دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در جمعیت‌های انیسون ایران (*Pimpinella anisum* L.) بر مبنای تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت

اعظم ملکی[۱]، جلال صبا[۲]، مجید پوریوسف[۲]، حسین جعفری[۳] و علی اشرف جعفری[۴]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، (نویسنده مسوول: malekyaz@gmail.com)
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان
۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی زنجان
۴- استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۲

چکیده

به منظور تعیین مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد دانه در گیاه انیسون بر مبنای تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت، آزمایشی با استفاده از ۱۲ جمعیت انیسون در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ انجام گرفت. صفات مورد مطالعه شامل روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی کامل، دوره پرشدن دانه، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی، تعداد ساقه فرعی، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب، اختلاف معنی‌دار بین جمعیت‌های مورد مطالعه در تمامی صفات مورد بررسی را نشان داد. صفات روز تا رسیدگی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان داد صفات تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. تجزیه علیت نیز نشان داد که بخش عمده همبستگی این صفات با عملکرد دانه را اثر مستقیم آن‌ها تشکیل می‌دهد. بنابراین، از آنجایی که تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر با هم رابطه منفی ندارند، می‌توان گزینش ژنوتیپ‌های انیسون را با توجه به این دو صفت جهت اصلاح غیرمستقیم عملکرد دانه توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: انیسون (*Pimpinella anisum* L.)، اجزای عملکرد، تعداد دانه در چتر، تعداد چتر، گزینش غیرمستقیم

مقدمه

انیسون با نام علمی *Pimpinella anisum* L. از خانواده چتریان (*Apiaceae*) گیاهی است علفی، یکساله و دیپلویید که منشأ آن سواحل غربی دریای مدیترانه، مصر و آسیای صغیر گزارش شده است. گیاه انیسون، ساقه‌ای استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر و ریشه‌ای مخروطی و ظریف به طول ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر دارد و برگ‌ها به‌طور متناوب در طول ساقه پراکنده‌اند (۱۷). دانه این گیاه، فندقه دو قسمتی، تخم‌مرغی شکل یا گلابی شکل وارونه به رنگ سبز مایل به خاکستری تا قهوه‌ای روشن با بوی شیرین است. میوه‌های انیسون حاوی ۱/۵ تا ۶ درصد اسانس، ۸ تا ۱۱ درصد اسیدهای چرب از جمله پالمیتیک و اولئیک، ۴ درصد کربوهیدرات و ۱۸ درصد پروتئین می‌باشد (۸). در طب سنتی، انیسون گیاهی شیرین و گرم و خشک و مسکن دردها، عرق‌آور و بادشکن شناخته شده است. مصرف این گیاه سبب بهبود دستگاه گوارش شده، برای کبد و دستگاه گردش خون مفید بوده و دارای خاصیت ضدسرفه و اثرات استروژنیک می‌باشد (۵). اسانس دانه انیسون خواص ضد باکتری، ضد قارچ، ضد ویروس، ضد انگل (۱۶)، ضد درد و تشنج (۲۳) بوده، اثرات آنتی اکسیدانی قوی (۱۹) داشته و در ترمیم زخم‌های معده مؤثر است (۳). این اسانس در تهیه صابون‌ها و شوینده‌ها و لوازم آرایشی- بهداشتی نیز استفاده می‌شود (۱۶). مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده اسانس انیسون، ترانس آنتول ($C_{10}H_{12}O$) است که تا ۹۵ درصد اسانس روغنی دانه (میوه) را تشکیل می‌دهد (۴). عملکرد دانه یک صفت کمی است و به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار داشته (۱۸) و گزینش مستقیم برای بهبود آن موثر نبوده است. بنابراین، اصلاح‌گران معمولاً ترجیح می‌دهند که عملکرد دانه را به‌طور غیرمستقیم از طریق اجزای عملکرد افزایش دهند (۲۷). برای اصلاح غیرمستقیم عملکرد دانه اطلاع از نحوه و میزان تأثیر صفات مختلف بر آن ضروری است. از آنجایی که تجزیه همبستگی ساده عملکرد دانه با سایر صفات، اطلاعات کاملی در مورد اهمیت هر یک از اجزا موثر در عملکرد دانه نمی‌دهد (۹) برای تعیین سهم صفات مهمی که ارتباط معنی‌داری با عملکرد دانه دارند از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام (۱۲) و به منظور تعیین ماهیت روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه، تجزیه علیت به‌طور گسترده در برنامه‌های اصلاح نباتات استفاده می‌شود. در واقع تجزیه علیت یک روش آماری است که ضرایب همبستگی را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم آن تقسیم می‌کند. به‌طوری‌که، می‌توان سهم هر یک از صفات در عملکرد را برآورد کرد (۲۶،۹). به عبارت دیگر در این روش اهمیت نسبی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات زراعی موثر بر عملکرد دانه تعیین می‌شود. در مطالعه قنبری و همکاران (۱۰) نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام صفات در نه اکوتیپ زیره مشخص نمود که صفات تعداد دانه در بوته، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه در بوته داشته و بیش از ۹۳ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. همچنین با توجه به نتایج حاصل از تجزیه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]
[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

علیت، تعداد چتر در بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشت. اثر غیرمستقیم این صفت از طریق تعداد دانه در چتر مثبت و از طریق وزن هزار دانه منفی بود. اثر مستقیم تعداد دانه در چتر بر عملکرد مثبت بود، در حالی که این صفت بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه از طریق تعداد چتر در بوته داشت. بهرامی‌نژاد و همکاران (۶) نیز در بررسی ۴۹ توده زیره سیاه گزارش کردند که تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در چتر و طول دانه، در مجموع ۸۹ درصد از تغییرات خطی عملکرد دانه را توجیه می‌کنند. همچنین تجزیه علیت نیز نشان داد که تعداد دانه در بوته بیشترین اثر مستقیم و از طریق تعداد دانه در بوته بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه زیره دارد. قاسمی (۱۱) در بررسی روابط بین صفات زراعی مختلف زیره سبز و برآورد شاخص انتخاب با هدف گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، گزارش نمود که عملکرد دانه همبستگی بالایی با صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک، تعداد دانه در بوته، وزن کاه و کلش و وزن بیولوژیک دارد. همچنین صفات تعداد دانه در بوته و وزن کاه و کلش وارد مدل رگرسیونی شده و درصد بالایی از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. نتایج تجزیه علیت نیز نشان داد تعداد دانه در بوته بیشترین اثر مستقیم و صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن کاه و کلش بیشترین اثرات غیرمستقیم را از طریق تعداد دانه در بوته بر عملکرد دانه دارا می‌باشند. نتایج بررسی ارتباط بین عملکرد دانه و اجزاء آن در برنج با استفاده از تجزیه علیت نیز نشان داد که بیشترین اثرات مستقیم مربوط به صفات تعداد پنجه بارور، تعداد کل دانه در خوشه (۷)، وزن هزاردانه و تعداد دانه پر در خوشه (۱۴) بوده و می‌توان این صفات را به‌عنوان معیار انتخاب غیرمستقیم برای بهبود عملکرد دانه و استفاده در پروژه‌های اصلاحی برنج توصیه نمود. انیسون از گیاهان دارویی مهم و سودآوری است که به دلیل درصد و خلوص بالای آنتول موجود در اسانس دانه‌های آن، در سال‌های اخیر توجه بیشتری به این گیاه شده و تحقیقات وسیعی در زمینه تولید این گیاه انجام گرفته است. ولی، تاکنون مطالعه‌ای در راستای اصلاح و گزینش غیرمستقیم عملکرد دانه انجام نشده است. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر عبارت از تعیین مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده و صفات مؤثر بر عملکرد دانه در گیاه انیسون بود.

مواد و روش‌ها

چهار جمعیت انیسون از چهار منطقه ایران (کرمان، اصفهان، بیرجند و سبزوار) جمع‌آوری شده و به همراه هشت جمعیت اخذ شده از بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، در مجموع ۱۲ جمعیت انیسون مورد مطالعه را تشکیل دادند (جدول ۱). آزمایش طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دانشگاه زنجان واقع در ۶ کیلومتری شهر زنجان، در عرض جغرافیایی ´۴۱، °۳۶ شرقی، طول جغرافیایی ´۲۷، °۴۸ شمالی، ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا، میانگین دمای سالانه ۱۱/۱ درجه سانتیگراد، متوسط بارندگی سالانه ۳۱۱/۱۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۵۴ درصد و بافت خاک لومی‌رسی است. ابعاد هر واحد آزمایشی ۱/۵×۱ متر شامل سه ردیف کاشت بود که فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های هر ردیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از رشد بوته‌ها و رسیدگی کامل بذرها برای ارزیابی صفات مربوط به تک بوته، از هر واحد آزمایشی هفت بوته به تصادف انتخاب شده و متوسط داده‌های به دست آمده از این بوته‌ها به‌عنوان داده آن کرت ثبت گردید. صفات مورد ارزیابی شامل صفات روز تا گلدهی (فاصله زمانی کاشت تا گلدهی)، روز تا رسیدگی کامل (فاصله زمانی کاشت تا رسیدگی کامل)، دوره پر شدن دانه (فاصله زمانی بین گلدهی تا رسیدگی کامل)، ارتفاع بوته (ارتفاع بوته از سطح زمین تا بالاترین چتر بوته برحسب سانتی‌متر)، تعداد ساقه اصلی (تعداد ساقه‌هایی که از محل طوقه منشعب شدند)، تعداد ساقه فرعی (تعداد ساقه‌هایی که از ساقه‌های اصلی منشعب شدند)، تعداد چتر در بوته (کل چترهای بارور و پوک در هر بوته)، تعداد چترک در چتر (میانگین تعداد چترک‌های شمارش شده در حداقل ده چتر از هر بوته)، تعداد دانه در چتر (میانگین تعداد دانه‌های شمارش شده در حداقل ۲۰ چتر از هر بوته)، عملکرد دانه در بوته (بر حسب گرم)، عملکرد زیست‌توده (وزن کل بخش هوایی بوته پس از ۴۸ ساعت خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد، برحسب گرم)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) به عملکرد زیست‌توده) و وزن هزار دانه (برحسب گرم) بودند

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

جدول ۱- مشخصات مناطق جمع آوری جمعیت‌های انیسون مورد مطالعه

Table 1. Specifications of collecting areas of studied anise populations

شماره جمعیت	محل جمع‌آوری	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	متوسط دمای سالانه (°C)
۱	آذربایجان شرقی	۳۸° ۵۲′	۴۶° ۲۸′	۱۳۴۵	۳۳۰/۱	۱۱/۹
۲	اراک	۴۹° ۴۰′	۳۴° ۰۰′	۱۷۰۸	۳۴۱/۷	۱۴
۳	اصفهان	۵۱° ۴۳′	۳۲° ۳۹′	۱۵۷۰	۱۲۲/۸	۱۴
۴	البرز	۵۲° ۰۰′	۳۶° ۰۲′	۱۳۸۰	۲۴۳/۸	۱۴/۲
۵	بیرجند	۵۹° ۱۳′	۳۲° ۵۳′	۱۴۴۴	۱۷۰/۸	۱۶/۳
۶	سبزوار	۵۷° ۴۰′	۳۶° ۱۵′	۹۷۷	۱۹۱/۶	۱۷/۴
۷	قزوین	۵۰° ۰۰′	۳۶° ۱۵′	۱۲۷۹	۳۱۶	۱۴/۱
۸	کرمان	۵۷° ۰۱′	۳۰° ۱۵′	۱۷۵۶	۱۵۲/۹	۱۵
۹	کرمانشاه	۴۷° ۰۳′	۳۴° ۲۳′	۱۳۷۴	۴۳۷	۱۳/۳
۱۰	مرکزی	۴۹° ۹۹′	۳۴° ۵۳′	۲۱۰۹	۳۳۰	۱۴/۳
۱۱	همدان	۴۸° ۳۴′	۳۶° ۴۶′	۱۷۴۱	۳۱۷/۷	۱۱
۱۲	یزد	۵۴° ۴۰′	۳۲° ۰۰′	۱۲۳۰	۶۰/۸	۱۸/۹

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه جمعیت‌های انیسون

Table 2. Combined analysis of variance for the studied traits of the anise populations

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		روز تا گلدهی	روز تا رسیدگی	دوره پرشدن دانه	ارتفاع بوته	تعداد ساقه اصلی	تعداد ساقه فرعی	تعداد چتر در بوته
سال	۱	۵۳۵/۶۸**	۱۰۹۹/۲۶**	۸۶/۵۵**	۰/۰۱	۷۲/۴۸**	۲۶۶/۵۷**	۱۰۷/۶۳
تکرار (سال)	۴	۲/۲۰	۹/۶۷	۲/۱۳	۶/۸۲	۰/۰۶	۱/۴۳	۷۴/۰۰
جمعیت	۱۱	۳۹/۹۷**	۱۴/۵۱	۵۸/۴۱**	۱۲۹/۳۹**	۱/۲۴**	۵/۸۸**	۲۹۳/۶۷*
جمعیت × سال	۱۱	۲۰/۵۳**	۱۳۵/۸۰**	۳۳/۹۱**	۷۵/۸۷**	۰/۲۲	۳/۶۴**	۲۲۳/۸۵
اشتباه آزمایشی	۴۴	۶/۴۳	۱۲/۴۹	۸/۵۴	۱۶/۸۰	۰/۱۴	۱/۱۹	۱۳۴/۴۹
ضریب تغییرات (درصد)	–	۵/۸۵	۳/۹۸	۶/۴۱	۷/۹۳	۱۴/۶۹	۱۶/۷۴	۱۹/۳۸

* و **: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه جمعیت‌های انیسون

Table 2 (continue). Combined analysis variance for the studied traits of the anise populations

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد زیست‌توده	شاخص برداشت
سال	۱	۲/۷۱**	۲۰۷۷/۲۲**	۰/۰۱	۰/۲۲	۲۰/۱۱	۵۸/۹۳
تکرار (سال)	۴	۰/۱۵	۹۷/۰۹	۰/۰۴	۱۴/۱۸	۴۴/۴۲	۹/۵۹
جمعیت	۱۱	۳/۰۵**	۱۹۹۸/۱۸**	۰/۱۴ **	۴۵/۷۰ **	۱۲۶/۵۵ **	۱۹۲/۰۵ **
جمعیت × سال	۱۱	۱/۳۶**	۱۰۹۱/۹۷**	۰/۱۳ **	۲۱/۴۲	۶۵/۹۴	۱۰۶/۵۲ **
اشتباه آزمایشی	۴۴	۰/۲۹	۲۱۵/۵۷	۰/۰۳	۱۳/۱۵	۴۱/۶۹	۱۳/۵۵
ضریب تغییرات (درصد)	–	۴/۷۲	۱۱/۵۹	۶/۶۵	۲۸/۱۲	۲۶/۴۹	۶/۹۳

* و **: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

در ابتدا نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با آزمون بارتلت بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها، ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار SAS (V 9.1) انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات

نتایج تجزیه واریانس مرکب در دو سال آزمایش، برای صفات مورد مطالعه جمعیت‌های انیسون در جدول (۲) آمده است. همانگونه که در جدول دیده می‌شود اثر سال در صفات فنولوژیک، تعداد ساقه اصلی و فرعی، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی و شرایط آب‌وهوایی بر این صفات است. همچنین بین جمعیت‌های مورد مطالعه، در تمامی صفات مورد بررسی، به‌جز روز تا رسیدگی، اختلاف معنی‌دار وجود داشت. به احتمال زیاد دلیل این امر بکر بودن جمعیت‌های مورد مطالعه و دگرگرده‌افشان بودن این گیاه است که امکان تبادل گرده و بازترکیبی‌های زیاد را باعث می‌شود. تفاوت معنی‌دار بین عملکرد دانه، تعداد ساقه‌های بوته، وزن هزاردانه و میزان اسانس چهار جمعیت انیسون ترکیه، در مطالعه ایپک و همکاران (۱۳) گزارش شده است. ابوالنصر و اوتایی (۱) نیز در بررسی جمعیت‌های انیسون منطقه El-Minia مصر طی دو سال متوالی، اختلاف معنی‌داری را در همه صفات (رشد طولی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی، تعداد کل ساقه‌ها، تعداد چترک در چتر، عملکرد دانه، عملکرد اسانس و درصد اسانس)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

در هر دو سال آزمایش مشاهده نمودند که تفاوت در پتانسیل ژنتیکی جمعیت‌ها را تأیید می‌کرد. اثر متقابل سال × جمعیت در اکثر صفات مورد بررسی به غیر از تعداد ساقه اصلی، تعداد چتر در بوته، عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده معنی‌دار بود (جدول ۲). معنی‌دار شدن این اثر نشان‌دهنده آن است که اختلافات جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر صفات مذکور در دو سال آزمایش متفاوت بوده است. به عبارت دیگر، اثرات متقابل معنی‌دار جمعیت × سال زمینه ژنتیکی متفاوت جمعیت‌ها و عکس‌العمل آن‌ها با تفاوت‌های سال‌ها را منعکس می‌نماید که این نتایج در سایر گیاهان خانواده چتریان مانند گشنیز و رازیانه نیز گزارش شده است (۲۴).

همبستگی بین صفات مورد مطالعه

ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در جدول (۳) نشان داده شده است. همانگونه که در جدول دیده می‌شود عملکرد دانه با روز تا رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت که نشان می‌دهد با رسیدگی دیرتر در منطقه آزمایشی، گیاه استفاده بهتری از شرایط آب‌وهوایی و نهاده‌ها داشته که در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه شده است. عملکرد دانه با تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. در روابط همبستگی بین صفات نیز ملاحظه می‌شود که صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی با ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی و فرعی و عملکرد زیست‌توده همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. به نظر می‌رسد با افزایش تعداد روز تا رسیدگی، گیاه از فرصت موجود برای رشد رویشی بیشتر و افزایش ساقه‌های فرعی، در نتیجه عملکرد زیست‌توده استفاده کرده است که این امر به نوبه خود سبب تولید چترهای بیشتر در بوته و افزایش عملکرد دانه شده است. ارتفاع بوته با تعداد چترک در چتر همبستگی مثبت و معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و با تعداد دانه در چتر همبستگی منفی و معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) دارد. در واقع با افزایش ارتفاع بوته،تعداد چترک در چتر افزایش یافته ولی گیاه قادر به تأمین نیاز کلیه چترها برای تشکیل دانه نبوده و در نهایت تعداد دانه در چتر کاهش یافته است. در مطالعات انجام گرفته بر روی انیسون، همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد ساقه اصلی با تعداد چترها (۲۵) و عملکرد دانه با کل ساقه‌های بوته (۲) گزارش شده است. از طرف دیگر در جدول ضرایب همبستگی مشاهده می‌شود که تعداد دانه در چتر با عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که با نتایج مطالعه اولاه و همکاران (۲۵) همخوانی دارد.

تجزیه رگرسیون

به منظور تعیین صفات با بیشترین تأثیر بر صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر مهم و وابسته، و تعیین سهم هر یک از صفات در جمعیت‌های مورد مطالعه از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد، که عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل باقی صفات (به غیر از شاخص برداشت) به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت منجر به مدل رگرسیونی $y = -۵/۳۱۳ + ۰/۱۶۳ X_1 + ۰/۰۶۴ X_2$ با $R^2=۰/۵۳۳$ شد. در این مدل y به عملکرد دانه در بوته و X_1 و X_2 به‌ترتیب تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر می‌باشند. به عبارت دیگر، این دو صفت ۵۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. هر دو صفت در جدول ضرایب همبستگی (جدول۳) رابطه مثبتی با عملکرد دانه داشته و از بیشترین میزان همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه برخوردار بودند. صفت تعداد چتر در بوته با بالاترین ضریب رگرسیون استاندارد شده ($\beta=۰/۴۹$) بیشترین سهم را در تبیین تغییرات عملکرد دانه به خود اختصاص داد. در مطالعه سبزی نوجه‌ده (۲۰) روی ۱۶ جمعیت بومی رازیانه ایران به همراه چهار جمعیت از آلمان و ترکیه، صفات تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر به همراه وزن هزار دانه و طول دمگل در مجموع ۹۷ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند که صفت تعداد چتر در بوته با بالاترین ضریب رگرسیون استاندارد شده ($\beta=۰/۷۳$) بیشترین تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمود.

تجزیه علیت

تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات مستقل که ضرایب همبستگی ساده بین آن‌ها را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌کند، در جدول (۴) درج شده است. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفت تعداد چتر در بوته دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت (۰/۴۸۸) بر عملکرد دانه بود. این اثر بخش عمده ضریب همبستگی را شامل شد و اثر غیرمستقیم آن، از طریق تعداد دانه در چتر بر عملکرد دانه کمتر بود. تعداد دانه در چتر که دومین صفت وارد شده در مدل رگرسیونی بود نیز اثر مستقیم زیادی (۰/۳۹۰) بر عملکرد دانه داشت. این روابط در شکل (۱) به‌صورت دیاگرام علیت نشان داده شده است. در مطالعات سانکر و خدر (۲۱) و کاساهان و همکاران (۱۵) برروی گشنیز، تعداد چتر در بوته به عنوان صفت دارای بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه در بوته گزارش شد. همچنین سفیدان و همکاران (۲۲) در مطالعه رابطه علت و معلولی میان برخی صفات مورفولوژیک و زراعی ۱۹ جمعیت رازیانه مشاهده نمودند، عملکرد دانه با تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، شاخص برداشت، درصد اسانس و طول اولین میانگره همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و در تجزیه علیت با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام نیز صفت تعداد چتر در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در جمعیت‌های انیسون

Table 3. Correlation coefficients of the studied traits of the anise populations

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- روز تا گلدهی												
۲- روز تا رسیدگی	۰/۷۴**											
۳- دوره پرشدن دانه	-۰/۱۷	۰/۵۳**										
۴- ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۰/۴۴*	۰/۳۶	-۰/۰۴									
۵- تعداد چتر در بوته	۰/۱۴	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۰۲								
۶- تعداد چترک در چتر	۰/۲۴	۰/۱۱	-۰/۱۵	۰/۶۰**	۰/۰۷							
۷- تعداد دانه در چتر	۰/۱۵	-۰/۰۱	-۰/۲۶	-۰/۱۰	۰/۳۷	۰/۳۳						
۸- تعداد ساقه اصلی	۰/۸۰**	۰/۵۳**	-۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۹	-۰/۱۹	-۰/۰۶					
۹- تعداد ساقه فرعی	۰/۸۵**	۰/۶۹**	-۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۱۷	-۰/۱۶	-۰/۱۶	۰/۹۵**				
۱۰- وزن هزار دانه (گرم)	۰/۰۳	۰/۳۱	۰/۴۲*	۰/۰۷	-۰/۰۲	۰/۱۲	-۰/۳۱	۰/۰۸	۰/۱۸			
۱۱- عملکرد دانه (بوته/ گرم)	۰/۱۶	۰/۳۱	۰/۲۲	-۰/۰۲	۰/۶۳**	۰/۰۷	۰/۵۷**	-۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱		
۱۲- عملکرد زیست‌توده (بوته/ گرم)	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۲۹	۰/۲۶	-۰/۰۴	۰/۴۹*	
۱۳- شاخص برداشت (درصد)	-۰/۳۰	-۰/۲۴	۰/۰۴	-۰/۷۸**	۰/۱۳	-۰/۴۴*	۰/۱۵	-۰/۲۵	-۰/۲۴	-۰/۰۷	۰/۳۳	-۰/۲۲

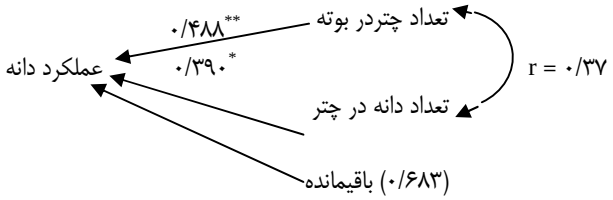
* و **: به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۴- تجزیه علیت عملکرد دانه در جمعیت‌های انیسون

Table 4. path analysis of seed yield in the anise populations

صفات واردشده به مدل	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق		ضریب همبستگی با عملکرد دانه
		تعداد چتر	تعداد دانه در چتر	
تعداد چتر در بوته	۰/۴۸۸**	-	۰/۱۴	۰/۶۳**
تعداد دانه در چتر	۰/۳۹۰*	۰/۱۸	-	۰/۵۷**

اثر باقیمانده = ۰/۶۸۳



شکل ۱- دیاگرام علیت عملکرد دانه در جمعیت‌های انیسون

Figure 1. Path Diagram of seed yield in the anise populations

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که صفات تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر به عنوان مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد دانه انیسون، بیشترین تغییرات آن را توجیه می‌نمایند. از آنجایی‌که، بخش عمده همبستگی این صفات با عملکرد دانه را اثر مستقیم آن‌ها تشکیل می‌دهد و همچنین این دو صفت با هم رابطه منفی ندارند، می‌توان گزینش ژنوتیپ‌های انیسون را با توجه به این دو صفت جهت اصلاح غیرمستقیم عملکرد دانه توصیه نمود. از طرف دیگر با توجه به اهمیت اسانس به‌دست آمده از دانه‌های انیسون و همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با عملکرد اسانس در این گیاه (۱،۲۵)، گزینش در ژنوتیپ‌های انیسون با استفاده از این صفات، موجب افزایش عملکرد اسانس نیز خواهد شد. در انتخاب جمعیت‌های مورد مطالعه برای توصیه کاشت در شرایط آب و هوایی زنجان نیز توجه به این دو صفت پیشنهاد می‌شود.

تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت جمعیت‌های انیسون مورد مطالعه، مشخص نمود که صفات تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر، به عنوان مهمترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد دانه، ۵۳ درصد تغییرات آن را توجیه کرده و بخش عمده همبستگی این صفات با عملکرد دانه را اثر مستقیم آن‌ها تشکیل می‌دهد. بنابراین، می‌توان اصلاح غیرمستقیم عملکرد دانه انیسون را با گزینش برای این دو صفت توصیه نمود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

منابع

1 Abou El-Nasr, T.H.S. and M.E.S. Ottai. 2012. Enhancement of essential oil yield of egyptian anise, Pimpinella anisum, L. by individual plant selection. Australian Journal Basic and Applied Sciences, 6: 510-517.

2. Abou El-Nasr, T.H.S., M.A.A. Al-Kardy and A.S. Shalaby. 2003. Genetic improvement for fruit and essential oil yield in anise (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Genetic Engineering & Biotechnology, 1: 339-354.

3. Al Mofleh, I., A. Alhaider, J.S. Mossa, M. Al-Soohaibani and S. Rafatullah. 2007. Aqueous suspension of anise (*Pimpinella anisum*) protects rats against chemically induced gastric ulcers. World Journal of Gastroenterology, 13: 1112-1118.

4. Arslan, N., G.RB.Z. Bilal, O. Erc.ment, A.B. Sarihan and G.M. Ahmet. 2004. Variation in Essential Oil Content and Composition in Turkish Anise (*Pimpinella anisum* L.) Populations Turk Journal Agriculture, 28: 173-177.

5. Atesh, D.A. and O.T. Erdogrul. 2003. Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts. Turkish Journal of Biology, 27: 157-162.

6. Bahraminejad, A., G. Mohammadi-Nejad and A.K. Mihdzar. 2011. Genetic diversity evaluation of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) based on phenotypic characteristics. Australian Journal of Crop Science, 5: 304-310.

7. Balouchzaehi, A.B. and Gh. Kiani. 2013. Determination of Selection Criteria for Yield Improvement in Rice Through Path Analysi. Journal of Crop Breeding, 5: 75-80 (In Persian).

8. Besharati-Seidani, A., A. Jabbari and Y. Yamini. 2005. Headspace solvent microextraction: A very rapid method for identification of volatile components of Iranian *Pimpinella anisum* seed. Analytica Chimica Acta, 530: 155-161.

9. Dewey, D.R. and K.H. Lu. 1959. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass and seed production. Agronomy Journal, 51: 515-518.

10. Ghanbari, J., G. Khajoei-Nejad and G. Mohammadi-Nejad. 2014. Casual explanation of the relationships between seed yield and some yield components in cumin (*Cuminumcyminum* L.) by different multivariate statistical analysis at different sowing dates. Ethno-Pharmaceutical Products, 1:15-22.

11. Ghasemi, F. 2013. Selection for drought tolerance in cumin Master's thesis Faculty of Agriculture University of Kerman. Iran, 121 pp (In Persian).

12. Golkar, P., A. Arzani and A.M. Rezaei. 2011. Determining relationships among seed yield, yield components and morpho-phenological traits using multivariate analyses in safflower (*Carthamus tinctorious* L.). Annals Biological Research, 2: 162-169.

13. Ipek, A., Ş. Demirayak and B. Gürbüz. 2004. A Study on the Adaptation of Some Anise *(Pimpinella anisum* L.) Population to Ankara Conditions Tarim Bilimleri Dergisi, 10: 202-205.

14. Jahani, M., Gh. Nematzadeh and Gh. Mohammadi Nejad. Evaluation of Agronomic Traits Associated with Grain Yield in Rice (*Oryza sativa*) Using Regression and Path Analysis Journal of Crop Breeding, 7: 115-122 (In Persian).

15. Kassahun, B.M., G. Alemaw and B. Tesfaye. 2013. Correlation Studies and Path Coefficient Analysis for Seed Yield and Yield Components in Ethiopian Coriander Accessions. African Crop Science Journal, 21: 51-59.

16. Lubbe, A. and R. Verpoorte. 2011. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials- A review. Industrial Crops and Products, 34: 785- 801.

17. Omidbaigi, R. 2000. Production and Processing of Medicinal Plants. 3th edition, 3: 26-36 (In Persian).

18. Poormohammad Kiani, S., P. Maury, L. Nouri, N. Ykhlef, P. Grieu and A. Sarrafi. 2009. QTL analysis of yield-related traits in sunflower under different water treatments. Plant Breeding, 128: 363-373.

19. Rajeshwari, C.U., M. Abirami and B. Andallu. 2011. In vitro and in vivo antioxidant potential of aniseeds (*Pimpinella anisum*). Asian Journal of Experimental Biological Sciences, 2: 80-89.

20. Sabzi Nojadeh, M. 2015. Evaluation of genetic structure of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) populations using ISSR markers agronomic traits and response to tissue culture Thesis of Ph.D. Faculty of Agriculture University of Tabriz (In Persian).

21. Sanker, K.B. and M.A. Khader. 1991. Correlation studies and path analysis of yield and yield components in coriander. South Indian Horticulture, 39: 384-386.

22. Sefidan, A.Y., M. Valizadeh, S. Aharizad and M. Sabzi. 2014. Path analysis of grain yield, some morphological traits and essential oil content in different fennel (Foeniculum vulgare Mill.) populations. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 4: 10-15.

23. Shojaii, A. and M. Abdollahi Fard. 2012. Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of *Pimpinella anisum*. International Scholarly Research Network, 2012: 1-8.

24. Telci, I., I. Demirtas and A. Sahin. 2009. Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. Industrial Crops and Products, 30: 126-130.

25. Ullah, H., A. Mahmood, M. Ijaz, B. Tadesse and B. Honermeier. 2013. Evaluation of anise (*Pimpinella anisum* L.) accessions with regard to morphological characteristics, fruit yield, oil contents and composition. Journal of Medicinal Plants Research, 7: 2177-2186.

26. Wright, S. 1921. Correlation and causation Journal of Agricultural Research, 20: 557-585.

27. Yasin, A.B. and S. Singh. 2010. Correlation and path coefficient analyses in sunflower. Journal of Plant Breeding and Crop Science, 2: 129-133.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]

Determining the Most Important Traits Affecting Grain Yield in Iranian Anise (*Pimpinella anisum* L.) Populations Based on Regression Analysis and Path Analysis

Azam Maleki[1], Jalal Saba[2], Majid Pouryousef[2], Hossein Jafari[3] and Ali Ashraf Jafari[4]

1- PhD Student of Plant Breeding, University of Zanjan (Corresponding author: malekyaz@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Zanjan
3- Agricultural Research and Education Centre of Zanjan
4- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran
Received: January 5, 2016 Accepted: June 1, 2016

Abstract

In order to determine the most important components of anise grain yield using regression analysis and path analysis, an experiment was conducted with 12 anise population in a randomized complete block design with three replications at research farm of the agricultural faculty, University of Zanjan in 2014 and 2015. The evaluated traits were days to flowering, days to maturity, grain filling period, plant height, number of primary branches per plant, number of secondary branches per plant, 1000-grain weight, number of umbels per plant, umbelet numbers per umbel, number of grains per umbel, grain yield, biological yield and harvest index. Combined analysis of variance showed significant differences between the populations from the all of studied traits. Days to maturity, number of umbels per plant, number of grains per umbel, biological yield and harvest index had significant positive correlations with grain yield. Stepwise regression analysis showed that the number of umbels per plant and number of grains per umbel justify 53 percent of the grain yield variations. Also, path analysis showed that direct effects include the main portion of correlation of these traits with grain yield. Since the traits have not negative relationship together, selection of anise genotypes using these two traits can be recommended to indirect improve grain yield.

Keywords: Anise (*Pimpinella anisum* L.), Indirect selection, Number of grains per umbel, Number of umbels, Yield components

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.29252/jcb.9.22.142]