

بررسی تغییرات شاخص تنش آبی گیاه سویا تحت سطوح مختلف آبیاری

حامد احمدی^۱، علی حیدر نصرالهی^۲، مجید شریفی پور^۳، حمیدرضا عیسوند^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه لرستان

۲ و ۳. استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان

۴. دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان

(ahmadi.hamed@ymail.com)

چکیده

در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران به علت عدم توازن زمانی و مکانی بارندگی با دوره رشد گیاهان، تولیدات کشاورزی وابسته به آبیاری است. تنش آبی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که عملکرد گیاهان را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاخص تنش آبی گیاه (CWSI) از شاخص‌هایی است که وضعیت تنش در گیاهان را منعکس می‌کند. به منظور بررسی تغییرات شاخص تنش آبی گیاه سویا در شرایط کم‌آبی با استفاده از دمای پوشش سبز گیاه تحقیقی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف آبیاری (۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی) روی شاخص تنش آبی سویا مورد بررسی قرار گرفت. متوسط شاخص تنش آبی گیاه در طول فصل برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۳۷، ۰/۶۱ و ۰/۸۴ به دست آمد. نتایج تحقیق نشان داد با کاهش آب مصرفی، شاخص تنش آبی گیاه افزایش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: سویا، شاخص تنش آبی گیاه، کم آبیاری.

مقدمه

در شرایطی که آب به مقدار کافی برای آبیاری اراضی کشاورزی وجود نداشته باشد، تولید بهینه در مقابل مصرف آب کمتر، گزینه‌ی مطلوب در مدیریت و برنامه‌ریزی آبیاری است. در این شرایط از آب صرفه‌جویی شده می‌توان اراضی جدید را زیر کشت برد و بدین طریق تولید را افزایش داد [کیانی، ۱۳۸۹]. مطالعه واکنش گیاهان به شرایط کم‌آبی می‌تواند به میزان قابل توجهی از کاهش محصول جلوگیری کند [ایزنلو و همکاران، ۱۳۸۱]. با استفاده از ابزارهای جدید و برنامه‌ریزی‌های دقیق آبیاری، می‌توان افزایش تولید را در کنار حفظ منابع آبی صورت داد. یک برنامه‌ریزی آبیاری مناسب، برنامه‌ای است که بر اساس بررسی وضعیت آب در گیاه توسط شاخص‌های گیاهی باشد. یکی از این شاخص‌های گیاهی دمای پوشش سبز گیاه^۱ است که نشان‌دهنده تنش آبی و شدت تعرق در گیاه می‌باشد. از این شاخص گیاهی برای تشخیص تنش آبی در گیاهان استفاده می‌شود. ایدسو و همکاران، با توسعه این روش شاخصی به نام تنش آبی گیاه (CWSI) را برای بررسی وضعیت تنش آبی و برنامه‌ریزی آبیاری معرفی کردند. آن‌ها روابطی بین دمای هوا و دمای پوشش سبز و کمبود فشار بخار (VPD)^۳ برای شرایط بدون تنش بررسی کردند. آن‌ها دامنه تغییرات CWSI را بین صفر تا یک تعیین کردند. عدد صفر به این معنی است که گیاه با تنش آبی مواجه نیست و شرایط ایده آلی را از لحاظ تعرق دارد، اما عدد یک گویای حداکثر تنش آبی وارد شده به گیاه و توقف کامل تعرق می‌باشد [Idso et al, 1981]. پژوهشگران زیادی استفاده از این شاخص را در تعیین تنش آبی و مدیریت آبیاری بسیاری از گیاهان موفقیت‌آمیز گزارش کرده‌اند. در تحقیقی برنامه‌ریزی آبیاری سویا با مقادیر مختلف CWSI (۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵) برای شروع آبیاری در ایالت اکران آمریکا در آب هوایی نیمه‌خشک مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که مقدار ۰/۲ برای بالاترین عملکرد مناسب است. در این تحقیق همچنین توصیه شد که برای استفاده از CWSI جهت تعیین تنش خشکی و برنامه‌ریزی آبیاری ابتدا باید مطالعاتی جهت تعیین خط مبنای بدون تنش با توجه به موقعیت مکانی مورد مطالعه انجام شود [Nielsen, 1990]. برای زمان‌بندی آبیاری سورگوم توسط

1-Canopy Cover Temperature

2 - Crop Water Stress Index

3-Vapor Presurr Deficit

CWSI در تحقیقی چهار تیمار ۸۰، ۵۵، ۳۰ و ۰ درصد نیاز آبی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن‌ها نشان داد که این شاخص توانایی زمان‌بندی آبیاری در شرایط کم‌آبیاری دارد [O'Shaughnessy et al, 2010]. برنامه‌ریزی آبیاری سویا در بورس ترکیه به روش قطره‌ای در پنج سطح آبیاری انجام شد و حد آستانه و مجاز CWSI برای بهترین عملکرد ۰/۲۲ تعیین شد [Candogan et al, 2013]. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از شاخص CWSI باعث بهبود برنامه‌ریزی آبیاری در مناطق مرطوب خواهد شد [Candogan et al, 2013]. برنامه‌ریزی آبیاری برای گیاه ذرت بهاره تحت آبیاری قطره‌ای در سه سطح آبیاری در اهواز انجام شد و مقدار شاخص تنش آبی گیاه برای تیمارهای مختلف در سه ماه فروردین، اردیبهشت و خرداد محاسبه و رابطه CWSI با عملکرد ارائه شد [محمدی، ۱۳۹۲]. قابلیت شاخص تنش آبی در برنامه‌ریزی آبیاری ذرت در شرایط استفاده از آب‌شور در اهواز بررسی شد و نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان از شاخص CWSI جهت برنامه‌ریزی آبیاری در شرایط آب آبیاری شور هم استفاده کرد [سعیدی نیا و همکاران، ۱۳۹۵]. در این تحقیق همچنین مقدار شاخص CWSI را که مبنای برنامه‌ریزی آبیاری قرار گرفت ۰/۲۳ تعیین شد. گیاه سویا، عنوان مهم‌ترین گیاه روغنی در دنیا را به خود اختصاص داده است. لذا با توجه به اهمیت سویا در تأمین روغن و پروتئین گیاهی، به‌کارگیری راهکارهایی برای افزایش مقدار تولید در واحد سطح این محصول ضروری است؛ بنابراین هدف این تحقیق بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری روی شاخص تنش آبی گیاه (CWSI) به‌عنوان عاملی مهم روی عملکرد محصول و بررسی تغییرات آن در طول فصل کشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و ۳۳ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۱۴۷ متری از سطح دریا از اردیبهشت‌ماه لغایت شهریور سال ۱۳۹۵ به مدت ۵ ماه انجام شد. اقلیم منطقه دارای آب‌وهوای سرد و نیمه‌خشک می‌باشد. متوسط ماهانه برخی از پارامترهای هواشناسی منطقه در طول دوره رشد سویا در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی منطقه در طول دوره رشد

پارامتر اقلیمی	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
بیشینه درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۲۸/۳۹	۳۳/۷۲	۳۹/۹۸	۴۰/۲۴	۳۶/۹۸
کمینه درجه حرارت (درجه سانتی‌گراد)	۱۱/۰۳	۱۳/۰۶	۱۸/۹۶	۲۰/۲۱	۱۵/۶۷
رطوبت نسبی (درصد)	۵۲/۰۸	۲۷/۷۰	۲۰/۸۸	۱۹/۳۰	۲۲/۶۰
سرعت باد (متر بر ثانیه)	۶/۵۴	۶/۱۹	۵/۵۸	۵/۳۵	۵/۷۴
بارندگی (میلی‌متر)	۰	۰	۰	۰	۰

روش اجرای طرح

کاشت بذر سویا رقم M7 در تاریخ ۱۷ اردیبهشت‌ماه و پس از حذف بقایای گیاهی از مزرعه، عملیات شخم و ایجاد جویچه صورت گرفت. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار سطح آبیاری I1 (آبیاری کامل) I2 (۸۰ درصد نیاز آبی) I3 (۶۰ درصد نیاز آبی) I4 (۴۰ درصد نیاز آبی) در ۳ تکرار صورت گرفت. از این‌رو تعداد ۱۲ کرت آزمایشی هر کدام به مساحت ۱۵ مترمربع با ۵ جویچه انتها بسته به طول ۵ متر و عرض ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد. برای بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، نمونه‌برداری از نقاط مختلف تا عمق ۳۰ سانتی‌متری انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. با بررسی و آنالیز عناصر موجود در خاک مقادیر موردنیاز کودهای سولفات، فسفات و اوره محاسبه و در مراحل مختلف رشد در اختیار گیاه قرار گرفت. آبیاری طرح به روش آبیاری جویچه‌ای انجام شد. منبع آب آبیاری چاه موجود در دانشکده بود و از طریق سیستم لوله‌کشی به داخل مزرعه منتقل شد. در این تحقیق دور آبیاری ثابت و به‌طور متوسط ۷ روز در نظر گرفته شد ولی برای اطمینان از اینکه گیاه تحت تنش آبی قرار نگیرد در روزهای بعد از آبیاری پایش رطوبت خاک به روش وزنی از هر سه کرت تیمار شاهد صورت می‌گرفت و با حد مجاز تخلیه رطوبتی خاک مقایسه می‌-

گردید. عمق خالص آبیاری باهدف جایگزین نمودن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه تا حد ظرفیت زراعی محاسبه و عمق ناخالص آبیاری نیز با توجه به راندمان آبیاری ۹۵ درصد تعیین می‌شد. در نهایت حجم آب مورد نیاز برای هر کرت با احتساب سطح کرت و درصد کم آبیاری مورد نظر تعیین و به وسیله یک کنتور حجمی که در مسیر لوله بود اختصاص داده شد. اولین آبیاری در تاریخ ۱۷ اردیبهشت‌ماه و آخرین آبیاری در تاریخ ۱۴ شهریورماه انجام شد.

جدول شماره ۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Mn(ppm)	Fe(ppm)	PH(ppm)	EC(ds/m)	$\rho_b(\text{gr/cm}^3)$	بافت خاک
۱۰/۱	۴/۱	۷/۸	۰/۵۵	۱/۲	رسی

اندازه‌گیری دمای برگ و شاخص تنش آبی گیاه (CWSI)

اندازه‌گیری دمای پوشش گیاهی که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله محیط، مرحله‌ی رشد گیاه، رطوبت خاک و ... است به وسیله دماسنج مادون قرمز انجام شد. دماسنج مادون قرمز در حقیقت یک روش غیر مخرب است که وسیله اندازه‌گیری با گیاه تماس پیدا نمی‌کند و به سرعت می‌تواند درجه حرارت پوشش گیاهی را اندازه‌گیری کند. اندازه‌گیری‌های دمای پوشش گیاهی معمولاً در روزهایی انجام می‌شود که هوا ابری نبوده تا از خطاهای احتمالی جلوگیری شود [طاهری قناد، ۱۳۸۷]. جهت تعیین شاخص تنش آبی (CWSI) دمای پوشش سبز در روزهای قبل از آبیاری به همراه دماسنج‌های تر و خشک در فاصله زمانی ۱۱ الی ۱۴ بعد از ظهر برای هر تیمار اندازه‌گیری شده و شاخص تنش آبی به روش ایدسو طبق رابطه زیر محاسبه شد [Idso et al, 1981].

$$CWSI = \frac{(T_c - T_a)_m - (T_c - T_a)_l}{(T_c - T_a)_u - (T_c - T_a)_l} \quad (1)$$

در رابطه فوق؛ $(T_c - T_a)_m$: اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوا برای روزی است که می‌خواهیم شاخص تنش آب را حساب کنیم. $(T_c - T_a)_l$: اختلاف دمای هوا با پوشش سبز گیاه در شرایط بدون تنش است که در آن میزان تبخیر و تعرق بیشینه بوده و گیاه دچار هیچ تنش آبی نمی‌شود. $(T_c - T_a)_u$: خط مبنای بالایی و یا خط تنش کامل است که معرف اختلاف درجه حرارت پوشش سبز گیاه و هوای مجاور در شرایط تنش کامل (تعرق صفر) است. به منظور تعیین خط مبنای پایین دمای پوشش سبز در روزهای بعد از آبیاری از ساعت ۸ صبح الی ۱۴ بعد از ظهر و به فاصله زمانی ۱ ساعت از هر سه تکرار تیمار شاهد اندازه‌گیری شد. این خط مبنای برای هر گیاه بیانگر این واقعیت است که در هنگام تعرق پتانسیل، هریک از نباتات به اندازه مشخص و معینی در مقابل تغییرات محیطی از خود عکس‌العمل نشان داده و لذا مقادیر تعرق انجام شده در گیاهان مختلف متفاوت است. با داشتن اختلاف دمای هوا (T_a) و پوشش سبز (T_c) یا $(T_c - T_a)$ و کمبود فشار بخار اشباع هوا (VPD) خط مبنای پایین از رابطه زیر محاسبه می‌گردد [Idso et al, 1981].

$$(T_c - T_a)_l = a + b(VPD) \quad (2)$$

a و b به ترتیب عرض از مبدأ و شیب خط می‌باشند و کمبود فشار بخار هوا (VPD) نیز برحسب میلی بار به صورت زیر حساب می‌شود.

$$VPD = e_s(T_a) - e_a \quad (3)$$

$$e_s(T_a) = (0.6108 * \text{EXP}(\frac{17.27 * T_a}{T_a + 237.3})) * \frac{1000}{101} \quad (4)$$

$$e_a = e_s(T_a) * \left(\frac{RH}{100}\right) \quad (5)$$

در روابط فوق، $e_s(T_a)$ فشار بخار اشباع در دمای هوا برحسب میلی بار، e_a فشار بخار واقعی هوا برحسب میلی بار و RH درصد رطوبت نسبی است. درجه حرارت هوا از سایکرومتر موجود در ایستگاه هواشناسی مزرعه که شامل دو دماسنج جیوه‌ای تر و خشک بود قرائت شد. از اختلاف دمای دماسنج تر و خشک جهت تعیین رطوبت هوا و کمبود فشار بخار هوا استفاده شد. شکل ریاضی معادله خط مبنای بالایی نیز به صورت زیر می‌باشد که در آن h مقدار ثابتی است و به موازات محور کمبود فشار بخار اشباع رسم می‌شود.

$$(T_c - T_a)_{ul} = h \quad (6)$$

بر اساس معادله خط مبنای پایین و با در اختیار داشتن ضرایب a و b موقعیت خط مبنای بالایی بر اساس رابطه زیر تعیین می‌گردد [Idso et al, 1981].

$$(T_c - T_a)_u = a + b|VPG| \quad (7)$$

که در این رابطه؛ VPG شیب فشار بخار هوا برحسب میلی بار بوده که از رابطه ۸ به دست می‌آید. به عبارت دیگر در این شرایط عمل تعرق بدون وابستگی به مقدار VPD قطع می‌گردد.

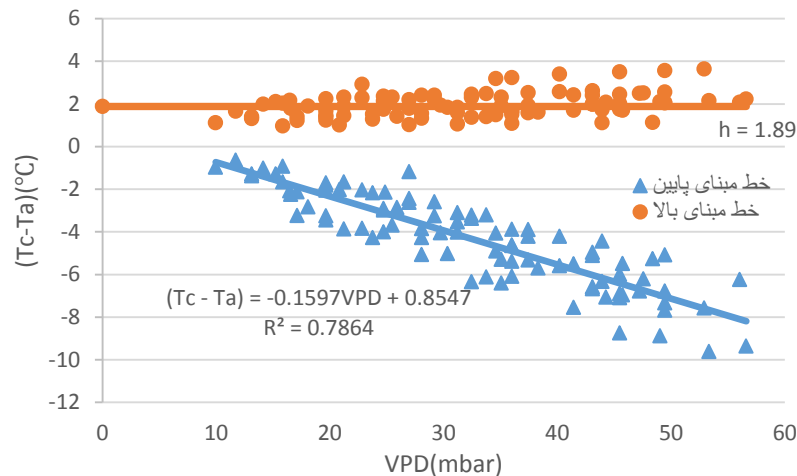
$$VPG = e_s(a + T_a) - e_s(T_a) \quad (8)$$

لازم به ذکر است که در اوایل فصل به علت کوچک بودن اندازه گیاه و احتمال ایجاد خطا، اندازه‌گیری دمای برگ انجام نشد. در طول دوره رشد تعداد ۲۱ آبیاری انجام و برای ۱۳ آبیاری اندازه‌گیری دمای برگ در روزهای قبل و بعد از آبیاری به منظور تعیین شاخص تنش آبی گیاه سویا صورت گرفت.

نتایج و بحث

معادلات خطوط مبنا

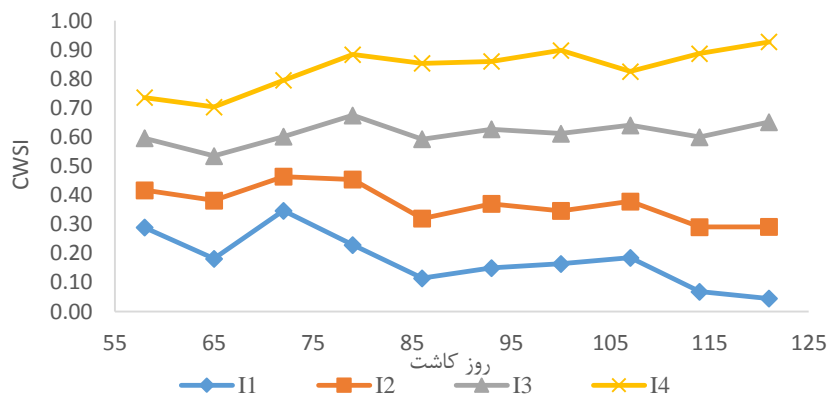
خط مبنای پایین و خط مبنای بالا در شکل ۱ برای سویا در کل دوره رشد نشان داده شده است. با توجه به شکل معادله خط مبنای پایین تنش به صورت $(T_c - T_a) = 0.8547 - 0.1597VPD$ با ضریب تبیین 0.78 محاسبه شد. خط مبنای تنش کامل نیز به صورت $h = 1.89$ به دست آمد. معادله خط مبنای بدون تنش برای سویا در آب‌وهوای منتهن، کانزاس و فارگو به صورت $(T_c - T_a) = 1.44 - 0.134VPD$ گزارش شد [Idso, 1982]. این معادله برای سویا در شرایط آب‌وهوای اکرون، کلرادو به صورت $(T_c - T_a) = 2.51 - 0.202VPD$ گزارش شد [Nielsen, 1990]. علاوه بر این معادله خط مبنای بدون تنش برای سویا در آب‌وهوای بورسای ترکیه به صورت $(T_c - T_a) = 0.6499 - 0.1854VPD$ گزارش شد [Candogan et al, 2013]. همچنان که ملاحظه می‌شود مقدار ضرایب این معادلات برای سویا در تحقیقات مختلف متفاوت بوده ولی به هم نزدیک می‌باشند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در شرایط آب و هوایی، نوع واریته گیاه و ... باشد. بر اساس این نتایج استفاده از شاخص تنش آبی جهت مدیریت آب در مزرعه مستلزم تعیین این روابط برای هر منطقه با توجه به اقلیم، واریته مورد استفاده و سایر عوامل مدیریتی است.



شکل ۱- رابطه بین اختلاف دمای پوشش گیاهی با دمای هوا ($T_c - T_a$) و کمبود فشار بخار اشباع هوا (VPD)

تأثیر سطوح مختلف آبیاری روی شاخص تنش آبی گیاه (CWSI)

با مشخص بودن خط مبنای پایین و بالا و متوسط اختلاف دمای پوشش گیاهی و هوا در روزهای قبل از آبیاری می‌توان شاخص تنش آبی سویا را در سطوح مختلف آبیاری محاسبه کرد. شکل ۲ تغییرات مقادیر CWSI را در طول فصل برای هر تیمار نشان می‌دهد. با توجه شکل مشخص است که در ابتدای اعمال تیمارها، تنش‌ها تفاوت زیادی باهم ندارند، اما باگذشت زمان تأثیر تیمارها زیاد شده و تا جایی که در انتهای فصل به بیشترین مقدار خود می‌رسد. همان‌طور که نمودار نشان می‌دهد کم آبیاری بر روی تیمارهای I₃ و I₄ تأثیر بیشتری داشته تا جایی که مقدار تنش در طول فصل روندی افزایشی داشته است؛ اما برای تیمار I₁ و I₂ مقدار تنش روند نزولی داشته است. بیشترین مقدار CWSI در طول فصل برای تیمار I₁ برابر ۰/۳۵ می‌باشد همچنین بیشترین مقدار CWSI برای تیمار I₃، I₄ و I₁ به ترتیب ۰/۴۶، ۰/۶۵ و ۰/۹۳ می‌باشد. لذا می‌توان گفت که CWSI محاسبه شده نه تنها به مقدار ($T_c - T_a$) بلکه به میزان آب مصرفی نیز به شدت وابسته است. در جدول ۳ مقادیر متوسط شاخص تنش آبی تحت رژیم‌های مختلف آبی برای کل دوره نشان داده شده است که برای تیمارهای I₁، I₂، I₃ و I₄ به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۳۷، ۰/۶۱ و ۰/۸۴ به دست آمده‌اند. همان‌طور که انتظار می‌رود طبق مقادیر جدول کمترین تنش آبی برای تیمار I₁ (آبیاری کامل) و بیشترین تنش برای تیمار I₄ (کم آبیاری شدید) می‌باشد. مقایسه آماری برای مقادیر جدول ۳ با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد که مقادیر CWSI در تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری باهم دارند.



شکل ۲- تغییرات شاخص تنش آبی (CWSI) برای تیمارهای مختلف در طول فصل کشت

جدول ۳- مقادیر متوسط شاخص تنش آبی گیاه در هر تیمار برای کل دوره کشت

I ₄	I ₃	I ₂	I ₁	تیمار CWSI
۰/۸۴d	۰/۶۱ c	۰/۳۷b	۰/۱۸a	

تعیین شاخص تنش آبی گیاه (CWSI) که نشان‌دهنده وضعیت آب درون گیاه است می‌تواند به صورت مؤثری برای تعیین زمان آبیاری به کار برده شود. در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف آبیاری روی شاخص تنش آبی گیاه (CWSI) سویا مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده با کاهش میزان آب مصرفی، شاخص تنش آبی گیاه به شدت افزایش یافت و این روند در طول دوره رشد ادامه داشت. متوسط مقدار شاخص تنش آبی گیاه سویا در اقلیم مورد نظر برای سطوح مختلف آبیاری I₁, I₂, I₃ و I₄ به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۳۷، ۰/۶۱ و ۰/۸۴ به دست آمد.

منابع

- ایزائلو، ع.، زینالی، ح. حسین زاده، ع. ه و مجنون حسینی، ن. (۱۳۸۱). بررسی عکس‌العمل ارقام تجاری سویا به تنش کمبود آب در مراحل زایشی. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۲ تا ۴ شهریورماه ۱۳۸۱.
- سعیدی نیا، م.، برومند نسب، س.، هوشمند، ع.، سلطانی محمدی، ا. و اندرزیان، ب. (۱۳۹۵). قابلیت کاربرد شاخص CWSI برای برنامه‌ریزی آبیاری ذرت با آب‌شور در اهواز. نشریه دانش آب‌و‌خاک، جلد ۲۶، شماره ۱: ۱۷۳-۱۸۵.
- کیانی، ع. (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی بهینه آبیاری بر اساس رابطه آب - عملکرد در چند رقم سویا. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۱: ۸۵-۱۰۲.
- محمدی، هادی. (۱۳۹۲). برنامه‌ریزی آبیاری ذرت بهاره تحت آبیاری قطره‌ای با استفاده از داماسنج مادون‌قرمز در شرایط اقلیمی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم آب، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز: ۸۸ صفحه.
- Idso. S.B., R.D. Jackson., P.J. Pinter., R.J. Reginato and J.L. Hatfield. 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.* 24: 45-55.
- Idso S.B. 1982. Non-water-stressed baselines: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agricultural Meteorology.* 27:59-70.
- Candogan, B. K., Shncik, M., Buyukcangaz, H. and C. Demirtas, 2013. Yield, quality and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean [*Glycine max (L.) Merr.*] in sub-humid climatic conditions. *Agricultural Water Management.* 118 (2013) 113– 121.
- Nielsen, D.C., 1990. Scheduling irrigations for soybeans with the crop water stress index (CWSI). *Field Crops Research* 23, 103–116.
- O’Shaughnessy, S. A., Evett, S. R., Colaizzi P. D. and T. A. Howell, 2010. Automatic irrigation scheduling of grain sorghum using a CWSI and time threshold. *ASABE. IRR10-9011.*

Investigation of soybean crop water stress index changes under different levels irrigation

Abstract

In arid and semi-arid, including Iran due to local and temporal imbalances with growth period, agricultural production is dependent on irrigation. Water stress is one of the most important environmental stresses that severely affects plant yield. Crop water stress index (CWSI) from indexes that reflects the state of stress in plant. To evaluate changes soybean crop water stress index in limit irrigation condition with using canopy cover temperature a research was carried in Research Farm of agricultural faculty at Lorestan University. In This study effect of different irrigation levels (100, 80, 60 and 40 percent of water requirement) were evaluated on soybean crop water stress index. The average of crop water stress index during the season obtained for treatments of 100, 80, 60 and 40 percent of water demand, 0.18, 0.37, 0.61 and 0.84, respectively. The results of Research showed that by reducing water applied, increases crop water stress index.