Archive of SID.ir

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۱ / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۱۴۲-۱۲۹

Evaluation of Relationship between Agronomic Traits in Different Sesame Genotypes under Humic Acid Application by Multivariate Statistical Analysis

Masoud Golestani

Received: 13 September 2022 Accepted: 09 February 2023
Assist. Prof., Dept. of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
*Corresponding Author Email: ma_golestani@pnu.ac.ir

Abstract

Background and Objective: The objectives of this research were to evaluate the relationships between traits of different sesame genotypes and determine the most important traits affecting on the grain yield under control and humic acid application.

Materials and Methods: This experiment was carried out under control and humic acid application (250 gr humic acid per 1000 liter water). Each experiment was conducted using randomized complete block design with three replications in Abarkouh. Sesame genotypes were including Varamin 2822, Halil, Dashtestan 2, Dashtestan 5, Darab 1, Darab 14, Yazd, Jiroft 13 and Safi Abad.

Results: Grain yield under both conditions had significant positive correlation with biological yield, harvest index, 1000 seed weight, oil percentage, protein percentage, number of branches and number of seeds per capsule. By stepwise regression, number of branches and 1000 seed weight under control condition and number of seeds per capsule under humic acid application were entered to the stepwise regression model. The result of path analysis showed that number of branches under control condition and number of seeds per capsule under humic acid application had the most positive direct effect on grain yield. Studied genotypes using cluster analysis classified into three groups.

Conclusion: Number of branches under control condition and number of seeds per capsule under humic acid application was one of the most important traits in sesame genotypes. According to cluster analysis, Dashtestan 2 and Darab 14 were better genotypes and so these genotypes could be used for achieving to high yield in sesame.

Keywords: Cluster Analysis, Coefficient of Correlation, Grain Yield, Path Analysis, Stepwise Regression

DOI: 10.22034/SAPS.2023.53450.2925

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

ارزیابی برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های مختلف کنجد تحت کاربرد اسید هیومیک با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

مسعود گلستانی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰
استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: ma_golestani@pnu.ac.ir

چکیده

اهداف: هدف از این تحقیق بررسی روابط بین صفات در ژنوتیپ‌های مختلف کنجد و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط عدم کاربرد و کاربرد اسید هیومیک بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در دو شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک (کنترل) و کاربرد اسید هیومیک (۲۵۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهر ابرکوه اجرا شد. ژنوتیپ‌های کنجد شامل ورامین ۲۸۲۲، هلیل، دشتستان ۲، دشتستان۵، داراب ۱، داراب ۱۴، یزد، جیرفت ۱۳ و صفی‌آباد بودند.

یافته‌ها: ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، درصد روغن و پروتئین، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در کپسول در هر دو شرایط آزمایش مثبت و معنی‌دار بود. با تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، صفات تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه در شرایط کنترل و صفت تعداد دانه در کپسول در شرایط کاربرد اسید هیومیک وارد مدل رگرسیون شدند. در تجزیه علیت، تعداد شاخه فرعی در شرایط کنترل و تعداد دانه در کپسول در شرایط کاربرد اسید هیومیک بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در سه گروه مجزا قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری: صفت تعداد شاخه فرعی در شرایط کنترل و تعداد دانه در کپسول در شرایط کاربرد اسید هیومیک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های کنجد بود. براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های دشتستان۲ و داراب۱۴ برتر بودند و بنابراین می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای رسیدن به عملکرد بالا استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه علیت، رگرسیون گام‌به‌گام، ضریب همبستگی، عملکرد دانه

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاه دانه روغنی مهمی است که روغن آن در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی از ارزش تجاری و تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. این گیاه همچنین دارای پروتئین بالا است و غنی از میتیونین و تریپتوفان و آمینواسیدهایی است که به ندرت در دیگر منابع پروتئینی یافت می‌شوند (لال و همکاران ۲۰۱۶). ترکیب فنلی سزامول که سبب ثبات و پایداری روغن کنجد در برابر اکسید شدن می‌شود از تجزیه سزامولین حاصل می‌شود. روغن کنجد شامل ۸۷ درصد اسید چرب غیراشباع و ۱۳ درصد اسید چرب اشباع می‌باشد (محمود و همکاران ۲۰۱۲). کنجد برای استخراج

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

روغن کشت می‌شود و روغن آن حاوی گلیسریدها، اسیدهای چرب عمده‌ای چون اسید اولئیک و لینولئیک و مقادیر کمی اسید پالمیتیک و آراچیک می‌باشد (عسکری و همکاران ۲۰۱۶).

مواد هیومیکی محلول در خاک، نقش‌های کلیدی در روابط خاک مانند قابلیت دسترسی عناصر غذایی، تبادل اکسیژن و کربن بین خاک و اتمسفر و تغییر و تبادلات مواد شیمیایی سمی ایفا می‌کنند (غفاری‌نژاد و همکاران ۲۰۲۰). مواد آلی دارای دو نوع اسید آلی به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک و جزء هیومین هستند که از منابع مختلف خاک، پیت، زغال‌سنگ، هوموس و غیره استخراج می‌شوند (گارسیا و همکاران ۲۰۱۲). در کشاورزی پایدار، بیشتر از موادی جهت تغذیه گیاه استفاده می‌شود که آلودگی زیست‌محیطی نداشته و همچنین باعث افزایش تولیدات گیاهی شوند (تدین و همکاران ۲۰۱۷). یکی از این مواد، اسیدهای آلی مانند اسید هیومیک است که مقادیر بسیار کم آن به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثراتی مفید در افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی دارند (گارسیا و همکاران ۲۰۱۲). این اسید حاوی ۵۸-۴۴ درصد کربن، ۴۶-۴۲ درصد اکسیژن، ۸-۶ درصد هیدروژن و ۵-۴ درصد نیتروژن و سایر عناصری است که رشد گیاه را افزایش می‌دهند (تدین و همکاران ۲۰۱۷). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به قابلیت کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف و در نتیجه برطرف شدن کمبود عناصر غذایی در گیاه اشاره کرد (محسنیان و جلیلیان ۲۰۱۲). همچنین این ماده در گیاه موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین می‌شود (عبدل-مگود و همکاران ۲۰۰۷). اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین فعال کردن چرخه تنفس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری فسفات باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (سیدری و همکاران ۲۰۰۶).

استفاده از روش‌های آماری در کمی سازی اطلاعات کشاورزی، در انجام برنامه‌ریزی‌های هدفمند در کشاورزی کمک شایان کرده است (امیری و همکاران ۲۰۱۶). از جمله این روش‌ها، همبستگی بین صفات و روش‌های رگرسیون چند متغیره مانند رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت می‌باشد که به بررسی و مدلسازی رابطه بین متغیرها می‌پردازد (امیری و همکاران ۲۰۱۶). ضریب همبستگی نوع و درجه رابطه بین دو متغیر را تعیین می‌کند اما ماهیت ارتباط صفات را نشان نمی‌دهد. برای رفع این مشکل، از روشی به نام تجزیه علیت استفاده می‌شود (مصطفوی و همکاران ۲۰۱۹). تجزیه علیت روشی آماری است که از آن برای تعیین روابط علت و معلولی بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته استفاده می‌شود و در این روش ضریب همبستگی به اثرات مستقیم و همچنین اثرات غیرمستقیمی که یک متغیر بر متغیر دیگر دارد تفکیک می‌شود (مصطفوی و همکاران ۲۰۱۹). در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود عملکرد می‌توان از گزینش غیرمستقیم اجزایی از عملکرد که دارای همبستگی بیشتری با عملکرد هستند استفاده کرد (نیلیمور و همکاران ۲۰۲۰). بنابراین، درک روابط بین عملکرد و اجزای آن در برنامه‌های به‌نژادی و گزینش اهمیت ویژه‌ای دارد و برای رسیدن به این هدف می‌توان از روش‌های آماری مانند روش‌های تجزیه همبستگی، رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت استفاده کرد.

قاسمی‌پناه و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی ژنوتیپ‌های کنجد با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام گزارش کردند که در شرایط بدون تنش خشکی صفات تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول و درصد روغن و در شرایط تنش خشکی صفات درصد پروتئین دانه و تعداد شاخه‌های فرعی وارد مدل شدند. در بررسی تأثیر صفات مورفولوژیکی بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها باقلا با کاربرد هورمون اسید جیبرلیک مشخص شد که صفات تعداد غلاف بارور، طول غلاف و تعداد دانه در بوته وارد مدل رگرسیون گام‌به‌گام شدند (دهقانی و همکاران ۲۰۲۱). بر اساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام در گیاه کنجد مشخص شد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه را می‌توان به تعداد کل کپسول، وزن هزار دانه و تعداد دانه در کپسول نسبت داد که این صفات ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کردند (مهدوی خرمی و همکاران ۲۰۱۸). طهماسبی و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی توده‌های محلی کنجد نتیجه‌گیری کردند که با تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، صفات تعداد کپسول و تعداد شاخه‌های جانبی به‌عنوان متغیرهای علت ردیف اول و صفات وزن بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص سطح

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

برگ، ارتفاع بوته و کلروفیل به‌عنوان متغیرهای علت ردیف دوم شناسایی شدند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین صفاتی که بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های کنجد در هنگام کاربرد و عدم کاربرد اسید هیومیک داشتند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شهر ابرکوه با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۵۰ متر انجام گرفت. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از کشت، از نقاط مختلف زمین از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه‌برداری انجام شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است. آزمایش در دو قطعه زمین مجزا با فاصله سه متر از یکدیگر انجام شد. آزمایش اول شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک (کنترل) و آزمایش دوم شرایط کاربرد اسید هیومیک (مقدار توصیه شده بر روی بسته‌بندی اسید هیومیک مورد استفاده یعنی ۲۵۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب) اعمال گردید. هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نه ژنوتیپ کنجد شامل ورامین ۲۸۲۲، هلیل، دشتستان ۲، دشتستان۵، داراب ۱، داراب ۱۴، یزد، جیرفت ۱۳ و صفی‌آباد به صورت تصادفی به کرت‌ها اختصاص یافتند. ترکیب به کار رفته جهت محلول‌پاشی حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک، ۱۵درصد اسید فولویک و ۱۲ درصد K_2O با نام تجاری هیومکس -۹۵ و ساخت شرکت جی اچ بیوتک کشور آمریکا بود. اسید هیومیک در دو نوبت به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها در مراحل شش تا هشت برگی و قبل از گلدهی در کرت‌های مربوطه انجام گرفت (جهان و همکاران ۲۰۲۰). به‌دلیل احتمال تأثیر بیشتر محلول‌پاشی به علت تبخیر کمتر آب مورد استفاده در محلول‌پاشی و ماندگاری بیشتر آن، محلول‌پاشی یک ساعت قبل از غروب آفتاب توسط سمپاش دستی انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی

اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (%)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
۷/۵	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۲	۳۳۸	۸/۱	۲۳	۴۴	۳۳	لوم‌رسی

جهت آماده‌سازی زمین ابتدا زمین مورد نظر شخم عمیق زده شد و سپس دو بار دیسک عمود بر هم زده شد و جوی و پشته‌ها و نهرهای آبیاری در زمین ایجاد شد. برای ایجاد حاصلخیزی مناسب و بر اساس نتایج آزمون خاک به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت اضافه گردید و همچنین مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به شکل اوره پس از تنک کردن در کف جوی‌ها و بین ردیف‌ها پخش شد. هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف به طول ۴ متر و فاصله ردیف کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود. بذور کنجد در تاریخ ۲۵ خرداد سال ۱۳۹۸ کشت شدند. جهت پیشگیری از بیماری‌های قارچی مثل بوته‌میری، بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. کشت بذرها در رأس پشته‌ها و با دست در عمق ۲/۵-۱/۵ سانتی‌متر انجام گرفت. برای رسیدن به تراکم مورد نظر در آزمایش‌ها عمل تنک کردن در مرحله دو تا چهار برگی صورت گرفت. همچنین در طول فصل رشد در چند مرحله به صورت دستی با علف‌های هرز مبارزه گردید. در طول دوره رشد، هیچگونه علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد. برداشت نهایی در زمانی که رنگ بوته‌ها تازه متمایل به زرد و رنگ کپسول‌ها متمایل به قهوه‌ای شده بود، با دست انجام شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه و بیولوژیک، پس از حذف ردیف حاشیه، بوته‌ها از ردیف‌های میانی به مساحت سه متر مربع در هر کرت برداشت و پس از خشک شدن، بذرها و کل بوته‌های خشک هر کرت توزین شدند و عملکرد دانه و بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شدند و شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید و سپس

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بر حسب درصد بیان گردید. قبل از برداشت از هر کرت تعداد سه بوته به صورت تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند (مهدوی خرمی و همکاران ۲۰۱۸). برای اندازه‌گیری تعداد دانه در کپسول از هر کرت ۲۰ کپسول به طور تصادفی انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها، متوسط تعداد دانه در کپسول برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. درصد روغن با استفاده از روش استخراج با حلال و دستگاه سوکسله (شایسته و همکاران ۲۰۱۰). اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین ابتدا با روش کجلدال (حسینی ۱۹۹۵) درصد نیتروژن محاسبه شد و سپس درصد پروتئین از حاصلظرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به دست آمد. برای انجام تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS استفاده شد. برای بررسی ضرایب همبستگی و تجزیه خوشه‌ای از نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱۷) و برای انجام رگرسیون گام‌به‌گام از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۳) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر ژنوتیپ برای تمام صفات مورد بررسی به جز شاخص برداشت و درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه می‌باشد. برهمکنش اسید هیومیک × ژنوتیپ برای صفات عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد کپسول در بوته و تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین صفات مورد بررسی در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک در جدول ۳ آورده شده است. در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک، عملکرد بیولوژیک و سپس عملکرد دانه بیشترین دامنه تغییرات را داشتند. بنابراین تنوع مناسبی از نظر این دو صفت در بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. کمترین دامنه تغییرات در هر دو شرایط آزمایش در صفت وزن هزار دانه دیده شد که بیانگر این است که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر این صفت در هر دو شرایط آزمایش اختلاف زیادی وجود ندارد. با بررسی میانگین صفات بین دو شرایط آزمایش (جدول ۳) مشخص شد که با کاربرد اسید هیومیک تمام صفات مورد مطالعه افزایش نشان دادند. زندی و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی تأثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک در ارقام گلرنگ نشان دادند که با کاربرد اسید هیومیک صفات مورفولوژیک، اجزاء عملکرد، عملکرد و میزان روغن افزایش معنی‌داری داشتند. با بررسی مقایسه میانگین صفات در اثر استفاده از اسید هیومیک در گیاه کرچک نشان داده شد که با کاربرد اسید هیومیک صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد و عملکرد روغن افزایش یافت (رهبری و همکاران ۲۰۱۹).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کنجد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد کپسول در بوته
اسید هیومیک	۱	۴۷۶۳۹۲/۳**	۶۴۵۲۲۱۴**	۲/۲۴	۱۴۰۰/۵**
اسید هیومیک(تکرار)	۴	۶۳۵۱/۸	۳۱۳۶۹۳/۷	۸/۵	۲/۹۸
ژنوتیپ	۸	۴۹۰۳۳۴/۹**	۶۸۲۲۶۸۳/۴**	۳/۹	۴۸/۹**
اسیدهیومیک×ژنوتیپ	۸	۲۵۷۳۶/۷**	۴۳۰۱۹۸/۹**	۰/۰۵	۴۵/۹**
خطا	۳۲	۴۹۲۶/۵	۷۹۵۳۸/۴	۲/۲	۸/۲
ضریب تغییرات (٪)		۵/۰۳	۴/۸	۶/۲	۵/۳

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

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

ادامه جدول ۲

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن هزار دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در کپسول
اسید هیومیک	۱	۸/۶**	۲۳۹/۸**	۱۱۸/۷**	۶۲/۰۲**	۱۲۹۰/۷**
اسید هیومیک(تکرار)	۴	۰/۰۷	۱/۰۱	۳۲/۹	۰/۰۵	۱/۶
ژنوتیپ	۸	۰/۲۳**	۸/۳**	۲/۲۴	۲۳/۸**	۵۴۴/۹**
اسیدهیومیک×ژنوتیپ	۸	۰/۰۵	۰/۴	۰/۲	۱/۰۲**	۱/۹
خطا	۳۲	۰/۰۴	۱/۷	۵/۴	۰/۲۶	۱/۷
ضریب تغییرات (٪)		۶/۱	۵/۲۳	۴/۴	۹/۱۱	۲/۱۴

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

جدول ۳- مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین صفات در کنجد در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک

صفات	شرایط کنترل			کاربرد اسید هیومیک		
	حداقل	حداکثر	میانگین	حداقل	حداکثر	میانگین
عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	۸۲۷	۱۷۱۲	۱۳۰۰/۶	۹۵۶	۱۹۶۳	۱۴۸۸/۵
عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)	۳۶۵۸	۷۱۵۳	۵۵۳۲	۴۰۵۴	۸۱۹۱	۶۲۲۳
شاخص برداشت (%)	۲۱/۵۸	۲۸/۵۷	۲۳/۴۶	۲۰	۲۷/۲۷	۲۳/۸۷
تعداد کپسول در بوته	۴۱	۵۸	۴۹/۳	۵۲	۷۰	۵۹/۴۸
وزن هزار دانه (gr)	۲/۶۳	۳/۳۹	۲/۹۴	۳/۱۸	۴/۴۲	۳/۷۴
درصد پروتئین (%)	۲۰/۴	۲۵/۴۲	۲۲/۴۶	۲۴/۳	۳۰/۷۳	۲۶/۶۷
درصد روغن (%)	۴۷/۰۱	۵۶/۲۶	۵۱/۸	۴۹/۲۱	۵۹/۴	۵۴/۷۵
تعداد شاخه فرعی	۱/۵	۷/۴۴	۴/۵۶	۲/۸۶	۱۰/۵	۶/۷
تعداد دانه در کپسول	۴۰/۱	۷۰/۷۱	۵۵/۳۳	۵۰/۱۵	۷۹/۱۵	۶۵/۱۱

برای صفاتی که برهمکنش اسید هیومیک × ژنوتیپ در آنها معنی‌دار شد یعنی عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد کپسول در بوته و تعداد شاخه فرعی از مقایسه میانگین به‌روش برش‌دهی (جدول ۴) و برای صفاتی که برهمکنش اسید هیومیک × ژنوتیپ در آنها معنی‌دار نشد یعنی صفات وزن هزار دانه، درصد پروتئین و تعداد دانه در کپسول از مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ در تجزیه واریانس مرکب (جدول ۵) استفاده گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف نشان داد که در شرایط کنترل ژنوتیپ داراب ۱۴ بیشترین مقدار عملکرد دانه را داشت که با ژنوتیپ دشتستان ۲ اختلاف معنی‌دار نداشت. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپ داراب ۱۴ دیده شد و این ژنوتیپ با ژنوتیپ یزد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بیشترین تعداد کپسول در بوته در ژنوتیپ جیرفت ۱۳ و دشتستان ۲ دیده شد. ژنوتیپ دشتستان ۲ بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشت و این ژنوتیپ با ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و یزد اختلاف معنی‌داری نداشت. در شرایط کاربرد اسید هیومیک بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک در ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ دیده شد. ژنوتیپ دشتستان ۲ بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشت و این ژنوتیپ با ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و یزد اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ بود. مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ (جدول ۵) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های داراب ۱ و یزد و جیرفت ۱۳ و داراب ۱۴ و صفی‌آباد مشاهده شد. بیشترین درصد پروتئین مربوط به ژنوتیپ داراب ۱ بود. بیشترین تعداد دانه در کپسول به ژنوتیپ داراب ۱۴ اختصاص داشت. ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ در صفات عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در کپسول وضعیت مناسبی در هر دو شرایط آزمایش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

داشتند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ از نظر صفات مهم بیشترین مقدار را داشتند؛ بنابراین می‌توان این ژنوتیپ‌ها را به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر در هر دو شرایط معرفی نمود.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات* در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک

شرایط آزمایش	ژنوتیپ	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)	تعداد کپسول در بوته	تعداد شاخه فرعی
کنترل	داراب ۱۴	۱۶۳۱/۳^{a}	۶۶۲۴/۷^{a}	۴۸^{cde}	۶/۱۵^{ab}
	صفی‌آباد	۱۴۰۲^{bc}	۶۰۵۴^{bc}	۴۵^{de}	۴/۹۲^{cd}
	دشتستان ۵	۱۱۵۳/۳^{d}	۵۰۸۲/۳^{d}	۴۹/۳^{bcd}	۳/۰۵^{e}
	جیرفت ۱۳	۱۳۳۰^{c}	۵۷۹۹/۷^{bc}	۵۵^{a}	۴/۲۳^{d}
	ورامین ۲۸۲۲	۸۶۰^{f}	۳۷۳۱/۳^{f}	۴۹/۳^{bcd}	۱/۸۹^{f}
	داراب ۱	۱۳۶۶/۳^{c}	۵۶۵۶/۳^{c}	۴۶/۶۶^{de}	۵/۴^{bc}
	یزد	۱۴۳۰/۳^{bc}	۶۲۲۳/۳^{ab}	۴۴^{e}	۵/۹۲^{abc}
	دشتستان ۲	۱۵۱۳^{ab}	۶۱۲۰/۳^{bc}	۵۴/۳^{ab}	۶/۷۸^{a}
	هلیل	۱۰۱۹/۳^{e}	۴۴۹۷^{e}	۵۲^{abc}	۲/۷۳^{ef}
کاربرد اسید هیومیک	داراب ۱۴	۱۹۴۳/۷^{a}	۷۸۰۹/۷^{a}	۶۲/۶۷^{ab}	۹/۵۷^{a}
	صفی‌آباد	۱۵۶۴/۳^{de}	۶۵۴۱^{cd}	۶۰^{bc}	۵/۸۴^{de}
	دشتستان ۵	۱۱۸۰/۷^{f}	۵۱۰۶^{e}	۵۳^{d}	۵/۱۹^{ef}
	جیرفت ۱۳	۱۶۰۷/۷^{cd}	۶۹۱۴/۳^{bc}	۵۸b^{cd}	۶/۲۱^{d}
	ورامین ۲۸۲۲	۹۹۷^{g}	۴۲۴۱/۳^{f}	۵۸/۶۷b^{cd}	۳/۲۷^{g}
	داراب ۱	۱۷۲۷/۷^{bc}	۷۰۶۲^{bc}	۵۸b^{cd}	۷/۴۳^{c}
	یزد	۱۴۵۹/۷^{e}	۶۳۱۰/۷^{d}	۶۲^{ab}	۸/۲۷^{b}
	دشتستان ۲	۱۸۲۶^{ab}	۷۳۱۲/۳^{ab}	۶۷^{a}	۱۰/۱۴^{a}
	هلیل	۱۰۸۹/۷^{fg}	۴۷۱۳/۷^{ef}	۵۶^{cd}	۴/۴۵^{f}

میانگین‌های با حرف مشترک برای هر صفت و در هر شرایط آزمایشی، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

* صفاتی که برهمکنش اسید هیومیک × ژنوتیپ در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی‌دار شده است.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات* برای ژنوتیپ‌های کنجد

ژنوتیپ	وزن هزار دانه (gr)	درصد پروتئین (%)	تعداد دانه در کپسول
داراب ۱۴	۳/۴۸^{a}	۲۵/۰۷^{abc}	۷۳/۶۵^{a}
صفی‌آباد	۳/۴۲^{a}	۲۴/۸۸^{abc}	۶۰/۴^{e}
دشتستان ۵	۳/۰۹^{c}	۲۲/۹۵^{d}	۵۲/۱۷^{g}
جیرفت ۱۳	۳/۵۱^{a}	۲۵/۴۵^{ab}	۵۷/۸۱^{f}
ورامین ۲۸۲۲	۳/۱۶^{bc}	۲۳/۰۶^{d}	۴۹/۷۸^{h}
داراب ۱	۳/۵۵^{a}	۲۶/۱۱^{a}	۶۳/۹۳^{d}
یزد	۳/۴۷^{a}	۲۵/۷۵^{ab}	۶۷/۳۲^{c}
دشتستان ۲	۳/۳۶^{ab}	۲۴/۳۶^{bcd}	۷۰/۶۳^{b}
هلیل	۳/۰۲^{c}	۲۳/۴۶^{cd}	۴۶/۲۸^{i}

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

* صفاتی که برهمکنش اسید هیومیک × ژنوتیپ در تجزیه واریانس مرکب برای آنها معنی‌دار نشده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در هر دو شرایط آزمایش در جدول ۶ آورده شده است. در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، درصد روغن و پروتئین، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در کپسول رابطه مثبت و معنی‌داری مشاهده شد و بنابراین می‌توان گفت که با افزایش این صفات در هر دو شرایط آزمایش مقدار عملکرد دانه افزایش می‌یابد. در مطالعه انجام شده روی ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط بدون تنش خشکی نشان داده شد که همبستگی بین عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد پروتئین و عملکرد روغن مثبت و معنی‌دار بود (قاسمی پناه و همکاران ۲۰۲۰). در پژوهش دیگری بر روی توده‌های بومی کنجد، نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با صفات تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه‌های جانبی، دمای برگ، شاخص برگ و وزن بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌دار بود (طهماسبی و هکاران ۲۰۲۲). عسکری و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط عدم تنش خشکی مشاهده کردند که بین صفت عملکرد دانه با صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، طول کپسول، وزن ۲۰ کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک رابطه معنی‌داری وجود داشت. نتایج یک مطالعه بر روی ارقام مختلف کنجد نشان داد که صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه درکپسول، شاخص سطح برگ، تعداد روز تا رسیدن، طول دوره گلدهی، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، ماده خشک گیاه، درصد روغن، عملکرد روغن و وزن هزاردانه با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌دار داشتند (شریفی زیوه و همکاران ۲۰۲۰). این نتایج با مطالعه حاضر تا حدودی مطابقت داشت.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط کنترل (بالای قطر) و کاربرد اسید هیومیک (پایین قطر) (df=25)

صفات	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در کپسول
عملکرد دانه	۱	۰/۹۸**	۰/۶۸*	-۰/۱۷	۰/۹**	۰/۷۴*	۰/۷۱*	۰/۹۵**	۰/۹۲**
عملکرد بیولوژیک	۰/۹۹**	۱	۰/۵۵	-۰/۲۱	۰/۸۹**	۰/۷۷*	۰/۶۴	۰/۹۲**	۰/۸۷**
شاخص برداشت	۰/۷۹**	۰/۷۲*	۱	۰/۰۷	۰/۵۹	۰/۳۶	۰/۷۳*	۰/۷۵*	۰/۷۹*
تعداد کپسول در بوته	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۶۷*	۱	-۰/۰۵	-۰/۳۹	-۰/۱	-۰/۱۷	-۰/۲۵
وزن هزار دانه	۰/۶۸*	۰/۷۲*	۰/۴۳	۰/۳۹	۱	۰/۸۳**	۰/۶۱	۰/۸۳**	۰/۸۳**
درصد پروتئین	۰/۷۳*	۰/۷۷*	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۹۳**	۱	۰/۶۳	۰/۷۵*	۰/۶۷*
درصد روغن	۰/۷۱*	۰/۶۶	۰/۸۶**	۰/۴۲	۰/۶۸*	۰/۶۳	۱	۰/۷۲*	۰/۶۷*
تعداد شاخه فرعی	۰/۹**	۰/۸۸**	۰/۷۲*	۰/۷۷*	۰/۴۹	۰/۵۸	۰/۵۵	۱	۰/۹۴**
تعداد دانه در کپسول	۰/۹۲**	۰/۹۱**	۰/۷۵*	۰/۷۸*	۰/۶۵	۰/۶۷*	۰/۶۵	۰/۹۶**	۱

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

رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه علیت

به منظور بررسی تغییرات عملکرد دانه با استفاده از صفات مورد بررسی و تعیین صفات مهم در عملکرد دانه، رگرسیون گام‌به‌گام انجام شد. از دو مقدار TOL و VIF برای تشخیص هم‌خطی در بین متغیرهای مستقل در رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. مقدار TOL بیانگر درصدی از واریانس در متغیرهای مستقل است که به متغیرهای مستقل دیگر اختصاص نمی‌یابد؛ بنابراین مقادیر بسیار کوچک TOL نشان‌دهنده این است که یک متغیر مستقل، اضافی است. متغیرهایی با مقدارTOL کمتر از ۰/۱ و مقدار VIF بیشتر از ۱۰ باید مورد بررسی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بیشتری قرار گیرند. همانطور که در جدول رگرسیون (جدول ۷) مشاهده می‌شود، مقادیر TOL و VIF برای متغیرهایی که وارد مدل شده‌اند، تقریباً قابل قبول می‌باشد. براساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط کنترل صفات تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه توانستند ۹۳ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کنند (جدول ۷). با توجه به اینکه تعداد شاخه فرعی از نظر زمانی نسبت به جزء دیگر اجزای عملکرد (وزن هزار دانه) زودتر و در همان اوایل دوره زایشی گیاه تعیین می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که این صفت بیشترین نقش را در تغییرات عملکرد دانه ایفا کند. در شرایط کاربرد اسید هیومیک صفت تعداد دانه در کپسول به تنهایی وارد مدل نهایی رگرسیون گام‌به‌گام شد و ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین کرد (جدول ۷). عسکری و همکاران (۲۰۱۶) در گزینش صفات مؤثر بر عملکرد در ژنوتیپ‌های کنجد با استفاده از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان دادند که صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد برگ و وزن هزار دانه بیشترین ضریب معنی‌دار رگرسیونی را در تبیین عملکرد از خود نشان دادند. در بررسی توده‌های محلی کنجد با تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام مشخص شد که صفات تعداد کپسول و تعداد شاخه‌های جانبی به‌عنوان متغیرهای علت ردیف اول شناسایی شدند (طهماسبی و هکاران ۲۰۲۲). منصوری و سلطانی نجف‌آبادی (۲۰۰۴) نشان دادند که گزینش بر مبنای تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه و تعداد شاخه فرعی در بوته می‌تواند موجب بهبود عملکرد در ژنوتیپ‌های کنجد گردد. در مطالعه دیگری در ژنوتیپ‌های کنجد با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام نشان داده شد که در شرایط بدون تنش خشکی صفات تعداد کپسول در گیاه، تعداد دانه در کپسول و درصد روغن وارد مدل شدند (قاسمی‌پناه و همکاران ۲۰۲۰). بر اساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام در گیاه کنجد مشخص شد که حداکثر اختلاف عملکرد دانه را می‌توان به تعداد کل کپسول، وزن هزار دانه و تعداد دانه در کپسول نسبت داد که این صفات ۹۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کردند (مهدوی خرمی و همکاران ۲۰۱۸). مدل رگرسیون چندگانه با روش تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در ژنوتیپ‌های سویا برای عملکرد دانه نشان داد که صفت تعداد شاخه فرعی وارد مدل شد و در کل ۸۵ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند (قنبری و همکاران ۲۰۱۹).

جدول ۷- نتایج رگرسیون گام‌به‌گام برای عملکرد دانه در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک

شرایط آزمایش	مرحله رگرسیون	عدد ثابت	متغیرهای وارد شده به مدل		ضریب تبیین	F رگرسیون
			تعداد شاخه فرعی	وزن هزار دانه		
کنترل	۲	-۷۲۷/۹	۹۵/۶۴**	۵۴۰/۸	۰/۹۳	۵۰/۷**
	TOL	-	۰/۳۱	۰/۳۱	-	-
	VIF	-	۳/۲۳	۳/۲۳	-	-
	مراحل رگرسیون	عدد ثابت	متغیرهای وارد شده به مدل		ضریب تبیین	F رگرسیون
			تعداد دانه در کپسول			
کاربرد اسید هیومیک	۱	-۶۱۰/۳	۳۲/۲**		۰/۸۳	۳۹/۶**
	TOL	-	۱		-	-
	VIF	-	۱		-	-

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

پس از شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام، میزان اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر صفت با استفاده از تجزیه علیت در هر دو شرایط آزمایش مشخص شد که نتایج این تجزیه در جدول ۸ آورده شده است. نتایج تجزیه علیت در شرایط کنترل نشان داد که تعداد شاخه فرعی بیشترین اثر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مستقیم و مثبت (۰/۶۶) را بر عملکرد دانه داشت و اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن هزار دانه برابر ۰/۲۹ بود (جدول ۸). وزن هزار دانه اثر مستقیم و مثبت (۰/۳۵) بر عملکرد دانه داشت و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد شاخه فرعی برابر ۰/۵۵ بود (جدول ۸). براساس نتایج تجزیه علیت در شرایط کنترل، به‌علت دارا بودن بیشترین اثر مستقیم تعداد شاخه فرعی و بالا بودن اثر غیرمستقیم وزن هزار دانه از طریق تعداد شاخه فرعی می‌توان صفت تعداد شاخه فرعی را به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم انتخاب در ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط کنترل پیشنهاد کرد. در شرایط کاربرد اسید هیومیک تنها صفت تعداد دانه در کپسول وارد مدل رگرسیون شد که این صفت دارای اثر مستقیم و مثبت برابر ۰/۹۲ بر عملکرد دانه بود. با توجه به نتایج تجزیه علیت در شرایط کاربرد اسید هیومیک به‌علت بالا بودن اثر مستقیم تعداد دانه در کپسول، می‌توان در شرایط کاربرد اسید هیومیک تعداد دانه در کپسول را به‌عنوان یکی از شاخص‌های انتخاب مهم در ژنوتیپ‌های کنجد معرفی نمود.

نتایج بررسی زینلی و همکاران (۲۰۰۶) روی ژنوتیپ‌های کنجد نشان داد که صفات تعداد کپسول در بوته، وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه اثر مستقیم و مثبت معنی‌داری بر عملکرد تک بوته‌ها داشتند. در بررسی پاتیل و لوکشا (۲۰۱۸) تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته به‌ترتیب بیشترین تأثیر مستقیم و مثبت روی عملکرد دانه کنجد داشتند. نتایج تجزیه علیت صفت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات زراعی به‌عنوان متغیرهای مستقل در گیاه کنجد نشان داد که سه صفت تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و قطر ساقه به‌ترتیب بیشترین تأثیر مستقیم مثبت و معنی‌دار را روی عملکرد دانه داشتند (زینل‌زاده تبریزی و منصوری ۲۰۲۱). نتایج تجزیه علیت در توده‌های بومی کنجد نشان داد که تعداد کپسول و تعداد شاخه‌های جانبی بیشترین اثرات مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند و لذا از این صفات می‌توان به‌عنوان معیاری جهت گزینش مستقیم برای افزایش عملکرد دانه در بوته سود برد (طهماسبی و همکاران ۲۰۲۲). نتایج تجزیه علیت در ژنوتیپ‌های سویا مشخص کرد که صفات تعداد شاخه فرعی و تعداد گره دارای بیشترین اثرات مثبت مستقیم بر عملکرد دانه بودند و برای گزینش از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (قنبری و همکاران ۲۰۱۹).

جدول ۸- تجزیه علیت عملکرد دانه در شرایط کنترل

صفات	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم از طریق		ضریب همبستگی با عملکرد دانه
		تعداد شاخه فرعی	وزن هزار دانه	
تعداد شاخه فرعی	۰/۶۶	–	۰/۲۹	۰/۹۵
وزن هزار دانه	۰/۳۵	۰/۵۵	–	۰/۹

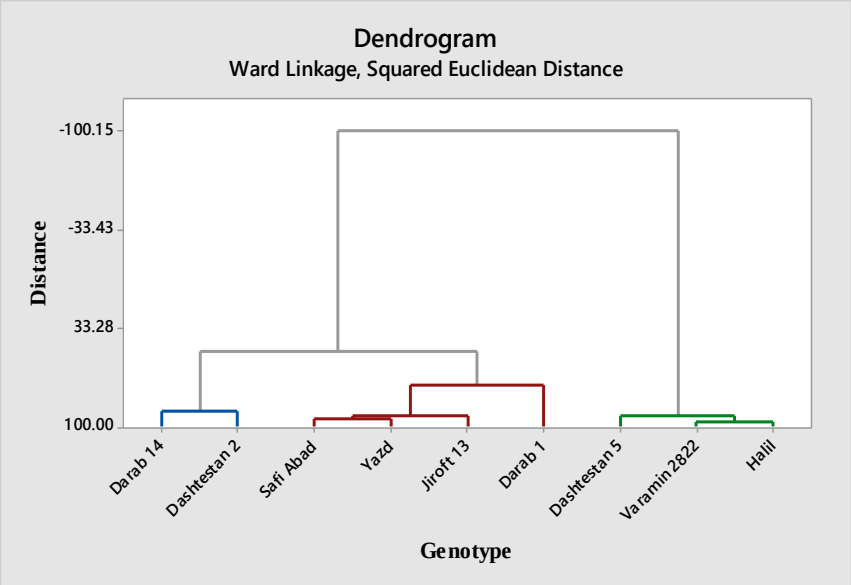
تجزیه خوشه‌ای

به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از تجزیه خوشه‌ای به روش ward و با محاسبه مربع فاصله اقلیدسی به‌عنوان معیار تشابه استفاده شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در سه گروه قرار گرفتند (شکل ۱). در گروه اول ژنوتیپ‌های دشتستان ۲ و داراب ۱۴ قرار گرفتند. مقادیر صفات در ژنوتیپ‌های این گروه از نظر اکثر صفات مورد بررسی از میانگین جامعه و در مقایسه با دو گروه دیگر بیشتر بود (جدول ۹). بنابراین می‌توان از ژنوتیپ‌های این گروه برای رسیدن به عملکرد بالا استفاده کرد. در گروه دوم ژنوتیپ‌های صفی‌آباد، یزد، داراب ۱ و جیرفت ۱۳ قرار گرفتند. در گروه سوم ژنوتیپ‌های دشتستان ۵، ورامین ۲۸۲۲ و هلیل قرار گرفتند. مقادیر صفات در ژنوتیپ های این گروه از نظر تمام صفات مورد بررسی از میانگین جامعه و در مقایسه با دو گروه دیگر کمتر بود (جدول ۹). با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های دشتستان ۲ و داراب ۱۴ در گروه اول قرار گرفتند و مقادیر صفات در این گروه

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بیشتر بود بنابراین می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای رسیدن به عملکرد بالا استفاده کرد. عسکری و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی صفات مرتبط با عملکرد در ۱۲ ژنوتیپ کنجد نشان دادند که براساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال در دو گروه و در شرایط تنش خشکی در سه گروه قرار گرفتند. با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۲۱ لاین کنجد با استفاده از روش ward و فاصله توان دوم اقلیدسی در سه گروه مجزا قرار گرفتند (زینل‌زاده تبریزی و منصوری ۲۰۲۱). رمضانی و منصوری (۲۰۱۷) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ۱۴ لاین کنجد را در سه گروه متمایز قرار دادند.



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در ژنوتیپ‌های کنجد

جدول ۹. مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای

گروه	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه (g)	درصد پروتئین (%)	درصد روغن (%)	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در کپسول
اول	۱۷۲۸/۵^{a}	۶۹۶۶/۹^{a}	۲۴/۸۵^{a}	۵۸/۰۱^{a}	۳/۴۲^{a}	۲۴/۷۲^{a}	۵۳/۷۳^{a}	۸/۱۶^{a}	۷۲/۱۴^{a}
دوم	۱۴۸۶^{b}	۶۳۲۰/۲^{a}	۲۳/۵۵^{b}	۵۳/۵۸^{ab}	۳/۴۹^{a}	۲۵/۵۶^{a}	۵۳/۴۴^{a}	۶/۰۳^{b}	۶۲/۳۷^{b}
سوم	۱۰۵۰^{c}	۴۵۶۱/۲^{b}	۲۲/۸۷^{b}	۵۳/۰۶^{b}	۳/۱^{b}	۲۳/۱۶^{b}	۵۲/۷۴^{a}	۳/۴۳^{c}	۴۹/۴۱^{c}
میانگین	۱۳۹۴/۶	۵۸۷۸	۲۳/۶۱	۵۴/۳۹	۳/۳۴	۲۴/۵۷	۵۳/۲۷	۵/۶۴	۶۰/۲۲

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۵٪ در آزمون دانکن با هم ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر ژنوتیپ برای تمام صفات مورد بررسی به جز شاخص برداشت و درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با بررسی میانگین صفات بین دو شرایط آزمایش مشخص شد که با کاربرد اسید هیومیک تمام صفات مورد مطالعه افزایش نشان دادند. ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ در صفات عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در کپسول وضعیت مناسبی در هر دو شرایط آزمایش داشتند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های داراب ۱۴ و دشتستان ۲ از نظر صفات مهم بیشترین

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدار را داشتند؛ بنابراین می‌توان این ژنوتیپ‌ها را به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر در هر دو شرایط معرفی نمود. نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی نشان داد که در شرایط کنترل و کاربرد اسید هیومیک بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، درصد روغن و پروتئین، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در کپسول رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت. براساس نتایج رگرسیون گام‌به‌گام در شرایط کنترل صفات تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه توانستند ۹۳ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کنند. در شرایط کاربرد اسید هیومیک صفت تعداد دانه در کپسول به تنهایی وارد مدل نهایی رگرسیون گام‌به‌گام شد و ۸۳ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین کرد. نتایج تجزیه علیت در شرایط کنترل نشان داد که تعداد شاخه فرعی بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشت. در شرایط کاربرد اسید هیومیک نیز بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به تعداد دانه در کپسول بود. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در سه گروه مجزا قرار گرفتند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های دشتستان ۲ و داراب ۱۴ در گروه اول قرار گرفتند و مقادیر صفات در این گروه بیشتر بود؛ بنابراین می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای رسیدن به عملکرد بالا استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مسئول آزمایشگاه دانشگاه پیام نور ابرکوه به جهت فراهم نمودن امکانات اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Abdel-Mawgoud AMR, El-Greadly NHM, Helmy YI and Singer SM. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. Journal of Applied Sciences Research, 3(2): 169-174.

Amiri MB, Rezvani Moghaddam P and Jahan M. 2016. Study the morphological characteristics affecting yield of *Echium amoenum* under different organic and chemical fertilizers and plant densities. Iranian Journal of Horticultural Science, 47(1): 55-69. (In Persian).

Askari A, Zabet M, Ghaderi MG, Samadzadeh AR and Shorvazdi A. 2016. Choose the most important traits affecting on yield of some sesame genotypes (*Sesamum indicum* L.) in normal and stress conditions. Journal of Crop Breeding, 8(18): 78-87 (In Persian).

Dehghani MR, Hashemi M, Mohammadi Mirik AA and Mohammadi Sh. 2021. Evaluation of the effect of morphological traits on grain yield in introduced faba bean (*Vicia faba* L.) by multivariate analyses. Journal of Crop Production and Processing, 11(2): 79-91. (In Persian).

Garcia AG, Santos LA, Izquierdo FG, Loss Sperandio MV, Castro RN and Berbara LL. 2012. Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress. Ecological Engineering, 47(1): 203-208.

Ghaffari Nejad SA, Nourghooli Pour F and Gheibi MN. 2020. Biostimulants and their roles in plant physiology, nutrient absorption, and tolerance to abiotic stresses. Journal of land Management, 8(1): 47-68. (In Persian).

Ghanbari S, Nooshkam A, Fakheri B.A and Mahdinezhad N. 2019. Relationship between yield and its component in soybean genotypes (*Glycine max* L.) using multivariate statistical methods. Journal of Crop Breeding, 11(29): 85-92. (In Persian).

Ghasemipanah M, Aminian R, Gholamhoseini M and Habibzadeh F. 2020. Study the relationship between grain and oil yields with some morphological traits in sesame by multivariate analysis. Crop Production, 12(3): 191-208. (In Persian).

Hosseini Z. 1995. Conventional methods in food analysis. Shiraz University Press. 210 p. (In Persian).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Jahan M, Amiri MB, Naseri Abkooh N and Salehabadi M. 2020. Factor analysis of water use efficiency and some quantitative characteristics and yield in sesame (*Sesamum indicum* L.) affected by application of nitrogen and ecological inputs in conditions of drought stress. Journal of Plant Production, 27(1): 19-39. (In Persian).

Lal M, Dutta S, Saikia D and Bhau BS. 2016. Assessment of selection criteria increase sesame by using correlation and path coefficient analysis under high moisture and acidic stress soil condition. Indian Journal of Science and Technology, 9(4): 1-5.

Mahdavi Khorami A, Masoud Sinaki J, Amini Dehaghi M, Rezvan S and Damavandi A. 2018. The effect of using nitrogen and potassium fertilizers and irrigation regimes on grain yield related traits of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Crop Production and Processing, 9(1): 173-187. (In Persian).

Mahdavi Khorami A, Sinaki J.M, Amini Dehaghi M, Rezvanbidokhti Sh and Damavandi A. 2018. Investigation of relationship between some quantitative and qualitative characteristics affecting sesame yield under nitrogen, potassium and drought Stress. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28(2): 15-34. (In Persian).

Mahmood S, Iram S and Athar HR. 2012. Intra-specific variability in sesame (*Sesamum indicum* L.) for various quantitative and qualitative attributes under differential salt regimes. Journal of Research Science, 14 (2): 177-186.

Mansouri S and Soltani Najafabadi M. 2004. Study and systemic analysis on yield and yield components association for sesame (*Sesamum indicum* L.) Breeding. Seed and Plant Improvement Journal, 20(2): 149-165. (In Persian).

Mohsennia O and Jalilian J. 2012. Response of safflower Seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3(5): 968-976

Mostafavi MJ, Nassiri Mahallati M and Koocheki AR. 2019. Regression and path analysis of the relationship between seed yield and the most important yield components of sesame. Plant Production Technology, 10(2): 145-156. (In Persian).

Nelimor C, Badu-Apraku B, Nguetta SPA, Tetteh AY and Garcia-Oliveira AL. 2020. Phenotypic characterization of maize landraces from Sahel and Coastal West Africa reveals marked diversity and potential for genetic improvement. Journal of Crop Improvement, 34(1): 122-138.

Patil M and Lokesha R. 2018. Estimation of genetic variability, heritability, genetic advance, correlations and path analysis in advanced mutant breeding lines of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Pharmacognosy and Natural Products, 4: 1-4.

Rahbari A, Masoudi Sinaki J, Damavandi A and Rezvan Sh. 2019. Responses of castor (*Ricinus communis* L.) to foliar application of zinc nano-chelate and humic acid under limited irrigation. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(2): 153-171. (In Persian).

Ramazani SHR and Mansouri S. 2017. Relationships of quantitative traits in advanced lines of sesame. Journal of Crop Breeding, 9(23): 58-66. (In Persian).

Sharifiziveh P, Fakhari R, Tahmasebi BK and Ghasemi S. 2020. Investigation of agronomic traits, yield and yield components of different sesame cultivars. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology, 6(2): 149-166. (In Persian).

Shayesteh J, Tabarsa T, Asghari J and Resalati H. 2010. Investigation of the amount of tannic acid in bark oak (*Quercus castanifolia*). Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 1(1): 27- 35. (In Persian).

Sidari M, Attina E, Francioso O, Tugnoli V and Nardi S. 2006. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. Soil Science Society of America Journal, 71: 75-85.

Tadayyon A, Beheshti S and Pessarakli M. 2017. Effects of sprayed humic acid, iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of Niger plant (*Guizotia abyssinica* L.). Journal of Plant Nutrition, 40: 1644-1650.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Tahmasebi AK, Darvishzadeh R, Fayaz Moghaddam A, Gholinezhad E and Abdi H. 2022. Use of selection indices for improving grain yield in sesame local populations. Plant Genetic Researches, 8(2): 117-130. (In Persian).

Zandi N, Khalesro Sh, Badakhshan H and Heidari Gh. 2021. Effect of humic acid foliar application on the yield and morphological traits of some safflower cultivars. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31(4): 35-48. (In Persian).

Zeinali H, Mirlohi A and Safaii L. 2006. Evaluation of relationship between grain yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Research in Agricultural Science, 2: 1-9. (In Persian).

Zeinalzadeh-Tabrizi H and Manssouri S. 2021. Preliminary evaluation of yield, agronomic characteristics and response of sesame lines to wilt disease in Moghan region. Journal of Crop Breeding, 12(36): 180-192. (In Persian).

Archive of SID.ir