

بررسی روابط صفات زراعی با شاخص GMP عملکرد

کلزا از طریق تجزیه علیت متوالی

حامد بالسنینی^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 نیز از 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 با شاخص 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 بیشتر و تعداد روز تا گلدهی کمتر بود امکان پذیر است.

واژه های 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 دکتری 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 پروفیسور 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 کارایی 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 $\sigma^2 Yp$ و $\sigma^2 Ys$ 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

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 (۴). 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 قرارداد زیرا این شاخص می تواند ژنوتیپ هایی با پتانسیل عملکرد بالا و برخوردار از قدرت تحمل تنش را گزینش نماید (۱). در نورمند موید و همکاران (۱۳۷۷)، قاجار سپانلو و همکاران (۱۳۷۹) و سنجرى (۱۳۷۷) بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ های گندم متحمل به تنش با عملکرد بالقوه بالا را **GMP** و **STI** ذکر کردند (۲، ۵ و ۶).

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، ۱۶ و ۱۸). کهرآ 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

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 در محیط 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^۱ 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 کارا تر 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^۲ را بر طبق فرمول زیر پیشنهاد کرد:

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

این شاخص براساس **GMP** بنا نهاده شده است و با آن همبستگی بسیار نزدیک و مثبتی دارد. بنابراین می تواند همانند **GMP** در

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

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده ی کشاورزی دانشگاه زنجان در ۶ کیلومتری شهر زنجان واقع در عرض شمالی ۴۱ و ۳۶ و طول شرقی ۲۷ و ۴۸ و با ارتفاع ۱۶۲۰ 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 ۱۶ سطح فاکتورهای این آزمایش بودند. برای اجرای طرح در اواخر تابستان اقدام به شخم گردید و مقدار ۶۰ 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. ۱۶ واحد آزمایشی مربوط به هر سطح کنار یکدیگر و به فاصله 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 ساقه 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 فاصله زمانی از کاشت تا تاریخ ۵۰٪ گلدهی

تا گلدهی همبستگی دارد. کارایی برای عملکرد دانه با کارایی برای عملکرد روغن، تعداد خورجین و ارتفاع گیاه پیوستگی مثبت داشت (۱۱). لپوویتز (۱۹۸۸) با مطالعه 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 در خورجین و وزن دانه در خورجین استفاده شود (۱۲). هایبرسینگ 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). مینگو (۱۹۷۴) در مطالعه ی خود مشاهده کرد که تاثیر خشکی بر روی عملکرد دانه عمدتاً در نتیجه کاهش در تعداد غلافها بوده و در طول گلدهی و ۱۵ روز قبل از گلدهی بیشترین تاثیر را داشته است (۱۳). در مطالعه 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 (۱۶). 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.

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 (جدول ۲) 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

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. شاخص GMP 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 متغیرها به عنوان متغیر مستقل منظور شدند و تجزیه علیت با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید. وجود چند هم خطی^۱ 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 (۱۴) 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^۲ (عامل تورم واریانس) و TOL^۳ (تولرنس) 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^۴ ضروری نبود و تجزیه رگرسیون عادی بر روی داده ها انجام گرفت.

1- Collinearity

2- Variance Inflation Factor

3- Tolerance

4- Ridge Regression

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

| میانگین مربعات | | | | | | | | | | درجه آزادی | منابع تغییر |
|----------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|-------------|--------------------|------------|-------------|
| صمکورد روغن | صمکورد دانه | درصد روغن | وزن هزار دانه | تعداد دانه در خورچین | تعداد خورچین در ساقه اصلی | تعداد کل خورچین | تعداد ساقه های فرعی | ارتفاع گیاه | تعداد روز تا گلدهی | | |
| ۱۴۵۹۳۵/۸* | ۶۰۲۰۲۰/۵* | ۲/۸۵* | ۱/۰۸۴** | ۹/۶ | ۴۷/۲ | ۴۷۵/۲** | ۸** | ۲۵۰۸/۱** | ۱/۶۰۹ | ۲ | R(تکرار) |
| ۳۰۹۳۷۶/۱** | ۱۳۱۳۳۷** | ۴/۶** | ۰/۲۶۱** | ۹/۶** | ۲۱/۱۷ | ۲۱۱/۲** | ۱/۲۱* | ۲۹۵/۶ | ۳/۰۵۵** | ۱۵ | A(تیمار) |
| ۴۱۳۹۹/۲ | ۱۶۶۶۳ | ۰/۶۶ | ۰/۰۴۸ | ۴/۹۷ | ۱۹/۵۲ | ۷۰/۵ | ۰/۵۷ | ۲۱۳/۹ | ۱/۲۹۳ | ۳۰ | Ea |
| ۲۱/۴۲ | ۱۹/۵۴ | ۱/۷۹ | ۵/۲۰ | ۲۳/۱۵ | ۱۸/۲۱ | ۱۲/۰۷ | ۱۶/۳۴ | ۱۱/۹۲ | ۰/۴۶ | | % C.V |

C.V : ضریب تغییرات

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲ - 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 ۳- ضرایب همبستگی صفات زراعی مورد مطالعه با شاخص GMP در شرایط فاقد تنش کمبود آب

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | | | | | تعداددانه درخورجین | |
| | | | | | | | تعدادساقه های فرعی | -۰/۲۵۲ | |
| | | | | | | درصد روغن | ۰/۲۲۸ | ۰/۰۶۳ | |
| | | | | | ارتفاع بوته | ۰/۰۸۳ | ۰/۴۷۹ ^{**} | -۰/۳۰۶ [*] | |
| | | | | تعداد روز تا گلدهی | -۰/۱۹۶ | -۰/۳۶۶ [*] | -۰/۱۱۱ | ۰/۳۶۲ [*] | |
| | | | تعدادخورجین در ساقه اصلی | -۰/۰۸ | ۰/۵۲۳ ^{**} | -۰/۰۴۸ | ۰/۱۱۶ | -۰/۰۸۸ | |
| | | وزن هزار دانه | ۰/۱۹۲ | ۰/۰۴ | -۰/۳۳۱ [*] | -۰/۴۳۱ ^{**} | -۰/۴۸۳ ^{**} | ۰/۱۱۶ | |
| | تعداد کل خورجین | -۰/۴۴ ^{**} | ۰/۱۴۹ | -۰/۳۱۲ [*] | ۰/۴۵۹ ^{**} | ۰/۳۸۶ ^{**} | ۰/۷۲۵ ^{**} | -۰/۰۲۲ | |
| | GMP عملکرددانه | ۰/۸۱۸ ^{**} | -۰/۵۸۱ ^{**} | ۰/۱۷۶ | -۰/۳۱ [*] | ۰/۴۶۶ ^{**} | ۰/۴۱۱ ^{**} | ۰/۷۷۶ ^{**} | -۰/۲۹۱ [*] |
| GMP عملکرد روغن | ۰/۹۹ ^{**} | ۰/۸۰۶ ^{**} | -۰/۵۸۷ ^{**} | ۰/۱۸ | -۰/۳۰۵ [*] | ۰/۴۵۹ ^{**} | ۰/۴۶۶ ^{**} | ۰/۷۶۹ ^{**} | -۰/۲۳۵ |

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد .

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات زراعی مورد مطالعه با شاخص GMP در شرایط واجد تنش کمبود آب

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| | | | | | | | | تعداد دانه درخورجین | |
| | | | | | | | تعداد ساقه های فرعی | ۰/۱۸۳ | |
| | | | | | | درصد روغن | ۰/۲۱۳ | ۰/۲۹۹ [*] | |
| | | | | | ارتفاع بوته | ۰/۰۸۶ | ۰/۵۹۹ ^{**} | -۰/۰۳۲ | |
| | | | | تعداد روز تا گلدهی | -۰/۴۱۳ ^{**} | -۰/۱۹۹ | -۰/۲۷۷ | -۰/۰۲۴ | |
| | | | تعدادخورجین در ساقه اصلی | -۰/۳۳۵ [*] | ۰/۴۰۱ ^{**} | ۰/۰۳۷ | ۰/۱۰۱ | ۰/۰۰۹ | |
| | | وزن هزار دانه | ۰/۱۸۲ | ۰/۰۹۹ | -۰/۲۲۸ | -۰/۵۲۱ ^{**} | -۰/۳۰۶ [*] | -۰/۰۴۹ | |
| | تعداد کل خورجین | -۰/۴۱۹ ^{**} | ۰/۰۹۷ | -۰/۳۲۳ [*] | ۰/۵۱۴ ^{**} | ۰/۳۹۴ ^{**} | ۰/۷۸ ^{**} | ۰/۱۴ | |
| | GMP عملکرددانه | ۰/۷۱۹ ^{**} | -۰/۴۷۲ ^{**} | ۰/۱۹۵ | -۰/۴۵۶ ^{**} | ۰/۳۹۲ ^{**} | ۰/۵۸۱ ^{**} | ۰/۵۳۹ ^{**} | ۰/۳۷۱ ^{**} |
| GMP عملکرد روغن | ۰/۹۹ ^{**} | ۰/۷۲ ^{**} | -۰/۵۰۴ ^{**} | ۰/۱۹۶ | -۰/۴۳۱ ^{**} | ۰/۳۸۶ ^{**} | ۰/۶۱۵ ^{**} | ۰/۵۴۱ ^{**} | ۰/۳۹۱ ^{**} |

* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد .

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

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. از (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 (۱۶ و ۱۵). در دومین مرحله تجربه 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 دو صفت 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

میانگین می باشد. ضرایب همبستگی ساده صفات در محیط فاقد تنش در جدول ۳ 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 ۴) 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 تعداد کل 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 شاخص GMP عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگر در شرایط فاقد تنش در جدول ۵ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل ۱) 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 هزار دانه 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

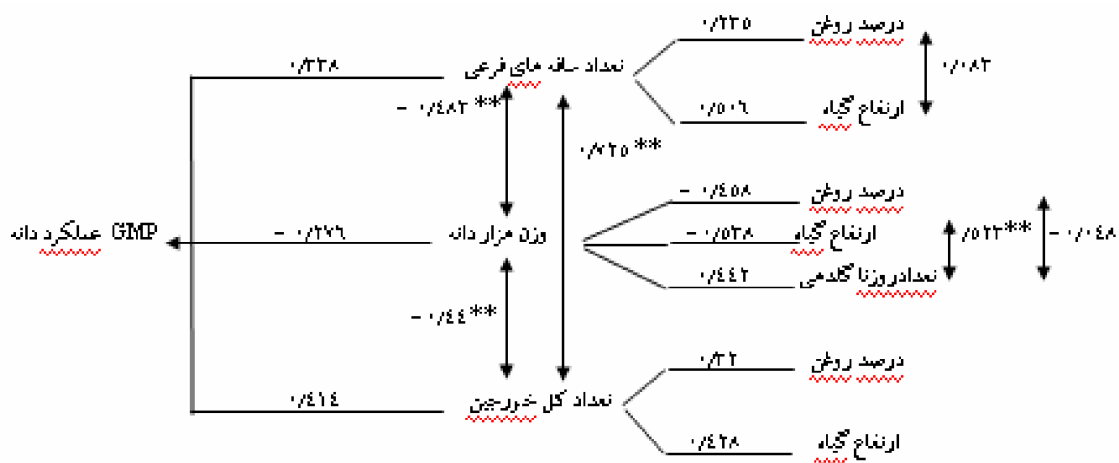
جدول ۵ - تجزیه علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب

| تعداد دانه در خورجین | تعداد ساقه های فرعی | درصد روغن | ارتفاع گیاه | تعداد روز تا گلدهی | تعداد ساقه اصلی | وزن هزار دانه | تعداد کل خورجین | تعداد همبستگی با GMP عملکرد دانه |
|----------------------|---------------------|-----------|-------------|--------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| ۰/۰۶۷۷ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۰۲۵ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۹۱ | ۰/۰۹۱ |
| ۰/۰۰۴۳ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۰۹۲ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۲ | ۰/۱۳۳ | ۰/۰۳ | ۰/۰۳ |
| ۰/۰۲۱ | ۰/۱۶۲ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۱۱۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۹۱ | ۰/۰۹۱ | ۰/۱۹ | ۰/۱۶ |
| ۰/۰۲۴ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۲۲ | ۰/۱۰۱ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۱۱ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ |
| ۰/۰۰۶ | ۰/۰۳۹ | ۰/۰۰۱۹ | ۰/۰۵۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۱۷۵ | ۰/۰۵۳ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۶۲ |
| ۰/۰۰۸ | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳۷ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۳۴ | ۰/۲۷۶ | ۰/۱۸۲ | ۰/۱۸۲ |
| ۰/۰۱۷ | ۰/۲۴۵ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۳۱ | ۰/۰۲۶ | ۰/۱۲۱ | ۰/۴۱۴ | ۰/۴۱۴ |

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند.

$$R^2 = 0/437 \text{ شاخص GMP عملکرد دانه}$$

شکل ۱ - نمودار علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب



*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد
 **: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

صفت با همدیگر لازم است آنها را در تعادل با هم مد نظر قرار داد. در مطالعه مینگیو (۱۹۷۴) مشخص شد که تاثیر خشکی بر روی عملکرد دانه عمدتاً در نتیجه کاهش در تعداد غلاف‌ها 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 ساقه‌های فرعی و درصد روغن دارای اثرات مستقیم مثبت و بزرگ بودند. هم‌چنین 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 هم‌چنین همبستگی ساده درصد روغن با ارتفاع گیاه و تعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت و غیر معنی‌دار بود، در حالی که همبستگی ساده ارتفاع گیاه با تعداد خورجین در ساقه اصلی مثبت و بسیار معنی‌دار بود. هم‌چنین در تجزیه علیت برای تعداد کل خورجین، صفات تعداد ساقه‌های 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 ساقه‌های فرعی و درصد روغن با وزن هزار دانه منفی و معنی‌دار به دست آمد.

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. هم‌چنین 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 معنی‌داری با عملکرد دانه، محتوی روغن، تعداد خورجین و تعداد شاخه‌های ثانویه همبستگی دارد (۱۱).

تجزیه علیت GMP عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگر در شرایط واجد تنش در جدول ۶ آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (شکل ۲)، با بررسی همبستگی‌های معنی‌دار متغیرها با GMP عملکرد دانه و بررسی اثرات مستقیم نتیجه‌گیری شد که عمده‌ترین صفات تبیین‌کننده GMP عملکرد دانه در شرایط واجد تنش، صفات تعداد دانه در خورجین، تعداد روز تا گلدهی و تعداد کل خورجین می‌باشد که در این میان اثر مستقیم تعداد روز تا گلدهی منفی بود. هم‌چنین 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 می‌توان 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

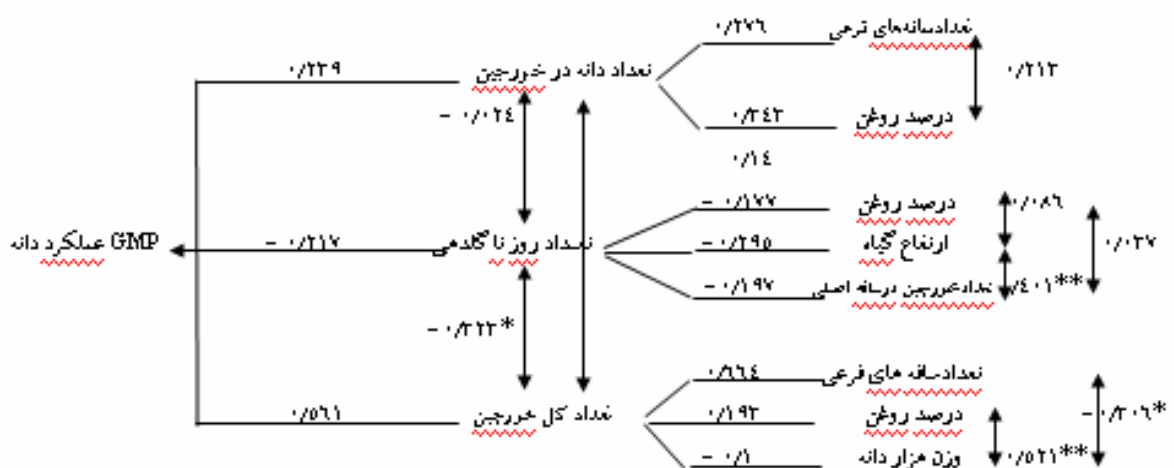
جدول ۶ - تجزیه علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب

| همبستگی با GMP عملکرد دانه | تعداد کل خورجین | وزن هزار دانه | تعداد خورجین در ساقه اصلی | تعداد روز تا گلدهی | ارتفاع گیاه | درصد روغن | تعداد ساقه های فرعی | تعداد دانه در خورجین | |
|----------------------------|-----------------|---------------|---------------------------|--------------------|-------------|-----------|---------------------|----------------------|---------------------------|
| ۰/۳۷۱ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۰۹ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۵۶ | -۰/۰۱۱ | ۰/۲۳۹ | تعداد دانه در خورجین |
| ۰/۵۳۹ | ۰/۴۳۷ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۱۱ | ۰/۰۰۶ | -۰/۰۹۵ | ۰/۰۰۴ | -۰/۰۵۸۹ | ۰/۰۴۴ | تعداد ساقه های فرعی |
| ۰/۵۸۱ | ۰/۲۲۱ | ۰/۰۸۶ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۴۳ | -۰/۰۱۴ | ۰/۱۸۷ | -۰/۰۱۲ | ۰/۰۷۱ | درصد روغن |
| ۰/۳۹۲ | ۰/۲۸۸ | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۹ | -۰/۱۵۹ | ۰/۰۱۶ | -۰/۰۳۵ | -۰/۰۰۸ | ارتفاع گیاه |
| -۰/۴۵۶ | -۰/۱۸۱ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۳۵ | -۰/۲۱۷ | ۰/۰۶۵ | -۰/۰۳۷ | ۰/۰۱۶ | -۰/۰۰۶ | تعداد روز تا گلدهی |
| ۰/۱۹۵ | ۰/۰۵۴ | -۰/۰۰۳ | ۰/۱۰۵ | ۰/۰۷۳ | -۰/۰۶۴ | ۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۲ | تعداد خورجین در ساقه اصلی |
| -۰/۴۷۲ | -۰/۲۳۵ | -۰/۱۶۵ | ۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۱ | ۰/۰۳۶ | -۰/۰۹۷ | ۰/۰۱۸ | -۰/۰۱۲ | وزن هزار دانه |
| ۰/۷۱۹ | ۰/۵۶۱ | ۰/۰۶۹ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۷ | -۰/۰۸۲ | ۰/۰۷۴ | -۰/۰۴۶ | ۰/۰۳۳ | تعداد کل خورجین |

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند.

$R^2 = ۰/۵۲۱$ شاخص GMP عملکرد دانه

شکل ۲ - نمودار علیت GMP عملکرد دانه با صفات زراعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب



* : معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد
 ** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

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 ۴**)، 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 کننده **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

هایبرسینگ و همکاران (۱۹۸۹) با مطالعه 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).

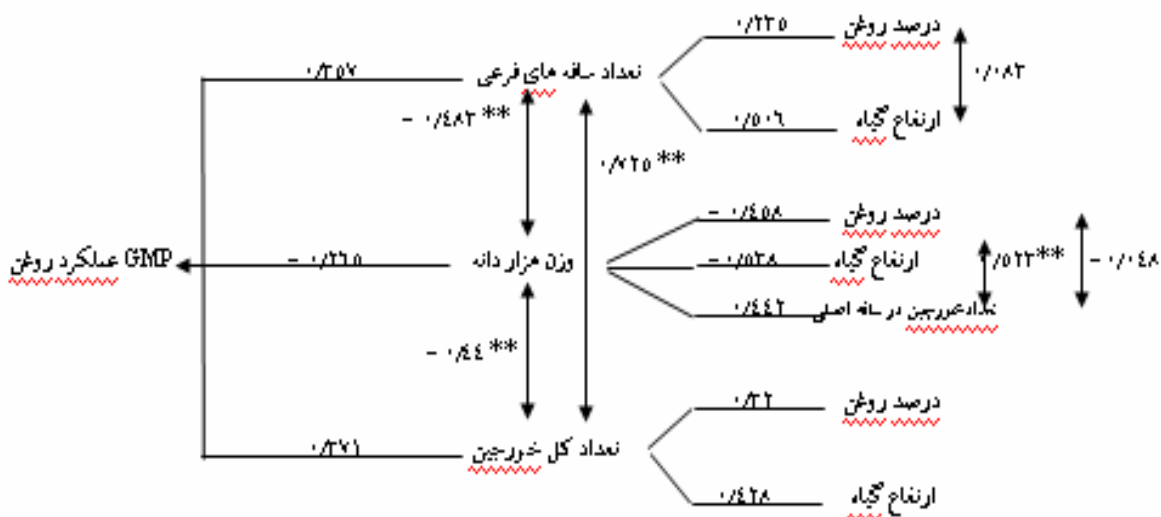
تجزیه علیت **GMP** عملکرد روغن به عنوان متغیر وابسته با متغیرهای دیگر در شرایط فاقد تنش در **جدول ۷** آمده است. در مرحله اول تجزیه علیت (**شکل ۳**) با بررسی و مطالعه همبستگی های معنی دار متغیرها مشخص شد که صفات تعداد ساقه های فرعی، وزن هزار دانه و تعداد کل خورجین عمده ترین صفات ترجیه کننده **GMP** عملکرد 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 و بسیار 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، ۱۶ و ۱۸). در مرحله دوم تجزیه علیت

جدول ۷ - تجزیه علیت GMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب

| همبستگی | 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 | GMP با عملکرد روغن |
|---------------------------|----------------------|---------------------|-----------|-------------|--------------------|---------------------------|---------------|-----------------|--------------------|
| تعداد دانه در خورجین | ۰/۰۱۹۱ | -۰/۰۸۹ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۳ | -۰/۰۳۵ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۳ | -۰/۰۸۲ | -۰/۲۳۵ |
| تعداد ساقه های فرعی | ۰/۰۰۵ | ۰/۳۵۷ | ۰/۰۲۵ | -۰/۰۴۸ | ۰/۱۱ | ۰/۰۲۱ | ۰/۱۲۸ | ۰/۲۶۹ | ۰/۷۶۹ |
| درصد روغن | -۰/۰۰۱۲ | ۰/۰۸۱ | ۰/۱۱ | -۰/۰۰۸ | ۰/۰۳۵ | -۰/۰۰۹ | ۰/۱۱۴ | ۰/۱۴۳ | ۰/۴۶۶ |
| ارتفاع گیاه | ۰/۰۰۶ | ۰/۱۷۱ | ۰/۰۰۹ | -۰/۰۹۹۷ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۹۵ | ۰/۰۸۸ | ۰/۱۷ | ۰/۴۵۹ |
| تعداد روز تا گلدهی | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۳۹ | -۰/۰۴ | ۰/۰۱۹ | -۰/۰۹۶۶ | -۰/۰۱۴ | ۰/۱۱ | -۰/۱۱۵ | -۰/۳۰۵ |
| تعداد خورجین در ساقه اصلی | ۰/۰۰۱۷ | ۰/۰۴۱ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۵۲ | ۰/۰۰۸ | ۰/۱۸۲ | -۰/۰۵۱ | ۰/۰۵۵ | ۰/۱۸ |
| وزن هزار دانه | -۰/۰۰۲۲ | -۰/۱۷۲ | -۰/۰۴۷ | ۰/۰۳۳ | -۰/۰۰۴ | ۰/۰۳۵ | -۰/۲۶۵ | -۰/۱۶۳ | -۰/۵۸۶ |
| تعداد کل خورجین | ۰/۰۰۴ | ۰/۲۵۹ | ۰/۰۴۲ | -۰/۰۴۶ | ۰/۰۳ | ۰/۰۲۷ | ۰/۱۱۷ | ۰/۳۷۱ | ۰/۸۰۶ |

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند.
 $R^2 = ۰/۴۴۴$ شاخص GMP عملکرد روغن

شکل ۳: نمودار علیت GMP عملکرد روغن با صفات زراعی تحت شرایط فاقد تنش کمبود آب



*: متنی دارد در سطح احتمال ۵ درصد
 **: متنی دارد در سطح احتمال ۱ درصد

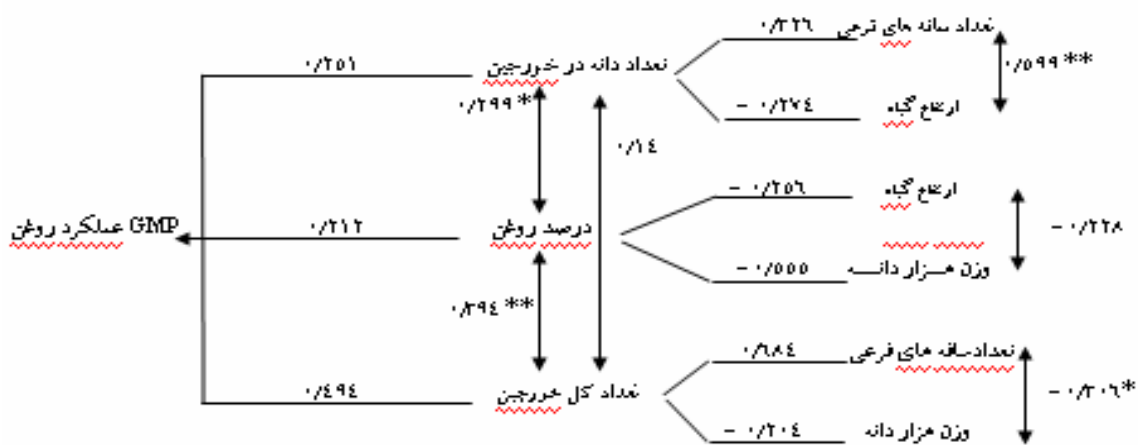
جدول ۸ - تجزیه علیت GMP عملکرد روغن با صفات زارعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب

| 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 |
|----------------------|---------------------|-----------|-------------|--------------------|---------------------------|---------------|-----------------|----------------------------|
| ۰/۲۵۱ | -۰/۰۰۹ | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۰۰۷ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳۹ | تعداد دانه در خورجین |
| ۰/۰۴۶ | -۰/۰۴۶۹ | ۰/۰۴۵ | -۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۶ | ۰/۰۵۴ | تعداد ساقه های فرعی |
| ۰/۰۷۵ | -۰/۰۱ | ۰/۲۱۲ | -۰/۰۰۲ | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۰۵ | ۰/۱۰۳ | ۰/۶۱۵ | درصد روغن |
| ۰/۰۰۸ | -۰/۰۲۸ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۲۱۴ | ۰/۰۷۵ | ۰/۰۰۵ | ۰/۰۴۵ | ۰/۳۸۶ | ارتفاع گیاه |
| -۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۳ | -۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۹ | -۰/۱۸۳ | -۰/۰۴۲ | -۰/۰۱۹ | -۰/۴۳۱ | تعداد روز تا گلدهی |
| ۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۸ | -۰/۰۰۹ | ۰/۰۶۱ | ۰/۱۲۵ | -۰/۰۳۶ | ۰/۱۹۶ | تعداد خورجین در ساقه اصلی |
| -۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۴ | -۰/۱۱ | ۰/۰۰۵ | -۰/۰۱۸ | ۰/۰۲۳ | -۰/۱۹۷ | -۰/۵۰۴ | وزن هزار دانه |
| ۰/۰۳۵ | -۰/۰۳۶ | ۰/۰۸۳ | -۰/۰۱۱ | ۰/۰۵۹ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۸۲ | ۰/۷۲ | تعداد کل خورجین |

اعداد روی قطر اصلی اثرات مستقیم هستند.

$R^2 = ۰/۴۹۵$ شاخص GMP عملکرد روغن

شکل ۴ - نمودار علیت GMP عملکرد روغن با صفات زارعی تحت شرایط واجد تنش کمبود آب



*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

** : معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

شدند و تأثیر سایر متغیرها روی آنها مورد مطالعه قرار گرفت. در تجزیه علیت برای تعداد دانه در خورجین، صفات تعداد ساقه های فرعی و ارتفاع گیاه دارای بزرگترین اثرات مستقیم بر روی 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 بر روی 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 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.

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 مطالعه پانو و همکاران (۱۹۹۲) بر روی تأثیر 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 تأثیر تنش کاهش یافتند (۱۶).

دردومین مرحله ی تجزیه علیت صفات، تعداد دانه در خورجین، درصد روغن و تعداد کل خورجین به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته

منابع

- ۱- تارنژاد، الف. ۱۳۷۷. 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.
- ۲- سنجر، الف، ق. ۱۳۷۷. 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. ۲۴۳-۲۴۴.
- ۳- شهیدی، الف. و ک. فروزان. ۱۳۷۵. زراعت کلزای پاییزه. شرکت توسعه و کشت دانه های روغنی.
- ۴- فرشاد فر، ع. ۱۳۷۹. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاینهای گندم نان. مجله علمی-پژوهشی علوم و صنایع کشاورزی: جلد ۱۴. شماره ۲. صفحات ۱۶۰-۱۷۰.

- ۵- قاجار سپانلو، م. سیادت، ح. میر لطیفی، م. و س. خ. میر نیا. ۱۳۷۹. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در چهار رقم گندم. مجله خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۱۰. صفحه ۶۴-۷۵.
- ۶- نورمند موید، ف. م. ع. رستمی و م. ر. قنادها. ۱۳۷۷. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در گندم نان. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۲۴۲-۲۴۳.

- 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. Singh 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.