Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

بررسی تحمل به خشکی ۱۱ ژنوتیپ سویا (*Glycine max*. L) در مرحله رشد رویشی

[۱]آرزو فرخی،[۱]سر ا... گالشی، [۱]ابراهیم زینلی و [۲]احمد عبدل‌زاده
[۱]گروه زراعت، [۲]گروه زیست‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۲/۳/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۱۶

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تحمل ژنوتیپ‌های مختلف سویا در مرحلهٔ رشد رویشی به تنش خشکی انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: ۱۱ ژنوتیپ سویا و سطوح تنش خشکی(شاهد، ۳-، ۷- و ۱۰- بار). برای ایجاد تنش خشکی منحنی رطوبت خاک ترسیم و گرم آب مورد نیاز برای هر گرم خاک، مشخص شد و با توزین روزانه گلدان‌ها، آبیاری صورت گرفت. در سطوح مختلف خشکی برای بررسی میزان حساسیت هر یک از صفات از شاخص حساسیت به تنش استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی طول ساقه، سطح برگ، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه بطور معنی‌داری کاهش یافتند. از آنجائیکه هنگام وقوع تنش، استراتژی گیاه بر کاهش تعرق استوار است، بیشترین کاهش در سطح برگ و کمترین کاهش در وزن خشک ریشه رخ داده است.با افزایش تنش خشکی میزان پرولین موجود در بافت گیاه افزایش یافت. نتایج حاصل از تجزیه پرولین نشان داد که اگرچه پرولین به‌عنوان یک تنظیم کنندهٔ اسمزی موجب سازش سلول‌های گیاهی به تنش می‌شود، اما این صفت کمترین همبستگی را با سایر صفات داشت. در این تحقیق بطور نسبی ارقام متحمل دارای پرولین بیشتری نسبت به ارقام حساس بودند، اما در همهٔ ژنوتیپ‌ها این مسئله صادق نبود. ژنوتیپ‌های سویا به‌دلیل اختلافات ژنتیکی نسبت به تنش خشکی عکس‌العملهای متفاوت نشان دادند. برای بعضی صفات بین ژنوتیپ و سطوح خشکی اثرات متقابل معنی‌دار وجود داشت. بین صفات اندازه‌گیری شده(به استثنا پرولین) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. در این تحقیق ژنوتیپ‌های سحر، هیل، دیر و تا حدی گرگان-۳ در کلیه صفات دارای تحمل نسبی به تنش خشکی بودند. ژنوتیپ هابیت علی‌رغم اینکه در کلیه صفات دارای ارزش عددی پائینی بود، اما با افزایش تنش خشکی کمتر از سایر ارقام تحت تأثیر قرار گرفت و به همین دلیل دارای شاخص حساسیت پائین بود. ژنوتیپ‌های ویلیامز، LBK و BP از حساس‌ترین ارقام بودند.

واژه‌های کلیدی: سویا، تنش خشکی، رشد رویشی

مقدمه

آب اهمیت بسیار زیادی در رشد و نمو گیاهان دارد و توزیع و پراکندگی گونه‌های مختلف گیاهان عالی در زمین تاثیر دارد (لاهوتی و رحیم‌زاده، ۱۳۷۲). تنش کمبود آب هنگامی ایجاد می‌شود که رطوبت موجود در اطراف ریشه کمتر از نیاز آبی گیاه باشد (کوچکی و نصیری، ۱۳۷۳). تنش خشکی در کشاورزی به دوره‌ای از خشکی گفته می‌شود که در نتیجه آن عملکرد کمتر از حدی است که در شرایط اپتیمم آب پیش‌بینی می‌شد.

خشکی سبب کاهش توسعه برگ در اوایل نمو است. بویر و همکاران (۱۹۸۰) اثرات پتانسیل آب‌برگ را بر

www.SID.ir

Archive of SID

رشد برگ و فتوسنتز گیاه سویا بررسی و مشاهده کردند با کاهش پتانسیل آب در حد ۲- بار سطح برگ شروع به کاهش یافت، در ٤٠ بار رشد برگ‌های سویا ۲۵ درصد کاهش نشان داد و در ۱۲- بار رشد برگ بسیار ناچیز صورت گرفت. رشد بوته سویا رابطه مستقیمی با سطح برگ دارد. لامبرت و هیترلی (۱۹۹۵) گزارش کردند در تیمار شاهد سطح برگ‌های سویا ۱٦۸ سانتی‌متر مربع و در تیمار تحت تنش ٦۰ سانتی‌متر مربع بود. کمبود آب، رشد هر دو قسمت هوایی و ریشه را کاهش می‌دهد ولی اثر نسبتاً بیشتری بر قسمت هوایی می‌گذارد (حسین و آسپینال[1]، ۱۹۹۰). کپوقمو و همکاران (۱۹۹۰) ضمن معرفی ارتفاع بوته به‌عنوان فاکتوری برای پیش‌بینی تحمل خشکی، اعلام کردند ارقامی از سویا که طی خشکی ارتفاع بیشتری داشتند، دارای وزن خشک بیشتر بودند و بذرهای آنها جوانه‌زنی بیشتری داشتند. پورسل و همکاران (۲۰۰۰) نیز مشاهده کردند که در بین ارقام مختلف سویا، ارقامی که تحمل به خشکی بیشتری داشتند وزن خشک ساقه آنها بطور معنی‌داری بیشتر از ارقام حساس بود. کم‌آبی بر نمو سیستم ریشه‌ای تاثیر می‌گذارد. در شرایط خشکی رشد سویا نقش اصلی در بقای سویا دارد. کاهش رشد ریشه سویا در اثر کاهش رطوبت خاک در بسیاری از منابع گزارش شده است (پورسل و همکاران[2]، ۲۰۰۰).

پرولین از جمله مهمترین موادی است که در بافت تنش دیده تجمع می‌یابد (بن‌بلا و همکاران[3]، ۱۹۹۹؛ هری و همکاران[4]، ۱۹۹۹). سنتز پرولین در اثر تنش در گیاهان دیگر مانند لوبیا (لازکانو و لووایت[5]، ۱۹۹۹)، در گیاه سویا نیز افزایش تنش موجب سنتز پرولین در برگ‌ها و گرهک‌های این گیاه شد. درند و همکاران (۲۰۰۰) نیز نقش کاملاً واضح پرولین را در بافت‌های تنش دیده سویا متذکر شدند. آنها سویا را در معرض تنش آبی قرار دادند و مشاهده کردند در پتانسیل آب ۰/۵- مگاپاسکال پرولین گیاه تیمار شده ۱۳۰ درصد شاهد بود.

در اثر کم‌آبی تجمع نیتروژن بیشتر از تجمع کربن کاهش می‌یابد. میزان نیتروژن ساقه بیشتر از نیتروژن ریشه تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد (سینکلر و همکاران[6]، ۱۹۸۷). تنش خشکی سبب کاهش تقاضا و نیاز ساقه به نیتروژن و انتقال املاح نیتروژنی مانند اوره می‌شود و همچنین از فعالیت آنزیم نیتروژناز ممانعت می‌کند (سراج و سینکلر[7]، ۱۹۹٦). فوستر و همکاران (۱۹۹۵) مشاهده کردند که تنش خشکی متوسط به توزیع نیتروژن آسیب نمی‌رساند ولی در تنشهای سخت حرکت نیتروژن را دچار اختلال می‌کند. راموس و همکاران (۱۹۹۵) سویا را در معرض تنش خشکی قرار دادند و مشاهده کردند که میزان نیتروژن برگ کاهش یافت. عکس‌العمل ارقام سویا به تنش خشکی متفاوت بود ولی فعالیت آنزیم نیتروژناز در همه ارقام کم شد. سراج و سینکلر (۱۹۹٦) ضمن اعلام کاهش تجمع نیتروژن در ارقامی از سویا که تحت تنش خشکی بودند گزارش کردند که ارقام متحمل کاهش کمتری نشان دادند.

گیاه سویا به‌عنوان یک گیاه حساس از خشکی تاثیر می‌پذیرد ولی در بین ارقام مختلف، ارقامی یافت می‌شوند که تحمل بهتری دارند و قادرند در طول تنش تا حدی خصوصیات رشدی خود را حفظ کنند، هدف از این آزمایش شناسایی ارقام متحمل و ارزیابی میزان خسارت وارد به ارقام حساس بود.

مواد و روشها

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از:

1- Husain & Aspinal
2- Purcell et al
3- Benebella et al
4- Hare et al
5- Lazzcano & lovatt
6- Sinclair et al
7- Serraj & Sinclair

www.SID.ir

Archive of SID

تنش خشکی (شاهد، ۳-، ۷- و ۱۰- بار) و ژنوتیپ (ویلیامز، گرگان-۳، هیل، سحر، هابیت، دیر، هاگ، BP، JK، LWK و LBK). کاشت در گلدان‌هایی به ابعاد ۱۷×۲۲ سانتی‌متر صورت گرفت. بافت، وزن مخصوص ظاهری و رطوبت خاک مورد استفاده قبل از کاشت، در آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده علوم زراعی تعیین گردید. منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب، خاک و رطوبت را مشخص می‌کند از طریق فرمولی که ساکستن و همکاران در سال ۱۹۸٦ ارائه دادند محاسبه گردید:

$$\Psi m=A.\theta v^{B}$$

که در این رابطه Ψm پتانسیل ماتریک بر حسب بار، θv نسبت رطوبت حجمی بر حسب سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب خاک، که مقدار آن از رابطه $\theta = pb \times \theta m$ محاسبه شود. θm، pb به‌ترتیب نسبت رطوبت وزنی و وزن مخصوص ظاهری (بر حسب گرم در سانتی‌متر مکعب خاک) می‌باشند. A و B نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$A=\exp[-4.396-0/0715C-4.88 \times 10 - 4xS2-4.285pbxb5-s2c]100$$

$$B= -3.140-0.00222\ C2-3.48 \times 10 - 5 \times S2C$$

که در این فرمول S درصد شن خاک و C درصد رس خاک می‌باشد. منحنی رطوبتی خاک بعد از محاسبه ترسیم گردید. در این آزمون برای محاسبه موارد فوق و ترسیم منحنی از برنامه Psycalc[۱] استفاده شد. داخل گلدان‌ها پلاستیک‌های بدون منفذ قرار داده، جداگانه وزن کرده با وزن ثابتی از خاک پر شدند. مجموع خاک خشک، وزن گلدان، پلاستیک و وزن آب (برای پتانسیل‌های مختلف) به‌عنوان وزن مرجع در نظر گرفته شد. وزن مرجع برای شاهد و پتانسیل‌های ۳-، ۷-، ۱۰- بار به‌ترتیب ٥٤٥٢، ٥٣٤٣، ٥٢٨٠ و ٥٢٦٠ گرم بود. از شروع باز شدن کامل دومین برگ‌های سه برگچه‌ای، گلدان‌ها روزانه توزین و به اندازه اختلاف از وزن مرجع آبیاری می‌شدند. بعد از ٦٠ روز بوته‌ها برداشت شدند. پارامترهای مورد محاسبه عبارت بودند از: سطح برگ هر بوته، طول ساقه، وزن خشک ساقه، ریشه و گل هر گیاه، پرولین (روش بیت و همکاران، ۱۹۷۳)، عملکرد نیتروژن (با استفاده از دستگاه میکرو کجلدال درصد نیتروژن اندازه‌گیری و با تقسیم بر وزن خشک کل گیاه عملکرد نیتروژن محاسبه شد) و ضرایب همبستگی بین صفات، شاخص حساسیت به خشکی صفات با استفاده از شاخص فیشر و مور (۱۹۷۸)، بدین شرح ارائه شد:

$$S_I=(1-Y_{Di}/Y_{pi})/D$$

در این رابطه، S_I عبارت است از شاخص حساسیت به تنش، Y_{Di} میانگین عملکرد ماده خشک ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش آب، Y_{pi} میانگین ماده خشک عملکرد ژنوتیپ مورد نظر در شرایط بدون تنش و D شدن تنش می‌باشد که مقدار آن از این رابطه محاسبه می‌شود: $D=1-(Y_D/Y_P)$. در این رابطه، Y_D و Y_P به‌ترتیب عبارتند از: میانگین عملکرد ماده خشک تمام ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و بدون تنش. مقدار S_I کوچکتر نشان‌دهنده تحمل بیشتر به خشکی است.

محاسبات آماری به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. برای هر سطح خشکی (شاهد، ۳-، ۷- و ۱۰- بار) بطور جداگانه تجزیه آماری صورت گرفت و نتایج حاصل مورد ارزیابی قرار گرفت و با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح ٥ درصد مقایسه صورت گرفت.

نتایج و بحث

تیمار خشکی و ژنوتیپ بر سطح برگ اثرات معنی‌داری داشتند (جدول ۱). در تیمار شاهد ژنوتیپ ویلیامز دارای بیشترین و ژنوتیپ BP، JK دارای کمترین سطح برگ بود. در پتانسیل آب ۳- بار ژنوتیپ‌های گرگان-۳ و LWK به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین سطح برگ بودند. در پتانسیل آب ۷- بار ژنوتیپ گرگان-۳ بیشترین و ژنوتیپ LWK کمترین سطح برگ را داشتند.

۱- این برنامه کامپیوتری توسط آقای دکتر افشین سلطانی (دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) نوشته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

در پتانسیل آب ۱۰- بار ژنوتیپ گرگان-۳ دارای بیشترین و ژنوتیپ JK دارای کمترین سطح برگ داشتند (جدول ۲). بررسی شاخص حساسیت سطح برگ به خشکی نشان داد که ژنوتیپ ویلیامز در هر سه سطح تنش حساس‌ترین و ژنوتیپ هابیت در پتانسیل‌های ۳- بار و ۱۰- بار و ژنوتیپ هیل در ۷- بار به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ عمل کردند. در جدول ۸ برای جمیع سطح خشکی، میانگین شاخص حساسیت به خشکی محاسبه گردید. ژنوتیپ‌های سحر و BP دارای بیشترین تحمل و ژنوتیپ‌های LWK و هاگ دارای بیشترین حساسیت بودند.

اثر خشکی و ژنوتیپ بر طول ساقه معنی‌دار شد (جدول ۱). بین پتانسیل‌های آبی، ژنوتیپ‌ها و اثرات متقابل آنها در سطح کمتر از یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مقایسه میانگین طول ساقه نشان می‌دهد، گرگان-۳ در تیمار شاهد، ۷- و ۱۰- بار و دیر در ۳- بار بیشترین ارتفاع ساقه را داشتند(جدول ۳). ژنوتیپ‌های BP، LBK، JK و LWK به‌ترتیب در تیمارهای شاهد، ۳- و ۷- و ۱۰- بار کمترین طول ساقه را داشتند. نتایج [illegible] حساسیت به خشکی نشان داد که در پتانسیل‌های آبی ۳-، ۷- و ۱۰- بار LWK دارای بیشترین حساسیت به خشکی و در نتیجه کمترین تحمل و سحر دارای کمترین حساسیت به خشکی و بیشترین تحمل بود. شاخص حساسیت برای کلیه سطح خشکی نشان می‌دهد که سحر و BP متحمل‌ترین و LWK و هاگ حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۸).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس محاسبه مقادیر وزن خشک ریشه در جدول ۱ نشان داده شده است. تیمارهای رطوبتی و ژنوتیپ‌های متفاوت سویا بر وزن خشک ریشه اثر معنی‌دار داشتند بر اساس جدول ٤ در تیمار شاهد هاگ بیشترین و LWK دارای کمترین وزن خشک ریشه بودند. ژنوتیپ هاگ در پتانسیل‌های آبی ۳- و ۷- بار و گرگان-۳ در پتانسیل آب ۱۰- بار دارای بیشترین وزن خشک ریشه بودند. در پتانسیل آب ۳۰ بار LWK و در پتانسیل‌های آبی ۷- و ۱۰- بار LBK دارای کمترین وزن خشک ریشه بودند. بررسی شاخص حساسیت به خشکی وزن خشک ریشه نشان داد که هابیت در پتانسیل آب ۳- و ۷- بار و دیر در پتانسیل ۱۰- بار متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. حساس‌ترین ژنوتیپ در پتانسیل آب ۳- و ۷- بار ویلیامز و در پتانسیل ۱۰- بار متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. حساس‌ترین ژنوتیپ در پتانسیل آب ۳- و ۷- بار ویلیامز و در پتانسیل ۱۰- بار هیل بود. شاخص حساسیت برای کلیه سطوح خشکی نشان می‌دهد که ژنوتیپ دیر متحمل‌ترین و ژنوتیپ‌های ویلیامز و هابیت حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۸).

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک کل گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. خشکی اثر معنی‌داری بر وزن خشک کل گیاه داشت و همچنین خشکی و ژنوتیپ اثر متقابل معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین وزن خشک کل گیاه در جدول ۵ درج شده است. در تیمار شاهد هاگ بیشترین و LWK کمترین وزن خشک کل را داشت. در پتانسیل آب ۳- بار گرگان-۳ و JK دارای بیشترین و کمترین وزن خشک کل بودند. در پتانسیل آب ۷- بار هاگ بیشترین و LBK کمترین وزن خشک را در این سطح از خشکی داشتند. در پتانسیل آب ۱۰- بار هاگ دارای بیشترین و LBK دارای کمترین وزن خشک کل بود. بررسی شاخص حساسیت به خشکی وزن خشک کل گیاه نشان داد که در پتانسیل آب ۳-، ۷- و ۱۰- بار ویلیامز حساس‌ترین و دیر، سحر و هابیت متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. شاخص حساسیت برای کلیه سطوح خشکی نشان می‌دهد که در مجموع ژنوتیپ‌های هابیت و سحر متحمل‌ترین و ژنوتیپ‌های ویلیامز و LBK حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند(جدول ۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مقادیر درجه آزادی ومیانگین مربعات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های سویا در شرایط گلخانه.

منابع تغییر	درجه‌آزادی	سطح برگ	طول ساقه	وزن‌خشک‌ریشه	وزن‌خشک‌کل	پرولین	عملکردنیتروژن
خشکی	۳	۴۹۶۰/۸۸۰**	۰/۶۶۸**	۰/۰۱۵۶**	۳/۶۴۱**	۳۱/۳۵۳**	۰/۰۰۲۴**
ژنوتیپ	۱۰	۳۸۷۱/۴۸۲**	۱۹۲/۳۷۷**	۰/۰۰۵۸**	۰/۵۸۲**	۱۲/۲۹۵**	۰/۰۰۰۴**
خشکی*ژنوتیپ	۳۰	۵۳۷/۵۸۱*	۵۱/۷۱۶**	۰/۰۰۶۱**	۰/۰۴۳**	۰/۱۲۵**	۰/۰۰۰۳۷**
اشتباه	۸۶	۳۰۴/۸۰۲	۸/۷۱۹	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۱۰۱	۰/۰۶۷۸	۰/۰۰۰۰۹۶**
کل	۱۳						

**معنی‌دار درسطح احتمال ۱درصد *معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد

جدول۲- مقایسه میانگین سطح برگ(سانتی‌متر مربع) در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش خشکی.

ژنوتیپ	شاهد	پتانسیل آب۳- بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۱۱۲/۹۳۰^{d}	۸۵/۸۳۰^{cde}	۰/۷۸۷^{abc}	۵۷/۵۰۰^{cd}	۱/۱۶۹^{abc}	۳۶۸۳۰^{e}	۱/۰۵۲^{ab}
BP	۱۱۲/۶۸۰^{d}	۶۶/۰۵۰^{e}	۱/۲۸۲^{ab}	۶۳/۱۷۰^{cd}	۱/۰۰۵^{abc}	۴۳/۰۷۳^{cde}	۰/۹۶۹^{ab}
گرگان-۳	۱۶۰/۴۱۰^{abc}	۱۲۸/۶۰۰^{a}	۰/۵۷۱^{bc}	۱۰۹/۳۳۰^{a}	۰/۶۵۷^{c}	۶۹/۶۹۳^{a}	۰/۸۸۲^{ab}
ویلیامز	۱۸۷/۸۷۰^{a}	۹۵/۸۳۰^{bcd}	۱/۴۵۴^{a}	۶۳/۱۳۰^{cd}	۱/۴۸۴^{a}	۵۴/۴۷۳^{bcd}	۱/۰۹۵^{a}
هابیت	۱۱۹/۴۴۰^{cd}	۱۱۳/۰۰۰^{abc}	۰/۱۷۰^{c}	۷۴/۳۰۰^{bc}	۰/۸۰۲^{bc}	۵۳/۲۷۰^{bc}	۰/۸۴۸^{b}
LWK	۱۱۵/۵۰۰^{d}	۶۰/۴۹۰^{e}	۱/۳۹۱^{ab}	۴۷/۲۰۰^{d}	۱/۳۰۶^{ab}	۴۰/۲۳۳^{e}	۰/۹۷۴^{ab}
سحر	۱۶۵/۲۴۰^{ab}	۱۰۴/۹۴۰^{abc}	۰/۹۷۳^{abc}	۷۳/۶۶۰^{bc}	۱/۲۱۶^{abc}	۴۷/۴۷۰^{cde}	۱/۱۰۳^{a}
LBK	۱۲۱/۲۲۰^{cd}	۷۲/۰۹۰^{de}	۱/۲۲۹^{ab}	۵۲/۸۱۰^{cd}	۱/۲۲۸^{abc}	۳۹/۸۲۷^{e}	۱/۰۱۹^{ab}
هاگ	۱۷۹/۰۵۰^{ab}	۱۱۵/۲۴۰^{ab}	۱/۰۶۹^{ab}	۹۱/۵۱۰^{ab}	۱/۰۴۹^{abc}	۶۳/۵۱۷^{ab}	۰/۹۸۰^{ab}
دیر	۱۵۰/۶۵۰^{abcd}	۱۱۰/۲۱۰^{abc}	۰/۸۷۲^{abc}	۱۰۰/۷۵۰^{a}	۰/۸۷۶^{bc}	۵۶/۵۶۷^{bc}	۰/۹۸۰^{ab}
هیل	۱۴۱/۳۵۰^{bcd}	۹۸/۴۳۰^{bcd}	۰/۸۴۳^{abc}	۹۷/۵۶۰^{ab}	۰/۶۳۸^{c}	۵۶/۲۰۷^{bc}	۰/۹۲۸^{ab}
میانگین	۱۴۲/۴۸۵	۹۵/۵۰۲	۰/۹۵۸	۷۵/۵۲۸	۱/۰۲۹	۵۱/۰۰۵	۰/۹۸۴
LSD ۵٪	۴۱/۸۷۴	۲۹/۲۵۴	۰/۸۴۵	۲۴/۱۶۸	۰/۶۰۹	۱۲/۵۱۰	۰/۲۳۱

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۳- مقایسه میانگین طول ساقه (سانتی‌متر) در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش.

ژنوتیپ	شاهد	پتانسیل آب۳- بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۲۸/۸۳۳^{cde}	۲۲/۰۰۰^{ef}	۰/۹۰۲^{bc}	۱۷/۱۶۷^{e}	۱/۰۰۷^{bc}	۱۶/۵۰۰^{def}	۰/۸۸۲^{cde}
BP	۲۶/۰۰۰^{e}	۲۴/۵۰۰^{de}	۰/۲۱۶^{c}	۲۱/۸۳۳^{bcd}	۰/۳۹۴^{de}	۱۸/۳۳۳^{bcd}	۰/۵۹۷^{ef}
گرگان-۳	۵۰/۳۳۳^{a}	۳۴/۶۶۷^{a}	۱/۱۰۹^{ab}	۲۶/۳۳۳^{a}	۱/۱۸۲^{ab}	۳۳/۱۶۷^{a}	۱/۱۰۶^{abc}
ویلیامز	۲۹/۶۶۷^{cde}	۲۱/۶۶۷^{ef}	۰/۹۳۹^{bc}	۱۸/۶۶۷^{cde}	۰/۹۱۶^{bc}	۱۴/۳۳۰^{ef}	۱/۰۶۵^{bc}
هابیت	۲۸/۶۶۷^{cde}	۳۳/۰۰۰^{def}	۰/۶۱۵^{bc}	۱۹/۸۳۳^{cde}	۰/۶۸۰^{cde}	۱۸/۰۰۰^{cde}	۰/۷۲۹^{def}
LWK	۴۶/۰۰۰^{ab}	۲۴/۵۰۰^{de}	۱/۸۲۳^{a}	۱۹/۱۶۷^{cde}	۱/۴۴۹^{a}	۱۳/۸۳۳^{f}	۱/۴۲۴^{a}
سحر	۲۸/۱۶۷^{e}	۲۶/۶۶۷^{cd}	۰/۲۰۳^{c}	۲۴/۶۶۷^{ab}	۰/۳۰۹^{e}	۲۲/۰۰۰^{ab}	۰/۴۵۰^{f}
LBK	۲۷/۳۳۳^{e}	۱۹/۸۳۳^{f}	۰/۹۳۸^{bc}	۱۹/۱۶۷^{cde}	۰/۸۳۱^{cd}	۱۶/۰۰۰^{def}	۰/۸۳۳^{cde}
هاگ	۴۱/۱۶۷^{bc}	۲۸/۸۳۳^{bc}	۱/۱۰۵^{ab}	۲۳/۳۳۳^{bc}	۱/۱۴۵^{ab}	۱۶/۶۶۷^{def}	۱/۲۱۹^{ab}
دیر	۴۰/۳۳۳^{bc}	۳۵/۰۰۰^{a}	۰/۴۴۴^{bc}	۲۰/۱۶۷^{cde}	۱/۲۱۸^{ab}	۲۰/۸۳۳^{abc}	۰/۹۶۰^{bcd}
هیل	۳۶/۱۶۷^{cd}	۳۱/۳۳۳^{ab}	۰/۴۷۹^{bc}	۱۹/۶۶۷^{cde}	۱/۱۳۳^{ab}	۱۶/۸۳۳^{def}	۱/۰۹۸^{bc}
میانگین	۳۴/۷۸۷	۲۶/۵۴۵	۰/۷۸۸	۲۰/۸۱۸	۰/۹۲۴	۱۷/۸۶۳	۰/۹۴۲
LSD ۵٪	۷/۹۴۸	۴/۱۹۹	۰/۷۶۷	۳/۳۰۱	۰/۳۹۲	۳/۶۹۰	۰/۳۲۴

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه(گرم) در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش خشکی.

ژنوتیپ	شاهد	پتانسیل آب۳- بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۰/۱۲۰^{d}	۰/۰۸٦^{bc}	۱/۵۱۸^{abc}	۰/۰۹۲^{bc}	۰/۸۲۱^{abc}	۰/۰۵٤^{de}	۱/۳٤۳^{ab}
BP	۰/۱۳٦^{cd}	۰/۰۹۷^{bc}	۱/۲۵٤^{abc}	۰/۰۹٦^{abc}	۰/۸٦۸^{abc}	۰/۰۷۹^{bc}	۰/۸۸۳^{bc}
گرگان-۳	۰/۱۵۳^{ab}	۰/۱۳۳^{a}	۰/۷٤۷^{bcd}	۰/۱۰٤^{ab}	۱/۱٤۸^{ab}	۰/۱۱۳^{a}	۰/۵۹٦^{cd}
ویلیامز	۰/۱۵٦^{a}	۰/۱۰۰^{b}	۱/۹۷۳^{a}	۰/۰۹۲^{bc}	۱/٤۷٤^{a}	۰/۰۵۹^{cd}	۱/٤۹٤^{a}
هابیت	۰/۰۸٦^{cf}	۰/۰۸۳^{bc}	۰/۱۷۵^{d}	۰/۰۸۰^{cd}	۰/۲۸۱^{c}	۰/۰٦٤^{cd}	۰/۵۷۹^{cd}
LWK	۰/۰۷٦^{f}	۰/۰۷٦^{d}	۰/۹۲۸^{bcd}	۰/۰۵۹^{de}	۰/۸۷۰^{abc}	۰/۰۵٦^{cde}	۰/٦۳٤^{cd}
سحر	۰/۱۱٦^{d}	۰/۰۸۳^{bc}	۱/۵۵۲^{ab}	۰/۰۹٦^{abc}	۰/٦۳۳^{bc}	۰/۰۹۹^{ab}	۰/۳۸۸^{d}
LBK	۰/۰۹٦^{e}	۰/۰۸۰^{cd}	۰/۹۹۱^{bcd}	۰/۰۵٦^{e}	۱/٤۸۱^{a}	۰/۰۳٤^{e}	۱/۵٤۳^{a}
هاگ	۰/۱٦٦^{a}	۰/۱٤۹^{a}	۰/۵۷۹^{cd}	۰/۱۱٦^{a}	۱/۰۱۵^{ab}	۰/۱۰۸^{a}	۰/۸۵۰^{e}
دیر	۰/۱۱٦^{d}	۰/۰۹٦^{bc}	۰/۹۳۹^{bcd}	۰/۰۸۰^{cd}	۱/۱۲۳^{ab}	۰/۰۷۰^{cd}	۰/۹٦۳^{bc}
هیل	۰/۱٤۰^{bc}	۰/۱۳۵^{a}	۰/۱۷۱^{d}	۰/۱۰۰^{abc}	۰/۹۹۹^{abc}	۰/۰٤۹^{de}	۱/۵۱۳^{a}
میانگین	۰/۱۳۳	۰/۱۰۰	۰/۹۸٤	۰/۰۸۸	۰/۹٦٤	۰/۰۷۱	۰/۹۱۸
LSD ٪۵	۰/۰۳۵	۰/۰۱۸	۰/۹۵٤	۰/۰۲۱۹	۰/۸۲۸	۰/۰۲۳	۰/۵۸۵

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر ژنوتیپ، خشکی و اثرات متقابل آنها بر پرولین موجود در بافت گیاه معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین پرولین (میکرومول پرولین در میلی‌گرم بافت نر) ژنوتیپ‌های مختلف سویا در جدول ٦ نشان داده شده است. با افزایش تنش خشکی میزان پرولین افزایش یافت. در همه سطوح تنش ژنوتیپ گرگان-۳ دارای بیشترین و ژنوتیپ JK دارای کمترین مقدار پرولین بود. بالا بودن شاخص حساسیت پرولین به تنش بر خلاف سایر موارد معرف تحمل بیشتر می‌باشد. شاخص حساسیت ژنوتیپ‌های مختلف سویا به تنش‌های خشکی نشان داد که در پتانسیل آب ۳- بار دیر و سحر به‌ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در پتانسیل آب ۷- بار سحر متحمل‌ترین و JK حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در پتانسیل آب ۱۰- بار هابیت و سحر به ترتیب به‌عنوان حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. شاخص حساسیت برای کلیه سطوح خشکی نشان می‌دهد که سحر و گرگان -۳ متحمل‌ترین و هابیت و ویلیامز حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۸).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری نیتروژن (گرم در گرم بافت خشک) در جدول ۷ آمده است. اثرات خشکی و ژنوتیپ بر مقدار نیتروژن معنی‌دار بوده است. با افزایش تنش خشکی میزان نیتروژن کل کاهش یافت. ژنوتیپ گرگان-۳ در همه تیمارها بیشترین و ژنوتیپ‌های LWK، LWK، LBK و JK کمترین عملکرد نیتروژن را داشتند. بررسی شاخص حساسیت به خشکی نیتروژن نشان داد که در پتانسیل آب ۳- بار دیر به‌عنوان متحمل‌ترین و ویلیامز حساس‌ترین بود. در پتانسیل آب ۷- بار هابیت و دیر متحمل‌ترین و ویلیامز حساس‌ترین بودند. در پتانسیل آب ۱۰- بار هابیت متحمل‌ترین و BP حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. میانگین شاخص حساسیت به خشکی نشان می‌دهد، ژنوتیپ‌های ویلیامز و BP دارای بیشترین تحمل و ژنوتیپ‌های دیر و هابیت دارای بیشترین حساسیت بودند(جدول ۸).

در این تحقیق آثار منفی تنش خشکی بر سطح برگ، ارتفاع ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه به وضوح دیده شد. اولین اثر تنش خشکی کاهش تورژسانس می‌باشد که سرعت رشد سلول و اندازه نهایی آنرا تحت تاثیر قرار می‌دهد (تایز و زیگر[1]، ۱۹۹۸). در این تحقیق با افزایش تنش خشکی سطح برگ بوته‌های سویا بطور معنی‌داری کاهش یافت. ریزش جزئی و کامل

1- Taiz & Zigger

www.SID.ir

Archive of SID

برگ‌ها از عوامل موثر در کاهش تعرق است (تایز و زیگر، ۱۹۹۸). سینکلر و همکاران (۱۹۸۷)، هیترلی و همکاران (۱۹۹۲)، اهاشی و همکاران (۱۹۹۹) و دسکلاکس و همکاران (۲۰۰۰) در گیاه سویا به نتیجه مشابه رسیدند. رشد بوته سویا رابطه مستقیم با سطح برگ دارد، بنابراین کمبود آب در اوایل فصل، به‌علت جلوگیری از افزایش سطح، رشد سویا را کاهش می‌دهد (لطیفی، ۱۳۷۲). ژنوتیپ‌های مختلف سویا در این تحقیق عکس‌العملهای متفاوتی نشان دادند که به اختلافات ژنتیکی ژنوتیپ‌های سویا از نظر فتوسنتز و مقاومت روزنه‌ای در مراحل مختلف رشد رویشی بر می‌گردد (فردریک[1]، ۱۹۹۰).

جدول ۵ـ مقایسه میانگین وزن خشک کل گیاه (گرم) در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش خشکی.

ژنوتیپ		پتانسیل آب۳- بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب ۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۰/۹۹۰^{bc}	۰/۸۹۳^{de}	۰/۸۴۸^{b}	۰/۶۱۸^{cd}	۰/۸۵۹^{b}	۰/۴۸۷^{ef}	۰/۸۸۳^{c}
BP	۱/۱۵۶^{bc}	۰/۸۳۴^{de}	۱/۰۰۱^{ab}	۰/۶۵۲^{cd}	۰/۹۷۱^{ab}	۰/۴۹۹^{ef}	۰/۹۸۴^{bc}
گرگان-۳	۱/۸۰۶^{a}	۱/۴۶۱^{a}	۰/۸۸۶^{ab}	۱/۰۰۴^{ab}	۱/۰۱۱^{ab}	۰/۸۵۷^{ab}	۱/۰۰۵^{bc}
ویلیامز	۱/۶۸۶^{a}	۱/۰۲۰^{c}	۱/۵۷۱^{a}	۰/۶۶۲^{cd}	۱/۳۹۶^{a}	۰/۴۷۵^{ef}	۱/۲۴۵^{a}
هابیت	۱/۱۵۰^{bc}	۰/۹۱۳^{cd}	۰/۸۳۳^{b}	۰/۸۳۳^{c}	۰/۸۱۶^{b}	۰/۵۷۲^{cde}	۰/۸۶۵^{c}
LWK	۰/۹۴۰^{c}	۰/۸۲۶^{e}	۰/۹۱۹^{ab}	۰/۶۲۹^{cd}	۰/۸۱۴^{b}	۰/۴۴۵^{fg}	۰/۸۸۷^{c}
سحر	۱/۰۹۳^{bc}	۰/۸۷۶^{d}	۰/۸۲۲^{b}	۰/۸۵۶^{c}	۰/۸۰۵^{b}	۰/۵۰۸^{def}	۰/۹۲۶^{c}
LBK	۱/۰۶۲^{bc}	۰/۸۱۰^{de}	۰/۹۱۲^{ab}	۰/۵۱۹^{d}	۱/۱۲۹^{ab}	۰/۳۶۴^{g}	۱/۱۲۰^{ab}
هاگ	۱/۸۹۳^{a}	۱/۳۸۲^{a}	۰/۹۸۹^{ab}	۱/۰۸۶^{a}	۰/۹۵۳^{b}	۰/۸۴۸^{a}	۰/۹۵۲^{bc}
دیر	۱/۲۴۳^{b}	۱/۰۳۰^{c}	۰/۶۹۹^{b}	۰/۷۰۳^{c}	۰/۹۸۹^{ab}	۰/۶۰۵^{cd}	۰/۸۸۷^{c}
هیل	۱/۶۴۳^{a}	۱/۳۳۲^{bc}	۱/۰۳۷^{ab}	۰/۹۳۰^{b}	۰/۹۹۸^{ab}	۰/۶۶۸^{bc}	۱/۰۳۰^{bc}
میانگین	۱/۳۳۳	۱/۰۰۷	۰/۹۵۶	۰/۷۵۴	۰/۹۵۸	۰/۵۶۷	۰/۹۸۰
LSD %۵	۰/۲۷۲	۰/۱۳۰	۰/۷۰۳	۰/۱۴۵	۰/۴۲۶	۰/۰۹۸	۰/۱۸۵

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۶- مقایسه میانگین پرولین(میکرو مول بر گرم وزن تر)ژنوتیپ‌های سویا در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش خشکی.

ژنوتیپ	شاهد	پتانسیل آب۳- بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۳/۶۵۵^{f}	۳/۹۹۰^{f}	/۷۵۶^{abcde}	۴/۲۸۵^{f}	۰/۵۲۷^{d}	۵/۲۸۵^{f}	۰/۷۸۳^{cde}
BP	۳/۹۱۵^{f}	۴/۶۸۵^{e}	۱/۶۲۶^{ab}	۵/۳۳۰^{e}	۱/۰۹۰^{abc}	۵/۹۷۰^{def}	۰/۹۲۳^{d}
گرگان-۳	۶/۱۲۵^{a}	۷/۱۹۵^{a}	/۴۳۸^{abcd}	۸/۹۷۰^{a}	۱/۴۰۰^{ab}	۱۰/۷۸۵^{a}	۱/۳۳۷^{bc}
ویلیامز	۴/۸۹۵^{d}	۵/۱۷۵^{d}	۰/۴۸۵^{de}	۶/۲۱۰^{d}	۰/۸۰۹^{cd}	۶/۶۷۵^{d}	۰/۶۴۲^{ef}
هابیت	۵/۰۷۲^{cd}	۵/۱۳۵^{d}	۰/۱۰۹^{e}	۶/۱۲۰^{d}	۰/۶۲۳^{cd}	۶/۴۰۰^{de}	۰/۴۶۱^{f}
LWK	۴/۳۹۵^{e}	۴/۷۵۰^{e}	۰/۶۶۶^{bcde}	۵/۶۱۵^{de}	۰/۸۳۱^{cd}	۶/۰۰۵^{def}	۰/۶۴۴^{ef}
سحر	۴/۹۴۵^{d}	۵/۹۷۵^{c}	۱/۸۲۱^{a}	۷/۴۲۵^{bc}	۱/۵۰۳^{a}	۹/۶۲۵^{b}	۱/۶۶۴^{a}
LBK	۳/۹۳^{f}	۴/۱۸۵^{f}	۰/۵۴۰^{cde}	۵/۰۷^{e}	۰/۸۷۲^{cd}	۵/۵۳۵^{ef}	۰/۷۲۵^{de}
هاگ	۵/۱۰۰^{cd}	۶/۰۶۰^{c}	۱/۵۵۶^{abc}	۶/۸۵۰^{c}	۱/۰۲۰^{bc}	۹/۳۹۰^{b}	۱/۴۷۸^{ab}
دیر	۵/۴۱۰^{bc}	۵/۳۹۵^{d}	—۰/۰۱۳^{e}	۶/۹۲۰^{c}	۰/۸۴۹^{cd}	۷/۶۷۵^{c}	۰/۸۳۵^{de}
هیل	۵/۶۲۰^{b}	۶/۷۱۵^{b}	۱/۶۱۶^{ab}	۷/۶۶۰^{b}	۱/۰۸۷^{abc}	۹/۵۴۰^{b}	۱/۲۲۶^{c}
میانگین	۴/۸۲۳	۵/۳۸۶	۰/۹۵۴	۶/۴۰۵	۰/۹۶۴	۷/۵۳۵	۰/۹۶۵
LSD %۵	۰/۳۴۷	۰/۳۱۶	۱/۰۲۱	۰/۶۲۵	۰/۴۸۱	۰/۸۷۰	۰/۲۳۳

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

1- Frederick

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از تاثیر خشکی بر طول ساقه نشان داد که خشکی بر ارتفاع ساقه اثر معنی‌دار دارد. نتایج این آزمون با تحقیقات، کپوقومو و همکاران (۱۹۹۰)، هیترلی و همکاران (۱۹۹۲)، پورسل و همکاران (۲۰۰۰) و اسپیت و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی داشت. دسکلاس و همکاران (۲۰۰۰) ارتفاع گیاه را برای تشخیص حساسیت به تنش‌های جزئی قبل از گلدهی مفید دانستند. کمبود آب رشد هر دو قسمت اندام‌های هوایی و زیرزمینی را کاهش می‌دهد اما تاثیر بیشتری بر روی قسمت‌های هوایی می‌گذارد (حسین و آسپینال، ۱۹۹۰). شارپ (۱۹۹۰) کاهش قسمت‌های هوایی گیاه را به افزایش اسیدآبسیریک اسید نسبت داد. از نظر اقتصادی وجود کربوهیدرات در ریشه بر ساقه تقدم دارد (صدرآبادی، ۱۳۶۸) و به همین دلیل وزن خشک ساقه نسبت به ریشه کاهش بیشتری می‌یابد، زیرا ریشه‌ها از نظر دریافت مواد فتوسنتزی و جذب آب اهمیت بیشتری برای گیاه دارند. کپوقومو و همکاران (۲۰۰۲) ارتفاع ساقه سویا را در زمان تنش، فاکتور مناسبی برای پیش‌بینی تحمل ارقام به کم آبی معرفی کردند. بین عملکرد سویا در زمان تنش و ارتفاع سویا همبستگی ژنتیکی وجود دارد (اسپیت و همکاران[1]، ۲۰۰۱). بدین‌ترتیب بوته‌هایی از سویا که قادرند در زمان تنش خشکی ارتفاع خود را حفظ کنند، کاهش عملکرد کمتری خواهند داشت.

در این آزمایش خشکی سبب کاهش وزن خشک ریشه گردید که مشابه نتایج پورسل و همکاران (۲۰۰۰) است که در گیاه سویا به‌دست آوردند. در اثر کاهش پتانسیل آب، بافت ریشه نیز مانند سایر اندام‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد که اما میزان این کاهش به مراتب کمتر از اندام‌های هوایی گیاه است زیرا در اثر کاهش گسترش برگ از مصرف کربن و انرژی گیاه کاسته شده و میزان بیشتری از ذخایر گیاه در اختیار ریشه قرار می‌گیرد تا ریشه به‌منظور جذب بیشتر آب به سمت لایه‌های مرطوب خاک رشد کند (تایز و زیگر، ۱۹۹۸). نتایج گزارش شده توسط آزمایشات دسیلوا و همکاران (۱۹۹۶) و پورسل و همکاران (۲۰۰۰) گویای این مطلب است که ارقام متحمل به خشکی سویا دارای وزن خشک ریشه بیشتری نسبت به ارقام حساس هستند.

با کاهش پتانسیل آب میزان پرولین بطور معنی‌داری افزایش یافت که مشابه نتایج نایدو و همکاران (۱۹۹۲) در گیاه جو و لازکانو و لووایت (۱۹۹۹) در لوبیاست. در گیاه سویا نیز توسط کوهی و همکاران (۱۹۹۱) و دارند و همکاران (۲۰۰۰) مشابه این نتیجه گزارش شده است. در اثر کمبود آب گیاه با تغییرات بیوشیمیایی متعددی مواجه است. یکی از این تغییرات فیزیولوژیک تنظیم اسمزی است. هر نوع افزایش در پتانسیل آب سلول‌ها به حفظ حالت تورژسانس کمک می‌کند (تایز و زایگر، ۱۹۹۸). پرولین یکی از تنظیم‌کننده‌های اسمزی است که افزایش آن موجب سازش سلول گیاهی در شرایط تنش و حفاظت از آنزیم‌ها و ساختار سلولی می‌شود. تحریک سنتز پرولین در شرایط تنش می‌تواند یک نوع محل مصرف برای مواد احیا شده در تنفس و فتوسنتز باشد (لاهیر[2]، ۱۹۹۳).

1- Speeht et al

2- Lahere

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷- مقایسه میانگین عملکرد نیتروژن (گرم درگرم بافت خشک گیاه) در شاهد و سه سطح پتانسیل آب همراه با شاخص حساسیت به تنش خشکی.

ژنوتیپ	شاهد	پتانسیل آب-۳ بار		پتانسیل آب ۷- بار		پتانسیل آب ۱۰- بار	
		مقدار	SI	مقدار	SI	مقدار	SI
JK	۰/۰۲۵۲^{e}	۰/۰۱۸۲^{fig}	۰/۸۵۹^{ab}	۰/۰۱۲۵^{efig}	۰/۹۳۱^{bcd}	۰/۰۰۵۶^{e}	۱/۱۲۱^{abc}
BP	۰۳۲۱^{cde}	۰/۰۲۰^{def}	۱/۱۶۸^{ab}	۰/۰۱۲۱^{fg}	۱/۱۴۶^{ab}	۰/۰۰۵۸^{e}	۱/۱۷۹^{a}
گرگان-۳	۰/۰۵۷۹^{a}	۰/۰۴۳۳^{a}	۰/۸۸۸^{b}	۰/۰۲۷^{a}	۰/۹۸۶^{abcd}	۰/۰۱۹۲^{a}	۰/۹۵۷^{cd}
ویلیامز	/۰۴۴۸^{bc}	۰/۰۲۱۸^{de}	۱/۵۷۰^{a}	۰/۰۱۴۲^{def}	۱/۲۶۵^{a}	۰/۰۰۸۷^{de}	۱/۱۵۸^{ab}
هابیت	۰/۰۲۷۸^{e}	۰/۰۲۱۴^{def}	۰/۷۱۷^{b}	۰/۰۱۷۱^{cd}	۰/۷۰۶^{d}	۰/۰۱۴۱^{b}	۰/۷۰۵^{e}
LWK	۰/۰۲۴۳^{de}	۰/۰۱۵۹^{g}	۱/۱۴۵^{ab}	۰/۰۱۳۹^{def}	۰/۸۹۱^{cd}	۰/۰۰۸۳^{de}	۰/۹۴۴^{cd}
سحر	/۰۳۰۵^{de}	۰/۰۱۹۱^{efig}	۰/۷۱۸^{b}	۰/۰۱۵۶^{de}	۰/۹۰۱^{bcd}	۰/۰۸۷^{de}	۱/۰۲۴^{abcd}
LBK	۰/۰۲۴۵^{e}	۰/۰۱۸۱^{fig}	۰/۷۳۴^{b}	۰/۰۰۹^{g}	۱/۱۳۱^{ab}	۰/۰۰۶۵^{e}	۱/۰۴۱^{abcd}
هاگ	/۰۵۳۱^{ab}	۰/۰۳۲۴^{b}	۱/۰۵۵^{ab}	۰/۰۲۲۵^{b}	۱/۰۳۹^{abc}	۰/۰۱۷۹^{a}	۰/۹۴۳^{cd}
دیر	۰/۰۲۶۶^{e}	۰/۰۲۵۴^{d}	۰/۴۴۶^{b}	۰/۰۱۳۸^{def}	۰/۸۸۷^{d}	۰/۰۱۰۵^{cd}	۰/۸۷۱^{de}
هیل	۰۴۱۵^{bcd}	۰/۰۲۸۸^{e}	۰/۹۳۳^{ab}	۰/۰۲۰۳^{abc}	۰/۹۴۳^{bcd}	۰/۰۱۳۱^{bc}	۰/۹۸۳^{bcd}
میانگین	۰/۰۳۵۳	۰/۰۲۳۸	۰/۹۵۳	۰/۰۱۶۲	۰/۹۷۵	۰/۰۱۰۷	۰/۹۹۳
LSD ‰	۰/۰۱۲۹	۰/۰۰۳۴	۰/۷۷۹	۰/۰۰۳۳	۰/۲۹۸	۰/۰۰۳۳	۰/۱۸۳

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- میانگین شاخص حساسیت به تنش خشکی در صفات مورد ارزیابی.

طول ساقه		سطح برگ		وزن خشک ریشه		وزن خشک کل		پرولین		عملکرد نیتروژن	
ژنوتیپ	شاخص	ژنوتیپ	شاخص	ژنوتیپ	شاخص	ژنوتیپ	شاخص	ژنوتیپ	شاخص	ژنوتیپ	شاخص
LWK	۱/۵۵۹	ویلیامز	۱/۲۹۸	ویلیامز	۱/۷۵۹	ویلیامز	۱/۳۹۵	سحر	۱/۶۴۸	ویلیامز	۱/۲۸۰
هاگ	۱/۱۸۳	LWK	۱/۱۹۴	هابیت	۱/۵۷۳	LBK	۱/۱۴۱	گرگان-۳	۱/۳۸۸	BP	۱/۱۶۵
گرگان۳	۱/۱۸۳	LBK	۱/۱۳۹	LBK	۱/۵۶۶	BP	۱/۰۴۲	هاگ	۱/۳۴۳	هاگ	۱/۰۴۵
ویلیامز	۱/۰۳۱	سحر	۱/۱۳۳	JK	۱/۳۴۷	هاگ	۱/۰۱۴	هیل	۱/۲۴۶	LBK	۱/۰۳۵
دیر	۱/۰۰۲	هاگ	۱/۰۳۵	LWK	۱/۲۹۷	گرگان۳	۰/۹۸۶	BP	۱/۰۷۴	سحر	۱/۰۰۷
هیل	۰/۹۹۴	BP	۱/۰۲۱	هیل	۱/۲۳۵	دیر	۰/۹۰۸	LBK	۰/۷۵۷	JK	۰/۹۹۹
JK	۰/۹۵۳	JK	۰/۹۷۷	BP	۱/۰۴۴	LWK	۰/۸۸۰	LWK	۰/۷۱۸	هیل	۰/۹۵۹
LBK	۰/۸۸۰	هیل	۰/۸۴۹	هاگ	۰/۹۵۱	JK	۰/۸۷۹	JK	۰/۷۰۴	گرگان۳	۰/۹۳۱
هابیت	۰/۷۸۲	دیر	۰/۸۴۴	گرگان۳	۰/۹۰۹	هیل	۰/۸۷۳	دیر	۰/۶۸۹	LWK	۰/۹۱۲
BP	۰/۴۵۷	گرگان۳	۰/۷۵۰	سحر	۰/۸۱۰	سحر	۰/۸۶۹	ویلیامز	۰/۶۸۴	دیر	۰/۷۹۱
سحر	۰/۳۵۳	هابیت	۰/۶۴۸	دیر	۰/۰۰۱۴	هابیت	۰/۸۴۵	هابیت	۰/۴۷۷	هابیت	۰/۷۱۱

در این آزمایش با کاهش پتانسیل آب گرم نیتروژن موجود در بافت گیاه کاهش معنی‌دار یافت که مشابه نتایج سراج و سینکر (۱۹۹۶) و اهاشی و همکاران (۱۹۹۹) می‌باشد. تنش خشکی باعث کاهش تقاضا و نیاز ساقه به نیتروژن، همچنین سبب کاهش نقل و انتقال املاح نیتروژنی مانند اوره می‌شود (سراج و سینکلر، ۱۹۹۶).

ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۹) نشان می‌دهد کلیه صفات اندازه‌گیری شده (به استثناء پرولین) همبستگی مثبت و معنی‌داری با یکدیگر داشتند. طبق مشاهدات درج شده، کاهش ارتفاع ساقه، کاهش موقعیت ایجاد شاخه‌های فرعی و در نتیجه کاهش تعداد برگ‌های گیاه و در نهایت کاهش سطح برگ و وزن خشک سایر اندام‌های گیاه را به دنبال خواهد داشت. کمترین میزان همبستگی متعلق به پرولین بود. از آنجائیکه میزان پرولین با افزایش تنش افزوده می‌شود، همبستگی پرولین با سایر صفات منفی است. همانطور که مشهود است پرولین تنها

www.SID.ir

Archive of SID

با طول ساقه و سطح برگ همبستگی معنی‌دار داشته است. این مسئله نشان می‌دهد که اگرچه این ماده طبق همه شواهدی که قبلاً توضیح داده شد، در زمان تنش زیاد می‌شود و افزایش آن از مکانیسم‌های تحمل گیاه به شمار می‌رود اما آهنگ این روند فیزیولوژیک با صفات مورفولوژیک گیاه همخوانی زیادی ندارد.

بطور کلی در این تحقیق ژنوتیپ‌های سحر، هیل، دیر و تا حدی گرگان-۳ دارای تحمل نسبی به تنش بودند. ژنوتیپ هابیت علی‌رغم اینکه در کلیه صفات اندازه‌گیری شده تولید کمتری نسبت به سایر ارقام داشت ولی با افزایش تنش خشکی کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها تحت تاثیر قرار گرفت و به همین دلیل دارای شاخص حساسیت به خشکی پایین و طبق تعریف، تحمل بیشتری داشت. ژنوتیپ‌های ویلیامز، LBK و BP از حساس‌ترین ارقام بودند.

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی.

	طول ساقه	سطح برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل	پرولین	عملکرد نیتروژن
طول ساقه	۱/۰۰۰					
تعداد بند ساقه	۰/۷۰۲**					
سطح برگ	۰/۸۳۳**	۱/۰۰۰				
وزن خشک ساقه	۰/۷۱۵**	۰/۷۶۸**				
وزن خشک برگ	۰/۷۵۹**	۰/۸۵۳**				
وزن خشک ریشه	۰/۵۳٤**	۰/٦۲۳**	۱/۰۰۰			
وزن خشک کل	۰/۸۳٦**	۰/۸۵۸**	۰/۷۸٤**	۱/۰۰۰		
پرولین	-۰/۲۱۵*	-۰/۲۸۹*	-۰/۰۲۲ns	-۰/۱٦٦ns	۱/۰۰۰	
عملکرد نیتروژن	۰/۸۳۹**	۰/۸۵۸**	۰/۷٦٤**	۰/۷٦٤**	-/۱٦۰ns	۱/۰۰۰

** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ * معنی‌دار در سطح ۰/۵۰ ns معنی‌دار نیست

منابع

۱.صدرآبادی، ر. ۱۳٦۸. اثر تنش کمبود آب بر رشد، تثبیت بیولوژیک ازت در تعدادی از ارقام و توده‌های یونجه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده علوم زراعی. ۲۵ص.

۲.کوچکی، ع. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان زراعی، جلد اول. روابط گیاه و محیط. انتشارات جهاد دانشگاهی فردوسی مشهد. ۲۹۱ص.

۳.لاهوتی، م. و ر. رحیم‌زاده. ۱۳٦۷. اصول فیزیولوژی گیاهی، جلد اول. انتشارات آستان قدس‌رضوی.۵۹۷ ص.

٤.لطیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.۲۸۲ ص.

5.Bate, L.S., R.P. Waldern, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free prolin for water studies. Plant and soil. 39: 205-207.

6.Benebella, M., A. Berrille, M. Elmidoui, and A. Taloutizte. 1999. Response of sunflower genotypes to different concentrations of sodium choloride. Helia. 60(3:23-29.

7.Boyer, J.S., D.A. Johnson, and S.G. Saupe. 1980 Afternoon water deficits and grain yields in old new soybean cultivars. Agron. J. 72:981-986.

8.De Ronde. J.A., M.H. Spreeth, W.A. Cress, and J.A. Deronde. 2000. Effect of antisense LDELTAI-proline-5-Caroxylate reductase transgenic soybean plants subjected to osmotic and drought stress. Plant Growth. 32(1): 13-26.

9.De Sclaux, D., Huynh. T. T., and P. Roumet. 2000. Identification of Soybean plant Characterictics that indicate the timing of drought stress. Cop Sci. 40:716-722.

10.De Silva, M., L.C. Purcell, and J. King. 1996. Soybean petiol ureide response to water deficits and decrased transpiration. Corp Sci. 36:611-616.

11.Fisher, R.A., and R. Maure. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I Grain yield response. Tour. Agric. Res. 29:897-912.

www.SID.ir

Archive of SID

12.Foster, E.F., A. Pajarito, and J.A. Acostag. 1995. Moisture severs impact on N partitioning. N remobilization and N-use efficiency in beans (Phaseolus vulgaris). J. Agric Sci. (Combidge) 124: 27-37.
13.Frederick, J.R., J.T. Wooleg, J.D. Hesketh, and D.B. Peters. 1990. Water deficit development in old and new soybean cultivars. Agron. J. 82:76.81.
14.Hare, P.D., W.A. Cress, and J.V. Staden. 1999. Proline synthesis and degardation a model system for elucidating stress regrted singal transduction. J. Exp. Bot. 50: 413-434.
15.Heatherly, L.G., H.C. Pringle III, G.L. Sciumbato, L.D. Yaung, M.W. Ebelhar, R.A. Wesley, and G.R. Tupper. 1992. Irrigation of soybean cultivar susceptible and resistant to soybean nematod. Crop Sci. 32:802-806.
16.Husain, I., and D. Aspinal. 1990. Water stress and apical morphogenesis in barely. Ann. Bot. 34:393-408.
17.Kohi, D.H., E.J. Kennelly, Y.X. Zhu, K.R. Schubert, and G. Sheare. 1991. Proline accumulation, nitrogenase activity, and activities of enzyme rlated to prolin metabolism in drought stressed soybean nodule. J. Exp. Bot. 42:831-837.
18.Kpoghomou, B.K., V.T. Sapra, and C.A. Beyl. 1990. Screening for tolerance; Soybean germination and its relationship to seedling reponses. J. of Agron and Crop Science. 164(3):153-159.
19.Lahere, F., L. Leport, M. Petrialsky, and M. Chupport. 1993. Affctors of osmoinduced proline response in higher plants. Plant physoil. Biochem. 31:911-922.
20.Lambert, L., and L.G. Heartherly. 1995. Influence of irrigation on susceptibility of selected soybean genotypes to soybean. Crop Sci. 35:1657-1660.
21.Lazzcano, F., I., and C.J. Lovatt. 1999. Relationship Between relative water as content, nitrogen pools, and growth of *phaseolus Vulgaris L.* and *P. acutifolius A. Gray* during water deficit. Crop Sci. 39:467-475.
22.Naidu, B.P., D. Aspinall, and L.G. Paleg. 1992. Variability in proline accumulating ability of barely cultivars induced by vapor pressure deficit. Plant physiol. 98:716-722.
23.Ohashi, Y., H. Saneo, A.K. Matsumoto, S. Ogata, G.S. Premachandra, and K. Fujita. 1999. Comparision of water stress effects on growth leaf water status, and nitrogen fixation activity in tropical pasture legumes sirarto *(Macroptilium atropurpureum)* and desmodium *(Desmodium intorum)* with soybean *(Glycine max)*. Soil Sci. 45(4) 795-802.
24.Purcell. L.C., C.A. King, and R.A. Ball. 2000. Soybean cultivar difference in uerides and relation ship to drought tolerant nitrogen fixation and mamagance nutrition. Crop. Sci. 40:1062-1070.
25.Ramos, M.L.G., R. Parsons, J.I. Sprent, H.F. Cook, and H.C. Lee. 1995. Investigation of the mechanisms that determine tolerance to water stress in soybean cultivars. Soil Management in Sustaiable Agriculture. 148-153.
26.Saxton, K.E., W.J. Rawls, j.S. Romberger, and R.I. Papendick. 1986. Estimation generalized soil-water characteristics from texture. Soil Sci. Soc. A,er. J. 50: 1031-1036.
27.Serraj, R., and T.R. Sinclair. 1996. Process contributing to N_2-fixation insensitivity to drought in the soybean cultivar Jackson, Crop Sci. 36:961-968.
28.Sharp, R.E. 1990. Comparative sensitivity of root and shoot growth and Physiology to low water potentials. Monograph-British Society for Plant Growth Regulation. 21:29-44.
29.Sinclair, T.R., R.C. Muchow, J.M. Bennett, and L.C. Hammond. 1987. Relative sensitivity of nitrogen and biomass accumulation to drought in filed-grown soybean. Agron. J. 79-986-991.
30.Speeht. J.E., K. Chase. M. Macrander. G.L. Greaf, J. Chung, I.P. Markwell, M. German, J.H. Orf, and K.G. Lark. 2001. Soybean response to water. A QTL Analisis of degree tolerance. Crop Sci. 40:493-509.
31.Taiz, L., and E. Zigger. 1988. Plant physiology, 2nd edition. The lowa State University Press, Ames. P.560.

www.SID.ir

Archive of SID

Agric. Sci. Natur. Resour.,Vol. 11(4), Winter 2005
www.magiran.com/jasnr

Evaluation of drought tolerance of soybean (*Glycine max* L. *Merr*) in vegetative growth

[1]A. Farrokhi, [1]S. Galeshi, [1]E. Zeinali and [2]A. Abdoulzadeh
[1]Department of Agronomy, [2]Department of Biology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

This experiment was conducted to investigate the drought tolerance in 11 genotypes of soybean at vegetative growth stage. The plants cultivated in form of completely randomized blocks design as a factorial with two factors of drought stress and genotype. The factor of genotype had 11 levels and the factor of drought stress has 4 levels including control, -3, -7 and -11 bar soil water potential. The experiment was done in greenhouse of Gorgan University. The water requirement of plants for each irrigation was caclulated with daily scaling of pots and soil moisture curve drawing. The results indicated shoot height, leaf area, dry matter of roots and total plant were significantly reduced under drought stress. The transpiration rate decreased under drought stress, consequently reduction of leaf area (and above ground plant) was more servere than root dry matter. Maintenance of root growth may resulted in the higher water uptake and better adaptation to drought stress. Prolin concentration increased in palnts tissues under drought stress. The higher prolin concentration was observed in the more drought tolerant genotypes. However, no significant dependency was found between prolin concentration and other parameters. There was a positive correlation between identified parameters except prolin concentration. Our data indicated that genotypes of sahar, Hill, Dair and Gorgan-3 had the highest drought tolerance. In spiter of low value of all identified parameters in Habit genotype, this genotype was affected less than other genotypes to drought stress and indicated the least of sensitivity index. The most sensitive genotypes were Williams, LBK and BP.

Keywords: Soybean; Water stress; Vegetative growt

www.SID.ir