مجله حفاظت منابع آب و خاک، سال اول، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۰

# بررسی رابطه مقدار مصرف آب و عملکرد سویا

**داود اکبری نودهی[۱*]**

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

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۸/۵

**چکیده**

حفاظت از منابع آب خوش کیفیت از چالش های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک است. هدف از این پژوهش، تعیین مرحله حساس رشد گیاه سویا به تنش خشکی و تعیین ضریب واکنش گیاه نسبت به آب مصرفی و تعیین راندمان مصرف آب بود. این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۷ تیمار آبی بر روی گیاه سویا رقم جی‌کی بهاره در شهرستان نکا در شرق استان مازندران انجام گرفت. تیمارهای آبیاری در مراحل مختلف رشد شامل آبیاری کامل در طول دوره رشد(شاهد)، تنش رطوبتی در مرحله رویشی، تنش رطوبتی در مرحله گلدهی، آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه، آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و گلدهی، تنش رطوبتی در مرحله رویشی و پر شدن دانه و تنش رطوبتی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه بود. نتایج نشان داد که دوره گل‌دهی یکی از مراحل حساس گیاه سویا در شهرستان نکا می باشد. در تیمار تنش رطوبتی در مرحله رویشی با کاهش ۲۸ درصدی آب مصرفی، حدود ۴ درصد کاهش عملکرد مشاهده شد. بیشترین راندمان مصرف آب نیز مربوط به تیمار تنش رطوبتی در مرحله رویشی بود.

**کلمات کلیدی:** سویا؛ تنش آبی؛ راندمان مصرف آب؛ مراحل حساس رشد

**مقدمه**

کشت سویا در ایران در مناطقی انجام می پذیرد که در طول دوره رشد رویشی، نیاز آبی بایستی از طریق آب آبیاری تامین شود و مرحله گل دهی گیاه که یکی از مراحل حساس می باشد عمدتاً در دوره ای از رشد واقع می شود که نزولات آسمانی در حداقل خود می باشند و این مرحله از رشد گیاه عمدتاً در شرایط گرم و خشک تابستان اتفاق می افتد که امکان طولانی شدن دوره‌های آبیاری و یا به تعویق افتادن دو تا سه آبیاری در طی مراحل حساس رشد بسیار محتمل می‌باشد. لذا مطالعه واکنش گیاه سویا به تنش رطوبتی و تعیین مراحل حساس رشد آن می‌تواند به میزان قابل توجهی از کاهش عملکرد محصول بکاهد (ایزانلو و همکاران، ۱۳۸۴). هر چند که کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا عملکرد محصول را کاهش داده اما اثرات منفی تنش در دوره رشد گل‌دهی و تشکیل بذر و پر شدن دانه اهمیت زیادتری دارد ( Soinit and Kramer, 1977). کمبود آب در مرحله گلدهی نسبت به کمبود آب در سایر مراحل کمترین تأثیر را بر اجزاء عملکرد و در نتیجه بر عملکرد دانه

سویا دارد (Doss *et al.*, 1974). اگرچه تنش آبی در سراسر مرحله رشد سویا باعث کاهش رشد رویشی شده لیکن بر روی گلدهی و عملکرد اثر می‌گذارد (Boyer *et al.*, 1980). مقدار نیاز آبی سویا بسته به شرایط آب و هوا و طول دوره رشد برای برداشت حداکثر تولید ۴۵۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر است و مرحله گلدهی بحرانی‌ترین دوره رشد سویا به تنش آبی است (Doorenbos and Kassam, 1979). تنش آبی در مرحله پر شدن باعث می شود که‌اندازه دانه کوتاه شده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد (Meckel *et al.*, 1984). تعداد غلاف و وزن بذر که از اجزای عملکرد هستند بسیار تحت تأثیر تنش خشکی قرار دارند لیکن تعداد بذر در هر غلاف کمتر تحت تأثیر تنش قرار می گیرد (Kpoghomou *et al.*, 1990). کاهش عملکرد محصول، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر به علت کمبود آب در مراحل زایشی در سویا بوده ولیکن تنش آبی تاثیری بر تعداد بذر در غلاف ندارد(Pokpakdi *et al.*, 1990). تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه کاهش معنی‌داری بین ۳۲ تا ۴۲ درصد در عملکرد محصول دارد. تنش خشکی در دوره رشد و نمو بذر عملکرد را کاهش داده، دوره پر شدن دانه را کوتاه نموده و همچنین در تنش‌های شدید، بذر بسیار کوچک، چروکیده و بد شکل می‌شود (Vieira *et al.*, 1992). چنانچه گیاه سویا در مرحله گل‌دهی، سه تا چهار هفته تحت شرایط خشکی قرار بگیرد، غلاف‌ها تشکیل نمی‌شوند و یا خیلی کم تشکیل می‌شوند (Palmer *et al.*, 1995).

اگر چنان چه آبیاری کامل شود سطح برگ‌های سویا ۱۶۸ سانتی‌متر مربع می شود لیکن در شرایط تنشی سطح برگ ۶۰ سانتی‌متر مربع شد (Lambert and Heartherly, 1995). همچنین می توان مراحل حساس سویا را به ترتیب، پایان پرشدن غلاف، شروع غلاف دهی و شروع پر شدن دانه نام برد (Dogan *et al.*, 2006).

علیرغم مناسب بودن شرایط آب و هوایی و خاک برای رشد سویا در استان مازندران، متوسط عملکرد محصول سویا حدود ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که رضایت بخش نیست. این نسبت بیشتر از متوسط کشوری و ۳۰ درصد کمتر از متوسط جهانی می باشد. 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 آب مناسب در مراحل حساس رشد می‌باشد. بنابراین با توجه به مسئله مدیریت مزرعه و امکان کمبود آب، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر 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.

## روش تحقیق

این تحقیق در شمال شهر نکا با عرض ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴ متر از سطح دریا با متوسط بارندگی ۶۰۰ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت ۱۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط رطوبت نسبی ۷۰٪ و متوسط تبخیر از تشت ۱۳۰۰ میلی متر انجام گرفت. خاک منطقه مورد آزمایش سیلتی-رسی بوده که در جدول ۱ برخی ازخصوصیات آنها نشان داده شده است.

**جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش**

| عمق نمونه برداری (سانتی‌متر) | ظرفیت مزرعه (٪) | نقطه پژمردگی دائم (٪) | وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب) | EC×10$^3$ dS/m | pH | درصد مواد خنثی شد T.N.V% | کربن آلی O.C % | فسفر قابل جذب (P.P.m) | پتاسیم قابل جذب (P.P.m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۳۰ | ۲۸/۷ | ۱۴/۱ | ۱/۳۱ | ۰/۶۶ | ۷/۶ | ۲۴ | ۱/۹ | ۳۷ | ۳۸۰ |
| ۳۰-۶۰ | ۲۷/۹ | ۱۳/۸ | ۱/۳۴ | -- | -- | -- | -- | -- | |

این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۷ تیمار آبیاری بر روی گیاه سویا رقم جی‌کی (*Glycine max L.*) بهاره انجام شد. شکل ۱ نمایی از نقشه طرح آزمایشی و نحوه آرایش تیمارها و تکرارها را نشان می دهد.

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T3 | | T5 | | T0 | | T1 | | T4 | | T6 | | T2 |
| ۲ متر فاصله بین تیمارها | | | | | | | | | | | |
| T1 | | T2 | | T3 | | T6 | | T0 | | T5 | | T4 |
| | | | | | | | | | | | | |
| T5 | | T0 | | T4 | | T2 | | T3 | | T1 | | T6 |

**شکل۱- نمایی از نقشه طرح و نحوه آرایش تیمارها و تکرار ها**

تیمارهای آبیاری در مراحل مختلف رشد به شرح ذیل انجام شد:

$T_0$: آبیاری کامل در طول دوره رشد، $T_1$: تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی، $T_2$: تنش رطوبتی در مرحله رشد گل‌دهی، $T_3$: تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه، $T_4$: تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و گل‌دهی، $T_5$: تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی و پر شدن دانه، $T_6$: تنش رطوبتی در مرحله رشدگل‌دهی وپر شدن دانه.

کرت های آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای در ابعاد ۵× ۴ متر با فاصله ردیف‌های ۶۰ سانتی‌متر با ۵ ردیف کشت و فاصله گیاهان در روی ردیف‌های ۵ سانتی‌متر در فصل کشت بهار ۱۳۸۹ انجام گردید.

مقدار آب آبیاری تیمارها به صورت 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:

$$d = \frac{(\theta_{fc} - \theta_w).Z\rho_b}{100} \quad (1)$$

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

اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک به‌صورت وزنی و تا عمق ۶۰ سانتی‌متری صورت گرفته است. 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 ۲۴ فائو (Doorenbos and Pruitt, 1975) تعیین گردید. در این تحقیق، دور آبیاری برای همه تیمارها براساس ۵۰ درصد تخلیه مجاز رطوبتی بدست آمد.

کارایی مصرف آب (WUE) با استفاده از معادله WUE=Y/ET بیان شده توسط Huang *et al.*, (2004) محاسبه گردید. در این معادله Yعملکرد سویا و ET تبخیر و تعرق واقعی می‌باشد.ET برای تیمارهای جداگانه با استفاده از معادله بیلان آب بصورتET=P+I+ΔS –Dp بدست آمد. 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 به‌اندازه 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. بعد از برداشت محصول، عملکرد حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای ذکر شده که به صورت میدانی و در سطح تیمارهای آزمایشی برداشت گردید، با کمک نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت. ترسیم شکل و محاسبات با استفاده از نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های عملکرد کل بوته، عملکرد دانه و راندمان مصرف آب در جداول ۳ و ۴ نشان داده شده است. بر اساس جدول ۳ مشاهده می شود که اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد کل و عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد و راندمان مصرف آب در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بوده است.

بر اساس جدول ۴ مشاهده می شود که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد با آبیاری کامل با مقدار ۳۵۰ و ۳۶۷ میلی متر میزان آب مصرفی و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار $T_6$ با تنش در مرحله رشد گل‌دهی و پرشدن دانه با مقدار ۹۸ میلی متر آب آبیاری و ۲۲۵ میلی متر آب مصرفی می‌باشد. در تیمار $T_2$ که تنش رطوبتی در مرحله رشد گل‌دهی است، کاهش شدید عملکرد مشاهده می‌شود. که با نتایج Soinit

(1977)، Palmer *et al.*, (1995)، Doorenbos and Kassam (1979) مطابقت دارد.

بعد از مرحله گلدهی تیمار $T_3$ (تنش در مرحله پر شدن دانه) نسبت به کم آبی حساسیت نشان داد و رشد رویشی حساسیت کمتری نسبت به مراحل دیگر داشت. مقدار آب مصرفی برای سویا در منطقه مورد مطالعه ۳۶۷ میلی‌متر بدست آمده است. البته باید به مقدار ذکر شده حدود ۷۰ میلی‌متر آب آبیاری اولیه برای جوانه زدن بذر را اضافه نمود.

حداکثر کارآیی مصرف آب (WUE) ۱/۶۱ کیلوگرم دانه در مترمکعب بود که مربوط به تیمار $T_1$ است که در مرحله رشد رویشی اتفاق افتاد و کمترین کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار $T_6$ است که در مرحله رشد گلدهی و پر شدن دانه اتفاق افتاد و نتایج نشان داد که با تنش آبی در مراحل حساس گلدهی و پر شدن دانه کارایی مصرف آب کاهش داشت، لیکن در مرحله رشد رویشی با کاهش آب مصرفی عملکرد محصول کاهش زیادی نداشت و در نتیجه راندمان مصرف آب بالاترین مقدار را داشته است. که با نتایج Garside *et al.*, (1992) مطابقت دارد.

**جدول۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزا عملکرد سویا**

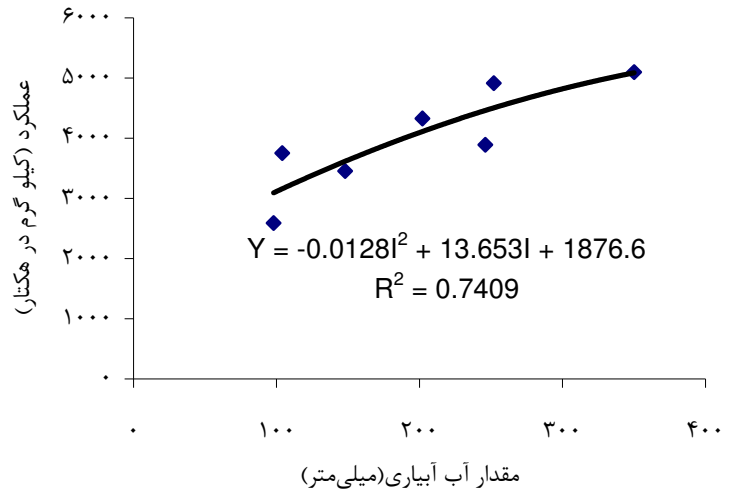
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد کل بوته | عملکرد دانه | WUE |
| تکرار | ۲ | ۴۲۳۴۸۳ | ۱۱۰۱۴۰ | ۰/۰۷۴ |
| تیمار | ۶ | ۲۲۶۳۶۰۳۸$^{**}$ | ۱۸۴۳۶۰۹$^{**}$ | ۰/۱۵۷$^{*}$ |
| خطا | ۱۲ | ۱۰۵۹۰۰۶ | ۳۶۳۳۳۰ | ۰/۰۵۱ |
| CV (٪) | | ۱۰ | ۱۵ | ۱۶.۸ |

با توجه به جدول ۴ مشاهده می شود که در تیمار T1 (تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی) با کاهش ۲۸ درصد آب آبیاری ۳/۶ درصد عملکرد محصول نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است. و در تیمار $T_3$ (تنش در مرحله پر شدن) با کاهش ۴۲ درصدی آب آبیاری ۱۵ درصد عملکرد محصول نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است. با توجه به داده‌های جدول ۴ اگر در مراحل دیگر رشد، آبیاری به مقدار مناسب و در زمان مناسب انجام شود و همچنین برای جوانه زنی یک آبیاری در ابتدای فصل صورت گیرد، می‌توان آبیاری در مرحله رشد رویشی را حذف نمود. همچنین حداکثر مقدار آب داده شده در سال زراعی ۹۰-۸۹ بر اساس داده های جدول ۴ مقدار ۳۵۰ میلی متر بدست آمده است. قاجار سپانلو و بهمنیار (۱۳۸۳) مقدار ۳۴۰ میلی‌متر را برای ارقام مختلف سویا در منطقه ارائه نمودند.

**جدول۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا عملکرد سویا، مقدار آب آبیاری، مقدار آب مصرفی و نسبت عملکرد**

| سطوح آبیاری | تعداد آبیاری | آب آبیاری (میلی‌متر) | عملکرد کل (کیلو گرم در هکتار) | عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) | آب مصرفی (میلی‌متر) | راندمان مصرف آب (کیلو گرم بر متر مکعب) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_0$ | ۷ | ۳۵۰ | ۱۶۴۸۰ A | ۵۱۰۰ A | ۳۶۷ | ۱/۳۹ AB |
| $T_1$ | ۵ | ۲۵۲ | ۱۳۲۶۰ ABC | ۴۹۱۴ AB | ۳۰۵ | ۱/۶۱ A |
| $T_2$ | ۵ | ۲۴۶ | ۱۵۸۵۰ AB | ۳۸۹۲ BCD | ۳۲۴ | ۱/۲ B |
| $T_3$ | ۴ | ۲۰۲ | ۱۵۴۱۰ ABC | ۴۳۲۹ ABC | ۳۴۱ | ۱/۲۷ B |
| $T_4$ | ۳ | ۱۴۸ | ۱۲۵۰۰ C | ۳۴۵۵ CD | ۲۶۴ | ۱/۳ AB |
| $T_5$ | ۲ | ۱۰۴ | ۱۲۹۷۰ BC | ۳۷۵۲ BCD | ۲۷۱ | ۱/۳۸ AB |
| $T_6$ | ۲ | ۹۸ | ۸۴۱۰ D | ۲۵۹۰ D | ۲۲۵ | ۰/۸۴ B |

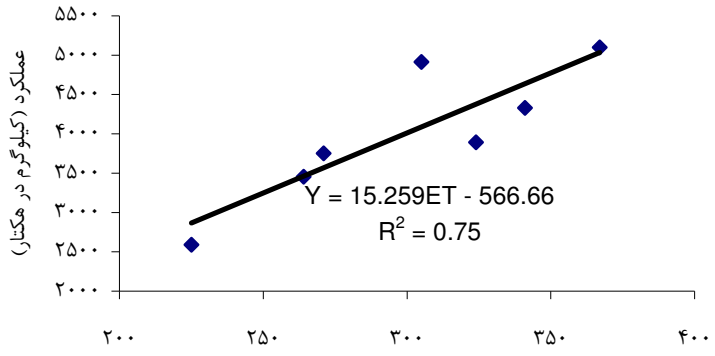
ارتباط بین آب مصرفی سویا و عملکرد سویا متناظر با آن مطابق شکل ۲ استخراج گردید. تابع بدست آمده از نوع درجه دوم می‌باشد. بر اساس شکل مزبور با افزایش مصرف آب، عملکرد به صورت غیر خطی افزایش می‌یابد.




**شکل۲- رابطه بین میانگین مقدار آب مصرفی و عملکرد سویا**

در شکل ۳ تغییرات مقدار محصول نسبت به تبخیر- تعرق رسم شده است. بر اساس شکل مزبور مشاهده گردیده است که تابع تولید نسبت به تبخیر- تعرق خطی می‌باشد. به عبارت دیگر هر کاهشی در تبخیر- تعرق باعث کاهش عملکرد شده است. در شکل ۳ عرض از مبدا منفی است. به عبارت دیگر در عملکرد صفر تبخیر- تعرق برابر ۳۷/۱ میلی‌متر بدست آمده است. این مقدار

تبخیر- تعرق را به عنوان برآوردی از تبخیر از سطح خاک در نظر می‌گیرند. بنابراین سهم تبخیر از تبخیر- تعرق در آزمایش حدوداً برابر ۳۷ میلی‌متر بوده است.




**شکل۳- رابطه میزان تبخیر و تعرق و عملکرد محصول سویا بهاره**

## نتیجه‌گیری

در این مطالعه تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و راندمان مصرف آب سویا مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از آزمایش، مرحله گلدهی و پر شدن دانه مراحل حساس رشد گیاه نسبت به آب با توجه به جدول ۴ در منطقه شمال نکا بود. راندمان مصرف آب که بیانگر راندمان تولید آب مصرفی است در شرایط کم آبی حائز اهمیت بوده و در شرایط فوق وقتی حداکثر باشد، بیشترین محصول را به ازای آب موجود عاید می‌سازد. در این تحقیق تیمار تنش در مرحله رویشی دارای بیشترین کارایی مصرف آب بوده است. علت آن را می‌توان در عدم حساسیت دوره رویشی به تنش دانست. به طوری که با کاهش آن عملکرد نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نداشته است. همچنین رابطه بین تبخیر- تعرق با عملکرد به صورت خطی و رابطه آب آبیاری و عملکرد به صورت غیر خطی برای سویا بدست آمد.

## فهرست منابع


۱) ایزانلو، ع. ح، زینالی خانقاه.ع، ا، حسین زاده. ن، مجنون حسینی و م، سبکدست. ۱۳۸۴. بررسی عکس العمل ارقام تجارتی سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحلهٔ زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶، شماره ۴، ۱۰۲۳-۱۰۱۱.

۲) قاجار سپانلو، م و م.ع. بهمنیار. ۱۳۸۳. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و شاخص برداشت ارقام سویا در مازندران. پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر. سال دوم، شماره دوم. صفحه ۸۹-۷۹.

۳) 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.

4) 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.

5) 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.

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

7) Doorenbos, J. and Pruitt, W. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome, Italy, 120 pp
8) Dogan, E., Clark, G.A., Rogers, D.H., Martin, V., Vanderlip, R.L., 2006. Onfarm scheduling studies and CERES-Maize simulation of irrigated corn. Appl. Eng. Agric. 22 (4), 509–516.
9) 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.
10) Garside, A.L., r. j. Lawn., R. C. Muchow and D. E. Byth. 1992. Irrigation management of soybean in a semi-arid tropical environment. Australian tournal of Agriculture Research. 43(5):1019-1032.
11) 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.
12) 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.
13) Lambert, L., and L. G. Heartherly. 1995. Influence of irrigation on susceptibility of selected soybean genotypes to soybean. Crop. Sci. 35: 1657-1660.
14) 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.
15) 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.
16) 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.
17) Soinit, N., and P. J. Kramer. 1977. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. Agron. J. 69:274-277.
18) 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.
19) 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.