مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۴، شماره ۴، سال ۱۳۸۲ (۸۹۸-۸۸۹)

مطالعه اثرات تنش خشکی بر صفات مختلف و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ماش

محمد ضابط[۱]، عبدالهادی حسین‌زاده[۲]، علی احمدی[۳] و فرنگیس خیالپرست[٤]
۱، ۲، ۳، ٤، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۳/۲۱

خلاصه

به منظور مطالعه اثرات تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک ،فنولوژیک ، کمی و تعیین بهترین ژنوتیپ مقاوم به خشکی از طریق شاخصهای مقاومت به خشکی و ترسیم بای پلات ششصد اکوتیپ ماش در دو طرح آگمنت جداگانه تحت دو شرایط تنش وبدون تنش مورد ارزیابی قرار گرفتند.نتایج حاصل از این پژوهش درصد تغییرات صفات در اثر تنش خشکی نشان داد که تنش خشکی تاثیر منفی بر کلیه ارقام مورد بررسی دارد. بیشترین آسیب مربوط به ارتفاع گیاه و کمترین آسیب مربوط به وزن صد دانه ،شاخص برداشت و طول غلاف بود . نتایج حاصل از بررسی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی نشان داد که شاخصهای تحمل به تنش، میانگین هندسی و حسابی بهره وری مناسب بوده و گزینش بر اساس آنها می تواند ژنوتیپهای مقاوم را شناسایی کند . ژنوتیپهای ۳۹٤،۱۷۰،۱۷،۱ به عنوان ژنوتیپهای با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شناخته شد . از طرفی با توجه به آنکه ژنوتیپهای شناخته شده در ناحیه مطلوب بای پلات نیز قرار گرفت این ژنوتیپها به عنوان ژنوتیپهای با پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش معرفی گردیدند .

واژه های کلیدی: ماش ،تنش خشکی ، شاخص مقاومت به خشکی

مقدمه

کشور ما دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است و کمبود آب یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران می‌باشد، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیر است. عکس‌العمل گیاهان مختلف و حتی رقمهای مختلف از یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است (۴، ۲۲). در حال حاضر نیز، قسمت اعظم تولید حبوبات در مناطق دیم صورت می‌گیرد و عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، بکارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روشهای نامناسب تولید و وقوع تنشهای زیستی و غیرزیستی طی فصل رشد از عوامل مهم کاهش‌تولیدو نوسونات عملکرد این گیاهان محسوب می‌شود(۳).

تنشهای محیطی از مهمترین فاکتورهای تعیین کننده الگوی پراکنش گیاهی در سطح جهان می باشد و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین کننده بخشی از این پراکنش می‌باشد (۲). مقدار آب موجود در خاک برای رشد گیاه دارای یک حد بهینه است و چنانچه به هر میزان از این حد کمتر یا بیشتر شود رشد گیاه را کاهش خواهد داد (۲). در دهه اخیر مطالعات زیادی در زمینه تنشهای گیاهی حاصل از خشکی در دنیا صورت گرفته و اطلاعاتی نیز جمع آوری گردیده است ،لیکن بکارگیری آنها در برنامه های کلاسیک با مشکلاتی روبرو بوده است (۲). علت این امر عمدتا وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ذکر شده که ارتباط صفات با هم و با عملکرد دانه را شدیدا دچار تغییر و تحول نموده و سبب بی اعتباری نتایج این گونه آزمایشات شده و رسیدن به نتایج قطعی را مشکل و عمدتا غیر ممکن ساخته است (۱۹). از این رو عملکرد در شرایط تنش هیچگاه نتوانسته ملاک مناسب و دقیقی جهت انتخاب ژنوتیپهای متحمل به خشکی باشد و همواره هدف از تهیه ارقام متحمل به خشکی ارقامی بوده که به طور نسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپها تنش را

مکاتبه کننده: عبدالهادی حسین‌زاده

بهتر تحمل کرده و در شرایط محیطی یکسان افت عملکرد کمتری را حاصل نماید (۲۰). هارد اولین کسی بود که مساله تهیه ارقام متحمل به خشکی را به روش انتخاب در شرایط تنش آبی مصنوعی مطرح نمود و انتخاب محیط آزمایش با اقلیم منطقه دارای تنش را شرط نهایی موفقیت آمیز در آزمایش دانست (۱۴). دونالد (۱۹۸۸) اولین بار بهبود عملکرد دانه را بر اساس اصلاح اجزای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی عملکرد در گیاهان پیشنهاد نمود. بسیاری از آزمایشاتی که جهت اصلاح ژنوتیپ‌ها برای مقاومت به خشکی صورت می‌گیرد، عموما در دو شرایط تنش و بدون تنش اجرا می‌شوند. هدف اصلی این گونه آزمایشات انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که به هر دو شرایط فوق سازگار باشند. برای انتخاب گیاهان بر اساس عملکرد شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. این شاخصها عملکرد گیاه را در دو محیط تنش و غیر تنش دربرمی‌گیرند (۱۰). فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش[1] را پیشنهاد کردند که براساس رابطه زیر محاسبه می شود.

$$SSI = \frac{1-(YS/YP)}{SI}$$

عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش= YP

عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش = YS

میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط بدون تنش = $\bar{Y}$p

میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط تنش = $\bar{Y}$s

$$SI = (1-\frac{\bar{Y}S}{\bar{Y}P})$$

از SI [2] به عنوان شدت تنش نام برده می شود. هر چه مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است. انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ های با عملکرد پایین در شرایط عادی، ولی عملکرد بالا در محیط تنش میشود . رزیل و هامبلین (۱۹۸۱)شاخص تحمل[3] و شاخص متوسط باروری[4] را به صورت زیر ارائه دادند.

$$Tol = YP - YS$$

$$MP = \frac{YP+YS}{2}$$

1 . stress susceptibility index

2 . Stress Intensity

3 . Tolerance Index

4 . Mean Productivity

هر چه شاخص تحمل کوچکتر باشد حساسیت به خشکی ژنوتیپ کمتر بوده و مطلوبتر است. گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که تحت شرایط بدون تنش عملکرد پایین، ولی در شرایط تنش عملکرد بالقوه بالایی دارند. شاخص متوسط باروری نیز باعث گزینش ژنوتیپهایی می‌شود که عملکرد بالایی در شرایط مطلوب دارند. ولی از عملکرد کمی در شرایط نامطلوب برخوردارند.

کلیه این شاخصها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش از ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در محیط تنش نمی‌باشند. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش[5] را ارائه کرد که قادر به شناسائی ژنوتیپهای دارای عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش از سایر ژنوتیپها بود. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود (۱۰).

$STI = \frac{(YP)(YS)}{(\bar{Y}P)^2}$ مقدار بالاتر شاخص STI برای یک ژنوتیپ نمایانگر تحمل به تنش بالاتر وعملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می‌باشد. وی شاخص مفید دیگری به نام میانگین هندسی باروری[6] را نیز ارائه کرد که به صورت زیر بیان می‌شود.

$$GMP = \sqrt{(YS)(SP)}$$

کاستا و همکاران (۱۹۹۹) اثرات آبیاری رادر مراحل مختلف رشدی و دستورزی مبدا – مقصد بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش مورد ارزیابی قرار دادند. مراحل رشد شامل مرحله رویشی، گلدهی و پرشدن غلاف بود. تیمارهایی که در طی دو مرحله یا بیشتر آبیاری شدند عملکرد معنی‌دار بیشتری از آنهایی که فقط در یک مرحله آبیاری شدند، داشتند. در تیمار با ۲ مرحله آبیاری، آبیاری در طی گلدهی و پرشدن غلاف مؤثرتر بود. آبیاری در طی مرحله گلدهی فقط در یک مرحله آبیاری حداکثر عملکرد را تولید نمود.

در آزمایشی که توسط کاپتیپون و همکاران (۱۹۸۸) صورت گرفت علت حصول عملکردهای پایین در فصول خشک تنش شدید رطوبت و در فصل مرطوب وزش بادهای شدید در مرحله بلوغ ذکر گردید. هم چنین عملکرد بالا به تولید غلاف بیشتر و بزرگتر و مقاومت به آفات و بیماریها ربط داده شد.

5 . Stress Tolerance Index

6 . Geometric Mean Productivity

گرزیسیاک و همکاران (۱۹۹۶) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی برای تحمل به خشکی در حبوبات (لوبیا، سویا، نخود، لوپین) تعداد ۱۸ ژنوتیپ از گونه‌های ذکر شده را طی سه سال تحت دو تیمار تنش و بدون تنش ارزیابی کردند. بر اساس شاخص حساسیت به تنش ژنوتیپها به دو گروه مقاوم و حساس تقسیم گردیدند. در ارقام مقاوم شاخص حساسیت به تنش کمتر از ۰/۳۱ و در ارقام حساس این شاخص بزرگتر از ۰/۴۴ بود. گرزیسیاک و همکاران بین صفات فنولوژیک و تحمل به خشکی ارتباطی مشاهده نکردند ولی به نظر می‌رسد که کلیه ارقام تمایل به کاهش دورهٔ رشد در واکنش به تنش خشکی دارند، در حالیکه آبیاری باعث به تعویق افتادن این مراحل می‌شود. ضمنا اثر خشکی بروزن ۱۰۰ دانه معنی‌دار نبود.

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و کمی ماش، تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی و معرفی بهترین ژنوتیپهای مقاوم به خشکی از طریق شاخصهای مقاومت به خشکی و ترسیم بای‌پلات صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

ششصد اکوتیپ ماش به همراه سه رقم مهر، گوهر و پرتو در دو طرح آگمنت جداگانه یکی با آبیاری مرسوم و دیگری با آبیاری محدود در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج دراردیبهشت سال ۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش به ازای هر ده ژنوتیپ سه رقم شاهد به کار رفت و ابتدا و انتهای هر بلوک را شاهدها تشکیل دادند. با توجه به تعداد ژنوتیپها، هر شصت ژنوتیپ در یک بلوک قرار گرفت و جمعا آزمایش از ده بلوک تشکیل گردید ضمن آنکه هر بلوک خود شش بلوک کوچکتر را نیز در خود جای داد. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره، تسطیح و تهیه جوی و پشته بود. بذور مورد نظر قبل ازکشت جهت جلوگیری از بیماریهای قارچی باسم تیمیدین ضد عفونی گردید. مقدار کود مصرفی دویست کیلوگرم کود فسفره قبل از کاشت درهر هکتار بود. بذور مربوط به هر ژنوتیپ که شصت الی هفتاد بذر بود در خطی به طول دو و نیم متر و فاصله ردیف نیم متر کشت گردید. اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۷۹/۲/۲۱ انجام گردید و به عنوان تاریخ کشت در نظر گرفته شد. پس از آن آبیاریهای دیگر تا شروع تنش هر هفت روز صورت گرفت. در تاریخ ۱۳۷۹/۳/۳۱ تنش مورد نظر آغاز گردید. لذا پس از این تاریخ یک قطعه به طورمرسوم و هر هفت روز آبیاری گردید و قطعهٔ دیگر که مورد تنش واقع گردید هر دوازده روز آبیاری گردید.

صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از :

۱- تاریخ۵۰ درصد گلدهی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که ۵۰ درصدکلیه بوته‌ها به گل رفتند.۲- تاریخ ۹۰ درصد رسیدگی غلاف: تعداد روز از کاشت تا وقتی که ۹۰ درصد از غلافهای کل بوته‌ها بالغ شدند.۳- ارتفاع گیاه : از سطح زمین تا آخرین گره ساقه اصلی در هر بوته بر حسب سانتیمتر اندازه‌گیری شد. ۴- تعداد گره در ساقه: بر اساس میانگین ۵ بوته انجام گردید. ۵- تعداد غلاف در بوته : بر اساس تعداد غلاف موجود در ۵ بوته صورت گرفت.۶- تعداد دانه در غلاف : پس از خرد کردن و تمیز کردن، بوجاری و تمیز کردن ۱۰ غلاف که به طور تصادفی انتخاب شده بودند تعداد دانه آنها با دستگاه بذرشمار الکترونیکی شمارش گردید. ۷- طول غلاف: تعداد ۱۰ غلاف به طور تصادفی انتخاب و طول آنها به وسیله خط‌کش با دقت میلیمتر اندازه‌گیری شد و میانگین آنها یادداشت گردید. ۸- وزن صد دانه: وزن ۱۰۰ دانه که به طور تصادفی انتخاب و با دستگاه الکترونیکی شمارش گردیده بود بر حسب گرم بدست آمد. ۹- عملکرد اقتصادی: دانه‌های بدست آمده از ۵ بوته که نماینده آن خط بودند با ترازوی دقیق و با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. ۱۰- عملکرد بیولوژیک : پس از خشک کردن ۵ بوته که نماینده آن خط بودند، به مدت ۲۴ ساعت در آون وزن کلی بوته‌ها به همراه دانه به عنوان عملکرد بیولوژیک وبا دقت۰/۰۱ گرم بدست آمد. ۱۱- شاخص برداشت: از تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیکی حاصل گردید.

محاسبات آماری

برای برآورد درصد تغییرات ناشی از تنش از رابطه زیر استفاده گردید.

$$C = \frac{(CP - CD)}{CP}$$

درصد تغییر صفت = C

میانگین صفت تحت شرایط بدون تنش =CP

میانگین صفت تحت شرایط تنش = CD

دراین تحقیق از پنج شاخص میانگین حسابی باروری، میانگین هندسی باروری ، شاخص تحمل، شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل به تنش برای تعیین میزان تحمل یا حساسیت ژنوتیپها به خشکی استفاده گردید و بر اساس مقادیر بدست آمده ژنوتیپها گروه بندی شدند.

با استفاده از تکنیک بای پلات به روشی موثر و قوی ژنوتیپهای دارای عملکرد بالا در دو محیط تنش و بدون تنش از سایر ژنوتیپ‌ها تفکیک گردید (۱۲). شاخصهای محاسبه شده نظیر میانگین هندسی باروری، شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل به تنش به عنوان متغیر به همراه دو متغیر عملکرد در محیط تنش و بدون تنش وارد تجزیه به مولفه‌های اصلی شدند و سپس دو مولفه اول که بیشترین تغییرات را توجیه کردند برای تمامی ژنوتیپ‌ها محاسبه شد.در مرحله بعد، مؤلفه دوم برروی مولفه اول پلات شد. دو مولفه به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داده شد و ژنوتیپ‌ها بر اساس این دو مولفه در سطح نمودار فوق توسط نقاطی مشخص گردید (۱۲).

در این تحقیق برای مقایسه شاخصهای مختلف از روش ترسیم بای پلات با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد و مناسبترین شاخصها و نیز مقاومترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی معرفی شدند.

برای تجزیه واریانس از نرم افزار اکسل استفاده گردید. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی با استفاده از نرم افزار اس،پی،اس،اس و ترسیم بای پلات به کمک نرم افزار استات گراف انجام گردید.

نتایج و بحث

درصد تغییرات ناشی از تنش خشکی بر صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود در شرایط تنش خشکی کلیه صفات فوق به استثنای وزن صد دانه، طول غلاف و شاخص برداشت کاهش پیدا کرده است. نتایج کار ابراهیمی و همکاران بر روی ۳۰ رقم لوبیای قرمز و ۳۰ رقم لوبیای سفید به استثنای صفات فنولوژیکی، وزن صد دانه و شاخص برداشت با این مطالعه مطابقت دارد (۱) .

جدول ۱– در صد تغییرات ناشی از تنش خشکی بر روی صفات اندازه گیری شده ماش (طرح آگمنت)

صفات	میانگین صفت در شرایط بدون تنش	میانگین صفت در شرایط تنش	درصد تغییرات صفات
وزن صد دانه(گرم)	۳/۲۹۹	۳/۴۰۸	-۳/۲
تعداد دانه در غلاف	۱۱۰/۸۴۴	۱۱۰/۱۸۲	۰/۵۹۷
تعداد غلاف در بوته	۱۴۷/۱۶۴	۱۶۲/۳۱۵	۳/۲۹۵
طول غلاف(سانتیمتر)	۶/۶۴۴۴	۶/۸۲۴	-۲/۷۰۹
ارتفاع گیاه(سانتیمتر)	۵۴/۶۰۴	۳۸/۷۹۱	۲۸/۹۵۹
تعداد گره در ساقه	۱۵/۴۴۸	۱۴/۰۲۸	۹/۱۹۲
روز تا۵۰ درصد گلدهی	۸۶/۹۴۵	۷۷/۶۸۶	۱۰/۶۴۹
روزتا۹۰درصد رسیدگی	۱۲۷/۷۹۳	۱۱۷/۱۶۱	۸/۳۲۰
عملکرد اقتصادی(گرم)	۴۳/۰۴۸	۴۲/۸۰۹	۰/۵۵
عملکرد بیولوژیکی(گرم)	۱۶۲/۷۰۴	۱۵۷/۸۴۱	۲/۹۸۹
شاخص برداشت	۰/۲۶۶	۰/۲۷۴	-۳/۰۰۸

بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به ارتفاع گیاه و کمترین آسیب مربوط به عملکرد اقتصادی و تعداد دانه در غلاف بوده است . لذا نتیجه می‌شود که صفت ارتفاع گیاه تغییر زیادی نشان داده و حال آنکه تعداد دانه در غلاف و عملکرد اقتصادی، صفات تقریبا ثابتی در دو محیط بوده‌اند. کاهش ارتفاع گیاه و تعداد گره در ساقه دلیلی است بر اینکه تنش خشکی باعث کاهش تقسیمات سلولی گردیده و رشد رویشی گیاه را کاهش داده است، لذا عملکرد بیولوژیکی گیاه کاهش پیدا نموده است .

شاخص برداشت، وزن صد دانه و طول غلاف افزایش نشان داده است. با توجه به آنکه عملکرد بیولوژیکی کاهش بیشتری نسبت به عملکرد اقتصادی نشان داده است لذا می‌توان نتیجه گرفت که تنش خشکی تاثیر بیشتری بر روی قسمتهای رویشی گیاه نسبت به عملکرد اقتصادی داشته است، لذا با توجه به رابطه شاخص برداشت با این صفات مقداری افزایش را ملاحظه خواهیم کرد. ولاسکوئز (۱۹۸۶) و کاستلانوس وهمکاران(۱۹۹۶) نتایج تقریبا مشابهی با این نتایج در لوبیا گرفتند افزایش طول غلاف در محیط تنش تأثیر قابل ملاحظه‌ای را بر تعداد بذر در غلاف نداشت و حتی با افزایش طول غلاف دراین محیط، تعداد دانه در غلاف نسبت به محیط بدون تنش کاهش هم نشان داد (جدول ۱).

دلایل افزایش وزن صد دانه شاید این باشد که با توجه به کاهش تعداد دانه در غلاف رقابت برای دریافت مواد فتوسنتزی کاهش پیدا کرده لذا این تعداد دانه مواد فتوسنتزی بیشتری را دریافت کرده و وزن صد دانه را فزایش داده است. دلیل کاهش تعداد دانه در غلاف شاید به خاطر این باشد که تنش خشکی باعث کاهش باروری و لقاح گردیده است .

با توجه به کاهش سایر صفات از قبیل تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و۹۰ درصد رسیدگی که در نهایت باعث کاهش دوره رشد گیاه گردیدند، می‌توان گفت که کاهش این صفات باعث تشدید کاهش ارتفاع گیاه و عملکرد بیولوژیکی در محیط تنش گردیدند. کاهش دوره رویشی گیاه شاید به خاطر مکانیزمهای فرار از خشکی مانند زودرسی زودتر از موقع باشد.چنین نتایجی توسط گرزیسیاک و همکاران (۱۹۹۶) در مورد حبوبات لوبیا ، سویا، نخود و لوپن گرفته شده است (۱۳).

عملکرد اقتصادی گیاه تغییر چندانی نکرد (جدول ۱). با توجه به صفات وابسته به عملکرد در می‌یابیم که در کنار افزایش تعداد غلاف و عملکرد بیولوژیک در محیط بدون تنش، وزن صد دانه کاهش پیدا کرد و بر عکس در محیط تنش با کاهش تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه افزایش پیدا کرد و این امر باعث گردید تا عملکرد اقتصادی چندان تغییری نکند. نتایج تقریبا مشابهی در این خصوص توسط رامیرز-والیژو جیمز کلی (۱۹۹۸) و موهوک و همکاران (۱۹۹۸) و فیگن باوم و همکاران (۱۹۹۱)در مورد لوبیا مشاهده گردیده است (۱، ۱۵، ۱۶).

تعیین بهترین شاخص و ژنوتیپ مقاوم به خشکی با استفاده از بهترین شاخص مقاومت به خشکی

نتایج حاصل از بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در جدول ۲ ونتایج حاصل از بررسی میزان مقاومت ژنوتیپها در جدول ۳ آمده است. با توجه به این جداول ملاحظه می‌شود که انتخاب بر اساسYP، ژنوتیپهای ۴۵۰، ۴۰۶ ، ۳۹۴، ۳۲۸، ۲۰۳، ۱۷۰، ۱۳۷، ۲۲، ۱ را بر می‌گزینند. انتخاب بر اساس YS ژنوتیپهای ۱، ۱۷، ۶۱، ۳۲۸، ۳۶۷، ۱۳۷،۲۲۸، ۱۷۰، ۵۰۴ و۳۹۴، انتخاب بر اساس TOL ژنوتیپهای ،۱۷، ۶۱، ۳۶۷، ۱۳۷،۲۲۸، ۱۷۰، ۵۳۰، ۵۰۴، انتخاب بر اساس SSI ژنوتیپهای ،۱۷، ۶۱، ۳۶۷، ۲۲۸، ۱۳۷، ۱۷۰، ۵۳۰، ۵۰۴، انتخاب بر اساسGMP ژنوتیپهای ۱، ۱۷، ۳۲۸،۶۱ ،۳۶۷، ۲۰۳،۴۵۰، ۱۳۷، ۱۷۰ و۳۹۴ انتخاب بر اساس MP ژنوتیپهای ۱،۱۷، ۲۲، ۳۲۸،۶۱، ۳۶۷، ۲۰۳، ۴۵۰، ۱۳۷، ۱۷۰ و۳۹۴، انتخاب بر اساس STI ژنوتیپهای ۱، ۱۷، ۶۱، ۳۲۸، ۳۶۷، ۲۰۳، ۱۳۷،۱۷۰و۳۹۴ را بر می‌گزینند.

به طور کلی، شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. زیرا این شاخصها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. در همین راستا و با توجه به نتایج ضرایب همبستگی شاخص‌های مختلف و عملکرد ژنوتیپها در دو محیط بدون تنش و تنش، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های تحمل به تنش (STI)، میانگین حسابی بهره‌وری(MP) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) دارای ویژگی ذکر شده می‌باشند (۱۸، ۱۹). این شاخص‌ها با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ در صد دارند، بنابر این ژنو تیپهایی که میزان بالایی از این شاخص‌ها را دارا می‌باشند به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپها شناخته می‌شوند. به عنوان مثال ژنوتیپهای ۱۷و۳۹۴ که مقادیر بالایی از این شاخصها را دارند دارای عملکرد بالایی در شرایط بدون تنش (۵۹/۲ و ۸۴/۴) و در شرایط تنش (۶۵/۵ و۵۲/۲) می‌باشند. در رابطه با سایر شاخص‌ها، ملاحظه می‌شود که شاخصهای تحمل (TOL) و حساسیت به تنش (SSI) همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط بدون تنش و همبستگی منفی و معنی‌داری را در شرایط تنش با عملکرد دارند (جدول ۲). از آنجایی که انتخاب ژنوتیپ‌های با مقادیر کمتر این شاخص به عنوان شاخص‌های محتمل شناخته می‌شوند لذا انتخاب بر اساس این شاخص باعث برگزیدن ژنوتیپهایی می‌گردد که عملکرد بالایی در محیط تنش و عملکرد پایینی در محیط بدون تنش دارند (۱۸، ۱۹). به عنوان مثال ارقام شماره ۵۰۴ و ۶۱ که دارای شاخصهایTOL و SSI پایینی هستند دارای عملکرد بالایی در شرایط تنش (۶۰/۱ و ۵۰/۴) لیکن دارای عملکرد پایینی در شرایط بدون تنش (۳۴/۷ و ۱۷/۹) می‌باشند. بنابراین شاخصهای تحمل (TOL) و حساسیت به تنش(STI) نمی‌توانند در شناسایی ژنوتیپهای مقاوم مفید واقع شوند (۱۸، ۱۹).

جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص های مقاومت به خشکی و عملکرد ژنوتیپهای ماش(طرح آگمنت)ا

	شاخص حساسیت به خشکی	شاخص تحمل به تنش	میانگین بهره‌وری	میانگین هندسی بهره‌وری	شاخص تحمل	شاخص تحمل تنش	عملکرد بدون تنش
عملکرد – بدون تنش	۰/۶۰ **	۰/۷۹۳ **	۰/۸۱۳ **	۰/۸۰۴ **	۰/۵۴۰ *	۰/۳۵۳	۱
عملکرد – تنش	-/۱۳۰	۰/۸۱۴ **	۰/۸۳۲ **	۰/۸۳۲ **	-/۵۹۷ **	۱	
شاخص تحمل	۰/۶۳۲	-/۰۵۲	-/۰۵۱	-/۰۵۹	۱		
میانگین هندسی بهره‌وری	۰/۲۹۶	۰/۹۷۳ **	۰/۹۹۵ **	۱			
میانگین بهره‌وری	۰/۲۷۵	۰/۹۷۷ **	۱				
شاخص تحمل تنش	۰/۲۲۴	۱					
شاخص حساسیت به تنش	۱						

* ، ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

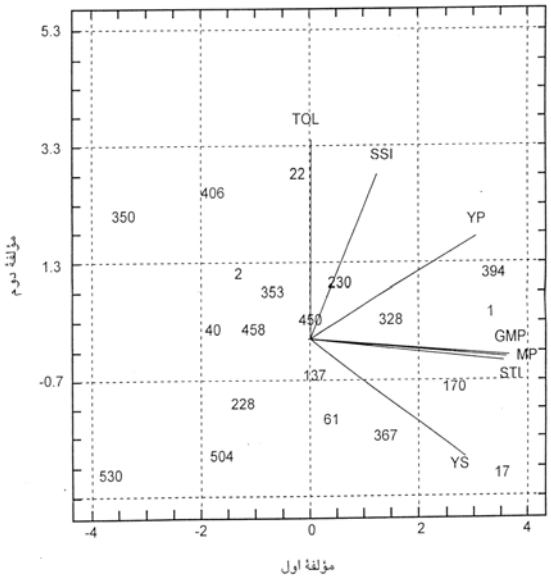
جدول ۳- مقادیر شاخص‌های مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی ماش (طرح آگمنت)

ژنوتیپ	عملکرد بدون تنش	عملکرد تنش	شاخص تحمل	میانگین هندسی بهره‌وری	میانگین بهره‌وری	شاخص تحمل تنش	شاخص حساسیت به تنش
۱	۷۲/۰	۵۸/۶	۱۳/۳	۶۵/۰۰	۶۵/۳۴	۲/۳۵	۱۱۲/۷
۲	۳۸/۱	۲۶/۵	۱۱/۶	۳۱/۸۵	۳۲/۳۷	۰/۵۶	۱۸۵/۴
۱۷	۵۰/۹	۸۶/۶	-۳۵/۷	۶۶/۴۲	۶۸/۶۹	۲/۴۵	-۴۲۸/۴
۲۲	۶۰/۷	۱۹/۹	۴۰/۷	۳۴/۸۴	۴۰/۳۶	۶۷۰	۴۰۹/۰
۶۱	۳۴/۷	۶۰/۱	-۲۵/۴	۴۵/۶۹	۴۷/۴۳	۱/۱۶	-۴۴۷/۱
۱۳۷	۴۰/۶	۵۲/۱	-۱۱/۵	۴۶/۰۲	۴۶/۳۸	۱/۱۷	-۱۷۳/۴
۱۷۰	۵۹/۲	۶۵/۵	-۶/۲	۶۲/۳۴	۶۲/۴۲	۲/۱۶	-۶۴/۳
۲۰۳	۵۱/۱	۳۷/۷	۱۳/۳	۴۳/۹۱	۴۴/۴۲	۱/۰۷	۱۵۹/۵
۲۲۸	۲۵/۲	۴۴/۰	-۱۸/۸	۳۳/۳۵	۳۴/۶۶	۰/۶۱	-۴۵۵/۸
۳۲۸	۵۸/۲	۴۸/۶	۹/۶	۵۳/۲۰	۵۳/۴۲	۱/۵۷	۱۰۱/۰
۳۵۰	۲۲/۷	۳/۸	۱۸/۹	۹/۳۰	۱۳/۲۶	۰/۰۴	۵۰۷/۵
۳۵۳	۳۸/۸	۳۳/۴	۵/۴	۳۵/۹۹	۳۶/۰۹	۰/۷۲	۸۴/۹
۳۶۷	۳۸/۸	۶۵/۸	-۲۶/۹	۵۰/۵۵	۵۲/۳۲	۱/۴۲	-۴۲۲/۹
۳۹۴	۸۴/۴	۵۲/۲	۳۲/۱	۶۶/۳۹	۶۸/۳۲	۲/۴۵	۲۳۲/۴
۴۰۶	۴۴/۱	۱۳/۷	۳۰/۳	۲۴/۶۱	۲۸/۹۲	۰/۳۳	۴۱۹/۸
۴۵۰	۴۶/۲	۳۸/۳	۷/۸	۴۲/۰۹	۴۲/۲۸	۰/۹۸	۱۰۴/۰
۴۵۸	۳۶/۱	۳۱/۷	۴/۳	۳۳/۹۱	۳۳/۹۸	۰/۶۴	۷۳/۷
۵۰۴	۱۷/۹	۵۰/۴	-۳۲/۵	۳۰/۰۶	۳۴/۱۸	۰/۵۰	-۱۱۰۷/۰
۵۳۰	۴/۲۸	۲۵/۹	-۲۱/۶	۱۰/۵۳	۱۵/۰۹	۰/۰۶	-۳۰۸۲/۴

با توجه به آنکه شاخصهای تحمل به تنش(STI)میانگین حسابی بهره‌وری(MP) و میانگین هندسی بهره وری (GMP) مناسب بوده (جدول ۲) و گزینش بر اساس آنها می‌تواند ژنوتیپهای مقاوم را شناسایی کند، لذا بر این اساس و با توجه به نظریات اشنایدر و همکاران (۱۸، ۱۹) تعدادی ژنویپ بر اساس GMP بالا انتخاب و سپس جهت اطمینان از بقای عملکرد ژنوتیپهای انتخاب شده در شرایط تنش، ژنوتیپهایی انتخاب گردیدند که YSنسبتا بالاتری دارند. بر این اساس ژنوتیپهای ۳۹۴، ۱۷۰، ۱۷، ۱ به عنوان ژنوتیپهای با عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و تنش بر گزیده شدند. چنین نتایجی در کارهای رامیرز (۱۹۹۸)، آب و همکاران (۱۹۹۸) در مورد شناسایی لاینهای مقاوم لوبیا و هم چنین ابراهیمی و همکاران در ۶۰ رقم لوبیا نیز مشاهده گردیده است.

تعیین‌ژنوتیپهای مقاوم به خشکی با استفاده از ترسیم بای پلات

همانطور که از جدول ۴ بر می آید بیشترین تغییرات موجود در بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول توجیه می‌شود (۹۴/۰۳ درصد). استفاده از این دو مؤلفه و چشم پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول و دوم دارای کارایی بالایی می‌باشد. بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه فوق صورت گرفت. دراین بررسی اولین مؤلفه ۶۲/۹۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود و همبستگی بالایی را با شاخص‌های YS، YP ، STI، GMP و MP نشان داد. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص‌ها برای ما مطلوب است و با توجه به رابطه مثبت مؤلفه اول با این شاخص‌ها اگر میزان بالای آن را انتخاب نماییم ژنوتیپهایی را بر می‌گزینیم که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و تنـــش هستنـــد، از این رو آن را مؤلفه پتانسیل عملکرد و متحمل به تنش خشکی نام می‌گذاریم. از طرف دیگر مؤلفه دوم ۳۱/۰۹ درصد از تغییرات موجود را به خود اختصاص داد (جدول ۴) و دارای همبستگی مثبت و بالایی با شاخص‌های SSI وTOL بود. از این رو آن را مؤلفه حساسیت به تنش می‌نامیم. با توجه به آنکه مقادیر پایین این شاخص‌ها مورد نظر ماست و با توجه به رابطه مثبت مؤلفه دوم با این شاخص‌ها، اگر میزان این مؤلفه را پایین بگیریم ژنوتیپهای متحمل به تنش را انتخاب خواهیم کرد. با توجه به این نکات قسمت مطلوب بای پلات ناحیه سمت راست و پایین شکل ۱ خواهد بود. چنین نتایجی توسط ابراهیمی و همکاران در مورد ۳۰ رقم لوبیای سفید و ۳۰ رقم لوبیای قرمز نیز گرفته شده است (۱).



شکل ۱- بررسی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های ماش با استفاده از ترسیم بای‌پلات

جدول ۴- مقادیر ویژه ، واریانس،درصد تجمعی واریانس وبردارهای ویژه برای هفت شاخص مقاومت به خشکی درماش (طرح اگمنت)

مولفه	مقادیر ویژه	واریانس	درصد تجمعی واریانس	YP	YS	MP	TOL	SSI	GMP	STI
۱	۴/۴۰۶	۶۲/۹۴	۶۲/۹۴	/۴	/۳۷	/۴۷	/۰۰	۰/۱۷	/۴۷	/۴۶
۲	۲/۱۷۶	۳۱/۰۹	۹۴/۰۳	/۳۴	-/۴۰	-/۰۵	/۶۵	۰/۵۳	-/۴۹	-/۰۶
۳	۰/۳۸۱	۵/۴۵	۹۹/۹۲	-/۲۹	/۱۹	-/۰۵	-/۴۱	۰/۸۲	/۰۱	-/۱۶
۴	۰/۰۳۰	۰/۴۳	۱۰۰	/۲۵	/۲۰	/۲۷	/۰۳	-/۱۰	/۲۴	-/۸۷
۵	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۱۰۰	/۲۷	/۲۹	/۳۴	-/۰۳	/۰۰	-/۸۴	/۰۱
۶	$۲/۵\times۱۰^{-۹}$	/۰۰	۱۰۰	/۴۶	/۴۵	-/۷۶	-/۰۱	/۰۰	-/۰۰	-/۰۰
۷	$۳/۸\times۱۰^{-۱۷}$	/۰۰	۱۰۰	-/۵۴	/۵۶	/۰۰	/۶۳	-/۰۰	/۰۰	/۰۰

از آنجا که ژنوتیپهای ۳۹۴، ۱۷۰، ۱۷، ۱ جزء ژنوتیپهای انتخاب شده از طریق بهترین شاخص‌ها بود و از طرفی در ناحیه مطلوب بای پلات نیز قرار گرفت به عنوان ژنوتیپهای با پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و تنش معرفی گردیدند. ضمن آنکه از میان این ۴ ژنوتیپ، ژنوتیپهای ۱۷ و ۱۷۰ که مبدا آنها آمریکا و هند است به علت عملکرد بالاتر در هر دو محیط بدون تنش و تنش به عنوان بهترین ژنوتیپها شناخته شدند. چنین نتایجی توسط ابراهیمی و همکاران در مورد۶۰ رقم لوبیای سفید و قرمز نیز گرفته شده است (۱).

توزیع ژنوتیپها از نظر مقاومت به تنش خشکی نیز بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژنوتیپهای مورد مطالعه برای این صفت می‌باشد که زمینه‌ای مناسب برای اصلاح آن فراهم می‌کند. همانطور که در شکل ۱ ملاحظه گردید، با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهند می‌توان استنباط کرد که شاخص‌های GMP،MP، STI که به عنوان بهترین شاخص‌ها شناخته شدند، همبستگی مثبت و بالایی با یکدیگر و همچنین با عملکرد ژنوتیپها که در شرایط بدون تنش و تنش معنی‌دار نبوده است را دارند.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. ابراهیمی.م.۱۳۸۰.مطالعه عکس العمل تعدادی از ژنوتیپهای لوبیا قرمز و سفید نسبت به آبیاری محدود. پایان نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

۲. احمدزاده، ا.۱۳۷۶ .تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی درلاینهای برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

۳. باقری، ع. ۱۳۷۷. به نژادی حبوبات برای تحمل تنشهای زیستی وغیر زیستی. خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه تهران.

۴. خدابنده،ن وع،جلیلیان.۱۳۷۶.بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه زنی و قدرت بذر سویا .مجله علوم کشاورزی،جلد ۲۸،شماره ۱،صفحه ۱۹-۱۱.

5. Abebe, A., MA.Brick & RA. Kirkby .1998. Comparision of selection indices to indentity productive dry bean lines under diverse enviormental conditions. Field Cropes Research,58:1,15-23.
6. Acosta, J.A. 1999. Improving resistance to drought in common bean in mexico. Agronomia .Mesoamericana. Vol. 10 (1): 83-90(CAB Abstract)
7. Captipon, E.M., L. B. Leqaspi, & F. A. Jarill. 1988. Development of mung bean varirties from AVRDC line for the philippines.P:88-97.In S.Shanmugasundara and B.T. Mclean(Ed) Mung bean. proc Of the 2nd inter. symp., AVRDC, Shanhua, Taiwan.
8. Castellanos, J. Z, J. J, Pena-Cabriales, & J.A. Acosta-Galleos. 1996. 15 N-determined nitrogen fixation capacity of common bean cultivar under water stress. J.of .Agri. Sci. 126: 327-333.
9. Costa-Wajm,De., Shanmugathasan,KN., De- Costa,Wajm. 1999. J.Of-Agric. and Crop. Sci. Vol. 183 (2): 111-117.
10. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance in proceeding of an the sympo. Taiwan , 13-16 ,AUG,1992.by C.O.Kuo.AVRDC.
11. Fiegenbaum,V., D.S. Saantos, VDC. Mello, F.B.D. Santos & M.M.A. Tillmann .1991. Influens of water defiction on the yield components of three bean cultivars. Pesguisa-Agropecuaria –Brasileria, Vol. 26 (2):275-280.(CAB Abstracts)
12. Fisher, R.A., & R. Maurer. 1978. Drought resistancein spring wheat cultivars.1,grain yield responses .Agus.J.Agric.Res.29:897-912.
13. Grzesiak, S., W. Filek, G. Skrudlik, & B. Niziol. 1996. Screening for drought tolerance, Evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. J. Of. Agronomy and Crop Sci. 177:245-252
14. Jensen, N. F. 1988. Plant Breeding Methodology . Cornell univercity .New York .Jogn wiley :379-380.

15. Mouhouche, B. F., R. UGET, & R. Delecolle. 1998. Effects of water stress applied at different phonological phases on yield components of dwarf bean .Agronomic. Vol. 18 (3): 197-221.
16. Ramires, V. & J. D. Kelly. 1998. Triats related to drought resistance in common bean .Euphytica 99:127-136.
17. Rosielle, A. T. & J. Hambelen. 1981. Theoritical aspects of selection for yield in stress and non-stress enviornments. Crop Sci. 21:943-945.
18. Schneider, K. A., R. Rosales –Seerna, F. Iarra-Peres, B. Cazares-Enriques, J.A.A. Acosta –Gallegos ,P. Ramires-Vallejo, N. Wassimi, & J.D.Kelly .1997. Improving common bean performance under drought stress .Crop Sci:37:43-50.
19. Schneiter. A. A., B. L. Jonson, & T. L. Henderson. 1992. Rooting depth and water use of different sunfliwer phenotypes . Proc. 13 th.Int. Sunflower Conf.Pisa.Italy.
20. Srivastava, R. L., R. N. Sahai, J. K. S. Axena, & I. P. Singh. 1976.Path anlysis of yield component in soybean.Indian .J.Agric.Res.10:171-173
21. Velasques, M. J. 1986. Studies on the respons of phaseolous vulgaris to drought stress .Dissertation Abstrac. Vol. 47 (2):329. (CAB Abstracts)
22. Vieira, R. D., D. M. Teerony, & D. B. Egli. 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor . J.Seed Technol. 16: 12-21.

Effect of Water Stress on Different Traits and Determination of the Best Water Stress Index in Mung Bean (*Vigna radiata*)

M. ZABET[1], A. H. HOSEIN ZADE[2], A. AHMADI[3] AND F. KHIALPARAST[4]
1, 2, 3, 4, Former Graduate Student and Assistant Professors, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran
Accepted June. 11, 2003

SUMMARY

The effects of water stress on the morphological and quantitative traits of mung bean were studied by planting 600 ecotypes in two separate augmented designs in normal and stress conditions. Comparision of traits in both conditions showed that water stress negatively affected plant growth. The stress condition had the highest effect on plant hight and the least on 100-seed weight ,harvest index, and pod length. Comparison of different water stress indices showed that Stress Tolerance Index , Mean Productivity , and Geometric Mean Productivity were the best indices that can be used to determine resistant genotypes. Based on these indices 1,17,170 and 394 genotypes were recognized as the highest yielding genotypes under both stress and non - stress conditions . Results of by - plot analysis, similarly, identified the same genotypes as highest yielding once in both conditions .

Key words: Mung bean, Water stress, Water stress index.