



تعیین تنش آبی مجاز سویای بهاره در منطقه گرگان

میثم عابدین پور*

استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان،
سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، گرگان، ایران

چکیده

تنش آبی به عنوان یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر کاهش رشد و تولید سویا در مناطق نیمه خشک بشمار می رود. به منظور دستیابی به عملکرد اقتصادی دانه سویا با مصرف حداقل آب کاربردی، پژوهشی به مدت ۲ سال در منطقه گرگان اجرا گردید. در این تحقیق، تیمارهای آبیاری شامل: آبیاری کامل (۱۰۰ درصد) و کم آبیاری به مقادیر ۸۰ و ۶۰ درصد آبیاری کامل در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، بیشترین عملکرد دانه و زی توده در تیمار آبیاری کامل حاصل شد، اما حداکثر بهره‌وری مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل بدست آمد. براساس نتایج، اگرچه اعمال کم آبیاری به میزان ۸۰ درصد آبیاری کامل (۲۰ درصد صرفه‌جویی) منجر به کاهش ۱۲ درصد عملکرد دانه گردید، اما حدود ۵۵۰ مترمکعب در هکتار صرفه‌جویی در مصرف آب حاصل گردید. همچنین، بیشترین میزان بهره‌وری آب سویا در تیمار ۸۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. لذا با توجه به کاهش بارش‌ها و محدودیت منابع آب در منطقه، روند افزایشی دما و تبخیر جهت دستیابی به عملکرد دانه مطلوب و افزایش بهره‌وری آب سویا با توجه به اختلاف عملکرد کم بین تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۸۰ درصد نیاز آبی سویا در شرایط محدودیت آب می‌توان مقدار آب آبیاری کامل را تا حداکثر ۲۰ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تنش آبی، عملکرد، بهره‌وری آب

* نویسنده مسوول: abedinpour_meysam@yahoo.com

بیان مسئله

سویا یکی از انواع گیاهان دانه روغنی است که به طور شایع در جهان رشد کرده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موارد از غذاهای انسانی گرفته تا غذاهای حیوانی، محصولات صنعتی، مواد اولیه و مواد پیش‌ساز استفاده می‌شود. گسترش تولید محصولات روغن‌های گیاهی در دهه‌های اخیر بسیار سریع بوده است. بطوریکه سهم بزرگی از کشت زمین‌های کشاورزی جهان را به خود اختصاص داده است. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت سویا و تولید آن در ایران به ترتیب حدود ۳۰۰۰۰ هکتار و ۶۸۱۷۹ تن بوده است، بطوریکه این مقدار تولید دانه سویا نمی‌تواند نیاز کشور به سویا و فرآورده‌های آن را برطرف نماید (آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). در همین راستا بر طبق آمار سازمان خوار و بار جهانی، ایران در سال ۲۰۱۹ حدود ۲/۳ میلیون تن دانه سویا به ارزش تقریبی ۸۸۳ میلیون دلار به همراه ۱۰۱/۵ تن روغن سویا وارد کرده است که بر این اساس افزایش تولید دانه روغنی سویا در ایران بسیار ضروری به نظر می‌رسد (FAO, 2019).

استان گلستان با دارا بودن ۱۵۵۰۰ هکتار سطح زیر کشت سویا حدود ۵۵ درصد از کل سطح زیرکشت سویا در کشور را به خود اختصاص داده است، بطوری که از این سطح حدود ۳۵۲۰۰ تن دانه سویا (۵۱/۶ درصد کل) تولید می‌گردد (آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). از آنجایی که کمبود منابع آب چالش و محدودیت اصلی بخش کشاورزی در استان گلستان می‌باشد، لذا تنش آبی اصلی‌ترین محدودیت تولید کشت‌های تابستانه محسوب می‌گردد. با وجود بارندگی سالیانه ۴۷۰ میلی‌متر، اما توزیع مکانی بارندگی به نحوی است که دو سوم استان بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر دارند. پتانسیل کل آب سطحی و زیرزمینی به میزان ۲۴۸۵ میلیون مترمکعب است که سهم هر یک به ترتیب برابر ۱۲۳۵ و ۱۲۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. بر اساس آمار سال ۱۳۹۶ میزان مصرف آب‌های سطحی و زیرزمینی نیز در این سال برابر ۸۸۰ و ۱۲۱۰ میلیون مترمکعب بوده است که نشان می‌دهد آب‌های سطحی بیش از ۷۰ درصد و آب‌های زیرزمینی بیش از ۹۶ درصد، مصرف شده اند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹).

در چنین شرایطی، یکی از راهکارهای موثر استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی، کاربرد روش کم آبیاری است. این روش به عنوان مدیریت آبیاری انعطاف‌پذیر و آگاهانه می‌باشد که اجرای موفقیت‌آمیز آن به زمان صحیح آبیاری و مقدار آب کاربردی در مراحل حساس رشد گیاه نسبت به آب بستگی دارد. بنابراین، برنامه‌ریزی آگاهانه جهت تولید محصولات با کاربرد آب کمتر از نیاز، می‌تواند به طور قابل توجهی بر رشد و عملکرد آنها تأثیر بگذارد، به ویژه اگر تنش آبی در مراحل رشد غیر حساس گیاهان رخ دهد. در این ارتباط، کیانی و هزارجریبی (۱۳۸۸) بیان کردند کم آبیاری گزینه کارا و موثر در استفاده بهینه از حجم مشخصی از آب بوده و در افزایش تولید نیز تأثیرگذار است.

در این راستا، تحقیقی دیگر برای تعیین اثرات سطوح مختلف آب آبیاری، شامل (آبیاری کامل، دو تیمار کم آبیاری به میزان ۶۵ و ۴۵ درصد آبیاری کامل و تیمار بدون آبیاری) بر عملکرد و ترکیب شیمیایی سویا در صربستان انجام شد. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری کامل هیچ مزیت بالقوه‌ای بر عملکرد سویا ندارد و برای دستیابی به عملکرد اقتصادی بالاتر، کاربرد تیمار کم آبیاری ۶۵ درصد آبیاری کامل می‌تواند در مدیریت آبیاری سویا در منطقه اسرم صربستان مناسب باشد (Kresovic et al, 2017). کیانی و ریسی (۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی کارایی مصرف آب چند رقم سویا (سحر، G₃ و DPX) تحت مقادیر مختلف آب آبیاری در منطقه گرگان پرداختند. نتایج نشان داد که بالاترین کارایی مصرف آب به میزان ۷ کیلوگرم در هکتار بازای هر میلی‌متر آب برای رقم DPX بدست آمد.

آبیاری کامل جهت نیل به حداکثر عملکرد محصول در واحد سطح در شرایطی توجیه پذیر است که اولاً محدودیت آب در آن منطقه وجود نداشته باشد و دوماً امکان افزایش سطح زیر کشت نیز وجود نداشته باشد، که با توجه به کمبود منابع آب در بسیاری از مناطق کشور اعمال روش کم آبیاری می‌تواند مورد توجه و کارا باشد. بنابراین، بررسی اثرات کم آبیاری بر رشد گیاهان در اقلیم‌ها و شرایط محیطی مختلف و در دوره‌های رشد جهت تولید پایدار حائز اهمیت می‌باشد.

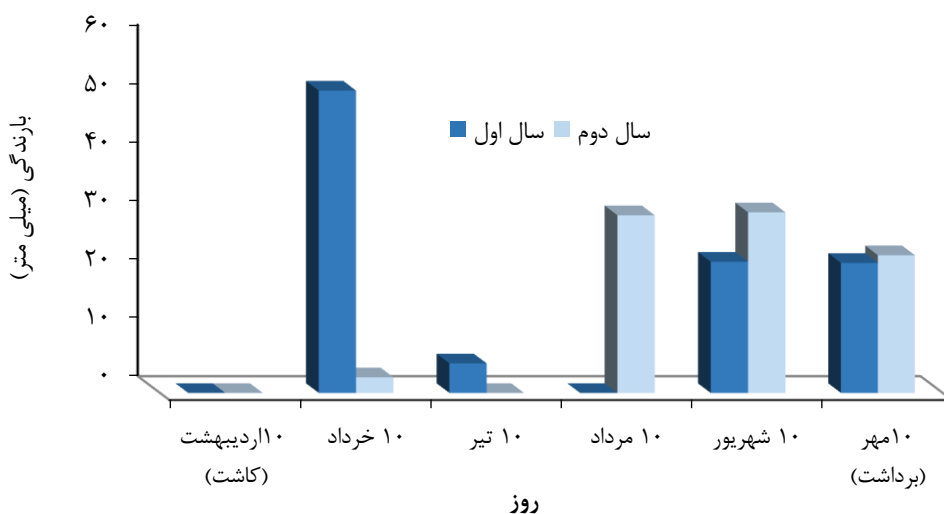
معرفی دستاورد (راهکار)

این آزمایش دو ساله در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در شهر گرگان با مشخصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی انجام گردید. در هر دو سال تاریخ کاشت دهم اردیبهشت بود. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی خاک برای برنامه ریزی آبیاری، از چهار نقطه مختلف تا عمق ۸۰ سانتی‌متری از سطح خاک نمونه‌برداری شد که مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ داده شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک محل آزمایش

| عمق خاک (سانتی‌متر) | بافت خاک | درصد رطوبت خاک (وزنی) | | وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) |
|------------------------|--------------|-----------------------|--------------|--|
| | | ظرفیت زراعی | نقطه پژمردگی | |
| ۰-۲۰ | لوم رس سیلتی | ۳۲/۵ | ۱۷/۳ | ۱/۲۶ |
| ۲۰-۴۰ | لوم رس سیلتی | ۳۴/۶ | ۱۷/۱ | ۱/۲۷ |
| ۴۰-۶۰ | لوم رسی | ۳۴/۲ | ۱۷/۲ | ۱/۲۹ |
| ۶۰-۸۰ | لوم رسی | ۳۴/۱ | ۱۷/۱ | ۱/۲۹ |

آزمایش به صورت بلوک کامل تصادفی با سه رژیم آبیاری شامل آبیاری کامل یا ۱۰۰ درصد نیاز آبی (I₁)، ۸۰ درصد آبیاری کامل (I₂) و ۶۰ درصد آبیاری کامل (I₃) و با سه تکرار انجام شد. در طول دوره رشد گیاه سویا، از داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گرگان برای استفاده در محاسبات نیاز آبی استفاده شد. میزان بارندگی در دوره رشد سویا بر طبق شکل ۱ می‌باشد.



شکل ۱- آمار بارندگی تجمعی ماهانه در دوره رشد سویا

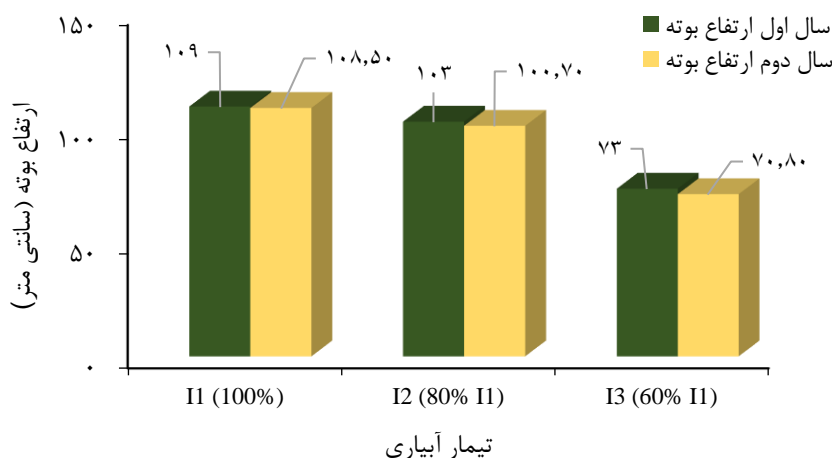
رقم سویا (DPX) دارای خصوصیات دیررسی، پابند، مقاوم به ریزش دانه و خوابیدگی و با تیپ شاخه‌بندی چند شاخه و وزن هزار دانه ۲۰۰ گرم می‌باشد. عمق آب آبیاری یکسان (۶۰ میلی‌متر) قبل از کاشت و در تاریخ کاشت ۶ اردیبهشت اعمال گردید.

پس از گاورو شدن زمین و قبل از کاشت بذور، زمین آزمایشی تا عمق حدود ۱۵ سانتی‌متر دیسک زده شد. پس از هموارسازی زمین، جوی و پشته با فواصل ۴۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. سپس تعداد ۹ کرت به ابعاد ۸ × ۳ متر در زمین آزمایشی ایجاد گردید. برای جلوگیری از رواناب سطحی و استفاده از آب باران و نفوذ به داخل خاک، همه کرت‌ها توسط پشته‌هایی به ارتفاع حدود ۲۵ سانتی‌متر و فواصل ۱/۵ متری از هم محصور شدند. با توجه به عرض کرت‌ها (۳ متر)، ۷ ردیف کاشت با فواصل ۴۰ سانتی‌متری از یکدیگر ایجاد شد. همچنین، فواصل کاشت روی ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود بطوریکه بذور در بالای پشته‌ها کاشته شدند. بذرها در عمق حدود ۲ سانتی‌متر با تراکم ۲۸۰ گیاه در هر کرت آزمایشی و در تاریخ ۱۰ اردیبهشت کشت گردیدند.

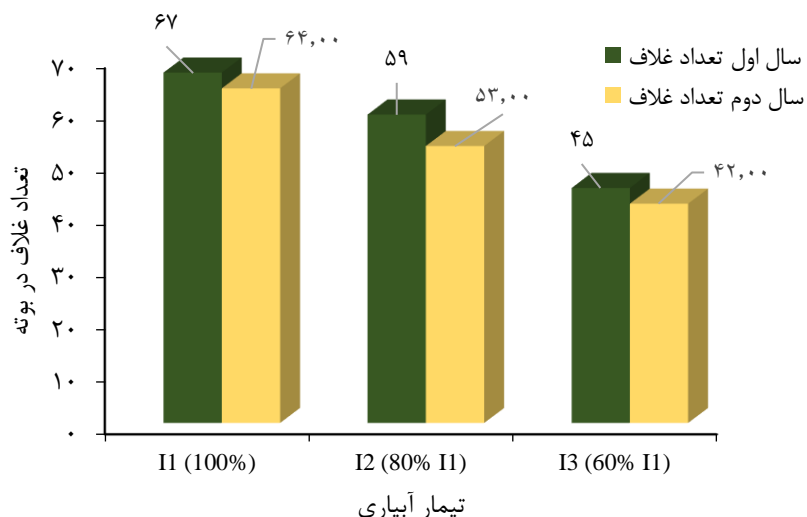
روش آبیاری شیاری (فارو) برای آبیاری گیاهان انتخاب گردید بطوری که شیارها با استفاده از یک لوله ۶ اینچی PVC روزنه دار متحرک آبیاری شدند. تعداد ۶ شیرفلکه یک اینچی روی لوله PVC نصب گردید. تنظیم و واسنجی دبی ورودی به هر شیار از روزنه، توسط شیر فلکه مربوط به هر روزنه و به روش حجمی صورت پذیرفت. جهت جلوگیری از تغییر فشار آب ورودی از چاه در مخزن آب جمع‌آوری و با سطح مشخص و ثابت وارد لوله درپچه‌دار گردید. بر اساس فشار ثابت ایجاد شده دبی ورودی به شیارها حدود ۰/۵۵ لیتر در ثانیه اندازه‌گیری و اعمال شد.

در پایان دوره رشد گیاه، جهت کاهش اثرات حاشیه‌ای در نتایج آزمایش، با حذف دو ردیف کناری از هر طرف کرت و ۴ متر طول هر ردیف، برداشت شدند و سپس دانه‌های بدست آمده از هر کرت توزین شدند.

نتایج پژوهش نشان داد که مقادیر مختلف آب داده شده بر صفت ارتفاع بوته تاثیر داشته است. بر این اساس، بیشترین ارتفاع بوته در هر دو سال آزمایش در تیمار آب آبیاری کامل به ترتیب حدود ۱۰۹ و ۱۰۸/۵ سانتی متر حاصل شد. حداقل ارتفاع بوته نیز در تیمار ۶۰ درصد آبیاری کامل به میزان متوسط ۷۳/۲ و ۷۰/۸ سانتی متر به ترتیب برای سال اول و دوم آزمایش بدست آمد (شکل ۲). کیانی و رئیسی (۱۳۹۲) حداکثر ارتفاع بوته سویا رقم DPX را در منطقه گرگان و به روش آبیاری بارانی در سال‌های ۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب ۱۱۳ و ۱۰۰ سانتی متر گزارش کردند. همچنین، حداکثر و حداقل تعداد غلاف در بوته در هر دو سال در تیمارهای آبیاری کامل و ۶۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب به میزان ۶۷ و ۴۲ عدد در بوته حاصل شد (شکل ۳).



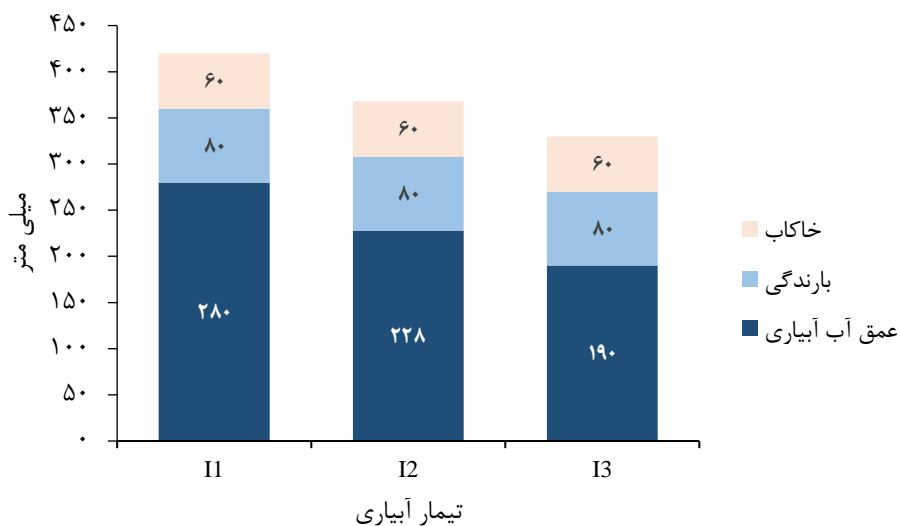
شکل ۲- متوسط ارتفاع بوته سویا در مقادیر مختلف آب



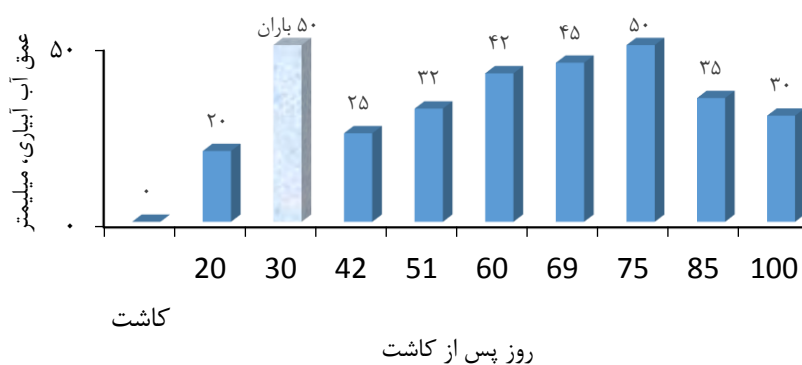
شکل ۳- متوسط تعداد غلاف در بوته گیاه سویا در مقادیر مختلف آب

مقدار آب کاربردی در تیمارهای مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. مقدار کل آبیاری در تیمار آبیاری کامل بدون احتساب خاکاب (۶۰ میلی‌متر آبیاری قبل از کاشت)، حدود ۲۸۰ میلی‌متر در طول دوره رشد سویا بود. در این ارتباط کیانی و ریسی (۱۳۹۲) میزان آب کاربردی سویا رقم DPX را در منطقه گرگان و به روش آبیاری بارانی در سال ۱۳۸۴ به ترتیب ۳۶۰، ۲۷۵، ۱۶۴ و ۷۵ میلی‌متر به نسبت فاصله ۳، ۶، ۹ و ۱۲ متر از لوله فرعی گزارش کردند. همچنین مقادیر آب آبیاری به همراه زمان‌های آبیاری بطور متوسط در شکل ۵ نشان داده شده است.

مقدار کل بارندگی در طول دوره رشد سویا ۱۰۱ میلی‌متر بود که با اعمال ضریب ۸۰ درصد، حدود ۸۰ میلی‌متر بارندگی موثر محاسبه گردید. بنابراین مقدار کل آب کاربردی در طول دوره رشد سویا در تیمار آبیاری کامل حدود ۴۲۰ میلی‌متر بود که این مقدار با نیاز آبی سویای بهاره مندرج در سند ملی آب (۳۶۲ میلی‌متر) تطابق دارد. ذکر این نکته ضروری است که در سند ملی آب خاکاب (۵۰ میلی‌متر) در محاسبه نیاز آبی گیاهان نظر گرفته نشده است.



شکل ۴- عمق آب مصرفی (میلی متر) سویا در تیمارهای مختلف آب آبیاری

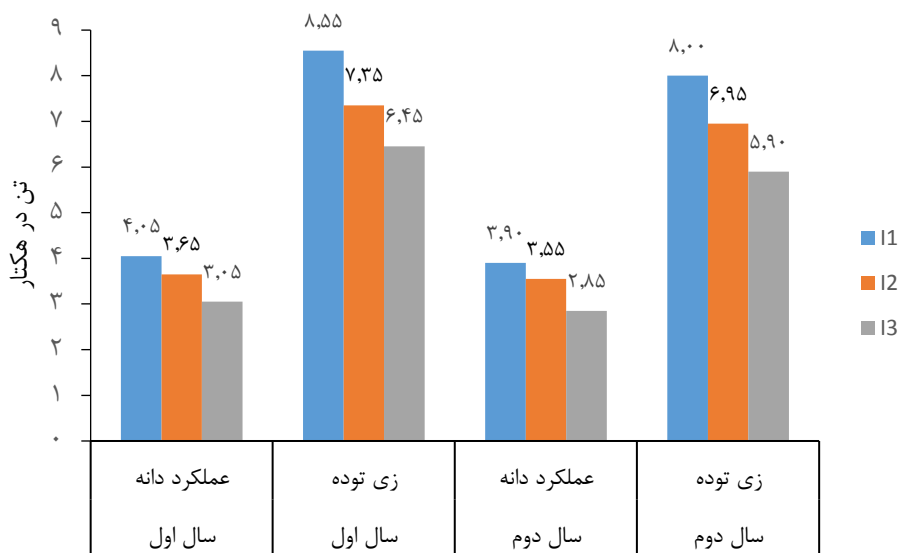


شکل ۵- مقادیر آب آبیاری در طول فصل رشد سویا

با توجه به شکل ۶، بیشینه عملکرد دانه و زی توده در هر دو سال آزمایشی در تیمار آبیاری کامل حاصل شد. میزان عملکرد دانه و زی توده سویا در تیمار آبیاری کامل در سال اول به ترتیب حدود ۴/۰۵ و ۸/۵۵ تن در هکتار بود، بطوریکه این مقادیر در سال دوم آزمایش به حدود ۳/۹۰ و ۸ تن در هکتار کاهش یافت. همچنین، کمترین مقدار دانه در تیمار حداکثر تنش آبی یا ۶۰ درصد آبیاری کامل در هر دو سال آزمایشی به ترتیب به میزان ۳/۰۵ و ۲/۸۵ تن در هکتار بدست آمد (شکل ۶). در این ارتباط، کیانی و رئیسی (۱۳۹۲) بیشینه عملکرد

دانه سویا رقم DPX را در منطقه گرگان و بروش آبیاری بارانی (در تیمار نزدیکترین فاصله به لوله فرعی) در سال های ۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب ۳۸۵۱ و ۴۳۸۷ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند.

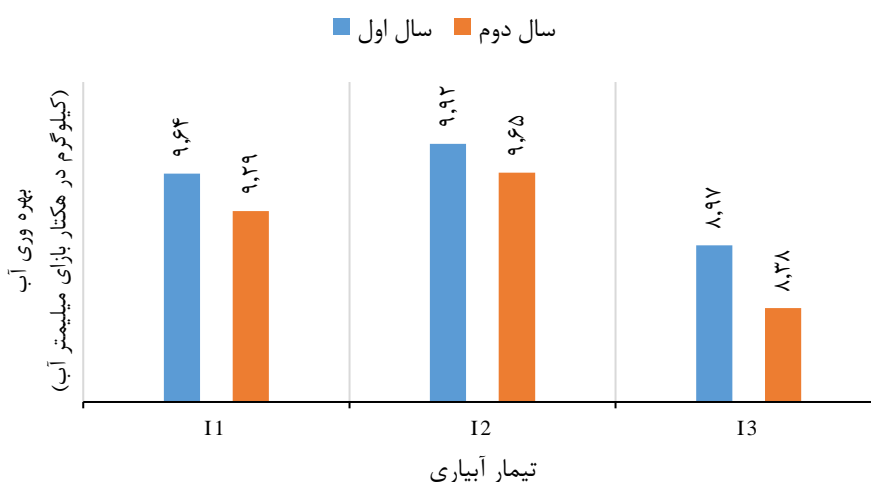
در این ارتباط امینی فر و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب سویا رقم تی ۲۱۵ در گیلان نشان دادند که با کاهش مقدار آب مصرفی از عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاسته شد (تنش کمبود آب با کاهش اجزای عملکرد، عملکرد سویا را کاهش داد). در تحقیق آنها بیشترین عملکرد دانه سویا در تیمار بدون تنش آبی و کمترین عملکرد دانه در تیمار بدون آبیاری یا بیشینه تنش آبی حاصل شد.



شکل ۶- مقادیر عملکرد دانه و زی توده سویا تحت تیمارهای مختلف آب آبیاری

اعمال کم آبیاری در کل دوره رشد گیاه بدلیل حساسیت گیاه سویا نسبت به آب بویژه در زمان گلدهی و تشکیل دانه و افزایش دما و تبخیر و تعرق گیاه، باعث کاهش عملکرد دانه و زی توده گردید. به عنوان مثال، اعمال کم آبیاری به میزان ۲۰ درصد (۸۰ درصد آبیاری کامل)، تولید دانه را نسبت به شرایط آبیاری کامل در هر دو سال بطور متوسط ۱۲ درصد یا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داد. این درحالی است که اثر کم آبیاری ۴۰ درصد نسبت به آبیاری کامل یا تیمار ۶۰ درصد آبیاری کامل منجر به کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۷ درصد یا بطور تقریبی ۱۰۵۰ کیلوگرم در هکتار شد. کرم و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که در شرایط

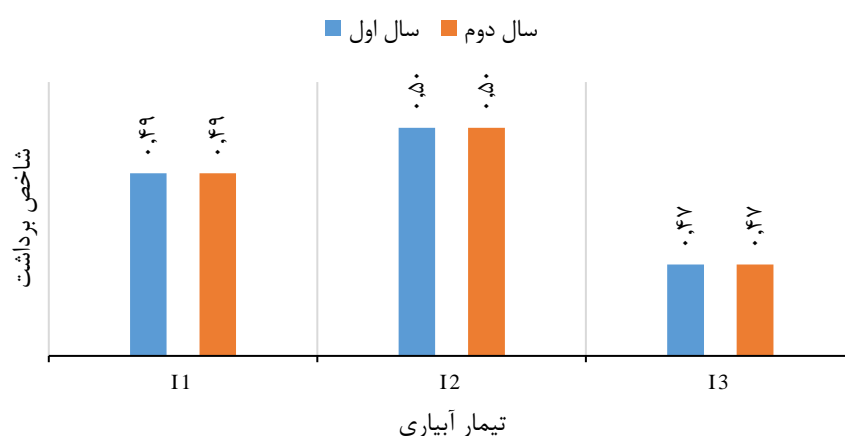
آبیاری بر اساس تیمار آبیاری کامل گیاهان از بیشترین تعداد گره، ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه برخوردار بودند، بنابراین عملکرد بیشتری را نیز تولید نمودند. تنش کمبود آب، عملکرد سویا را به واسطه کاهش یک یا چند از اجزای عملکرد، کاهش می‌دهد و بیشترین عملکرد زمانی به دست می‌آید که شرایط محیطی از جمله رطوبت قابل دسترس در تمامی مراحل رشد گیاه در حد مطلوب باشد. همچنین نتایج بدست آمده از تحقیق سمیسیکالز و همکاران، (۱۹۹۲) نشان داد که تنش آبی علاوه بر کاهش تعداد غلاف‌ها منجر به کاهش وزن خشک گیاه، کاهش اجزای زایشی و در نهایت تعداد دانه را در پی خواهد داشت. اما تنش آبی خفیف در مرحله رویشی سویا، تفاوت معنی‌داری بر عملکرد دانه سویا نسبت به آبیاری کامل حاصل نمی‌گردد (یحیایی، ۱۳۸۶؛ پوپ و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل ۷- بهره وری آب سویا تحت مقادیر مختلف آب آبیاری

یکی از شاخص‌های مهم مورد استفاده برای درک بهتر رابطه عملکرد گیاه و آب مصرفی، بهره وری آب است. بهره وری آب کشاورزی در گیاه و یا در مزرعه عموماً بر اساس میزان عملکرد به ازای متر مکعب آب مصرفی شامل بارندگی مؤثر (آب سبز) در اراضی دیم و مجموع آب سبز و آب آبیاری (آب آبی) می‌باشد (دهقانی سانج، ۱۳۸۸). در این تحقیق بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل در سال اول به میزان ۹/۹ و در سال دوم ۹/۶۵ کیلوگرم در هکتار بازای هر میلی‌متر آب حاصل شد. کمترین مقدار کارایی مصرف آب در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب به میزان ۸/۹۷ و ۸/۳۸ کیلوگرم در هکتار بازای هر میلی‌متر آب در تیمار ۶۰ درصد آبیاری کامل یا کم آبیاری به میزان ۴۰ درصد نسبت به آبیاری کامل بود (شکل ۷). در این

ارتباط کیانی و ریسی در آزمایش دوساله متوسط کارآیی مصرف آب رقم DPX سویا را در منطقه گرگان ۷/۳ کیلوگرم در هکتار بازای هر میلی‌متر آب گزارش کردند (کیانی و ریسی، ۱۳۹۲). حداکثر مقدار شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به زی توده) در هر دو سال آزمایش در تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل به مقدار ۰/۵۰ حاصل شد، در حالی که مقدار این شاخص در آبیاری کامل حدود ۰/۴۹ بدست آمد (شکل ۸).



شکل ۸- شاخص برداشت سویا تحت مقادیر مختلف آب آبیاری

توصیه ترویجی

بررسی چند ساله بیلان آب در استان گلستان نشان می‌دهد که کمبود منابع آب یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودیت در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. در این پژوهش دو ساله مشخص شد حداکثر عملکرد دانه و زی توده در آبیاری کامل در طول دوره رشد سویا حاصل گردید. این در شرایطی است که بیشترین کارآیی مصرف آب سویا با اعمال کم آبیاری ۲۰ درصدی یا آبیاری به میزان ۸۰ درصد آبیاری کامل بدست آمد. اگرچه با اعمال کم آبیاری سویا عملکرد دانه حدود ۱۲ درصد کاهش می‌یابد، اما این مقدار منجر به صرفه‌جویی آب حدود ۵۵ میلی‌متر یا ۵۵ مترمکعب در هکتار می‌گردد که با توجه به سطح زیر کشت سویا در استان گلستان می‌تواند حجم قابل توجهی از آب ذخیره گردد. اگرچه با افزایش مقدار آب عملکرد دانه افزایش می‌یابد، ولی این راهبرد مناطق کم آب نیست. برای مناطق کم آب بالاترین بهره‌وری آب مهم‌تر از رسیدن به بالاترین عملکرد است. مضافاً آنکه با در نظر گرفتن قیمت واقعی آب در منطقه، ادامه روند خشکسالی‌ها و کمبود شدید منابع آب در آینده‌ای نزدیک، اعمال روش‌هایی با هدف ارتقای بهره‌وری آب مانند کم آبیاری می‌تواند ضمن حفظ کمیت محصول سویا، از فشار مضاعف بر سفره‌های آب زیرزمینی منطقه بکاهد.

منابع

- آمارنامه کشاورزی (وزارت جهاد کشاورزی). ۱۳۹۹. جلد اول محصولات زراعی، سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ص: ۱۷۴.
- امینی‌فر، ج. محسن آبادی، غ.ر. بیگلویی، م.ج. و سمیع زاده، ح. ۱۳۹۲. اثرات کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب رقم T۲۱۵ سویا، مهندسی آبیاری و آب، ۳(۳)، ۳۴-۲۴.
- دهقانی سانج، ح. ۱۳۸۸. کم آبیاری و بهره‌وری مصرف آب کشاورزی. اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
- رضایی، ا.، جولایی، ر.، کرامت زاده، ع. ۱۳۹۹. بررسی اثر سیاست‌های قیمت و سهمیه بندی آب کشاورزی بر پایداری منابع آب استان گلستان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۴، ۲۷۰-۲۸۵.
- کیانی، ع.ر. و رئیس، س. ۱۳۹۲. بررسی کارایی مصرف آب چند رقم سویا تحت مقادیر مختلف آب آبیاری. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۰(۵)، ۱۷۹-۱۹۲.
- کیانی، ع.ر. و ا. هزارجریبی. ۱۳۸۸. ارزیابی راهبرد کم آبیاری در ارتقاء بهره‌وری آب (مطالعه موردی روی چند رقم گندم) اولین همایش ملی تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
- یحیایی، س.غ.ر. ۱۳۸۸. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۸۲(۳) ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات.
- Board, J.E. 2002. A regression model to predict soybean cultivar yield performance soybean cultivar yield performance at late planting dates. *Agronomy Journal*, 94:483-492.
- Dennis, B.E. and W.P. Bruening. 2000. Potential of early maturing soybean cultivars in late plantings. *Agronomy Journal*, 92:532-537.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2019. Online statistical database: Trade. FAOSTAT. [2019-01- 11]. http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country_imports.
- Karam F., R. Masaad, T. Sfeir, O. Mounzer and Y. Rouphael. 2005. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. *Agricultural and Water Management*, 75(3): 226-244.
- Kresović, B., Gajić, B., Tapanarova, A., Pejić, B., Dugalić, G., & Sredojević, Z. (2017). Impact of Deficit Irrigation on Yield and Chemical Properties of Soybean Seeds in Temperate Climate. *Contemporary Agriculture*, 66(1-2), 14-20.
- Popp, M.P., T.C. Keisling, R.W. Mc new, L.R. Oliver, C.R. Dillon and D.M. Wallace. 2002. Planting date, cultivar, and tillage system effects on dryland soybean production. *Agronomy Journal*, 94:81-88.
- Smiciklas, K.D., R.E. Muen, R.E. Carlson and A.D. Knapp. 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. *Agronomy Journal*, 84:166-170.