

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

کوروش مجد سلیمی<sup>۱\*</sup> - سید بابک صلواتیان<sup>۲</sup> - مجتبی رضایی<sup>۳</sup>

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 دوره‌های مختلف آن بر عملکرد و کارایی 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 دور ۴ روز به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۴۸۳ و ۳۴۴۳ کیلوگرم در هکتار چای خشک، کمترین و بیشترین میزان عملکرد را داشته‌اند. تیمارهای دور آبیاری ۸، ۱۲ و ۱۶ روز به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. تیمار شاهد و برتر در دوره خشک، به ترتیب دارای کمترین و بیشترین کارایی مصرف آب برابر با ۰/۳۴ و ۰/۶۷ کیلوگرم بر مترمکعب بودند. همچنین کارایی مصرف آب آبیاری در دوره رشد این دو سال، برای تیمارهای دور ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز به ترتیب برابر با ۰/۶۶، ۰/۵۵، ۰/۴۸ و ۰/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. در سال سوم آزمایش بارندگی مناسب و کوتاه بودن دوره کم‌آبی موجب شد تا علی‌رغم افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب تیمار شاهد نسبت به دو سال قبل، تمام تیمارها دارای عملکرد تقریباً یکسانی گردند.

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

### مقدمه

تا ۱۱ ماه دوره برداشت دارند) برای رشد مناسب چای، بین ۱۱۵۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌متر است (۱۷). اگرچه بیشتر نواحی چای خیز شمال کشور دارای بارندگی نسبتاً مناسب طی دوره رشد (اوایل اردیبهشت تا آبان ماه) هستند ولی توزیع آن یکنواخت نیست. معمولاً دو یا سه ماه از دوره رشد (اواسط خرداد تا اوایل شهریور ماه)، دارای آب و هوای گرم و تقریباً 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 در کوهپایه‌ها قرار دارند و کمتر از چهار هزار هکتار از این باغ‌های چای، دارای سیستم آبیاری بارانی هستند (۱). این در حالی است که آب، مهم‌ترین عامل محدود کننده محصول چای در آب و هوای گرم و

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

۱ و ۲- محققان بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات چای کشور،

لاهیجان

\* - نویسنده مسئول: (Email: k\_majdsalimi@yahoo.com)

۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین کارایی مصرف آب در شرایط آبیاری کامل و مصرف بهینه کود نیتروژن به دست خواهد آمد (۶).

محدودیت اراضی قابل کشت و محدودیت منابع آب مناسب در مناطق چای خیز شمال کشور، ایجاب می نماید تا برنامه ریزی 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 مدیریت های مختلف آبیاری و بررسی اثرات آن بر افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب بسیار حائز اهمیت است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات دور آبیاری در روش بارانی، بر عملکرد و کارایی مصرف آب در باغ های چای گیلان بود.

### مواد و روش ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، در سه تکرار طی سال های ۸۳-۱۳۸۱ انجام گرفت. تیمارها شامل چهار سطح  $I_1$  تا  $I_4$  به ترتیب 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 کرت ها و تکرارهای مجاور روی یکدیگر، بین کرت ها فاصله ای به میزان چهار متر در نظر گرفته شد. در چهار گوشه هر کرت، یک عدد رایزر همراه با آبپاش قابل تنظیم<sup>۱</sup> (فشار ۲/۵ اتمسفر، دبی ۰/۷۳ متر مکعب بر ساعت و میانگین شدت پاشش ۱۰ میلی متر بر ساعت در هر کرت) و شیر کنترل قرار داده شد.

عملیات به زراعی مانند وجین علف های هرز و سرهرس (هرسی است که باعث از بین بردن گره ها، پنجه کلاغی ها و تحریک شاخه های مولد می شود، هم چنین موجب افزایش کمیت و کیفیت محصول و یکنواختی سطح برداشت در بوته ها می گردد) روی بوته های تمامی کرت ها 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 قطعه ها 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 به ترتیب 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 به صورت یکنواخت به خاک کرت ها اضافه

خشک است، به طوری که در نبود محدودیت های دیگر، آبیاری می تواند به طور چشم گیری تولید محصول چای را افزایش دهد (۶).

در مناطق مختلف چای خیز، میزان تاثیر آبیاری روی عملکرد ماه های گرم و خشک متفاوت بوده و تحت تاثیر شدت و مدت خشک سالی، شرایط آب و هوایی (به ویژه رطوبت نسبی هوا و درجه حرارت)، برنامه آبیاری (زمان، مقدار و دور آبیاری)، نوع سیستم آبیاری، طراحی و بهره برداری صحیح و اصولی آن و غیره قرار می گیرد (۱۹). در سال های مختلف، میزان افزایش عملکرد چای در اثر آبیاری در کشورهایمانند هند بین ۲۰ تا ۹۰ درصد (۱۷)، چین بیشتر از ۴۰ درصد (۱۲) و در تانزانیا و مالاوی به ترتیب بیشتر از ۵۰ و ۶۵ درصد (۹، ۱۰ و ۲۱) گزارش شده است.

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

در برخی از کشورها، حتی زمانی که درصد رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی باشد، هوای خشک اطراف بوته های چای، موجب بسته شدن روزنه های برگ از طریق کاهش پتانسیل آب آوند چوبی شاخساره و در نهایت افت عملکرد می شود (۱۰ و ۱۳).

برنامه ریزی آبیاری به زمان و مقدار آب مورد نیاز بستگی دارد. آبیاری بارانی با فواصل مناسب می تواند موجب تعدیل دما و افزایش میزان رطوبت نسبی هوای اطراف بوته ها شود (۱۴)، به طوری که در مقایسه با آبیاری بارانی با فواصل طولانی، افزایش محصول قابل توجهی را به ویژه در ماه های گرم خواهد داشت (۲۲). در صورتی که آبیاری بیش از میزان مورد نیاز، سبب آشوبی مواد مغذی، فرسایش خاک و ماندابی شدن باغ های چای و در نهایت کاهش شدید عملکرد، کیفیت و از بین رفتن بوته های چای می گردند (۱۴).

علیرغم تغییرات بسیار زیاد عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه چای تحت تاثیر آبیاری، تحقیقات در ایران در زمینه مسایل و مشکلات آب در باغ های چای خیلی کم و محدود به مطالعات مجدسلیمی (۶) است. مطالعات وی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد و کارایی مصرف آب (معادل با ۰/۴۹۸ کیلوگرم چای خشک بر متر مکعب) گیاه چای از تیمار آبیاری کامل و مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و تغییرات کارایی مصرف آب با افزایش آب مصرفی گیاه تا مقدار ۴۵۷ میلی متر، روند صعودی داشت. هم چنین کارایی مصرف آب در هر تیمار آبیاری، به میزان نیتروژن مصرفی وابسته بود. در تیمار بدون آبیاری، بیشترین کارایی مصرف آب (۰/۳۵۹ کیلوگرم چای خشک بر متر مکعب) مربوط به کاربرد نیتروژن

مقدار بارندگی و کاهش میزان تبخیر از تشت، فصول رشد پرباران تری را شاهد هستیم. به همین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که فصل رشد سال ۸۱ نسبت به سال ۸۲ 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 (جدول ۳) نشان داد در سال‌هایی با فصول رشد کم باران و نسبتاً 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 کاملاً متغیر می‌باشد که می‌تواند تاثیر بسیار زیاد عوامل هواشناسی را بر میزان عملکرد چای نشان دهد (۱۰ و ۳۳).

نتایج مقایسه میانگین عملکرد (جدول ۴) نشان داد که در سال ۱۳۸۱، تیمار دور آبیاری ۴ روز با بیشترین میانگین عملکرد برابر ۱۱/۵۳۷ کیلوگرم برگ سبز در کرت، در کلاس a و تیمارهای بعدی به ترتیب در کلاس‌های پایین‌تری قرار گرفتند. به طوری که تیمارهای دور آبیاری ۸ و ۱۲ روز با میانگین عملکرد نزدیک‌تری نسبت به هم، به ترتیب 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 سال ۱۳۸۲ 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 به ترتیب در رتبه‌های c و d دسته‌بندی شده و تیمار شاهد همانند سال ۸۱، با میانگین عملکرد ۵/۸۶۳ کیلوگرم برگ سبز در کرت، در پایین‌ترین کلاس یعنی e قرار گرفت. در ضمن 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.

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 برابر ۰/۷۷ (۲) و ضریب گیاهی برابر ۰/۸۵ (۲۰)، محاسبه گردید. همچنین بارندگی موثر از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا<sup>۱</sup> (رابطه ۱) به دست آمد:

$$P_{eff} = P_t \left( \frac{0.2 - 1.25 P_t}{1.25} \right) \quad (1)$$

که در آن  $P_{eff}$  بارندگی موثر و  $P_t$  بارندگی کل بر حسب میلی‌متر است (۳).

در دوره رشد سال‌های ۸۱، ۸۲ و ۸۳ به ترتیب ۹، ۷ و ۹ مرتبه برداشت جداگانه برگ سبز در فواصل زمانی متفاوت انجام گرفت. برداشت برگ سبز (شاخساره‌های<sup>۲</sup> لطیف) چای از تمام کرت‌های آزمایشی به صورت استاندارد (۲ یا ۳ برگ و یک جوانه انتهایی) به طور هم‌زمان انجام و وزن آنها توسط ترازو تعیین شد. برای تبدیل برگ سبز چای به عملکرد چای خشک<sup>۳</sup> از ضریب تبدیل ۲۲/۵ درصد استفاده گردید.

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

$$WUE = \frac{Y}{V} \quad (2)$$

$$IWUE = \frac{dY}{V_i} \quad (3)$$

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  $V_i$ : حجم آب ناخالص آبیاری (مترمکعب).

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 (جدول ۱) نشان داد که بافت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری یکنواخت و از نوع لوم سیلتی بوده است. نفوذپذیری نهایی و جرم مخصوص ظاهری خاک به ترتیب ۱۰/۵ میلی‌متر بر ساعت و ۱/۳۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب به دست آمد. مقایسه داده‌های هواشناسی و نسبت باران به تبخیر ماهانه (طی ۶ ماه از اردیبهشت تا مهر) در طی سه سال (جدول ۲) 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

1- Soil Conservation Service(SCS)

2- Shoots

3- Made Tea

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

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

جدول ۲ - میانگین داده‌های هواشناسی سه سال آزمایش

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

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس سالانه عملکرد برگ سبز کرت‌های آزمایشی (کیلوگرم)

منبع تغییرات	درجه آزادی		میانگین مربعات		
	۸۲	۸۱ و ۸۳	۸۱	۸۲	۸۳
تکرار	۲	۲	۱۵/۱۰	۰/۱۲۵	۱/۹۷۲
دورآبیاری	۴	۴	۹۹/۶۰۷**	۲/۹۹۰**	۴/۹۳ <sup>ns</sup>
خطای (۱)	۸	۸	۶/۹۴۸	۰/۱۱۹	۳/۰۴۷
زمان برداشت	۶	۸	۸۸/۴۹۲**	۱/۳۶۴**	۶۷/۲۹**
دورآبیاری × زمان برداشت	۲۴	۳۲	۶/۴۱۵**	۰/۲۵۷*	۱/۹۲۹ <sup>ns</sup>
خطای (۲)	۶۰	۸۰	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 - داده‌های عملکرد در سال دوم (۱۳۸۲)، به کمک تبدیل جذری نرمال شد.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد کرت‌های آزمایشی بر اساس آزمون دانکن (۵ درصد) برای گروه‌بندی سطوح آبیاری

تیمار	میانگین عملکرد (کیلوگرم)		
	۸۳	۸۲	۸۱
I <sub>0</sub> (شاهد)	۵/۹۷۰	۵/۸۶۳e	۵/۰۲۷e
I <sub>1</sub> (۴ روز)	۶/۹۵۶	۱۳/۱۴۳a	۱۱/۵۳۷a
I <sub>2</sub> (۸ روز)	۷/۰۱۲	۱۲/۵۱۲b	۱۰/۱۲۹b
I <sub>3</sub> (۱۲ روز)	۶/۳۹۹	۹/۸۷۲c	۹/۸۳۲bc
I <sub>4</sub> (۱۶ روز)	۶/۳۰۰	۹/۷۲۸d	۸/۵۲۲c

- در هرستون میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

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 و ۱۲ روز، 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 (جدول ۲) 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 تقریباً 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 به ترتیب ۲۹/۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود) و در عوض بارندگی و حداقل رطوبت نسبی هوا، کاهش می‌یافت (جدول ۲)، در چنین وضعیتی تاثیر کمبود رطوبت هوای اطراف بوته‌ها به عنوان تنش محیطی و عامل تشدید کننده افت عملکرد، همراه با کاهش رطوبت موجود در خاک وارد عمل شده و خسارت ناشی از این دو عامل، جبران‌ناپذیر گردید. در این سال میانگین حداقل رطوبت نسبی در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد به ترتیب ۶۵، ۵۷ و ۵۹ درصد بود.

نتایج آزمون دانکن برای زمان برداشت طی فصل رشد سال ۱۳۸۱ نشان داد (جدول ۵) که برداشت اول و هفتم دارای بیشترین میزان عملکرد بوده و در کلاس جداگانه (a) قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد نیز مربوط به برداشت‌های دوم و نهم بوده و به ترتیب در رتبه‌های e و de قرار داشتند. در سال ۱۳۸۲، به طور کلی هفت مرتبه برداشت انجام گرفت که در آن برداشت‌های 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<sup>۱</sup> و پتانسیل بالای آنها جهت تولید شاخساره‌ها، هم‌چنین وجود رطوبت اولیه در خاک در ابتدای دوره بهره‌برداری به علت توزیع (میزان و پراکندگی) بارندگی و شرایط آب و هوایی مناسب (جدول ۲)، تمامی کرت‌های آزمایشی دارای عملکرد نسبتاً 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 تقریباً برابر با برداشت اول شود و مقایسه میانگین‌ها در یک رتبه قرار گیرند (جدول ۵).

بررسی عملکرد کرت‌های آزمایشی نشان داد که در برداشت‌های نهایی، خصوصاً 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

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.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد سالانه کرت‌های آزمایشی بر اساس آزمون دانکن برای گروه بندی زمان برداشت

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

- در هرستون میانگین‌ها با حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند.

می‌شود.

در سال ۱۳۸۲، برداشت از کرت‌های آزمایشی هفت مرتبه انجام گرفت. تاثیر تیمارها بر عملکرد کرت‌ها در این سال، تقریباً از برداشت سوم آغاز شده و بیشترین تاثیر تیمارها و تفاوت بین عملکرد آنها در برداشت چهارم و پنجم مشاهده گردید (شکل ۲). در این دوره ۳۹ روزه جایگزینی<sup>۱</sup> 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. به طوری که موجب شد تا تاثیر دور آبیاری با فواصل کوتاه مانند ۴ و ۸ روز بیشتر از دوره‌های 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، به طوری که عملکرد در یک دوره چهار ساله به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با آبیاری بارانی ۱۰ روزه افزایش نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که آبیاری با فاصله زمانی کوتاه، به علت 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 وضعیتی

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.

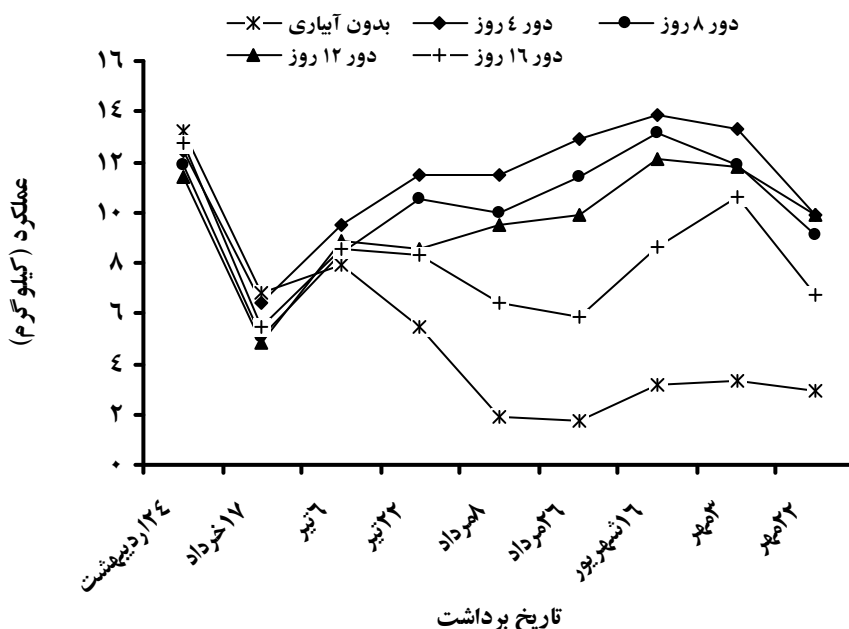
بررسی‌های انجام گرفته نشان داد که چای در درجه حرارت بین ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به خوبی رشد می‌کند (۲۲ و ۲۴). در شرایط اقلیمی مرطوب در سریلانکا، کاهش تعداد شاخساره‌های قابل برداشت در اثر افزایش درجه حرارت هوا از ۲۷ به ۲۹ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. در این گزارش عنوان گردید که وزن، اندازه و سرعت رشد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

کاهش عملکرد در کرت‌های مربوط به تیمارهای دور ۱۲ و 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 طوری که 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). در چنین شرایطی استفاده از دور آبیاری کوتاه مانند دور ۴ تا ۸ روز توصیه

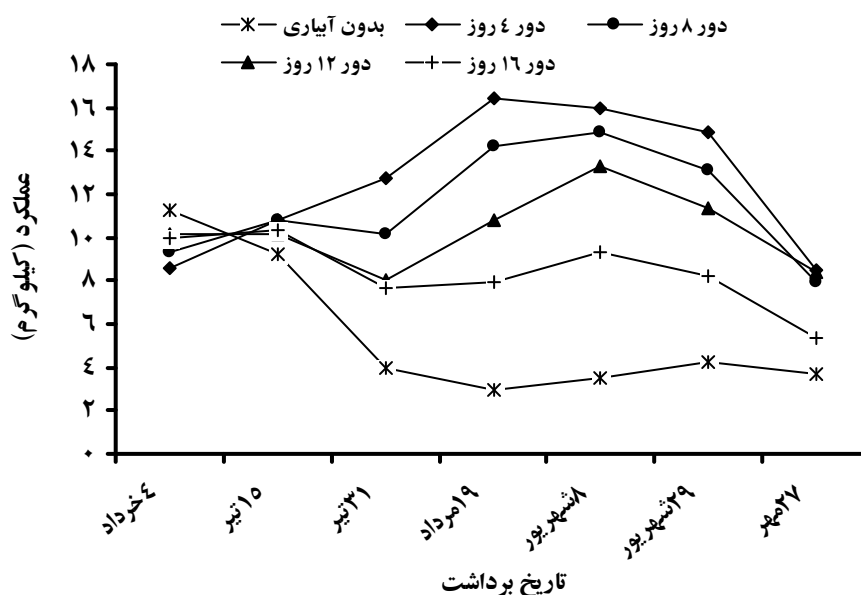
۱- دوره جایگزینی شاخساره عبارت است از مدت زمان مورد نیاز برای رهایی یک جوانه جانبی از غالبیت انتهایی و تبدیل به سه برگ و یک جوانه انتهایی.

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 نسبتاً مناسب بارندگی در طی دوره رشد، سبب شد تا تیمارها به طور مناسبی اعمال نشده و عملکرد تحت تاثیر آنها قرار نگیرد. به طوری که روند تغییرات عملکرد کرت‌های آزمایشی تقریباً یکسان بوده (شکل ۳) و از حالت طبیعی (معمولاً زمانی که 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 به ترتیب ۱۸ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید).

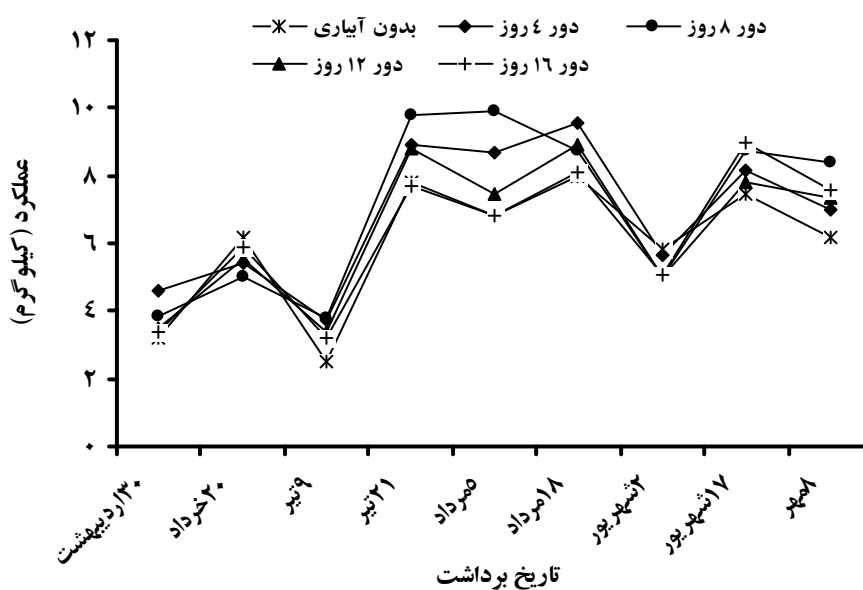
مطلوبی در آبیاری با فواصل طولانی، کمتر امکان‌پذیر است (۱۵). میزان بارندگی در ماه شهریور سال ۸۲ بیشتر از سال ۸۱ بود (به ترتیب ۲۰۵ و ۱۲۸ میلی‌متر) اما بارندگی خصوصاً در پایان این ماه تاثیر چندانی بر عملکرد کرت‌ها به ویژه تیمارهای دور ۱۲ و ۱۶ روز و بدون آبیاری نداشته است. میزان عملکرد و تغییرات نسبی آن 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. همان طوری که از جدول (۲) مشاهده می‌شود در دوره ۲۹ روزه رشد شاخساره‌ها در برداشت هفتم، میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت ماهانه به ترتیب حدود ۲۳/۵ و ۱۶ درجه سانتی‌گراد بود. به طوری که 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 خواب رفتن پیدا می‌کنند (۱۸). هم‌چنین افت عملکرد و خسارت ناشی از برگ سوختگی شاخساره‌ها در ماه‌های تیر و مرداد دو سال ۸۱ و ۸۲ به‌ویژه در تیمار شاهد مشهود بود، به طوری که این روند تا پایان دوره رشد ادامه داشت.



شکل ۱- میانگین عملکرد کرت‌های آزمایشی برای هر تیمار آبیاری در برداشت‌های 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

برداشت های دیگر، تفاوت میانگین عملکرد تیمارها ناچیز و غیرمعنی دار بوده است.

در سال اول آزمایش (۱۳۸۱)، کل دوره رشد برابر ۱۷۷ روز (اول اردیبهشت تا ۲۲ مهر) بوده است. همان طوری که از شکل (۱) مشاهده می گردد، دو برداشت اول و دوم در دوره اول یا فصل بهار قرار داشته و تیمارها دارای عملکرد تقریباً یکسانی بودند. این موضوع را می توان 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

در برداشت پنجم، علیرغم بارندگی نامناسب و کمبود رطوبت خاک در یک دوره کوتاه (۲۰ روز قبل از برداشت)، تیمارهای دور آبیاری بر عملکرد کرت ها تاثیر چندانی نداشتند و تمام تیمارها دارای تفاوت عملکرد غیر معنی داری شدند. این موضوع را می توان به علت وجود درجه حرارت و رطوبت نسبی هوای مناسب و کم بودن شدت و مدت دوره کم آبی 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 به ترتیب در رده های بعدی قرار گرفتند. در



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 ۱۶ روز 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 کارایی مصرف آب آبیاری (به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۵۵ کیلوگرم بر متر مکعب) بهتری را نسبت به دورهای آبیاری با فواصل طولانی‌تر مانند ۱۲ و ۱۶ روز (به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب) به وجود آورد (جدول ۶). هم‌چنین نتایج بهره‌وری مصرف آب در دوره خشک این سال (جدول ۷)، نشان دهنده روند نزولی این شاخص از تیمار دور ۴ روز تا تیمار شاهد بوده است.

بارندگی کمتر از تبخیر-تعرق یا نیار 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 سال ۱۳۸۱ برابر ۶۱۰۰ مترمکعب برهکتار بود که از این میزان، ۳۲۰۰ متر مکعب توسط آبیاری و ۲۹۰۰ 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) و کل دوره رشد (۹۱۵۵ کیلوگرم بر هکتار) می‌توان گفت که ۹۸ درصد افزایش محصول در دوره خشک و به واسطه استفاده از آبیاری تکمیلی با دور کوتاه ۴ روز به دست آمده است. تیمارهای دیگر نیز به ترتیب دارای افزایش عملکرد مناسبی نسبت به تیمار شاهد بوده‌اند که بخش اعظم این افزایش عملکرد در نتیجه

جدول ۶- روابط بین آب مصرفی، کارایی 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 <sup>3</sup> /ha)	حجم آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	کارایی مصرف آب آبیاری (kg/m <sup>3</sup> )
سال ۸۱						
I <sub>0</sub>	۷۰۷۰	۱۵۵۵	---	۰	۲۹۰۰	---
I <sub>1</sub>	۱۶۲۲۵	۳۶۵۱	۹۱۵۵	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۶۶
I <sub>2</sub>	۱۴۷۴۳	۳۳۱۷	۷۶۷۳	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۵۵
I <sub>3</sub>	۱۳۸۲۶	۳۱۱۱	۶۷۵۶	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۴۹
I <sub>4</sub>	۱۱۹۸۴	۲۶۹۶	۴۹۱۴	۳۲۰۰	۶۱۰۰	۰/۳۶
سال ۸۲						
I <sub>0</sub>	۶۴۱۳	۱۴۱۱	---	۰	۳۰۰۰	---
I <sub>1</sub>	۱۴۲۷۶	۳۲۳۵	۷۹۶۳	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۶۷
I <sub>2</sub>	۱۲۹۲۰	۲۹۰۷	۶۵۰۷	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۵۵
I <sub>3</sub>	۱۱۹۰۷	۲۶۷۹	۵۴۹۴	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۴۷
I <sub>4</sub>	۱۰۶۴۰	۲۳۹۴	۴۲۲۷	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۰/۳۶
سال ۸۳						
I <sub>0</sub>	۸۴۰۰	۱۸۴۸	---	۰	۴۳۰۰	---
I <sub>1</sub>	۹۷۷۸	۲۲۰۰	۱۳۷۸	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۳۹
I <sub>2</sub>	۹۸۶۶	۲۲۲۰	۱۴۶۶	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۴۱
I <sub>3</sub>	۹۰۱۳	۲۰۲۸	۶۱۳	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۲۰
I <sub>4</sub>	۸۸۵۶	۱۹۹۳	۴۵۶	۹۰۰	۵۲۰۰	۰/۱۶

رشد بود. از این میزان محصول، ۳۷ درصد آن (۲۶۴۲ کیلوگرم برگ سبز) در هشتاد روز از دوره خشک و ۶۳ درصد مابقی، در دوره‌های دیگر به دست آمده بود. میزان آب مصرفی در این تیمار برابر با ۲۹۰ میلی‌متر برآورد گردید. کارایی مصرف آب در دوره خشک برای این تیمار برابر ۰/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب و کمتر از تیمارهای دیگر بوده است. عملکرد و کارایی مصرف آب پایین در تیمار بدون آبیاری، لزوم استفاده از آبیاری تکمیلی را در باغ‌های چای اجتناب ناپذیر می‌سازد. در سال دوم تحقیق (سال ۱۳۸۲)، 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، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف آب آبیاری بهترین نتیجه را داشته است.

دوره‌های آبیاری ۴ و ۸ روز به ترتیب دارای کارایی مصرف آب برابر ۰/۷۰ و ۰/۶۲ 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 و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها را نشان می‌دهد. از طرفی پایین بودن کارایی مصرف آب در دوره خشک و کارایی 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 می‌شود، 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 توأم تنش‌های محیطی (ناشی از درجه حرارت بالا و کمبود رطوبت موجود در هوای اطراف بوته‌ها) و کمبود 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

جدول ۷- روابط بین آب مصرفی، کارایی مصرف آب و عملکرد چای طی دوره خشک<sup>۱</sup>

تیمار	میانگین عملکرد برگ سبز (kg/ha)	میانگین عملکرد چای آماده (kg/ha)	افزایش عملکرد نسبت به شاهد (kg)	حجم آب مصرفی (m <sup>3</sup> /ha)	کارایی مصرف آب (kg/m <sup>3</sup> )
سال ۸۱					
I <sub>0</sub>	۲۶۴۲	۵۸۱	---	۱۹۰۰	۰/۳۱
I <sub>1</sub>	۱۱۶۴۷	۲۶۲۰	۹۰۰۵	۳۷۵۰	۰/۷۰
I <sub>2</sub>	۱۰۲۸۷	۲۳۱۵	۷۶۴۵	۳۷۵۰	۰/۶۲
I <sub>3</sub>	۹۴۹۰	۲۱۳۵	۶۸۴۸	۳۷۵۰	۰/۵۷
I <sub>4</sub>	۷۳۲۶	۱۶۱۲	۴۶۸۴	۳۷۵۰	۰/۴۳
سال ۸۲					
I <sub>0</sub>	۲۷۴۶	۶۰۴	---	۱۶۰۰	۰/۳۷
I <sub>1</sub>	۸۹۶۳	۲۰۱۷	۶۲۱۷	۳۱۵۰	۰/۶۴
I <sub>2</sub>	۸۲۱۷	۱۸۴۹	۵۴۷۱	۳۱۵۰	۰/۵۹
I <sub>3</sub>	۶۶۴۸	۱۴۹۶	۳۹۰۲	۳۱۵۰	۰/۴۷
I <sub>4</sub>	۵۵۰۱	۱۲۳۷	۲۷۵۵	۳۱۵۰	۰/۴۰
سال ۸۳					
I <sub>0</sub>	۴۸۳۱	۱۰۶۳	---	۱۶۰۰	۰/۶۶
I <sub>1</sub>	۵۸۶۷	۱۳۲۰	۱۰۳۶	۲۳۰۰	۰/۵۷
I <sub>2</sub>	۵۸۸۰	۱۳۲۳	۱۰۴۹	۲۳۰۰	۰/۵۸
I <sub>3</sub>	۵۵۱۱	۱۲۴۰	۶۸۰	۲۳۰۰	۰/۵۴
I <sub>4</sub>	۵۲۱۷	۱۱۷۴	۳۸۶	۲۳۰۰	۰/۵۱

۱- بر اساس آمار ۲۰ ساله هواشناسی، دوره خشک در مناطق چای خیز شمال ایران از اواسط خرداد ماه شروع شده و تقریباً تا دهه اول شهریور ماه ادامه می‌یابد. در این دوره از رشد، میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی بوته‌های چای است.

بودن دوره خشک و عدم وجود تنش‌های محیطی و کمبود بحرانی رطوبت در خاک دانست که منجر به تولید محصول تقریباً یکسانی در تمام تیمارها به ویژه تیمار شاهد شده بود. هم‌چنین تیمار شاهد دارای بیشترین کارایی مصرف آب در دوره خشک برابر با ۰/۶۶ کیلوگرم بر متر مکعب بوده که این مقدار نسبت به سال‌های قبل تقریباً به میزان دو برابر افزایش داشته است. از لحاظ کارایی مصرف آب، تیمارهای بعدی با تفاوت اندکی نسبت به هم، در رده‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین در سال‌هایی که طول دوره خشک کوتاه و درجه حرارت هوا و رطوبت موجود در محیط مناسب باشد، در صورت نیاز بهتر است از دور آبیاری طولانی‌تر مانند ۸ تا ۱۲ روز استفاده گردد. در چنین شرایطی می‌توان به صورت موضعی از تک آبیاری به منظور جلوگیری از خسارت ناشی از برگ سوختگی در اثر درجه حرارت بالا استفاده نمود.

### نتیجه‌گیری

توزیع نامناسب بارندگی در بعضی از ماه‌های فصل رشد (نیمه دوم خرداد تا اوایل شهریور ماه) دو سال ابتدایی آزمایش موجب شد تا عملکرد و کارایی مصرف آب برگ‌ها و شاخساره‌های بوته‌های چای به شدت تحت تاثیر دور آبیاری در روش بارانی قرار گیرند. به طوری که میزان عملکرد و کارایی مصرف آب با افزایش دور آبیاری، کاهش می‌یافت. در شرایط آزمایش (با بوته‌های دارای آرایش، سطح گسترش تاج و سایه‌اندازی مناسب)، بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب از تیمار دور ۴ روز به دست آمد. بنابراین با توجه به تنوع شکل و آرایش بوته‌ها در باغ‌های چای استان گیلان، برای دستیابی به بهترین عملکرد و کارایی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی با فواصل کوتاه (دور ۴ تا ۸ روز) توصیه می‌شود.

تیمارهای دور ۸، ۱۲ و ۱۶ روز به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفتند. نکته قابل توجه این است که شدت و تاثیر منفی تنش‌های محیطی و خشکی در این سال نسبت به سال ۱۳۸۱، کمتر بود (جدول ۲). بنابر این نسبت به سال اول، میزان آب آبیاری مورد استفاده و افزایش عملکرد تیمارهای دور آبیاری نسبت به شاهد، کمتر و کارایی مصرف آب تیمار شاهد در دوره خشک (۰/۳۷) در مقابل ۰/۳۱ کیلوگرم بر متر مکعب، بیشتر بوده است.

استیفنز و کار (۲۰) در تانزانیا گزارش نمودند که کارایی مصرف آب در فصول و سال‌های مختلف برای تیمارهای بدون آبیاری و مصرف کود نیتروژن، بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب و در تیمارهای آبیاری کامل و مصرف ۳۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن بین ۰/۵ تا ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب تغییر می‌یابد.

در سال سوم آزمایش (سال ۱۳۸۳)، بارندگی، درجه حرارت و رطوبت نسبی هوای مناسب در ماه‌های تیر و مرداد، موجب شد تا دوره خشک در این سال نسبت به دو سال قبل کوتاه‌تر بوده و از ۱۲ تیر ماه شروع و تا ۱۰ مرداد ادامه داشته باشد. در دوره رشد این سال، فقط در تیر ماه میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی چای بود (۴۶ میلی‌متر بارندگی در مقابل ۱۰۸ میلی‌متر تبخیر-تعرق) و سایر عوامل آب و هوایی مانند درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا کمتر از میزان محدود کننده برای رشد شاخساره‌های چای بود (جدول ۲). با در نظر گرفتن شاخص باران به تبخیر در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد این سال نسبت به دو سال قبل می‌توان مناسب‌ترین فصل رشد را به سال ۱۳۸۳ نسبت داد. این موضوع باعث شد تا دور آبیاری روی اختلاف عملکرد تیمارها، اثر معنی‌داری نداشته باشد. تیمار شاهد با میانگین عملکرد ۸۴۰۰ کیلوگرم برگ سبز بر هکتار، تولید محصول بیشتری را نسبت به دو سال قبل داشته است.

کارایی مصرف آب آبیاری تیمارها در کل دوره رشد این سال نسبت به دو سال قبل کمتر بود. این موضوع را می‌توان به علت کوتاه

### منابع

- ۱- غلامی م. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیقات چای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات چای کشور. شماره مصوب ۸۶۰۱-۲۱-۲۱-۱، ۱۵۰ صفحه.
- ۲- رضوی پور ت.، و یزدانی م. ۱۳۷۹. تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه چمن و برنج (رقم بینام و خزر)، ضریب گیاهی و ضریب تشنگ به روش لایسمتر و کرت‌های کنترل شده در منطقه گیلان (رشت). مجموعه مقالات دهمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- ۳- فرشی ع. ا.، شریعتی م. ر.، جارااللهی ر.، قائمی م. ر.، شهابی فر م. و لولایی م. م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. 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 کارایی مصرف آب در اراضی چایکاری در برنامه راهبردی تحقیقات چای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات چای کشور. شماره مصوب ۸۶۰۴-۱-۸۶۰۱-۲۱-۲۱-۱۲، 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، شماره ۴۴، 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 Akadamaia 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.

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

K. Majd Salimi<sup>1\*</sup> - S.B. Salvatian<sup>2</sup> - M. Rezaei<sup>3</sup>

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<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>, 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](mailto:k_majdsalimi@yahoo.com))  
3- Member of Scientific Board, Rice Research Institute, Rasht