



## اثرات تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های سویا

سید حمید یاهوئیان\*

دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

محمد رضا بی‌همتا

دانشگاه تهران

حمید رضا بابایی

موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، کرج، ایران

داوود حبیبی

دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۰

### چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های سویا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های ناقص با دو تکرار و دو محیط تنش و بدون تنش با استفاده از ۴۹ ژنوتیپ از گروه‌های رسیدگی II, I و III و سال ۱۳۸۳ در مزرعه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج انجام گرفت. صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای آن و درصد پروتئین و روغن اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد بین ژنوتیپ‌ها برای اغلب صفات تنوع وجود دارد. تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه مسیر صفات مورد بررسی، نشان داد که در شرایط بدون تنش خشکی بیشترین تاثیر را تعداد دانه در بوته و در شرایط تنش میزان تولید بیوماس بیشترین تاثیر را روی عملکرد دانه داشتند. تجزیه به عامل‌های اصلی در شرایط بدون تنش ۵ عامل و در شرایط تنش ۴ عامل را شناسایی کرد که نشان می‌دهد در شرایط بدون تنش صفات تعداد غلاف در گره زایا، تعداد دانه در گیاه، درصد پروتئین و در شرایط تنش وزن صد دانه، وزن ریشه، عملکرد بیوماس با عملکرد دانه همراه بودند و بر روی آن تاثیر دارند. محاسبه شاخص‌های تحمل و تجزیه بای پلات، شاخص‌های GMP, STI, MP و Harm را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی در سویا شناسایی کرد و ژنوتیپ‌های Maccon, Cysen, LD.8149 دارای عملکرد بالا و متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های Korona, Hadgson, Enterprise، به عنوان ژنوتیپ‌های حساس به خشکی با عملکرد پایین شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: سویا، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل.

\* نویسنده مسوول مکاتبات، dr\_hamid\_kiau\_msc@yahoo.com

## مقدمه

تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شود و در حال حاضر میزان نزولات جوی، تشعشع و درجه حرارت مهمترین عوامل موثر در عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌رود. (Entz & Flower, 1990). در این میان خشکسالی و کم‌آبی یکی از رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو ساخته و بازده تولید در مناطق نیمه‌خشک و دیم را کاهش داده است (کردوانی، ۱۳۷۶). متوسط کاهش عملکرد سالانه محصولات کشاورزی در جهان ۱۷ درصد بوده که می‌تواند تا بیش از ۷۰ درصد نیز افزایش یابد (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

سویا (*Glycine max L*) در سطح جهان بزرگترین منبع روغن نباتاتی بوده و پروتئین حاصل از آن با پروتئین گوشت قابل مقایسه است. با توجه به این موضوع که ایران یکی از بزرگ‌ترین واردکنندگان سویا می‌باشد و با توجه به کمبود منابع آبی، نیاز به یافتن ارقام متحمل به خشکی که از نظر عملکرد در سطح بالایی باشند ضرورت دارد (FAO, 2005) بدین منظور آزمایش‌های متعددی بر روی سویا انجام شده است. Donald (1968) پیشنهاد کرد اصلاح باید به طور مستقیم در جهت ایجاد تیپ بهینه باشد، نه اینکه منحصراً به عملکرد بالا توجه گردد؛ اما Evans (1973) پیشنهاد می‌نماید که اصلاح‌کننده باید به مفهوم سازگاری اولویت دهد تا مفهوم تیپ ایده آل. از جمله مسائلی که در اصلاح عملکرد مهم می‌باشد، توجه به اجزای عملکرد و اصلاح آنها است. در این خصوص Sedyama et al. (1972) نشان داد که تعداد غلاف در بوته همبستگی بالایی با عملکرد دانه دارد و بهترین معیار برای انتخاب می‌باشد و اندازه بزرگ دانه شامل معادله‌ای از تعداد و اندازه دانه تولیدی در واحد سطح می‌باشد.

Purcell et al. (1996) گزارش کردند ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، اما رابطه‌ای با عملکرد ندارد. همچنین ثابت شده است فاکتورهای محیطی، عملکرد را بیشتر از طریق تعداد دانه کاهش می‌دهد تا از طریق اندازه دانه، و همچنین رابطه مثبتی بین طول دوره پر شدن دانه و عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد، از آنجایی که دوره طولانی‌تر پر شدن دانه اندازه دانه را افزایش می‌دهد. این گزارش‌ها پیشنهاد می‌کند که اندازه دانه یکی از اجزای مهم عملکرد بوده و اختلافات ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Board et al., 2003). تنش کوتاه در دوره پر شدن دانه باعث کاهش اندازه نهایی دانه شده و بذره‌ای خیلی کوچک، چروکیده و بدشکل می‌شود (Vietra et al., 1991). (1973) Mederski & Jeffers گزارش داده‌اند که تحت شرایط تنش شدید، عملکرد متمم‌ترین ارقام سویا به خشکی به میزان ۲۰ درصد کاهش یافته است، درحالی‌که کاهش عملکرد حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها در حدود ۴۰ درصد می‌باشد. تنش خشکی می‌تواند بسته به زمان وقوع آن، اثرات زیادی روی کیفیت بذر سویا داشته باشند (Hurborgh et al., 1990). تنشی که در طی دوره‌های بحرانی شکل‌گیری و پر شدن دانه اتفاق افتاده است، باعث کاهش عملکرد و کیفیت دانه می‌گردد. در برخی از پژوهش‌ها عنوان شده است که همبستگی مثبتی بین میزان فیبری شدن ریشه و غلظت پروتئین دانه وجود دارد. همچنین شاهرادی (۱۳۸۲) به نقل از

دبروین و همکاران (۱۹۹۴) گزارش نموده است که عمده کاهش عملکرد دانه در سویا ناشی از تنش خشکی در طول پر شدن دانه می باشد. در سویا معمولاً پروتئین دانه با روغن و اغلب با عملکرد رابطه منفی دارد (Chung *et al.*, 2003). با توجه به یافته‌های تحقیقاتی و به منظور بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال و یافتن رابطه بین آنها و همچنین روابط این صفات با عملکرد، ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی و انتخاب بهترین شاخص تحمل به خشکی و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به خشکی، این تحقیق انجام گرفته است.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی در ژنوتیپ‌های سویا آزمایشی در سال ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج با استفاده از ۴۹ ژنوتیپ سویا از لاینهای پیشرفته گروه‌های رسیدگی I, II, III در قالب طرح لاتیس ساده ۷×۷ با دو تکرار و دو آزمایش مجزا انجام گرفت. هر پلات شامل ۲ خط چهار متری با فاصله بوته ۸-۱۰ سانتی متر پس از تنک کردن و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر بوده و اعمال تنش بر اساس هر آبیاری پس از تبخیر ۱۵۰ میلی متر از سطح تشتک تبخیر کلاس A در شرایط تنش کم آبی در مقایسه با تیمار شاهد با آبیاری نرمال بر اساس ۶۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک صورت گرفت. اعمال تنش به منظور جلوگیری از حذف جوانه‌های حساس به خشکی در مرحله ۷۵ درصد گل‌دهی مزرعه انجام گردید. همچنین حدود ۴۵ روز بعد از کاشت مقدار ۲۰ کیلوگرم کود اوره به صورت دست‌پاش به زمین داده شد. در طول دوره رشد ژنوتیپ‌ها اقدام به یادداشت‌برداری صفات فنولوژیک نموده و پس از رسیدگی ابتدا اقدام به جمع‌آوری ۱۰ بوته نمونه تصادفی تیپیک شده و صفات مربوط به اجزای عملکرد از میانگین این ۱۰ بوته به دست آمد و پس از برداشت اقدام به اندازه‌گیری عملکرد پلات، درصد پروتئین و روغن گردید. پس از بررسی توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون اسمیرنوف - کلموگروف و نرمال بودن توزیع متغیرها اقدام به تجزیه‌های آماری روی صفات گردید. پس از بررسی تجزیه واریانس داده‌ها و مشاهده تنوع خوب صفات، اقدام به تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه مسیر و عامل‌ها جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار روی عملکرد گردید. تجزیه به عامل‌ها با چرخش واریماکس و روش مولفه‌های اصلی محاسبه شد. همچنین جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و حساس به خشکی اقدام به محاسبه ۱۰ شاخص تحمل به خشکی ذکر شده در زیر نمود و نمودار بای‌پلات آن رسم گردید تا مناسب‌ترین شاخص‌ها و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شوند.

$$Y_p = \text{عملکرد در شرایط نرمال} \quad Y_s = \text{عملکرد در شرایط تنش}$$

$$TOL = Y_p - Y_s = \text{شاخص تحمل به خشکی}$$

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2} \quad GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s} \quad HARM = \frac{2 \times (Y_p \times Y_s)}{Y_p + Y_s}$$

$$STI = \frac{Y_p \times Y_s}{\bar{Y}_p^2} \quad \text{شاخص مقاومت به خشکی فرناندز}$$

$$SDI = \frac{Y_p - Y_s}{Y_p} \quad \text{نسبت تحمل به تنش}$$

$$DRI = \frac{Y_s - \hat{Y}_s}{S_e} \quad \text{شاخص پاسخ به خشکی} \quad Se = \text{انحراف معیار استاندارد}$$

$$SSI = \frac{1 - \left[ \frac{Y_s}{Y_n} \right]}{1 - \left[ \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_n} \right]} \quad \text{شاخص حساسیت به تنش خشکی (فیشر و مورر)}$$

$$\bar{Y}_s = \text{میانگین پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌ها} \quad \bar{Y}_p = \text{میانگین عملکرد در شرایط تنش ژنوتیپ‌ها}$$

شاخص DRI که از فرمول بالا به دست می‌آید شاخص پاسخ به خشکی بوده و در آن  $Y_s$  عملکرد در شرایط تنش و  $\hat{Y}_s$  تخمین عملکرد در شرایط تنش که با استفاده از فرمول رگرسیون عملکرد در شرایط تنش بر روی تعداد روز تا گل دهی و عملکرد در شرایط نرمال به دست آمده و  $S_e$  شامل جذر میانگین مربعات خطای محاسبه شده رگرسیون است. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MINITAB و آزمون اسمیرنوف-کلموگروف آزمایش شدند و محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزارهای آماری از جمله SPSS، Mstat-c، PATH74، EXCEL، STATGRAPH انجام شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورد بررسی در دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش نشان داد که برای اغلب صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش، بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد وجود داشته و نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی است، لذا امکان انتخاب بین ژنوتیپ‌ها برای شرایط نرمال و تنش رطوبتی وجود دارد. به این ترتیب اقدام به تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام و تجزیه مسیر در هر دو شرایط شد تا صفات تاثیرگذار و میزان تاثیر هر یک از آنها بر روی عملکرد مشخص گردد. ضریب تشخیص (جدول ۱) در هر دو آزمایش نشان داد، حدود ۸۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه توسط صفات وارد شده به مدل (جدول ۲) می‌تواند توجیه شود و صفات منتخب همان متغیرهایی هستند که می‌توانند بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه داشته باشند، اما صفات موثر بر عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش متفاوت می‌باشند و میزان تاثیر مستقیم آنها از طریق تجزیه مسیر مشخص می‌گردد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام در هر دو شرایط تنش و نرمال

تیمار	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	همبستگی	ضریب تشخیص	ضریب تشخیص تصحیح شده
بدون تنش	رگرسیون	۵	۳۳/۰۱۷	۶۴/۸۳**	۰/۹۴	۰/۸۸۳	۰/۸۶۹
	باقی مانده	۴۳	۰/۵۰۹				
تنش	رگرسیون	۳	۵۱/۷۶۹	۱۱۶/۹۶**	۰/۹۴۱	۰/۸۸۶	۰/۸۷۹
	باقی مانده	۴۵	۰/۴۴۳				

نتایج حاصل از تجزیه مسیر نشان داد، عناصر وارد شده به مدل رگرسیونی با عملکرد دانه ارتباط مستقیم داشته و بر روی عملکرد تاثیر می‌گذارد. بر این اساس در شرایط بدون تنش مدل به دست آمده حدود ۷۶ درصد تغییرات عملکرد دانه را کنترل نموده و ۳۴/۲ درصد آن به اثرات باقی‌مانده بستگی داشته است (جدول ۲). عوامل وارد شده به مدل دارای همبستگی مناسبی با عملکرد می‌باشند که در این میان صفت تعداد دانه در بوته در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای بیشترین همبستگی معنی‌دار با عملکرد بوده است. (جدول ۲) در این راستا Zareh (2001) نیز عنوان نموده است تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد گره در گیاه، وزن هزار دانه و روز تا رسیدگی، بیشترین اثرات مثبت معنی‌دار را بر روی عملکرد دارد. نتایج به دست آمده از تجزیه مسیر در شرایط بدون تنش (جدول ۲) نشان داد که بیشترین تاثیر مستقیم صفات را بر عملکرد دانه، صفت تعداد دانه در بوته (۰/۵۳۲) و پس از آن تعداد گره زایا (۰/۲۸۵) و در نهایت وزن صد دانه (۰/۲۷۴) دارا می‌باشد که نشان داد سه عنصر اصلی تعداد دانه، اندازه دانه و تعداد گره‌هایی که بر روی آنها، غلاف‌ها و دانه‌ها تشکیل می‌شود، می‌تواند بروی عملکرد تاثیرگذار باشد و از صفات دیگر مهم‌تر هستند.

در این خصوص Nazarian (2000) در شرایط نرمال صفاتی همچون وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد غلاف در شاخه فرعی را بهترین صفات موثر بر روی عملکرد می‌دانند. صفت تعداد گره زایا با وجود همبستگی بالا با عملکرد، اما ضریب پایینی با عملکرد داشته که نشان‌دهنده تاثیر عوامل مختلف بر روی این صفت بوده و از این طریق با عملکرد همبستگی بالایی را به دست آورده است. بنابراین این صفت مناسب برای اصلاح غیرمستقیم عملکرد نمی‌باشد. تعداد روز تا رسیدگی نیز دارای ضریب مستقیم پایینی با عملکرد می‌باشد، در این خصوص Board et al. (2003) عنوان نموده‌اند که رابطه‌ای بین گروه رسیدگی و عملکرد نمی‌باشد، اما با این حال هر چه ژنوتیپی دارای دوره رشد طولانی‌تری باشد، می‌تواند از مواد غذایی بیشتر استفاده کرده و فرصت بیشتری برای پر شدن دانه‌ها داشته باشد. بنابراین دانه‌های درشت‌تری بایستی داشته باشد و این خود می‌تواند بروی عملکرد تاثیرگذار باشد که این مورد در ضرایب همبستگی بین تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد به وضوح دیده می‌شود، اما به طور مستقیم نمی‌تواند بر روی عملکرد تاثیر

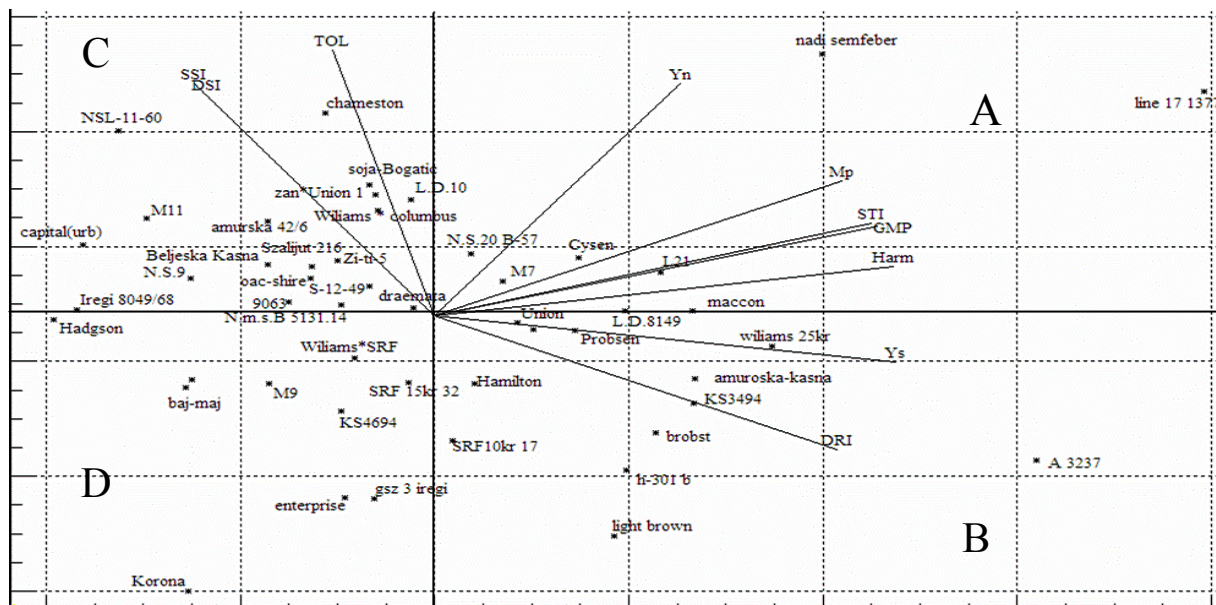
چندانی داشته باشد و بیشتر از طریق افزایش طول دوره زایشی و تاثیر روی پر شدن دانه‌ها می‌تواند بر روی عملکرد تاثیر داشته باشد و در شرایط تنش صفات نام برده شده با عملکرد همبستگی مناسبی داشته است. در شرایط تنش بیشترین عاملی که بر روی عملکرد تاثیر مستقیم می‌گذارد تعداد دانه می‌باشد، شاید به این دلیل که گیاهی که با تنش مواجه می‌شود برای ادامه نسل خود بیشتر سعی در حفظ تعداد دانه‌ها دارد تا اندازه (وزن صد دانه) یا کیفیت دانه‌ها. در شرایط تنش اثرات مستقیم ریشه بر روی عملکرد منفی شده است. در این شرایط، گیاه برای بقای خود تلاش می‌نماید تا با افزایش طول ریشه به آب بیشتر و عمقی‌تر خاک دسترسی پیدا کند، بنابراین مواد ساخته شده به جای اینکه به سمت دانه‌ها حرکت نمایند به سمت ریشه رفته و صرف توسعه ریشه می‌شود، به همین علت نیز اثرات مستقیم ریشه روی عملکرد منفی برآورد می‌گردد. اما در شرایط بدون تنش با وجود اینکه این صفت در مدل رگرسیونی وارد نشده است، دارای همبستگی مثبت با عملکرد دانه ( $r = 0.42$ ) بوده و نشان می‌دهد که هر چه در شرایط بدون تنش ریشه‌ها گسترش یابد گیاه به مواد غذایی بیشتری دسترسی داشته و می‌تواند عملکرد بالاتری را تولید کند. به طور خلاصه می‌توان گفت صفاتی همچون تعداد دانه در بوته و وزن اندام هوایی (بیوماس) در شرایط تنش اثر مستقیم بیشتری روی عملکرد دارند و می‌توانند برای اصلاح غیر مستقیم عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود برخی از پژوهشگران، صفاتی همچون وزن ۱۰۰ دانه (اندازه بذر)، چگالی ریشه، و تعداد روزنه (Usman-Khan, 2001)، شاخص برداشت و بیوماس (Dodig et al., 2005) در شرایط تنش خشکی را به عنوان صفاتی که بیشترین تاثیر مستقیم بر روی عملکرد دارد، معرفی نموده‌اند.

برای شناسایی اختلاف پتانسیل ژنتیکی لاین‌ها و ارقام، اصلاحگران مجبورند که تعداد زیادی صفت را بررسی کنند و ارزیابی دقیق این صفات با وجود داشتن اثرات ژنوتیپ و محیط بسیار مشکل می‌باشد. در این بررسی تجزیه به عامل‌های اصلی پس از چرخش واریماکس نشان داد که در شرایط بدون تنش (جدول ۳) صفات به وجود آورنده تنوع به ۵ عامل اصلی تقسیم‌بندی شده است که ۸۵/۱۶ درصد از تغییرات صفات را در شرایط کشت نرمال توجیه می‌کند. عامل اول که بیشترین تغییرات را کنترل می‌نماید به نام عامل فنولوژیک نام‌گذاری شد که رابطه عملکرد در گیاه و عملکرد در پلات نیز با آن مثبت بود. عامل دوم که ۲۲/۳۸ درصد از تغییرات را توجیه می‌نمود به نام عامل عملکرد، و اجزای عملکرد و عامل سوم، عامل کیفیت دانه نام‌گذاری شد. عامل چهارم به دلیل رابطه مثبت و بالایی که با صفت عملکرد پلات داشت، عامل عملکرد پلات نام‌گذاری شد. عامل پنجم با نام اندازه دانه در نظر گرفته شد، اما اگر در معادلات، عملکرد پلات وارد نشود، دو صفت غلاف در گره زایا و تعداد گره‌های زایا نیز احتمالاً در عامل اجزای عملکرد قرار می‌گیرند. درباره ضرایب موجود در عامل‌ها به عنوان مثال می‌توان گفت که برای بهبود عملکرد می‌توان صفاتی مانند وزن اندام هوایی، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در شاخه فرعی، غلاف در بوته و تعداد دانه روی گیاه را اصلاح نمود و صفاتی مانند تعداد دانه در غلاف، تعداد گره نازا و طول ساقه تاثیر منفی بر روی عملکرد می‌تواند داشته باشد.

جدول ۲: تجزیه مسیر با استفاده از صفات وارد شده در مدل در شرایط تنش رطوبتی و نرمال

آزمایش	صفات	دانه در گیاه	وزن صد دانه	گره زایا	غلاف در گره زایا	روز تا رسیدگی	عملکرد	باقی مانده
۱	دانه در گیاه	0/523	0/049	0/144	0/098	0/041	0/858	
	وزن صد دانه	0/094	0/274	0/022	0/019	-0/007	0/403	
	گره زایا	0/265	0/021	0/285	0/025	0/08	0/629	0/342
	غلاف در گره زایا	0/27	0/027	-0/037	0/19	-0/021	0/432	
۲	روز تا رسیدگی	0/148	-0/013	0/156	-0/027	0/146	0/413	
	بیوماس		دانه در گیاه					
	بیوماس	0/533		0/424		-0/135	0/824	0/382
	دانه در بوته	0/373		0/606		-0/131	0/848	
	وزن ریشه	0/321		0/357		-0/223	0/456	

تجزیه به عامل‌های اصلی در شرایط تنش (جدول ۳) موجب شناسایی چهار عامل اصلی شد که توانسته‌اند ۷۸/۳۸ درصد از تغییرات را توجیه نمایند. در این شرایط عامل اول که بیشترین توجیه تغییرات در جامعه آماری را داشت، به نام عامل فنولوژیکی - مرفولوژیکی نام‌گذاری شد. عامل دوم عملکرد و اجزای عملکرد، عامل سوم کیفیت، و عامل چهارم در شرایط تنش اندازه دانه شناسایی شدند.



شکل ۱- تجزیه بای پلات ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی

بر اساس بررسی روابط عملکرد و اجزای آن، اقدام به شناسایی متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها در میان لاین‌های مورد بررسی و بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در این آزمایش گردید. تجزیه بای پلات نشان می‌دهد (شکل ۱) که ژنوتیپ‌ها پراکنش مناسبی در شکل داشته و بیشتر به سمت مرکز تمایل دارند که نشان‌دهنده تحمل متوسط اکثر ژنوتیپ‌ها به خشکی می‌باشد. در نقشه پراکنش، ژنوتیپ‌هایی که در گروه A قرار دارند ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط نرمال، و تنش و تحمل به خشکی هستند و ژنوتیپ‌هایی که در منطقه D قرار گرفته‌اند، ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در هر دو شرایط و حساس به خشکی می‌باشند. ژنوتیپ‌های مناطق B و C به ترتیب در شرایط نرمال دارای پتانسیل عملکرد بالا و پایین می‌باشند. شاخص‌های فرناندز (STI)، میانگین هندسی (GMP)، میانگین حسابی (MP) و میانگین هارمونیک که در زاویه بین عملکرد نرمال و تنش قرار داشته، با این دو شاخص در یک راستا می‌باشند و می‌توانند در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی به پژوهشگر کمک نمایند، اما پس از بررسی همبستگی بین آنها و عملکرد، دو شاخص مهم میانگین هندسی و فرناندز به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌ها تعیین شدند و با استفاده از این دو شاخص و همچنین عملکرد در هر دو شرایط اقدام به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل دارای عملکرد مناسب شد.



ژنوتیپ‌های LD.814 و L21 ، Cysen ، Maccon دارای بیشترین عملکرد و متمحل به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های Enterprise ,Hadgson ,Korona داری عملکرد پایین و حساس به خشکی گزارش شدند.

جدول ۳- تجزیه به عامل‌های اصلی بعد از چرخش واریماکس در شرایط کشت تنش خشکی و نرمال

صفات	نرمال					تنش			
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴
روز تا گلدهی (FD)	0/945	0/128	0/095	0/079	-0/089	0/839	0/197	0/080	-0/00
روز تا غلاف‌دهی (PD)	0/909	0/097	0/077	0/107	-0/099	0/9	0/16	0/168	0/01
روز تا دانه‌بندی (SD)	0/96	0/029	0/134	0/043	-0/047	0/912	0/155	0/196	0/00
روز تا دانه بندی کامل (FSD)	0/928	0/002	0/23	0/036	-0/107	0/898	0/164	0/103	0/18
روز تا رسیدگی اولیه (PMD)	0/931	0/062	0/202	0/032	0/048	0/894	0/13	0/184	0/17
روز تا رسیدگی کامل (MD)	0/934	0/108	0/114	0/004	0/047	0/9	0/076	0/145	0/17
ارتفاع بوته (cm)	0/802	-0/154	-0/378	0/024	0/030	0/748	0/146	-0/189	0/17
وزن ریشه (gr)	0/849	0/141	0/13	0/042	0/089	0/651	0/393	0/093	0/42
وزن اندام هوایی (gr)	0/393	0/759	-0/278	-0/052	0/283	0/391	0/796	0/044	0/33
شاخه فرعی	-0/355	0/779	-0/204	-0/186	-0/09	-0/269	0/441	-0/628	-0/10
غلاف در شاخه فرعی	-0/156	0/921	-0/08	-0/033	-0/077	-0/059	0/874	-0/326	-0/07
غلاف در بوته	0/224	0/905	-0/216	0/136	0/062	0/251	0/923	-0/097	0/092
تعداد گره	0/817	0/218	-0/232	-0/264	0/277	0/768	0/493	-0/095	0/090
تعداد گره نازا	0/738	-0/412	-0/159	0/203	-0/031	0/786	-0/179	0/196	-0/1
تعداد گره زایا	0/574	0/487	-0/219	-0/381	0/357	0/464	0/687	-0/196	0/137
غلاف در گره زایا	-0/228	0/655	-0/05	0/611	-0/214	-9E-04	0/747	-0/032	0/017
تعداد دانه در غلاف	-0/07	-0/177	0/743	0/068	0/177	0/142	-0/363	0/605	0/213
تعداد دانه در بوته	0/227	0/803	0/201	0/204	0/194	0/277	0/784	0/348	0/21
عملکرد تک بوته	0/312	0/781	0/13	0/125	0/405	0/202	0/844	0/17	0/232
وزن صد دانه	-0/179	0/172	0/191	0/133	0/813	0/0745	0/139	-0/016	0/893
عملکرد در پلات	0/273	0/078	-0/004	0/803	0/229	0/276	0/401	0/169	0/563
درصد روغن دانه	0/202	-0/056	0/869	0/002	0/086	-0/038	0/127	0/876	0/024
درصد پروتئین دانه	-0/537	0/055	-0/656	0/172	0/233	-0/411	-0/257	-0/684	0/309
درصد واریانس	39/74	22/38	10/57	6/368	6/09	34/13	25/15	11/14	7/95
درصد واریانس تجمعی	39/74	62/13	72/70	79/07	85/16	34/13	59/28	70/43	78/38

تنش خشکی به‌عنوان مهمترین تنش غیرزیستی نقش مهمی در کاهش تنوع ژنتیکی عملکرد گیاهان زراعی در جهان دارد، از این رو با استفاده از لاین‌های جایگزین مجال انتساب صفات پیچیده‌ای همچون خشکی به کروموزوم‌های مربوطه آنها فراهم شده و مطالعه اثرات متقابل آنها فراهم می‌شود و همچنین

عملکرد بالا و پایدار در کلیه محیط‌ها از طریق به‌نژادی و ایجاد ارقام اصلاح شده و اعمال روش‌های زراعی مناسب امکان‌پذیر است (Taghizadeh *et al.*, 2001).

### منابع و مآخذ

1. Board, J. E., Kang, M. S., and Bodrero, M. L., 2003. Yield component as indirect selection criteria for late-planted soybean cultivars. *Agron. J.*, 95: 420-429
2. Chung, J., Babka, H. L., Graef, G. L., Staswick, P. E., Lee, D. J., Cregan, P. B., Shoemaker, R. C., and Specht, J. E., 2003. The seed protein, oil and yield QTL on soybean linkage group I. *Crop Sci.*, 43: 1053-1067
3. Dodig, D., Stankovic, S., and Milicevic-Nikodegevic, S., 2005. Correlation and path coefficient analysis of yield and agronomic traits in wheat under late water deficit condition. The 2<sup>nd</sup> international conference on integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress: pp. 3-16
4. Donald, C. M., 1968. The design of wheat idotype. *proc, 3rd in wheat genet symp.canberra*: pp. 377-387
5. Entz, M. H., and Flower, D. B., 1990. Differential agronomic response of winter wheat cultivars to parenthesis environmental stress. *Crop Sci.*, 30: 1119-1123
6. Evans, A. M. 1973. Commentary on plant architecture and physiological efficiency in field bean. In: M. W. Adams.
7. FAO. 2005. FAO stat. Retrieved from <http://www.FAO.org/>
8. Hurborgh, C. R., and Brumm, T. J., 1990. Protein and oil content of soybeans received at country elevators. *App1. Eng. Agr.*, 6: 65-68.
9. Mederski, H. J. and Jeffers, D. L., 1973. Yield response of soybean varieties grown at two soil moisture stress levels. *Agron. J.*, 65: 410-412.
10. Nazarian, F., Heydari, S., and bajelan, B. 2000. Study of correlations yield and some characters of soybean variety. The 6<sup>th</sup> Iranian crop sciences congress, 44p.
11. Purcell, L. C. and King, C. A., 1996. Drought and nitrogen source effects on the nitrogen nutrition, seed growth and yield in soybean. *J. plant. Nutr.*, 19: 969-993
12. Sediyaama, T., Cardoso, A., and Viera, C. 1972. Tests preliminaries sobreos efeitos do retardamento da colheita da soja cultivar' vicoja' rev. ceres, 19: 306-310.
13. Taghizadeh, R., Valizadeh, M., Aharizad, S., and Mostafae, H. 2001. Evaluations of drought tolerance resources of lentil genotypes by indices drought resistance in Ardabil. 7<sup>th</sup> Iranian crop science conference, Karaj, 366p.
14. Usman-Khan, M., Chodhry, M., Khaliq, H., and Ahmad, R., 2001. Morphological response of various genotypes to drought conditions. *Crop. Sci.*, 46: 520-530
15. Vietra, R. D., Tekrony, D. M., and Egli, D. B., 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. *J. seed technol.*, 16: 12-21.
16. Zareh, M. 2001. Evaluations of soybean genotypes under drought stress. M.Sc. thesis, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj.