تعیین ضریب حساسیت سویا بهاره به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد در مازندران

داود اکبری نودهی[1*]

*۱) استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم‌شهر، نویسنده مسئول مکاتبات: dakbarin@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۸/۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد سویا در منطقه مازندران آزمایشی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار در سه تکرار روی سویا رقم جی‌کی به‌صورت کشت بهاره انجام پذیرفت. تیمارهای تنش آبیاری شامل، TR_0(آبیاری در تمام مراحل رشد،شاهد)، TR_1(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی)، TR_2(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله گلدهی) TR_3(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه)، TR_4(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و گلدهی) TR_5(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و پر شدن دانه)، TR_6(آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه) بود. آبیاری در تمام تیمارها به‌صورت جویچه‌ای انجام شد. در طول آزمایش، رطوبت خاک به‌صورت وزنی اندازه‌گیری و سپس مقدار تبخیر- تعرق توسط روش بیلان آبی تعیین گردید. مقدار باران طی آزمایش ناچیز بود و تیمارهای تحت تنش را مختل نکرد. پس از برداشت و تعیین عملکرد دانه، ضریب حساسیت این رقم به تنش رطوبتی (K_y) با استفاده از رابطه فائو محاسبه گردید. حداکثر عملکرد مربوط به تیمار شاهد با آبیاری کامل و برابر ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و حداقل آن برابر ۲۵۹۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار TR_6 بود. حداکثر تبخیر- تعرق فصلی ۳۶۷ میلی‌متر و حداقل آن ۲۲۵ میلی‌متر به ترتیب مربوط به تیمار TR_1 و TR_6 بود. مقادیر K_y بر اساس رابطه بین کاهش نسبی تبخیر- تعرق و کاهش نسبی عملکرد برای کل دوره رشد ۰/۸۷، برای مرحله رشد رویشی ۰/۱۵، برای مرحله گلدهی ۰/۸۰ و مرحله پر شدن ۰/۹۵ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی؛ سویا؛ ضریب عکس‌العمل عملکرد؛ مراحل رشد

مقدمه

میانگین عملکرد جهانی سویا ۲/۳ تن در هکتار می‌باشد اما بیشتر کشورهای توسعه یافته عملکردی در حد بالای ٤ تن در هکتار دارند. در حال حاضر استان‌های گلستان و مازندران دارای بیشترین سطح زیرکشت سویا بوده و بیش از ۹٤ درصد محصول کشور در این دو استان تولید می‌شود. ولی به علت عدم آبیاری مناسب و به موقع عملکرد کمی عاید کشاورز می‌شود (ایزانلو و همکاران، ۱۳۸٤). گیاهان نسبت به تنش آب (کمبود رطوبت موجود در خاک) در مراحل مختلف رشد، عکس العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهد. در مورد سویا، بسیاری از محققین معتقدند که اگر سویا در مرحله گل دهی با تنش آبی روبرو شود، تولید محصول نسبت به مراحل دیگر رشد، کاهش بیشتری از خود نشان می‌دهد (Doss et al., 1974).

تاکنون تحقیقات زیادی به منظور مطالعه اثر تنش کمبود آب بر روی رشد و نمو و عملکرد گیاه سویا انجام شده است. کمبود آب در بسیاری

از مراحل نمو سویا عملکرد محصول را کاهش داده اما اثرات منفی تنش در طی گل‌دهی و تشکیل بذر و پر شدن دانه خیلی مهم می‌باشد (Soinit and Kramer, 1977). Doss *et al.*, (1974) گزارش کردند که کمبود آب در مرحله گلدهی نسبت به تنش در سایر مراحل کمترین تاثیر را بر اجزا عملکرد و در نتیجه بر عملکرد دانه سویا دارد. در همین حال Boyer *et al.*, (1980) اظهار نمودند که تنش آبی در سراسر مرحله رشد سویا باعث کاهش رشد رویشی شده و بر روی گلدهی و عملکرد اثر می‌گذارد. Doorenbos and kassam (1979) مقدار نیاز آبی سویا را بسته به آب و هوا و طول دوره رشد برای برداشت حداکثر تولید ٤٥٠ تا ٧٠٠ میلی‌متر بیان نمودند و مرحله گلدهی را بحرانی‌ترین دوره رشد سویا به تنش آبی معرفی نمودند. Meckel *et al.*, (1984) بیان نمودند که تنش آبی در مرحله پر شدن دانه را کوتاه نموده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد. Kpoghomou *et al.*, (1990) با اعمال تنش خشکی در طی سه مرحله رویشی، گل‌دهی و پر شدن غلاف در سویا نتیجه گرفتند که تعداد غلاف و وزن بذر از اجزا عملکرد بودند که خیلی تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفتند و تعداد بذر در هر غلاف کمتر تحت تاثیر تنش قرار گرفته بود. Pokpakdi *et al.*, (1990) نیز کاهش در عملکرد بذر، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر را به علت کمبود آب در مراحل زایشی در سویا گزارش کردند ولی کاهش در تعداد بذر در غلاف مشاهده نگردید. Vieira *et al.*, (1992) گزارش کردند که تنش خشکی طی دوره پر شدن دانه در سویا کاهش معنی‌داری را (از ٣٢ درصد تا ٤٢ درصد) در عملکرد موجب می‌شود. آن‌ها اظهار داشتند که تنش خشکی در طی نمو بذر عملکرد را کاهش داده، دوره پر شدن دانه را کوتاه نموده و اندازه نهایی بذر را کم می‌کند.

در تنش‌های شدید، بذر خیلی کوچک، چروکیده و بد شکل می‌شود. Foroud *et al.*, (1993) گزارش نمودند که مرحله R_1 (شروع گل‌دهی) تا مرحله R_5 (شروع پرشدن دانه) حساس‌ترین مراحل رشد گیاه می‌باشند. Palmer *et al.*, (1995) اظهار داشتند چنانچه گیاه سویا در مرحله گل‌دهی، سه تا چهار هفته تحت شرایط خشکی قرار بگیرد، غلاف‌ها تشکیل نمی‌شوند و یا خیلی کم تشکیل می‌شوند. Lambert and Heartherly (1995) گزارش کردند در تیمار شاهد (بدن تنش) سطح برگ‌های سویا ١٦٨ سانتی‌متر مربع و در تیمار تحت تنش ٦٠ سانتی‌متر مربع بود. Dogan *et al.*, (2007) ادعا نمودند که مراحل R_6 (پایان پر شدن غلاف)، R_3 (شروع غلاف دهی) و R_5 (شروع پر شدن دانه) به ترتیب حساس‌ترین مراحل رشد سویا به تنش آبی می‌باشند. علیرغم مناسب بودن عوامل آب و هوایی و همچنین خاک برای رشد سویا در استان مازندران، متوسط عملکرد محصول سویا حدود ٢٠٠٠ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که رضایت بخش نیست. به طوری که از نظر اقتصادی کشت این محصول چندان به صرفه نمی‌باشد. مهم‌ترین عامل پائین بودن عملکرد این محصول، عدم توجه کافی به مسائل به‌زراعی آن از جمله برنامه‌ریزی آبیاری مناسب و اعمال آبیاری مناسب در مراحل حساس رشد می‌باشد. بنابراین با توجه به مسئله مدیریت مزرعه و امکان کمبود آب، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر تنش رطوبتی بر عملکرد گیاه سویا و تعیین حساس‌ترین مرحله رشد سویا به تنش خشکی، محاسبه ضریب واکنش عملکرد به

کمبود آب و راندمان مصرف آب انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شمال شهر نکا در عرض ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ٤ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی منطقه ۶۰۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت منطقه ۱۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی ۷۰٪ و متوسط تبخیر از تشت ۱۳۰۰ میلی متر در سال می‌باشد (جدول ۱).

خاک منطقه مورد آزمایش سیلتی‌رسی بوده که در جدول ۲ برخی ازخصوصیات آن نشان داده شده است.

جدول ۱- پارامترهای اقلیمی منطقه مورد آزمایش (سال۱۳۸۹)

ماه	درجه حرارت ماکزیمم (سانتی‌گراد)	درجه حرارت مینیمم (سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)	تبخیر ازتشت (میلی‌متر در روز)	سرعت باد (متر در روز)	رطوبت نسبی (درصد)
خرداد	۲٦	۲۰/٦	۰/۳	۲۱۵/۳	۲/۳	۷۰
تیر	۲۹	۲٤	۲/٦	۲۲۷/۸	۲/۷	۷۱
مرداد	۲۹	۲۳	۳/٥	۲۳٦	۲/۷	٦۷
شهریور	۲٦	۲۰/۷	۲۳/۸	۱۷۰	۲/۳	۷۱

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	ظرفیت مزرعه (٪)	نقطه پژمردگی دائم (٪)	وزن مخصوص ظاهری گرم بر سانتی‌متر کعب)	$EC\times10^3$ dS/m	pH	درصد مواد خنثی شده T.N.V%	کربن آلی O.C %	فسفر قابل جذب (P.P.m)	پتاسیم قابل جذب (P.P.m)
۰-۳۰	۲۸/۷	۱٤/۱	۱/۳۱	۰/٦٦	۷/٦	۲٤	۱/۹	۳۷	۳۸۰
۳۰-٦۰	۲۷/۹	۱۳/۸	۱/۳٤	--	--	--	--	--	

آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۷ تیمار آبی بر روی محصول سویا رقم جی‌کی به صورت بهاره انجام شد. تیمارهای کم آبیاری در مراحل مختلف رشد و تیمارهای آبیاری معمولی(شاهد) به قرار زیر بوده‌اند:

TR_0: آبیاری در تمام مراحل رشد (شاهد)، TR_1: آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی، TR_2: آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد گل‌دهی، TR_3: آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه (شکل گیری)، TR_4:آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و گل‌دهی، TR_5: آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و پر شدن دانه، TR_6: آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشدگل‌دهی وپر شدن دانه. تیمارهای آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای در ابعاد ۵× ٤ با فاصله ردیف‌های ٦۰ سانتی‌متر با ۵ ردیف کشت و فاصله گیاهان در روی ردیف‌های ۵ سانتی‌متر به‌مدت یک سال انجام گردید.

مقدار آب آبیاری تیمارها به‌صورت شیاری و با استفاده از کنتور حجمی و بر مبنای رساندن رطوبت خاک در عمق ریشه (عمق ریشه بسته به مراحل رشد گیاه متفاوت در نظر گرفته شده است) به حد ظرفیت زراعی تعیین گردید. سطح

آب زیرزمینی در طی انجام آزمایش بین ۵ تا ۱۰ متر نوسان داشته است. مقدار عمق آب آبیاری به‌صورت رابطه زیر محاسبه گردید:

$$d = \frac{(\theta_{fc} - \theta_w).Z.\rho_b}{۱۰۰} \qquad (۱)$$

که درآن، Θ_{fc}: رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی(٪)، Θ_w: رطوبت وزنی خاک در زمان آبیاری (٪)، Z: عمق ریشه (سانتی متر) و ρ_b: وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم در سانتی‌مترمکعب) می‌باشد.

آبیاری اول (خاک‌آب) و دوم برای جوانه‌زنی یکنواخت، در تمام قطعه به‌صورت جویچه‌ای انجام شد. نیاز آبی گیاه با استفاده از فرمول پنمن- مونتیث اصلاح شده توسط فائو و اعمال ضریب گیاهی (K_c) تعیین شد. پارامترهای مربوط به فرمول پنمن- مونتیث از ایستگاه دشت ناز که نزدیک به محل بود، اخذ شد و ضریب گیاهی با استفاده از دستورالعمل نشریه شماره ۲٤ فائو (Doorenbos and P Pruitt, 1975) تعیین گردید. آبیاری بر اساس ۵۰ درصد تخلیه رطوبت در دسترس و با احتساب راندمان ۹۰ درصد انجام گردید. اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک به‌صورت وزنی و تا عمق ٦۰ سانتی‌متری صورت گرفته است. اندازه گیری رطوبت خاک به صورت هفتگی و همچنین قبل از هر آبیاری صورت می‌گرفت. مراحل رشد با بازدیدهای مستمر از مزرعه مشخص گردید.

اثر تنش آبی در طی فصل رشد بر روی عملکرد محصول به صورت زیر بررسی گردید (Stewart *et al*., 1977 and Doorenbos and Kassam, 1979):

$$\left(1 - \frac{Ya}{Ym}\right) = Ky\left(1 - \frac{ETa}{ETm}\right) \qquad (۲)$$

که در آن: ETa تبخیر-تعرق واقعی، ETm تبخیر-تعرق ماکزیمم، $\left(1 - \frac{Ya}{Ym}\right)$ کاهش عملکرد نسبی و $\left(1 - \frac{ETa}{ETm}\right)$ نسبت کمبود تبخیر و تعرق و K_y فاکتور حساسیت گیاه می‌باشد.

تبخیر- تعرق (ET) برای تیمارهای جداگانه با استفاده از معادله بیلان آب بصورت $ET=P+I+\Delta S-Dp$ بدست آمد (Huang *et al*., 2004). در این معادله ΔS تغییرات ذخیره آب در ابتدا و انتهای فصل رشد (mm)، P بارندگی (mm)، I مقدار آب آبیاری (mm) و D_p آب زهکشی شده می‌باشد. از آنجا که مقدار آب آبیاری فقط به اندازه رساندن رطوبت خاک تا رطوبت ظرفیت مزرعه مورد استفاده قرار گرفته است، بنابراین از مقدار آب زهکشی شده صرفنظر گردیده است.

عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیکی در مرحله رسیدگی از دو خط وسط و با احتساب یک متر حاشیه از طرفین انجام گردید. در پایان مقایر عددی حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای ذکر شده که به صورت میدانی و در سطح تیمارهای آزمایشی برداشت گردید، با کمک نرم افزارهای کامپیوتری نظیر MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه در جدول‌های ۳ و ٤ نشان داده شده است. بر اساس جدول ۳، اثر

تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده است.

بر اساس داده‌های جدول ٤ بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد با آبیاری در تمام مراحل رشد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار TR_6 با تنش در مرحله رشد گل‌دهی و پر شدن دانه می‌باشد. تنش در مرحله گلدهی بر تعداد دانه و در مرحله پر شدن دانه در وزن دانه‌ها تاثیرگذار می‌باشد. بنابراین تنش در این مرحله، کاهش شدید وزن و تعداد دانه و در نهایت کاهش عملکرد را به همراه داشته است.

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزا عملکرد سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		عملکرد دانه
تکرار	۲	۱۱۰۱٤۰
تیمار	٦	۱۸٤۳٦۰۹**
خطا	۱۲	۳٦۳۳۳۰
CV (٪)		۱۵

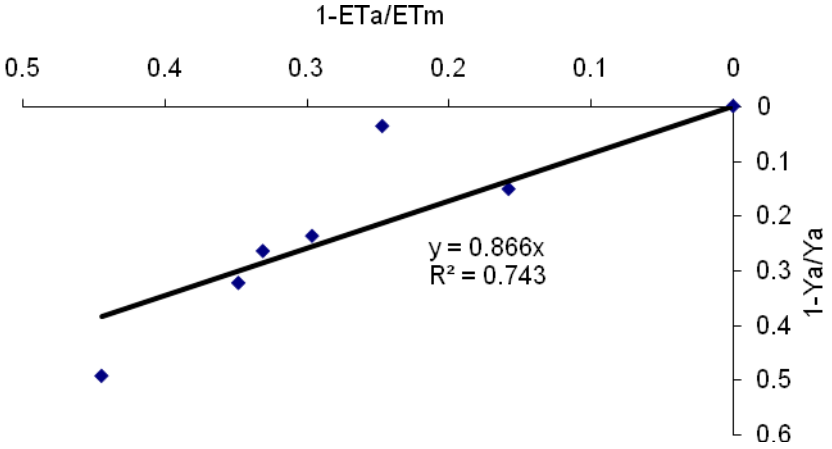
با بررسی تیمارهای TR_1 تا TR_3 که تنش در هر یک از مراحل رشد را نشان می‌دهد، مشخص گردیده است که در تیمار TR_2 که تنش رطوبتی در مرحله رشد گل‌دهی است، کاهش شدید عملکرد مشاهده می‌شود. هر چند آب مصرفی این تیمار بیشتر از تیمار TR_1 می‌باشد. Soinit and Kramer (1977)، Doorenbos and kassam (1979)، Palmer *et al.*, (1995) نیز نتایج مشابه‌ای گزارش نمودند. دانشیان و همکاران (۱۳۷۸) اظهار نمودند که اعمال تنش رطوبتی در مرحله گلدهی باعث بیشترین کاهش عملکرد (۸۰٪) در سویا می‌شود. این در حالی است که Vieira *et al.*, (1992) گزارش کردند که تنش خشکی در طی دوره پر شدن دانه در سویا کاهش معنی‌داری (از ۳۲ درصد تا ٤۲ درصد) در عملکرد را موجب می‌شود.

بعد از مرحله گلدهی تیمار TR_3 (تنش در مرحله پر شدن دانه) نسبت به کم آبی حساسیت نشان داده و مرحله رشد رویشی حساسیت کمتری نسبت به دو مرحله دیگر داشته است. مقدار آب مصرفی برای سویا در منطقه مورد مطالعه ۳٦۷ میلی‌متر بدست آمده است. البته باید به مقدار ذکر شده حدود ۷۰ میلی‌متر آب آبیاری اولیه برای جوانه زدن بذر را اضافه نمود.

در شکل ۱ مقدار محصول و آب مصرفی کرت آزمایشی که بیشترین مقدار عملکرد را تولید نمود به عنوان حداکثر عملکرد (Y_m) و تبخیر – تعرق حداکثر (ET_m) به ترتیب برابر ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۳٦۷ میلی متر تعیین و ضریب K_y برابر ۰/۸۷ حاصل شد. Doorenbos and kassam (1979) مقدار ۰/۸۵ را برای سویا ارائه داده‌اند.

جدول٤- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا عملکرد سویا، مقدار آب آبیاری، مقدار آب مصرفی و نسبت عملکرد

سطوح آبیاری	تعداد آبیاری	آب آبیاری (میلی‌متر)	میانگین مربعات	
			عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	آب مصرفی (میلی‌متر)
TR_0	۷	۳۵۰	۵۱۰۰ A	۳٦۷
TR_1	۵	۲۵۲	٤۹۱٤ AB	۳۰۵
TR_2	۵	۲٤٦	۳۸۹۲ BCD	۳۲٤
TR_3	٤	۲۰۲	٤۳۲۹ ABC	۳٤۱
TR_4	۳	۱٤۸	۳٤۵۵CD	۲٦٤
TR_5	۲	۱۰٤	۳۷۵۲BCD	۲۷۱
TR_6	۲	۹۸	۲۵۹۰D	۲۲۵



شکل۱-ضریب واکنش عملکرد سویا به آبیاری(K_y)

مقادیر K_y برای سویا در منطقه مازندران برای هر یک از مراحل مختلف رشد در جدول ۵ ارائه شده است. در ستون آخر این جدول مقادیر K_y ارائه شده توسط فائو (Doorenbos and kassam, 1979) برای سویا نیز به منظور مقایسه درج شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود K_y مراحل گلدهی و پرشدن تقریباً با داده‌های فائو همخوانی دارد. اما K_y مربوط به مرحله رویشی تا حدودی با مقدار ارائه شده توسط فائو متفاوت می‌باشد که ممکن است به علت اثر واریته، اثر اقلیم یا متغیرهای ناشناخته دیگر باشد. بر اساس داده‌های جدول فوق تیمار T_6 (تنش در مرحله گلدهی و پرشدن) دارای حساسیت بیشتری می‌باشد. به عبارت دیگر مرحله گلدهی و پر شدن حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش آب می‌باشد. Vieira *et al.*, (1992) دوره پر شدن در سویا را حساس‌ترین مرحله رشد معرفی نموده‌اند. Foroud *et al.*, (1993) اظهار داشتند مرحله شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه حساس‌ترین مراحل رشد می‌باشد. اما Dogan *et al.*, (2007) پایان پرشدن

غلاف را حساس‌ترین مرحله رشد سویا به تنش آبی می‌دانند. همچنین داده‌ها نشان می‌دهد که مرحله رشد رویشی دارای کمترین حساسیت نسبت به تنش آب (K_y کم‌تر) می‌باشد.

جدول۵- ضریب حساسیت سویا بهاره در دوره‌های مختلف رشد

تیمار	دوره‌ای که گیاه تحت تنش بود	Ya کیلوگرم در هکتار	Ym کیلوگرم در هکتار	ETa میلی‌متر	ETm میلی‌متر	Ky	مقدار پیشنهادی فائو
T1	رویشی	٤٩١٤	٥١٠٠	٣٠٥	٣٦٧	٠/١٤٨	٠/٢
T2	گلدهی	٣٨٩٢	٥١٠٠	٢٨٥	٣٦٧	٠/٧٩٩	٠/٨
T3	پر شدن دانه	٤٣٢٩	٥١٠٠	٣٤١	٣٦٧	٠/٩٥٦	١
T4	رویشی+ گلدهی	٣٤٥٥	٥١٠٠	٢٦٤	٣٦٧	٠/٩٢٦	---
T5	رویشی+ پرشدن	٣٧٥٢	٥١٠٠	٢٧١	٣٦٧	٠/٧٩٩	---
T6	گلدهی+ پر شدن	٢٥٩٠	٥١٠٠	٢٢٥	٣٦٧	١/١٠٧	--

نتیجه‌گیری

به‌منظور تعیین فاکتور حساسیت گیاه سویا به تنش به‌صورت فصلی و در هر یک از مراحل رشد، آزمایش مزبور صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصله حداکثر عملکرد مربوط به تیمار شاهد با آبیاری کامل در تمام مراحل رشد و حداقل عملکرد با اعمال تنش رطوبتی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه حادث شده است. مقدار فصلی فاکتور حساسیت گیاه سویا برابر ۰/۸۷ به‌دست آمد. این بدان معناست که با کاهش ۱۰ درصد تبخیر- تعرق واقعی نسبت به تبخیر- تعرق پتانسیل تولید سویا نسبت به تولید پتانسیل تقریباً ۹ درصد کاهش می‌یابد. همچنین مقادیر ضریب حساسیت برای هر یک از مراحل رشد برابر ۰/۱٤۸ در مرحله رشد رویشی، ۰/۷۹۹ در مرحله گلدهی و ۰/۹٥٦ در مرحله پرشدن به‌دست آمد. بر این اساس مرحله رشد رویشی دارای کم‌ترین حساسیت و مرحله پر شدن بیشترین حساسیت را نسبت به تنش آبی از خود نشان داده است. بنابراین وقتی که مقدار آب محدود باشد، با کاهش مصرف آن در دوره رشد رویشی می‌توان در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. صرفه‌جویی آب در اواخر دوره گلدهی و اوایل دوره پر شدن، عملکرد محصول را به حداقل خواهد رساند.

فهرست منابع

۱) ایزانلو، ع. ح، زینالی خانقاه.ع، ا، حسین زاده. ن، مجنون حسینی و م، سبکدست. ۱۳۸٤. بررسی عکس العمل ارقام تجارتی سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحلهٔ زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳٦، شماره ٤، ۱۰۲۳-۱۰۱۱.

۲) دانشیان، ج.، ا. مجیدی.، س. ا. هاشمی دزفولی و ق. نور محمدی. ۱۳۷۸. بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم سویا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱ شماره ۳.

3) Boyer, J.S., Johnson, R.R., Saupe, S.G., 1980. Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. Agron. J. 72, 981–985.

4) Doss, B. D., R. W. Pearson, and H. T. Ragers. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. Agron. J. 66:297-299.

5) Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33, FAO, Rome, Italy, 193 pp.

6) Doorenbos, J. and Pruitt, W. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, Italy, 120 pp
7) Dogan, E., Clark, G.A., Rogers, D.H., Martin, V., Vanderlip, R.L., 2007. Onfarm scheduling studies and CERES-Maize simulation of irrigated corn. Appl. Eng. Agric. 22 (4), 509–516.
8) Foroud, N., Mundel, H.H., Saindon, G., Entz, T., 1993. Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield components. Irrig. Sci. 13, 149–155.
9) Huang, M. J. Calich and L. Zhong. 2004. Water-yield relationships and optimal water management for winter wheat in the loes plateau of china. Irrig. Sci. 23:47-54.
10) Kpoghomou, B. K., V. T. Sapra, and C. A. Reyl. 1990. Sensitivity for drought stress of three soybean cultivars during different growth stages. J. Agronomy & Crop Sci. 164, 104-109.
11) Lambert, L., and L. G. Heartherly. 1995. Influence of irrigation on susceptibility of selected soybean genotypes to soybean. Crop. Sci. 35: 1657-1660.
12) Meckel, L.W., Egli, D.B., Philips, R.E., Leggett, J.E., 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybean. Agron. J. 76 (4), 647–650.
13) Palmer. J, E. J. Dunphy, and P. Reese. 1995. Managing drought-stressed soybeans in the southeast. http://www.ces.ncsu. Edu/drought/dro-24. Html.
14) Pokpakdi, A., K. Thiravirojana. I, Saeradee and S. Chaikaew. 1990. Response of new soybean accessions to water stress during reproduce phase. Kasetsart journal, Natural sciences. 24 (3): 375-387.
15) Soinit, N., and P. J. Kramer. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69:274-277.
16) Stewart, J. L., R. E. Danielson., R. J. Hanks., E. B. Jackson., R. M. Hagan., W. O. Pruitt., W., T. Frankilin., and J. P. Rily., 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah water Lab. PRWG151-1, Logan. USA, pp. 191.
17) Vieira, R. D., D. M. Tekrony, and D. B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. crop sci. 32:471-475.

Evaluating soybean response to water stress at different growth stages in Mazandaran province

Davood Akbari Nodehi[1*]

1)* Assistant Professor, Ghaemshahr Branch, Islamic Azad University, Corresponding author, email: dakbarin@yahoo.com

Abstract

In order to investigate the effect of water stress at different growing stages of soybean, an experiment was conducted in Mazandaran in a complete random block design with seven treatments and three replications. The treatments were consisted of: TR_0 (no water stress), TR_1 (water stress at vegetative stage), TR_2 (water stress at flowering stage), TR_3 (water stress at grin filling stage), TR_4 (water stress at vegetative and flowering stage), TR_5 (water stress at vegetative and grin filling stage) and TR_6 (water stress at flowering and grin filling stage). The soil moisture was measured during the experiment by a gravimetric method, and hence, crop actual evapotranspiration was calculated by water balance method. The low rainfall amount did not disturb the treatments. After maturity, grin yield was measured, with yield response factor (K_y) being calculated for each growth stage and according to FAO method. The results indicated that the highest (5100 kg. ha^{-1}) and lowest (2590 kg. ha^{-1}) yield were obtained in TR_0 and TR_6 treatments, respectively. The largest seasonal evapotranspiration (367mm) and the lowest (225mm) were belonged to TR_1 and TR_6, respectively. The yield response factor (K_y) was 0.87 for the total growth period and this factor at vegetative, flowering and grin filling stages were 0.148, 0.8 and 1, respectively.

Keywords: growth stage; K_y; soybean; water stress