دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

بررسی انعطاف رفتاری در مولفه‌های پر اثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های کنجد در شرایط آبیاری نرمال و محدودیت آبی

سعدا... منصوری[۱] و مسعود سلطانی نجف‌آبادی[۲]

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات اموزش و ترویج کشاورزی
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات اموزش و ترویج کشاورزی، (نویسنده مسوول: m.soltanioil@yahoo.com)
تاریخ ارسال: ۹۹/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۰
صفحه: ۷۵ تا ۸۴

چکیده

شناسایی مقایسه‌ای روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان در شرایط تنش و نرمال، اصلاحگران را در تدوین استراتژی یاری می‌رساند. کنجد گیاهی روغنی با محتوی روغن بالا و کیفیت مناسب می‌باشد. در این بررسی تاثیر کم‌آبی بر مولفه‌های عملکردی ۱۵ ژنوتیپ چند شاخه کنجد از کلکسیون بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مورد بررسی قرار گرفت. رگرسیون عملکرد دانه بر اساس صفات مختلف فنولوژیک و اجزای عملکرد گویای اثر معنی‌دار مثبت طول شاخه فرعی زاینده و تعداد دانه در کپسول در شرایط نرمال و فقط طول شاخه فرعی زاینده در شرایط کم آبی بود. تجزیه عاملی مقایسه‌ای بین شرایط نرمال و شرایط کم‌آبی حاکی از تغییر اولویت‌بندی گیاه کنجد از جهت تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌ها و مخازن مختلف در شرایط تنش بود. با این حال، رجحان اول گیاه در هر دو شرایط نرمال و کمبود آب اختصاص مواد فتوسنتزی به شاخه‌های فرعی بود. در شرایط کم‌آبی، گیاه اصلی‌ترین و قوی‌ترین سیستم کنترل مرکزی خود را بر تعداد شاخه فرعی بیشتر معطوف نمود، اما با بهره‌گیری از دو سیستم کنترل دیگر که اثرات به مراتب کمتری داشتند، بر افزایش وزن دانه به‌عنوان شاخصی از بقا و تمدید نسل آتی متمرکز گردید. تمرکز بر ارتباطات رفتاری و بیولوژیک گیاهان و روابط بین اجزای آنها از یک سو و تغییر نگرش از دیدگاه بیومتریک به دیدگاه - بیومتریک - فیزیولوژیک، کارآیی اصلاح برای شرایط نامساعد نظر تنش‌ها را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه عاملی، رفتارهای فیزیولوژیک، سیستم کنترل گیاه، کم‌آبی

مقدمه

شناخت روابط پیچیده بین اجزای یک سیستم بیولوژیک چندسلولی نظیر گیاه و بهره‌برداری از این شناخت مستلزم نگاه در دو سطح متفاوت است: دیدگاه اکولوژیک که ناظر بر رفتار گیاه در محیط زیست و بقای آن می‌باشد و دیدگاه فیزیولوژیک که روابط درونی بین اجزای گیاه و برهمکنش گیاه با محیط بیرون را تنظیم می‌کند (۱). وجود چنین شناختی به‌نژادگران را در مدیریت انتخاب و هدفگیری صفات خاص مرتبط با عملکرد و معماری گیاه یاری می‌نماید (۲).

به‌نژادی گیاهان با دو راهبرد اصلاح برای شرایط مطلوب برای حصول عملکرد بیشینه و اصلاح برای شرایط تنش در جریان است. اصلاح برای شرایط مطلوب ناظر بر ایجاد ارقامی است که در شرایط مطلوب بیوماس بالایی تولید می‌نمایند. با این حال قدرت تولید بیوماس بالا در شرایط مطلوب تامین‌کننده تولید در شرایط نامساعد نیست، بنابراین نیاز به اصلاح و تولید ارقام که در شرایط نامساعد قادر به تولید بیوماس رضایت‌بخشی هستند وجود دارد.

بررسی مولفه‌های رفتاری گیاهان در شرایط نرمال و نامساعد بر مبنای تجزیه‌های چندمتغیره سالهاست که توسط محققین مختلف انجام شده است. با این حال عموما خروجی نرم‌افزارها بدون توجه به ماهیت بیولوژیک داده‌ها و تعلق آنها به یک سیستم زنده، تفسیر می‌شوند. تجزیه عاملی یکی از روش‌های تجزیه چندمتغیره است که از دیر باز برای درک روابط داخلی بین صفات مختلف در گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا در اغلب منابعی که از تجزیه عاملی استفاده گردیده عمدتا تلاش بر نامگذاری عوامل استخراج‌شده معطوف شده و عوامل مذکور را عواملی بدون ماهیت بیولوژیک و صرفا برای کاهش تعداد متغیرها در نظر می‌گیرند (برای مثال۳-۶). در آزمایشی که در ایران بر روی تجزیه‌های همبستگی ساده، رگرسیونی و عاملی بر روی کنجد در دو شرایط نرمال و کم‌آبی انجام شد، صرفا تاثیرپذیری حضور صفات در مدل‌های رگرسیونی و یا شمول متفاوت صفات داخل عوامل مختلف مورد اشاره قرار گرفت و تفسیری بر ماهیت عوامل مختلف و تاثیرگذاری این عوامل بر روی عملکر در دو شرایط مورد آزماشی ارایه نشد (۱). یول و همکاران (۲) با تلفیق روش‌های تجزیه مسیر و تجزیه عاملی سعی در تبیین نقش صفات مختلف در شکل‌گیری عملکرد دانه در کنجد نموده و تجزیه عاملی را به‌عنوان شاخص انتخاب معرفی نمودند.

مطالعات متعددی بر روی تحلیل عملکرد و روابط اجزای آن بر روی کنجد انجام گرفته است (۲،۱). با این حال به‌جز یک مورد، سایرین بر جنبه‌های بیومتریک متمرکز شده و به جنبه‌های فیزیولوژیک نپرداخته‌اند. همچنین در این مقالات به‌جای تمرکز بر روی عملکرد تک‌بوته، تولید در واحد سطح را مد نظر قرار دادند. این درحالی است که زمانی که تمرکز را بر تجزیه رفتار فیزیولوژیک گیاه به اجزای سازنده و مسیرهای

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]
[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

کنترلی معطوف می‌داریم، بایستی به رفتار تولیدی تک‌بوته بپردازیم. در مطالعه منصوری و همکاران (۳)، با استفاده از روش تجزیه عاملی بر روی داده‌های ثبت‌شده در شرایط نرمال و تنش خشکی در ژنوتیپ‌های کنجد تک‌شاخه و تمرکز بر عملکرد تک‌بوته، اولین بار مفهوم تجزیه عاملی عملگرا ارایه گردید. در این مفهوم، به هر عامل استخراج‌شده مفهوم بیولوژیکی اطلاق گردید و شاخه‌دهی در کنجد از ویژگی‌های تاثیرگذار بر عملکرد دانه تعیین شد. در تجزیه عاملی عملگرا، نتایج تجزیه نرم افزاری و الگوریتم‌های تجزیه عاملی مورد تحلیل فیزیولوژیک قرار می‌گیرند. همچنین با توجه به این‌که الگوی تسهیم مواد اسیمیلاتی تولیدشده در برگ‌ها بین بوته‌های تک‌شاخه و چندشاخه متفاوت است (۴)، لازم است که مطالعه‌ای جداگانه بر روی ژنوتیپ‌های چندشاخه گیاه کنجد انجام گیرد.

بررسی حاضر با هدف به‌کارگیری مفاهیم تجزیه عاملی عملگرا در ژرم‌پلاسم چندشاخه کنجد در دو شرایط آبیاری نرمال و آبیاری محدود از اول مرحله رشد گیاه تا به آخر، انجام گرفته که نتایج آن گویای تمرکز بیشتر گیاه در تامین ذخیره غذایی کافی برای نتاج (نسل آینده) خود در شرایط تنش رطوبتی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

تعداد ۱۵ ژنوتیپ کنجد چندشاخه از کلکسیون ژرم‌پلاسم کنجد بخش تحقیقات دانه‌های روغنی انتخاب و کشت شدند. اسامی این ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ رایه شده است:

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های کنجد مورد بررسی در این تحقیق

Table 1. Name of sesame genotypes used in this study

شماره	نام ژنوتیپ	شماره	نام ژنوتیپ
۱	Ultan	۹	TS-3
۲	Moghan17	۱۰	TKG-21
۳	Borazjan 5	۱۱	J-1
۴	Darab 14	۱۲	RT-54
۵	Zood Ras IS	۱۳	Indian9
۶	Yellow While	۱۴	Indian12
۷	Punjab 89	۱۵	Indian 14
۸	CO-1		

سازماندهی آزمایش

کشت به‌طور متوالی در دو سال ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در پانزدهم خرداد ماه در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۱ متر انجام گرفت. این منطقه براساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک به‌دلیل داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک طبقه‌بندی می‌شود. براساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی‌متر در سال است.

آبیاری آزمایش شاهد و کم آبیاری به‌ترتیب بر اساس تبخیر ۱۰۰و ۲۴۰ میلی‌متر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. در هر سال کشت در دو آزمایش مجزا (نرمال و کم آبیاری) در مجاورت هم و هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار (ژنوتیپ) و سه تکرار انجام گرفت. تصادفی‌نمودن تیمارها در دو آزمایش هر سال مستقل از هم صورت گرفت. در آزمایش نرمال بعد از استقرار بوته‌ها، آبیاری بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و در آزمایش کم آبیاری بعد از استقرار اولیه بوته‌ها، آبیاری بر اساس ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مذکور انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط ۴ متری که دو خط وسط، پس از حذف نیم متر از دو انتها به‌عنوان محدوده نمونه‌گیری و دو خط کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند.

یادداشت‌برداری

در هر کرت، اندازه‌گیری‌ها بر مبنای پنج بوته در حال رقابت انجام گرفت و در نهایت میانگین صفات پنج بوته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اندازه‌گیری صفات بر اساس منصوری و نجف‌آبادی (۱) و به‌شرح زیر انجام گرفت: تعداد شاخه فرعی (BN) همان تعداد شاخه فرعی اولیه (خارج‌شده از ساقه اصلی) در نظر گرفته شد. طول ساقه حاوی کپسول بر روی ساقه اصلی گیاه به‌عنوان طول ساقه بارور (MFL) در نظر گرفته شد. این مقدار از طریق تفاضل ارتفاع تشکیل اولین کپسول بر روی ساقه اصلی از ارتفاع کل بوته محاسبه گردید. مجموع طول شاخه‌های فرعی که واجد کپسول بودند به‌عنوان طول شاخه فرعی زاینده (FABL) در نظر گرفته شد. تعداد کپسول در ساقه اصلی (MCN) و مجموع تعداد کپسول‌های تشکیل شده روی شاخه‌های فرعی (ACN) با شمارش کپسول‌ها در اندام‌های مربوطه تعیین شد. برای تخمین میانگین طول کپسول (CL)، ابتدا طول کل گیاه به سه قسمت یک سوم پایین، یک سوم وسط و یک‌سوم بالایی تقسیم شده و از هر ناحیه سه کپسول به تصادف انتخاب و طول هر کپسول با کولیس اندازه‌گیری شد. برای هر گیاه میانگین طول این نه کپسول به‌عنوان طول کپسول در نظر گرفته و بر حسب سانتی‌متر ثبت شد. برای هر بوته، تعداد دانه در کپسول‌هایی که برای اندازه‌گیری طول کپسول مورد استفاده قرار گرفتند، شمارش گردید و میانگین تعداد دانه در نه عدد کپسول به‌عنوان تعداد دانه در کپسول (SpC) برای هر بوته تعیین شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

برای هر بوته، تعداد هزار دانه با دستگاه بذر شمار مورد شمارش قرار گرفت و وزن آنها (SW) با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و بر حسب گرم ثبت گردید. عملکرد تک‌بوته (YD) برای هر بوته، وزن خشک دانه‌های تشکیل‌شده در کپسول‌های روی شاخه‌های فرعی (به‌عنوان عملکرد شاخه‌های فرعی آن بوته) و ساقه اصلی (به‌عنوان عملکرد ساقه اصلی بوته) سنجیده شد و مجموع این دو اندازه گیری به‌عنوان عملکرد دانه تک‌بوته بر حسب گرم در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تحت ویندوز انجام گرفت. محاسبه آماره‌های توصیفی مانند میانگین حسابی، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی، همچنین تجزیه رگرسیونی و تجزیه عاملی در محیط نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت. آماره‌های توصیفی در هر شرایط (نرمال و کم آبیاری) برای هر صفت بر روی کلیه ژنوتیپ‌ها و بر روی میانگین دو ساله محاسبه شدند. تجزیه رگرسیونی به کمک رویه گام به گام و در نظر گرفتن متغیر عملکرد تک‌بوته به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل انجام گرفت. در این راستا ورود متغیر به مدل با احتمال خطای ۰/۰۵ و خروج از مدل با احتمال ۰/۱ در نظر گرفته شد. همچنین آماره هم‌خطی VIF برای متغیرها محاسبه گردید. تجزیه عاملی بر اساس مدل تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها

در تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر آزمایش به‌صورت ثابت و اثر سال به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای دو سال و هر سال دو آزمایش، آزمایش نرمال و کم آبیاری، مبین تاثیر معنی‌دار آزمایش (اثر کم آبیاری) بر عملکرد دانه بود (جدول). استفاده از طرح کرت‌های خردشده برای آزمایش‌های مزرعه‌ای مربوط به رژیم‌های آبیاری که با مقوله نفوذ آب در خاک و به کرت‌های مجاور همراه است قابل توصیه نمی‌باشد. چرا که مشاهدات انجام شده در خصوص نفوذ عرضی خاک در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، گویای نفوذ عرضی آب در مسافت حدود ده متر می‌باشد (۱). بنابراین چنانچه از طرح کرت‌های خردشده و عامل سطوح آبیاری به‌عنوان کرت اصلی استفاده شود، مشکلات تکنیکی مانند افزایش بسیار زیاد طول بلوک حادث خواهد شد و اختلاط اثر خاک با تیمار آبیاری را افزایش خواهد داد. برای افزایش دقت و سهولت انجام این گونه آزمایش‌ها، اجرای آزمایش‌ها به طور مجزا برای شاهد (با آبیاری نرمال) و تنش (با کاهش آبیاری) هردو در قالب طرح مشابه و تصادفی‌سازی مستقل و البته با یک فاصله منطقی از هم و سپس تجمیع نتایج دو آزمایش به‌صورت تجزیه مرکب توصیه شده است (۳،۲). در این حالت اثرات متقابل ژنوتیپ با آزمایش (سطوح مختلف آبیاری) قابل برآورد می‌باشد.

در پژوهش حاضر، معنی‌داری منبع تغییر آزمایش[1] دلالت بر تاثیرگذاری بالای عامل کاهش آبیاری و در واقع حدوث تنش بر گیاه و در نتیجه بر عملکرد دانه آن دارد. بنابراین مقایسه اجزای عملکرد در دو شرایط نرمال و تنش و نیز تفسیر نتایج مرتبط با تاثیر تنش بر مولفه‌های عملکردی واجد اعتبار می‌باشد. با توجه به معنی‌دار نبودن اثرات ژنوتیپ در سال، ژنوتیپ در آزمایش، ژنوتیپ در سال در آزمایش، داده‌های شرایط نرمال هر دو سال بر روی همه ژنوتیپ‌ها میانگین‌گیری شده و به‌عنوان داده‌های شرایط نرمال مورد تجزیه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین برای داده‌های شرایط کم‌آبی، میانگین‌گیری بر روی دو سال آزمایشی و بر روی ژنوتیپ‌ها انجام گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب ارزیابی عملکرد کل تک‌بوته 15 ژنوتیپ کنجد در دو سال (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) و دو آزمایش (آبیاری نرمال و کم آبیاری).

Table 2. Combined analysis of variance for total yield of 15 sesame genotypes during years 2004 and 2005 and for two experiments (normal irrigation and low irrigation)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
(Y) سال	۱	۲۵۵۶۱/۳^{ns}
(Ex) آزمایش	۱	۱۰۷۸۳۴۴۰/۳**
Y x Ex	۱	۱۰۹۹۵۶۲/۳**
R(Y x Ex)	۸	۸۸۰۵۰/۹
(G) ژنوتیپ	۱۴	۳۱۷۰۳۴/۳**
G x Y	۱۴	۹۰۴۴۶/۵^{ns}
G x Ex	۱۴	۷۲۲۱۰/۶^{ns}
G x Y x Ex	۱۴	۶۶۱۷۴۹^{ns}
خطای آزمایشی	۱۱۲	۶۰۶۰۷/۳

ns، * و **: به‌ترتیب نمایانگر اثر غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح خطای نوع اول ۰/۰۵ و معنی‌دار در سطح خطای ۰/۰۵ می‌باشد.

1- Experiment

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

آماره‌های توصیفی

وضعیت عمومی صفات و تنوع آنها تغییرپذیری به نسبت میانگین صفات برای کشت در شرایط آبیاری و کم آبیاری در جداول ۳ و ۴ ارایه شده است.

جدول ۳- میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی صفات در شرایط ترمال. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.
Table 3. Mean, standard deviation, and phenotypic coefficient of variation for the traits under normal condition. The full name of the traits are shown at the beneath of the table.

	صفات										
آماره‌ها	BN	MCN	ACN	FABL (cm)	MFL (cm)	CL (cm)	SpC	SW (g)	عملکرد کل بوته (YD) (g/individual)	عملکرد ساقه اصلی (g)	عملکرد شاخه‌های فرعی (g)
میانگین	۳/۷۸	۴۴/۲۹	۴۸/۴۷	۱۱۲/۵۹	۸۶/۳۸	۲/۹۳	۶۹/۸۶	۳/۰۱	۱۲/۰۱	۶	۶/۰۱
انحراف استاندار	۰/۴۲	۱/۵۱	۱۰/۴۳	۱۷/۴۸	۵۱/۱	۰/۰۶	۰/۶۱	۰/۰۹	۲/۱۶	۰/۷۱	۱/۴۸
ضریب تنوع فنوتیپی	۱۱	۳	۲۲	۱۶	۲	۲	۱	۳	۰/۱۸	۱۲	۲۵

در شرایط نرمال، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به‌ترتیب نزولی مربوط به عملکرد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی و عملکرد کل بوته است. کمترین مقدار ضریب تغییرات مربوط به تعداد دانه در کپسول بود.

در شرایط محدودیت آبی نیز بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به‌ترتیب نزولی برای صفات عملکرد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در شاخه فرعی و در نهایت عملکرد کل بوته بود. مقایسه جدول ۳ و ۴ گویای تاثیر عمیق‌تر تنش بر بروز تغییرات فنوتیپی نسبت به شرایط نرمال رشد و نمو گیاه مورد مطالعه است. این مشاهده دلالت بر وجود عکس‌العمل سازشی داشته به‌طوری که گیاه تحت تنش برای غلبه بر تنش سازکارهای سازگاری متعددی را در سطح بیان ژن و متعاقب آن فیزیولوژی خود مورد استفاده قرار می‌دهد (۴) که این تعدد ساز و کارها اثر ظاهری خود را در افزایش تنوع صفات گوناگون نشان می‌دهد. در این بررسی رژیم کم‌آبی اثری بر تنوع مشاهده‌شده برای صفات وزن هزار دانه و طول کپسول نداشت.

جدول ۴- میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات فنوتیپی صفات در شرایط کم آبیاری. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.
Table 4. Mean, standard deviation, and phenotypic coefficient of variation for the traits under low irrigation condition. The full name of the traits are shown at the beneath of the table.

	صفات										
آماره ها	BN	MCN	ACN	FABL (cm)	MFL (cm)	CL (cm)	SpC	SW (g)	عملکرد کل بوته (YD) (g/individual)	عملکرد ساقه اصلی (g)	عملکرد شاخه‌های فرعی (g)
میانگین	۳/۹۱	۳۴/۰۰	۴۱/۸۴	۸۶/۸۴	۶۷/۵۵	۲/۷۶	۶۶/۱۹	۲/۵۹	۷/۸	۳/۵۷	۴/۲۰
انحراف استاندار	۰/۷۱	۱/۲۹	۱۴/۵۹	۲۲/۰۳	۱/۷۲	۰/۰۴	۰/۹۶	۰/۰۴	۲/۲۷	۰/۵۵	۱/۷۰
ضریب تنوع فنوتیپی	۱۸	۴	۳۵	۲۶	۳	۲	۱	۲	۲۹	۱۶	۴۰

رگرسیون گام به گام عملکرد روی صفات اندازه‌گیری شده

به‌منظور حصول ادرکی از روابط علی بین عملکرد تک‌بوته و صفات اندازه‌گیری‌شده، تجزیه رگرسیونی چندمتغیره گام به گام عملکرد تک‌بوته (متغیر وابسته) از روی صفات اندازه‌گیری‌شده (متغیرهای مستقل) برای دو شرایط نرمال و محدودیت آبی به‌طور جداگانه انجام گرفت.

برای داده‌های شرایط نرمال، مدل برآوردشده شامل فقط دو صفت طول شاخه فرعی زاینده (FABL) و تعداد دانه در کپسول (SpC) بود. ضریب تبیین چندمتغیره تعدیل‌شده این مدل ۰/۹۸۹ بود که نشان از برازش مناسب مدل می‌باشد. همچنین آماره هم خطی VIF برای ضرایب رگرسیونی کمتر از ۵ بود که نشان از ناچیز بودن همخطی بین متغیرهای موجود در مدل و اعتبار مقادیر برآورد شده ضرایب می‌باشد. ضرایب رگرسیون عادی و استاندارد شده این مدل و نیز آماره همخطی در جدول ۵ ارایه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

جدول ۵- ضرایب رگرسیون معمولی و استاندارد شده گام به گام صفت عملکرد دانه بر روی متغیرهای مورد اندازه گیری برای داده‌های شرایط نرمال

Table 5. Ordinary and standardized coefficients for stepwise regression under normal condition

متغیر ها	ضرایب استاندارد شده	ضرایب معمولی	آماره هم‌خطی
ثابت معادله	–	-۲۸/۱۸۶	-
طول شاخه فرعی زاینده	۰/۹۰۱	۰/۱۱۴	۲/۱۸۱
دانه در کپسول	۰/۱۲۳	۰/۳۹۲	۲/۱۸۱

بر اساس مدل ایجاد شده، در شرایط نرمال آبیاری، طول شاخه فرعی زاینده و سپس تعداد دانه در کپسول به‌ترتیب بیشترین اثرات مستقیم را در شکل‌گیری عملکرد دانه داشته‌اند. نکته مهم این که در ژنوتیپ‌های مورد بررسی تعداد کپسول تشکیل شده روی شاخه‌های فرعی بیشتر از ساقه اصلی است (جداول ۳ و ۴). همچنین تعداد دانه بیشتر در کپسول تاثیرگذاری موثرتری در تعداد کل دانه در بوته (عملکرد تک‌بوته) در شرایط نرمال دارد؛ زیرا عملکرد بوته حاصل ضرب تعداد دانه در وزن دانه است و از آنجا که در شرایط نرمال تنوع‌پذیری وزن دانه بسیار کم است (جدول ۳) این صفت جز مولفه‌های تاثیرگذار در عملکرد در مدل باقی نمانده است. در شرایط کمبود آب، صرفا صفت طول شاخه فرعی در مدل باقی ماند. ضریب تبیین چندمتغیره برای این مدل برابر ۰/۹۹۱ بود. ضرایب رگرسیون عادی و استاندارد شده این مدل در جدول ۶ ارایه شده است.

جدول ۶- ضرایب رگرسیون معمولی و استاندارد شده گام به گام صفت عملکرد دانه بر روی متغیرهای مورد اندازه‌گیری برای داده‌های شرایط کم آبیاری

Table 6. Ordinary and standardized coefficients for stepwise regression under water limiting condition

متغیرها	ضرایب استاندارد شده	ضرایب معمولی	آماره هم خطی
			VIF
ثابت معادله	–	۱/۳۴۴	–
طول شاخه فرعی زاینده	۰/۹۹۶	۰/۱۵۵	۱

طول شاخه زاینده به دو لحاظ می‌تواند بر عملکرد دانه موثر باشد: از یک سو محلی برای استقرار کپسول، و از سوی دیگر محلی برای استقرار برگ‌ها به‌عنوان تولیدکننده غذا برای دانه‌های در حال پرشدن داخل همین کپسول‌ها. از این رو این صفت می‌تواند اثرگذاری قابل توجهی نسبت به سایر صفات در شکل‌گیری عملکرد گیاه داشته باشد. در شرایط کم‌آبی، رقابت بر سر تشکیل تعداد کپسول بیشتر (به‌عنوان مخزن قوی‌تر) و تشکیل دانه در کپسول (مخزن ضعیف‌تر) به‌نظر شدیدتر می‌باشد. اما از سوی دیگر مکانیسم‌های خود تنظیمی داخل گیاه موازنه به‌نفع دانه قوی‌تر در شرایط کم‌آبی را به‌هم می‌زند (۵)، این رقابت‌ها در نهایت در شکل‌گیری شاخه فرعی زاینده متبلور گردیده و لذا اثر این صفت در تعیین نهایی عملکرد در شرایط کم‌آبی برجسته‌تر از سایرین ظاهر شده است.

تجزیه عاملی

تجزیه عاملی متغیرها با شمول صفات تعداد شاخه فرعی (BN)، تعداد کپسول روی ساقه اصلی (MCN)، تعداد کپسول روی شاخه‌های فرعی (ACN)، طول شاخه فرعی زاینده (FABL)، طول ساقه اصلی زاینده (MFL)، طول کپسول (CL)، تعداد دانه در کپسول (SpC)، وزن هزار دانه (SW) و عملکرد دانه تک‌بوته (Yd) به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و برای داده‌های شرایط نرمال و محدودیت آبی به‌طور مجزا انجام گرفت. برای استخراج عوامل، رفتار کاهش ریشه مشخصه در برابر تعداد مولفه‌های اصلی مورد توجه قرار گرفت. پس از استخراج عامل‌ها، ضرایبی که قدر مطلق ارزش آن‌ها از بزرگتر از ۰/۵ بود مطابق روش مانلی و همکاران (۵) به‌عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته و به‌صورت اعداد پر رنگ در جداول مربوطه (جداول ۷ و ۸) نشان داده شده‌اند. زمانی که قدر مطلق ضریب ارزش عاملی بزرگتر از ۰/۵ باشد گفته می‌شود که صفت تحت تاثیر عامل قرار دارد. در اغلب موارد، تعدادی از صفات تحت تاثیر بیش از یک عامل قرار دارند که آنها را صفات مشترک می‌نامیم. عموما برای سهولت تفسیر در این گونه موارد، از چرخش عامل‌ها استفاده می‌شود (۵). چرخش عامل‌ها باعث کاهش تعداد صفات مشترک می‌گردد (۵). با این حال در این بررسی به‌رغم وجود صفات مشترک، هیچ‌گونه چرخشی بر روی بارهای عاملی صورت نگرفت که در ادامه مورد بحث قرار خواهد گرفت.

شرایط نرمال

بر اساس رفتار واریانسی تجمعی سه عامل اول مجموعا ۹۷/۲۹۰۳ درصد واریانس داده‌های اولیه را توجیه می‌کنند (جدول ۷). بنابراین بررسی‌های عاملی در شرایط نرمال با استخراج سه عامل پیش رفت.

ضرایب مرتبط به سه عامل استخراج‌شده در جدول ۷ ارایه شده است. بر اساس این نتایج، عامل اول بر روی تمامی صفات اثر معنی‌دار گذاشته است. جهت این اثر بر روی طول ساقه اصلی زاینده و طول کپسول عکس اثر آن بر روی سایر صفات است. این عامل اثر شدیدی بر عملکر و اجزای آن می‌گذارد. عامل دوم اثرات معنی‌دار و هم‌جهتی بر روی دو صفت تعداد کپسول در ساقه اصلی و طول ساقه اصلی زاینده گذاشته است. عامل سوم صرفا بر تعداد دانه در کپسول

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

تاثیرگذار است. صفت تعداد کپسول روی ساقه اصلی و طول ساقه اصلی زاینده به‌طور مشترک تحت تاثیر عامل‌های اول و دوم قرار دارند و صفت تعداد دانه در کپسول تحت تاثیر مشترک عامل اول و سوم قرار دارند.

شرایط کم‌آبی

روند تغییرات ریشه مشخصه در مقابل مولفه‌های اصلی استخراج‌شده از بین داده‌های تحت شرایط محدودیت آب در شکل ۲-B نشان داده شده است. بر این اساس به‌نظر می‌رسد سه مولفه اصلی اول بیشترین نقش را در توضیح واریانس داده‌های اولیه ایفا می‌نمایند. بر این مبنا در مرحله استخراج عوامل، امکان استخراج سه عامل فراهم گردید. مشخصات واریانس توجیه‌شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی آنها در جدول ۸ ارایه گردیده است. بر این اساس، سه فاکتور استخراجی مجموعا ۹۶/۳۴۱ درصد واریانس داده‌های اولیه را توجیه می‌نمایند.

جدول ۷- بار عامل‌های استخراج شده برای صفات مختلف کنجد در شرایط نرمال

Table 7. Factor loads extracted for various traits in sesame under normal condition

	Loading factors		
صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
BN	۰/۹۷۱	۰/۹۷۱	-۰/۲۲۷
MCN	۰/۶۸۸	۰/۶۸۸	۰/۱۸۹
ACN	۰/۹۵۴	۰/۹۵۴	-۰/۲۶۲
FABL	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	-۰/۱۴۷
FML	-۰/۶۷۱	-۰/۶۷۱	-۰/۰۷۸
CL	-۰/۹۸۵	-۰/۹۸۵	۰/۰۸۱
SpC	۰/۸۱۳	۰/۸۱۳	۰/۵۴۳
SW	۰/۹۵۱	۰/۹۵۱	۰/۱۵۶
YD	۰/۹۹۳	۰/۹۹۳	-۰/۰۷۸
Explained variance (%)	۸۰/۷۰۷	۸۰/۷۰۷	۵/۷۲۸
Cumulative explained variance (%)	۸۰/۷۰۷	۸۰/۷۰۷	۹۷/۲۹۰

YD: عملکرد تک‌بوته، SW: وزن هزار دانه، SpC: تعداد دانه در کپسول، CL: طول کپسول، MFL: طول ساقه اصلی زاینده، FABL: طول شاخه فرعی زاینده، ACN: تعداد کپسول روی شاخه های فرعی، MCN: تعداد کپسول روی شاخه اصلی، BN: تعداد شاخه فرعی

استخراج عامل‌ها به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی صورت گرفته است. بارهای عاملی با قدرمطلق بزرگتر از ۰/۵ به‌عنوان معنی‌دار در نظر گرفته شده و به صورت پررنگ تر نشان داده شده‌اند. همچنین مقدار واریانس توجیه شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی آنها در جدول ارایه شده است. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.

بر اساس جدول ۸، عامل اول دارای اثرات بزرگ و هم‌جهت بر روی مجموعه صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در ساقه اصلی، تعداد کپسول در شاخه‌های فرعی، طول شاخه‌های فرعی بارور و عملکرد دانه می‌باشد. این اثرات را اثر عامل بر روی گروه صفت اول می‌نامیم. همچنین این عامل اثرات معنی‌دار و هم‌جهتی بر مجموعه صفات طول کپسول و تعداد دانه در کپسول (اثر عامل بر روی گروه صفت دوم) از خود نشان می‌دهد. لیکن اثر این عامل بر روی گروه صفت اول و دوم متضاد می‌باشد. عامل دوم به‌طور هم‌جهتی بر دو صفت طول ساقه اصلی زاینده و وزن هزار دانه می‌گذارد. عامل سوم، نیز اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه اثر می‌گذارد. صفت وزن هزار دانه تحت تاثیر مشترک عامل دوم و سوم قرا ردارد.

جدول ۸- بار عامل‌های استخراج شده برای صفات مختلف کنجد در شرایط کم آبیاری

Table 8. Factor loads extracted for various traits in sesame under water limiting condition

	Loading factors		
صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
BN	۰/۹۹۲	۰/۹۹۲	۰/۰۶۲
MCN	۰/۷۷۶	۰/۷۷۶	-۰/۳۲۴
ACN	۰/۹۸۶	۰/۹۸۶	۰/۰۴۰
FABL	۰/۹۹۱	۰/۹۹۱	۰/۰۴۴
FML	-۰/۳۷۹	-۰/۳۷۹	-۰/۳۴۱
CL	-۰/۸۲۷	-۰/۸۲۷	-۰/۰۸۸
SpC	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷	۰/۰۰۲
SW	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۲	۰/۶۷۱
YD	۰/۹۸۴	۰/۹۸۴	۰/۰۸۴
Explained variance (%)	۷۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰	۷/۷۰۰
Cumulative explained variance (%)	۷۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰	۹۶/۳۴۱

YD: عملکرد تک بوته، SW: وزن هزار دانه، SpC: تعداد دانه در کپسول، CL: طول کپسول، MFL: طول ساقه اصلی زاینده، FABL: طول شاخه فرعی زاینده، ACN: تعداد کپسول روی شاخه های فرعی، MCN: تعداد کپسول روی شاخه اصلی، BN: تعداد شاخه فرعی:

استخراج عامل‌ها به‌روش تجزیه به مولفه‌های اصلی صورت گرفته است. بارهای عاملی با قدر مطلق بزرگتر از ۰/۵ به عنوان معنی دار در نظر گرفته شده و به‌صورت پررنگ‌تر نشان داده شده‌اند. همچنین مقدار واریانس توجیه‌شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی آنها در جدول ارایه شده است. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

در ژنوتیپ‌های چند شاخه کنجد، سهم زیادی از کپسول‌های تشکیل‌شده در گیاه بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌شود (جداول ۳ و ۴). بنابراین نقش بالای طول شاخه‌های فرعی بارور در هر دو شرایط نرمال و کم‌آبی در تشکیل عملکرد مورد انتظار است. محدودیت آبی در مراحل مختلف رشدی گیاه باعث کم‌رنگ‌شدن نقش تعداد دانه در کپسول گردید. اعمال محدودیت آبی از فاز رویشی گیاه (از مراحل اولیه استقرار بوته تا آخر فصل) با تاثیر بر فتوسنتز جاری و ذخیره مواد غذایی داخل ساقه، تولید و ذخیره مواد غذایی در گیاه را کاهش می‌دهد و بنابراین اثر نامطلوبی بر شکل‌گیری دانه‌ها خواهد گذاشت. در زمان تشکیل کپسول، با توجه به رشد نامحدود بودن گیاه کنجد، رقابت بر سر مواد پرورده برای تشکیل ساختار آناتومیک کپسول و نیز گلچه‌های در حال تشکیل وجود دارد. از آنجا که پیکره کپسول مخزن قوی‌تری نسبت به گلچه‌های در حال تشکیل می‌باشد (۵)، در رقابت بر سر اسیمیلات‌ها که در شرایط کم‌آبی به‌مقدار محدودی تولید می‌شوند گوی سبقت را از گلچه‌های در حال تشکیل ربوده و باعث کاهش تعداد دانه در آینده می‌شود.

گیاه سیستمی پیچیده و متشکل از مسیرهای کنترل‌کننده متعددی می‌باشد که به‌طور هماهنگ با یکدیگر بر همکنش داشته که نتیجه این بر همکنش‌ها، بروز فنوتیپی می‌باشد. ساده‌سازی بیش از حد این برهمکنش‌ها باعث تفسیرهای نادرست از روابط واقعی بین اجزا و مسیرها می‌شود (۵). ماهیت تجزیه عاملی به‌گونه‌ای است که تا حد زیادی قادر به شناسایی عوامل تاثیرگذار بر بروز صفات مختلف می‌باشد. با توجه به پیچیدگی عوامل تاثیرگذار بر بروز صفات در گیاهان که اغلب با دخالت تعداد بسیار زیادی ژن و مسیرهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک انجام می‌گیرد و در نظر گرفتن این واقعیت که بین مسیرهای مختلف بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مکاتبات از طریق عوامل مشترک (فرآیندی که آن‌را مکاتبه تقاطعی می‌نامند) وجود دارد (۷،۶)، مشاهده وجود تاثیرپذیری برخی صفات از چند عامل دور از انتظار نمی‌باشد. بنابراین، به‌کارگیری چرخش‌های مختلف برای کاهش این اشتراک توعی ساده‌سازی بیش از حد به‌نظر می‌رسد. بر این اساس در تجزیه‌های عاملی مربوط به‌سیستم‌های بیولوژیکی، پیشنهاد به حذف چرخش‌ها در تجزیه عاملی می‌شود.

بر خلاف سیستم‌های جانوری که کلیه فعالیت‌های بدن توسط سیستم مرکزی مغز کنترل می‌شود، در گیاهان مفهوم یک مرکز فرماندهی متمرکز وجود ندارد و هر سلول به‌تنهایی وضعیت تبادلات غذا و پاسخ‌دهی به محرک‌ها را انجام می‌دهد (۸). با این حال وقتی به گیاه به‌عنوان یک سیستم بیولوژیک پیوسته نگاه کنیم و رفتار به ظاهر هوشمندانه آن را در مواجهه با محرک‌های بیرونی مورد بررسی قرار دهیم (۹)، وجود یک سیستم کنترل‌کننده مرکزی در گیاه اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (۱۰) منصوری و همکاران به‌وجود یک سیستم کنترل‌کننده مرکزی در گیاهان اشاره نمودند (۵). زمانی که گیاه را به‌عنوان یک سیستم انجام فعالیت در نظر بگیریم، یافتن مولفه‌های موثر در انجام این فعالیت‌ها به مدیریت بهتر بهره‌برداران از گیاه کمک می‌نماید تا با حداکثر بازدهی از گیاهان استفاده نمایند. به‌نظر می‌رسد که عامل‌های استخراجی در تجزیه عاملی در جایگاه سیستم‌های کنترل‌کننده گیاه قرار دارند.

در سیستم کنترلی گیاه عاملی قوی وجود دارد که به‌نحوی سازمان‌یافته اثر زیادی بر عملکرد دانه و تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده دارد. با این حال این اثرات بر روی صفات مرتبط با ساقه اصلی کمتر از صفات مرتبط با شاخه‌های فرعی است. به‌نظر می‌رسد این عامل به‌نوعی بر مسیرهای رقابتی تخصیص کربوهیدرات‌های ساختمانی هم نظارت داشته باشد. بدین حیث اثر متضادی بر طول شاخه فرعی و اصلی دارد (جدول ۷). تشکیل شاخه فرعی در گیاه کنجد نیازمند مصرف و تخصیص هیدروکربن‌های موجود در ساقه اصلی و یا مواد اسیمیلاتی در حال ساخت توسط برگ‌های روی ساقه اصلی می‌باشد. همچنین به‌نظر می‌رسد تخصیص اسیمیلات برای رشد بدنه کپسول‌ها به‌عنوان مخزنی قوی (مرتبط با طول کپسول) در رقابت با مصرف اسیمیلات برای رشد رویشی و تولید ساقه می‌باشد.

به‌موازات سیستم قبلی، سیستمی مستقل بر روی تعداد کپسول روی ساقه اصلی و طول ساقه اصلی بارور اثر می‌گذارد. در ژنوتیپ‌های چندشاخه، گیاه بیشترین تمرکز را بر تخصیص اسیمیلات به شاخه فرعی و مخازن مرتبط (کپسول و دانه) اعمال می‌نماید (جدول ۷). بنابراین، دور از انتظار نیست تمرکز بر ساقه اصلی توسط سیستم کم اهمیت‌تر (عامل دوم) انجام گیرد.

در نهایت سیستم تعیین تعداد دانه در کپسول به‌عنوان یک عامل کمکی بر عامل اول ایفای نقش می‌نماید (جدول ۷). شاید این سیستم به‌عنوان سیستمی ذخیره و یا سیستمی کمکی در گیاه برای تعیین تعداد دانه در کپسول در شرایطی که مسیر تعین دانه در کپسول تحت مدیریت عامل اول دچار نقصان شود ایفای نقش نماید.

زمانی که گیاه دچار مشکلاتی نظیر کمبود آب (تنش) گردد، مجموعه واکنش‌های تکاملی و سازگاری برای مقابله با اثرات زیانبار تنش فعال می‌شوند (۵، ۶). در این بررسی تغییر مشهودی در نیم‌رخ صفات تحت تاثیر عوامل بین شرایط نرمال و کم‌آبی مشاهده گردید (جدول ۸) که ناشی از تاثیر کم‌آبی بر مدیریت گیاه در حفظ منابع داخلی خود و تخصیص آنها می‌باشد. بنابراین در شرایط تنش آبی، اولویت‌های گیاه برای حفظ ساختار و بیولوژی خود تغییریافته و از راهکارهای متفاوتی برای بقا استفاده می‌کند. در شرایط تنش، سیستم کنترل‌کننده بیولوژی گیاه تمرکز را از تخصیص مواد اسیمیلاتی به ساقه اصلی و وزن هزار دانه بر می‌دارد. به‌عبارت بهتر در قدم اول توجه بیشتر را به اجزای مهم‌تر مانند اجزای شاخه فرعی می‌دهد. آنگاه در مراتب پایین‌تر، به تمرکز و تاثیرگذاری بر این دو صفت (ساقه اصلی و وزن هزار دانه) می‌گذارد. و در نهایت در مرتبه سوم (عامل سوم) به‌لحاظ نیاز به حفظ نسل به‌عنوان یک راهکار تکاملی، اهتمام ویژه بر وزن هزار دانه بیشتر و تولید دانه‌های قوی‌تر می‌گذارد احتمالا تخصیص ماده خشک به دانه‌ها در مسیر رقابت با سایر

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

مولفه‌های رشدی و نموی بوته تحت تنش قرار نگیرد و دانه (بذر = نتاج) پر قدرت‌تر برای حفظ بقا تولید شود.

منصوری و همکاران (۵) تغییر ساختار عملکردی کنجد در شرایط تنش و نرمال را بر روی ژنوتیپ‌های تک‌شاخه کنجد را بررسی نمودند. در آن بررسی تنش خشکی از مرحله شروع گلدهی اعمال گردید. تجزیه و تحلیل‌های مربوطه حاکی از نقش برجسته و اولویت‌دار وزن هزار دانه در شرایط تنش بود. این محققین نتیجه‌گیری نمودند که رفتار ارقام اصلاح‌شده در شرایط تنش خشکی متفاوت از رفتار آن در در شرایط نرمال می‌باشد و در واقع گیاه رفتار وحشی (غیراصلاح‌شده) را بر رفتار یک رقم اصلاح‌شده ترجیح می‌دهد. در بررسی حاضر اما، رفتار ژنوتیپ‌های چندشاخه مورد بررسی قرار گرفت. مشخص گردید که شاخه‌های فرعی نقش مهمی در ثبات تولید گیاه بر عهده دارند به قسمی که در شرایط کم آبیاری، سیستم مدیریتی گیاه تاکید بر مولفه‌های شاخه‌های فرعی می‌نماید. در حقیقت وجود شاخه فرعی نقشی همانند پنجه‌ها در سیستم غلات را ایفا می‌نمایند. در غلات، خاصیت بافری پنجه‌ها، حصول عملکرد (و در نتیجه حفظ نسل از منظر اکولوژیکی) در شرایط نامطلوب محیطی را تضمین می‌نماید (۳۴).

مقایسه نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام بر روی داده‌های دو شرایط نرمال و کم آبی گویای نقش معنی‌دار شاخه‌های فرعی در شکل‌گیری عملکرد گیاه کنجد در شرایط نرمال و کم‌آبی می‌باشد. این نقش در شرایط کم‌آبی مهم‌تر می‌باشد. گیاه کنجد تک‌شاخه در شرایط تنش همانند گیاهان وحشی عمل نموده و تنها به بقای نسل می‌پردازد در مقابل کنجدهای چندشاخه شرایط کم‌آبی را از دیدگاه تولیدکننده دانه کنجد بهتر مدیریت نموده و با تاکید بیشتر بر افزایش مولفه‌های مربوط به شاخه‌های فرعی، ضمن حفظ بقا، عملکرد دانه بالاتری را نیز تضمین می‌نمایند. رفتار متفاوت گیاه در شرایط کم‌آبی نسبت به شرایط نرمال و نقش مهم شاخه‌های فرعی در مدیریت منابع در شرایط تنش از یک‌سو، و مقایسه این رفتار با رفتار ژنوتیپ‌های تک‌شاخه، لزوم اعمال استراتژی‌های اصلاحی متفاوت برای شرایط تنش (با تمرکز روی ارقام چندشاخه) و غیر تنش (تمرکز بر تولید ارقام تک‌شاخه) را بیان می‌نماید. آزمایش‌های دقیق‌تری برای تجزیه عاملی در طی زمان برای شناخت راهکارهای اتخاذ شده توسط گیاه در مواجهه با شرایط نامساعد مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۸۴۱۵۶-۰۰۰۰-۱۳-۱۲۰۰۰۰-۱۰۰-۰ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد. همچنین کمک‌های آقای احمد نظری در یادداشت برداری صفات شایان تقدیر است.

منابع

1. Blackman, G. and G. Wilson. 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment: VII. An analysis of the differential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio, and relative growth rate of different species. Annals of Botany, 15(3): 373-408.
2. Fussell, L., F. Bidinger and P. Bieler. 1991. Crop physiology and breeding for drought tolerance: research and development. Field Crops Research, 27(3): 183-99.
3. Al-Sayed, H.M., H.S. Fateh, W. Fares and A.S. Attaya. 2012. Multivariate analysis of sugar yield factors in sugar cane. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 6(1): 44-50.
4. Lee, J. and P. Kaltsikes. 1973. Multivariate statistical analysis of grain yield and agronomic characters in durum wheat. Theoretical and Applied Genetics, 43(5): 226-31.
5. Mostafavi, K., M. Shoahosseini and H.S. Geive. 2011. Multivariate analysis of variation among traits of corn hybrids traits under drought stress. International Journal of AgriScience, 1(7): 416-22.
6. Salehi, M., M. Tajik and A. Ebadi. 2008. The study of relationship between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with multivariate statistical methods. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 3(6): 806-9.
7. Askari, A., M. Zabet, M.G. Ghaderi and A. Shorvazdi. 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: 78-87.
8. Yol, E., E. Karaman, S. Furat and B. Uzun. 2010. Assessment of selection criteria in sesame by using correlation coefficients, path and factor analyses. Australian Journal of Crop Science, 4(8): 598.
9. Kakhki, S.F.F., A. Nezami and M. Kafi. 2015. Evaluation of yield and yeild components for 43 sesames (*Sesamum indicum* L.) lines and ecotypes under irrigation with saline water. Iranian Journal of Crop Research, 20(2): 378-86 (In Persian).
10. Nezami, A., F.F. Kakhki, H. Zarghani, J. Shabahang and N.Z.G. Zareh. 2015. Preliminary investigation on the yield and its component on current sesam (*Sesamum Indicum* L.) ecotypes in Khorasan province. Iranian Journal of Crop Research, 12(2): 189 -95 (In Persian).
11. Mansouri, S., M.S. Najafabadi, M. Esmailov and M. Aghaee. 2014. Functional Factor Analysis in Sesame under Water-Limiting Stress: New Concept on an Old Method. Plant Breeding and Seed Science, 70(1): 91-104.
12. Fanwoua, J., E. Bairam, M. Delaire and G. Buck-Sorlin. 2014. The role of branch architecture in assimilates production and partitioning: the example of apple (*Malus domestica*). Frontiers in Plant Science, 5: 338.
13. Mansouri, S. and M.S. Najafabadi. 2005. Systemic analysis of yield and yield component of sesame (*Sesamum indicum* L.) for breeding porpuses. Seed and Pant, 20(2): 141-9 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

14. Mansouri, S. 2012. Pesonal Communication.
15. Bahari, N., B. Bighdilu and L. Karpisheh. 2013. Evaluation of drought tolerance of bread wheat genotypes by stress and sensitivity tolerance indices. Annals of Biological Research, 4(1): 43-7.
16. Rad, A.H.S. and P. Zandi. 2012. The effect of drought stress on qualitative and quantitative traits of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Zemdirbyste-Agriculture, 99(2012): 47-54.
17. Najafabadi, M.S. 2008. Transcription factor network of the initial steps in rice under drought stress. Potsdam: Uni. Potsdam.
18. Manly, B.F. and J.A.N. Alberto. 2016. Multivariate statistical methods: a primer: CRC press.
19. Jacobo-Velzques D.A., M. Gonzalez-Agero and L. Cisneros-Zevallos. 2015. Cross-talk between signaling pathways: the link between plant secondary metabolite production and wounding stress response. Scientific reports, 5: 8608.
20. Vert, G.G. and J. Chory. 2011. Crosstalk in cellular signaling: background noise or the real thing? Developmental cell, 21(6): 985-91.
21. Trewavas, A. 2002. Plant intelligence: Mindless mastery. Nature, 415(6874): 841.
22. Bertolli, S.C., H.F. Vtolo and G.M. Souza. 2013. Network connectance analysis as a tool to understand homeostasis of plants under environmental changes. Plants, 2(3): 473-88.
23. Van Loon, L.C. 2016. The intelligent behavior of plants. Trends in plant science, 21(4): 286-94.
24. Chaves, M.M. J. Flexas and C. Pinheiro. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. Annals of Botany, 103(4): 551-60.
25. Chaves, M.M., J.P. Maroco and J.S. Pereira. 2003. Understanding plant responses to drought, from genes to the whole plant. Functional plant biology, 30(3): 239-64.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]

Flexibility in Behavior of Prominent Components of the Yield of Sesame Genotypes under Normal and Water Limiting Condition

Saadollah Mansouri[1] and Massoud Soltani Najafabadi[2]

1- Assistant Professor of Seed and Plant Breeding Research Institute, Agricultural Education and Extension Research Organization
2- Assistant Professor of Seed and Plant Breeding Research Institute, Agricultural Education and Extension Research Organization, (Corresponding author: m.soltanioil@yahoo.com)
Received: July 6, 2020 Accepted: February 8, 2021

Abstract

Comparative identification of relations among yield components under stress and normal situation can provide novel breeding strategies to plant breeders. Sesame is an oil crop with high quantity and quality of edible oil, suitable for human food. In this study, effects of limiting in avalibility of water to 15 sesame genotypes from germplasm collection of Oil Seed Crop Res. Dep on yields components was investigated. Regression analysis of seed yield on various phonologic and yield components revealed significant effects of fertile axillary branch and number of seed per capsule under normal condition and merely fertile axillary branch under water limiting situation. Comparative factor analysis between normal and water limiting conditions revealed shifting in the priority of photosynthate allocating to various organs and sinks upon water limitation. Nevertheless, axillary branches constitute the first and primary target for allocating assimilates under both normal and water limiting conditions. Under water limiting condition, plant focuses it's most strong and primary control system on number of axillary branches, followed by two successive less important and less strong control systems, which affect on seed weight, a parameter that determines plant maintenance in the nature and guarantee survival of the next generations. Focusing on the biologic behavior and relations among the behavior's components on one hand, and shifting from biometrical point of view to biometrical-physiological concepts will increase efficiency of stress breeding programs.

Keywords: Factor Analysis, Physiologic Behavior, Plant Control System, Water Limiting

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.52547/jcb.13.37.75]