Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۰ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۳

بررسی و تجزیه و تحلیل سیستمیک عملکرد و روابط اجزاء آن برای اصلاح کنجد (*Sesamum indicum* L.)

Study and Systemic Analysis on Yield and Yield Components Association for Sesame (*Sesamum indicum* L.) Breeding

سعدالله منصوری و مسعود سلطانی نجف‌آبادی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۲/٤/۳۱

چکیده

منصوری، س.، و سلطانی نجف‌آبادی، م. ۱۳۸۳. بررسی و تجزیه و تحلیل سیستمیک عملکرد و روابط اجزاء آن برای اصلاح کنجد (*Sesamum indicum* L.). نهال و بذر ۲۰: ۱۶۵-۱٤۹.

جایگاه ارزشمند کنجد در دانه‌های روغنی لزوم شناسایی روابط عملکرد و اجزاء آن را برای تعیین پارامترهای کلیدی و با اهمیت چرخه انتخاب جهت بهبود عملکرد اجتناب ناپذیر می‌نماید. بدین منظور بررسی حاضر روی ۳۲ ژنوتیپ کنجد تیپ چند شاخه انجام شد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی و وزن هزار دانه مشاهده گردید. همچنین ارتفاع شاخه‌دهی (فاصله اولین شاخه فرعی از سطح زمین) و ارتفاع اولین کپسول (فاصله اولین کپسول از سطح زمین) همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد نشان دادند. بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت معمولی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی و وزن هزار دانه به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد بودند. با استفاده از تجزیه علیت جایگزین یا ترتیبی، اثرات مستقیم طول گل‌آذین اصلی، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه بسیار چشمگیرتر از تجزیه علیت معمولی برآورد گردید. همچنین در روش جایگزین اثر غیرمستقیم تعداد شاخه فرعی در بوته و نیز طول گل‌آذین اصلی از طریق تعداد کپسول در بوته بیشتر از روش تجزیه علیت معمولی برآورد گردید. نتایج تجزیه عاملی وجود سه عامل را نشان داد که در مجموع حدود ۸۰ درصد تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. عامل اول مقایسه‌ای بین تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی با ارتفاع اولین کپسول و ارتفاع شاخه‌دهی را نشان می‌داد. عامل دوم اثرات مثبت بر طول کپسول، دانه در کپسول و وزن هزار دانه داشته و عامل سوم اثر گذاری مثبت بر تعداد کپسول در بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته داشت. بر اساس نتایج تجزیه علیت و ویژگی عامل‌ها، انتخاب برای افزایش عملکرد بر اساس افزایش تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی، به عنوان کلیدی‌ترین اجزاء عملکرد، نتایج مشابهی با انتخاب از طریق کاهش ارتفاع اولین کپسول و تشکیل شاخه فرعی در ارتفاع پایین‌تر (که در مراحل اولیه میوه‌دهی قابل ارزیابی می‌باشد) را سبب می‌شود. نتایج گزینش بر مبنای تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه (که بر اساس تجزیه علیت اثر کمتری بر عملکرد دارند) از طریق انتخاب برای طول کپسول بیشتر (بدون نمونه‌گیری تخریبی) نیز قابل حصول است. سرانجام، بر اساس ماهیت عامل سوم، گزینش بر اساس تعداد شاخه فرعی در بوته می‌تواند به عنوان آخرین راه‌کار سبب افزایش عملکرد شود.

واژه‌های کلیدی: کنجد، عملکرد، اجزاء عملکرد، تجزیه علیت تبعی، تجزیه عاملی.

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجزای طرح تحقیقاتی شماره ۸۰٤۰۷-۱۲-۱۰۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده توسط بشر و احتمالاً کهن‌ترین گیاه روغنی جهان است. دانه کنجد حاوی روغنی با ارزشی است که بسته به شرایط محیطی و نوع رقم ممکن است به ٤٥ تا ٦٢ درصد برسد و به دلیل وجود یک ترکیب فنلی آنتی اکسیدان بنام سزامولین (Sesamolin) روغن آن از دوام خوبی برخوردار است (Roebbelen *et al.*, 1989).

شناخت معماری عملکرد گیاه که شامل عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری و توسعه آن می‌باشد، موجب دستیابی به درک صحیحی از فرآیندهای دخیل در تولید گیاه می‌شود. عملکرد ویژگی پیچیده‌ای است که تحت تأثیر خصوصیات گوناگون قرار دارد و بنابراین دانشی که منجر به شناخت اهمیت و نحوه ارتباط صفات مختلف با عملکرد گردد، تبیین‌کننده آن قسمت از ساز و کارهای گیاه است که هر چند ساده‌تر از صفت نهایی (عملکرد) می‌باشند، اما در شکل‌گیری و تغییرات آن نقش اساسی دارند. بدیهی است اشراف بر این ساز و کارها و نقاط کلیدی تولید گیاه، مسیر اصلاحی را برای بهبود عملکرد و برنامه‌ریزی به‌نژادی واقع بینانه‌تر می‌نماید.

برآورد هبستگی ساده بین اجزاء مختلف که به نحوی در ظهور عملکرد تأثیرگذار می‌باشند باعث نیل به دیدگاهی اولیه و پایه در خصوص اهمیت نسبی این اجزاء می‌گردد. سکیلا و همکاران (Sakila *et al.*, 2000) در بررسی‌هایی که روی ۳٦ هیبرید کنجد و ۱۲ والد آن‌ها انجام دادند، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته، تعداد کپسول در ساقه اصلی و تعداد کل کپسول در گیاه با عملکرد تک بوته گزارش نمودند، از آن جا که بین تعداد کپسول در بوته و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، به اعتقاد این محققین برای بهبود عملکرد کنجد می‌توان گزینش را بر اساس تعداد کپسول در بوته و ارتفاع گیاه سازماندهی نمود. در بررسی‌های انجام شده روی ۱۱ رقم کنجد توسط آویلا و مونتیلا (Avila and Montilla, 1997)، همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین طول کپسول و عملکرد تک بوته مشاهده گردید و بین ارتفاع بوته و طول کپسول نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت در حالی که تعداد کپسول در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد نشان نداد. در پژوهشی دیگر کاتیرسان و گنانامورسی (Kathiresan and Gnanamurthy, 2000) گزارش نمودند که وزن هزار دانه و تعداد شاخه فرعی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد داشته است. پادامواتی و تانگاولو (Padmavathi and Thangavelu, 1996) با مطالعه ۷۵ هیبرید کنجد و ۲۰ والد آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته و وزن

www.SID.ir

Archive of SID

هزار دانه دارد در حالی که همبستگی منفی و غیر معنی‌دار بین عملکرد دانه و طول کپسول وجود داشت. کانداسامی و همکاران (Kandasamy *et al.*, 1990) در مطالعاتی که روی ۲۶ ژنوتیپ کنجد در دو فصل زراعی انجام دادند اعلام نمودند که در هر دو فصل، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد کپسول در بوته با عملکرد تک بوته وجود دارد. بر مبنای مطالعات یاد شده عوامل مهم مؤثر در عملکرد کنجد شامل وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی، و تعداد کپسول در بوته می‌باشند و لذا می‌توانند معیارهای مناسبی برای گزینش ارقام به شمار آیند.

اجزاء عملکرد به دلیل ماهیت بیولوژیک و تعامل سیستمیک دارای انواع همبستگی‌های منفی و مثبت می‌باشند و لذا با تأکید بر همبستگی ساده روابط واقعی بین عملکرد و اجزاء آن را نمی‌توان به خوبی بیان نمود. رایت (Wright, 1960) روش تجزیه و تحلیل علیت را به عنوان روشی برای بررسی مجموعه‌ای از متغیرهای مربوط به هم مطرح نمود. روش تجزیه علیت همبستگی عملکرد با اجزاء آن را به اثرات مستقیم هر جزء بر عملکرد و نیز اثرات غیرمستقیم هر جزء از طریق سایر اجزاء تفکیک می‌نماید (Avila and Montilla, 1997). مورالی و همکاران (Murali *et al.*, 1996) با انجام تجزیه علیت روی ۳۸ ژنوتیپ کنجد اعلام نمودند که تعداد کپسول در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه می‌باشد و از طریق طول ساقه کپسول دهنده و تعداد شاخه فرعی در گیاه بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه اعمال می‌نماید. آویلا و مونتیلا (Avila and Montilla, 1997) بیشترین اثر مثبت مستقیم بر عملکرد را به ارتفاع بوته و وزن هزار دانه مربوط دانستند و گزارش نمودند که طول کپسول از طریق ارتفاع بوته بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دارد.

علیرغم این که تجزیه و تحلیل علیت بر اساس روابط علت و معلولی پایه‌گذاری شده است، در اغلب مدل‌هایی که از این شیوه استفاده می‌شود ماهیت اثر صفات مورد توجه قرار نمی‌گیرد. تجزیه و تحلیل علیت نیازمند شناخت روابط اعلی بین متغیرها بر پایه دانش قبلی در خصوص اثر آن‌ها بر یکدیگر می‌باشد و نبودن چنین بینشی موجب می‌شود اثرات غیرواقعی و نامعقول در مدل ملحوظ گردد که به نوبه خود باعث بروز اریبی در برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم واقعی می‌شود. بدین لحاظ دوفینگ و نایت(Dofing and Knight, 1992) و آگراما (Agrama, 1996) روش تجزیه و تحلیل علیت جایگزین (Alternative path analysis) یا ترتیبی (Sequential path analysis) را ارایه نمودند. منطق حاکم بر این شیوهٔ تجزیه و تحلیل، ماهیت ترادفی تشکیل اجزاء عملکرد از حیث زمانی می‌باشد به طوری که صرفاً اجزایی که زودتر تشکیل شده‌اند می‌توانند از طریق اثرگذاری بر

www.SID.ir

Archive of SID

اجزائی که در مراحل بعد تشکیل می‌شوند عملکرد را متأثر نمایند. با استفاده از این شیوه اثرات مستقیم و غیرمستقیم برآورد شده ارزش واقعی‌تری خواهند داشت.

صفات دخیل در عملکرد، به‌واسطه ماهیت سیستماتیک و روابط کنترلی و تنظیمی داخل گیاه دارای همبستگی‌های گوناگونی با یک‌دیگر می‌باشند. می‌توان این صفات را بر حسب ویژگی‌هایی نظیر تأثیرپذیری از یک سری مکانیسم یکسان و اثرگذاری مشابه بر عملکرد در گروه‌هایی مجزا و غیر همبسته به نام عوامل (Factors) قرار داد. این شیوه که تجزیه عاملی (Factor analysis) نام دارد عموماً برای کاهش تعداد زیادی متغیر همبسته به تعداد کمی عامل اصلی به‌کار برده می‌شود (Walton, 1972). با توجه به نتایج تجزیه علیت (که اهمیت نسبی صفات را تعیین می‌کند) و شمول صفات مختلف در عوامل به‌دست آمده، می‌توان با دیدگاهی فیزیولوژیک نحوه انتخاب برای نیل به عملکردهای بالا را ترسیم نمود.

بررسی حاضر به منظور شناخت نحوه همبستگی و اثرگذاری اجزای عملکرد گیاه کنجد بر عملکرد دانه و استفاده از آن برای طرح‌ریزی راهبردهای اصلاح کنجد بر مبنای روابط فیزیولوژیک اجزای عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در قالب طرح لاتیس ساده با دو تکرار و ۳۶ ژنوتیپ کنجد در سال ۱۳۸۰ در مزرعه تحقیقات مؤسسهٔ اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. سه ژنوتیپ تک شاخه بودند که حذف شدند و بررسی‌ها با ۳۳ ژنوتیپ چند شاخه تداوم یافت. هر کرت شامل چهار خط با فواصل ۶۰ سانتی‌متر بود و فاصله بوته‌های روی خطوط ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در پایان فصل رشد، از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و ارزیابی کلیه صفات به شرح زیر روی آن‌ها انجام شد:

طول کپسول (X_1): از هر بوته ۱۰ کپسول از قسمت‌های مختلف به طور تصادفی انتخاب و طول تک تک آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای هر کرت، میانگین طول کپسول تعیین گردید.

تعداد کپسول در بوته (X_2): تعداد کپسول در هر یک از بوته‌های نمونه‌گیری شده، شمارش و میانگین‌گیری برای کرت به عمل آمد.

تعداد دانه در کپسول (X_3): از هر بوته پنج کپسول از قسمت‌های مختلف بوته به طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه در هر یک از کپسول‌ها با دستگاه بذر شمار تعیین گردید. میانگین تعداد دانه در کپسول بر مبنای میانگین تک بوته برای هر کرت تعیین شد.

طول گل‌آذین اصلی (X_4): طول شاخه اصلی حاوی کپسول در هر بوته به عنوان طول گل‌آذین اصلی در نظر گرفته شد و برای پنج بوته هر کرت میانگین‌گیری به عمل آمد.

وزن هزار دانه (X_5): وزن هزار دانه با شمارش پنج نمونه ۱۰۰ تایی از هر بوته و سپس

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین‌گیری برای پنج بوته انتخابی هر کرت تعیین گردید.

تعداد شاخه فرعی (X_6): شاخه‌های فرعی برای هر بوته شمارش گردید و در کل برای هر کرت بر حسب تک بوته‌ها میانگین‌گیری شد.

ارتفاع شاخه‌دهی (X_7): فاصله اولین شاخه فرعی از سطح زمین در روی شاخه اصلی به عنوان ارتفاع شاخه‌دهی در نظر گرفته شد.

ارتفاع اولین کپسول (X_8): فاصله اولین کپسول روی بوته از سطح زمین به‌عنوان ارتفاع اولین کپسول در نظر گرفته شد.

صفات X_7 و X_8 نیز برای پنج بوته تصادفی هر کرت تعیین گردید و آنگاه میانگین‌گیری به‌عمل آمد.

تجزیه‌های آماری همبستگی ساده و رگرسیون گام به گام (که خطای نوع اول ورودی و خروجی متغیر به ترتیب برابر ۰/۰۵ و ۰/۱ بود) عملکرد بر روی هشت متغیر فوق‌الذکر و تجزیه عاملی با نرم‌افزار SPSS انجام شد. محاسبات مربوط به تجزیه علیت ساده بر اساس نتایج متغیرهای باقی مانده در مدل رگرسیون گام به گام با نرم افزار Path2 انجام شد. با تعیین معادلات نرمال مربوط به روابط تجزیه علیت جایگزین، اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها برآورد گردید.

نتایج و بحث

میانگین و انحراف معیار کلیه صفات اندازه‌گیری شده روی همه ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

همبستگی

نتایج همبستگی دوگانه بین صفات مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

بر اساس نتایج جدول ۲، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد تک بوته و صفات تعداد کپسول در بوته ($r = ۰/۵٤$)، تعداد دانه در کپسول ($r = ۰/۵٦$)، طول گل‌آذین اصلی ($r = ۰/٦۵$) و وزن هزار دانه ($r = ۰/٤۹$) وجود داشت که با نتایج مورالی و همکاران (Murali *et al.*, 1996) مطابقت داشت. در مطالعات سایر محققین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی با عملکرد

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار صفات اندازه‌گیری شده برای کل ژنوتیپ‌ها

Table 1. Means and standard deviations of measured traits over all genotypes

		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
Mean	میانگین	3.1	68.2	66.3	67.4	3.1	3.3	23.3	52.2
Standard deviation	انحراف معیار	0.2	15.4	8.7	13.7	0.3	1.2	13.0	18.1

X_1، X_2، X_3، X_4، X_5، X_6، X_7 و X_8 به ترتیب نشانگر طول کپسول (سانتی‌متر)، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی (سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (گرم)، تعداد شاخه فرعی در بوته، ارتفاع شاخه‌دهی (سانتی‌متر) و ارتفاع اولین کپسول (سانتی‌متر) می‌باشند.

X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, and X_8 stands for capsule length (cm), no. capsule per plant, no. seed per capsule, main inflorescence length (cm), 1000-seeds weight (g), no. branch per plant, branching height (cm), and first capsule height (cm), respectively.

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول۲- ضرایب همبستگی دوگانه (ساده) بین صفات مختلف در کنجد

Table 2. Simple correlation coefficients between various traits in sesame

Trait	صفت	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	عملکرد Yield
Capsule length	طول کپسول (X_1)	-0.445**	0.636**	0.357*	0.606**	0.005^{ns}	-0.042^{ns}	-0.147^{ns}	0.308^{ns}
No. capsules per plant	تعداد کپسول در بوته (X_2)		0.113^{ns}	0.284^{ns}	-0.034^{ns}	0.197^{ns}	-0.440*	-0.349*	0.537**
No. seeds per capsule	تعداد دانه در کپسول (X_3)			0.448**	0.360*	0.123^{ns}	-0.112^{ns}	-0.157^{ns}	0.563**
Main inflorescence length	طول گل‌آذین اصلی (X_4)				0.358*	-0.287^{ns}	-0.519**	-0.595^{ns}	0.650**
1000 seeds wieght	وزن هزار دانه (X_5)					0.133^{ns}	-0.362*	-0.390*	0.486**
No. branches per plant	تعداد شاخه فرعی در بوته (X_6)						0.180^{ns}	0.333^{ns}	0.251^{ns}
Branching height	ارتفاع شاخه‌دهی (X_7)							0.926**	-0.486**
First capsule height	ارتفاع اولین کپسول (X_8)								-0.477**

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% respectively.

Archive of SID

Archive of SID

Padmavathi and Thangavelu, 1996؛ Sakila *et al.*, 2000) و نیز وزن هزار دانه با عملکرد (Avila and Montilla, 1997؛ Kathiresan and Gnanamurthy, 2000) گزارش شده است. صفات ارتفاع شاخه‌دهی و ارتفاع اولین کپسول (به ترتیب r = -۰/۴۸ و r = -۰/۴۹). با عملکرد همبستگی منفی و معنی‌داری نشان دادند. با افزایش ارتفاع اولین کپسول، طول گل‌آذین اصلی کاهش یافته (r = -۰/۶۰) و تعداد کپسول روی آن تقلیل می‌یابد و در نتیجه اُفت عملکرد را سبب می‌شود. بررسی‌های پادماواتی و تانگاولو (Padmavathi and Thangavelu, 1996) و ساکیلا و همکاران (Sakila *et al.*, 2000) نشان دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع اولین کپسول با عملکرد دانه می‌باشد. با توجه به این که ارتفاع اولین کپسول روی شاخه اصلی بیشتر از ارتفاع شاخه‌دهی می‌باشد، افزایش ارتفاع شاخه‌دهی با کاهش عملکرد تک بوته همراه است (r = -۰/۴۴) که این موضوع با عنایت به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع شاخه‌بندی و ارتفاع اولین کپسول (r = ۰/۹۳) و نیز همبستگی منفی معنی‌دار بین ارتفاع شاخه‌دهی و طول گل‌آذین اصلی (r = -۰/۵۲) تأئید می‌گردد. وجود همبستگی منفی معنی‌دار بین صفات ارتفاع اولین کپسول در بوته و نیز ارتفاع شاخه‌دهی با تعداد کپسول در بوته (به ترتیب r= -۰/۳۵ و r = -۰/۴۴) صحت تفسیرهای فوق را تأیید می‌نماید. همبستگی بین ارتفاع شاخه‌دهی و تعداد شاخه فرعی غیر معنی‌دار بود بنابراین رابطه منفی بین ارتفاع شاخه‌دهی و عملکرد صرفاً از نقطه نظر کاهش تعداد کپسول در شاخه اصلی که اثرات آن در کاهش تعداد کپسول در بوته نمایان می‌شود قابل توجیه است.

از آن جا که شاخه فرعی حاوی کپسول می‌باشد، انتظار می‌رود همانند نتایج کاتیرسان و گنانامورسی (Kathiresan and Gnanamurthy, 2000)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد وجود داشته باشد. عدم حصول همبستگی معنی‌دار در بررسی حاضر احتمالا ناشی از همبستگی داخلی سایر متغیرهای مهم اثرگذار بر عملکرد با تعداد شاخه فرعی می‌باشد. این موضوع با استفاده از نتایج تجزیه و تحلیل علیت مورد بحث قرار خواهد گرفت.

همبستگی وزن هزار دانه با طول گل‌آذین اصلی نیز معنی‌دار و مثبت است (r =۰/۳۶) لذا می توان صفت اخیر، که اندازه‌گیری آن در مزرعه بسیار آسان است را به عنوان یک معیار گزینشی غیرمستقیم در افزایش عملکرد کنجد پیشنهاد نمود.

رگرسیون گام به گام عملکرد با سایر صفات

رگرسیون گام به گام پس از پنج مرحله شامل صفات طول گل‌آذین اصلی، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه بود. در جدول ۳

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب جزئی متغیرها و ثابت معادله در مراحل پنجگانه رگرسیون گام به گام ارایه شده است.

معادله رگرسیون دارای ماهیت علت و معلولی است که با توجه به علامت مثبت تمامی متغیرهای باقی مانده در معادله نهایی، اجزاء مؤثر در عملکرد کنجد تیپ چند شاخه را می‌توان به‌صورت زیر نمایش داد:

$Y= F (X_2, X_3, X_4, X_5, X_6)$

که Y نماد عملکرد تک بوته و X_2، X_3، X_4، X_5 و X_6 به ترتیب تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی، وزن هزار دانه و تعداد شاخه فرعی است.

با مقایسه نتایج جدول‌های ۲ و ۳ مشخص می‌گردد که اگر چه تعداد شاخه فرعی در بوته فاقد همبستگی معنی‌دار با عملکرد می‌باشد، ولی به عنوان متغیری مهم در دومین مرحله رگرسیون گام به گام وارد مدل گردید و تا مرحله نهایی نیز در مدل باقی مانده است. همچنین متغیرهای ارتفاع شاخه‌دهی و ارتفاع اولین کپسول که دارای همبستگی معنی‌دار منفی با عملکرد بودند در مدل رگرسیونی نهایی مشاهده نمی‌شوند.

از آن جا که ضرایب جزئی رگرسیون مستقل از واحد کمیت ها نمی‌باشند لذا نمی‌توان بر اساس آن ها تعیین نمود که تغییرات متغیر وابسته (عملکرد) نسبت به تغییرات کدام متغیر (جزء عملکرد) حساسیت بیشتری دارد، بنابراین از ضرایب جزیی استاندارد شده، که به آن‌ها وزن‌های بتا (Beta weights) نیز گفته می‌شود، استفاده می‌گردد. در جدول ٤، ضرایب جزئی استاندارد شده رگرسیون گام به گام (وزن‌های بتا) همراه ضرایب استاندارد نشده در مرحله نهایی ارایه و مقایسه شده است.

جدول۳- ضرایب جزیی متغیرها و ثابت معادله در مراحل پنج‌گانه رگرسیون گام به گام

Table 3. Partial coefficients of variables and constant in five steps of stepwise regression

Variables	متغیرها	Steps مراحل				
		1	2	3	4	5
Constant	ثابت معادله	-2.250	-9.850	-11.660	-19.100	-24.710
Main in florescence length	طول گل‌آذین	0.183	0.221	0.194	0.121	0.092
No. branches per plant	تعداد شاخه فرعی در بوته	-	1.534	1.280	0.794	0.575
No. capsules per plant	تعداد کپسول در بوته	-	-	0.066	0.103	0.115
No. seeds per capsule	تعداد دانه در کپسول	-	-	-	0.172	0.162
1000 seeds weight	وزن هزاردانه	-	-	-	-	2.650

بر اساس نتایج جدول ٤، نوسانات تعداد کپسول در بوته اثرگذاری بیشتری در تغییرات عملکرد دارد. تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی و وزن هزار دانه از این حیث در مراتب بعدی قرار داشتند. تعداد شاخه فرعی در بوته که دارای بزرگترین ضریب غیر استاندارد شده بود، حداقل وزن بتا را به خود اختصاص داده بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه ضرایب رگرسیون جزیی استاندارد شده (وزن‌های بتا) با ضرایب استاندارد نشده در مرحله پنجم رگرسیون گام به گام

Table 4. Comparison of standardized partial regression coefficients (Beta weights) with unstandardized coefficients in the fifth step of stepwise regression

Variables	متغیرها	وزن‌های بتا Beta weights	ضرایب استاندارد نشده Unstandardized coefficients
Main inflorescence length	طول گل‌آذین اصلی	0.326	0.092
No. branches per plant	تعداد شاخه فرعی در بوته	0.179	0.574
No. capsules per plant	تعداد کپسول در بوته	0.458	0.115
No. seeds per capsule	تعداد دانه در کپسول	0.365	0.162
1000 seeds weight	وزن هزار دانه	0.230	2.650

تجزیه علیت معمولی

تجزیه علیت بدون اعتنا به نتایج رگرسیون گام به گام، مخصوصاً هنگامی که همخطی چندگانه (Multicollinearity) بین متغیرها وجود داشته باشد، منجر به حصول ضرایب علیت بزرگ‌تر از یک خواهد شد (Samonte *et al.*, 1998). به علت وجود همخطی بین متغیرهای مستقل که به‌صورت وجود همبستگی‌های معنی‌دار بین آن‌ها بروز نموده است (جدول ۲) تجزیه علیت بر اساس متغیرهای باقی مانده در مدل نهایی رگرسیونی گام به گام انجام گرفت. دیاگرام تجزیه علیت و ضرایب مسیر (شامل اثرات مستقیم، که از این پس با P نشان داده می‌شود، و اثرات غیرمستقیم) بر اساس متغیرهای باقی مانده در مرحله نهایی رگرسیون گام به گام به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۵ ارائه شده است.

همچنان که در جدول ۵ مشاهده می‌شود تعداد کپسول در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت (P =۰/٤٦) می‌باشد و تعداد دانه در کپسول، طول گل‌آذین اصلی و وزن هزار دانه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند (به ترتیب P =۰/۳۷، P =۰/۳۳، P =۰/۲۳). نتایج مشابهی توسط شیم و همکاران (Shim *et al.*, 2001) در این خصوص گزارش شده است.

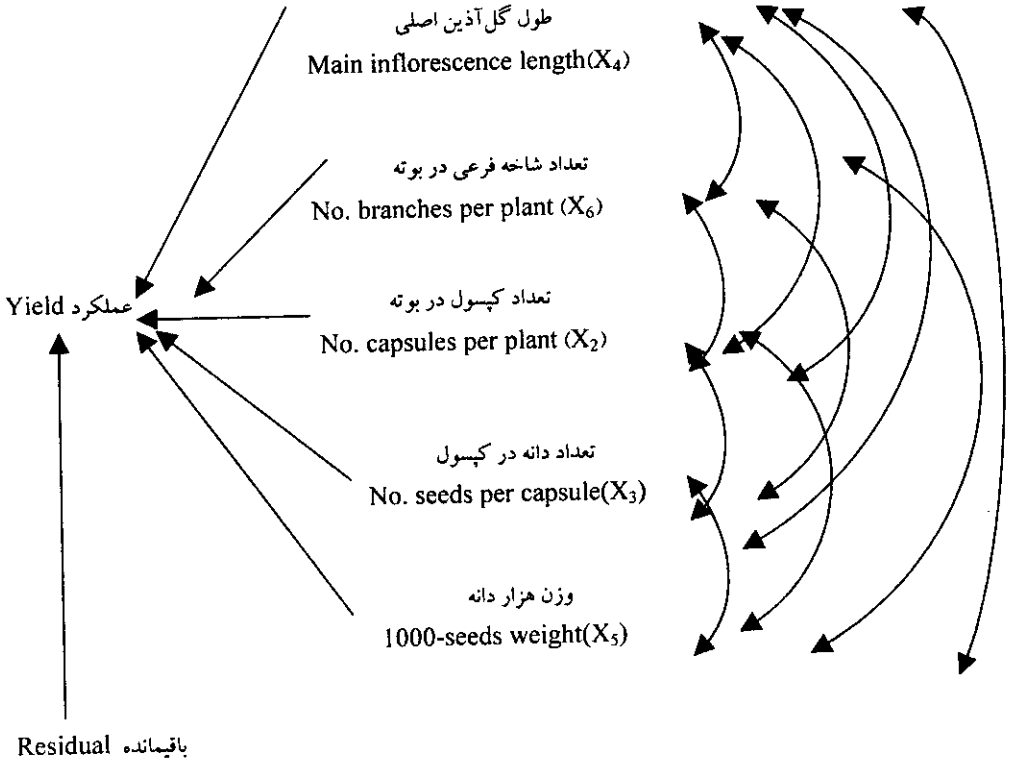
طول گل‌آذین اصلی از طریق تعداد دانه در کپسول و تعداد کپسول در بوته به ترتیب دارای بیشترین اثر غیرمستقیم بر عملکرد می‌باشد. همبستگی بالای طول گل‌آذین اصلی با عملکرد (r =۰/٦٥) از منظر اثرات مستقیم و غیرمستقیم تبیین می‌گردد. طول گل‌آذین اصلی از طریق تعداد برگ روی آن و نیز اثرگذاری در نورگیری کانوپی گیاه کارآیی ساخت ماده خشک را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (اثر مستقیم) و اثر غیرمستقیم آن از طریق تعداد کپسول در بوته اعمال می‌گردد.

بررسی صفات دیگر نظیر شاخص سطح برگ، سطح برگ در شاخه فرعی، طول

www.SID.ir

Archive of SID

شاخه‌های فرعی و تفکیک تعداد کپسول موجود روی گل‌آذین اصلی و شاخه های فرعی و همچنین تکرار آزمایش در بیش از یک سال یا یک منطقه تفسیر نتایج را مطمئن‌تر و تصمیم‌گیری نهایی در خصوص اثرات واقعی صفات را دقیق‌تر می‌سازند و از سوی دیگر ممکن است اثرات باقی مانده (۰/۴۲) را تقلیل دهد.



شکل ۱- دیاگرام تجزیه علیت معمولی

خطوط یک طرفه بین Xها و Y نشاندهنده اثر اصلی هر متغیر بر عملکرد و خطوط دو طرفه بین Xها اثرات غیرمستقیم را نشان می‌دهد.

Fig. 1. Diagram of ordinary path analysis

Unidirectional arrows between X_s and Y indicate main effect of each variable on the yield, and two directional ones between X_s indicate indirect effects.

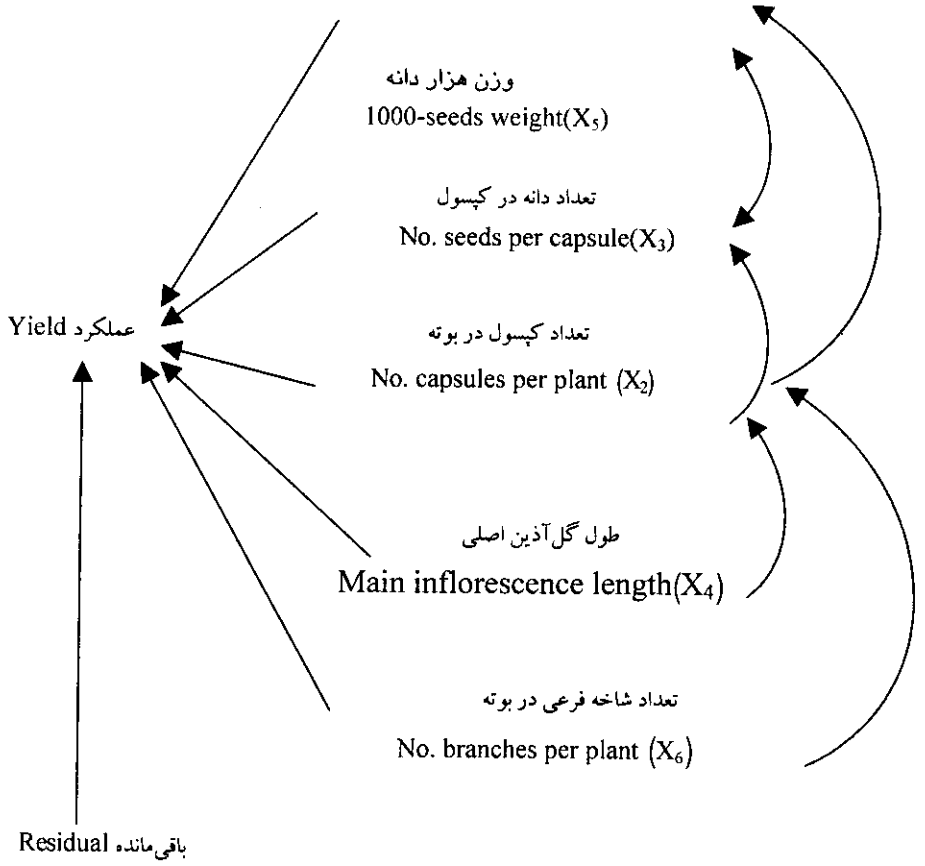
تجزیه علیت جایگزین

بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و در نظر گرفتن روابطی که از نظر فیزیولوژیک واجد مفهوم حقیقی می‌باشند، مدل تجزیه علیت جایگزین مطابق شکل ۲ تعریف گردید.

در روند نموی گیاه، تعداد کپسول در بوته پس از تعیین طول گل‌آذین اصلی و نیز شاخه‌های فرعی مشخص می شود. طول گل‌آذین اصلی پس از تشکیل و تعیین تعداد شاخه‌های فرعی ادامه می‌یابد و بدین حیث تعداد شاخه فرعی بر طول نهایی گل‌آذین اصلی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- دیاگرام تجزیه علیت جایگزین بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام

خطوط بین Xها و Y نشان‌دهنده اثر اصلی هر متغیر بر عملکرد و خطوط بین Xها اثرات غیر مستقیم را نشان می‌دهد.

Fig. 2. Diagram of alternative path analysis based on stepwise regression

Arrows between Xs and Y indicate main effect of each variable on the yield, and arrows between Xs indicate indirect effects.

جدول ۵- اثرهای مستقیم و غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد بر اساس تجزیه علیت معمولی

Table 5. Direct and indirect effects of yield related traits based on ordinary path analysis

Trait صفت	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect through				
		X_4	X_6	X_2	X_3	X_5
طول گل‌آذین اصلی (X_4) Main inflorescence length	0.325	-	-0.052	0.130	0.163	0.082
تعداد شاخه فرعی در بوته (X_6) No. branches per plant	0.178	-0.094	-	0.092	0.044	0.030
تعداد کپسول در بوته (X_2) No. Capsules per palnt	0.458	0.092	0.035	-	-0.042	-0.008
تعداد دانه در کپسول (X_3) No. seeds per capsule	0.368	0.145	0.021	0.052	-	0.082
وزن هزار دانه (X_5) 1000-seeds weight	0.230	0.116	0.023	-0.016	0.131	-
جمع همبستگی صفت با عملکرد Correlation of trait with the yield	-	0.650	0.250	0.540	0.563	0.490

Residual effects:0.424

www.SID.ir

Archive of SID

تقدم زمانی دارد. پس از نمود طول نهایی گل‌آذین اصلی، تعداد کپسول در بوته نیز تعیین می‌شود. از آن جایی که کپسول‌هایی نیز بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌شوند، تعداد شاخه فرعی در بوته و طول گل‌آذین اصلی دارای اثر یک طرفه بر تعداد کپسول در بوته می‌باشند. هر کپسول به عنوان مرکز گیرنده و توزیع کننده مواد فتوسنتز بین دانه ها عمل می‌نماید. بنابراین برای یک میزان خاص مواد فتوسنتزی تولید شده، افزایش تعداد کپسول منجر به افزایش رقابت برای تخصیص مواد فتوسنتزی خواهد شد و لذا سهم هر کپسول از مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد که به نوبه خود بر شکل‌گیری دانه‌ها در کپسول اثرگذار خواهد بود. بنابراین مسیر بین تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول یک طرفه در نظر گرفته می‌شود. از آن جا که کنجد گیاهی رشد نامحدود می‌باشد، وزن هزار دانه در هر زمان از دو جهت تحت تأثیر واقع خواهد شد بدین صورت که دانه‌های در حال پر شدن در کپسول‌های تشکیل شده با کپسول‌هایی که در حال تشکیل بوده و هنوز دانه‌ای در آن‌ها تشکیل نشده است در حال رقابت می‌باشند. پر شدن دانه در کپسول‌های تشکیل شده بر تعداد دانه و وزن دانه کپسول‌های در حال تشکیل اثرگذار خواهد بود. از این رهگذر وزن دانه کپسول‌هایی که در آستانه پر شدن هستند تحت تأثیر قرار خواهد گرفت، بدین لحاظ مسیر تعداد کپسول با وزن هزار دانه یک طرفه در نظر گرفته شده است. از طرفی روند افزایش وزن هزار دانه در کپسول‌هایی که دانهٔ آن‌ها تشکیل شده است باعث کاهش دسترسی کپسول‌های در حال تشکیل بعدی به مواد غذایی شده و می‌تواند موجب کاهش تعداد دانه در آن‌ها گردد. همچنین تعداد دانه در کپسول قادر به اثرگذاری بر وزن هزار دانه آن‌ها می‌باشد. بنابراین رابطهٔ بین وزن هزاردانه و تعداد دانه در کپسول دو طرفه در نظر گرفته شد. برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر اساس تجزیه و تحلیل علیت جایگزین در جدول ٦ ارائه شده است.

مقایسه جدول‌های ٥ و ٦ افزایش چشمگیر در برآورد اثرات مستقیم طول گل‌آذین اصلی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و بالاخره وزن هزار دانه با استفاده از مدل علیت جایگزین نسبت به روش معمولی را نشان می‌دهد. همچنین برآورد اثر غیرمستقیم تعداد شاخه فرعی در بوته و نیز طول گل‌آذین اصلی از طریق تعداد کپسول در بوته در مدل جایگزین نیز نسبت به مدل معمولی افزایش یافته است که جملگی بیانگر قابلیت روش جایگزین برای نیل به ادراک دقیق و واقعی از روابط علیت است. در مطالعات انجام شده توسط دوفینگ و نایت (Dofing and Knight, 1992) نیز به افزایش برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از مدل جایگزین نسبت به مدل معمولی اشاره شده است.

در روش تجزیه علیت جایگزین ارایه شده توسط دوفینگ و نایت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- اثرهای مستقیم و غیرمستقیم صفات مرتبط با عملکرد بر اساس تجزیه علیت جایگزین

Table 6. Direct and indirect effects of yield related traits based on alternative path analysis

Trait صفت	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect through				
		X_6	X_4	X_2	X_3	X_5
تعداد شاخه فرعی در بوته (X_6) No. branches per plant	0.132	-	-	0.12	-	-
طول گل‌آذین اصلی (X_4) Main inflorescence length	0.480	-	-	0.17	-	-
تعداد کپسول در بوته (X_2) No. capsules per palnt	0.600	-	-	-	-0.06	-0.01
تعداد دانه در کپسول (X_3) No. seeds per capsule	0.520	-	-	-	-	0.12
وزن هزار دانه (X_5) 1000-seeds weight	0.300	-	-	-	0.19	-
جمع همبستگی صفت با عملکرد Correlation of trait with the yield	-	0.25	0.65	0.54	0.56	0.49

(Dofing and Knight, 1992) و آگرامـــا (Agrama, 1996)، کلیه اثـرات غیـــرمستقیـــم به‌صورت یک‌طرفه در نظر گرفته می‌شوند. ایـن روش برای محصولاتی نظیر غـلات دانـه ریـز و ذرت که در آن‌ها اجزایی از عملکرد که دیرتـر تشکیل می‌شوند اثر ناچیزی بر اجزایی که زودتر تشکیل می‌شـوند دارنـد، قـابل توصیـه می‌باشـد. لیکن در خصوص کنجد، از آن جا کـه کپسـول (و نه دانه‌های ریز کنجد) مرکز گیرنده و توزیـع شیره پرورده می‌باشد و بدین حیث یـک مخـزن (Sink) قوی محسوب می‌شود، برخی از اجزایی کـه در مراحـــل دیرتـــر تشـــکیل می‌شـــوند (نظیر تشکیل دانه در کپسول‌های بالایی گیاه) بر برخی اجزایـی کـه در مراحـل قبل‌تـر تـا حـدی شکل گرفته‌اند (نظـیر وزن هـزار دانـه دانـه‌ها در کپسول‌های پایینی) مؤثر واقع خواهند شد. بدین لحاظ برخی از روابـط بیـن صفـات در شـکل ۲ به‌صورت دو طرفه در نظر گرفته شده‌اند.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلـی و چرخش وریماکس (Varimax rotation) روی داده‌ها انجام گرفت. سـه عـامل اول کـه مقـادیر ویژه آن‌ها بزرگ‌تر از واحد بوده و در مجمـوع ۷۹/۹ درصد تنوع کل داده‌ها را توجیـه نمودنـد، انتخاب شدند. در جـدول ۷ مـاتریس عامل‌هـای چرخش یافته ارائه شده است.

بر اساس نتـایج جـدول ۷، عـامل اول عمدتـاً روی تعداد کپسـول در بوتـه و طـول گل‌آذیـن اصلی با علامت منفی و ارتفاع اولیـن کپسـول و ارتفاع شاخه‌دهی باعلامت مثبت مؤثـر اسـت. بـا مراجعه به جدول ۲ مشـخص مـی‌گردد کـه ایـن عـــامل در واقـــع مقایســـه‌ای بیـــن عوامـــل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- ماتریس عامل‌های چرخش یافته (چرخش وریماکس)

Table 7. Matrix of rotated (varimax rotation) factors

Trait	صفت	عامل اول First factor	عامل دوم Second factor	عامل سوم Third factor
Capsule length	طول کپسول	0.0428	0.930	-0.165
No. capsules per plant	تعداد کپسول در بوته	-0.6380	-0.382	0.540
No. seeds per capsule	تعداد دانه در کپسول	-0.0980	0.795	-0.089
First capsule height	ارتفاع اولین کپسول	0.9180	-0.150	0.186
1000 seeds weight	وزن هزار دانه	-0.3250	0.715	0.157
Branching heigth	ارتفاع شاخه‌دهی	0.9240	-0.073	0.017
No. branches per plant	تعداد شاخه فرعی	0.2510	0.143	0.920
Main inflorescence length	طول گل‌آذین اصلی	-0.6860	0.413	-0.175

افزایش‌دهنده و کاهش دهندهٔ عملکرد می‌باشد به‌طوری‌که به عوامل افزایش دهندهٔ عملکرد ارزش منفی و به عوامل کاهش دهندهٔ آن ارزش مثبت می‌دهد. بدین لحاظ به این عامل نام قدرت *رقابت داخل بوته* اطلاق می‌گردد. عامل دوم عمدتاً اثر گذاری مثبت بر طول کپسول، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه دارد، و از آن جا که این ویژگی‌ها پس از تعیین تعداد کپسول در بوته تظاهر می‌یابند و همگی در مجموعهٔ *ویژگی‌های کپسول* به عنوان جزء مؤثر عملکرد قرار دارند، به عنوان *قدرت مخزن* نامگذاری می‌شود. عامل سوم دارای اثرات مثبت بر تعداد کپسول در بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته می‌باشد. تعداد کپسول در بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته از اجزای عملکرد کنجد بوده و با توجه به نتایج رگرسیون گام‌به‌گام، سهم عمده‌ای در پتانسیل عملکرد گیاه دارند. با توجه به متعامد بودن عامل‌ها نسبت به یک دیگر، که بیانگر استقلال عمل این عامل نسبت به عامل *رقابت داخل بوته* می‌باشد، این عامل *ظرفیت تولید* نامگذاری می‌گردد. *قدرت رقابت داخل بوته* به عنوان عامل اول به تنهایی ۳٤/٤ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین نموده و عامل قدرت مخزن و ظرفیت عملکرد بوته به ترتیب هر کدام ۲۹/۷ و ۱۵/۸ درصد از تنوع کل داده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

صفاتی که با علامت یکسان در زیر مجموعه یک عامل قرار می‌گیرند (جدول ۷) همگی تحت تأثیر هم‌جهت یک ماهیت ناشناخته قرار دارند و به عبارت دیگر ماهیتی ناشناخته به‌طور هم جهت بر آن صفات اثر می‌گذارد. هر عامل دارای موجودیت انفرادی نیست بلکه برآیند مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و فرایندهایی است که آن صفات را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین فرایندهای ناشناخته‌ای وجود دارند که تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی را به‌طور هم جهت تحت تأثیر قرار می‌دهند. این فرایندها بر ارتفاع اولین کپسول و ارتفاع شاخه‌دهی

www.SID.ir

Archive of SID

دارای اثرات هم جهت هستند لیکن اثرگذاری آن‌ها در جهت مخالف اعمال اثر بر دو صفت اول می‌باشد. مجموعه این فرایندها به‌طور قراردادی عامل اول نام گرفته‌اند. این مفاهیم منطبق بر ماهیت همبستگی که در جدول ۲ به‌خوبی نمایان گردیده است می‌باشد. تطابق نتایج تجزیه همبستگی ساده با تجزیه عاملی توسط سایر محققین گزارش شده است (امینی و همکاران، ۱۳۷۹؛ Walton, 1972). مقایسه جدول ۲ و ۷ نشان می‌دهد که صفات دارای علامت یکسان که در زیر مجموعه یک عامل قرار می‌گیرند دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با یک دیگر می‌باشند. از سوی دیگر همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفاتی که با علامت متفاوت تحت تأثیر یک عامل قرار گرفته‌اند وجود دارد.

نتیجه‌گیری

تعداد کپسول در بوته دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد می‌باشد. با توجه به این که تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی به‌طور همسو تحت تاثیر فرایندهای یکسانی به نام عامل اول قرار دارند، انتخاب برای طول گل‌آذین اصلی بیشتر نیز در راستای افزایش عملکرد می‌باشد. از طرفی با توجه به شمول ارتفاع اولین کپسول و ارتفاع شاخه‌دهی در عامل اول با علامتی متفاوت با دو صفت تعداد کپسول در بوته و طول گل‌آذین اصلی، انتظار می‌رود این نتیجه را بتوان با انتخاب ارتفاع پایین اولین کپسول و شاخه‌دهی به‌دست آورد. از دیدگاه عملی چون دو صفت اخیر در مراحل اولیه نموی قابل بررسی و اندازگیری هستند، اتکا به آن‌ها کارآیی انتخاب برای افزایش عملکرد را افزایش خواهد داد.

با توجه به این که عامل ها از یکدیگر مستقل بوده و هر کدام جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند (Johnson and Wichern, 1996)، مسیرهای اصلاحی متفاوتی فرا روی به‌نژادگران گیاهی قرار می‌گیرد. گزینش بر مبنای ویژگی‌های اختصاصی کپسول، بدون در نظر داشتن ارتفاع ایجاد شاخه فرعی و تشکیل اولین کپسول و تعداد کپسول در بوته، قدرت مخزن گیاه را افزایش می‌دهد و چنانچه شرایط مطلوب رشدی و فتوسنتزی بوته فراهم باشد، عملکرد تک بوته افزایش خواهد یافت. گرچه طول کپسول به عنوان یک ویژگی دارای اثر قابل توجه در رگرسیون گام به گام نمایان نگردید، معهذا قرار گرفتن آن در کنار تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه در زیر مجموعه عامل دوم و ساده‌تر بودن اندازه‌گیری آن نسبت به دو صفت دیگر به ویژه از طریق نمونه‌گیری غیر تخریبی، جایگاه این صفت را در افزایش کارآیی اصلاح گیاه کنجد برای نیل به عملکرد بالا آشکار می‌سازد. در نگرش آخر، با توجه به ویژگی عامل سوم و با توجه به این‌که اندازه‌گیری این صفت قبل از برداشت و شمارش تعداد کپسول در بوته انجام می‌گیرد، اصلاح‌گران کنجد می‌توانند برای افزایش عملکرد صرفاً بر تعداد شاخه فرعی در

www.SID.ir

Archive of SID

بوته تکیه نمایند. البته با توجه به اهمیت هر کدام از این عوامل که به صورت درصد توجیه تغییرات داده‌ها بیان می‌شوند، توجه به‌نژادگران به ویژگی‌هایی که در حوزهٔ عامل اول قرار دارند، تأثیر جدی‌تری بر افزایش عملکرد این گیاه خواهد داشت.

منابع مورد استفاده

References

امینی، ا.، قنادها، م. ر.، و عبدمیشانی، س. ۱۳۷۹. تجزیه عامل‌ها برای صفات مرفولوژیک و فنولوژیک در لوبیا. نهال و بذر ۱۶: ۲۱۸-۲۱۰.

Agrama, H. A. S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346.

Avila, J., and Montilla, D. 1997. Yield , yield components and tolerance to whitefly (*Bemisia tabaci*) incidence as sesame (*Sesamum indicum*) selection criteria. Sesame and Safflower Newsletter 12:14-21.

Dofing, S. M., and Knight, C. W. 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Science 32: 487-489.

Johnson, R. A., and Wichern, D. W. 1996. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice- Hall, New Delhi. 642 pp.

Kandasamy, G., Manchoram, V., and Thangovelu, S. 1990. Variability of metric traits and character association in sesame in two seasons. Sesame and Safflower Newsletter 5:10-15.

Kathiresan, G., and Gnanamurthy, P. 2000. Studies on seed yield- contributing chracters in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 15: 29-32.

Murali, S., Deivanai, SP., and Ganesan, J. 1996. Correlation and path coefficient analysis in sesame with reference to seed colour. Sesame and Safflower Newsletter 11: 57-62.

Padmavathi, N., and Thangavelu, S. 1996. Association of various yield components in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 11: 40-45.

Roebbelen, G., Downey, R. K., and Ashri, A. 1989. Oil Crops of the World. McGrow- Hill, New York.

Sakila, M. S., Ibrahim, M., Kalamani, A., and Backiyarani, S. 2000. Correlation studies in sesame (*Sesamum indicum* L.) .Sesame and Sofflower Newsletter 15: 26-28.

www.SID.ir

Archive of SID

Samonte, S. O. PB., Wilson, T., and McClung, A. M. 1998. Path analysis of yield and yield- related traits of fifteen diverse rice genotypes. Crop Science 38: 1130-1136.

Shim, K. B., Kang, C. W., Lee, S. W., Kim, O. H., and Lee, B. H. 2001. Heritabilities, genetic correlations and path coefficients of some agronomic traits in different cultural environments in sesame. Sesame and Safflower Newsletter 16: 16-22.

Walton, P. D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Science 12: 731-733.

Wright, S. 1960. Path coefficients and path regressions: alternative of complementary concepts. Biometrics 16: 189-203.

آدرس نگارندگان:

سعدالله منصوری و مسعود سلطانی نجف‌آبادی- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ٤١١٩، کرج. ٣١٥٨٥.

www.SID.ir