Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و پنجم، شماره سوم، ۱۳۹۷
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2018.12268.2111

مطالعه همبستگی صفات و تجزیه علیت عملکرد دانه توده‌های سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.)

*محمود قربان‌زاده نقاب[1] و محمد زارع‌مهرجردی[2]
[1]دانشیار دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران،
[2]استادیار دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی شیروان، شیروان، ایران
تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: سیاه‌دانه با نام علمی *Nigella sativa* یک گیاه دارویی دولپه، علفی و یک‌ساله که متعلق به خانواده آلاله می‌باشد. این گیاه بومی غرب آسیا بوده که منشأ آن را خاورمیانه و شبه قاره هند گزارش کرده‌اند. مطالعات قبلی در سیاه‌دانه نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات عملکرد زیست‌توده، تعداد دانه در فولیکول، تعداد دانه در گیاه، ارتفاع بوته، تعداد انشعاب‌های ساقه و شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد. بیش‌ترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد زیست‌توده است. تنوع موجود در توده‌های سیاه‌دانه می‌تواند منبع مناسبی برای کارهای اصلاحی و تعیین روابط بین اجزای عملکرد دانه در این گیاه باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد دانه توده‌های بومی، روابط میان عملکرد و اجزای آن، تجزیه ضرایب همبستگی میان صفات و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد سیاه‌دانه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی و مطالعه ضرایب همبستگی و تجزیه علیت صفات مرتبط با عملکرد دانه ۱۶ توده بومی سیاه‌دانه (گرگان، گنبد، ارومیه، اهواز، جوین، دشت مغان، زابل، زاهدان، سبزوار، سراوان، شیروان، کاشمر، بجنورد، مریوان، مشهد و کرمان) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شیروان مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. صفات تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی، ۵۰ درصد گلدهی و اتمام گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در گیاه، وزن کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، زیست‌توده تک‌بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه در هکتار در این پژوهش اندازه‌گیری شدند. جهت تجزیه آماری از نرم‌افزار JMP4 و Statistiac v8 استفاده شد. تجزیه علیت برای عملکرد دانه بر اساس صفات باقی‌مانده توسط روش رگرسیون چندمتغیره توسط روش گام به گام انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

یافته‌ها: بر اساس تجزیه واریانس بین توده‌ها اختلاف معنی‌داری برای تمام صفات اندازه‌گیری‌شده وجود دارد. توده جوین و ارومیه بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی و توده گرگان کم‌ترین تعداد روز را دارا بود. توده جوین و گنبد به‌ترتیب با ۱۱۳۱ و ۲۷۲/۲ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه را داشتند. همبستگی عملکرد دانه با تعداد کپسول در گیاه، زیست‌توده گیاه، تعداد وزن کپسول، شاخه فرعی و شاخص برداشت بالا و مثبت بود. تجزیه رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که حدود ۶۸/۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه وابسته به صفت تعداد کپسول در بوته است. وقتی که صفت زیست‌توده، وزن هزاردانه و تعداد روز تا

* مسئول مکاتبه: ghorbanzadeh@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰ درصد گلدهی وارد مدل گردید که هر کدام به‌ترتیب ٤، ۲/٦ و ۱/۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. در تجزیه علیت تعداد کپسول در گیاه و وزن هزاردانه بیش‌ترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشتند. اثر زیست‌توده روی ۵۰ درصد گلدهی بیش‌تر ناشی از اثر غیرمستقیم از طریق تعداد کپسول در بوته بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که توده‌های سیاه‌دانه دارای پتانسیل ژنتیکی بالایی، جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی هستند، بنابراین می‌توان از طریق انتخاب ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب برای تولید یک رقم جدید اقدام نمود. تجزیه ضریب علیت به ما در تعیین اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات بر روی بر عملکرد دانه کمک می‌کند. تعداد کپسول در گیاه و وزن هزاردانه سهم مهمی بر عملکرد دانه سیاه دانه دارند، بنابراین انتخاب برای این صفات به احتمال زیاد می‌تواند منجر به بهبود عملکرد دانه سیاه‌دانه شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه علیت، رگرسیون

مقدمه

سیاه‌دانه با نام علمی *Nigella sativa* یک گیاه دارویی دولپه، علفی و یک‌ساله که متعلق به خانواده آلاله می‌باشد (۱۸). این گیاه بومی غرب آسیا بوده که منشأ آن را خاورمیانه و شبه‌قاره هند گزارش کرده‌اند (٦). این گیاه به‌صورت زراعی در هند، مصر و خاورمیانه کشت می‌گردد. سیاه‌دانه در اکثر نقاط ایران از جمله در اراک، اصفهان، کرمانشاه و در مناطقی از خراسان به‌طور خودرو می‌روید و در نواحی مختلفی از ایران از جمله خراسان نیز کشت می‌گردد (۱۹). رنگ برگ‌های سیاه دانه سبز خاکستری است. میوه کپسول آن ۵ قسمتی و دانه‌های آن معمولاً کوچک (۵-۱ میلی‌گرم) به رنگ خاکستری تیره یا سیاه است (۲۲). برای دانه آن خواصی مانند شیرآوری ضد نفخ، مسهل و ضد انگل، ضد صرع، ضد ویروس، ضد باکتری، ضد تومور، مسکن و کاهش‌دهنده قندخون، تقویت گردش خون، رفع ناراحتی کلیه، میگرن، اسهال، شل‌کننده عضلات صاف و محرک ایمنی ذکر نموده‌اند. بررسی‌های انجام گرفته بیانگر آن است که عملکرد گیاهان دارویی تحت‌تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است (۵، ۸، ۱۱ و ۱۵).

ذخیره ژرم‌پلاسم گیاهی یکی از گرانبهاترین سرمایه‌های طبیعی هر کشور محسوب می‌شود و کشور ایران از این لحاظ کشوری غنی و دارای موقعیت منحصر به فرد از نظر تنوع ژنتیکی در گونه‌های مختلف گیاهی از به‌خصوص گیاهان دارویی می‌باشد (۱۹ و ۲۳). ارقام سیاه‌دانه موجود در کشور دارای تنوع بسیار بالایی از نظر صفات کیفی و کمی هستند. توجه به جایگاه اقتصادی گیاهان دارویی در ایران و جهان و گسترش روزافزون کشت و تولید آن‌ها، شناخت توان ژنتیکی نهفته ارقام موجود از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (۷). در حقیقت با ارزیابی و بررسی صفات مختلف زراعی، به‌ویژه صفات مهمی که در عملکرد سیاه‌دانه مؤثر می‌باشند، در آینده می‌توان برنامه‌ریزی جهت اصلاح گیاه سیاه‌دانه را دقیق‌تر انجام داد.

بالا بردن عملکرد محصول دارویی شامل دانه و اسانس یکی از مهم‌ترین اهداف برای تمام گیاهان دارویی می‌باشد. عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تابعی از تغییرات صفات مختلف دیگر می‌باشد. وراثت‌پذیری آن کم و به‌شدت تحت‌تأثیر شرایط محیطی می‌باشد، بنابراین شناسایی صفات مؤثر بر آن ضروری است (١٤). یک شناخت کافی از نحوه ارتباط و میزان همبستگی ساده و چندگانه صفات مختلف در ارقام سیاه‌دانه در انتخاب هر ارقام مناسب در یک منطقه بسیار مهم بوده و از کارهای پایه

www.SID.ir

Archive of SID

ژنتیکی و زراعی می‌باشد که شناسایی این صفات جهت افزایش عملکرد دانه ضروری است. یکی از روش‌های بسیار مفید و کاربردی برای تجزیه و تحلیل این همبستگی‌ها و پی بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها تجزیه علیت می‌باشد (۹). با بررسی و اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناسی سیاه‌دانه و تعیین سهم هر یک از آن‌ها به‌عنوان علتی از عملکرد می‌توان در زمان کوتاه و با دقت بیش‌تر ارقامی را که دارای عملکرد بیش‌تری هستند را انتخاب و جهت کشت در یک منطقه توصیه نمود.

در دو گونه *Nigella damascene* و *Nigella Sativa* از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد تنوع بالایی را برای صفات مورد بررسی (زیست‌توده، تعداد دانه در کپسول، عملکرد روغن، عملکرد دانه و وزن هزاردانه گزارش شده است (٦). همچنین مشخص شد که در هر دو گونه تعداد دانه در کپسول، بیش‌ترین اثر را بر روی عملکرد دانه دارد (۱۰). در بررسی تنوع زراعی توده‌های سیاه‌دانه استان خراسان مشخص شد که شاخص برداشت و عملکرد زیست‌توده بیش‌ترین توارث‌پذیری را دارند. آن‌ها همبستگی عملکرد دانه را با صفات ارتفاع بوته، زیست‌توده و تعداد شاخه‌های فرعی را بالا گزارش کردند.

بین صفات عملکرد دانه در بوته با صفات عملکرد زیست‌توده، تعداد دانه در فولیکول، ارتفاع بوته، تعداد انشعاب‌های ساقه و شاخص برداشت همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد و صفات عملکرد زیست‌توده، تعداد دانه در فولیکول، تعداد انشعاب‌های ساقه و شاخص برداشت ۹۵ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند (۲۱). براساس ضرایب مسیر صفت عملکرد زیست‌توده و تعداد دانه در فولیکول بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند. همبستگی عملکرد دانه با عملکرد زیست‌توده و تعداد دانه در فولیکول مثبت و معنی‌دار است (۳). رضوان‌بیدختی و همکاران (۲۰) همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته، عملکرد زیست‌توده و وزن هزاردانه را مثبت و معنی‌دار گزارش نمودند. باردیده و همکاران (٤) اعلام کردند بیش‌ترین اثر مسقیم بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد زیست‌توده است.

کهریزی و همکاران (١٦) با مطالعه بر روی زیره سبز گزارش نمودند که صفات تعداد دانه در گیاه، تعداد چتر در گیاه، تعداد دانه در چتر، وزن هزاردانه و عملکرد زیست‌توده با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند.

امیرمرادی و رضوانی‌مقدم (۱) گزارش کردند که عملکرد دانه سیاه‌دانه با تعداد شاخه‌های جانبی همبستگی منفی و معنی‌دار و بیش‌ترین همبستگی بین تعداد کپسول در بوته با تعداد شاخه جانبی به‌دست آمد. موسی‌زاده و همکاران (۱۷) همبستگی عملکرد دانه با تعداد کپسول در گیاه را منفی و معنی‌دار و با شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار اعلام کردند.

تنوع موجود در توده‌های بومی سیاه‌دانه می‌تواند منبع مناسبی برای کارهای اصلاحی و تعیین روابط بین اجزای عملکرد دانه در این گیاه باشد. بنابراین ضروری به‌نظر می‌رسد که بررسی دقیق توده‌های بومی موجود در کشور جهت برنامه‌ریزی تحقیقات به‌نژادی و به زراعی بعدی صورت پذیرد. با توجه به اهمیت افزایش عملکرد دانه سیاه‌دانه و شناسایی صفات موثر در افزایش آن، پژوهش حاضر با هدف بررسی عملکرد دانه توده‌های بومی، روابط میان عملکرد و اجزای آن، تجزیه ضرایب همبستگی میان صفات و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد سیاه‌دانه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی و مطالعه ضرایب همبستگی و تجزیه علیت صفات مرتبط با عملکرد دانه ١٦ توده

www.SID.ir

Archive of SID

بومی سیاه‌دانه در مرزعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مجتمع آموزش عالی شیروان مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. در هر تکرار ۱۶ توده بومی (گرگان، گنبد، ارومیه، اهواز، جوین، دشت مغان، زابل، زاهدان، سبزوار، سراوان، شیروان، کاشمر، بجنورد، مریوان، مشهد و کرمان) در تاریخ ۹۱/۱/۲۸ کشت گردیدند. بافت خاک مزرعه رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۵ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود. pH خاک تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک ۷/۸۱ و EC خاک ۶/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به‌ترتیب ۳۱۴ میلی‌متر و ۲۱ درجه سانتی‌گراد بود. زمین موردنظر در پاییز سال ۱۳۹۰ شخم زده شد و در اوایل فروردین‌ماه ۹۱ طی دو نوبت به‌صورت عمود بر هم ریسک زده شد و سپس عملیات تسطیح توسط لولر صورت گرفت. کاشت بذور در ردیف‌هایی با فاصله ۲۵ سانتی‌متر و با تراکم یک میلیون بوته در هکتار انجام گردید. آبیاری به‌صورت نشتی انجام شد. عملیات وجین علف‌های هرز و تنک کردن دستی انجام شد.

صفات تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی، ۵۰ درصد گلدهی و اتمام گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در گیاه، وزن کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، زیست‌توده تک‌بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه در هکتار در این پژوهش اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه بعد از رسیدن محصول دو ردیف کناری و نیم متر از بالا و پایین هر کرت، به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای حذف گردید و تنها چهار ردیف وسط به طول دو متر جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه برداشت و پس از بوجاری توزین و براساس کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. پس از مرتب کردن داده‌ها جهت تجزیه آماری و پیش‌بینی روابط عملکرد و اجزای آن و حذف متغیرهای کم‌اهمیت و همچنین تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت از نرم‌افزار JMP4 و Statistiac v8 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول ۱ تجزیه واریانس، ۱۲ صفت مورد بررسی توده‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. اثر توده برای تمام صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار شد. این امر بیانگر این است که توده‌های مورد مطالعه تنوع ژنتیکی بالایی در تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده به‌خصوص عملکرد دانه، زیست‌توده، وزن هزاردانه، شاخص برداشت و تعداد کپسول در گیاه دارد (جدول ۲). بنابراین می‌توان از بین آن‌ها، ژنوتیپ‌هایی با صفات شاخص را انتخاب و در کارهای اصلاحی استفاده نمود. پژوهشگران پیش‌تر نیز تنوع قابل‌ملاحظه‌ای را در ژرم‌پلاسم سیاه‌دانه گزارش نموده‌اند (۲، ۱۲ و ۱۳).

مقایسات میانگین ۱۲ صفت مورد بررسی در ارقام سیاه‌دانه با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در جدول ۲ آمده است. توده جوین و ارومیه بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی، ۵۰ درصد گلدهی و ۱۰۰ درصد گلدهی را به‌خود اختصاص دادند و توده گرگان کم‌ترین تعداد روز را برای صفات فوق دارا بود. همچنین گزارش شده که تعداد روزهای کاشت تا گلدهی در ارقام دیررس بیش‌تر از ارقام متوسط رس و زودرس است (۱۰).

ارتفاع گیاه توده جوین با ۳۷/۹ سانتی‌متر بیش‌تر از سایر توده‌ها بود که این امر به این دلیل طولانی بودن دوره رشد رویشی در این توده و توده ارومیه و دشت مغان است. در حالی‌که توده‌های دارای دوره رشد رویشی کوتاه دارای ارتفاع کم‌تری هستند. پیش‌تر نیز پژوهشگران اعلام نمودند که ارتفاع گیاه به نوع رقم، تاریخ کاشت و عرض جغرافیایی منطقه بستگی دارد (۱۰ و ۲۱).

www.SID.ir

Archive of SID

توده‌های دارای عملکرد بالا تعداد شاخه‌های فرعی بیش‌تری داشتند (جدول ۲). توده‌های مورد آزمایش برای صفات تعداد کپسول در گیاه، وزن کپسول و تعداد دانه در کپسول واکنش‌های متفاوتی را نشان دادند. توده جوین و سراوان بیش‌ترین تعداد کپسول در گیاه و وزن کپسول را دارا بودند.

توده‌های مورد بررسی از نظر وزن هزاردانه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. توده مریوان با ۲/۵٦ گرم بیش‌ترین و توده جوین و سراوان با ۱/٥٤ گرم کم‌ترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص دادند. کاهش وزن دانه در توده‌های دیررس (سراوان و ارومیه) به‌دلیل طولانی بودن دوره رشد آن‌ها و همچنین برخورد دوره پر شدن دانه با روزهای کوتاه آخر فصل رشد و درجه حرارت‌های سرد این دوران می‌باشد که سرعت رشد کاهش یافته و رقابت بین دانه‌ها و اندام‌های رویشی در تجمع مواد فتوسنتزی زیادتر شده و وزن صددانه کاهش می‌یابد (۱۳). توده جوین به‌دلیل کوتاه بودن دوره رشد، تعداد زیاد دانه در بوته، رقابت بین دانه‌ها و اندام‌های رویشی، مواد فتوسنتزی کم‌تری را در دانه‌ها ذخیره کرده است و وزن هزاردانه آن کاهش پیدا نموده است.

توده جوین با ۱۱۳۱ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را دارا بود. توده سراوان با عملکردی معادل ۹۵۱ کیلوگرم در هکتار بعد از توده جوین بیش‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند که عملکرد آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). عملکرد بالای این ارقام را می‌توان به بالا بودن مقدار صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول، وزن کپسول، بیوماس و شاخص برداشت نسبت داد. عملکرد دانه سایر توده‌ها کم‌تر از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود.

ارقام دیررس به‌دلیل استفاده بیش‌تر از فصل رشد و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه‌ها از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. همبستگی قوی عملکرد دانه با ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعدا کپسول، وزن کپسول، بیوماس بوته و شاخص برداشت بیانگر تأثیر پارامترهای فوق بر روی عملکرد دانه است. از طرف دیگر تعداد روزهای کاشت تا شروع گلدهی و ۵۰ درصد گلدهی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشت بنابراین توده‌های جوین و سراوان که دارای تعداد روزهای بیش‌تری بودند عملکرد بالایی داشتند و توده‌های زودرس که دارای کم‌ترین مقدار در صفت تعداد روزهای کاشت تا گلدهی بودند عملکرد پایینی را به خود اختصاص دادند. (جدول ۲). پژوهش‌ها نشان داده است که عملکرد بذر سیاه‌دانه در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد و بستگی به ژنوتیپ و شرایط اقلیمی محل رویش دارد (٦). از این‌رو تفاوت موجود بین نتایج به‌دست آمده و نتایج بعضی پژوهشگران منطقی می‌باشد.

جدول ۳ ضریب همبستگی ساده بین ۱۲ صفت مورد بررسی را در توده‌های سیاه‌دانه نشان می‌دهد. بیش‌ترین همبستگی ساده بین صفات مربوط به صفت شروع گلدهی با ۵۰ درصد گلدهی ($r=۰/۹۷^{**}$) به‌دست آمد. کم‌ترین همبستگی بین تعداد دانه در کپسول با زیست‌توده ($r=۰/۱٤$) مشاهده گردید. بیش‌ترین همبستگی عملکرد دانه با تعداد کپسول در گیاه ($r=۰/۸۲^{**}$) به‌دست آمد. از بین صفات اندازه‌گیری‌شده تنها وزن هزاردانه با صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، ۵۰ درصد گلدهی، ۱۰۰ درصد گلدهی و ارتفاع گیاه همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. بنابراین با افزایش تعداد روزهای کاشت تا گلدهی مدت زمان ذخیره مواد غذایی در ارقام افزایش پیدا نموده و مواد غذایی بیش‌تری در دانه ذخیره می‌شوند. همبستگی صفات نشان داد که با افزایش صفات تعداد کپسول در گیاه، وزن کپسول، زیست‌توده بوته، ارتفاع گیاه، ۵۰ درصد گل‌دهی و تعداد شاخه فرعی عملکرد دانه سیاه‌دانه در هکتار افزایش یافت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برای ۱۲ صفت مورد بررسی در توده‌های سیاه‌دانه.

Table 1. Results of analysis of variance for 12 traits in black cumin ecotypes.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	عملکرد Yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index	زیست‌توده Biomass per plant (gr)	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seeds weight (gr)	تعداد دانه در کپسول seed number per follicle	وزن یک کپسول follicle Weight (gr)	تعداد کپسول Number of follicle	تعداد شاخه فرعی Number of stem breanch	ارتفاع گیاه Plant height	پایان گل‌دهی End of flowering	پنجاه درصد گل دهی 50% of flowering	شروع گل دهی Begin of flowering
تکرار Replication	2	12536	0.0016	0.26	0.1	42.6	0.001	6.68	0.68	7.73	0.39	0.54	0.409
توده Ecotype	15	222770**	0.162**	3.1**	2.69*	1078**	0.003**	70.5**	7.27**	157.6**	54.6**	62.3**	46.7**
خطا Error	30	1149	0.0003	0.04	0.031	10.48	0.00091	2.74	0.91	0.22	1.52	0.56	2.52
کل Total	47												
%CV		23.2	18.9	22.3	15.2	13.4	21.1	25.3	15.3	10.6	0.974	1.22	1.13

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

*, ** Significant at the 5% and 1% level, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین صفات مورد بررسی در توده‌های سیاه‌دانه.

Table 2. Average of evaluated characters in black cumin ecotypes.

توده Ecotype	عملکرد Yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index	زیست‌توده Biomass per plant (gr)	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seeds weight (gr)	تعداد دانه در کپسول seed number per follicle	وزن یک کپسول follicle Weight (gr)	تعداد کپسول Number of follicle	تعداد شاخه فرعی Number of stem branch	ارتفاع گیاه Plant height	پایان گل‌دهی End of flowering	پنجاه درصد گل‌دهی 50% of flowering	شروع گل‌دهی Begin of flowering
گرگان Gorgan	492 ^{de}	0.21 $^{b-f}$	2.52 ^{cd}	2.21 $^{a-d}$	78 ^{a}	0.13 $^{b-e}$	11.4 ^{bc}	5.8 ^{bcd}	29.9 ^{b}	61.3 ^{g}	54 ^{h}	52.3 ^{h}
گنبد Gonbad	272.7 ^{fgh}	0.17 $^{e-h}$	1.52 ^{efg}	2.01 $^{a-e}$	31.5 ^{fgh}	0.13 $^{b-e}$	8 $^{b-e}$	5.8 ^{bcd}	29.5 ^{b}	62.7 $^{c-f}$	57.3 ^{fg}	54 ^{g}
ارومیه Oromieh	323 $^{e-h}$	0.14 $^{f-i}$	2.3 ^{cde}	1.54 ^{e}	52 ^{cd}	0.17 ^{abc}	10.8 ^{bcd}	6.7 ^{abc}	38.8 ^{a}	74.3 ^{a}	70.3 ^{a}	66 ^{a}
اهواز Ahvaz	378 ^{efg}	0.18 $^{d-g}$	1.98 $^{c-f}$	2.04 $^{a-e}$	64.4 ^{b}	0.15 $^{b-e}$	7.4 ^{cde}	4.5 ^{def}	20.2 ^{cd}	63 $^{b-e}$	56.3 ^{g}	54.7 ^{efg}
بجنورد Bojnoord	173.3 ^{gh}	0.25 $^{a-d}$	0.54 ^{h}	1.76 ^{de}	26.3 ^{gh}	0.09 ^{e}	4.4 ^{e}	3.1 ^{f}	24.7 ^{bc}	62.7 $^{c-f}$	58.3 ^{def}	54.7 ^{efg}
جوین Jovian	1131 ^{a}	0.32 ^{a}	3.97 ^{a}	1.54 ^{e}	82 ^{a}	0.19 ^{ab}	19.5 ^{a}	7 ^{ab}	37.9 ^{a}	75.3 ^{a}	71.3 ^{a}	66.3 ^{a}
دشت مغان Dasthe moghan	663.7 ^{cd}	0.27 ^{abc}	2.46 ^{cde}	2.16 $^{a-d}$	32.7 ^{efg}	0.19 ^{ab}	12.5 ^{b}	7.8 ^{a}	37 ^{a}	62.7 $^{c-f}$	59 ^{cde}	55.7 ^{cde}
زابل Zabol	133 ^{h}	0.12 ^{ghi}	0.81 ^{gh}	1.88 $^{b-e}$	42.3 ^{def}	0.1 ^{de}	6.1 ^{de}	4.8 ^{de}	17.8 ^{d}	63.3 ^{bcd}	60 ^{bc}	57.3 ^{b}
زاهدان Zahedan	459.7 ^{ef}	0.23 $^{b-e}$	1.93 $^{c-f}$	2.22 $^{a-d}$	44 ^{de}	0.15 $^{b-e}$	8.7 $^{b-e}$	4.4 ^{def}	20.3 ^{cd}	62.3 $^{d-g}$	58.7 ^{def}	55.7 ^{cde}
سبزوار Sabzevar	334.7 $^{e-h}$	0.26 ^{abc}	1.26 ^{fgh}	2.22 $^{a-d}$	66.2 ^{b}	0.15 $^{b-e}$	6.9 ^{cde}	3.7 ^{ef}	22 ^{cd}	62.7 $^{c-f}$	59.7 ^{cd}	56.7 ^{bc}
سراوان Saravan	951.3 ^{ab}	0.31 ^{a}	3.42 ^{ab}	2.29 $^{a-d}$	20.2 ^{h}	0.22 ^{a}	23.1 ^{a}	7.2 ^{ab}	28.7 ^{b}	61.7 ^{fg}	58.7 ^{def}	55.3 ^{def}
شیروان Shirvan	397.7 ^{ef}	0.1 ^{hi}	3.71 ^{ab}	1.84 ^{cde}	51.5 ^{cd}	0.15 $^{b-e}$	9.5 ^{bcd}	5 ^{de}	28.7 ^{b}	62 ^{efg}	58 ^{ef}	55 $^{d-g}$
کاشمر Kashmar	444.7 ^{ef}	0.28 ^{ab}	1.57 $^{d-g}$	2.47 ^{ab}	38.7 ^{ef}	0.13 $^{b-e}$	7.8 $^{b-e}$	5.1 ^{de}	17.6 ^{d}	64 ^{b}	61 ^{b}	56 ^{cd}
کرمان Kerman	471.3 ^{def}	0.2 $^{c-f}$	2.22 $^{c-f}$	2.42 ^{abc}	58 ^{bc}	0.17 ^{abc}	8.6 $^{b-e}$	5.2 ^{cde}	22.1 ^{cd}	63.7 ^{bc}	58.7 ^{def}	54.3 ^{fg}
مریوان Marivan	771.7 ^{bc}	0.28 ^{ab}	2.81 ^{bc}	2.56 ^{a}	62.1 ^{bc}	0.16 ^{bcd}	10.7 ^{bcd}	5.3 ^{cde}	17 ^{d}	61.3 ^{g}	58.3 ^{def}	54.7 ^{efg}
مشهد Mashhad	317.3 $^{e-h}$	0.08 ^{i}	3.48 ^{ab}	2.02 $^{a-e}$	25 ^{gh}	0.12 ^{cde}	7.5 $^{b-e}$	4.6 ^{def}	27.2 ^{b}	62.3 $^{d-g}$	58.3 ^{def}	55 $^{d-g}$

* اعداد دارای حروف غیرمشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

* The numbers with non-similar letters have not significantly different at 5%.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ضریب همبستگی ساده بین صفات در توده‌های سیاه‌دانه.

Table 3. Simple correlation coefficient between traits in black cumin ecotypes.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	0.97**	0.95**	0.52**	0.33*	0.32*	0.27	0.28*	-0.5**	0.21	0.08	0.28*	۱- شروع گل‌دهی Begin of flowering
	1	0.95**	0.49**	0.35*	0.33*	0.28*	0.22	-0.4**	0.22	0.14	0.32*	۲- پنجاه درصد گل‌دهی 50% of flowering
		1	0.56**	0.36*	0.31*	0.27	0.35*	-0.5**	0.22	0.08	0.28	۳- صد درصد گل‌دهی End of flowering
			1	0.60**	0.50**	0.42**	0.03	-0.5**	0.46**	-0.0	0.34*	٤- ارتفاع گیاه Plant height
				1	0.73**	0.65**	0.05	-0.0	0.51**	0.19	0.58**	٥- تعداد شاخه فرعی Number of stem branch
					1	0.72**	0.09	-0.0	0.67**	0.39**	0.82**	٦- تعداد کپسول Number of follicle
						1	0.17	-0.0	0.52**	0.29*	0.63**	۷- وزن یک کپسول Weight of one follicle
							1	-0.0	0.14	0.12	0.21	۸- تعداد دانه در کپسول Seed number in follicle
								1	-0.0	0.36*	0.09	۹- وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seeds weight
									1	-0.0	0.70**	۱۰- زیست‌توده Biomass per plant
										1	0.61**	۱۱- شاخص برداشت Harvest index
											1	۱۲- عملکرد Yield

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

*, ** Significant at the 5% and 1% level, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جهت پیش‌بینی روابط عملکرد و اجزای آن و حذف متغیرهای کم‌اهمیت و انجام تجزیه علیت، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد. عملکرد دانه در هکتار به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات اندازه‌گیری‌شده به‌عنوان متغیر مستقل مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه بر روی همه توده‌ها نشان داد که صفت تعداد کپسول در بوته مهم‌ترین صفتی است که حدود ٦٨/٥ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. پس از تعداد کپسول در بوته صفت زیست‌توده وارد مدل گردید که به همراه تعداد کپسول در بوته، ٧٢/٥ درصد تغییرات عملکرد دانه را تبیین کرد. بعد از این صفت به‌ترتیب وزن هزاردانه و٥٠ درصد گلدهی وارد مدل گردیدند که هر کدام به‌ترتیب ٢/٦ و ١/٢ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری در مدل نداشتند. بنابراین علت اصلی اختلاف در عملکرد دانه در توده‌ها را می‌توان به‌طور عمده به تفاوت آن‌ها در تعداد کپسول در بوته مربوط دانست (جدول ٤). پژوهشگران دیگر (٢٠ و ٢١) نیز نشان دادند تعداد کپسول، وزن هزاردانه و زیست‌توده گیاه صفات مهم تعیین‌کننده عملکرد دانه هستند.

با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که اجزاء تعیین‌کننده عملکرد دانه در هکتار توده‌های سیاه‌دانه شامل تعداد کپسول در بوته، زیست‌توده، وزن هزاردانه و ٥٠ درصد گلدهی بودند، بنابراین انتخاب این چهار صفت می‌تواند منجر به افزایش عملکرد دانه و تولید ارقامی با عملکرد بالا گردد. البته این امر با توجه به نقش جبرانی این اجزاء تا زمانی که تعادل بین منبع و مخزن برقرار باشد، امکان‌پذیر است. بنابراین به احتمال زیاد انتخاب بر اساس این صفات که وارد مدل گردیده‌اند می‌تواند به ایجاد گیاهانی با عملکرد بالا منجر گردد.

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان داد که بخش مهمی از عملکرد دانه توده‌های سیاه‌دانه (R^2=٠/٧٥٨) مربوط به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تعداد کپسول در گیاه، وزن هزاردانه، زیست‌توده گیاه و ٥٠ درصد گلدهی می‌باشد. تعداد کپسول اثر مستقیم و بالایی (٠/٥٨٧) را بر روی عملکرد دانه داشت. در جدول ضریب همبستگی نیز مشاهده شد که این متغیر بیش‌ترین همبستگی مثبت را با عملکرد دانه داشت و در تجزیه رگرسیون گام به گام نیز نخستین صفتی بود که وارد مدل شد. وزن هزاردانه و ٥٠ درصد گلدهی به‌ترتیب با ضرایب علیت ٠/١٧٥ و ٠/٢٩٣ اثر مستقیم مثبتی را بر روی عملکرد دانه داشتند. اثر غیرمستقیم ٥٠ درصد گلدهی از طریق تعداد کپسول در گیاه مثبت و بالا بود بنابراین تأثیر ٥٠ درصد گلدهی بر روی عملکرد دانه به‌طور عمده ناشی از اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد کپسول در گیاه است (جدول ٤).

اثر مستقیم زیست‌توده بر روی عملکرد دانه متوسط (٠/٢٩٣) بود در حالی‌که اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد کپسول در گیاه (٠/٣٩٦) بیش‌تر از اثر مسقیم آن است، بنابراین باید از طریق اثر غیرمستقیم این صفت از طریق سایر صفات، این جزء از عملکرد را افزایش داد که این امر با همبستگی بالای زیست‌توده با تعداد کپسول در گیاه ($r=٠/٦٧^{**}$) نیز هماهنگی دارد. اثر غیرمستقیم زیست‌توده از طریق وزن هزاردانه و ٥٠ درصد گلدهی ناچیز می‌باشد.

اثر وزن هزاردانه بر روی عملکرد دانه به‌طور عمده ناشی از اثر مستقیم ان است و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد کپسول، زیست‌توده گیاه و ٥٠ درصد گلدهی منفی و بسیار کم است. سایر پژوهشگران نیز اعلام داشتند که با افزایش تعداد کپسول و زیست‌توده وزن هزاردانه کاهش می‌یابد (١٢ و ٢٠).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان داد که بخش مهمی از عملکرد دانه توده‌های سیاه‌دانه (R^2=۰/۷۵۸) مربوط به اثرات مستقیم و غیرمستقیم وزن تعداد کپسول در گیاه، وزن هزاردانه، زیست‌توده گیاه و ۵۰ درصد گلدهی می‌باشد و آشکار است که متغیرهای دیگر نیز از طریق این چهار صفت بر عملکرد دانه مؤثر خواهند بود.

جدول ٤- اثر مستقیم و غیرمستقیم چهار متغیر بر عملکرد دانه توده‌های سیاه‌دانه.

Table 4. Direct and indirect effects of four variables on grain yield in black cumin ecotypes.

متغیر Variable	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق In direct effect by				همبستگی کل Total correlation
		۵۰ گلدهی 50% of flowering	تعداد کپسول در گیاه Number of follicle	بیوماس بوته Biomass	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 Seeds weight	
۵۰ گلدهی 50% of flowering	0.175	-	0.197	0.066	-0.116	0.323
تعداد کپسول در گیاه Number of follicle	0.587	0.059	-	0.198	-0.015	0.828
بیوماس بوته Biomass	0.293	0.040	0.396	-	-0.022	0.707
ورن ۱۰۰۰ دانه 1000 Seeds weight	0.243	-0.083	-0.037	-0.026	-	0.096

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی گرچه اطلاعاتی را پیرامون توانمندی‌های موجود در ذخائر ژنتیکی سیاه‌دانه فراهم می‌نماید، ولی به‌کارگیری توده‌های بیش‌تر و ارزیابی طیف وسیع‌تری از ژرم‌پلاسم موجود در ایران و جهان می‌تواند در تسریع و افزایش بازده اصلاح و عملکرد دانه مفید باشد. توده‌های جوین و سراوان به‌ترتیب با عملکرد دانه ۱۱۳۱ و ۹۵۱ کیلوگرم در هکتار توده‌هایی مناسب برای کاشت در این منطقه هستند بنابراین توصیه می‌گردد آزمایش‌های به زراعی بیش‌تری در مورد آن‌ها صورت گیرد. در مجموع نتایج به‌دست آمده نشان داد که توده‌های سیاه‌دانه مورد مطالعه دارای پتانسیل ژنتیکی بالایی، جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی هستند، بنابراین می‌توان از طریق برنامه‌های به‌نژادی نسبت به انتخاب و تولید ارقام با خصوصیات زراعی مطلوب اقدام نمود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی مجتمع آموزش عالی شیروان به‌خاطر تامین هزینه‌های این طرح سپاسگزاری می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Amir Moradi, S. and Rezvani Moghaddam, P. 2011. Effect of plant density and time of nitrogen application on morphological, phenological characteristics, yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). J. Hortic. Sci. 25: 3. 260-251. (In Persian with English Summary)

2.Atta, M.B. 2003. Some characteristics of (*Nigella sativa* L.) Seed cultivated in Eggept and its lipid profil. Food Chem. J. 83: 1. 63-68.

3.Bahrami Najad, S. and Papzan, A. 2006. Effect of row spacing on different characteristics of black cumin (*Nigella sativa* L.) under Kermanshah conditions. Iran. J. Crop Sci. 8: 3. 241-249. (In Persian with English Summary)

4.Bardideh, K., Kahrizi, D. and Ghorbani, M. 2013. Character association and path analysis of black cumin (*Nigella sativa* L.) genotypes under different irrigation regimes. Notulae Sci. Biol. 5: 1. 104.

5.Bhat, S.A., Thenua, O.V.S., Shivakumar, B.G. and Malik, J.K. 2005. Performance of summer green gram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) as influenced by biofertilizers and phosphorus nutrition. Haryana J. Agro. 21: 2. 203-205.

6.Dantuono, L.F., Moretti, A. and Lovato, A.F.S. 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.

7.Davazdahemami, S. and Majnoon Hosseini, N. 2007. Agriculture and the Production of Some Medicinal Plants and Spices. Tehran University Press. 300p. (In Persian)

8.David, R.W., Omar, A.G. and Peter, A.C. 1998. The in vitro antitumor actevety of some crude and purified components of blak seed *Nigella sativa*. Anticancer Res. 18: 27-32.

9.Dillon, W.R. and Goldestion, M. 1984. Multivation Analysis Method and Application. Jhon Wiley and Sons.Inc.

10.Faravani, M., Razavi, A.R. and Farsi, M. 2006. Study of variation in some agronomic and anatomic characters of *Nigella sativa* L. landraces in Khorasan. Iran. J. Med. Aromat. Plants. 22: 3. 193-197. (In Persian with English Summary)

11.Ferdous, A.J., Islam, S.N., Ashan, M., Hasan, C.M. and Ahmed, Z.U. 1992. In vitro antibacterial activity of the volatile oil of *Nigella sativa* seeds against multiple drug resistant isolates of *Shigella* spp. and isolated of *Vibrio chloerae* and isolated of *Escherichia coli*. Phytotherapy Rese. 6: 137-140.

12.Filippo, L., Moretti, A. and Lovat, A. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. Indus. Crop Prod. 15: 59-69.

13.Golparvar, A.R., Amin Hadipanah, A. and Salehi, S. 2014. Investigation of seed yield and oil quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) Ecotypes cultivated in Isfahan province. Elec. J. Biol. 10: 1. 7-13.

14.Halluer, A.R. and Miranda, J.B. 1998. Quantitative Genetic in Maize Breeding. Iowa State University, Press, Ames Iowa USA.

15.Hanafy, M.S.M. and Hatem, M.E. 1991. Studies on the antimicrobial activity of *Nigella sativa* L. seed (black cumin). J. Ethnopharm. 34: 2. 275-278.

16.Kahrizi, D., Aziz, K. and Haghi, Y. 2011. Relationships among yield and yield components and essence in cumin (*Cuminum cyminum* L.) under different climate conditions. Biharean Biol. 5: 1. 63-68.

17.Mosazadeh, M., Baradaran, R. and Segatoleslami, M.G. 2001. Study the effect of plant density and spray fertilizer on yield, yield components and harvest index black cumin (*Nigella sativa* L.). Iran. J. Field Crops Res. 8: 1. 42-48. (In Persian with English Summary)

18.Mozaffarian, V. 2003. Dictionary of Iranian Plant Names. Press Farhang Moeaser. 362p. (In Persian)

19.Omid Beigi, R. 2000. Approaches to the Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. I). Tarrahan-e-Nashrpress. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

20.Rezvan Beidokhti, Sh., Sanjani, S., Dashtban, A. and Hesam Arefy, I. 2012. Evaluation of yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.) under different plant density and limited irrigation condition. Iran. J. Field Crops Res. 10: 2. 382-391. (In Persian with English Summary)

21.Salamati, M.S. and Zeinali, H. 2013. Evaluation of genetic diversity of some (*Nigella sativa* L.) genotypes using agro-morphological characteristics. Iran. J. Med. Aromat. Plants. 29: 1. 201-214. (In Persian with English Summary)

22.Zargari, A. 1989. Medical plants (Volume I). Tehran University Press. Pp: 33-34.

23.Zinali, H. 2003. Variation in agronomic traits cytogenetic, phytochemical in Iranian mints. PhD Thesis, Faculity of Agriculture. Isfahan University of Technology. (In Persian with English Summary)

www.SID.ir