



"مقاله پژوهشی"

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

سعاد... منصوری^۱ و مسعود سلطانی نجف‌آبادی^۲

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات اموش و ترویج کشاورزی

۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات اموش و ترویج کشاورزی، (نویسنده مسؤول: 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 تنفسی و نرمال، اصلاح‌گران را در تدوین استراتژی یاری می‌ساند. کنجد گیاهی روغنی با محتوی روغن بالا و کیفیت مناسب می‌باشد. در این بررسی کم‌آبی بر مولفه‌های عملکردی ۱۵ ژنتیک پژوهش شناخته شدند کنجد از کلکسیون بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مورد بررسی قرار گرفت. رگرسیون عملکرد دانه بر اساس صفات مختلف فنولوژیک و اجزای عملکرد گیاهی اثر معنی دار 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 کم آبی حاکی از تغییر اولویت‌بندی گیاه کنجد از جهت تخصیص مواد فتوستنتزی به اندام‌ها و مخازن مختلف در شرایط تنفسی بود. با این حال، رجحان اول گیاه در هر دو شرایط نرمال و کمبود آب اختصاص مواد فتوستنتزی به شاخه‌های فرعی بود. در شرایط کم آبی، گیاه اصلی ترین و قوی ترین 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 به عنوان شاخصی از بقا و تمدید نسل آتی متمن کرد. تمکن از ارتباطات رفتاری و بیولوژیک گیاهان و روابط بین اجزای آنها از یک سو و تغییر نگرش از دیدگاه بیومتریک به دیدگاه - بیومتریک - فیزیولوژیک، کارآبی اصلاح برای شرایط نامساعد نظر تنفس‌ها را افزایش می‌دهد.

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

روابط داخلی بین صفات مختلف در گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا در اغلب متابعی که از تجزیه عاملی استفاده گردیده عمدتاً تلاش بر نامگذاری عوامل استخراج شده معطوف شده و عوامل مذکور را عواملی بدون ماهیت بیولوژیک و صرفاً برای کاهش تعداد متغیرها در نظر می‌گیرند (برای مثال ۳-۶). در آزمایشی که در ایران بر روی تجزیه‌های همبستگی ساده، رگرسیونی و عاملی بر روی کنجد در دو شرایط نرمال و کم‌آبی انجام شد، صرفاً 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 عملکرد در دو شرایط مورد آرمانشی 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 به عنوان 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 به جز یک مورد، سایرین بر جنبه‌های بیومتریک متمن کر شده و به جنبه‌های فیزیولوژیک نپرداخته‌اند. همچنین در این مقالات به جای تمکن از روش‌های عملکرد تکبوته، تولید در واحد سطح را مد نظر قرار دادند. این درحالی است که زمانی که تمکن را بر تجزیه رفتار فیزیولوژیک گیاه به اجزای سازنده و مسیرهای

مقدمه

شناخت روابط پیچیده بین اجزای یک سیستم بیولوژیک چندسلولی نظری 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 برههمکنش گیاه با محیط بیرون را تنظیم می‌کند (۱). وجود چنین شناختی به نزدیک گران را در مدیریت انتخاب و هدفگیری صفات خاص مرتبط با عملکرد و معماری گیاهی می‌نماید (۲).

به نزدیک گیاهان با دو راهبرد اصلاح برای شرایط مطلوب برای حصول عملکرد بیشینه و اصلاح برای شرایط تنفس 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 تأمین کننده 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 سالهای است که توسط محققین مختلف انجام شده است. با این حال عموماً 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

سازماندهی آزمایش

کشت به طور متواالی 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 دققه 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 آمبروترومیک 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 به ترتیب بر اساس تبخیر ۱۰۰ و ۲۴۰ میلی‌متر از سطح تشکیل 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. تصادفی نمودن 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 تشکیل تبخیر کلاس A و در آزمایش کم آبیاری بعد از استقرار اولیه بوته‌ها، آبیاری بر اساس ۲۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشکیل مذکور انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط ۴ متری که دو خط وسط، پس از حذف نیم متر از دو انتهای به عنوان محدوده نمونه‌گیری و دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند.

Table 1. Name of sesame genotypes used in this study

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

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 یک سوم بالای 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 به عنوان 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 گرفته‌اند، شمارش گردید و میانگین تعداد دانه در نه عدد کپسول به عنوان تعداد دانه در کپسول (SpC) برای هر بوته تعیین شد.

کنترلی معطوف می‌داریم، بایستی به رفتار تولیدی تکبوته بپردازیم. در مطالعه منصوری و همکاران (۳)، با استفاده از روش تجزیه عاملی بر روی داده‌های ثبت شده 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 استخراج شده مفهوم بیولوژیکی اطلاق گردید و شاخه‌دهی در کنجد از ویژگی‌های تاثیرگذار بر عملکرد دانه تعیین شد. در تجزیه عاملی عملگرای تجزیه نرم افزاری و الگوریتم‌های تجزیه عاملی مورد تحلیل فیزیولوژیک قرار می‌گیرند. همچنین با توجه به این که الگوی تسهیم مواد اسیمیلاتی تولید شده در برگ‌ها بین بوته‌های تک‌شاخه و چندشاخه متفاوت است (۴)، لازم است که مطالعه‌ای جدگانه بر روی ژنوتیپ‌های چندشاخه گیاه کنجد انجام گیرد.

بررسی حاضر با هدف به کارگیری مفاهیم تجزیه عاملی عملگرای 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

یاداشت‌برداری

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 به شرح زیر انجام گرفت: تعداد شاخه فرعی (BN) همان تعداد شاخه فرعی اولیه (خارج شده از ساقه اصلی) در نظر گرفته شد. طول ساقه حاوی کپسول بر روی ساقه اصلی گیاه به عنوان 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 واحد کپسول بودند به عنوان طول شاخه فرعی زاینده (FABL) در نظر گرفته شد. تعداد کپسول

کم آبیاری) بر عملکرد دانه بود (جدول). استفاده از طرح کرت های خردشده برای آزمایش های مزرعه ای مربوط به رژیم های آبیاری که با مقوله نفوذ آب در خاک و به کرت های مجاور همراه است قبل توصیه نمی باشد. 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 می باشد (۱). بنابراین چنانچه از طرح کرت های خردشده و عامل سطوح آبیاری به عنوان 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 آزمایش ها، اجرای آزمایش ها به طور مجزا برای شاهد (با آبیاری نرمال) و تنش (با کاهش آبیاری) هردو در قالب طرح مشابه و تصادفی سازی مستقل و البته با یک فاصله منطقی از هم و سپس تجمعی نتایج دو آزمایش به صورت تجزیه مرکب توصیه شده است (۳،۲). در این حالت اثرات متقابل ژنتیک با آزمایش (سطح مختلف آبیاری) قابل برآورد می باشد.

در پژوهش حاضر، معنی داری منبع تغییر آزمایش^۱ 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 مولفه های عملکردی واجد اعتبار می باشد. با توجه به معنی دار نبود اثرات ژنتیک در سال، ژنتیک در آزمایش، ژنتیک در سال در آزمایش، داده های شرایط نرمال هر دو سال بر روی همه ژنتیک ها میانگین گیری شده و به عنوان داده های شرایط نرمال مورد تجزیه های بعدی قرار گرفتند. همچنین برای داده های شرایط کمابی، میانگین گیری بر روی دو سال آزمایشی و بر روی ژنتیک ها انجام گرفت.

برای هر بوته، تعداد هزار دانه با دستگاه بذر شمار مورد شمارش قرار گرفت و وزن آنها (SW) با ترازوی دیجیتالی با دقیق ۰/۰۰۱ اندازه گیری و بر حسب گرم ثبت گردید. عملکرد تک بوته (YD) برای هر بوته، وزن خشک دانه های تشکیل شده در کپسول های روی شاخه های فرعی (به عنوان عملکرد شاخه های فرعی آن بوته) و ساقه اصلی (به عنوان عملکرد ساقه اصلی بوته) سنجیده شد و مجموع این دو اندازه گیری به عنوان عملکرد دانه تک بوته بر حسب گرم در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC تحت ویندوز انجام گرفت. محاسبه آماره های توصیفی مانند میانگین حسابی، انحراف میانگی، ضربیت تغییرات فتوتیبی، همچنین تجزیه رگرسیونی و تجزیه عاملی در محیط نرم افزاری SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت. آماره های توصیفی در هر شرایط (نرمال و کم آبیاری) برای هر صفت بر روی کلیه ژنتیک ها و بر روی میانگین دو ساله محاسبه شدند. تجزیه رگرسیونی به کمک روش گام به گام و در نظر گرفتن متغیر عملکرد تک بوته به عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به عنوان متغیر مستقل انجام گرفت. در این راستا ورود متغیر به مدل با احتمال خطای ۰/۰۵ و خروج از مدل با احتمال ۱/۰ در نظر گرفته شد. همچنین آماره هم خطی VIF برای متغیرها محاسبه گردید. تجزیه عاملی بر اساس مدل تجزیه به مولفه های اصلی انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده ها

در تجزیه واریانس مرکب داده ها، اثر آزمایش به صورت ثابت و اثر سال به صورت تصادفی در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس مرکب داده ها برای دو سال و هر سال دو آزمایش، آزمایش نرمال و کم آبیاری، میان تاثیر معنی دار آزمایش (اثر

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب ارزیابی عملکرد کل تک بوته ۱۵ ژنتیک 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	۱۰۷۸۳۴۴/۳ ^{**}
Y x Ex	۱	۱۰۹۹۵۶۲/۳ ^{**}
R(Y x Ex)	۸	۸۸۰۵۰/۹
(G) ژنتیک	۱۴	۳۱۷۰۳۴۲/۱ ^{**}
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

* و **: به ترتیب نمایانگر اثر غیرمعنی دار، معنی دار در سطح خطای نوع اول ۰/۰۵ و معنی دار در سطح خطای ۰/۰۵ می باشد.

میانگین صفات برای کشت در شرایط آبیاری و کم آبیاری در جداول ۳ و ۴ ارایه شده است.

آماره‌های توصیفی
وضعیت عمومی صفات و تنوع آنها تغییرپذیری به نسبت

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

مطالعه است. این مشاهده دلالت بر وجود عکس العمل سازشی داشته به طوری 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 مشاهده شده برای صفات وزن هزار دانه و طول کپسول نداشت.

در شرایط نرمال، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی به ترتیب 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 به ترتیب نزولی برای صفات عملکرد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در شاخه فرعی و در نهایت عملکرد کل بوته بود. مقایسه جدول ۳ و ۴ گویای تأثیر عمیق تر تنش بر بروز تغییرات فنوتیپی نسبت به شرایط نرمال رشد و نمو گیاه مورد

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

کپسول (SpC) بود. ضریب تبیین چندمتغیره تعییل شده 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 برآورده شده ضرایب می‌باشد. ضرایب رگرسیون عادی و استاندارد شده این مدل و نیز آماره همخطی در جدول ۵ ارایه شده است.

رگرسیون گام به گام عملکرد روی صفات اندازه‌گیری شده

به منظور حصول ادرکی از روابط علی بین عملکرد تک بوته و صفات اندازه‌گیری شده، تجزیه رگرسیونی چندمتغیره گام به گام عملکرد تک بوته (متغیر وابسته) از روی صفات اندازه‌گیری شده (متغیرهای مستقل) برای دو شرایط نرمال و محدودیت آبی به طور جداگانه انجام گرفت.

برای داده‌های شرایط نرمال، مدل برآورده شده شامل فقط دو صفت طول شاخه فرعی زاینده (FABL) و تعداد دانه در

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

متغیرها	ضرایب استاندارد شده	ضرایب معمولی	آماره هم خطی
ثابت معادله	-	-۲۸/۱۸۶	-
طول شاخه فرعی زاینده	۰/۹۰۱	۰/۱۱۴	۲/۱۸۱
دانه در کپسول	۰/۱۲۳	۰/۳۹۲	۲/۱۸۱

حاصل ضرب تعداد دانه در وزن دانه است و از آنجا که در شرایط نرمال تنوع یزدیری وزن دانه بسیار کم است (جدول ۳) این صفت جز مولفه‌های تاثیرگذار در عملکرد در مدل باقی نمانده است. در شرایط کمبود آب، صرفاً 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.

بر اساس مدل ایجاد شده، در شرایط نرمال آبیاری، طول شاخه فرعی زاینده و سپس تعداد دانه در کپسول به ترتیب بیشترین اثرات مستقیم را در شکل گیری عملکرد دانه داشته‌اند. نکته مهم این که در ژنتوپیپ‌های 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

جدول ۶- ضرایب رگرسیون معمولی و استاندارد شده گام به گام صفت عملکرد دانه بر روی متغیرهای مورد اندازه گیری 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
ثابت معادله	-	۱/۳۴۴	VIF
طول شاخه فرعی زاینده	۰/۹۹۶	۰/۱۵۵	۱

آن‌ها از بزرگتر از ۰/۵ بود مطابق روش مانلی و همکاران (۵) به عنوان ضرایب معنی‌دار در نظر گرفته و به صورت 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. عموماً 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 بدروغ 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 مجموعاً 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 استخراج شده 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 عملکرد 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 صرفاً بر تعداد دانه در کپسول

طول شاخه زاینده به دو لحظه می‌تواند بر عملکرد دانه موثر باشد: از یک سو محلی برای استقرار کپسول، و از سوی دیگر محلی برای استقرار برگ‌ها به عنوان تولیدکننده غذا برای دانه‌های در حال پوشیدن داخل همین کپسول‌ها. از این رو این صفت می‌تواند اثرگذاری قابل توجهی نسبت به سایر صفات در شکل گیری عملکرد گیاه داشته باشد. در شرایط کم آبی، رقابت بر سر تشکیل تعداد کپسول بیشتر (به عنوان مخزن قوی‌تر) و تشکیل دانه در کپسول (مخزن ضعیفتر) به نظر شدیدتر می‌باشد. اما از سوی دیگر مکانیسم‌های خود تنظیمی داخل گیاه موازن به نفع دانه قوی‌تر در شرایط کم آبی را به هم می‌زنند (۵)، این رقابت‌ها در نهایت در شکل گیری شاخه فرعی زاینده متبلور گردیده و لذا اثر این صفت در تعیین نهایی عملکرد در شرایط کم آبی بر جسته‌تر 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 به طور مجارا 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

سه مولفه اصلی اول بیشترین نقش را در توضیح واریانس داده‌های اولیه ایفا می‌نمایند. بر این مبنای در مرحله استخراج عوامل، امکان استخراج سه عامل فراهم گردید. مشخصات واریانس توجیه شده توسط هر عامل و واریانس تجمعی آنها در جدول ۸ ارایه گردیده است. بر این اساس، سه فاکتور استخراجی مجموعاً ۹۶/۳۴۱ درصد واریانس داده‌های اولیه را توجیه می‌نمایند.

تأثیرگذار است. صفت تعداد کپسول روی ساقه اصلی و طول ساقه اصلی زاینده به طور مشترک تحت تأثیر عامل‌های اول و دوم قرار دارند و صفت تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر مشترک عامل اول و سوم قرار دارند.

شرایط کم‌آبی

روند تغییرات ریشه مشخصه در مقابل مولفه‌های اصلی استخراج شده از بین داده‌های تحت شرایط محدودیت آب در شکل ۲-B نشان داده شده است. بر این اساس به نظر می‌رسد

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

YD: عملکرد تکبوته، SW: وزن هزار دانه، SpC: طول ساقه اصلی زاینده، MFL: طول شاخه فرعی زاینده، ACN: تعداد کپسول روی شاخه های فرعی، MCN: تعداد کپسول روی شاخه اصلی، BN: تعداد شاخه های فرعی استخراج عامل‌ها به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی صورت گرفته است. بارهای عاملی با قدر مطلق بزرگتر از ۵/۰ به عنوان معنی دار در نظر گرفته شده و به صورت پرینگ تر نشان داده شده‌اند. همچنین مقدار واریانس تجمعی آنها در جدول ارایه شده است. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.

دوم) از خود نشان می‌دهد. لیکن اثر این عامل بر روی گروه صفت اول و دوم متضاد می‌باشد. عامل دوم به طور 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 تأثیر مشترک عامل دوم و سوم قرار دارد.

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 شاخه های فرعی، طول شاخه های 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

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 سوم	عامل دوم	عامل اول		
.۰/۰۶۲	.۰/۹۹۲	.۰/۹۹۲		BN
-۰/۳۲۴	.۰/۷۷۶	.۰/۷۷۶		MCN
.۰/۰۴۰	.۰/۹۸۶	.۰/۹۸۶		ACN
.۰/۰۴۴	.۰/۹۹۱	.۰/۹۹۱		FABL
-۰/۳۴۱	-۰/۳۷۹	-۰/۳۷۹		FML
-۰/۰۸۸	-۰/۸۲۷	-۰/۸۲۷		CL
.۰/۰۰۲	-۰/۹۴۷	-۰/۹۴۷		SpC
.۰/۵۷۱	-۰/۲۶۲	-۰/۲۶۲		SW
.۰/۰۸۴	.۰/۹۸۴	.۰/۹۸۴		YD
۷/۷۰۰	۷۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰	Explained variance (%)	
۹۶/۳۴۱	۷۰/۰۰۰	۷۰/۰۰۰	Cumulative explained variance (%)	

YD: عملکرد کم بوته، SW: وزن هزار دانه، SpC: طول ساقه اصلی زاینده، MFL: طول شاخه فرعی زاینده، ACN: تعداد کپسول روی شاخه های فرعی، MCN: تعداد کپسول روی شاخه اصلی، BN: تعداد شاخه های فرعی استخراج عامل‌ها به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی صورت گرفته است. بارهای عاملی با قدر مطلق بزرگتر از ۵/۰ به عنوان معنی دار در نظر گرفته شده و به صورت پرینگ تر نشان داده شده‌اند. همچنین مقدار واریانس تجمعی آنها در جدول ارایه شده است. نام کامل صفات در زیر جدول ارایه شده است.

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 به نحوی سازمان‌بافته اثر زیادی بر عملکرد دانه و تمامی صفات اندازه‌گیری شده 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 بدن کپسول‌ها به عنوان مخزنی قوی (مرتبط با طول کپسول) در رقابت با مصرف اسیمیلات برای رشد رویشی و تولید ساقه می‌باشد.

به موازات سیستم قبلی، سیستم مستقل بر روی تعداد کپسول روی ساقه اصلی و طول ساقه اصلی بارور اثر می‌گذارد. در ژنتوتیپ‌های 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 به عنوان یک عامل کمکی بر عامل اول ایفای نقش می‌نماید (جدول ۷). شاید این سیستم به عنوان سیستمی ذخیره و یا سیستمی کمکی در گیاه برای تعیین تعداد دانه در کپسول در شرایطی که مسیر تعیین دانه در کپسول تحت مدیریت عامل اول دچار نقصان شود ایفای نقش نماید.

زمانی که گیاه دچار مشکلانی نظری کمبود آب (تنش) گردد، مجموعه واکنش‌های تکاملی و سازگاری برای مقابله با اثرات زیانبار تنش فعال می‌شوند (۵). 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. به عبارت 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) به لحاظ نیاز به حفظ نسل به عنوان یک راهکار تکاملی، اهتمام ویژه بر وزن هزار دانه بیشتر و تولید دانه‌های قوی‌تر می‌گذارد احتملاً تخصیص ماده خشک به دانه‌ها در مسیر رقابت با سایر

در ژنتوتیپ‌های چند شاخه کنجد، سهم زیادی از کپسول‌های تشکیل‌شده در گیاه بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌شود (جدوال 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 فتوسترات 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 به مقدار محدودی تولید می‌شوند گوی سبقت را از گلچه‌های در حال تشکیل ریوده و باعث کاهش تعداد دانه در آینده می‌شود.

گیاه سیستمی پیچیده و مشکل از مسیرهای کنترل‌کننده متعددی می‌باشد که به‌طور هماهنگ با یکی‌گر بر همکنش داشته که نتیجه این بر همکنش‌ها، بروز فتوتیپی می‌باشد. ساده‌سازی بیش از حد این بر همکنش‌ها 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 دلالت 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 آن را مکاتبه تقاطعی می‌نامند) وجود دارد (۶)، مشاهده وجود تاثیرپذیری برخی صفات از چند عامل دور از انتظار نمی‌باشد. بنابراین، به کارگیری چرخش‌های مختلف برای کاهش این اشتراک توسعی ساده‌سازی بیش از حد به‌نظر می‌رسد. بر این اساس در تجزیه‌های عاملی مربوط به سیستم‌های 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 به تنها یک وضعیت تبادلات غذا و پاسخ‌دهی به محرك‌ها را انجام می‌دهد (۸). با این حال وقتی به گیاه به عنوان یک سیستم بیولوژیک پیوسته نگاه کنیم و رفتار به ظاهر هوشمندانه آن را در مواجهه با محرك‌های بیرونی مورد بررسی قرار دهیم (۹)، وجود یک سیستم کنترل‌کننده مرکزی در گیاه اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (۱۰) منصوری و همکاران به وجود یک سیستم کنترل‌کننده مرکزی در گیاهان اشاره نمودند (۵). زمانی که گیاه را به عنوان 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

شاخه‌های فرعی در شکل گیری عملکرد گیاه کنجد در شرایط نرمال و کم آبی می‌باشد. این نقش در شرایط کم آبی مهم‌تر می‌باشد. گیاه کنجد تکشاخصه در شرایط تنفس همانند گیاهان وحشی عمل نموده و تنها به بقای نسل می‌پردازد در مقابل کنجهای چندشاخصه شرایط کم آبی را از دیدگاه تولیدکننده دانه کنجد بهتر مدیریت نموده و با تأکید بیشتر بر افزایش مولفه‌های مربوط به شاخه‌های فرعی، ضمن حفظ بقا، عملکرد دانه بالاتری را نیز تضمین می‌نمایند. رفتار متفاوت گیاه در شرایط کم آبی نسبت به شرایط نرمال و نقش مهم شاخه‌های فرعی در مدیریت منابع در شرایط تنفس از یکسو، و مقایسه این رفتار با رفتار ژنوتیپ‌های تکشاخصه، لزوم اعمال استراتژی‌های اصلاحی متفاوت برای شرایط تنفس (با تمرکز روی ارقام چندشاخصه) و غیر تنفس (تمرکز بر تولید ارقام تکشاخصه) 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 ۱۴۰۰۰-۱۳۰۰۰-۸۴۱۵۶ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد. همچنین کمک‌های آقای احمد نظری در پاداشت برداری صفات شایان تقدیر است.

مولفه‌های رشدی و نموی بوته تحت تنفس قرار نگیرد و دانه (بذر = نتاج) پر قدرت‌تر برای حفظ بقا تولید شود. تغییر ساختار عملکردی کنجد در شرایط تنفس و نرمال را بر روی ژنوتیپ‌های تکشاخصه کنجد در را بررسی نمودند. در آن بررسی تنفس خشکی از مرحله شروع گلدهی اعمال گردید. تجزیه و تحلیل‌های مربوطه حاکی از نقش برجسته و اولویت‌دار وزن هزار دانه در شرایط تنفس بود. این محققین نتیجه‌گیری نمودند که رفتار ارقام اصلاح‌شده در شرایط تنفس 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 چندشاخصه 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.^(۲۴)

مقایسه نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام بر روی داده‌های دو شرایط نرمال و کم آبی گویای نقش معنی‌دار

منابع

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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).
- 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.
- 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.
- Mansouri, S. and M.S. Najafabadi. 2005. Systemic analysis of yield and yield component of sesame (*Sesamum indicum* L.) for breeding porpususes. Seed and Pant, 20(2): 141-9 (In Persian).

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.

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

Saadollah Mansouri¹ and Massoud Soltani Najafabadi²

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 availability 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 its 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