}$	۰/۳۳^{g}	۲/۲۵^{a}	۷/۴۱^{a}	۴۴/۳۸^{g}	۱۷/۲۰^{d}	۰/۵۱$^{b-d}$
اصفهان۱	۲۶/۳۷$^{a-d}$	۱۷/۶۳$^{a-c}$	۴/۰۶$^{a-c}$	۷/۰۶^{ab}	۵/۱۲^{ab}	۴/۳۷$^{a-c}$	۱۰/۰۶$^{a-c}$	۱۳/۹۳$^{a-d}$	۲۱/۱۷$^{a-c}$	۶۲/۲۹^{ab}	۸/۷۰^{ab}	۵/۳۳$^{a-c}$	۹/۷۴$^{a-c}$	۱۱/۲۶^{bc}	۱۳/۸۸$^{b-d}$	۶/۵۶$^{a-c}$	۰/۲۴^{a}	۰/۳۳^{g}	۱/۶۸^{a}	۸/۲۳^{ab}	۶۰/۴۱^{k}	۴۱/۰۲^{j}	۰/۶۶^{de}
کاشمر	۲۵^{ab}	۱۳^{a}	۳/۵۶$^{a-c}$	۶/۶۶^{a}	۴/۰۶^{ab}	۴/۲۹^{ab}	۱۱/۸۷$^{a-d}$	۱۲/۹۷$^{a-d}$	۱۸/۳۷^{ab}	۶۶/۴۵^{ab}	۶/۲۰^{ab}	۶/۱۰^{bc}	۹/۵۰$^{a-c}$	۹/۵۶$^{a-c}$	۹/۸۸^{a}	۵/۶۳$^{a-c}$	۰/۸۴$^{b-i}$	۰/۲۳$^{a-d}$	۱/۴۹^{a}	۷/۹۹^{ab}	۳۴/۰۴^{c}	۲۶/۰۰^{e}	۰/۶۶^{de}
میاندواب	۳۵/۰۱^{cd}	۲۴/۱۲$^{b-d}$	۵/۰۲$^{a-d}$	۸/۳۷$^{a-c}$	۵/۳۱^{ab}	۵/۹۰$^{b-g}$	۱۱/۸۷$^{a-d}$	۱۳/۵۵$^{a-d}$	۲۳/۲۵$^{a-c}$	۸۰/۰۷^{ab}	۶/۱۰^{b}	۵/۳۳$^{a-c}$	۹/۰۸$^{a-c}$	۹/۱۱^{a}	۱۰/۶۶^{ab}	۶/۸۵$^{a-c}$	۰/۴۸$^{a-c}$	۰/۲۴$^{a-d}$	۲/۵۰^{ab}	۹/۳۳$^{a-c}$	۵۳/۲۲^{i}	۵۱/۲۴^{n}	۰/۹۴^{g}
کردستان	۳۱/۶۲$^{a-d}$	۱۸/۳۱$^{a-c}$	۴/۸۰$^{a-d}$	۸/۱۲^{ab}	۵/۶۲^{ab}	۴/۰۶^{ab}	۱۳/۸۷$^{b-d}$	۱۵/۷۲$^{b-e}$	۱۵/۲۳^{a}	۶۷/۵۸^{ab}	۹/۱۰^{ab}	۴/۹۹^{ab}	۸/۶۲^{ab}	۸/۷۶^{a}	۱۱/۳۲$^{a-c}$	۷/۶۵^{bc}	۱/۰۸$^{d-j}$	۰/۲۶$^{c-e}$	۲/۷۱^{ab}	۹/۰۸^{ab}	۵۴/۴۴^{ij}	۳۰/۳۵^{g}	۰/۵۵^{cd}
مشهد۲	۲۹/۸۷$^{c-d}$	۲۰/۳۱$^{a-c}$	۳/۵$^{a-c}$	۱۰/۳۴^{de}	۴/۲۵^{ab}	۴/۰۸^{ab}	۱۲/۸۷$^{a-d}$	۱۴/۷۵$^{b-d}$	۲۱/۵۷$^{a-c}$	۷۱/۳۵^{ab}	۶/۷۴^{ab}	۴/۹۰^{a}	۸/۷۳$^{a-c}$	۹/۳۰^{ab}	۹/۹۱^{a}	۶/۳۱$^{a-c}$	۰/۷۹$^{a-i}$	۰/۳۱$^{e-g}$	۲/۵۷^{ab}	۷/۱۶^{a}	۳۵/۸۷^{d}	۲۰/۱۴^{c}	۰/۵۷^{cd}
املش	۳۲/۳۳$^{a-d}$	۲۱/۶۸$^{a-c}$	۶/۸۷$^{d-f}$	۸/۵۰$^{a-c}$	۷/۳۷^{b}	۵/۴۱$^{a-f}$	۱۴/۵۸^{cd}	۱۷$^{c-e}$	۲۲/۲۴$^{a-c}$	۵۷/۴۸^{ab}	۸/۴۹^{ab}	۵/۵۰$^{a-c}$	۹/۴۳$^{a-c}$	۱۰/۱۳$^{a-c}$	۱۲/۷۴$^{a-d}$	۸/۸۶^{c}	۰/۷۹$^{a-i}$	۰/۲۲$^{a-c}$	۲/۳۸^{ab}	۹/۵۴$^{a-c}$	۸۰/۱۷^{l}	۳۲/۵۱^{h}	۰/۴۲^{bc}
تربت	۳۲/۸۱$^{a-d}$	۱۴/۵۰$^{a-c}$	۳/۵۶$^{a-c}$	۷/۱۲^{ab}	۴/۳۱^{ab}	۴/۹۹$^{a-f}$	۱۰/۲۵$^{a-c}$	۱۱/۸۱$^{a-c}$	۱۸/۲۲^{ab}	۵۲/۳۵^{a}	۸/۹۱^{ab}	۵/۶۶$^{a-c}$	۸/۹۹$^{a-c}$	۱۰/۲۱$^{a-c}$	۱۱/۴۹$^{a-c}$	۵/۶۳$^{a-c}$	۰/۷۸$^{a-i}$	۰/۲۴$^{a-d}$	۲/۱۶^{a}	۸/۳۷^{ab}	۳۷/۷۲^{e}	۳۶/۶۷^{i}	۰/۹۲^{g}
پیرانشهر	۳۳/۵۰$^{b-c}$	۲۴/۵۰^{cd}	۴/۰۴$^{a-c}$	۸/۲۵^{ab}	۳/۴۱^{a}	۴/۷۵$^{a-e}$	۱۶/۸۷۱^{de}	۱۸/۴۵$^{d-f}$	۲۰/۸۷$^{a-c}$	۵۷/۵۲^{ab}	۹/۵۲^{ab}	۵/۳۳$^{a-c}$	۹/۴۶$^{a-c}$	۱۰/۲۱$^{a-c}$	۱۱/۱۶$^{a-c}$	۶/۶۲$^{a-c}$	۰/۶۱$^{a-d}$	۰/۳۳^{g}	۲/۴۰^{ab}	۹/۲۳$^{a-c}$	۴۰/۷۴^{f}	۳۵/۷۱^{i}	۰/۸۴^{fg}
مریوان	۳۵/۵۰^{d}	۱۸/۰۷$^{a-c}$	۵/۵۶$^{b-e}$	۹/۳۱$^{b-d}$	۶/۱۲^{ab}	۵/۶۶$^{b-f}$	۱۳/۲۵$^{a-d}$	۱۵/۸۲$^{b-e}$	۲۳/۴۲$^{a-c}$	۷۱/۲۵^{ab}	۸/۲۶^{ab}	۴/۹۱^{a}	۸/۷۵$^{a-c}$	۹/۴۶$^{a-c}$	۱۰/۰۸^{a}	۷/۶۶^{bc}	۰/۷۲$^{a-h}$	۰/۳۱^{eg}	۲/۴۸^{ab}	۱۰/۲۹$^{b-d}$	۵۵/۱۲^{j}	۳۶/۱۶^{i}	۰/۶۵^{de}
همدان	۴۴/۶۲^{e}	۳۱/۸۱^{d}	۷/۰۸$^{d-f}$	۱۱/۱۸^{de}	۱۴^{c}	۶/۱۶$^{d-h}$	۱۶/۵۸^{cd}	۲۰/۶۶^{ef}	۲۳/۱۲$^{a-c}$	۷۸/۲۶^{ab}	۲۶/۶۲^{d}	۶/۰۸^{bc}	۱۰^{bc}	۱۱/۴۰^{c}	۱۵/۸۳^{d}	۱۵/۵۵^{d}	۱/۳۱$^{i-k}$	۰/۲۱^{a}	۶/۶۳^{e}	۱۲/۲۴^{de}	۱۰۶/۰۱^{n}	۱۸۶/۹۱^{t}	۰/۱۸^{a}
اردبیل۱	۵۴/۸۱^{f}	۴۶/۵۰^{ef}	۸/۶۲^{f}	۱۲/۷۷^{e}	۱۳/۹۱^{c}	۶/۳۹$^{f-j}$	۲۰/۱۲^{e}	۲۳/۲۵^{f}	۲۳/۴۶$^{a-c}$	۷۹/۷۹^{ab}	۲۱/۲۶^{c}	۵/۷۰$^{a-c}$	۹/۵۵$^{a-c}$	۱۰/۰۴$^{a-c}$	۱۲/۹۹$^{a-d}$	۱۶/۱۶^{d}	۱/۲۷$^{f-k}$	۰/۲۴$^{a-d}$	۵/۸۰^{de}	۱۳/۹۹^{e}	۹۸/۵۵^{m}	۱۳۹/۳۶^{s}	۰/۱۵^{a}

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اکوتیپ‌های سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) کشت شده در خلخال

Table 4. Mean comparison of traits in *Nigella sativa* L. ecotypes cultivated in Khalkhal

توده	HS	NL	NSB	NNF	NN	NF	LS	LB	LLB	NCB	WW	WD	WC	NSC	NCF	DLF	DWF	WS	LL	LW	GY	BY	HI
اصفهان۱	۱۴/۰۸^{a}	۵/۳۴^{a}	۱/۱۶^{a}	۶/۷۵^{a}	۹/۳۳^{ab}	۱/۱۶$^{a-c}$	۳/۱۶^{a}	۲/۲۵^{ab}	۲/۲۵^{a}	۱/۱۶^{a}	۱/۴۸^{a}	۰/۴۶$^{a-c}$	۰/۵۰^{ab}	۷/۶۶$^{a-c}$	۳/۳۳^{a}	۷/۰۷$^{a-c}$	۷/۲۵^{a}	۰/۲۷$^{a-c}$	۱۵^{a}	۹/۳۳^{ab}	۱۹/۵۷^{a}	۵۳/۷۵^{f}	۰/۲۷^{lm}
کاشان	۱۶/۵۳^{ab}	۶/۱۱$^{a-c}$	۱/۶۶^{a}	۶/۶۳^{a}	۸/۸۱^{ab}	۱/۶۶$^{a-f}$	۳/۸۷$^{a-e}$	۴/۱۶$^{a-e}$	۴/۱۶$^{a-c}$	۱/۶۶$^{a-d}$	۱/۴۱^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۲۵^{a}	۵/۹۹^{a}	۴/۷۷$^{b-e}$	۵/۶۶^{a}	۸/۳۴^{a}	۰/۲۵^{ab}	۸/۸۱^{ab}	۲۰/۹۵^{ab}	۶۸/۱۱^{i}	۰/۳۲^{p}
اردبیل۱	۳۰/۶۲$^{g-i}$	۱۱/۴۹$^{h-i}$	۳/۵۸^{j}	۶/۸۷^{ab}	۱۳/۵$^{d-g}$	۵/۶۱^{jg}	۶/۱۵$^{g-j}$	۸/۲۸^{de}	۹/۸۳$^{c-e}$	۳/۵۸^{i}	۵/۳۱^{cd}	۱/۲۵$^{d-f}$	۱/۶۰^{h}	۱۲/۲۵^{e}	۵/۹۹^{f}	۱۱/۷۸^{f}	۹/۲۵^{a}	۰/۲۷^{ab}	۲۷$^{c-g}$	۱۳/۵$^{d-g}$	۱۰۶/۲۲^{s}	۱۰۴/۲۳^{n}	۰/۰۹^{a}
لرستان	۱۸/۹۹$^{a-c}$	۶/۸۲$^{a-d}$	۲/۸۳$^{f-g}$	۶/۷۵^{a}	۱۱/۷۵$^{a-f}$	۵/۵۰^{jg}	۳/۳۳$^{a-c}$	۱/۷۸^{a}	۲/۴۳^{a}	۲/۸۴$^{e-i}$	۱/۳۵^{a}	۰/۳۳^{ab}	۰/۶۴$^{a-d}$	۷/۹۹$^{a-d}$	۵$^{b-f}$	۶/۹۳$^{a-c}$	۸/۹۳^{a}	۰/۲۹$^{a-c}$	۲۴/۱۰$^{a-g}$	۱۱/۷۵$^{a-f}$	۶۲/۵۸^{n}	۸۰/۵۲^{l}	۰/۱۱^{c}
پیرانشهر	۱۹/۴۱$^{a-c}$	۵/۶۶^{ab}	۱/۶۶$^{a-d}$	۷/۱۸^{ab}	۹/۳۳^{a}	۱/۶۶$^{a-f}$	۳/۷۴$^{a-c}$	۳/۱۶$^{a-c}$	۴/۸۳$^{a-d}$	۱/۶۶$^{a-d}$	۵/۰۳^{cd}	۰/۷۵$^{a-e}$	۱/۰۵$^{c-h}$	۸/۱۰$^{a-d}$	۸/۹۷$^{b-e}$	۸/۶۷$^{b-e}$	۷/۸۵^{a}	۰/۳۳^{bc}	۱۸/۴۴^{c}	۹/۳۳^{a}	۶۲/۵۴^{n}	۲۱۰/۵۹^{v}	۰/۳۴^{q}
اردبیل۲	۲۰/۵۵$^{b-d}$	۷/۳۳$^{a-f}$	۱/۷۲$^{a-d}$	۶/۷۰^{a}	۸/۶۶^{ab}	۱/۷۳$^{a-f}$	۴/۳۱$^{a-f}$	۱/۸۳^{a}	۲/۵۰^{a}	۱/۷۲$^{a-d}$	۱/۹۱^{ab}	۰/۶۸$^{a-d}$	۰/۶۵$^{a-d}$	۷/۴۴$^{a-c}$	۳/۸۸^{ab}	۷/۲۰$^{a-c}$	۷/۲۴^{a}	۰/۲۸$^{a-c}$	۱۸/۴۴^{c}	۸/۶۶^{ab}	۳۰/۵۱^{e}	۸۰/۹۹^{l}	۰/۲۳^{l}
کردستان	۲۰/۶۶$^{b-d}$	۷/۱۶$^{a-f}$	۱/۱۶^{a}	۱۱/۴۳^{de}	۸/۴۱^{a}	۱/۱۶$^{a-c}$	۴/۳۱$^{a-f}$	۷/۲۵$^{b-e}$	۷/۵۰$^{a-e}$	۱/۱۶^{a}	۳/۷۷^{bc}	۱/۳۴$^{c-e}$	۰/۹۷$^{b-g}$	۷/۸۳$^{a-d}$	۴/۱۶$^{a-c}$	۸/۷۱$^{b-e}$	۷/۹۵^{a}	۰/۳۴^{c}	۱۷^{ab}	۲۵/۴۱^{cd}	۸/۴۱^{a}	۷۳/۶۱^{j}	۰/۲۸^{o}
اراک	۲۱/۱۰$^{b-d}$	۶/۹۹$^{a-e}$	۱^{a}	۱۷/۹۳^{f}	۸/۸۱^{ab}	۱^{a}	۴/۲۷$^{a-e}$	۲/۵۸^{ab}	۲/۵۸^{a}	۱^{a}	۱/۴۵^{a}	۰/۴۶$^{a-c}$	۰/۶۱$^{a-d}$	۸/۸۸$^{a-e}$	۴/۶۶$^{b-e}$	۸/۷۸$^{b-e}$	۸/۲۴^{a}	۰/۳۴^{c}	۲۱/۳۶$^{a-e}$	۲۷/۳۱^{d}	۸/۸۲^{ab}	۳۴/۰۶^{a}	۰/۱۲^{cd}
مشهد۱	۲۱/۲۱$^{b-d}$	۶/۸۸$^{a-e}$	۱/۲۳^{a}	۱۶/۷۴^{f}	۱۰/۶۶$^{a-e}$	۱/۲۳$^{a-c}$	۵/۱۱$^{d-j}$	۷/۱۶$^{a-e}$	۷$^{b-e}$	۱/۲۲^{a}	۱/۶۲^{a}	۰/۴۹$^{a-c}$	۰/۷۶$^{a-f}$	۸/۲۱$^{a-d}$	۴/۵۵$^{b-e}$	۷/۸۶$^{a-c}$	۷/۴۲^{a}	۰/۲۸$^{a-c}$	۲۰/۶۶$^{a-e}$	۲۳/۴۴^{bc}	۱۰/۶۶$^{a-e}$	۴۴/۳۲^{c}	۰/۱۸^{j}
املش	۲۱/۵۳$^{b-d}$	۸/۸۲$^{c-h}$	۱/۸۲$^{a-e}$	۶/۵۰^{a}	۱۰/۹۳$^{a-f}$	۱/۸۳$^{a-f}$	۳/۲۵$^{a-c}$	۴/۵۰$^{a-e}$	۵$^{a-d}$	۱/۸۳$^{a-e}$	۳^{ab}	۰/۷۵$^{a-e}$	۰/۵۹$^{a-c}$	۹$^{a-e}$	۵۰/۵$^{d-f}$	۸/۴۶$^{b-e}$	۷/۹۹^{a}	۰/۲۸$^{a-c}$	۲۱/۵۰$^{a-f}$	۴۶/۹۶^{k}	۱۱۱/۶۷^{p}	۰/۲۳^{k}
تربت	۲۱/۸۲$^{b-d}$	۷/۹۹$^{a-g}$	۳/۱۶$^{g-j}$	۱۰/۶۸^{cd}	۱۰/۵۰$^{a-e}$	۳/۱۶^{h}	۴/۷۴$^{a-h}$	۴/۲۵$^{a-c}$	۳/۱۶$^{f-i}$	۱/۱۱^{a}	۱/۷۳^{a}	۰/۵۷$^{a-d}$	۰/۵۸$^{a-c}$	۸$^{a-d}$	۴/۷۵$^{b-e}$	۶/۷۰^{ab}	۸/۱۶^{a}	۰/۲۷$^{a-c}$	۲۱/۱۰$^{a-e}$	۱۰/۵۰$^{a-e}$	۵۷/۶۰^{m}	۱۰۸/۵۶^{o}	۰/۱۸^{j}
اصفهان۲	۲۱/۸۳$^{b-d}$	۸/۳۷$^{a-c}$	۱/۱۱^{a}	۸/۳۷$^{a-c}$	۹/۹۶$^{a-c}$	۱/۱۱^{a}	۴/۷۵$^{a-h}$	۴/۶۴$^{a-e}$	۶$^{a-e}$	۱/۱۱^{a}	۱/۹۴^{ab}	۰/۳۳^{ab}	۰/۶۶$^{a-e}$	۶/۶۴^{a}	۶/۱۴$^{a-d}$	۷/۶۰$^{a-c}$	۷/۶۵^{a}	۰/۳۳$^{a-c}$	۱۹/۸۳^{cd}	۹/۹۶$^{a-c}$	۴۷/۳۵^{d}	۲۱/۲۶^{ab}	۰/۲۷^{lm}
نیشابور	۲۲/۸۸^{cd}	۷/۵۵$^{a-f}$	۲/۳۳$^{c-h}$	۷/۹۳^{ab}	۱۱/۳۸$^{a-f}$	۲/۳۳$^{e-h}$	۳/۶۰$^{a-d}$	۴/۵۵$^{a-e}$	۵/۶۱$^{a-e}$	۲/۳۳$^{c-g}$	۱/۶۹^{a}	۰/۵۱$^{a-d}$	۰/۶۰$^{a-c}$	۸/۱۰$^{a-d}$	۴/۲۲$^{a-c}$	۷/۹۳$^{a-d}$	۷/۶۲^{a}	۰/۲۵^{ab}	۲۶$^{b-g}$	۱۱/۳۸$^{a-f}$	۴۰/۲۶^{gh}	۹۳/۲۶^{m}	۰/۲۳^{k}
اهواز	۲۳/۴۴^{cd}	۹/۲۲$^{d-h}$	۲/۹۹^{fg}	۸/۴۳$^{a-c}$	۱۱/۴۳$^{a-f}$	۲/۹۹^{gh}	۴/۹۴$^{c-h}$	۵/۸۴$^{a-e}$	۸/۶۱$^{b-e}$	۲/۹۹$^{e-i}$	۲/۳۸^{ab}	۰/۸۱$^{a-e}$	۰/۷۹$^{a-g}$	۸/۸۸$^{a-e}$	۴/۷۷$^{b-e}$	۸$^{a-d}$	۸/۴۳^{a}	۰/۳۱$^{a-c}$	۲۵/۳۶$^{b-g}$	۱۱/۴۳$^{a-f}$	۷۵/۰۴^{p}	۱۳۵/۲۶^{s}	۰/۱۳^{j}
کاشمر	۲۳/۶۶$^{c-e}$	۸/۲۲$^{a-g}$	۱/۶۶$^{a-d}$	۶/۵۰^{a}	۱۱$^{a-f}$	۱/۶۶$^{a-f}$	۳/۹۰$^{a-f}$	۴/۸۷$^{a-e}$	۵/۱۲$^{a-d}$	۱/۶۶$^{a-d}$	۱/۸۹^{ab}	۱/۶۲$^{c-f}$	۰/۷۷$^{a-f}$	۸/۳۳$^{a-d}$	۴/۳$^{b-f}$	۸/۰۶$^{a-d}$	۸/۲۱^{a}	۰/۳۳^{bc}	۲۲/۵۰$^{a-f}$	۱۱/۴۳$^{a-f}$	۵۸/۲۲^{g}	۴۳/۳۴^{hi}	۰/۲۲^{k}
بروجن	۲۴/۱۱$^{c-e}$	۸/۱۲$^{a-g}$	۲/۳۳$^{c-h}$	۶/۴۳^{a}	۹/۶۵^{ab}	۲/۳۴$^{e-h}$	۳/۹۹$^{a-e}$	۵/۷۷$^{a-c}$	۶/۳۴$^{a-e}$	۲/۳۳$^{c-g}$	۱/۹۸^{ab}	۰/۶۹$^{a-d}$	۰/۸۵$^{b-g}$	۷/۶۶$^{a-c}$	۴/۳۲$^{a-d}$	۷/۸۲$^{a-c}$	۷/۸۹^{a}	۰/۳۴^{c}	۲۲/۱۱$^{a-f}$	۹/۶۵^{ab}	۵۶/۵۴^{m}	۸۱/۴۴^{l}	۰/۱۴^{fg}
سمیرم	۲۴/۴۹$^{c-f}$	۹/۶۶$^{e-i}$	۲/۱۶$^{c-f}$	۷/۰۶^{ab}	۹/۷۳^{ab}	۲/۱۷$^{c-g}$	۵/۰۶$^{d-i}$	۵/۵۰$^{a-e}$	۷/۲۵$^{a-c}$	۲/۱۶$^{b-f}$	۲/۸۳^{ab}	۰/۵۵$^{a-d}$	۰/۶۳$^{a-d}$	۷/۱۰^{ab}	۵/۴۹$^{d-f}$	۷/۶۷$^{a-c}$	۷/۹۵^{a}	۰/۲۵^{ab}	۲۰/۳۴$^{a-e}$	۹/۷۳^{ab}	۴۵/۸۴^{ij}	۱۲۷/۰۷^{q}	۰/۲۷^{lm}
سربیشه	۲۵/۴۹$^{d-g}$	۹/۹۹$^{f-i}$	۳/۵۶$^{a-c}$	۶/۶۶^{a}	۱۲$^{b-f}$	۶/۰۹^{g}	۵/۱۷$^{d-j}$	۵/۵۰$^{a-e}$	۵/۵۰$^{a-e}$	۱/۸۳$^{a-e}$	۱/۷۹^{a}	۰/۶۴$^{a-d}$	۰/۸۵$^{b-g}$	۱۰/۴۹$^{b-e}$	۴/۱۶$^{a-c}$	۹/۲۸$^{c-e}$	۸/۱۹^{a}	۰/۲۷$^{a-c}$	۲۴/۱۰$^{a-g}$	۱۲$^{b-f}$	۵۰/۹۹^{l}	۶۳/۳۲^{h}	۰/۰۸^{a}
مشهد۲	۲۵/۵۵$^{d-g}$	۸/۴۴$^{b-g}$	۱/۷۷$^{a-e}$	۸/۳۷$^{a-c}$	۱۱/۳۳$^{a-f}$	۱/۷۷$^{a-f}$	۴/۴۳$^{a-f}$	۳/۱۱$^{a-c}$	۳/۸۳^{ab}	۱/۷۷$^{a-e}$	۱/۸۹^{ab}	۰/۵۶$^{a-d}$	۰/۷۴$^{a-f}$	۷/۶۶$^{a-c}$	۴/۵۵$^{b-e}$	۷/۸۲$^{a-c}$	۷/۶۹^{a}	۰/۲۸$^{a-c}$	۲۲/۳۰$^{a-f}$	۱۱/۳۳$^{a-f}$	۳۵^{f}	۹۴/۴۱^{m}	۰/۱۸^{j}
مریوان	۲۵/۶۶$^{d-g}$	۹/۳۳$^{d-h}$	۲/۴۴$^{d-i}$	۸/۱۲^{ab}	۱۱/۹۲$^{a-f}$	۲/۴۴$^{e-h}$	۴/۸۷$^{b-h}$	۵/۶۱$^{a-e}$	۶/۲۵$^{a-e}$	۲/۴۴$^{d-h}$	۲/۳۵^{ab}	۰/۹۴$^{b-e}$	۰/۸۲$^{a-g}$	۹/۲۱$^{a-e}$	۴/۶۶$^{b-e}$	۸/۲۸$^{b-d}$	۸/۳۱^{a}	۰/۲۹$^{a-c}$	۲۳/۸۶$^{a-g}$	۱۱/۹۲$^{a-f}$	۶۲/۳۴^{n}	۳۶/۷۹^{b}	۰/۱۵^{gh}
شیراز	۲۶/۱۶$^{d-h}$	۷/۸۳$^{a-g}$	۱/۵۰$^{a-c}$	۱۰/۳۳^{de}	۹/۸۱^{ab}	۱/۵۰$^{a-e}$	۴/۵۸$^{a-g}$	۳/۸۳$^{a-d}$	۴/۱۶$^{a-c}$	۱/۵۰$^{a-c}$	۱/۵۸^{a}	۰/۶۳$^{a-d}$	۰/۷۸$^{a-g}$	۹/۳۳$^{a-e}$	۴/۶۶$^{b-e}$	۹/۲۴$^{c-e}$	۸/۵۸^{a}	۰/۳۳^{c}	۲۳/۶۰$^{a-g}$	۹/۸۱^{ab}	۳۹/۷۲^{g}	۷۶/۸۲^{k}	۰/۰۹^{a}
میاندواب	۲۹/۳۳$^{e-g}$	۶/۸۳$^{a-e}$	۲/۶۱$^{e-k}$	۸/۵۰$^{a-c}$	۱۱/۶۳$^{a-f}$	۲/۶۱$^{f-h}$	۵/۳۸$^{e-j}$	۲/۸۳^{a}	۲/۸۳^{ab}	۲/۶۱$^{d-h}$	۱/۳۰^{ab}	۰/۴۰$^{a-c}$	۰/۶۲$^{a-f}$	۵/۲۲$^{c-f}$	۹/۳۳$^{a-e}$	۸/۶۱$^{b-e}$	۸/۰۳^{a}	۰/۳۳$^{a-c}$	۱۹/۱۰^{cd}	۱۱/۶۶$^{a-f}$	۶۷/۸۹^{o}	۴۸/۹۲^{e}	۰/۱^{b}
قزوین	۲۹/۹۱$^{f-g}$	۱۰/۶۶$^{g-i}$	۱/۳۰^{ab}	۷/۱۲^{ab}	۱۰/۸۲$^{a-e}$	۱/۳۰$^{a-d}$	۴/۹۵$^{e-f}$	۷$^{b-e}$	۷/۵۰$^{a-e}$	۱/۳۰^{ab}	۱/۳۹^{ab}	۰/۹۳$^{b-e}$	۰/۷۶$^{a-f}$	۹/۳۳$^{a-e}$	۵/۱۶$^{c-f}$	۱۰/۸۴$^{a-e}$	۷/۲۵^{a}	۰/۲۶^{ab}	۲۵/۰۸$^{b-g}$	۱۰/۸۴$^{a-e}$	۳۳/۶۶^{ef}	۱۳۱/۹۹^{r}	۰/۱۴^{fg}
تاکستان	۳۰/۷۵$^{g-i}$	۱۳/۲۸^{jk}	۳/۲۵$^{h-j}$	۸/۲۵^{ab}	۱۰/۵۰$^{e-g}$	۶/۲۵^{g}	۶/۳۳$^{h-j}$	۸/۶۶^{e}	۹/۹۹^{de}	۳/۲۲$^{g-i}$	۵/۷۹^{d}	۱/۷۶^{fg}	۱/۲۵$^{f-h}$	۱۱/۵۰$^{d-e}$	۵/۹۹^{f}	۱۰/۴۰$^{d-f}$	۱۱/۵۵^{b}	۰/۲۷$^{a-c}$	۲۹$^{d-g}$	۱۰/۵۰$^{e-g}$	۱۰۵/۵۳^{s}	۱۳۱/۹۹^{r}	۰/۱۲^{cd}
همدان	۳۱/۵۵^{hi}	۱۲/۲۳^{jk}	۳/۴۴^{ij}	۱۲/۳۳^{jk}	۱۵/۹۵^{g}	۲/۲۶$^{d-h}$	۵/۹۹$^{f-j}$	۸/۲۲$^{c-e}$	۹/۵۵$^{c-e}$	۳/۳۹^{hi}	۵/۶۶^{d}	۱/۹۴^{gh}	۱/۲۰$^{d-h}$	۱۲/۱۱^{e}	۵/۷۲^{ef}	۱۲/۴۴^{f}	۹/۲۷^{a}	۰/۲۴^{a}	۳۱/۳۳^{fg}	۱۵/۹۵^{g}	۱۰۱/۴۸^{r}	۱۶۹/۶۲^{u}	۰/۱۶^{i}
لردگان	۳۲/۲۲^{i}	۱۳/۲۸^{jk}	۳/۶۶^{ij}	۱۱/۱۸^{de}	۱۴/۲۵^{fg}	۵/۰۶^{i}	۶/۷۵^{j}	۸/۵۰^{e}	۱۰/۹۴^{e}	۳/۶۶^{i}	۵/۴۲^{cd}	۱/۲۴^{gh}	۱/۲۵^{gh}	۱۱/۱۶$^{c-e}$	۵/۹۹^{f}	۱۰/۸۹^{ef}	۹/۰۴^{a}	۰/۲۵^{ab}	۳۲/۶۵^{g}	۱۴/۲۵^{fg}	۱۰۵/۳۱^{s}	۷۳/۰۷^{j}	۰/۱۴^{fg}
کرج	۳۰/۵۵$^{g-i}$	۱۴/۵۰^{k}	۳/۲۲$^{h-j}$	۱۲/۷۷^{e}	۱۳/۲۵$^{e-g}$	۲/۱۹$^{b-g}$	۶/۷۵^{j}	۸/۵۰^{e}	۹/۳۹$^{b-e}$	۳/۴۵^{i}	۵/۳۳^{cd}	۱/۹۴^{gh}	۱/۲۴$^{e-h}$	۱۲/۲۲^{e}	۵/۶۱^{ef}	۱۲/۰۴^{f}	۹/۰۴^{a}	۰/۲۵^{ab}	۳۰^{ef}	۱۳/۲۵$^{e-g}$	۹۵/۴۱^{q}	۱۵۱/۰۴^{t}	۰/۱۵^{gh}

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

جدول ۵- تجزیه همبستگی برای صفات مورفولوژیک اکوتیپ‌های سیاهدانه اردبیل (زیر قطر) و خلخال (بالای قطر)

Table 5. Correlation coefficients of morphological traits of Iranian *Nigella sativa* .L accessions in Ardabil (above diameter) and Khalkhal (under diameter)

	HS	NL	NSB	NNF	NF	LS	LB	LLB	LL	LW	NCB	NSC	NCF	DLF	DWF	WS	WW	WD	WC	GY	BY	HI
HS	۱	۰/۸۵**	۰/۶۲**	۰/۶۵**	۰/۴۲*	۰/۸۵**	۰/۶۹**	۰/۶۹**	۰/۷۹**	۰/۷۸**	۰/۶۲**	۰/۷۸**	۰/۷۲**	۰/۷۷**	۰/۶۴**	-۰/۲۸**	۰/۶۰**	۰/۷۰**	۰/۷۲**	۰/۷۴**	۰/۰۲^{ns}	-۰/۶۳**
NL	۰/۹۳**	۱	۰/۶۷**	۰/۷۲**	۰/۴۹**	۰/۸۴**	۰/۸۰**	۰/۸۲**	۰/۸۷**	۰/۷۹**	۰/۶۸**	۰/۷۹**	۰/۷۲**	۰/۷۸**	۰/۷۲**	-۰/۵۰**	۰/۷۲**	۰/۸۱**	۰/۷۱**	۰/۷۶**	۰/۳۲^{ns}	-۰/۴۶*
NSB	۰/۸۶**	۰/۸۶**	۱	۰/۶۷**	۰/۶۸**	۰/۶۱**	۰/۴۷*	۰/۵۶**	۰/۷۴**	۰/۷۹**	۰/۹۹**	۰/۶۴**	۰/۶۷**	۰/۵۵**	۰/۶۵**	-۰/۴۳*	۰/۵۸**	۰/۵۸**	۰/۵۹**	۰/۹۱**	۰/۵۴**	-۰/۳۸*
NNF	۰/۹۱**	۰/۸۲**	۰/۸۴**	۱	۰/۴۵*	۰/۶۵**	۰/۶۰**	۰/۶۴**	۰/۶۹**	۰/۷۲**	۰/۶۷**	۰/۶۷**	۰/۵۸**	۰/۵۹**	۰/۶۰**	-۰/۵۷**	۰/۶۸**	۰/۷۱**	۰/۶۲**	۰/۷۰**	۰/۴۰*	-۰/۱۷*
NF	۰/۹۵**	۰/۹۰**	۰/۸۹**	۰/۹۱**	۱	۰/۴۳*	۰/۳۱^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۰/۵۴**	۰/۶۱**	۰/۶۷**	۰/۵۳**	۰/۴۴*	۰/۳۶^{ns}	۰/۶۹**	-۰/۲۸**	۰/۳۶^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۴۹**	۰/۶۷**	۰/۱۴^{ns}	-۰/۵۱**
LS	۰/۴۶*	۰/۵۷**	۰/۵۳**	۰/۴۱*	۰/۴۴*	۱	۰/۷۶**	۰/۷۶**	۰/۷۰**	۰/۷۱**	۰/۶۲**	۰/۷۴**	۰/۶۶**	۰/۷۵**	۰/۶۷**	-۰/۳۸^{ns}	۰/۶۵**	۰/۷۰^{ns}	۰/۷۲**	۰/۷۱**	۰/۲۲^{ns}	-۰/۴۶*
LB	۰/۹۱**	۰/۹۲**	۰/۸۲**	۰/۷۹**	۰/۹۲**	۰/۴۱*	۱	۰/۹۶**	۰/۶۹**	۰/۶۲**	۰/۴۸*	۰/۶۵**	۰/۵۹**	۰/۶۹**	۰/۵۸**	-۰/۳۷*	۰/۷۲**	۰/۷۷**	۰/۷۲**	۰/۵۹**	۰/۲۶^{ns}	-۰/۲۸^{ns}
LLB	۰/۹۱**	۰/۹۲**	۰/۸۳**	۰/۷۹**	۰/۹۲**	۰/۴۳*	۰/۹۹**	۱	۰/۷۳**	۰/۶۵**	۰/۵۴**	۰/۶۴**	۰/۶۴**	۰/۶۹**	۰/۶۱**	-۰/۳۸*	۰/۷۷**	۰/۷۹**	۰/۷۶**	۰/۶۶**	۰/۳۹*	-۰/۱۹^{ns}
LL	۰/۴۴*	۰/۴۵*	۰/۳۹*	۰/۴۷*	۰/۳۷*	۰/۳۶^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۱	۰/۷۸**	۰/۷۴**	۰/۶۴**	۰/۶۷**	۰/۵۶**	۰/۶۵**	-۰/۴۳*	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۹۲**	۰/۵۴**	-۰/۳۸**
LW	۰/۵۷**	۰/۶۰**	۰/۴۸*	۰/۵۱**	۰/۵۳**	۰/۳۰^{ns}	۰/۵۴**	۰/۵۴**	۰/۷۵**	۱	۰/۷۹**	۰/۷۵**	۰/۷۰**	۰/۸۱**	۰/۶۴**	-۰/۳۲^{ns}	۰/۶۴**	۰/۸۵**	۰/۸۷*	۰/۷۷**	۰/۶۷**	-۰/۳۰^{ns}
NCB	۰/۹۶**	۰/۹۲**	۰/۸۹**	۰/۹۱**	۰/۹۹**	۰/۴۳*	۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۴۰*	۰/۵۵**	۱	۰/۷۶**	۰/۵۹**	۰/۸۱**	۰/۷۴**	-۰/۳۱*	۰/۵۹**	۰/۵۹**	۰/۸۰**	۰/۷۲**	۰/۳۹*	-۰/۲۴^{ns}
NSC	۰/۶۰**	۰/۶۴**	۰/۵۹**	۰/۴۸*	۰/۶۳**	۰/۳۱^{ns}	۰/۶۱**	۰/۶۶**	۰/۱۲^{ns}	۰/۴۳*	۰/۶۲**	۱	۰/۶۱**	۰/۸۸**	۰/۶۴**	-۰/۱۳^{ns}	۰/۷۵**	۰/۷۶**	۰/۸۴**	۰/۸۰**	۰/۴۳*	-۰/۳۷*
NCF	۰/۶۵**	۰/۶۲**	۰/۶۱**	۰/۵۸**	۰/۶۹**	۰/۳۴^{ns}	۰/۶۴**	۰/۶۵**	۰/۱۵^{ns}	۰/۴۰*	۰/۶۹**	۰/۶۲**	۱	۰/۹۲**	۰/۶۵**	-۰/۲۹^{ns}	۰/۷۰**	۰/۵۹**	۰/۶۱**	۰/۸۲**	۰/۳۷*	-۰/۵۷**
DLF	۰/۶۴**	۰/۶۰**	۰/۵۸**	۰/۶۲**	۰/۷۵**	۰/۲۷^{ns}	۰/۷۱**	۰/۷۴**	۰/۱۱^{ns}	۰/۴۳*	۰/۷۲**	۰/۷۱**	۰/۵۹**	۱	۰/۶۲**	-۰/۲۲^{ns}	۰/۸۱*	۰/۸۱*	۰/۸۸**	۰/۷۷**	۰/۴۶*	-۰/۳۳*
DWF	۰/۶۰**	۰/۵۲**	۰/۵۳**	۰/۵۹**	۰/۷۱**	۰/۱۲^{ns}	۰/۶۴**	۰/۶۴**	۰/۱۹^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۶۸**	۰/۵۸**	۰/۶۹**	۰/۸۶**	۱	-۰/۳۱^{ns}	۰/۶۴**	۰/۷۴**	۰/۶۲**	۰/۷۷**	۰/۳۸*	-۰/۴۵*
WS	-۰/۵۹**	-۰/۵۱**	-۰/۶۰**	-۰/۵۱**	-۰/۵۶*	-۰/۳۴^{ns}	-۰/۴۶*	-۰/۴۸*	-۰/۳۳^{ns}	-۰/۳۹*	-۰/۵۸**	-۰/۵۰**	-۰/۷۱*	-۰/۲۶^{ns}	-۰/۳۰^{ns}	۱	-۰/۳۳^{ns}	۰/۳۱*	۰/۱۳^{ns}	۰/۷۴**	۰/۱۷^{ns}	-۰/۴۲*
WW	۰/۹۱**	۰/۸۸**	۰/۷۹**	۰/۸۲**	۰/۹۱**	۰/۴۵*	۰/۸۲**	۰/۸۳**	۰/۳۸*	۰/۵۲**	۰/۹۰**	۰/۷۴**	۰/۶۸**	۰/۷۰**	۰/۶۷**	-۰/۵۶**	۱	۰/۸۵**	۰/۸۷**	-۰/۳۰^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	-۰/۱۰^{ns}
WD	۰/۸۱**	۰/۷۹**	۰/۷۵**	۰/۸۰**	۰/۸۰**	۰/۵۳**	۰/۶۷**	۰/۶۸**	۰/۴۱*	۰/۴۷*	۰/۸۰**	۰/۶۴**	۰/۵۷**	۰/۵۸**	۰/۵۳**	-۰/۵۲**	۰/۹۱**	۱	۰/۸۰**	۰/۷۸**	۰/۲۹^{ns}	-۰/۵۲**
WC	۰/۵۶**	۰/۴۷**	۰/۴۴**	۰/۵۱*	۰/۵۵**	۰/۲۳^{ns}	۰/۴۹*	۰/۴۷*	۰/۵۱**	۰/۴۲*	۰/۵۵**	۰/۳۰^{ns}	۰/۳۸*	۰/۳۷*	۰/۳۴^{ns}	-۰/۴۳*	۰/۵۶**	۰/۶۲**	۱	۰/۸۴**	۰/۳۶^{ns}	-۰/۵۴**
GY	۰/۸۶**	۰/۹۲**	۰/۹۲**	۰/۷۹**	۰/۹۱**	۰/۶۱**	۰/۸۶**	۰/۸۸**	۰/۴۰*	۰/۵۷**	۰/۹۱**	۰/۷۶**	۰/۶۹**	۰/۶۷**	۰/۵۷**	-۰/۵۹**	۰/۸۶**	۰/۷۹**	۰/۴۶*	۱	۰/۵۹**	-۰/۴۵*
BY	۰/۷۶**	۰/۸۱**	۰/۷۸**	۰/۷۲**	۰/۷۸**	۰/۶۶**	۰/۶۷**	۰/۷۰**	۰/۴۸*	۰/۴۴*	۰/۷۷**	۰/۶۸**	۰/۶۱**	۰/۵۸**	۰/۴۷*	-۰/۴۹*	۰/۸۶**	۰/۸۸**	۰/۵۴**	۰/۸۵**	۱	۰/۲۹^{ns}
HI	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۴^{ns}	-۰/۵۵^{ns}	-۰/۶۶^{ns}	۱/۰۱^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	۰/۱۸^{ns}	-۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	-۰/۰۵^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۳۶^{ns}	۰/۰۲^{ns}	-۰/۲۳^{ns}	۱

ارتفاع ساقه (HS)، تعداد برگ (NL)، تعداد انشعابات ساقه (NSB)، تعداد میانگره تا اولین گل (NNF)، تعداد گل در بوته (NF)، طول ساقه گلدهنده (LS)، طول شاخه فرعی (LB)، طول شاخه فرعی (LLB)، طول بلندترین شاخه فرعی (LLB)، طول برگ (LL)، عرض برگ (LW)، تعداد فولیکول در بوته (NCB)، تعداد بذر در هر برچه (NSC)، تعداد برچه در هر فولیکول (NCF)، طول فولیکول (DLF)، عرض فولیکول (DWF)، وزن ۱۰۰ دانه (WS)، وزن تر (WW)، وزن خشک (WD)، وزن هر فولیکول (WC)، عملکرد دانه (GY)، عملکرد بیولوژیک (BY) و شاخص برداشت (HI).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

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 pp.
2. Amini, M., H. Fallah Hosseini, R. Mohtashami, Z. Sadeghi and M.A. Ghamar Chehre. 2011. Effect of seed oil (*Nigella sativa* L.) on the blood lipid level of healthy volunteers – a doubl acting clinical trial. Article of Medicinal Plants, 10(4): 133-138 (In Persian).
3. Asadi, B., SH. Vaeazi and A. Fathi Haftshjani. 2015. Genetic diversity and classification of Chitti Bean genotypes using multivariate analysis methods. Seed and Plant Improvement Journal, 4(1): 641-652 (In Persian).
4. 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).
5. Antuono, L.F., A. Moretti and A.F.S. Lovato .2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena*. Industrial Crops and Products, 15: 59-69.
6. Fanaei, H.R., H. Akbari Moghadam, G.A. Keigha, M. Ghaffarie and A. Alli. 2005. Evaluation of agronomy and essential oil components of *Cuminum cyminum* L., *Foeniculum vulgar* Mill. And *Nigella sativa* L. in the condition of Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(1): 34-41 (In Persian).
7. 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).
8. Hoseinpanahi, S., M. Majdi and Gh. Mirzaghaderi. 2016. Effects of growth regulators on in vitro callogenesis and regeneration of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 24(2): 233-242 (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. Kheirodin, H. and KH. GHazvinian. 2011. Medicinal and aromatic plants, atributies and applications 1, Semnan, Iran, Samengan, 250 pp.
11. Norozpoor, G. and P. Rezvani Moghaddam. 2006. Effect of different irrigation intervals and plant density on oil yield and essences percentage of black cumin (*Nigella sativa* L.). Pajouhesh & Sazandegi, 73: 133-138 (In Persian).
12. 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).
13. 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).
14. Sharifi, P., H. Astereki and M.R. Safari Motlagh. 2014. Evaluation of genotype, environment and genotype × environment interaction effects on some of important quantitative traits of Faba Bean (*Vicia faba* L.), Journal of Crop Breeding, 6(13): 73-88 (In Persian).
15. Smith, D. 1970. Influence of temperature on the yield and chemical composition of five forage legume species. Agronomy Journal, 62: 520-525.
16. William, R.O. 2002. Introduced forage for south and south centeral Taxas. Taxas Agricultural Extension Service. http//: www.stephenville, tamu, edu/butter/forage soft establishment/introduced forage.
17. Yousefi Azarkhanian, 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).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]

Evaluation of Genotype and Environment Effects on Agro-Morphological Traits in Black Cumin (*Nigella Sativa* L.) Ecotypes

Mehdi Mohebodini[1], Narges Mehri[2] and Roghayeh Fathi[2]

1- Associate Professor, Department of Horticutural science, University of Mohaghegh Ardabili,
(Coressponding Author: Mohebodini@uma.ac.ir)
2- M.Sc. Student department of horticultural science, University of Mohaghegh Ardabili
Received: January 8, 2018 Accepted: November 10, 2018

Abstract

Black cumin (*Nigella sativa* L.) is one of the medicinal plants of Ranunculaceae family. Its seeds are containing oils, proteins, alkaloids (such as nigellicine and nigellidine), quinines (such as thymoquinone), sapiens and essential oil. Genetic diversity is important in breeding programs, so that selection depends on the existence of genetic diversity in traits. Therefore, an investigation was carried out to select the most successful Black cumin ecotype (s) and to assess the genetic diversity according to the morphological and agronomical traits in some of black cumin ecotypes at two locations based on randomized complete block design with 4 replications (in the research filed of Mohaghegh Ardabili University and Khalkhal city). The results of analysis of variance showed significant differences among studied traits in both locations, wich indicates the existance of genetic variation between ecotypes and the difference in location effect on yield and morphological traits of black cumin ecotypes. According to the results of correlation analysis, it can be concluded that the biological yield, leaf number, number of stem branches and number of flowers and follicle were the most important and effective traits affecting yield and considering that among genotypes, the biggest diversity were observed for these traits, therefore, selecting and breeding for these traits can ideally improve the grain yield. Comparison of means of grain yield showed that Karaj, Ardabil 1, Takestan, Hamadan, Lordegan ecotypes were superior to other ecotypes in both locations.

Keywords: *Nigella sativa* L, Genetic Diversity, Seed Yield, Correlation Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.29252/jcb.11.30.108]