بررسی روابط صفات زراعی با شاخص GMP عملکرد کلزا از طریق تجزیه علیت متوالی

حامد بالسینی[۱] ، جلال صبا[۲] ،علی فرامرزی[۳]، سلیمان جمشیدی[۴] ، محمد صالحی[۵]

چکیده

اصلاح غیر مستقیم GMP عملکرد روغن در شرایط فاقد تنش از طریق افزایش تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین و کاهش وزن هزار دانه و در محیط واجد تنش نیزاز طریق افزایش تعداد دانه در خورجین، تعداد کل خورجین و درصد روغن به منظور بررسی روابط علت و معلولی صفات زراعی در شرایط فاقد و واجد تنش کمبود آب باشاخص GMP، آزمایشی در سال زراعی ۸۲- ۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده زنجان انجام گردید. طرح آزمایشی مورد استفاده طرح بلوکهای خرد شده با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بود که آبیاری با دو سطح عدم آبیاری (وجود تنش) و آبیاری کافی (فقدان تنش) و رقم کلزا در ۱۶ سطح ، فاکتورهای آزمایش بودند. نتایج تجزیه علیت متوالی نشان داد که در گزینش تحت شرایط فاقد تنش در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد دانه باید به دنبال تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین بیشتر و وزن هزار دانه کمتر بود. البته به علت روابط و همبستگی بین این سه صفت با همدیگر لازم است آنها را در تعادل با هم مورد نظر قرار داد. هم چنین در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد دانه در شرایط واجد تنش نیز باید به دنبال تعداد دانه در خورجین و تعداد کل خورجین بیشترو تعداد روز تا گلدهی کمتر بودامکان پذیر است .

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت متوالی، کلزا،گزینش، مقاومت به خشکی، شاخص GMP

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (hamedbalesini47@yahoo.com)

۲- عضو هیئت علمی و استادیار اصلاح نباتات دانشگاه زنجان

۳- دانشجوی دکترای اکولوژی

۴- دانشجوی دکتری رشته بیماری شناسی گیاهی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۵- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی

مقدمه

گیاه کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) یکی از مهمترین گیاهان روغنی است که در شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور ما قابلیت کشت و گسترش دارد (۳). روش تجزیه علیت برای اولین بار حدود ۷۰ سال پیش توسط پروفسور رایت ابداع شد. این روش نوع به خصوصی از تجزیه رگرسیون چندگانه بوده که با یک سیستم بسته از متغیرها که بطور خطی با هم ارتباط دارند سروکار دارد. (برای ارتباط غیر خطی متغیرها تبدیل متناسب با مقیاس ها لازم است). این سیستم شامل تمام عوامل اصلی(علل) و متغیرهای منتج از آنها (معلول ها)است. روش تجزیه علیت در حقیقت برای تعیین و مطالعه اثرات مستقیم به واسطه خود متغیر و غیر مستقیم یعنی از طریق متغیرهای دیگر یک مجموعه از متغیرها روی متغیر تابع می باشد ، که بین این متغیرها و متغیر تابع همبستگی وجود دارد. این روش در واقع ضرایب همبستگی ساده بین متغیرها و متغیر تابع را تجزیه می کند و بدین طریق تاثیر مستقیم یک متغیر بر روی متغیر تابع و نیز تاثیر آن از طریق متغیرهای دیگر یعنی اثر غیر مستقیم مشخص می گردد (۱۲). گروهی از پژوهشگران ویژگی هایی را با نام شاخص های مقاومت به خشکی معرفی و همبستگی آنها را با عملکرد به ویژه در شرایط تنش ثابت کرده اند. البته کارآیی شاخص ها در گزینش ارقام متفاوت می باشد و استفاده از برخی از این معیارها بویژه به منظور معرفی ارقامی که در شرایط مطلوب کشت می شوند ولی احتمال بروز تنش در محیط های کشت آنها وجود دارد مفید تشخیص داده شده است (۸). فرناندز (۱۹۹۲) هدف اصلی شاخص های مقاومت به خشکی را تشخیص و گزینش ژنوتیپ های دارای عملکرد نسبی بالا در هر دو شرایط محیطی مطلوب و تنش زا (تحت عنوان ژنوتیپ های گروه A) از سایر ژنوتیپ ها بیان کرده است. با وجود این پیشنهاد شاخص فیزیولوژیکی خاص به عنوان یک شاخص معتبر برای تولید مطلوب در شرایط تنش خشکی که متخصصان اصلاح نباتات از آن به عنوان یک شاخص مقاومت به خشکی مناسب برای داشتن عملکرد بالا استفاده کنند، مشکل است (۱۰). شاخص های مقاومت به خشکی مستقل نبوده و با استفاده از کمیت هایی تعریف می شوند. کمیت هایی که اجزای این شاخص ها هستند عبارتند از (۸):

Yp : عملکرد در محیط فاقد تنش

Ys : عملکرد در محیط واجد تنش

$\bar{y}p$: میانگین عملکرد ارقام مورد آزمایش در محیط فاقد تنش

در رابطه با شاخص های مقاومت به خشکی، همبستگی ژنتیکی بین Yp و Ys و نسبت واریانس های ژنتیکی بین σ^2Yp وσ^2Ys تعیین کننده نتیجه گزینش ژنوتیپ ها براساس این شاخص ها می باشند. در آزمایشها عملکرد همبستگی بین Yp و Ys بین صفر تا ۰/۵ و نسبت واریانس ژنتیکی کمتر از یک است، از این رو در گزینش یک ژنوتیپ برای عملکرد تحت شرایط بدون تنش، متوسط عملکرد در شرایط بدون تنش افزایش یافته و با گزینش ژنوتیپ در شرایط تنش، متوسط عملکرد تحت تنش افزایش می یابد. به عبارت بهتر ژنوتیپ های

گزینش شده در شرایط تنش در بهبود عملکرد تحت همان شرایط کارآیی داشته و تحت شرایط بدون تنش دارای نمود ضعیفی هستند (۸). بطور کلی ژنوتیپ ها را براساس نمودشان در محیط های فاقد تنش و واجد تنش به چهار گروه می توان تقسیم کرد: گروه A ژنوتیپ هایی هستند که هم در محیط تنش و هم بدون تنش عملکرد خوبی دارند. گروه B را ژنوتیپ هایی تشکیل می دهند که فقط در محیط بدون تنش برترند، اما ژنوتیپ های گروه C در محیط تنش نسبتاً بهتر از محیط بدون تنش هستند و بالاخره گروه D که درمحیط تنش و بدون تنش خوب نیستند. بهترین معیار گزینش آن است که قادر به تفکیک گروه A از سه گروه دیگر باشد. شاخص میانگین هندسی عملکرد[1] جزء شاخص های فرناندز می باشد و بنا به اظهارات وی GMP به داده هایی استثنایی با مقادیر بسیار کم یا بسیار بالا حساسیت چندانی نداشته و در شناسایی گروه A کاراتر می باشد. شاخص GMP یا میانگین هندسی عملکرد طبق فرمول زیر تعریف می شود:

$$GMP = \sqrt{yp \times ys}$$

هم چنین فرناندز (۱۹۹۲)، شاخص تحمل به تنش[2] را بر طبق فرمول زیر پیشنهاد کرد:

$$\mathrm{STI} = \frac{yp \times ys}{(\bar{y}p)^2}$$

این شاخص براساس GMP بنا نهاده شده است و با آن همبستگی بسیار نزدیک و مثبتی دارد. بنابراین می تواند همانند GMP در شناسایی گروه A از سایر ژنوتیپ های بکار رود و قابلیت آن از این لحاظ از سایر شاخص های دیگر بیشتر می باشد. فرناندز (۱۹۹۲) بیان داشت که همبستگی بین GMP و STI برابر با یک است. هم چنین انتظار می رود که شاخص STI در تفکیک گروه A از گروه B و گروه C موفق باشد (۸). فرشادفر (۱۳۷۹) همبستگی GMP و STI را با عملکرد در شرایط دیم بسیار معنی دار و مثبت گزارش نمود ولی SSI دارای همبستگی بسیار منفی و معنی داری با عملکرد بود (٤). بر اساس گزارش تاری نژاد (۱۳۷۷)، از میان شاخص های مقاومت به خشکی مورد بررسی، STI که براساس GMP محاسبه می گردد در درجه اول اهمیت قراردارد زیرا این شاخص می تواند ژنوتیپ هایی با پتانسیل عملکرد بالا و برخوردار از قدرت تحمل تنش را گزینش نماید (۱). در نورمند موید وهمکاران (۱۳۷۷)، قاجار سپانلو و همکاران (۱۳۷۹) و سنجری (۱۳۷۷) بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ های گندم متحمل به تنش با عملکرد بالقوه بالا را GMP و STI ذکر کردند (۲، ۵ و٦).

مطالعات تعداد زیادی از محققین نشان داده است که بین عملکرد دانه و عملکرد روغن با اجزاء عملکرد، همبستگی های مثبت و معنی دار وجود دارد(۷ ، ۱۵ ، ۱٦ و ۱۸). کهرا و سینگ (۱۹۸۸) با مطالعه ی حساسیت و کارکرد بعضی از ژنوتیپ های *B. napus* در محیط های تنش و فاقد تنش دریافتند که متوسط عملکرد و کارایی عملکرد به طور معنی داری با عملکرد روغن ، عملکرد دانه ، محتوی روغن ، تعداد خورجین ، تعداد شاخه های ثانویه و تعداد روز

1- Geometric Mean Productivity (GMP)
2- Stress Tolerance Index (STI)

تا گلدهی همبستگی دارد. کارایی برای عملکرد دانه با کارایی برای عملکرد روغن، تعداد خورجین وارتفاع گیاه پیوستگی مثبت داشت (۱۱). لبوویتز (۱۹۸۸) با مطالعهٔ وراثت پذیری مقاومت به خشکی مرحله ی گیاهچه ی کلزا و روابط آن با مرفولوژی ریشه ی گیاهچه دریافت که طول خورجین می تواند به عنوان یک شاخص غیر مستقیم برای تعداد دانه درخورجین و وزن دانه در خورجین استفاده شود (۱۲). هابیرسینگ و همکاران (۱۹۸۹) با مطالعه ی توابع تولید آب برای گیاه Indian rape به این نتیجه رسیدند که تبخیر و تعرق فصلی به طور معنی داری با عملکرد دانه همبستگی دارد، توابع غیر خطی بهترین نتیجه را در مقایسه با توابع خطی به دست دادند (۹). مینگیو (۱۹۷٤) در مطالعه ی خود مشاهده کرد که تاثیر خشکی بر روی عملکرد دانه عمدتاً در نتیجهٔ کاهش در تعداد غلافها بوده و در طول گلدهی و ۱۵ روز قبل از گلدهی بیشترین تاثیر را داشته است (۱۳). در مطالعهٔ پانو و همکاران (۱۹۹۲) بر روی تاثیر استرس رطوبتی بر روی رشد و شاخص برداشت گونه های روغنی براسیکا، استرس آبی وزن خشک شاخه ها را بیشتر از وزن خشک ریشه ها کاهش داد و عملکرد دانه و غلاف ها نیز تحت تاثیر تنش کاهش یافتند (۱٦). هدف از انجام این تحقیق بررسی روابط صفات زراعی از طریق شاخص GMP و هم چنین تفکیک صفات به اثرات رتبه اول و رتبه دوم بر روی گیاه زراعی کلزا می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۲- ۱۳۸۱ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده ی کشاورزی دانشگاه زنجان در ٦ کیلومتری شهر زنجان واقع در عرض شمالی ٤۱ و ۳٦ و طول شرقی ۲۷ و ٤۸ و با ارتفاع ۱٦۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. طرح آزمایشی مورد استفاده طرح بلوکهای خرد شده با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بود که آبیاری با دو سطح عدم آبیاری (وجود تنش) و آبیاری کافی (فقدان تنش) و رقم کلزا در ۱٦ سطح فاکتورهای این آزمایش بودند. برای اجرای طرح در اواخر تابستان اقدام به شخم گردید و مقدار ٦۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره با خاک مخلوط شد و با ماله اقدام به تسطیح زمین گردید. عملیات کشت در ۲۰ شهریور سال ۸۱ انجام شد. ۱٦ واحد آزمایشی مربوط به هر سطح کنار یکدیگر و به فاصلهٔ ۳۰ سانتی متر از سطح همدیگر قرار گرفتند. قبل از اولین واحد آزمایشی و بعد از آخرین واحد آزمایشی در هر سطح آبیاری، دو خط به عنوان حاشیه کاشته شدند. برای اندازه گیری صفات تعداد خورجین در ساقهٔ اصلی، تعداد ساقه های فرعی ، ارتفاع گیاه، تعداد کل خورجین، تعداد دانه در خورجین، درصد روغن، وزن هزار دانه و عملکرد روغن تعداد ۱۰ بوته ی رقابت کننده از داخل هر واحد آزمایشی انتخاب شده و صفات مزبور در آنها مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین تعداد روزهای تا گلدهی، تاریخ ۵۰٪ گلدهی هر پلات ثبت شد. سپس فاصلهٔ زمانی از کاشت تا تاریخ ۵۰٪ گلدهی

محاسبه شده و به عنوان تعداد روز تا گلدهی در نظر گرفته شد. هم چنین داده های به دست آمده ابتدا از لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند. شاخصGMP از داده های عملکرد دانه و روغن محاسبه شده و به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. ضرایب همبستگی ساده بین کلیه صفات مورد ارزیابی در شرایط فاقد و واجد تنش و شاخص GMP حاصل از داده های عملکرد دانه و روغن به همراه سطح معنی دار شدن آنها با استفاده از نرم افزار SAS تعیین گردید. سپس GMP عملکرد دانه و روغن به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیر ها به عنوان متغیر مستقل منظور شدند و تجزیه علیت با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید. وجود چند هم خطی[1] در بین متغیرها با استفاده از نرم افزار SPSS بررسی گردید. وجود چند هم خطی موجب غیر منطقی شدن ، ناپایداری و افزایش واریانس ضرایب رگرسیون می گردد (١٤) و موجب می گردد که نتایج بدست آمده قابل اطمینان نباشد. بنابراین داده ها قبل از شروع به تجزیه از لحاظ وجود چند هم خطی با محاسبه مقادیر VIF[2](عامل تورم واریانس) و TOL [3] (تالرنس) بررسی شدند. با توجه به این که کلیه مقادیر VIF صفات کمتر از ۵ و مقادیر Tol آنها بالاتر از ۰/۲ بودند به همین علت استفاده از رگرسیون ریج [4] ضروری نبود و تجزیه رگرسیون عادی بر روی داده ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاخص GMP در مورد صفات زراعی مورد ارزیابی در جدول(۱) نشان داده شده است.

با توجه به این جدول مشخص می شود که اثر تیمار یا رقم برای عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. مقایسه میانگین ارقام (جدول۲) نشان داد که رقم Consul بیشترین میانگین را برای GMP دارا بود و از این لحاظ با ارقام Regent*Cobra ، Okapi ، SLMO 46 ، Calibra ، Fornax و Alice اختلاف معنی داری نداشت. همچنین رقم Ascona دارای کمترین میانگین برای شاخص GMP بود. اثر تیمار یا رقم برای عملکرد روغن نیز در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. رقم Consul دارای بیشترین میانگین برای شاخص GMP بود و از این لحاظ ارقام Calibra ، Fornax ، Regent*Cobra ، SLMO 46 ، Okapi و Alice دارای اختلاف معنی داری نبودند.. همچنین رقم Ascona دارای کمترین میانگین برای شاخص GMP بود و از این لحاظ با رقم Colvert اختلاف معنی داری نداشت. با توجه به نتایج جداول تجزیه واریانس GMP و نتایج مقایسه میانگین مشخص شد که رقم Ascona از نظر عملکرد دانه و عملکرد روغن دارای کمترین

1- Collinearity
2- Variance Inflation Factor
3- Tolerance
4- Ridge Regression

جدول ۱- تجزیه واریانس GMP ارقام کلزای مورد بررسی برای صفات زراعی مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد روز تا گلدهی	ارتفاع گیاه	تعداد ساقه های فرعی	تعداد کل خوردچین	تعداد خوردچین در ساقه اصلی	تعداد دانه در خوردچین	وزن هزار دانه	درصد روغن	عملکرد دانه	عملکرد روغن
R(تکرار)	۲	۱/۶۰۹	۲۵۰۸/۱**	۸**	۴۷۵/۲**	۴۷/۲	۹/۶	۱/۰۸۴**	۲/۸۵*	۶۰۲۰۲۰/۵*	۱۴۵۹۳۵/۸*
A(تیمار)	۱۵	۳/۰۵۵*	۲۹۵/۶	۱/۲۱*	۲۱۱/۲**	۲۱/۱۷	۹/۶۶*	۰/۲۶۱**	۴/۶**	۱۳۱۳۷۳۷**	۳۰۹۳۷۶/۱**
Ea	۳۰	۱/۲۹۳	۲۱۳/۹	۰/۵۷	۷۰/۵	۱۹/۵۲	۴/۹۷	۰/۰۴۸	۰/۶۶	۱۶۶۶۳۳	۴۱۳۹۹/۲
% C.V		۰/۴۶	۱۱/۹۲	۱۶/۳۴	۱۲/۰۷	۱۸/۲۱	۲۳/۱۵	۵/۲۰	۱/۷۹	۱۹/۵۴	۲۱/۴۲

C.V : ضریب تغییرات

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول۲ - مقایسه میانگین ارقام کلزای مورد بررسی برای GMP عملکرد دانه و عملکرد روغن

ژنوتیپ	عملکرد دانه		عملکرد روغن	
Euvol	۲۱۴۸	bcd	۹۹۸/۱	bc
Regent*Cobra	۲۴۰۶	abc	۱۰۴۹	abc
Orient	۲۰۴۳	bcde	۹۴۱/۳	bcd
Fornax	۲۴۷۹	abc	۱۱۰۷	abc
Calibra	۲۳۷۹	abc	۱۱۰۸	abc
Alice	۳۰۴۶	a	۱۴۲۳	a
VDH8003-98	۱۵۸۱	def	۶۰۳/۵	de
Ascona	۷۵۱/۸	g	۳۳۳	e
Pauc 61	۱۹۸۲	bcde	۹۲۶/۶	bcd
Consul	۳۰۶۲	a	۱۴۳۱	a
Okapi	۲۷۰۳	ab	۱۲۷۴	ab
Akamar	۲۱۵۰	bcd	۹۶۰/۶	bcd
Hyola 42	۱۸۴۱	cde	۸۵۰	cd
PF 7045-91	۱۳۴۶	efg	۶۱۰/۵	de
SLMO 46	۲۴۸۶	abc	۱۱۴۱	abc
Colvert	۱۰۱۵	fg	۴۳۸/۹	e

جدول ٣–ضرایب همبستگی صفات زراعی مورد مطالعه با شاخص GMP در شرایط فاقد تنش کمبود آب

								تعداددانه درخورجین
							تعدادساقه های فرعی	-٠/٢٥٢
						درصد روغن	٠/٢٢٨	٠/٠٦٣
					ارتفاع بوته	٠/٠٨٣	٠/٤٧٩ **	-٠/٣٠٦ *
				تعداد روز تا گلدهی	-٠/١٩٦	-٠/٣٦٦ *	-٠/١١١	٠/٣٦٢ *
			تعدادخورجین در ساقه اصلی	-٠/٠٨	٠/٥٢٣**	-٠/٠٤٨	٠/١١٦	-٠/٠٨٨
		وزن هزار دانه	٠/١٩٢	٠/٠٤	-٠/٣٣١ *	-٠/٤٣١ **	-٠/٤٨٣**	٠/١١٦
	تعداد کل خورجین	-٠/٤٤ **	٠/١٤٩	-٠/٣١٢*	٠/٤٥٩ **	٠/٣٨٦ **	٠/٧٢٥ **	-٠/٢٢
GMP عملکرددانه	٠/٨١٨ **	-٠/٥٨١ **	٠/١٧٦	-٠/٣١*	٠/٤٦٦ **	٠/٤١١ **	٠/٧٧٦ **	-٠/٢٩١ *
٠/٩٩ **	٠/٨٠٦ **	-٠/٥٨٧**	٠/١٨	-٠/٣٠٥ *	٠/٤٥٩**	٠/٤٦٦ **	٠/٧٦٩**	- ٠/٢٣٥
GMP عملکرد روغن								

* : معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد .

** : معنی دار در سطح احتمال ١ درصد

جدول ٤– ضرایب همبستگی صفات زراعی مورد مطالعه با شاخص GMP در شرایط واجد تنش کمبود آب

								تعداد دانه درخورجین
							تعداد ساقه های فرعی	٠/١٨٣
						درصد روغن	٠/٢١٣	٠/٢٩٩ *
					ارتفاع بوته	٠/٠٨٦	٠/٥٩٩ **	-٠/٠٣٢
				تعداد روز تا گلدهی	-٠/٤١٣**	-٠/١٩٩	-٠/٢٧٧	-٠/٠٢٤
			تعدادخورجین در ساقه اصلی	-٠/٣٣٥ *	٠/٤٠١ **	٠/٠٣٧	٠/١٠١	٠/٠٠٩
		وزن هزار دانه	٠/١٨٢	٠/٠٩٩	-٠/٢٢٨	-٠/٥٢١**	-٠/٣٠٦ *	-٠/٠٤٩
	تعداد کل خورجین	-٠/٤١٩ **	٠/٠ ٩٧	-٠/٣٢٣ *	٠/٥١٤ **	٠/٣٩٤**	٠/٧٨ **	٠/١٤
GMP عملکرددانه	٠/٧١٩ **	-٠/٤٧٢ **	٠/١٩٥	-٠/٤٥٦**	٠/٣٩٢ **	٠/٥٨١ **	٠/٥٣٩ **	٠/٣٧١ **
٠/٩٩ **	٠/٧٢ **	-٠/٥٠٤**	٠/١٩٦	-٠/٤٣١ **	٠/٣٨٦ **	٠/٦١٥ **	٠/٥٤١ **	٠/٣٩١ **
GMP عملکرد روغن								

* : معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد .

** : معنی دار در سطح احتمال ١ درصد

میانگین می باشد. ضرایب همبستگی ساده صفات در محیط فاقد تنش در جدول۳ آمده است. در شرایط فاقد تنش کمبود آب، همبستگی GMP عملکرد دانه با صفات تعداد کل خورجین، وزن هزار دانه ، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، درصد روغن، تعداد ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین معنی دار بود. در شرایط واجد تنش نیز (جدول ٤) همبستگی GMP عملکرد دانه با صفات تعداد کل خورجین، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، درصد روغن، تعداد ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین معنی دار بود. در شرایط فاقد تنش همبستگی GMP عملکرد روغن با صفات تعدادکل خورجین، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، درصد روغن و تعداد ساقه های فرعی معنی دار بود. در شرایط واجد تنش نیز همبستگی GMP عملکرد روغن با صفات تعداد کل خورجین، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، درصد روغن، تعداد ساقه های فرعی و تعداد دانه در خورجین معنی دار بود.

تجزیه علیت شاخصGMP عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگر در شرایط فاقد تنش در جدول۵ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل۱) با مطالعه همبستگی های معنی دار متغیرها با GMP عملکرد دانه و بررسی اثرات مستقیم، نتیجه گیری شد که صفات تعداد ساقه های فرعی، وزن هزاردانه و تعداد کل خورجین عمده ترین صفات توجیه کننده GMP عملکرد دانه در شرایط فاقد تنش می باشند که در این میان اثر مستقیم وزن هزار دانه منفی بود. همچنین همبستگی ساده ی تعداد ساقه های فرعی با وزن هزار دانه و وزن هزار دانه با تعداد کل خورجین منفی و معنی دار بود، ولی همبستگی ساده تعداد ساقه های فرعی با تعداد کل خورجین مثبت و معنی دار به دست آمد. بنابراین می توان به این نتیجه رسید که برای افزایش مقاومت به خشکی در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد دانه در شرایط فاقد تنش، باید به دنبال تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین بیشتر و وزن هزار دانه کمتر بود. البته به علت روابط و همبستگی بین این سه صفت با همدیگر لازم است آنها را در تعادل با هم مورد نظر قرار داد. ازر(۱۹۹۹) و پانو(۱۹۹۲) نیز به همبستگی مثبت عملکرد دانه با اجزا عملکرد از جمله تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین اشاره کرده اند (۱۵و۱٦). در دومین مرحله تجریه علیت صفات، تعداد ساقه های فرعی، وزن هزار دانه و تعداد کل خورجین به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند و تأثیر سایر متغیرها بر روی آنها بررسی شد تا بتوان متغیرهایی را که بیشترین تأثیر را بر روی این صفات دارند معین نمود. در تجزیه علیت برای تعداد ساقه های فرعی، صفات درصد روغن و ارتفاع گیاه دارای اثرات مستقیم مثبت زیاد بر روی تعداد ساقه های فرعی بودند. هم چنین همبستگی ساده این دوصفت نیز مثبت بود. در تجزیه علیت برای وزن هزار دانه، صفات درصد روغن، ارتفاع گیاه و تعداد خورجین در ساقه اصلی دارای اثرات مستقیم زیاد بودند که در این میان اثرات مستقیم درصد روغن و ارتفاع گیاه منفی بود. هم چنین همبستگی ساده ارتفاع گیاه با تعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت بود ولی

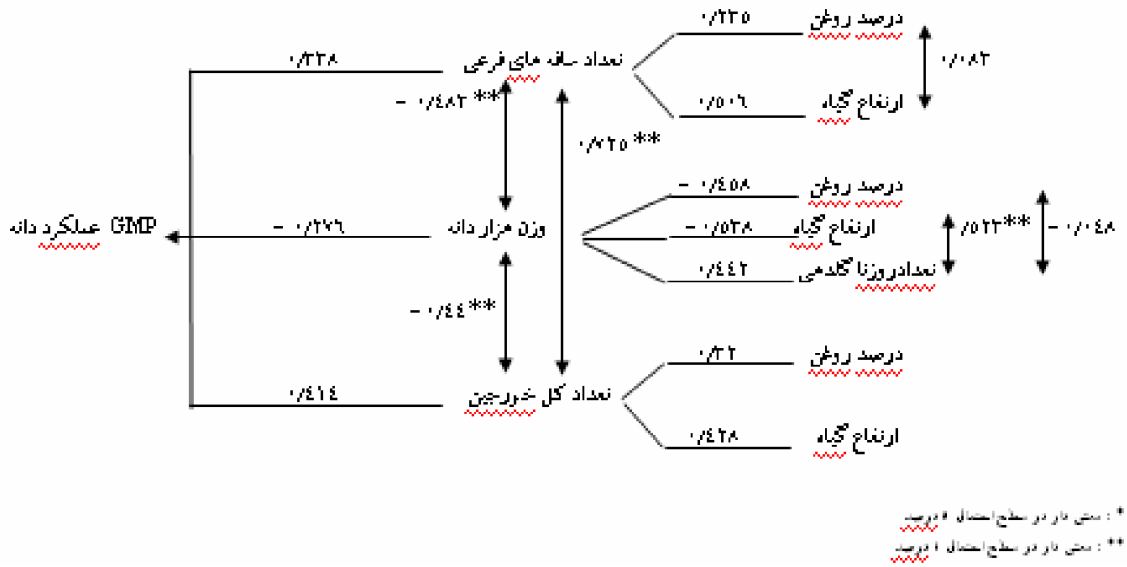
جدول ٥ – تجزیه علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب

	تعداد دانه در خورجین	تعداد ساقه های فرعی	درصد روغن	ارتفاع گیاه	تعداد روز تا گلدهی	تعداد خورجین در ساقه اصلی	وزن هزار دانه	تعداد کل خورجین	همبستگی با GMP عملکرد دانه
تعداد دانه در خورجین	-٠/٠٦٧٧	-٠/٠٨٥	٠/٠٠٢٥	٠/٠٣٤	-٠/٠٣٦	-٠/٠١٥	-٠/٠٣٢	-٠/٠٩١	-٠/٢٩١
تعداد ساقه های فرعی	٠/٠١٧	٠/ ٣٣٨	٠/٠٠٩٢	-٠/٠٥٣	٠/٠١١	٠/٠٢	٠/١٣٣	٠/ ٣	٠/٧٧٦
درصد روغن	-٠/٠٠٤٣	٠/٠٧٧	٠/٠٤٠٢	-٠/٠٠٩٣	٠/٠٣٧	-٠/٠٠٨	٠/١١٩	٠/١٦	٠/٤١١
ارتفاع گیاه	٠/٠٢١	٠/١٦٢	٠/٠٠٣٣	-٠/١١٢	٠/٠٢	٠/٠٩١	٠/٠٩١	٠/١٩	٠/٤٦٦
تعداد روز تا گلدهی	-٠/٠٢٤	-٠/٠٣٧	-٠/٠١٥	٠/٠٢٢	-٠/١٠١	-٠/٠١٤	-٠/٠١١	-٠/١٣	-٠/ ٣١
تعداد خورجین در ساقه اصلی	٠/٠٠٦	٠/٠٣٩	-٠/٠٠١٩	-٠/٠٥٨	٠/٠٠٨	٠/١٧٥	-٠/٠٥٣	٠/٠٦٢	٠/١٧٦
وزن هزار دانه	-٠/٠٠٨	-٠/١٦٣	-٠/٠١٧	٠/٠٣٧	-٠/٠٠٤	٠/٠٣٤	-٠/٢٧٦	-٠/١٨٢	-٠/٥٨١
تعداد کل خورجین	٠/٠١٧	٠/٢٤٥	٠/٠١٥	-٠/٠٥١	٠/٠٣١	٠/٠٢٦	٠/١٢١	٠/٤١٤	٠/٨١٨

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند .

R^2 = ٠/٤٣٧ شاخص GMP عملکرد دانه

شکل ١ – نمودارعلیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب



* : معنی دار در سطح احتمال ٥ درصد
** : معنی دار در سطح احتمال ١ درصد

همبستگی ساده درصد روغن با تعداد خورجین در ساقه اصلی منفی به دست آمد. در نهایت در تجزیه علیت برای تعداد کل خورجین ، صفات درصد روغن و ارتفاع گیاه دارای اثرات مستقیم مثبت زیاد بودند. هم چنین همبستگی ساده درصد روغن با ارتفاع گیاه مثبت بود. در تحقیق کهرا و سینگ(۱۹۸۸) مشخص شد که متوسط عملکرد و کارایی عملکرد به طور معنی داری با عملکرد دانه، محتوی روغن، تعداد خورجین و تعداد شاخه های ثانویه همبستگی دارد (۱۱).

تجزیه علیت GMP عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگردر شرایط واجدتنش درجدول٦ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل ۲)، با بررسی همبستگی های معنی دار متغیرها با GMP عملکرد دانه و بررسی اثرات مستقیم نتیجه گیری شد که عمده ترین صفات تبیین کننده GMP عملکرد دانه در شرایط واجد تنش، صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد روز تا گلدهی و تعداد کل خورجین می باشد که دراین میان اثر مستقیم تعداد روز تا گلدهی منفی بود. هم چنین همبستگی ساده تعداد دانه در خورجین با تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا گلدهی با تعداد کل خورجین منفی بوده ولی همبستگی ساده تعداد دانه در خورجین با تعداد کل خورجین مثبت بود. بنابراین می توان گفت که برای افزایش مقاومت به خشکی در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد دانه در شرایط واجد تنش، باید به دنبال تعداد دانه در خورجین و تعداد کل خورجین بیشتر و تعداد روز تا گلدهی کمتر بود. البته به علت روابط و همبستگی بین این سه صفت با همدیگر لازم است آنها را در تعادل با هم مد نظر قرار داد. در مطالعه مینگیو(۱۹۷٤) مشخص شد که تاثیر خشکی بر روی عملکرد دانه عمدتا در نتیجه کاهش در تعداد غلاف ها بوده و در طول گلدهی و ۱۵ روز قبل از گلدهی بیشترین تاثیر را داشته است (۱۳). در مرحله بعدی تجزیه علیت صفات، تعداد دانه در خورجین، تعداد روز تا گلدهی و تعداد کل خورجین به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند و تاثیر سایر متغیرها بر روی آنها مطالعه گردید تا بتوان متغیرهای دارای بیشترین تاثیر را بر روی آنها معین کرد. در تجزیه علیت برای تعداد دانه در خورجین صفات تعداد ساقه های فرعی و درصد روغن دارای اثرات مستقیم مثبت و بزرگ بودند. هم چنین همبستگی ساده این دو صفت نیز مثبت بود. در تجزیه علیت برای تعداد روز تا گلدهی صفات درصد روغن ، ارتفاع گیاه و تعداد خورجین در ساقه اصلی دارای اثرات مستقیم بزرگ و منفی بودند و هم چنین همبستگی ساده درصد روغن با ارتفاع گیاه وتعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت و غیر معنی دار بود، در حالی که همبستگی ساده ارتفاع گیاه با تعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت و بسیار معنی دار بود. هم چنین در تجزیه علیت برای تعداد کل خورجین، صفات تعداد ساقه های فرعی، درصد روغن و وزن هزار دانه دارای اثرات مستقیم بزرگ بر روی تعداد کل خورجین بودند که در این میان اثر مستقیم وزن هزار دانه منفی بود و به همین ترتیب همبستگی ساده تعداد ساقه های فرعی و درصد روغن با وزن هزار دانه منفی ومعنی دار به دست آمد.

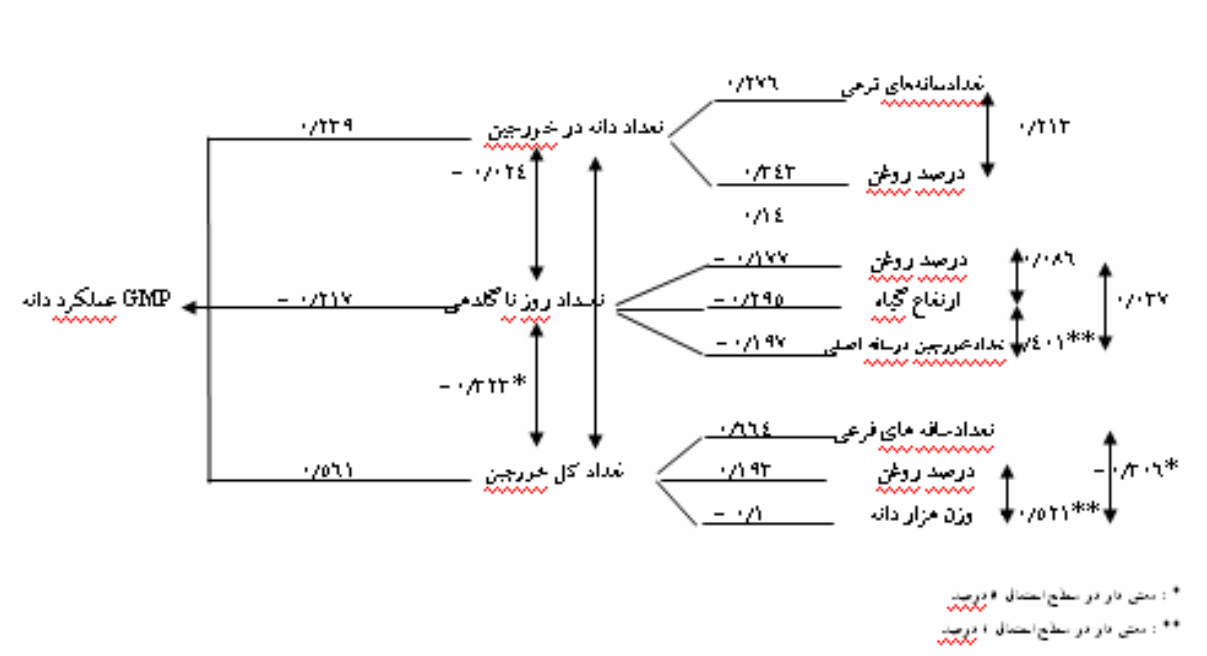
جدول ٦ – تجزیه علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب

	تعداد دانه در خوزجین	تعداد ساقه های فرعی	درصد روغن	ارتفاع گیاه	تعداد روز تا گلدهی	تعداد خوزجین در ساقه اصلی	وزن هزار دانه	تعداد کل خوزجین	همبستگی با GMP عملکرد دانه
تعداد دانه در خوزجین	٠/٢٣٩	-٠/٠١١	٠/٠٥٦	٠/٠٠٥	٠/٠٠٥	٠/٠٠٠٩	٠/٠٠٨	٠/٠٧٨	٠/٣٧١
تعداد ساقه های فرعی	٠/٠٤٤	-٠/٠٥٨٩	٠/٠٤	-٠/٠٩٥	٠/٠٦	٠/٠١١	٠/٠٥	٠/٤٣٧	٠/٥٣٩
درصد روغن	٠/٠٧١	-٠/٠١٢	٠/١٨٧	-٠/٠١٤	٠/٠٤٣	٠/٠٠٤	٠/٠٨٦	٠/٢٢١	٠/٥٨١
ارتفاع گیاه	-٠/٠٠٨	-٠/٠٣٥	٠/٠١٦	-٠/١٥٩	٠/٠٩	٠/٠٤٢	٠/٠٣٨	٠/٢٨٨	٠/٣٩٢
تعداد روز تا گلدهی	-٠/٠٠٦	٠/٠١٦	-٠/٠٣٧	٠/٠٦٥	-٠/٢١٧	-٠/٠٣٥	-٠/٠١٦	-٠/١٨١	-٠/٤٥٦
تعداد خوزجین در ساقه اصلی	٠/٠٠٢	-٠/٠٠٦	٠/٠٠٧	-٠/٠٦٤	٠/٠٧٣	٠/١٠٥	-٠/٠٣	٠/٠٥٤	٠/١٩٥
وزن هزار دانه	-٠/٠١٢	٠/٠١٨	-٠/٠٩٧	٠/٠٣٦	-٠/٠٢١	٠/٠١٩	-٠/١٦٥	-٠/٢٣٥	-٠/٤٧٢
تعداد کل خوزجین	٠/٠٣٣	-٠/٠٤٦	٠/٠٧٤	-٠/٠٨٢	٠/٠٧	٠/٠١	٠/٠٦٩	٠/٥٦١	٠/٧١٩

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند.

R^2 =٠/٥٢١ شاخص GMP عملکرد دانه

شکل٢ – نمودارعلیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب



هابیرسینگ و همکاران (۱۹۸۹) با مطالعهٔ توابع تولید آب برای گیاه Indian rape به این نتیجه رسیدند که تبخیر و تعرق فصلی به طور معنی داری با عملکرد دانه همبستگی دارد و توابع غیر خطی بهترین نتیجه را در مقایسه با توابع خطی به دست دادند (۹).

تجزیه علیت GMP عملکرد روغن به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگردر شرایط فاقد تنش درجدول ۷ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل ۳) با بررسی و مطالعه همبستگی های معنی دار متغیرها مشخص شد که صفات تعداد ساقه های فرعی، وزن هزار دانه وتعداد کل خورجین عمده ترین صفات ترجیه کننده GMP عملکرد روغن در شرایط فاقد تنش می باشند که در این میان اثر مستقیم وزن هزار دانه منفی بود. هم چنین همبستگی ساده تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین با وزن هزار دانه منفی و معنی دار به دست آمد. ولی همبستگی ساده تعداد ساقه های فرعی با تعداد کل خورجین مثبت وبسیار معنی دار بود. بنابراین می توان گفت که برای افزایش مقاومت به خشکی در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد روغن در شرایط فاقد تنش باید به دنبال تعداد ساقه های فرعی و تعداد کل خورجین بیشتر و وزن هزار دانه کمتر بود. البته به علت روابط و همبستگی بین این سه صفت با همدیگر لازم است آنها را در تعادل با هم مد نظر قرار داد. مطالعات تعداد زیادی از محققین نشان داده است که بین عملکرد دانه و عملکرد روغن با اجزاء عملکرد همبستگی های مثبت و معنی دار وجود دارد(۷، ۱۵، ۱٦ و ۱۸). در مرحله دوم تجزیه علیت صفات، تعداد ساقه های فرعی، وزن هزار دانه و تعداد کل خورجین به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند و تأثیر سایر متغیرها بر روی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. در تجزیه علیت برای تعداد ساقه های فرعی، صفات درصد روغن و ارتفاع گیاه دارای اثرات مستقیم بزرگ و مثبت بودند. همچنین همبستگی ساده این دو صفت نیز مثبت و ضعیف بود. در تجزیه علیت برای وزن هزار دانه، صفات درصد روغن، ارتفاع گیاه و تعداد خورجین در ساقه اصلی دارای اثرات مستقیم بزرگ بر روی وزن هزاردانه بودند که در این میان اثر مستقیم ارتفاع گیاه منفی بود. هم چنین همبستگی ساده ارتفاع گیاه با تعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت بود. ولی درصد روغن دارای همبستگی منفی با تعداد خورجین در ساقه اصلی بود. در نهایت در تجزیه علیت برای تعداد کل خورجین، صفات درصد روغن و ارتفاع گیاه دارای اثرات مستقیم بزرگ و مثبت بر روی تعداد کل خورجین بودند .

تجزیه علیت GMP عملکرد روغن به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگر در شرایط واجد تنش در جدول ۸ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل ٤)، با بررسی همبستگی های معنی دار بین متغیرها مشخص شد که صفات تعداد دانه در خورجین ، درصد روغن و تعداد کل خورجین عمده ترین صفات تبیین کنندهٔ GMP عملکرد روغن در شرایط واجد تنش می باشند که همگی دارای اثرات مستقیم بزرگ و مثبت بودند. هم چنین همبستگی ساده تعداد دانه در خورجین با درصد روغن و درصد روغن با تعداد کل خورجین مثبت و معنی دار بود، ولی

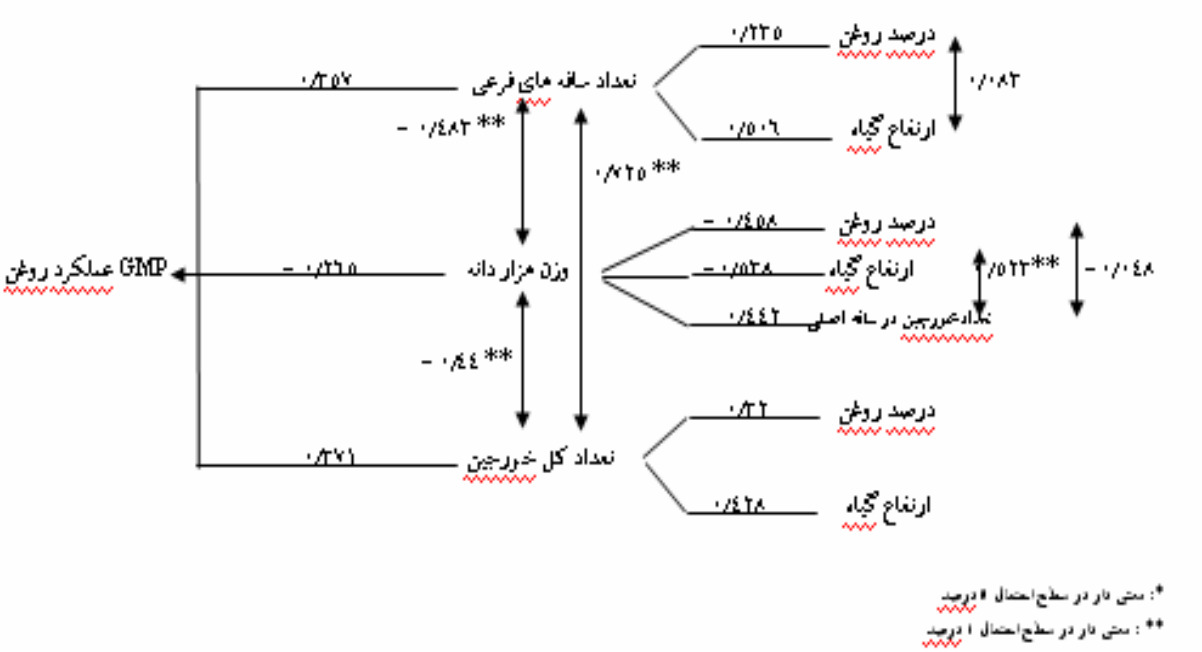
جدول ٧ – تجزیه علیت GMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب

	تعداد دانه در خوروجین	تعداد ساقه های فرعی	درصد روغن	ارتفاع گیاه	تعداد روز تا گلدهی	تعداد خوروجین در ساقه اصلی	وزن هزار دانه	تعداد کل خوروجین	همبستگی با GMP عملکرد روغن
تعداد دانه در خوروجین	-٠/٠١٩١	-٠/٠٨٩	٠/٠٠٧	٠/٠٣	-٠/٠٣٥	-٠/٠١٦	-٠/٠٣	-٠/٠٨٢	-٠/٢٣٥
تعداد ساقه های فرعی	٠/٠٠٥	٠/ ٣٥٧	٠/٠٢٥	-٠/٠٤٨	٠/١١	٠/٠٢١	٠/١٢٨	٠/٢٦٩	٠/ ٧٦٩
درصد روغن	-٠/٠٠١٢	٠/٠٨١	٠/١١	-٠/٠٠٨	٠/٠٣٥	-٠/٠٠٩	٠/١١٤	٠/١٤٣	٠/٤٦٦
ارتفاع گیاه	٠/٠٠٦	٠/١٧١	٠/٠٠٩	-٠/٠٩٩٧	٠/٠١٩	٠/٠٩٥	٠/٠٨٨	٠/١٧	٠/٤٥٩
تعداد روز تا گلدهی	-٠/٠٠٧	-٠/٠٣٩	-٠/٠٤	٠/٠١٩	-٠/٠٩٦٦	-٠/٠١٤	٠/١١	-٠/١١٥	-٠/ ٣٠٥
تعداد خوروجین در ساقه اصلی	٠/٠٠١٧	٠/٠٤١	-٠/٠٠٥	-٠/٠٥٢	٠/٠٠٨	٠/١٨٢	-٠/٠٥١	٠/٠٥٥	٠/١٨
وزن هزار دانه	-٠/٠٠٢٢	-٠/١٧٢	-٠/٠٤٧	٠/٠٣٣	-٠/٠٠٤	٠/٠٣٥	-٠/٢٦٥	-٠/١٦٣	-٠/٥٨٦
تعداد کل خوروجین	٠/٠٠٤	٠/ ٢٥٩	٠/٠٤٢	-٠/٠٤٦	٠/٠٣	٠/٠٢٧	٠/١١٧	٠/٣٧١	٠/٨٠٦

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند .

R^2 = ٠/٤٤٤ شاخص GMP عملکرد روغن

شکل٣ :نمودارعلیت GMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب



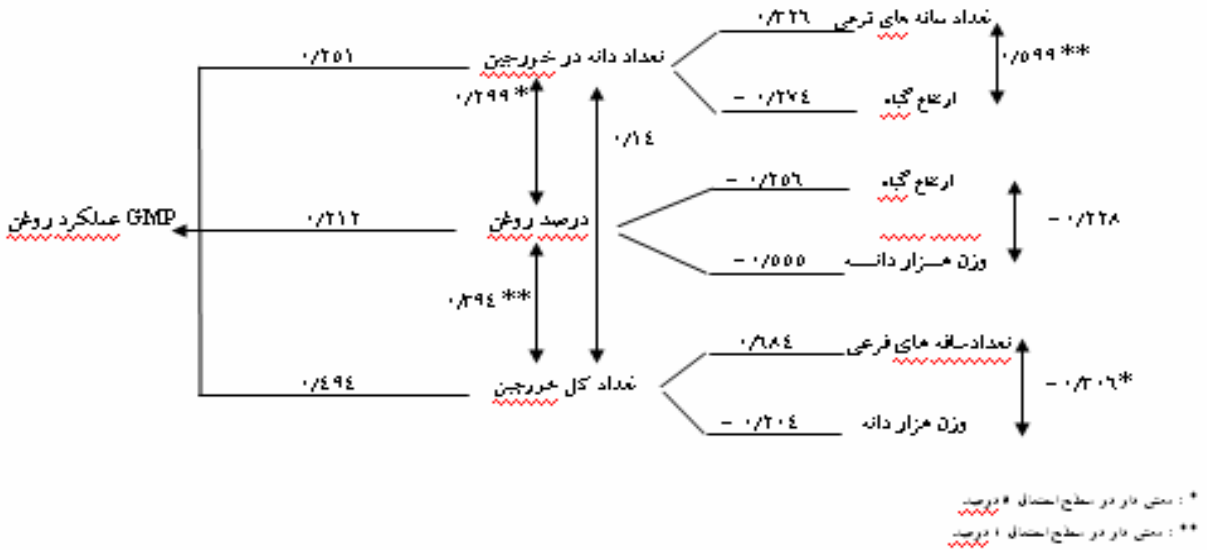
جدول ۸ - تجزیه علیت GMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب

	تعداد دانه در خورجین	تعداد ساقه های فرعی	درصد روغن	ارتفاع گیاه	تعداد روز تا گلدهی	تعداد خورجین در ساقه اصلی	وزن هزار دانه	تعداد کل خورجین	همبستگی با GMP عملکرد روغن
تعداد دانه در خورجین	۰/ ۲۵۱	-۰/۰۰۹	۰/۰۶۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰٤	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰٦۹	۰/ ۳۹
تعداد ساقه های فرعی	۰/۰٤٦	-۰/۰٤٦۹	۰/۰٤۵	-۰/۰۱۳	۰/۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰٦	۰/ ۳۸۵	۰/۵٤
درصد روغن	۰/۰۷۵	-۰/۰۱	۰/۲۱۲	-۰/۰۰۲	۰/۰۳٦	۰/۰۰۵	۰/۱۰۳	۰/۱۹۵	۰/٦۱۵
ارتفاع گیاه	۰/۰۰۸	-۰/۰۲۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۱٤ -	۰/۰۷۵	۰/۰۵	۰/۰٤۵	۰/۲۵٤	۰/۳۸٦
تعداد روز تا گلدهی	-۰/۰۰٦	۰/۰۱۳	-۰/۰٤۲	۰/۰۰۹	-۰/۱۸۳	-۰/۰٤۲	-۰/۰۱۹	-۰/۱۵۹	-۰/٤۳۱
تعداد خورجین در ساقه اصلی	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	-۰/۰۰۹	۰/۰٦۱	۰/۱۲۵	-۰/۰۳٦	۰/۰٤۸	۰/۱۹٦
وزن هزار دانه	-۰/۰۱۲	۰/۰۱٤	-۰/۱۱	۰/۰۰۵	-۰/۰۱۸	۰/۰۲۳	-۰/۱۹۷	-۰/۲۰۷	-۰/۵۰٤
تعداد کل خورجین	۰/۰۳۵	-۰/۰۳٦	۰/۰۸۳	-۰/۰۱۱	۰/۰۵۹	۰/۰۱۲	۰/۰۸۲	۰/٤۹٤	۰/ ۷۲

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند .

R^2 = ۰/٤۹۵ شاخص GMP عملکرد روغن

شکل ٤ - نمودارعلیتGMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب



همبستگی تعداد دانه در خورجین با تعداد کل خورجین مثبت بوده ولی معنی دار نبود. در نهایت می توان گفت که برای افزایش مقاومت به خشکی در جهت اصلاح برای شاخص GMP عملکرد روغن در شرایط واجد تنش باید به دنبال افزایش تعداد دانه در خورجین، تعداد کل خورجین و درصد روغن بود. البته به علت روابط و همبستگی مثبت بین این سه صفت با همدیگر لازم است که آنها را به طور همزمان و به موازات هم افزایش داد. در مطالعهٔ پانو و همکاران (١٩٩٢) بر روی تاثیر استرس رطوبتی بر روی رشد و شاخص برداشت گونه های روغنی براسیکا، استرس آبی وزن خشک شاخه ها را بیشتر از وزن خشک ریشه ها کاهش داد و عملکرد دانه و غلاف ها نیز تحت تاثیر تنش کاهش یافتند (١٦).

دردومین مرحله ی تجزیه علیت صفات، تعداد دانه در خورجین، درصد روغن و تعداد کل خورجین به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شدند و تأثیر سایر متغیرها روی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. در تجزیه علیت برای تعداد دانه در خورجین، صفات تعداد ساقه های فرعی وارتفاع گیاه دارای بزرگترین اثرات مستقیم برروی تعداد دانه در خورجین بودند که در این میان اثر مستقیم ارتفاع گیاه منفی بود. هم چنین همبستگی ساده این دو صفت نیز مثبت و بسیار معنی دار بود. همچنین در تجزیه علیت برای درصد روغن، صفات ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه دارای اثرات مستقیم بزرگ بودند و جالب توجه این است که اثر مستقیم هر دو صفت برروی درصد روغن منفی بود. همبستگی ساده این دو صفت نیز منفی و غیرمعنی دار به دست آمد. در نهایت در تجزیه علیت برای تعداد کل خورجین، صفات تعداد ساقه های فرعی و وزن هزار دانه دارای اثرات مستقیم بزرگ بودند که در این بین اثر مستقیم وزن هزار دانه منفی بود، هم چنین همبستگی ساده این دو صفت نیز منفی و معنی دار به دست آمد.

منابع

١- تاری نژاد، الف . ١٣٧٧ . ارزیابی واکنش لاینهای حاصل از توده های بومی گندم پاییزه به شرایط آبی و تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تبریز .

٢- سنجری، الف ، ق .١٣٧٧ . ارزیابی تحمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین های گندم در منطقه نیمه خشک کشور. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ٢٤٣- ٢٤٤ .

٣- شهیدی، الف . و ک . فروزان . ١٣٧٥ . زراعت کلزای پاییزه . شرکت توسعه وکشت دانه های روغنی.

٤- فرشاد فر، ع . ١٣٧٩ . انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاینهای گندم نان . مجله علمی- پژوهشی علوم و صنایع کشاورزی : جلد ١٤. شماره ٢. صفحات ١٦٠ – ١٧٠.

٥- قاجار سپانلو، م . سیادت ، ح . میر لطیفی، م . و س . خ . میر نیا . ١٣٧٩ . اثرقطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد وکارایی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در چهار رقم گندم . مجله خاک و آب . جلد ١٢ . شماره ١٠. صفحه ٦٤-٧٥ .

٦- نورمند موید، ف. م ، ع . رستمی و م ، ر قنادها . ١٣٧٧ . تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی درگندم نان. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ٢٤٢ – ٢٤٣.

7-Arthamwar, D.N., V.B. Shelke and B.S. Ekshinge.1995.Correlation and regression studies in mustard. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 20 : 2,237 – 239.

8-Fernandez, G. C. I.1992.Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance.IN : C.G. Kuo (eds), Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proc. of an Internat. Symp. Taiwan.13-18.Aug.Asian Veget. Res. And Develop Center.

9-Habir Singh, K.P. Sing S.D. Jarwal T. Sigh T.S. Tonk A. S. Faroda and H. Singh .1989.Water production function for Indian Rape. Journal of Oilseeds Research.6:2 , 316 –321.

10-Karamanos, A. j. and A.Y. Papatheohari.1999.Assessment of Drought resistance of crop genotype by means of the water potential Index.Crop Sci. 39:1792–1797.

11-Khehra, M.K. and P. Singh.1988.Sensitivity and performance of Some *Brassica napus* genotypes in stress and non-stress environments.Crop Improvement,15:2, 209 – 211.

12- Li, C.C . 1965.The concept at Path – Coefficient and its impact On population genetics . Biometrics . 12 : 190 -210 .

13-Lebowitz, R.J.1988. The heritability of seedling stage drought Resistance in rape and its relationship to seedling root morphology.Dissertation Abstracts International B Sciences and Engineering,48: 8,2148B–2149B;63 PP.

14-Mingeau, M.1974.Performance of spring rape during drought Information Technique No.
36 , 1 – 11 .

15-Mohammadi, S. A., B.M. Prassana and N.N. Singh .2003. Sequential path model for
determining interrelationship among grain Yield and related characters in maize. Crop Sci .43:1690–1697.

16-Ozer, H., E. Oral and U. Dogru.1999.Relationships between yield and yield component
on currently improved spring rapeseed cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 23:6, 603–607.

17-Pannu, R.K., D.P Singh P. Singh V.P. Sangwan and B.D. Chaudhary.1992. Effect of Moisture stress on growth,partitioning of biomass and harvest index of oilseed brassicas .Crop Research Hisar, 5 : Supplement, 31–43.

18-Zajac, T., J. Bieniek R. Witkowicz and M. Gierdziewicz.1998. Individual share of yield components in winter oilseed rape yield formation. Rosliny Oleiste ,19: 2,413 – 422.