

بررسی تغییرات عملکرد و کارایی مصرف آب با استفاده از آبیاری بارانی با فواصل کوتاه در باغ‌های چای

کوروش مجدسلیمی*^۱، یعقوب جوائشیر رضایی^۱ و ناصر پدرپور^۱

۱- پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

*k.majdsalimi@gmail.com

بیان مسئله

در مناطق چای‌خیز شمال کشور (استان‌های گیلان و مازندران) که محدودیت اراضی، عامل اصلی به حساب می‌آید، آبیاری با هدف استفاده حداکثر از واحد اراضی یا افزایش تولید در واحد سطح صورت می‌گیرد. از طرفی محدودیت منابع آب از نظر کمی و کیفی ایجاب می‌نماید که برنامه‌ریزی خاصی تحت عنوان استفاده بهینه از واحد آب مصرفی انجام پذیرد. این برنامه‌ریزی می‌تواند در قالب فواصل مناسب آبیاری بارانی باشد. دوره رشد چای در این مناطق، از فروردین شروع و حداکثر تا آبان ماه ادامه می‌یابد. به طوری که این دوره را می‌توان به سه زیر دوره متفاوت از لحاظ شرایط آب و هوایی به‌ویژه توزیع بارندگی تقسیم‌بندی نمود (مجد سلیمی، ۱۳۸۶). اگرچه بیشتر نواحی چای‌خیز دارای بارندگی نسبتاً مناسب در طی دوره رشد هستند ولی توزیع آن یکنواخت نیست. به‌طور معمول دو یا سه ماه از دوره رشد (اواسط خرداد تا اوایل شهریور ماه)، دارای آب و هوای گرم و همراه با تنش‌آبی است که در طی آن، تولید محصول و کیفیت چای، کاهش می‌یابد. درحالی‌که در ماه‌های دیگر از دوره رشد، شرایط آب و هوایی متفاوتی نسبت به دوره با تنش‌آبی وجود دارد، بنابراین با توجه به کاهش میزان بارندگی، افزایش دما و کاهش رطوبت هوای پیرامونی بوته‌های چای طی دوره تنش‌آبی، تامین آب مورد نیاز آن‌ها با استفاده از آبیاری تکمیلی و اصول صحیح بهره‌برداری، مهم‌ترین مسئله در افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب^۱ این گیاه است. در این مقاله تغییرات عملکرد چای، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری^۲ در اثر کاربرد آبیاری بارانی با فواصل کوتاه در کل دوره رشد و دوره تنش‌آبی بررسی شد.

مراحل اجرا

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقات چای شهید افتخاری شفت در استان گیلان طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل فواصل آبیاری ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز و یک تیمار بدون آبیاری (شاهد) بودند. برای انجام آبیاری، از آبیاش‌های قابل تنظیم در چهار گوشه هر کرت (۸×۸ مترمربع) و شیر کنترل استفاده شد. با توجه به استفاده از روش آبیاری بارانی، تمهیداتی اعمال شد تا از ایجاد رواناب سطحی جلوگیری شود. مقدار کود مصرفی در هر سال بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی کارشناسان ایستگاه به قطعه‌ها داده شد. در هر آبیاری، ارتفاع آب آبیاری در قوطی‌های داخل هر کرت قرائت و میانگین آن‌ها به عنوان میزان آب رسیده به هر کرت در نظر گرفته شد (راندمان آبیاری در این حالت ۹۰ درصد لحاظ شد). میزان تبخیر-تعرق چای یا ارتفاع خالص آبیاری با قرائت روزانه میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و محاسبه تبخیر جمعی و اعمال ضرایب اصلاحی برای دوره‌های مورد نظر به دست آمد. ضرائب اصلاحی شامل دو ضریب تشتک برابر ۰/۷۷ (رضوی پور، ۱۳۷۷) و ضریب گیاهی برابر ۰/۸۵ (استیفنز و کار، ۱۹۹۱) در نظر گرفته شد (رابطه زیر):

$$ET_c = 0.77 \times 0.85 ET_{pan}$$

که در آن ET_c تبخیر-تعرق گیاه چای (میلی‌متر) و ET_{pan} تبخیر از تشتک (میلی‌متر) است. این مقدار بر راندمان آبیاری تقسیم شد تا ارتفاع ناخالص آب آبیاری به دست آید. در نهایت به منظور تعیین زمان آبیاری، عمق ناخالص آب آبیاری بر متوسط شدت پاشش آب‌پاش‌ها (۱۰ میلی‌متر در ساعت) در هر دوره

^۱. Water use efficiency

^۲. Irrigation water use efficiency

کل دوره رشد برای سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ به‌ترتیب برابر ۱۷۷، ۱۸۲ و ۱۶۳ روز از اول اردیبهشت هر سال در نظر گرفته شد. همچنین کل دوره رشد، به سه زیر دوره شامل دوره اول (اول اردیبهشت تا ۲۰ خرداد)، دوره دوم یا دوره همراه با تنش‌آبی (۲۰ خرداد تا پنجم شهریور) و دوره سوم (پنجم شهریور تا پایان دوره رشد) تقسیم شد. تفکیک دوره‌ها بر اساس آمار هواشناسی ۲۰ ساله، میزان بارندگی و تبخیر-تعرق در همان سال، انجام گرفت. نتایج نشان داد در دوره اول، میزان بارندگی بیشتر از تبخیر-تعرق یا نیاز آبی بوته‌های چای بود. در این دوره با توجه به میزان بارندگی مناسب، نیازی به استفاده از آبیاری تکمیلی وجود نداشت. در هر سه سال، دو برداشت اول و دوم در این دوره قرار داشتند و تیمارها دارای عملکرد تقریباً یکسانی بودند. دوره دوم یا دوره با تنش‌آبی که در آن میزان بارندگی کمتر از تبخیر-تعرق یا نیاز آبی بوته‌های چای بود و استفاده از آبیاری تکمیلی برای جبران کمبود آب در خاک و تعدیل تنش‌های محیطی، بسیار حائز اهمیت است (شکل ۱).

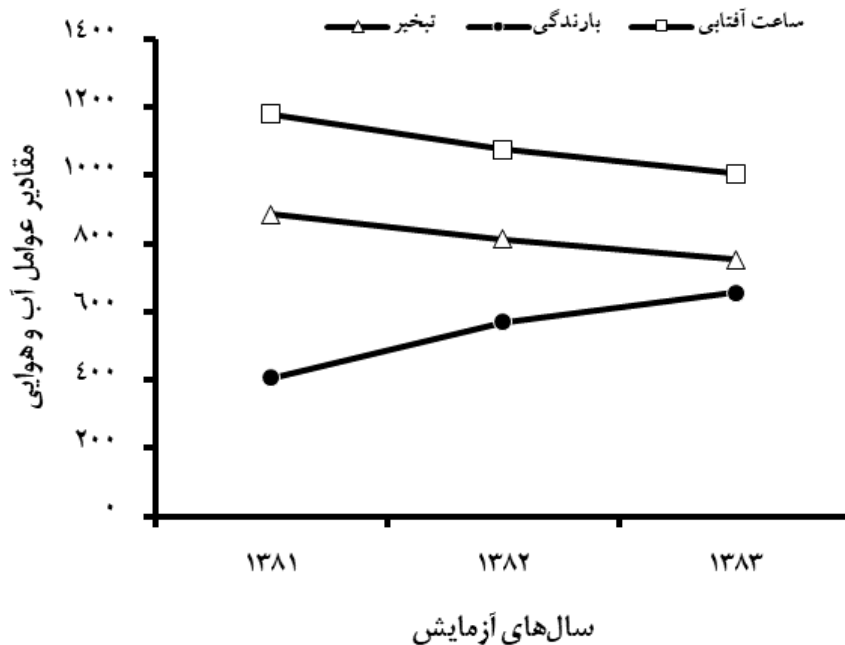
تقسیم شد. در هر دوره زمانی که میزان بارندگی بیشتر از مقدار تبخیر-تعرق اصلاح شده بود، آبیاری در دوره مورد نظر انجام نمی‌گرفت.

برداشت برگ‌های لطیف چای به‌صورت استاندارد (دو یا سه برگ و یک جوانه انتهایی) از کرت‌های آزمایشی در فواصل زمانی ۱۵ تا ۲۳ روز انجام گرفت. برداشت برگ سبز چای از تمام کرت‌های آزمایشی به‌طور هم‌زمان انجام و وزن آنها اندازه‌گیری شد. در این مقاله میزان عملکرد، حجم آب مصرفی و کارایی مصرف آب آبیاری در کل دوره رشد (تفاوت عملکرد چای خشک هر تیمار دور آبیاری نسبت به تیمار شاهد تقسیم بر حجم ناخالص آب آبیاری) و کارایی مصرف آب در دوره تنش‌آبی (نسبت عملکرد چای ساخته‌شده (Made tea) به حجم ناخالص آب مصرفی یا مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها



شکل ۱- تامین نیاز آبی و تعدیل تنش‌های محیطی هوای پیرامونی گیاه چای با استفاده از آبیاری تکمیلی با فواصل کوتاه

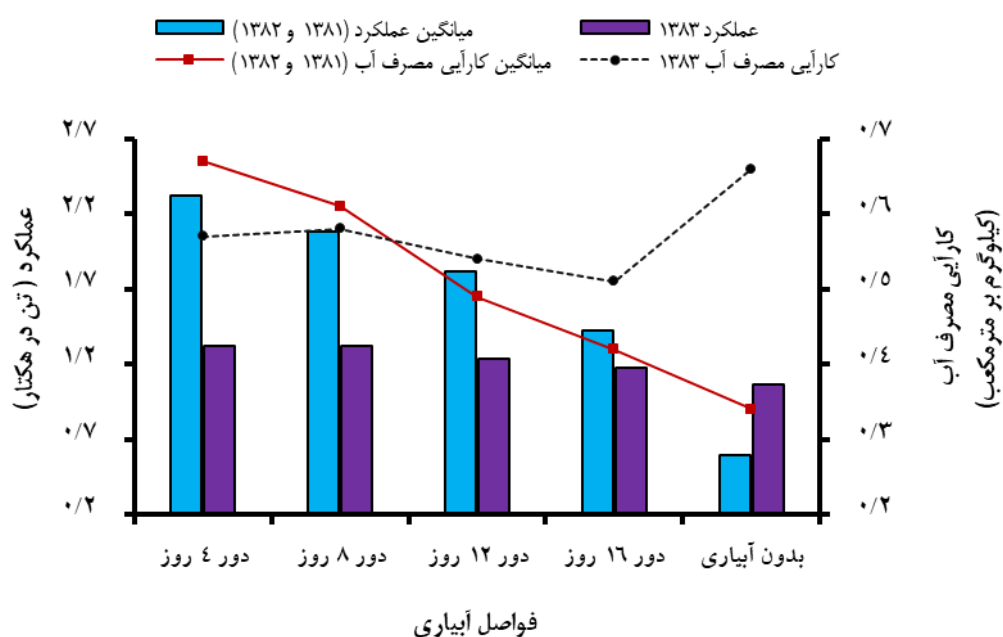


شکل ۲- تغییرات مجموع مقادیر داده‌های هواشناسی در فصل رویش سه سال

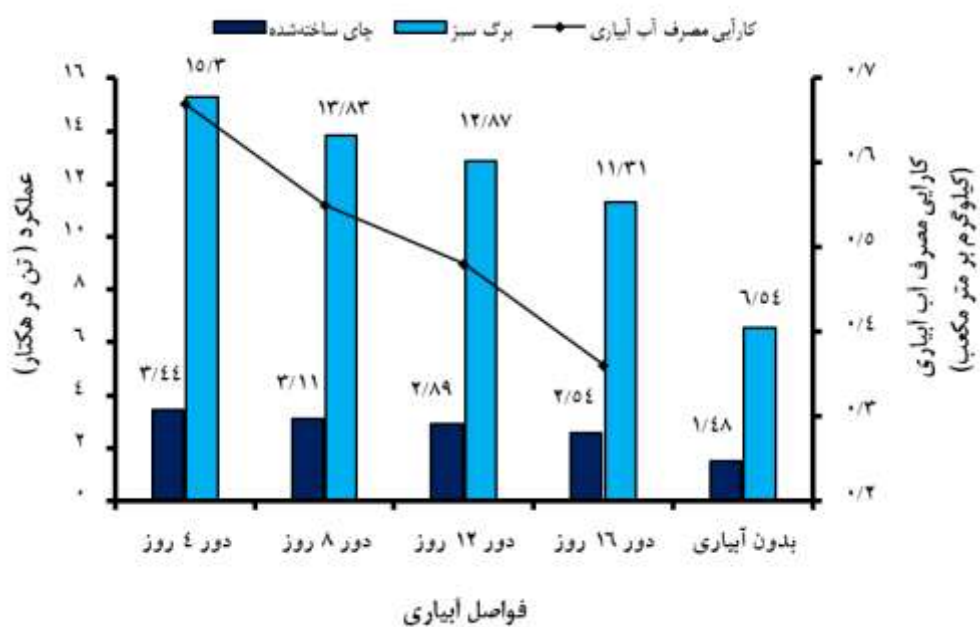
باقی‌مانده از طریق بارندگی تامین شد. دور آبیاری چهار روز، به‌عنوان بهترین تیمار در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ به‌ترتیب افزایش عملکردی معادل ۹۱۵۵ و ۷۹۶۳ کیلوگرم برگ سبز در هکتار نسبت به شاهد (بدون آبیاری) نشان داد (شکل ۳). با مقایسه افزایش عملکرد تیمار دور آبیاری ۱۶ روز نسبت به شاهد در دوره تنش‌آبی این دو سال (به‌ترتیب ۹۰۰۵ و ۶۲۱۷ کیلوگرم بر هکتار) و کل دوره رشد (به‌ترتیب ۹۱۵۵ و ۷۹۶۳ کیلوگرم بر هکتار) می‌توان گفت که به‌ترتیب ۹۸ و ۷۸ درصد افزایش محصول در دوره تنش‌آبی و به واسطه استفاده از آبیاری تکمیلی با دور آبیاری چهار روز برای این دو سال به‌دست آمده است (شکل‌های ۳ و ۴).

در دوره سوم نیز میزان بارندگی، نیاز آبی بوته‌های چای را تامین نموده و لزوم استفاده از آبیاری تکمیلی در این دوره وجود نداشت. همچنین بررسی آمار هواشناسی (شکل ۲) به‌ویژه تغییرات مقادیر بارندگی، تبخیر از تشتک و ساعات آفتابی، نشان داد که سال ۱۳۸۱ با مقدار ساعات آفتابی و تبخیر بیشتر و بارندگی کمتر در مقایسه با سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳، سالی خشک‌تر بوده، بنابراین باید انتظار داشته باشیم که تنش‌آبی بیشتری به گیاه وارد شده است. همچنین سال ۱۳۸۲ نسبت به سال ۱۳۸۳ خشک‌تر بوده و سال ۱۳۸۳ از نظر میزان و پراکندگی بارندگی، مناسب‌ترین سال بوده است.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، میانگین دو ساله (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) حجم آب مصرفی (مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر) در کل دوره رشد برابر ۵۹۰۰ مترمکعب در هکتار بود که از این میزان، ۲۹۵۰ مترمکعب توسط آبیاری و



شکل ۳- مقادیر متوسط دو سالانه عملکرد برگ سبز، چای ساخته شده و کارایی مصرف آب آبیاری تیمارهای مختلف در کل دوره رشد سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲



شکل ۴- تغییرات میانگین عملکرد چای ساخته شده و کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف طی دوره تنش آبی

در هکتار، کمترین میزان محصول را پس از تیمار شاهد (۶۷۴۱/۵ کیلوگرم در هکتار) داشته است. افت عملکرد در تیمارهای با دور آبیاری طولانی و تیمار شاهد را می‌توان به دلیل حساسیت برگ‌ها و شاخساره‌های چای به کمبود رطوبت در خاک، افزایش دما و خشکی هوای اطراف بوته‌ها در دوره تنش آبی دانست، به طوری که تاثیر این عوامل منفی در مجموع موجب کاهش عملکرد نهایی در پایان دوره رشد شد (شکل ۵).

مطالعه‌ای در مناطق چای‌کاری شوروی سابق نشان داد که آبیاری بارانی با فواصل زمانی کوتاه می‌تواند دمای هوا و در نتیجه دمای برگ را در ماه‌های گرم و خشک تعدیل نماید و موجب افزایش رطوبت در اطراف شاخساره‌ها شود (لبدیو، ۱۹۶۱). تیمارهای دیگر نیز به ترتیب دارای افزایش عملکرد مناسبی نسبت به تیمار شاهد بودند، که بخش اعظم این افزایش عملکرد در نتیجه استفاده از آبیاری در دوره تنش آبی اتفاق افتاده بود. در کل دوره رشد، تیمار دور آبیاری ۱۶ روز با میانگین دو ساله تولید معادل ۱۱۳۱۲ کیلوگرم برگ سبز



شکل ۵- کاهش عملکرد و از بین رفتن شاخساره‌های چای (محصول) به دلیل وقوع تنش‌های آبی و محیطی

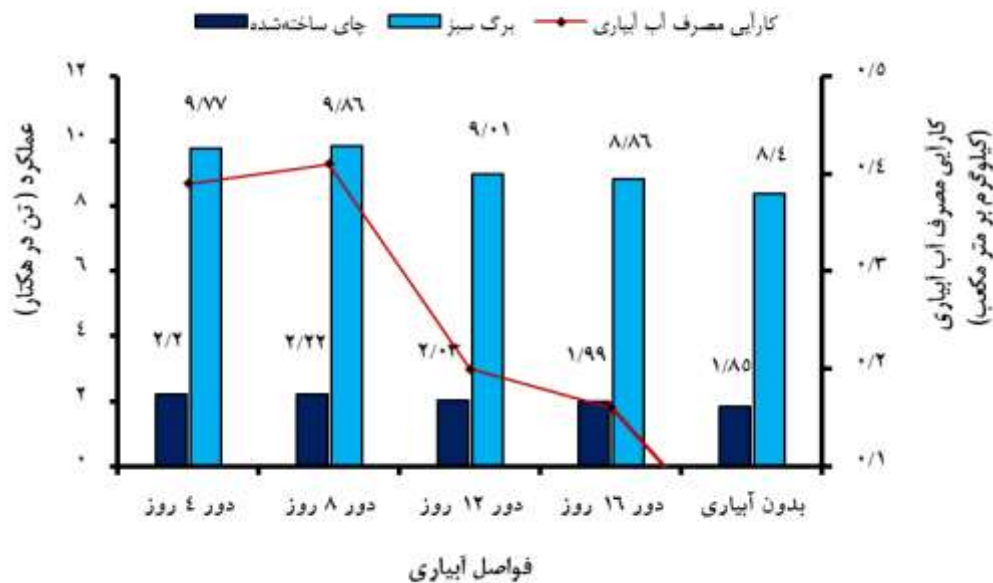
نتایج کارآیی مصرف آب (نسبت عملکرد چای ساخته شده به مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر) در دوره تنش آبی این دو سال (شکل ۴)، نشان‌دهنده روند نزولی این شاخص از تیمار دور آبیاری ۱۶ روز تا بدون آبیاری بود. به طوری که تیمارهای دور آبیاری ۱۶ و ۱۲ روز به ترتیب دارای کارآیی مصرف آب برابر ۰/۷۰ و ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب در این دوره بودند. این موضوع توانایی دور آبیاری کوتاه را در تامین رطوبت مورد نیاز بوته‌های چای و تعدیل تنش‌های محیطی مانند درجه حرارت بالا و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف شاخساره‌ها را نشان

بررسی تغییرات کارآیی مصرف آب آبیاری (تفاوت عملکرد چای ساخته شده هر تیمار نسبت به شاهد تقسیم بر حجم ناخالص آب آبیاری) در تیمارهای مختلف نشان داد که در دوره رشد سال‌های با تنش آبی، استفاده از آبیاری تکمیلی با دور کوتاه‌تر مانند ۴ و ۸ روز، باعث افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری (به ترتیب با میانگین دو ساله ۰/۶۶ و ۰/۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب) بیشتری نسبت به دوره‌های آبیاری با فواصل طولانی‌تر مانند ۱۲ و ۱۶ روز (به ترتیب با میانگین دو ساله ۰/۴۸ و ۰/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب) شد (شکل ۳).

در سال ۱۳۸۳ یا سال سوم آزمایش، درجه حرارت، رطوبت موجود در هوا و بارندگی مناسب در ماه‌های تیر و مرداد، موجب شد تا دوره تنش‌آبی در این سال نسبت به دو سال قبل کوتاه‌تر بوده و از ۱۲ تیرماه شروع و تا ۱۰ مرداد ادامه داشته باشد. در کل دوره رشد، ارتفاع ناخالص آب آبیاری برابر ۹۰ میلی‌متر، میزان بارندگی موثر برابر ۴۲۰ میلی‌متر و در نهایت ارتفاع ناخالص آب مصرفی برابر ۵۲۰ میلی‌متر برآورد شد. این سال نسبت به دو سال قبل، از بارندگی بیشتر و ساعات آفتابی کمتری برخوردار بوده و به‌عنوان ترسال معرفی شد. این موضوع باعث شد تا دور آبیاری روی اختلاف عملکرد تیمارها، اثر معنی‌داری نداشته باشد. تیمار شاهد با میانگین عملکرد ۸۴۰۰ کیلوگرم برگ سبز در هکتار، تولید محصول بیشتری را نسبت به دو سال قبل داشته است (شکل ۶). کارآیی مصرف آب آبیاری تیمارها در کل دوره رشد این سال نسبت به دو سال قبل کمتر بود. این موضوع را می‌توان به‌علت کوتاه بودن دوره تنش‌آبی و نبود تنش‌های محیطی و کمبود آب در خاک دانست که منجر به تولید محصول تقریباً مشابهی در تمام تیمارها بویژه تیمار بدون آبیاری شد. هم‌چنین این تیمار (شاهد) دارای بیشترین کارآیی مصرف آب در دوره تنش‌آبی برابر با ۰/۶۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. این مقدار نسبت به سال‌های قبل تقریباً به‌میزان دو برابر افزایش داشت. از لحاظ کارآیی مصرف آب، تیمارهای بعدی با تفاوت اندکی نسبت به هم، در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین در سال‌هایی که طول دوره تنش‌آبی، کوتاه و درجه حرارت و رطوبت موجود در محیط مناسب باشد، بهتر است از دور آبیاری طولانی‌تر مانند دور ۸ تا ۱۲ روز استفاده شود.

می‌دهد. از طرفی پایین بودن کارآیی مصرف آب در دوره تنش‌آبی و کارآیی مصرف آب آبیاری در دوره رشد برای تیمار دور ۱۶ روز را می‌توان به دو دلیل دانست: اول اینکه در آبیاری با فواصل طولانی، چون تمام آب مورد نیاز به‌صورت یکجا به بوته‌ها داده می‌شود، نفوذ عمقی و رواناب افزایش می‌یافت. دوم اینکه در آبیاری با فواصل طولانی، در فواصل زمانی بین دو آبیاری، تاثیر توأم تنش‌های محیطی (ناشی از درجه حرارت بالا و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف شاخساره‌ها) و کمبود رطوبت موجود در خاک به حداکثر میزان خود می‌رسید و سبب افت شدید عملکرد در این تیمارها شد.

تیمار بدون آبیاری (شاهد) با میانگین محصول ۷۰۷۰ و ۶۴۱۳ کیلوگرم برگ سبز در هکتار در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ دارای کمترین میزان عملکرد در پایان دوره رشد بود. از این میزان محصول، به‌طور میانگین ۴۱ درصد آن (۲۶۹۴ کیلوگرم برگ سبز) در دوره تنش‌آبی و ۵۹ درصد مابقی، در دوره‌های دیگر (دوره اول و دوم) به‌دست آمد. بر اساس تحقیقی در مالووی، گزارش شد که پاسخ عملکرد بوته‌های چای به آبیاری بارانی هفته‌ای، حد واسط بین عملکرد حاصل از آبیاری مه‌پاش روزانه و بدون آبیاری قرار داشت. در این آزمایش، دلیل افت عملکرد در کرت‌های بدون آبیاری و با آبیاری هفته‌ای، کاهش تولید ماده خشک در برگ‌ها و تقسیم آن به شاخساره‌ها در اثر تنش‌های محیطی و کمبود رطوبت موجود در خاک عنوان شد (کار و همکاران، ۱۹۸۷). میانگین دوساله کارآیی مصرف آب در دوره تنش‌آبی برای این تیمار برابر ۰/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب و کمتر از تیمارهای دیگر بود. عملکرد و کارآیی مصرف آب پایین در تیمار بدون آبیاری، لزوم استفاده از آبیاری تکمیلی را در باغ‌های چای اجتناب‌ناپذیر می‌سازد.



شکل ۶- مقادیر متوسط عملکرد برگ سبز، چای ساخته شده و کارایی مصرف آب آبیاری تیمارهای مختلف در کل دوره رشد سال ۱۳۸۳

پیام ترویجی

استفاده از سامانه آبیاری بارانی با دور آبیاری کوتاه (مانند دور ۴ تا ۸ روز) در دوره تنش آبی (نیمه دوم خرداد تا اوایل شهریور) باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب در باغ‌های چای می‌شود. برای رسیدن به این هدف بایستی مدیریت به‌باغی (بوته‌ها دارای آرایش و سطح گسترش تاج مناسب و سایر شرایط داشت مناسب باشند) و مدیریت آبیاری (مانند آبیاری در ساعات گرم و آفتابی انجام نشود) به‌صورت دقیق اجرا شود. دور آبیاری با فواصل بیشتر از ۱۰ روز باعث کاهش افت عملکرد و در شرایط تنش آبی شدید، ایجاد خسارت به محصول و تولید غیر اقتصادی خواهد شد.

فهرست منابع منتخب

رضوی پور، ت. و یزدانی، م. ۱۳۷۷. تعیین تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه چمن و برنج، ضریب گیاهی و ضریب تشنگ به روش لایسیمتر و کرت‌های کنترل شده در منطقه گیلان. رشت: گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور.

مجد سلیمی، ک. ۱۳۸۶. بررسی اثرات دور آبیاری بارانی بر عملکرد و کیفیت چای. لاهیجان: گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات چای کشور.

Carr, M. K. V., Dale, M. D. and Stephens, W. 1978. Yield distribution in irrigated tea (*Camellia sinensis*) at two sites in Eastern Africa. *Experimental Agriculture*, 23: 75-85.