نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۴۱-۱۱۲۹

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1129-1141

اثرات دور آبیاری در روش بارانی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در باغ‌های چای گیلان

کوروش مجد سلیمی[1*]- سید بابک صلواتیان[2]- مجتبی رضایی[3]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۶/۶

چکیده

کاهش میزان بارندگی در طول دوره رشد و پراکندگی نامناسب آن در شمال کشور، به عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده عملکرد چای به شمار می‌آید (۴). شواهد نشان می‌دهد در نبود محدودیت‌های زراعی، آبیاری تکمیلی از طریق روش بارانی می‌تواند به طور چشم‌گیری تولید محصول چای را افزایش دهد (۶). جهت تعیین بهترین دور آبیاری در روش بارانی و بررسی اثرات دورهای مختلف آن بر عملکرد و کارآیی مصرف آب گیاه چای، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقات چای فومن انجام گرفت. تیمارها، شامل چهار سطح دور آبیاری ۴، ۸ ، ۱۲ و ۱۶ روز و تیمار شاهد (بدون آبیاری) بودند. نتایج نشان داد که در دو سال اول آزمایش، تیمارهای شاهد و دور۴ روز به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۱۴۸۳ و ۳۴۴۳ کیلوگرم درهکتار چای خشک، کمترین و بیشترین میزان عملکرد را داشته‌اند. تیمارهای دور آبیاری ۸ ،۱۲ و ۱۶ روز به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. تیمار شاهد و برتر در دوره خشک، به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین کارآیی مصرف آب برابر با ۰/۳۴ و ۰/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب بودند. هم‌چنین کارآیی مصرف آب آبیاری در دوره رشد این دو سال، برای تیمارهای دور۴، ۸، ۱۲و ۱۶ روز به‌ترتیب برابر با ۰/۶۶، ۰/۵۵، ۰/۴۸ و ۰/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. در سال سوم آزمایش بارندگی مناسب و کوتاه بودن دوره کم‌آبی موجب شد تا علیرغم افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب تیمار شاهد نسبت به دو سال قبل، تمام تیمارها دارای عملکرد تقریبا یکسانی گردند.

واژه‌های کلیدی: چای، آبیاری بارانی، دور آبیاری، کارآیی مصرف آب، عملکرد

مقدمه

چای گیاهی همیشه سبز است که به اقلیم گرم معتدل و مرطوب نیاز دارد (۸). عملکرد کل سالانه و توزیع عملکرد چای در هر سال (فصول مختلف)، تحت تاثیر تغییرات عوامل آب و هوایی مانند بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا و کمبود رطوبت خاک (۱۰، ۲۲ و ۲۳) و دوره نوری با یکدیگر متفاوت است (۱۶ و ۲۳). بوته‌های چای برای تولید شاخساره‌های با رشد فعال به شرایط آب و هوایی مناسب مانند دمای هوای ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی هوای بیشتر از ۶۰ درصد و طول روز بیشتر از ۱۱ ساعت نیاز دارند (۲۲، ۲۳ و ۲۴). حداقل بارندگی مورد نیاز سالانه (کشورهایی که ۱۰ تا ۱۱ ماه دوره برداشت دارند) برای رشد مناسب چای، بین ۱۱۵۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌متر است (۱۷). اگرچه بیشتر نواحی چای‌خیز شمال کشور دارای بارندگی نسبتا مناسب طی دوره رشد (اوایل اردیبهشت تا آبان ماه) هستند ولی توزیع آن یکنواخت نیست. معمولا دو یا سه ماه از دوره رشد (اواسط خرداد تا اوایل شهریور ماه)، دارای آب و هوای گرم و تقریبا مناسب برای رشد چای است. اما به‌علت کاهش بارندگی، تولید محصول و کیفیت چای به شدت تحت تاثیر افزایش کمبود رطوبت خاک قرار می‌گیرد. درحالی‌که در ماه‌های دیگر از دوره رشد با وجود بارندگی مناسب، شرایط آب و هوایی متفاوتی نسبت به دوره کم‌آبی وجود دارد (۵).

از مجموع ۳۲ هزار هکتار باغ‌های چای در دو استان شمالی کشور (گیلان و مازندران)، حدود ۱۲ هزار هکتار در دشت و مابقی درکوهپایه‌ها قرار دارند و کمتر از چهار هزار هکتار از این باغ‌های چای، دارای سیستم آبیاری بارانی هستند (۱). این در حالی‌است که آب، مهم‌ترین عامل محدودکننده محصول چای در آب و هوای گرم و

۱و۲- محققان بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات چای کشور، لاهیجان
(* ـ نویسنده مسئول: Email:k_majdsalimi@yahoo.com)
۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

خشک است، به‌طوری‌که در نبود محدودیت‌های دیگر، آبیاری می‌تواند به طور چشم‌گیری تولید محصول چای را افزایش دهد (۶).

در مناطق مختلف چای‌خیز، میزان تاثیر آبیاری روی عملکرد ماه‌های گرم و خشک متفاوت بوده و تحت تاثیر شدت و مدت خشک‌سالی، شرایط آب و هوایی (به ویژه رطوبت نسبی هوا و درجه حرارت)، برنامه آبیاری (زمان، مقدار و دور آبیاری)، نوع سیستم آبیاری، طراحی و بهره‌برداری صحیح و اصولی آن و غیره قرار می‌گیرد (۱۹). در سال‌های مختلف، میزان افزایش عملکرد چای در اثر آبیاری در کشورهایی مانند هند بین ۲۰ تا ۹۰ درصد (۱۷)، چین بیشتر از ۴۰ درصد (۱۲) و در تانزانیا و مالاوی به‌ترتیب بیشتر از ۵۰ و ۶۵ درصد (۹، ۱۰ و ۲۱) گزارش شده است.

کار و استیفنز (۱۱) گزارش کردند که به علت رشد کند شاخساره‌ها در شرایط تنش آبی، عملکرد به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. این رشد آهسته در شرایط تنش محیطی، نتیجه کاهش پتانسیل آب شاخساره است که روی فشار تورگوری سلول اثر می‌کند (۱۱). کار (۸) در تحقیقات خود در تانزانیا گزارش کرد که اگرچه تنش آبی، طول شاخساره‌ها و مقدار ماده خشک را کاهش می‌دهد ولی تاثیر کمی بر تعداد شاخساره دارد.

در برخی از کشورها، حتی زمانی‌که درصد رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی باشد، هوای خشک اطراف بوته‌های چای، موجب بسته شدن روزنه‌های برگ از طریق کاهش پتانسیل آب آوند چوبی شاخساره و در نهایت اُفت عملکرد می‌شود (۱۰ و ۱۳).

برنامه‌ریزی آبیاری به زمان و مقدار آب مورد نیاز بستگی دارد. آبیاری بارانی با فواصل مناسب می‌تواند موجب تعدیل دما و افزایش میزان رطوبت نسبی هوای اطراف بوته‌ها شود (۱۴)، به‌طوری‌که در مقایسه با آبیاری بارانی با فواصل طولانی، افزایش محصول قابل توجه‌ای را به ویژه در ماه‌های گرم خواهد داشت (۲۲). درصورتی‌که آبیاری بیش از میزان مورد نیاز، سبب آبشویی مواد مغذی، فرسایش خاک و ماندابی شدن باغ‌های چای و در نهایت کاهش شدید عملکرد، کیفیت و از بین رفتن بوته‌های چای می‌گردند (۱۴).

علیرغم تغییرات بسیار زیاد عملکرد و کارآیی مصرف آب گیاه چای تحت تاثیر آبیاری، تحقیقات در ایران در زمینه مسایل و مشکلات آب در باغ‌های چای خیلی کم و محدود به مطالعات مجدسلیمی (۶) است. مطالعات وی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب (معادل با ۰/۴۹۸ کیلوگرم چای خشک بر متر مکعب) گیاه چای از تیمار آبیاری کامل و مصرف۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد و تغییرات کارآیی مصرف آب با افزایش آب مصرفی گیاه تا مقدار ۴۵۷ میلی‌متر، روند صعودی داشت. هم‌چنین کارآیی مصرف آب در هر تیمار آبیاری، به میزان نیتروژن مصرفی وابسته بود. در تیمار بدون آبیاری، بیشترین کارآیی مصرف آب (۰/۳۵۹ کیلوگرم چای خشک بر متر مکعب) مربوط به کاربرد نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین کارآیی مصرف آب در شرایط آبیاری کامل و مصرف بهینه کود نیتروژن به‌دست خواهد آمد (۶).

محدودیت اراضی قابل کشت و محدودیت منابع آب مناسب در مناطق چای‌خیز شمال کشور، ایجاب می‌نماید تا برنامه‌ریزی خاصی به منظور افزایش تولید در واحد سطح (استفاده حداکثر از واحد اراضی) و استفاده بهینه از واحد آب مصرفی در این مناطق انجام گیرد. برای رسیدن به این هدف، اعمال مدیریت‌های مختلف آبیاری و بررسی اثرات آن بر افزایش عملکرد و کارآیی مصرف آب بسیار حائز اهمیت است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات دور آبیاری در روش بارانی، بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در باغ‌های چای گیلان بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار طی سال‌های ۸۳-۱۳۸۱ انجام گرفت. تیمارها شامل چهار سطح I_1 تا I_4 به‌ترتیب دور آبیاری ۴ ، ۸ ، ۱۲ و ۱۶ روز و تیمار بدون آبیاری یا شاهد (I_0) بودند. هر تکرار شامل پنج کرت دور آبیاری به مساحت ۶۴ مترمربع (ابعاد ۸×۸ متر) بود. به منظور جلوگیری از اثرات آبیاری کرت‌ها و تکرارهای مجاور روی یکدیگر، بین کرت‌ها فاصله‌ای به میزان چهار متر در نظر گرفته شد. در چهار گوشه هر کرت، یک عدد رایزر همراه با آبپاش قابل تنظیم[1] (فشار ۲/۵ اتمسفر، دبی ۰/۷۳ متر مکعب بر ساعت و میانگین شدت پاشش ۱۰ میلی‌متر بر ساعت در هر کرت) و شیر کنترل قرار داده شد.

عملیات به‌زراعی مانند وجین علف‌های هرز و سرهرس (هرسی است که باعث از بین بردن گره‌ها، پنجه کلاغی‌ها و تحریک شاخه‌های مولد می‌شود، هم‌چنین موجب افزایش کمیت و کیفیت محصول و یکنواختی سطح برداشت در بوته‌ها می‌گردد) روی بوته‌های تمامی کرت‌ها در طی سه سال به صورت معمول صورت گرفت. مقدار کود مصرفی در هر سال بر اساس توصیه کودی کارشناسان ایستگاه به صورت مخلوط با خاک، به قطعه‌ها داده شد. کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به میزان ۸۰۰ کیلوگرم برای تیمارهای دور آبیاری(در دو نوبت: هفته آخر اردیبهشت و هفته اول تیر) و ۴۰۰ کیلوگرم برای تیمار بدون آبیاری(در یک نوبت: هفته آخر اردیبهشت) مصرف گردید. کودهای سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به‌ترتیب به میزان ۳۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار برای تیمارهای دور آبیاری و به میزان ۱۵۰ و ۵۰ کیلوگرم برای تیمار بدون آبیاری در نیمه اول اسفند هر سال به‌صورت یکنواخت به خاک کرت‌ها اضافه

1-VYR80

شد.

تبخیر-تعرق گیاه چای از طریق محاسبه تبخیر- تعرق پتانسیل (گیاه مرجع) با اندازه‌گیری تبخیر روزانه از تشت کلاس A و با استفاده از ضریب اصلاحی تشت برابر۰/۷۷ (۲) و ضریب گیاهی برابر ۰/۸۵ (۲۰)، محاسبه گردید. هم‌چنین بارندگی موثر از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا[1] (رابطه۱) به‌دست آمد:

$$Peff = Pt\ (۰/۲_ ۱۲۵\ Pt)/۱۲۵ \qquad (۱)$$

که در آن Peff بارندگی موثر و Pt بارندگی کل بر حسب میلی‌متر است (۳).

در دوره رشد سال‌های۸۱، ۸۲ و۸۳ به‌ترتیب ۹، ۷ و ۹ مرتبه برداشت جداگانه برگ سبز در فواصل زمانی متفاوت انجام گرفت. برداشت برگ سبز (شاخساره‌های[2] لطیف) چای از تمام کرت‌های آزمایشی به صورت استاندارد (۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی) به‌طور هم‌زمان انجام و وزن آنها توسط ترازو تعیین شد. برای تبدیل برگ سبز چای به عملکرد چای خشک[3] از ضریب تبدیل ۲۲/۵ درصد استفاده گردید.

برای محاسبه کارآیی مصرف آب (WUE) طی دوره خشک و کارآیی مصرف آب آبیاری (IWUE) در کل دوره رشد از روابط زیر استفاده شد:

$$WUE = \frac{Y}{V} \qquad (۲)$$

$$IWUE = \frac{dY}{Vi} \qquad (۳)$$

در این روابط Y: عملکرد چای خشک (کیلوگرم)، V: حجم ناخالص آب مصرفی یا مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر (مترمکعب)، dY: اختلاف عملکرد هر تیمار دور آبیاری از تیمار شاهد (کیلوگرم) و Vi: حجم آب ناخالص آبیاری (متر مکعب).

تجزیه واریانس عملکرد برگ سبز برای یک دوره سه ساله پس از اطمینان از یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی (آزمون بارتلت) و نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت.

هم‌چنین نتایج تجزیه خاک محل (جدول۱) نشان داد که بافت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری یکنواخت و از نوع لوم سیلتی بوده است. نفوذ پذیری نهایی و جرم مخصوص ظاهری خاک به‌ترتیب ۱۰/۵ میلی‌متر بر ساعت و ۱/۳۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد. مقایسه داده‌های هواشناسی و نسبت باران به تبخیر ماهانه (طی ۶ ماه از اردیبهشت تا مهر) در طی سه سال (جدول۲) نشان دهنده روند خاصی در این مدت است. به این صورت که سال ۸۱ دارای خشک‌ترین فصل رشد است و در سال‌های بعد، رفته‌رفته با افزایش مقدار بارندگی و کاهش میزان تبخیر از تشت، فصول رشد پرباران‌تری را شاهد هستیم. به‌همین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که فصل رشد سال۸۱ نسبت به سال۸۲، خشک‌تر بوده است و به عبارت دیگر، تنش خشکی بیشتری بر بوته‌های چای وارد شده است. هم‌چنین فصل رشد سال ۸۲ نسبت به سال ۸۳ نیز خشک‌تر بوده و سال ۸۳ از نظر میزان و پراکندگی زمان بارندگی در فصل رشد چای، مناسب‌ترین سال بوده است.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد سال‌های آزمایش (جدول۳) نشان داد در سال‌هایی با فصول رشد کم باران و نسبتا خشک، با ثابت ماندن میزان آب آبیاری (سال‌های اول و دوم)، دور آبیاری بر میزان عملکرد برگ سبز تاثیر معنی‌داری دارد. ولی این عامل در سال‌هایی با فصول رشد دارای بارندگی مناسب (سال سوم) تاثیر زیادی بر عملکرد ندارد. هماهنگ با این روند، فقط در سال‌هایی با فصول رشد کم‌باران، اثر متقابل دور آبیاری و زمان برداشت بر عملکرد تاثیر معنی‌دار داشته است. هم‌چنین میزان عملکرد در زمان‌های برداشت مختلف کاملا متغیر می‌باشد که می‌تواند تاثیر بسیار زیاد عوامل هواشناسی را بر میزان عملکرد چای نشان دهد (۱۰ و ۲۳).

نتایج مقایسه میانگین عملکرد (جدول۴) نشان داد که در سال۱۳۸۱، تیمار دور آبیاری ۴ روز با بیشترین میانگین عملکرد برابر ۱۱/۵۳۷ کیلوگرم برگ سبز در کرت، در کلاس a و تیمارهای بعدی به‌ترتیب در کلاس‌های پایین‌تری قرار گرفتند. به‌طوری‌که تیمارهای دور آبیاری ۸ و ۱۲روز با میانگین عملکرد نزدیک‌تری نسبت به‌هم، به‌ترتیب در رتبه‌های b و bc و تیمار دور آبیاری ۱۶ روز در کلاس بعدی، یعنی c قرار گرفت. در این گروه‌بندی تیمار شاهد با میانگین عملکرد ۵/۰۲۷ کیلوگرم برگ سبز در کرت، در پایین‌ترین رتبه، یعنی d جای گرفت. هم‌چنین بررسی میانگین عملکرد کرت‌های آزمایشی برای سطوح دور آبیاری در سال۱۳۸۲ مشخص نمود که تیمار دور آبیاری ۴ روز با بیشترین میانگین عملکرد در کلاس a و تیمار دور آبیاری ۸ روز با کمی تفاوت در کلاس b قرار داشت. در این سال، تیمارهای دور آبیاری ۱۲ و ۱۶ روز به‌ترتیب در رتبه‌های c و d دسته‌بندی شده و تیمار شاهد همانند سال ۸۱ ، با میانگین عملکرد ۵/۸۶۳ کیلوگرم برگ سبز درکرت، در پایین‌ترین کلاس یعنی e قرارگرفت. درضمن با توجه به اینکه اختلاف معنی‌داری بین مقادیر عملکرد در سطوح دور آبیاری در سال ۸۳ به وجود نیامده بود، لذا بررسی مقایسه میانگین برای داده‌های عملکرد این سال انجام نگرفت.

1- Soil Conservation Service(SCS)
2- Shoots
3- Made Tea

جدول۱ـ نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

عمق (cm)	بافت	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (mmohs/cm)	pH	ازت کل (٪)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)
۳۰ - ۰	لوم سیلتی	۳۶	۰/۳۲	۴	۰/۲۵	۲۳۰	۲۷۳
۶۰ - ۳۰	لوم سیلتی	۳۲/۶	۰/۳۹	۴/۶	۰/۱۸	۱۵۰	۱۸۰

جدول۲ ـ میانگین داده‌های هواشناسی سه سال آزمایش

عامل هواشناسی	ماه (از دوره رشد)					
	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
بارندگی کل(میلی‌متر)						
۱۳۸۱	۹۳	۴۱	۲۲	۳۲	۱۲۸	۹۱
۱۳۸۲	۱۰۹	۷۶	۱۲	۲۳	۲۰۵	۱۴۵
۱۳۸۳	۶۳	۱۰۳	۴۶	۱۱۲	۱۸۶	۱۳۵
میانگین درجه حرارت حداکثر (درجه سانتی‌گراد)						
۱۳۸۱	۲۰	۲۵/۵	۲۹/۵	۳۰	۲۸	۲۵
۱۳۸۲	۱۷	۲۴	۲۸	۳۰/۵	۲۶	۲۳/۵
۱۳۸۳	۱۸	۲۳	۲۸	۲۷/۵	۲۴	۲۰
میانگین درجه حرارت حداقل (درجه سانتی‌گراد)						
۱۳۸۱	۱۲/۵	۱۷/۵	۲۱	۲۱/۵	۲۰	۱۸
۱۳۸۲	۱۰	۱۷	۲۰	۲۲	۱۸	۱۶
۱۳۸۳	۱۰	۱۴	۱۸	۱۷	۱۶/۵	۱۴
میانگین رطوبت نسبی (درصد)						
۱۳۸۱	۷۴	۶۵	۵۷	۵۹	۷۰	۷۵
۱۳۸۲	۷۸	۶۸	۶۱	۵۶	۷۳	۷۳
۱۳۸۳	۷۵	۷۲	۶۵	۶۹	۷۲	۷۵
میانگین تبخیر از تشت (میلی‌متر)						
۱۳۸۱	۹۷/۸	۱۴۹/۷	۲۱۰	۱۹۱	۱۳۷/۵	۹۹/۳
۱۳۸۲	۸۲/۵	۱۵۱/۲	۱۶۰/۴	۱۸۴/۸	۱۵۴/۳	۷۹/۴
۱۳۸۳	۹۱/۶	۱۲۹/۸	۱۶۶	۱۵۱	۱۳۷/۵	۹۴/۷
نسبت باران به تبخیر						
۱۳۸۱	۰/۹۵	۰/۲۷	۰/۱	۰/۱۶	۰/۹۳	۰/۹۲
۱۳۸۲	۱/۳۲	۰/۵	۰/۰۷	۰/۱۲	۱/۳۳	۱/۸۳
۱۳۸۳	۰/۶۹	۰/۷۹	۰/۲۸	۰/۷۴	۱/۳۵	۱/۴۳

جدول۳ـ نتایج تجزیه واریانس سالانه عملکرد برگ سبز کرت‌های آزمایشی (کیلوگرم)

منبع تغییرات	درجه آزادی		میانگین مربعات		
	۸۱ و۸۳	۸۲	۸۱	۸۲	۸۳
تکرار	۲	۲	۱۵/۱۰	۰/۱۲۵	۱/۹۷۲
دورآبیاری	۴	۴	۹۹/۶۰۷ **	۲/۹۹۰ **	۴/۹۳ ns
خطای(۱)	۸	۸	۶/۹۴۸	۰/۱۱۹	۳/۰۴۷
زمان برداشت	۸	۶	۸۸/۴۹۲ **	۱/۳۶۴ **	۶۷/۲۹ **
دورآبیاری × زمان برداشت	۳۲	۲۴	۶/۴۱۵ **	۰/۲۵۷ *	۱/۹۲۹ ns
خطای(۲)	۸۰	۶۰	۲/۸۸	۰/۱۲	۱/۷۷
میانگین کل	۲	۲	۸۹۴۶	۱۰۵۰	۶۳۹۱
ضریب تغییرات(درصد)			۲۰/۶۰	۸/۲	۲۰/۸۵

ns ، ** و * به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد

ـ داده‌های عملکرد در سال دوم (۱۳۸۲)، به کمک تبدیل جذری نرمال شد.

جدول٤ـ مقایسه میانگین عملکرد کرت‌های آزمایشی بر اساس آزمون دانکن (۵ درصد) برای گروه‌بندی سطوح آبیاری

تیمار	میانگین عملکرد(کیلوگرم)		
	۸۱	۸۲	۸۳
I_0(شاهد)	۵/۰۲۷e	۵/۸۶۳e	۵/۹۷۰
I_1(۴ روز)	۱۱/۵۳۷a	۱۳/۱۴۳a	۶/۹۵۶
I_2(۸ روز)	۱۰/۱۲۹b	۱۲/۵۱۲b	۷/۰۱۲
I_3(۱۲ روز)	۹/۸۳۲bc	۹/۸۷۲c	۶/۳۹۹
I_4(۱۶ روز)	۸/۵۲۲c	۹/۷۲۸d	۶/۳۰۰

ـ در هرستون میانگین ها با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

نتایج آزمون دانکن برای زمان برداشت طی فصل رشد سال ۱۳۸۱ نشان داد (جدول۵) که برداشت اول و هفتم دارای بیشترین میزان عملکرد بوده و درکلاس جداگانه (a) قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به برداشت‌های دوم و نهم بوده و به‌ترتیب در رتبه‌های e و de قرار داشتند. در سال ۱۳۸۲، به طور کلی هفت مرتبه برداشت انجام گرفت که در آن برداشت های اول و دوم همانند برداشت‌های پنجم و ششم در رتبه a دسته‌بندی شدند و برداشت‌های سوم، چهارم و هفتم کمترین عملکرد را داشته و رتبه‌های b و c را به خود اختصاص دادند.

در سال ۱۳۸۱، از هر کرت آزمایشی نه مرتبه برداشت انجام شد. شکل (۱) نشان می‌دهد که در برداشت اول با توجه به ذخیره مواد غذایی در بوته‌ها[1] و پتانسیل بالای آنها جهت تولید شاخساره‌ها، هم‌چنین وجود رطوبت اولیه در خاک در ابتدای دوره بهره‌برداری به‌علت توزیع (میزان و پراکندگی) بارندگی و شرایط آب و هوایی مناسب (جدول۲)، تمامی کرت‌های آزمایشی دارای عملکرد نسبتا یکسان و بالایی بودند. هم‌چنین در برداشت هفتم یعنی اواسط ماه شهریور، با توجه به کاهش نسبی تنش‌های محیطی (درجه حرارت بالا و رطوبت نسبی پایین) و تامین رطوبت مورد نیاز به وسیله بارندگی، در مجموع سبب شد تا میانگین عملکرد در این برداشت تقریبا برابر با برداشت اول شود و مقایسه میانگین‌ها در یک رتبه قرارگیرند (جدول۵).

بررسی عملکرد کرت‌های آزمایشی نشان داد که در برداشت‌های نهایی، خصوصا برداشت هفتم، با وجود بارندگی کافی و تامین رطوبت خاک، بوته‌ها در تیمار شاهد و دور ۱۶ روز، نتوانستند خسارت ناشی از تنش و کمبود رطوبت اعمال شده در خاک و رطوبت موجود در هوای اطراف خود را (در برداشت‌های قبلی انجام شده در ماه‌های تیر و مرداد) جبران نمایند. در نتیجه میزان عملکرد در آنها به سطح قابل قبول و مانند بقیه تیمارها نرسید و روند تغییرات و تفاوت میزان عملکرد در این تیمارها در برداشت هفتم و هشتم نیز مشاهده گردید. در حالی که عملکرد تیمارهای با دور کوتاه‌تر مانند ۴، ۸ و۱۲روز، اختلاف ناچیزی داشته و این مفهوم را می‌رساند که در صورت نیاز به آبیاری در برداشت‌های پایانی، استفاده از دور آبیاری بین ۸ تا ۱۲ روز نتیجه بهتری خواهد داشت.

با مشاهده شکل(۱) می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین تفاوت بین عملکرد تیمارها در برداشت ششم و هفتم وجود داشت. بررسی آمار هواشناسی (جدول۲) نشان داد که در خرداد و اوایل تیر ماه که رطوبت نسبی هوا برای رشد شاخساره‌ها مناسب بود(میانگین رطوبت نسبی بالای ۶۵ درصد)، رشد شاخساره‌ها و در نتیجه عملکرد تیمارهای دور ۴ و ۸ روز تحت تاثیر این عامل منفی قرار نگرفته و دارای عملکرد تقریبا یکسانی بودند. با توجه به تاثیر رطوبت هوای اطراف بوته‌ها روی میزان رشد شاخساره‌های چای، کار و همکاران (۱۰) گزارش نمودند برای اینکه شاخساره‌های چای رشد خوبی داشته باشند، رطوبت نسبی هوا باید حداقل ۶۰ درصد باشد. به ازای هر ۱۰ درصد کاهش رطوبت نسبی هوا از میزان ۶۰ درصد، غلظت شیره سلولی ۰/۶ درصد افزایش می‌یابد که بر رشد گیاه تاثیر منفی می‌گذارد.

در چنین شرایطی می‌توان برای آبیاری بوته‌های چای از دور آبیاری با فواصل بیشتر مانند ۸ تا ۱۲ روز استفاده نمود. درحالی‌که از اواسط تیر تا ابتدای شهریور که ساعات آفتابی و درجه حرارت هوا افزایش یافته (میانگین درجه حرارت حداکثر در دو ماه تیر و مرداد به‌ترتیب ۲۹/۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود) و در عوض بارندگی و حداقل رطوبت نسبی هوا، کاهش می‌یافت (جدول۲)، در چنین وضعیتی تاثیر کمبود رطوبت هوای اطراف بوته‌ها به عنوان تنش محیطی و عامل تشدید کننده اُفت عملکرد، همراه با کاهش رطوبت موجود در خاک وارد عمل شده و خسارت ناشی از این دو عامل، جبران ناپذیر گردید. در این سال میانگین حداقل رطوبت نسبی در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد به ترتیب ۶۵ ، ۵۷ و ۵۹ درصد بود.

۱- در شمال کشور با کاهش درجه حرارت هوا و ساعات آفتابی در انتهای فصل رشد(آبان ماه)، انجام عمل فتوسنتز در برگ‌ها و شاخساره‌های چای و رشد رویشی (تولید شاخساره) به طور محسوسی کاهش می‌یابد و در نهایت بوته‌ها در زمستان به خواب می‌روند. در این مدت، مواد فتوسنتزی تولید شده (کربوهیدرات‌ها)، در ریشه‌ها ذخیره شده و در اولین برداشت سال بعد در اختیار شاخساره‌ها قرار می‌گیرد.

جدول۵ـ مقایسه میانگین عملکرد سالانه کرت‌های آزمایشی بر اساس آزمون دانکن برای گروه بندی زمان برداشت

شماره برداشت	میانگین عملکرد (کیلوگرم)		
	۸۱	۸۲	۸۳
۱	۱۲/۳۴۵a	۹/۸۵۷a	۳/۸۹۲d
۲	۵/۶۸۳e	۱۰/۲۸۲a	۵/۹۱۲c
۳	۸/۶۴۸cd	۸/۱۸۶b	۳/۳۳۰d
۴	۸/۸۷۳c	۸/۳۱۷b	۸/۹۷۳a
۵	۷/۹۱۲d	۱۱/۲۱۹a	۸/۱۶۸ab
۶	۸/۴۲۲cd	۱۰/۲۷۲a	۸/۷۶۶a
۷	۱۲/۴۰۸a	۶/۷۶۳c	۵/۵۹۲c
۸	۹/۳۸۴b	–	۸/۶۰۰a
۹	۷/۵۹۰de	–	۷/۶۶۰b

ـ در هرستون میانگین ها با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

این موضوع سبب گردید که با استفاده از دور آبیاری ۴ روز بتوان، کاهش رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها را تعدیل نمود تا شاخساره‌های چای به رشد طبیعی خود ادامه دهند و بیشترین میزان عملکرد را تولید کنند. این روند تغییرات در تیمار دور ۸ روز با شدت کمتری دنبال می‌شود.

بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که چای در درجه حرارت بین ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به خوبی رشد می‌کند (۲۲ و ۲۴). در شرایط اقلیمی مرطوب در سریلانکا، کاهش تعداد شاخساره‌های قابل برداشت در اثر افزایش درجه حرارت هوا از ۲۷ به ۲۹ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. در این گزارش عنوان گردید که وزن، اندازه و سرعت رشد شاخساره‌های چای در شرایط آب و هوایی خشک، کاهش می‌یابد (۲۵ و ۲۶).

کاهش عملکرد در کرت‌های مربوط به تیمارهای دور ۱۲و ۱۶ روز بر خلاف بقیه تیمارها، بیشتر تحت تاثیر این دو عامل منفی قرار می‌گرفت. عامل اول همان کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف شاخساره‌ها است که در این تیمارها با توجه به طولانی بودن فواصل دور آبیاری، تاثیر سوء درجه حرارت بالا و نم نسبی پایین، کاهش عملکرد را به دنبال داشت. عامل دوم را می‌توان ناشی از اثرات احتمالی کمبود رطوبت موجود در خاک و عمق توسعه ریشه‌ها دانست. در این حالت نیز با توجه به طولانی بودن فواصل دور آبیاری، کمبود رطوبت موجود در خاک به صورت عامل دوم و تشدید کننده کاهش عملکرد، ایفای نقش می‌نمود. بیشترین نمود تاثیر این دو عامل در تیمار شاهد دیده می‌شد. به طوری‌که کمترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داده بود. تنش آبی موجب تاخیر در شکفتن جوانه و به خواب رفتن (بنجی شدن) جوانه‌های بوته چای می‌گردد (۷). درچنین شرایطی استفاده از دور آبیاری کوتاه مانند دور۴ تا ۸ روز توصیه می‌شود.

در سال۱۳۸۲، برداشت از کرت‌های آزمایشی هفت مرتبه انجام گرفت. تاثیر تیمارها بر عملکرد کرت‌ها در این سال، تقریبا از برداشت سوم آغاز شده و بیشترین تاثیر تیمارها و تفاوت بین عملکرد آنها در برداشت چهارم و پنجم مشاهده گردید (شکل۲). در این دوره ۳۹ روزه جایگزینی[1] شاخساره (اول مرداد یا شروع رشد شاخساره‌ها در برداشت چهارم تا هشت شهریور یا پایان رشد شاخساره‌ها در برداشت پنجم)، با توجه به میزان بارندگی بسیار کم و تبخیر-تعرق بالای بوته‌های چای (۲۳ میلی‌متر بارندگی در مقایسه با ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر-تعرق) و حداقل رطوبت نسبی ماهانه در حدود ۵۶ درصد، تفاوت بین عملکرد تیمارها در برداشت‌های چهارم و پنجم، بیشتر از تمامی برداشت‌ها در این سال و سال‌های دیگر بود. در این دو برداشت تاثیر توام کمبود رطوبت موجود در خاک و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها، بیشترین تاثیر خود را در کاهش عملکرد داشته است. به‌طوری‌که موجب شد تا تاثیر دور آبیاری با فواصل کوتاه مانند ۴ و ۸ روز بیشتر از دورهای آبیاری دیگر شود.

مطالعه انجام گرفته در شوروی سابق نشان داد که آبیاری بارانی متناوب در وسط روز، موجب تعدیل دما و کاهش کمبود اشباع هوای اطراف بوته‌ها چای می‌گردد، به‌طوری‌که عملکرد در یک دوره چهار ساله به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با آبیاری بارانی۱۰ روزه افزایش نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که آبیاری با فاصله زمانی کوتاه، به‌علت تداوم آبیاری می‌تواند دمای هوا و در نتیجه دمای برگ را در ماه‌های گرم و خشک تعدیل نماید، ضمن اینکه این عمل موجب افزایش رطوبت هوای اطراف بوته‌ها نیز می‌گردد. چنین وضعیت

۱ـ دوره جایگزینی شاخساره عبارت است از مدت زمان مورد نیاز برای رهایی یک جوانه جانبی از غالبیت انتهایی و تبدیل به سه برگ و یک جوانه انتهایی.

مطلوبی در آبیاری با فواصل طولانی، کمتر امکان‌پذیراست (۱۵).

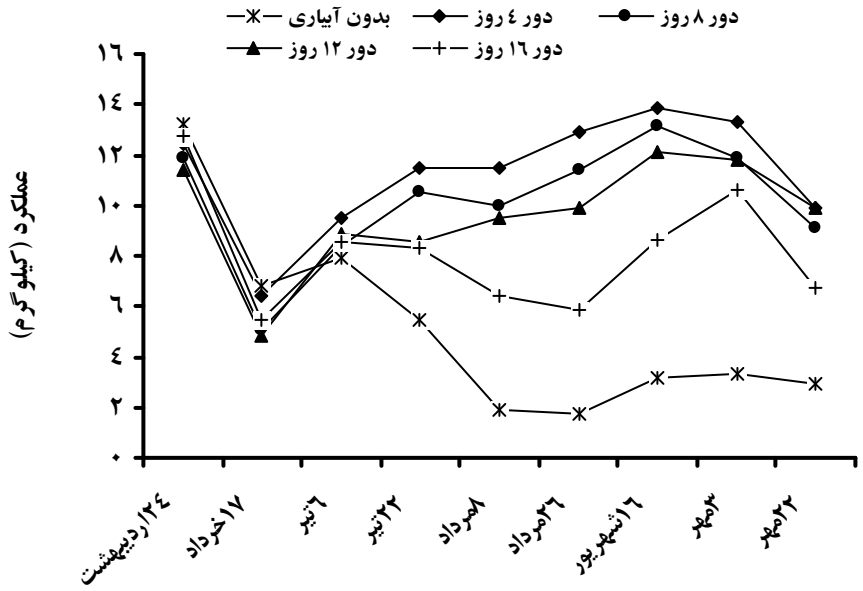
میزان بارندگی در ماه شهریور سال۸۲ بیشتر از سال۸۱ بود (به‌ترتیب ۲۰۵ و ۱۲۸ میلی‌متر) اما بارندگی خصوصا در پایان این ماه تاثیر چندانی بر عملکرد کرت‌ها به ویژه تیمارهای دور ۱۲ و ۱۶ روز و بدون آبیاری نداشته است. میزان عملکرد و تغییرات نسبی آن در برداشت پایانی (برداشت هفتم) علیرغم بارندگی‌ها و رطوبت نسبی هوای مناسب، تحت تاثیر عواملی مانند درجه حرارت پایین هوا و ساعات آفتابی کم در اواسط شهریور و مهر ماه قرار گرفت. همان‌طوری‌که از جدول (۲) مشاهده می‌شود در دوره ۲۹ روزه رشد شاخساره‌ها در برداشت هفتم، میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت ماهانه به‌ترتیب حدود ۲۳/۵ و ۱۶ درجه سانتی‌گراد بود. به‌طوری‌که در هفته آخر این دوره، میانگین روزانه درجه حرارت هوا کاهش محسوسی داشته و به حداقل ۱۴ درجه سانتی‌گراد رسیده بود.

درجه حرارت پایه برای بوته‌های چای در ایران حدود ۱۳ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود (۱). با کاهش درجه حرارت (کمتر از درجه حرارت پایه) و دوره نوری، به علت افزایش هورمون‌های بازدارنده رشد و انتقال کربوهیدرات‌ها به ریشه‌ها، تعداد و سرعت رشد شاخساره‌ها کاهش و شاخساره‌ها تمایل بیشتری برای به خواب‌رفتن پیدا می‌کنند (۱۸).

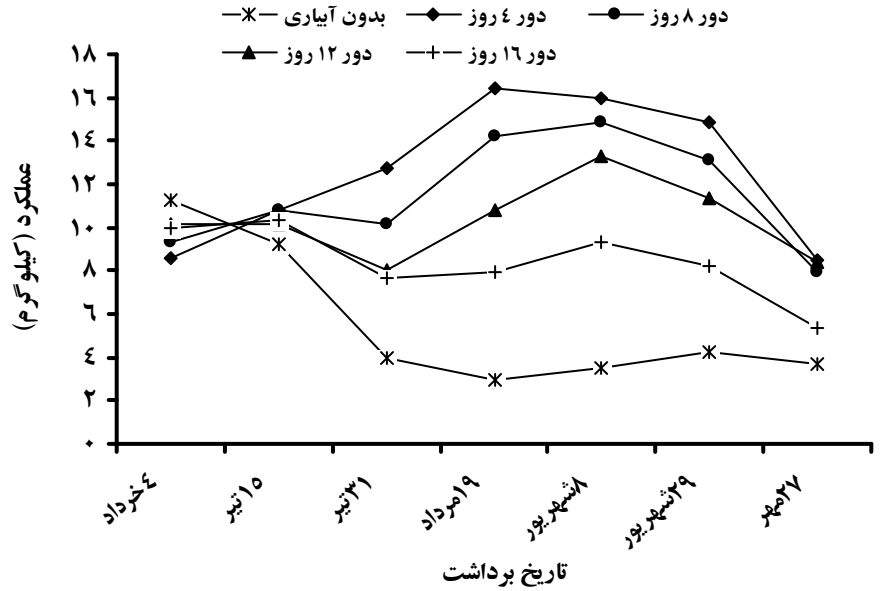
هم‌چنین اُفت عملکرد و خسارت ناشی از برگ سوختگی شاخساره‌ها در ماه‌های تیر و مرداد دو سال ۸۱ و ۸۲ به‌ویژه در تیمار شاهد مشهود بود، به‌طوری‌که این روند تا پایان دوره رشد ادامه داشت.

اگر نور و درجه حرارت مورد نیاز فراهم باشد اما رطوبت هوا کمتر از میزان مورد نیاز باشد، تولید شاخساره متوقف می‌شود (۸ و ۱۹). هم‌چنین درجه حرارت بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش تعداد و سرعت رشد شاخساره‌های چای می‌گردد (۱۱ و ۲۵). با شروع بارندگی و افزایش میزان رطوبت در خاک و پایان یافتن تنش‌های محیطی در ماه شهریور، عملکرد این تیمار به سطح قابل قبولی نرسیده و هم‌چنان دارای کمترین میزان عملکرد بوده است.

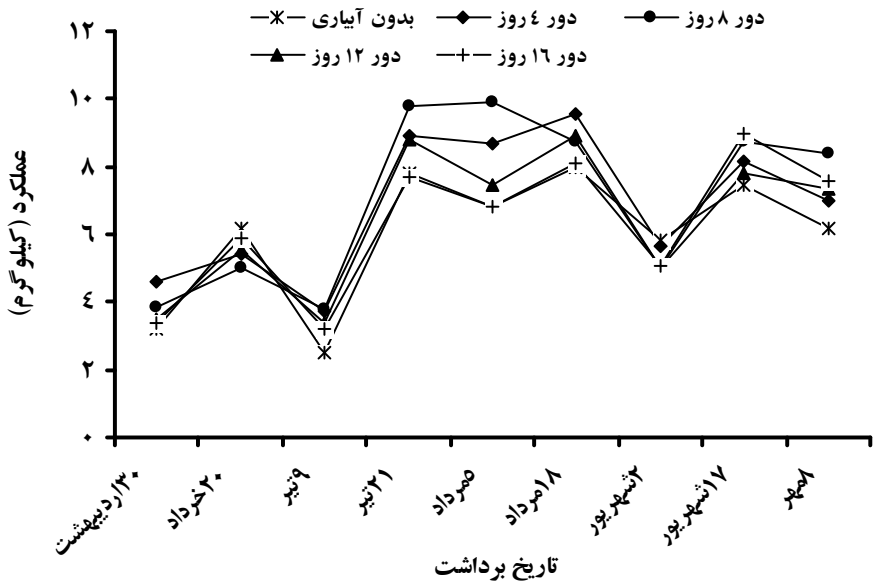
در سال ۱۳۸۳، نه مرتبه برداشت انجام شد. به طور کلی شرایط جوی، میزان و پراکندگی نسبتا مناسب بارندگی در طی دوره رشد، سبب شد تا تیمارها به طور مناسبی اعمال نشده و عملکرد تحت تاثیر آنها قرار نگیرد، به طوری‌که روند تغییرات عملکرد کرت‌های آزمایشی تقریبا یکسان بوده (شکل۳) و از حالت طبیعی (معمولا زمانی‌که بوته‌های چای تحت تاثیر تیمارهایی مانند آب و کود قرار نگیرند، تولید محصول در برداشت‌های مختلف، روند صعودی- نزولی داشته و این تغییرات به عواملی مانند شرایط آب و هوایی بستگی دارد) خود پیروی نماید. بر اساس جدول (۲)، میانگین درجه حرارت حداکثر و حداقل هوا در این سال برای تمام ماه‌ها، کمتر از دو سال قبل بود. شکل (۳) نشان می‌دهد که میانگین عملکرد در برداشت اول در مقایسه با سال‌های دیگر کمتر بود. این کاهش عملکرد با پایین بودن درجه حرارت هوا و ساعات آفتابی رابطه مستقیمی داشت (میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت به‌ترتیب ۱۸ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید).



شکل ۱- میانگین عملکرد کرت های آزمایشی برای هر تیمار آبیاری در برداشت های مختلف طی دوره رشد سال ۱۳۸۱



شکل ۲- میانگین عملکرد کرت های آزمایشی برای هر تیمار آبیاری در برداشت های مختلف طی دوره رشد سال ۱۳۸۲



شکل ۳- میانگین عملکرد کرت های آزمایشی برای هر تیمار آبیاری در برداشت های مختلف طی دوره رشد سال ۱۳۸۳

در برداشت پنجم، علیرغم بارندگی نامناسب و کمبود رطوبت خاک در یک دوره کوتاه (۲۰ روز قبل از برداشت)، تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد کرت‌ها تاثیر چندانی نداشتند و تمام تیمارها دارای تفاوت عملکرد غیر معنی‌داری شدند. این موضوع را می‌توان به علت وجود درجه حرارت و رطوبت نسبی هوای مناسب و کم بودن شدت و مدت دوره کم‌آبی دانست. با این وجود در این برداشت، تیمار دور آبیاری ۸ روز دارای بالاترین عملکرد بوده و تیمارهای دور ۴، ۱۲ و ۱۶ روز و تیمار شاهد به‌ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در برداشت‌های دیگر، تفاوت میانگین عملکرد تیمارها ناچیز و غیرمعنی‌دار بوده است.

در سال اول آزمایش (۱۳۸۱)، کل دوره رشد برابر ۱۷۷ روز (اول اردیبهشت تا ۲۲ مهر) بوده است. همان‌طوری‌که از شکل (۱) مشاهده می‌گردد، دو برداشت اول و دوم در دوره اول یا فصل بهار قرار داشته و تیمارها دارای عملکرد تقریبا یکسانی بودند. این موضوع را می‌توان ناشی از شرایط آب و هوایی یکسان و وجود رطوبت مناسب در خاک برای همه تیمارها دانست. دوره دوم یا دوره خشک، که در آن میزان

بارندگی کمتر از تبخیر-تعرق یا نیاز آبی بوته‌های چای بوده و استفاده از آبیاری تکمیلی جهت جبران کمبود آب در خاک یا نیاز آبی بوته های چای، امری ضروری است. این دوره در سال ۱۳۸۱، از شانزدهم خرداد شروع و تا پنجم شهریور ادامه داشت. در دوره سوم نیز میزان بارندگی، نیاز آبی بوته‌های چای را تامین نموده و لزوم استفاده از آبیاری تکمیلی در این دوره وجود نداشت.

از جدول (۶) مشاهده می‌گردد که حجم آب مصرفی (مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر) در کل دوره رشد سال۱۳۸۱ برابر۶۱۰۰ مترمکعب برهکتار بود که از این میزان،۳۲۰۰ متر مکعب توسط آبیاری و۲۹۰۰ مترمکعب به وسیله بارندگی تامین شد. استفاده از آب آبیاری در دوره خشک این سال سبب گردید تا تیمار دور آبیاری ۴ روز به عنوان بهترین تیمار، افزایش عملکردی معادل ۹۱۵۵ کیلوگرم برگ سبز بر هکتار نسبت به تیمار شاهد نشان دهد. با مقایسه افزایش عملکرد این دو تیمار نسبت به هم در دوره خشک (۹۰۰۵ کیلوگرم برهکتار) وکل دوره رشد (۹۱۵۵ کیلوگرم بر هکتار) می‌توان گفت که ۹۸ درصد افزایش محصول در دوره خشک و به واسطه استفاده از آبیاری تکمیلی با دورکوتاه ۴ روز به‌دست آمده است. تیمارهای دیگر نیز به‌ترتیب دارای افزایش عملکرد مناسبی نسبت به تیمار شاهد بوده‌اند که بخش اعظم این افزایش عملکرد در نتیجه استفاده از آبیاری در دوره خشک اتفاق افتاده بود. مجد سلیمی (۶) در تحقیقی گزارش نمود که استفاده از کود نیتروژن و آب با سیستم آبیاری بارانی در دوره کم آبی می‌تواند عملکرد را به میزان ۴۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد.

تیمار دور آبیاری ۱۶روز با افزایش عملکردی معادل ۴۹۱۴ کیلوگرم برگ سبز بر هکتار نسبت به تیمار شاهد، کمترین میزان تولید محصول را پس از تیمار شاهد داشته است. اُفت عملکرد در کل دوره رشد در تیمارهای با دور آبیاری طولانی و تیمار شاهد، حساسیت برگ‌ها و شاخساره‌های چای به نقصان رطوبت در خاک، افزایش دما و خشکی هوای اطراف بوته‌ها در دوره خشک را نشان می‌دهد که موجب کاهش رشد و اُفت عملکرد در این دوره و کل دوره رشد می‌شود.

در دوره رشد این سال، استفاده از آبیاری تکمیلی با دور کوتاه‌تر مانند ۴ و ۸ روز، افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری (به‌ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۵۵ کیلوگرم بر متر مکعب) بهتری را نسبت به دورهای آبیاری با فواصل طولانی‌تر مانند ۱۲ و۱۶ روز (به‌ترتیب ۰/۴۹ و۰/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب) به وجود آورد (جدول۶). هم‌چنین نتایج بهره‌وری مصرف آب در دوره خشک این سال (جدول۷)، نشان دهنده روند نزولی این شاخص از تیمار دور ۴ روز تا تیمار شاهد بوده است.

جدول٦ـ روابط بین آب مصرفی، کارآیی مصرف آب آبیاری و عملکرد چای طی دوره رشد

تیمار	میانگین عملکرد برگ سبز (kg/ha)	میانگین عملکرد چای آماده(kg/ha)	افزایش عملکرد نسبت به شاهد(kg)	حجم ناخاص آب آبیاری(m^3/ha)	حجم آب مصرفی(m^3/ha)	کارآیی مصرف آب آبیاری(kg/m^3)
سال ۸۱						
I_0	۷۰۷۰	۱۵۵۵	---	۰	۲۹۰۰	---
I_1	۱۶۲۲۵	۳۶۵۱	۹۱۵۵	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۶۶
I_2	۱۴۷۴۳	۳۳۱۷	۷۶۷۳	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۵۵
I_3	۱۳۸۲۶	۳۱۱۱	۶۷۵۶	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۴۹
I_4	۱۱۹۸۴	۲۶۹۶	۴۹۱۴	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۳۶
سال ۸۲						
I_0	۶۴۱۳	۱۴۱۱	---	۰	۳۰۰۰	---
I_1	۱۴۳۷۶	۳۲۳۵	۷۹۶۳	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۶۷
I_2	۱۲۹۲۰	۲۹۰۷	۶۵۰۷	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۵۵
I_3	۱۱۹۰۷	۲۶۷۹	۵۴۹۴	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۴۷
I_4	۱۰۶۴۰	۲۳۹۴	۴۲۲۷	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۳۶
سال ۸۳						
I_0	۸۴۰۰	۱۸۴۸	---	۰	۴۳۰۰	---
I_1	۹۷۷۸	۲۲۰۰	۱۳۷۸	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۳۹
I_2	۹۸۶۶	۲۲۲۰	۱۴۶۶	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۴۱
I_3	۹۰۱۳	۲۰۲۸	۶۱۳	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۲۰
I_4	۸۸۵۶	۱۹۹۳	۴۵۶	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۱۶

دورهای آبیاری ۴ و ۸ روز به‌ترتیب دارای کارآیی مصرف آب برابر ۰/۷۰ و۰/۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب در دوره خشک بوده‌اند. این موضوع توانایی دورآبیاری کوتاه را در تامین رطوبت مورد نیاز خاک و تعدیل تنش‌های محیطی مانند درجه حرارت بالا وکمبود رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها را نشان می‌دهد. از طرفی پایین بودن کارآیی مصرف آب در دوره خشک و کارآیی مصرف آب آبیاری در کل دوره رشد در تیمار دور ۱۶ روز را می‌توان به دو دلیل دانست. اول اینکه در آبیاری با فواصل طولانی، چون تمام آب مورد نیاز به صورت یکجا به بوته‌ها داده می‌شد، این مساله موجب ایجاد احتمالی نفوذ عمقی (حداکثر عمق ریشه ۶۰ سانتی‌متر بود) گردید. دوم اینکه در دور آبیاری طولانی، در فواصل زمانی بین دو آبیاری، تاثیر توام تنش‌های محیطی (ناشی از درجه حرارت بالا و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها) وکمبود رطوبت موجود در خاک افزایش یافته و سبب اُفت عملکرد شدیدی در این تیمارها می‌شد.

تیمار شاهد یا بدون آبیاری با تولید محصولی معادل ۷۰۷۰ کیلوگرم برگ سبز بر هکتار دارای کمترین میزان عملکرد در کل دوره رشد بود. از این میزان محصول، ۳۷ درصد آن (۲۶۴۲ کیلوگرم برگ سبز) در هشتاد روز از دوره خشک و۶۳ درصد مابقی، در دوره‌های دیگر به‌دست آمده بود. میزان آب مصرفی در این تیمار برابر با ۲۹۰ میلی‌متر برآورد گردید. کارآیی مصرف آب در دوره خشک برای این تیمار برابر ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب و کمتر از تیمارهای دیگر بوده است. عملکرد و کارآیی مصرف آب پایین در تیمار بدون آبیاری، لزوم استفاده از آبیاری تکمیلی را در باغ‌های چای اجتناب ناپذیر می‌سازد.

در سال دوم تحقیق (سال۱۳۸۲)، کل دوره رشد برابر ۱۸۲ روز (اول اردیبهشت تا ۲۷ مهر) لحاظ گردید. حجم آب مصرفی (مجموع ناخالص آب آبیاری و بارندگی موثر) در طی دوره رشد برابر ۵۷۰۰ متر مکعب برهکتار بود که از این مقدار ۲۷۰۰ مترمکعب توسط آب آبیاری و ۳۰۰۰ مترمکعب توسط بارندگی موثر تامین شده بود. در این سال همانند سال اول آزمایش، تیمار دور آبیاری ۴ روز، از نظر تولید محصول، کارآیی مصرف آب و کارآیی مصرف آب آبیاری بهترین نتیجه را داشته است.

جدول۷ـ روابط بین آب مصرفی، کارآیی مصرف آب و عملکرد چای طی دوره خشک[1]

تیمار	میانگین عملکرد برگ سبز(kg/ha)	میانگین عملکرد چای آماده(kg/ha)	افزایش عملکرد نسبت به شاهد(kg)	حجم آب مصرفی(m^3/ha)	کارآیی مصرف آب(kg/m^3)
سال ۸۱					
I_0	۲۶۴۲	۵۸۱	---	۱۹۰۰	۰/۳۱
I_1	۱۱۶۴۷	۲۶۲۰	۹۰۰۵	۳۷۵۰	۰/۷۰
I_2	۱۰۲۸۷	۲۳۱۵	۷۶۴۵	۳۷۵۰	۰/۶۲
I_3	۹۴۹۰	۲۱۳۵	۶۸۴۸	۳۷۵۰	۰/۵۷
I_4	۷۳۲۶	۱۶۱۲	۴۶۸۴	۳۷۵۰	۰/۴۳
سال ۸۲					
I_0	۲۷۴۶	۶۰۴	---	۱۶۰۰	۰/۳۷
I_1	۸۹۶۳	۲۰۱۷	۶۲۱۷	۳۱۵۰	۰/۶۴
I_2	۸۲۱۷	۱۸۴۹	۵۴۷۱	۳۱۵۰	۰/۵۹
I_3	۶۶۴۸	۱۴۹۶	۳۹۰۲	۳۱۵۰	۰/۴۷
I_4	۵۵۰۱	۱۲۳۷	۲۷۵۵	۳۱۵۰	۰/۴۰
سال ۸۳					
I_0	۴۸۳۱	۱۰۶۳	---	۱۶۰۰	۰/۶۶
I_1	۵۸۶۷	۱۳۲۰	۱۰۳۶	۲۳۰۰	۰/۵۷
I_2	۵۸۸۰	۱۳۲۳	۱۰۴۹	۲۳۰۰	۰/۵۸
I_3	۵۵۱۱	۱۲۴۰	۶۸۰	۲۳۰۰	۰/۵۴
I_4	۵۲۱۷	۱۱۷۴	۳۸۶	۲۳۰۰	۰/۵۱

۱- بر اساس آمار۲۰ ساله هواشناسی، دوره خشک در مناطق چای خیز شمال ایران از اواسط خرداد ماه شروع شده و تقریبا تا دهه اول شهریور ماه ادامه می‌یابد. در این دوره از رشد، میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی بوته‌های چای است.

تیمارهـای دور ۸،۱۲ و ۱۶ روز بـه‌ترتیـب در رده‌هـای بعـدی قرارگرفتند. نکتـه قابـل توجـه ایـن اسـت کـه شـدت و تـاثیر منفـی تنش‌های محیطی و خشکی در این سال نسبت به سال ۱۳۸۱، کمتـر بود (جدول۲). بنابر این نسبت به سـال اول، میـزان آب آبیـاری مـورد استفاده و افزایش عملکرد تیمارهای دور آبیاری نسبت به شاهد، کمتر و کارایی مصـرف آب تیمـار شـاهد در دوره خشـک (۰/۳۷ در مقابـل ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب)، بیشتر بوده است.

استیفنز و کار (۲۰) در تانزانیا گزارش نمودند که کـارآیی مصـرف آب در فصول و سال‌های مختلـف بـرای تیمارهـای بـدون آبیـاری و مصرف کود نیتروژن، بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ کیلوگرم بر متـرمکعـب و در تیمارهای آبیاری کامل و مصرف ۳۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن بـین ۰/۵ تا ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر می‌یابد.

در سال سوم آزمـایش (سـال۱۳۸۳)، بارنـدگی، درجـه حـرارت و رطوبت نسبی هوای مناسب در ماه‌های تیر و مـرداد، موجـب شـد تـا دوره خشک در این سال نسبت به دو سال قبل کوتاهتر بـوده و از ۱۲ تیر ماه شروع و تا ۱۰ مرداد ادامه داشته باشد. در دوره رشد این سـال، فقط در تیر ماه میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی چای بود (۴۶ میلی‌متر بارندگی در مقابل ۱۰۸ میلی‌متر تبخیر- تعـرق) و سـایر عوامـل آب و هوایی مانند درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا کمتر از میـزان محـدود کننده برای رشد شاخساره‌های چای بود(جدول۲). بـا در نظـر گـرفتن شاخص باران به تبخیر در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد این سال نسـبت به دو سال قبل می‌توان مناسب‌تـرین فصـل رشـد را بـه سـال ۱۳۸۳ نسبت داد. این موضوع باعث شد تا دور آبیاری روی اختلاف عملکـرد تیمارها، اثر معنی‌داری نداشته باشد. تیمار شاهد بـا میـانگین عملکـرد ۸۴۰۰ کیلوگرم برگ سبز بر هکتار، تولید محصول بیشـتری را نسـبت به دو سال قبل داشته است.

کارآیی مصرف آب آبیاری تیمارها در کـل دوره رشـد ایـن سـال نسبت به دو سال قبل کمتر بود. این موضوع را می‌توان به علت کوتاه بودن دوره خشک و عدم وجود تنش‌های محیطـی و کمبـود بحرانـی رطوبت در خاک دانست که منجر به تولید محصول تقریبا یکسـانی در تمام تیمارها به ویژه تیمار شاهد شده بود. هم‌چنین تیمار شـاهد دارای بیشترین کارآیی مصرف آب در دوره خشک برابر با ۰/۶۶ کیلوگرم بـر متر مکعب بوده که این مقدار نسبت به سال‌های قبل تقریبا به میـزان دو برابر افزایش داشته است. از لحاظ کارآیی مصـرف آب، تیمارهـای بعدی با تفاوت اندکی نسبت به هم، در رده‌های بعـدی قـرار گرفتنـد. بنابراین در سال‌هایی که طول دوره خشک کوتاه و درجه حرارت هـوا و رطوبت موجود در محیط مناسب باشد، در صورت نیاز بهتـر اسـت از دور آبیاری طـولانی‌تـر ماننـد ۸ تـا ۱۲ روز اسـتفاده گـردد. در چنـین شرایطی می‌توان به صورت موضعی از تک آبیاری به منظور جلوگیری از خسارت ناشی از برگ سوختگی در اثر درجـه حـرارت بـالا اسـتفاده نمود.

نتیجه‌گیری

توزیع نامناسب بارندگی در بعضی از ماه‌های فصل رشد (نیمه دوم خرداد تا اوایل شهریور ماه) دو سال ابتـدایی آزمـایش موجـب شـد تـا عملکرد و کارآیی مصرف آب برگ‌ها و شاخساره‌های بوته‌هـای چـای به شدت تحت تاثیر دور آبیاری در روش بارانی قرار گیرند. به‌طوری‌که میزان عملکرد و کارآیی مصرف آب بـا افـزایش دور آبیـاری، کـاهش می‌یافت. در شرایط آزمایش (با بوته‌های دارای آرایش، سطح گسترش تاج و سایه‌اندازی مناسب)، بیشترین عملکرد و کـارآیی مصـرف آب از تیمار دور ۴ روز به‌دست آمد. بنابراین با توجه به تنوع شکل و آرایـش بوته‌ها در باغ‌های چای اسـتان گـیلان، بـرای دسـتیابی بـه بهتـرین عملکرد و کارآیی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی با فواصل کوتاه (دور ۴ تا ۸ روز) توصیه می‌شود.

منابع

۱- غلامی م. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیقات چای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات چای کشور. شماره مصـوب ۸۶۰۱-۲۱-۲۱-۱ ، ۱۵۰صفحه.

۲- رضوی‌پور ت.، و یزدانی م.ر. ۱۳۷۹. تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه چمن و برنج(رقم بینام و خزر)، ضریب گیاهی و ضریب تشـتک بـه روش لایسیمتر و کرت‌های کنترل شده درمنطقه گیلان(رشت). مجموعه مقالات دهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۳- فرشی ع.ا .، شریعتی م.ر.، جارالهی ر.، قائمی م.ر.، شهابی فر م. و لولایی م.م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و بـاغی کشـور. نشر آموزش کشاورزی.

۴- مجدسلیمی ک. ۱۳۷۹. آبیاری تکمیلی چای. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- مجدسلیمی ک. ۱۳۸۷. بررسی و مطالعه مسائل توسعه سیستم‌های آبیاری و کارآیی مصرف آب در اراضی چایکاری در برنامه راهبردی تحقیقات چای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات چای کشور. شماره مصوب ۸۶۰۰۴-۸۶۰۱- ۲۱- ۲۱-۱۲، ۵۸ صفحه.

۶- مجدسلیمی ک.، و میرلطیفی س.م. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد چای. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، جلد ۱۲، شماره۴۴ ، صفحه ۳۹ تا ۵۱.

7- Carr M.K.V. 2000. Shoot growth plus plucking equals profit. TRIT Occasional publication no.1, April 2000, Tea Research Institute of Tanzania, pp: 1-7.
8- Carr M. K.V. 2010. The role of water in the growth of the tea (*camellia sinensis* L.) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 1. water relations, Experimental Agriculture, 46(3): 327-349.
9- Carr M.K.V. 2010. The role of water in the growth of the tea (*camellia sinensis* L.) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 2. water productivity. Experimental Agriculture, 46(3): 351-379.
10- Carr M.K.V., Dale M.D., and Stephens W. 1987. Yield distribution in irrigated tea (*camellia sinensis* L.) at two sites in Eastern Africa, Experimental Agriculture, 23: 75-85.
11- Carr M.K.V., and Stephens W. 1992. Climate, weather and yield of tea. In: Willson K.C., and Clifford M.N. (Eds), Tea: Cultivation to Consumption, pp: 87-135. Chapman and Hall, London.
12- Chen X.H., Zhuang C.G., He Y.F., Wang L., Han G.Q., Chen C., and He H.Q. 2010. Photosynthesis,yield and chemical composition of Tieguanyin tea plants (*camellia sinensis*) in response to irrigation treatments, Agricultural Water Management, 97: 419-425.
13- Burgess P.J. 1994. Methods of determining the water requirements of mature tea. Ngwazi Tea Research unite Quarterly Rport, 17: 11-21.
14- Burgess P.J., Whittle A.M., and Khumalo F.R.B. 1996. Evaluation of irrigation needs and benefits. Proceedings of the first regional tea research seminar, Malawi, 226-235.
15- Lebedev G.V. 1961. The tea bush under irrigation. Izvestia Akadamia Nauk.SSSR, Moscaw.1-102.
16- Matthews R.B., and Stephens W. 1998. The role of photoperiod in determining seasonal yield variations in tea, Experimental Agriculture, 34: 1-17.
17- Panda R.K., Stephens W., and Matthews R.B. 2003. Modelling the influence of irrigation on the potential yield of tea(*camellia sinensis* L.) in north-east India, Experimental Agriculture, 39: 181-198.
18- Rahman F., and Dutta A.K. 1988. Root growth in tea. Journal Plant Crops, 16: 31-37.
19- Stephens W., Burgess P.J., and Carr M.K.V. 1994. Yield and water use of tea in southern Tanzania, Aspects of Applied Biology, 38: 228-230.
20- Stephens W., and Carr M.K.V. 1991. Respons of tea (*camellia sinensis* L.) to irrigation and fertilizer, Water use, Experimental Agriculture, 27: 193-210.
21- Stephens W., and Carr M.K.V. 1991. Respons of tea (*camellia sinensis* L.) to irrigation and fertilizer,I. Yield, Experimental Agriculture, 27, 177-191.
22- Tanton T.W. 1982. Environmental factors affecting the yield of tea (camellia sinensis L.) . Effects of air temperature, Experimental Agriculture, 18: 47-52.
23- Tanton T.W.1982. Environmental factors affecting the yield of tea (*camellia sinensis* L.). Effects of soil temperature, day length and dry air, Experimental Agriculture, 18: 53-63.
24- Tanton T.W. 1992. Tea crop physiology. In: Willson K.C., and Clifford M.N. (Eds), Tea: Cultivation to Consumption, pp: 173- 199. Chapman and Hall, London.
25- Wijeratne M.A. 1994. Effect of climate factors on growth and yield of tea(*camellia sinensis* L.) in the low country wet zone of Sri Lanka. London, WYE Collage, University of London, PhD thesis.
26- Wijeratne M.A., and Fordham R. 1996. Effect of environmental factors on growth and yield of tea(*camellia sinensis* L.) in the low country wet zone of Sri Lanka, Sri Lanka Journal Tea Science, 46: 21-34.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1129-1141

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۱۴۱-۱۱۲۹

Effects of Sprinkler Irrigation Intervals on Yield and Water Use Efficiency of Tea Fields in Giulan Province, Iran

K. Majd Salimi[1*]- S.B. Salvatian[2]- M. Rezaeii[3]

Received: 9-2-2010
Accepted: 28-8-2010

Abstract

Shortage and improper distribution of rainfall in tea growing period are important growth limiting factors in tea fields in Northern part of Iran. If there is not any other limited factors, supplemental irrigation by sprinkler can increase tea yield. This study was carried out in order to investigate the optimum sprinkler irrigation interval on yield and water use efficiency of tea. The experiment was conducted on a CRBD with three replications during tea planting period of 2002-04 in Fouman tea research station. The irrigation treatments were 4, 8, 12 and 16 day irrigation intervals along with rainfed treatment as control. Results showed that control and 4 day interval treatment with 1483 and 3443 kg/ha had the lowest and highest yield respectively, and 8, 12 and 16 day irrigation intervals were in next grade, respectively. In term of water use efficiency, control and 4 day treatment in dry period with 0.34 & 0.67 kg (made tea)/m^3 of used water had the maximum and the minimum water use efficiency. Irrigation water use efficiency in growing period for 4, 8 ,12 and 16 day treatments were 0.66, 0.55, 0.48 and 0.36 kg/m^3, respectively. Since very short period of dry season in the last year of the experience(2004), no significant difference was observed in yield.

Keywords: Tea, Sprinkler irrigation, Irrigation interval, Water use efficiency

1,2- Researchers of Tea Research Center, Lahijan
(*- Corresponding Author Email: k_ majdsalimi@yahoo.com)
3- Member of Scientific Board, Rice Research Institute, Rasht