ارزیابی عملکرد و کارآیی مصرف آب در تولید اقتصادی چای تحت تاثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن

کوروش مجدسلیمی[۱] *، ابراهیم امیری و سید بابک صلواتیان

محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات چای کشور.
k_majdsalimi@ yahoo.com
دانشیار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.
eamiri57@yahoo.com
محقق بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات چای کشور.
salvation@yahoo.com

چکیده

تولید اقتصادی چای در شرایط پایدار منوط به استفاده صحیح از منابع آب و کود می‌باشد. بدین منظور نقش آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن در تولید اقتصادی در باغ‌های چای با ارزیابی عملکرد، تابع تولید، کارآیی مصرف آب و نسبت درآمد به هزینه و بازده نهایی طی سه سال (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹) در ایستگاه تحقیقات چای فومن در استان گیلان بررسی شد. برای اجرای آزمایش از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای و طرح آزمایشی کرت‌های خردشده نواری در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی استفاده گردید. تیمارها شامل شش سطح نیتروژن صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت مخلوط با خاک (از منبع کود اوره) به عنوان عامل اصلی و پنج سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (I_4)، آبیاری ناقص (I_1، I_2 و I_3) و سطح بدون آبیاری (I_0) به‌عنوان عامل فرعی بودند که در چهار تکرار قرار داده شدند. آبیاری کامل با روش بارانی (۳۴۲ میلی‌متر) و مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در بوته‌های بالغ چای باعث شد تا بیشترین میزان عملکرد برابر ۳۹۲۸ کیلوگرم چای فرآوری‌شده در هکتار و کارآیی مصرف آب تا حد ۷/۲ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی به‌دست آمد. در شرایط دیم با بارندگی ۲۳۰ میلی‌متر، بیشترین میزان عملکرد (۱۴۰۳ کیلوگرم در هکتار) و کارآیی مصرف آب (۶/۱ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب بارندگی) با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. میانگین نسبت درآمد به هزینه برای سطوح آبیاری کامل و بدون آبیاری به‌ترتیب برابر ۱/۷۵ و ۱/۱۷ حاصل شد. بر این اساس، اگرچه در آبیاری کامل، هزینه‌ها افزایش می‌یافت اما افزایش درآمد و سود حاصل از تولید برگ سبز بیشتر و با کیفیت مرغوب‌تر چای (برگ سبز درجه یک)، هزینه‌ها را جبران می‌کرد.

واژه های کلیدی: آبیاری بارانی، تابع تولید، کاربرد نیتروژن، عملکرد چای، مصرف آب.

۱- آدرس نویسنده مسئول: گیلان، لاهیجان، خیابان شیخ زاهد گیلانی، مرکز تحقیقات چای کشور

* پذیرش: دی ۱۳۹۲ و دریافت: آبان ۱۳۹۳

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

حداقل بارندگی مورد نیاز سالانه برای رشد مناسب چای بین ۱۱۵۰ تا ۱٤۰۰ میلی‌متر گزارش شده است(پاندا، ۲۰۰۳). در مناطقی که میزان بارندگی و توزیع آن در دوره بهره‌برداری (رشد) مناسب نباشد، استفاده از آبیاری تکمیلی به منظور جبران کمبود آب مورد نیاز باغ‌های چای امری اجتناب ناپذیر است(کار، ۲۰۱۰a).برداشت برگ سبز چای در ایران از اوایل اردیبهشت تا آبان ماه به‌صورت متوالی در فواصل ۱۵ تا ٤۰ روزه انجام می‌شود. در برخی از ماه‌های دوره رشد (اواسط خرداد تا اوایل شهریور)، میزان بارندگی کمتر از نیاز آبی بوته‌های چای است و کمیت و کیفیت محصول در اثر تنش ناشی از کم آبی و عوامل محیطی، به مقدار بسیار زیادی کاهش می‌یابد که این مساله تولید اقتصادی چای را با تهدید مواجه می‌سازد (مجدسلیمی و همکاران، ۱۳۸۹a).

تحقیقات انجام گرفته در جنوب تانزانیا نشان می‌دهد که انجام آبیاری در دوره کم‌آبی (ماه می تا نوامبر)، تولید محصول را به میزان دو برابر افزایش داده است.به‌طوری‌که کاهش تعداد و مقدار آبیاری، موجب کاهش عملکرد به میزان قابل توجهی شده است (کار، ۲۰۱۰b). هم‌چنین، مصرف بهینه کود نیتروژن با هدف حفظ تعادل بین عملکرد و کیفیت محصول (اوور و همکاران، ۲۰۱۱.، ۲۰۰۸a) در باغ‌های چای، بسیار حائز اهمیت است. از عوامل اصلی کمبود نیتروژن در خاک اراضی چای‌کاری می‌توان برداشت متوالی برگ و شاخساره‌های چای (محصول)، انجام هرس‌های مختلف (اوور و همکاران، ۲۰۱۱) و تلفات زیاد این عنصر به‌علت تصعید و آبشویی یون نیترات در اثر بارندگی و یا بیش آبیاری (کار، ۲۰۱۰b) را نام برد.

به‌طورکلی، واکنش چای به سطوح مختلف نیتروژن به میزان رطوبت موجود در خاک، شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک و قابلیت جذب عناصر غذایی دیگر بستگی دارد (بونهور و ویلسون، ۱۹۹۲).درصورتی‌که نیتروژن از دست رفته جبران نشود، خاک به‌تدریج حاصل‌خیزی خود را از دست داده و کاهش در رشد بوته‌ها و میزان محصول روی می‌دهد. مصرف زیاد نیتروژن در صورتی‌که مقدار سایر عناصر غذایی کافی نباشد، دوره رشد گیاه را طولانی‌تر کرده و میزان عملکرد و کیفیت کاهش می‌یابد (اوور، ۲۰۱۱.، ویلسون، ۱۹۹۹).در اراضی چای‌کاری شمال کشور تا به امروز توصیه مشخص و علمی برای کاربرد نیتروژن ارائه نشده است و کشاورزان اقدام به افزایش کاربرد نیتروژن (بیشتر از ٤۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب برای اراضی فاریاب و دیم) با تصور دستیابی به محصول بیشتر و تولید اقتصادی می‌نمایند.

تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف مازاد نیتروژن نه تنها عملکرد را افزایش نمی‌دهد بلکه باعث کاهش کیفیت و بازار پسندی چای تولیدی می‌شود (اوور و همکاران، ۲۰۱۰.، ۲۰۰۸a). استیفنز وکار(۱٤) گزارش کردند که در طی دوره کم‌آبی و در شرایط یکسان مصرف کود نیتروژن، عملکرد تیمارهای بدون آبیاری چهار تا هشت درصد و تیمارهای آبیاری کامل بین ۳۲ تا ٤۹ درصد از کل عملکرد سالانه را تشکیل می‌دادند. آنها عنوان نمودند که میزان افزایش عملکرد چای در مقابل نیتروژن مصرفی وابسته به آبیاری بوده و افزایش محصول در اثر استفاده از آبیاری موثرتر از کاربرد نیتروژن به تنهایی است.

بر اساس مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف چایکاری، میزان کارآیی مصرف آب بین ۰/۱۵ تا ۰/۹ کیلوگرم چای آماده در هکتار به ازای هر مترمکعب آب مصرفی گزارش شده است که این تغییرات به نوع سیستم آبیاری، میزان بارندگی و آبیاری، نوع کلون، میزان و نوع کود مصرفی، فصل، شرایط آب وهوایی، عملیات داشت و برداشت و سن بوته‌ها بستگی داشت (استیفنز و کار، ۱۹۹۱).

در مطالعه انجام شده طی دوره هشت ساله،

Archive of SID

www.SID.ir

دامنه تغییرات عملکرد خالص سالانه به آب مصرفی واقعی برای کلون ٦/٨ در شرایط بدون آبیاری و آبیاری کامل با کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به‌ترتیب بین ۲/۳ تا ۵/۳ و ۲/۷ تا ٤/٦ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی گزارش شد (کار، ۲۰۱۰b).

در مطالعه‌ای که طی یک دوره بهره‌برداری در منطقه فومن در استان گیلان انجام شد مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با انجام آبیاری بارانی کامل در دوره خشک باعث افزایش عملکرد چای به میزان ۱۵۰ درصد نسبت به شرایط بدون آبیاری و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گردید (مجد سلیمی و میرلطیفی، ۱۳۸۷) اما با این وجود، بیش از ۹۵ درصد اراضی چای‌کاری (۳۰ هزار هکتار) در شمال کشور به‌صورت دیم هستند (مجدسلیمی، ۱۳۸۷) به‌طوری‌که، میانگین تولید عملکرد در اراضی چای‌کاری فاریاب و دیم به‌ترتیب حدود ۲۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم چای فرآوری شده در هکتار است (غلامی، ۱۳۸۷) و چای تولیدی در این مناطق، تقریبا ۲۰ درصد از مصرف سرانه کشور را تامین می‌کند (غلامی، ۱۳۸۷).

بنابراین، بهینه‌سازی مصرف آب و کود نیتروژن علاوه بر افزایش عملکرد در واحد سطح یا آب مصرفی و کاهش هزینه‌های تولید، سبب ارتقاء کیفیت برگ سبز چای شده و شرایط لازم برای توسعه کشاورزی پایدار و تولید اقتصادی محصول را فراهم می‌نماید. در این مقاله، تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و آبیاری بارانی بر تغییرات عملکرد، کارآیی مصرف آب و بازدهی اقتصادی ناشی از مدیریت مصرف بهینه آب و کود نیتروژن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سه سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات شهید افتخاری فشالم در شهرستان فومن از استان گیلان اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۱۰- متر بوده و دارای آب و هوای مرطوب و معتدل می‌باشد. اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی و اقلیم محل اجرای آزمایش در شکل‌های (۱) و (۲) ارائه شده است. جمع کل بارندگی سالانه در سه سال به‌ترتیب ۹۳۲ ، ۱۰۸۱ و ۱۰۹۵ میلی‌متر با ریزش غیر یکنواخت بود.

در دوره رشد چای (اردیبهشت تا آبان) کمترین میزان بارندگی و بیشترین تنش آبی در ماه‌های تیر و مرداد به خصوص در سال سوم آزمایش اتفاق افتاد بنابراین، بیشترین میزان آبیاری در سال سوم انجام شد جدول(۱).هم‌چنین در این دوره گیاه چای با عوامل ایجاد کننده تنش محیطی مانند دمای هوای بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد و کمبود فشار بخار اشباع هوای بیشتر از ۲/۱ کیلوپاسکال در ساعاتی از روز در این دوره مواجه است (شکل‌های ۱ و ۲).

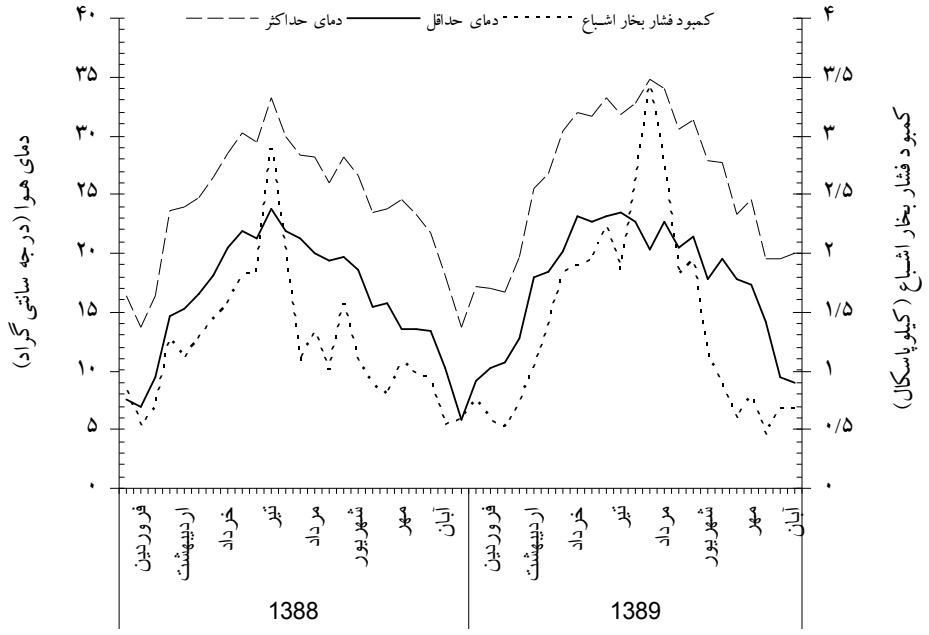
جدول۱- میانگین مقدار ناخالص آب آبیاری و تبخیر-تعرق واقعی در سطوح مختلف آبیاری در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹

سال ۱۳۸۹		سال ۱۳۸۸		سال ۱۳۸۷		سطوح
تبخیر-تعرق	آب آبیاری@	تبخیر-تعرق	آب آبیاری	تبخیر-تعرق	آب آبیاری	آبیاری
۶۰۲	۴۳۵	۵۲۱	۳۰۰	۴۹۰	۲۹۰	I_4
۵۰۰	۳۲۳	۴۶۳	۲۳۰	۴۳۴	۲۲۵	I_3
۴۰۷	۲۳۸	۳۶۲	۱۶۳	۳۷۳	۱۵۵	I_2
۳۱۹	۱۱۹	۳۱۱	۶۸	۳۰۹	۷۹	I_1
۲۰۰	۰	۲۵۴	۰	۲۳۰	۰	I_0

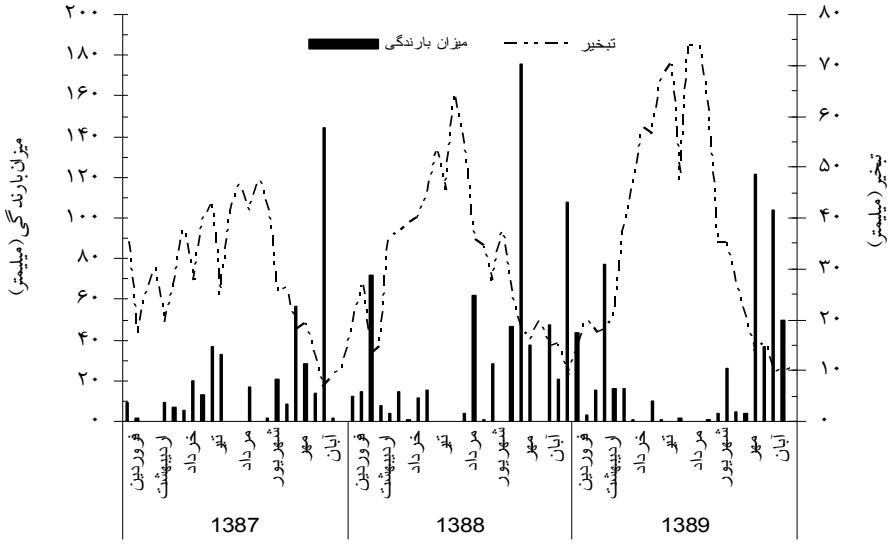
@ : راندمان آبیاری حدود ۹۰ درصد در نظر گرفته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- تغییرات میانگین دمای حداکثر، دمای حداقل و کمبود فشار بخار هوا در دوره‌های ۱۰ روزه درکل دوره رشد دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ (ایستگاه هواشناسی فومن)



شکل۲- تغییرات جمع بارندگی و تبخیر از تشت در دوره‌های ۱۰ روزه در کل دوره رشد سه سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹

در این تحقیق از سیستم آبیاری بارانی تک‌شاخه‌ای[1] (هنکس و همکاران، ۱۹۷٦) و طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده نواری[2] در پایه بلوک‌های کامل تصادفی استفاده گردید (مورگان و کار، ۱۹۸۹).به‌طور کلی چهار بلوک به ابعاد ۱۸×۲۸/۸ متر و ۱۲۰ کرت به ابعاد ۳/٦×٤/۸ متر در قطعه آزمایشی در نظر گرفته شد. عامل اصلی شامل شش سطح نیتروژن صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ ، ٤۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

[1]. Line source
[2]. Strip plot design

www.SID.ir

(N_0 تا N_5) بود که به‌صورت تصادفی در این بلوک‌ها قرار گرفتند. کود نیتروژن در دو تقسیط مساوی از منبع کود اوره (٤٦ درصد نیتروژن) و در دو زمان (اواخر اردیبهشت و اواسط تیر ماه) به خاک کرت‌ها، اضافه شد.عامل فرعی، یعنی پنج سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (I_4) با حدود ۹۸ درصد جبران کمبود رطوبتی خاک، آبیاری ناقص (I_3 ، I_2 و I_1) به‌ترتیب با میانگین ۷۵، ۵۵ و ۲۵ درصد جبران کمبود رطوبتی خاک و سطح بدون آبیاری یا شاهد (I_0) بودند جدول(۱). این تیمارها در طرفین لوله آبیاری در نظرگرفته شدند. در روش آبیاری بارانی تک شاخه‌ای، با افزایش فاصله از لوله آبیاری، مقدار آب دریافتی به‌وسیله‌ی کرت‌ها کاهش (الگوی پاشش مثلثی) و تنش آبی، افزایش می‌یابد. نتایج تجزیه خاک محل نشان داد که بافت خاک تا عمق ۹۰ سانتی‌متری (توسعه ریشه) یکنواخت و از نوع لومی- رسی- شنی بود.

مدت زمان آبیاری در این آزمایش، بر مبنای شدت پاشش آبپاش‌ها در تیمار آبیاری کامل (بازده ۹۰ درصد) و جبران کاهش رطوبت موجود در خاک تا ٤٠ درصد رطوبت قابل دسترس (آلن و همکاران، ۱۹۹۸) انجام شد. برنامه آبیاری بر اساس تخلیه رطوبتی خاک در عمق توسعه ریشه (۹۰ سانتی‌متری) و پایش رطوبت خاک با قرائت دستگاه TDR-Trime[1] به‌صورت هفته‌ای دو بار و تعیین میزان تبخیر- تعرق با استفاده از معادله بیلان آبی صورت گرفت جدول(۱).

سایر عملیات به‌زراعی نظیر وجین علف‌های هرز و سرهرس روی بوته‌های تمامی کرت‌ها در طی سه سال به‌صورت معمول و رایج ایستگاه صورت گرفت.

روش ارزیابی

برداشت برگ سبز به‌عنوان محصول (شاخساره‌های لطیف) چای از تمام کرت‌های آزمایشی به‌طور متناوب انجام و وزن آن‌ها به‌وسیله‌ی ترازو تعیین شد. درجه بندی و تفکیک برگ سبز برداشت شده در هر کرت بر اساس استاندارد ملی ۵۳۵۹ (بی‌نام، ۱۳۸۸) به صورت برگ سبز درجه یک و برگ سبز درجه دو انجام گرفت. برای تبدیل وزن برگ سبز چای[2] به عملکرد چای فرآوری‌شده[3] از ضریب تبدیل ۲۲/۵ درصد (بی‌نام، ۱۳۸۸) استفاده شد.

کارآیی مصرف آب[4] برای تمامی تیمارهای ترکیبی در کل دوره رشد از تقسیم عملکرد کل چای فرآوری‌شده (برحسب کیلوگرم در هکتار) بر تبخیر-تعرق (میلی‌متر)، به‌دست آمد. برای محاسبه بارندگی موثر از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا استفاده شد.

برای بهینه‌سازی اقتصادی، با توجه به اینکه تعیین بهترین سطوح آبیاری و میزان کود نیتروژن از اهداف اصلی فنی تحقیق بوده لذا درآمد کل بر مبنای قیمت فروش برگ سبز چای و هزینه‌ها در هر سطح آبیاری بر اساس قیمت‌های جاری منطقه در سال ۱۳۹۲ به دست آمد تا تأثیر قیمت بر تیمارها و تکرارها به‌عنوان متغیر اقتصادی که در بخش درآمدی توسط دولت تعیین می‌شود اما در بخش هزینه تابع بازار می‌باشد، یکسان گردد. در این بررسی ابتدا بهترین مقدار مصرف کود نیتروژن با توجه به مقدار عملکرد، توابع تولید، شاخص کارآیی مصرف و سایر عوامل برای هر سطح آبیاری تعیین سپس به‌منظور تحلیل اقتصادی و مقایسه سطوح آبیاری، درآمدکل، هزینه‌کل، سود، نسبت درآمد به هزینه و بازده نهایی (نسبت اختلاف سود به اختلاف هزینه هر تیمار در مقایسه با تیمار برتر) محاسبه شده است.

نتایج و بحث

ارزیابی عملکرد، تابع تولید و کارآیی مصرف آب

همان‌طوری‌که از شکل(۳) مشاهده می‌شود، منحنی تغییرات میانگین سه ساله (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹) عملکرد با سطوح کود نیتروژن برای تمام سطوح آبیاری به‌صورت تابع درجه دوم به دست آمد. با این تفاوت که

[1]. Time domain reflectometry (TDR)

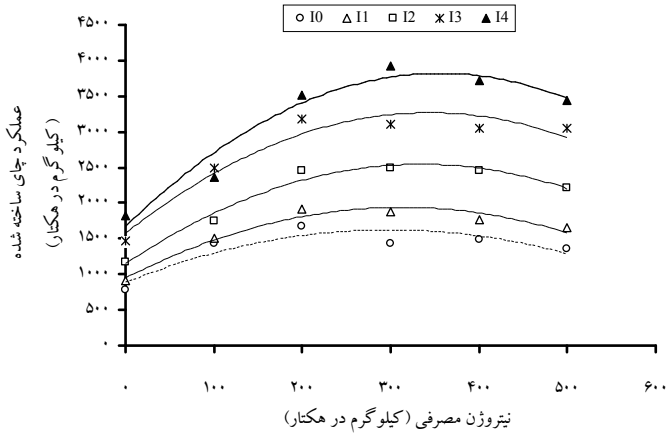
[2]. Tea green leaf
[3]. Made tea
[4]. Water use effeciency

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات برای سطوح آبیاری I_0 و I_1 با میانگین صفر و ۸۵ میلی‌متر جدول(۱) با شیب ملایم شروع شده و تا محدوده ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ادامه و سپس به‌طور جزئی کاهش می‌یابد.

این نوع واکنش و تغییرات را می‌توان به‌علت راندمان پایین مصرف نیتروژن (تلفات زیاد) ناشی از فقدان رطوبت مناسب در خاک طی ماه‌های خشک (تیر و مرداد) دانست که با وجود افزایش کاربرد نیتروژن، باعث تغییرات اندک در عملکرد بوته‌های چای می‌شود (کار، ۲۰۱۰a). بنابراین، سطوح I_0 و I_1 در تمام مقادیر نیتروژن مصرفی دارای کمترین میزان عملکرد در مقایسه با تیمارهای دیگر بودند (شکل۳). علاوه بر تنش رطوبتی موجود در خاک به علت کمبود بارندگی شکل(۲)، عوامل تنش‌زای محیطی نظیر دمای بالای هوا (بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و کمبود فشار بخار اشباع بیشتر از ۲/۱ کیلوپاسکال (کار، ۲۰۱۰a.، اسمیت و همکاران، ۱۹۹۳) در ماه‌های تیر و مرداد شکل(۱) باعث شد تا تولید محصول (برگ و شاخساره‌های چای) در این وضعیت کاهش بسیار زیادی پیدا کند.



شکل۳- واکنش میانگین عملکرد سه سال (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹) به کود نیتروژن در پنج سطح آبیاری

معادلات مربوط به تغییرات عملکرد چای تحت تاثیر دو تیمار آبیاری I_0 و I_1 در سطوح مختلف نیتروژن (روابط ۱ و ۲) نشان می‌دهد که بیشترین میزان عملکرد در این دو سطح آبیاری، با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست می‌آید اما با توجه به اختلاف کم عملکرد حاصل از مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در مقایسه با ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۸۰ کیلوگرم چای در هکتار)، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌عنوان بهترین سطح از لحاظ تولید عملکرد برای شرایط بدون آبیاری (با عملکرد ۱۴۰۳ کیلوگرم چای فرآوری‌شده در هکتار) در نظر گرفته می‌شود.

$$Y_{(I0)} = -۰/۰۰۸۳(N^2) + ٤/٩٥\ (N) + ٨٨٦ \quad ، \ R^2=۰/۸۲ \ ، \ n=٦ \qquad (۱)$$

$$Y_{(I1)} = -۰/۰۱۱(N^2) + ٦/٤٧\ (N) + ٩٣٩ \quad ، \ R^2=۰/۹۷ \ ، \ n=٦ \qquad (۲)$$

که در آن

Y: عملکرد چای فرآوری شده (کیلوگرم در هکتار)، N مقدار کود نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار)، R ضریب تبیین و n تعداد مشاهدات است.

در این شرایط و با توجه به ملاحظات اقتصادی (کاهش هزینه‌های تولید) و ملاحظات زیست محیطی (کاهش آلودگی منابع آب و خاک) و با در نظر گرفتن

www.SID.ir

مساله کیفیت چای یعنی کاهش کیفیت چای با مصرف نیتروژن بیشتر (مجدسلیمی، ۱۳۹۱.، اوور و همکاران، ۲۰۱۱.، ۲۰۱۰)، می‌توان مصرف کمتر از ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای این سطوح آبیاری توصیه نمود.این شیوه انتخاب توسط محققین دیگر نیز استفاده شده است. روژآ (۱۹۷۹) گزارش کرد که اگرچه میزان عملکرد حاصل از مصرف ٤٥٠ و ٦٠٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشتر از مصرف ۳۰۰ کیلوگرم بود اما با توجه به کاهش کیفیت چای در اثر مصرف نیتروژن بیشتر و به منظور حفظ تعادل بین عملکرد و کیفیت، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. در کنیا بیشترین میزان عملکرد با کاربرد ٥٦٠ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد که به

(۳) ، R^2=۰/۹۷ ، n= ٦

(٤) ، R^2=۰/۹٤ ، n= ٦

(٥) ، R^2=۰/۹٤ ، n= ٦

به‌منظور تعیین بیشترین میزان عملکرد در سطوح آبیاری ناقص I_2 و I_3 در اثر مصرف نیتروژن و با استفاده از مشتق‌گیری (روابط ۳ و ٤)می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین میزان عملکرد در این شرایط به‌ترتیب با مصرف ۳۲۰ و ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست می‌آید.البته با پذیرش مقدار بسیار کمی کاهش محصول با هدف دستیابی به کیفیت بیشتر و در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و زیست محیطی می‌توان مصرف نیتروژن در این سطوح از آبیاری را کاهش داد.

به‌طورکلی، مدیریت آبیاری ناقص درصورت وجود منابع آب کافی و مطمئن، مطلوب و ایده‌آل نبوده و توصیه نمی‌شود اما در شرایطی که راه‌حلی جز به‌کارگیری آبیاری ناقص (کمتر از نیاز آبی واقعی) در باغ‌های چای وجود ندارد، مصرف نیتروژن کمتر از ۳۲۰ کیلوگرم در هکتار، بهترین گزینه برای دستیابی به تولید بیشتر و کیفیت بالاتر است.

بررسی میانگین عملکرد چای ساخته‌شده در سطح آبیاری کامل طی سه سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ نشان‌دهنده این واقعیت است که آبیاری کامل با حدود ۳٤۲ میلی‌متر منظور تعادل بین عملکرد و کیفیت چای ، کاربرد ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط دیم توصیه شده است (اوور و همکاران، ۱۹۹٤b .، اوور، ۱۹۹۷).

منحنی تغییرات عملکرد با مقادیر مختلف نیتروژن در سطوح آبیاری ناقص I_2 ، I_3 با میانگین ۱۸۵ و ۲۵۸ میلی‌متر آب آبیاری جدول(۱) و سطح آبیاری کامل I_4 در ابتدا با شیب زیاد شروع شده و تا محدوده ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ادامه داشت شکل(۳) و پس از آن به‌طور جزئی، کاهش پیدا کرد. به‌طور مشابه، واکنش و تغییرات عملکرد در این سطوح (روابط ۳، ٤ و ٥) نیز تابعی از میزان رطوبت موجود در خاک و در نتیجه راندمان مصرف کود نیتروژن بود (کار، ۲۰۱۰b).

$$Y_{(I2)} = -۰/۰۱۳(N^2) + ۸/۳٦ (N) +۱۱٤٥$$

$$Y_{(I3)} = -۰/۰۱٤(N^2) + ۹/۸۷ (N) + ۱٥۷۱$$

$$Y_{(I4)} = -۰/۰۱۷(N^2) + ۱۲/۱۰ (N) +۱٦٦٦$$

آب آبیاری جدول(۱) و مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بیشترین میزان برگ و شاخساره‌های چای (عملکرد) را تولید می‌کند شکل(۳). به‌طورکلی می‌توان بیان کرد که آبیاری کامل طی دوره کم آبی هر سه سال موجب شد تا عملکرد در این سطح از آبیاری برای تمام سطوح نیتروژن مصرفی (هم‌چنین بدون مصرف کود نیتروژن) بالاتر از سایر سطوح آبیاری× نیتروژن قرار گیرد.بهبود سرعت فتوسنتز، پتانسیل آب، هدایت روزنه‌ای و در نهایت رشد و نمو شاخساره‌های چای به‌دلیل اثر متقابل بین آب آبیاری و کود نیتروژن در فصل خشک از دلایل عمده افزایش عملکرد در این شرایط است (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۳.، کار، ۲۰۱۰a). بنابراین با در نظر گرفتن همه‌ی جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی مختلف و برای دستیابی به کیفیت بالاتر چای (مجدسلیمی، ۱۳۹۱) در شرایط آبیاری کامل بوته‌های بالغ چای (با عملکرد بالای۳٤۰۰ تا ۳۷۸۰ کیلوگرم در هکتار)، مصرف کمتر نیتروژن در محدوده ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود.

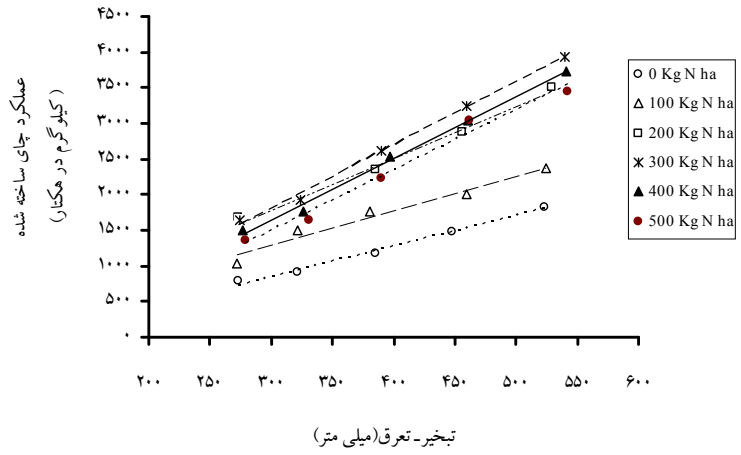
Archive of SID

www.SID.ir

توصیه مقدار کود نیتروژنی مورد نیاز باغ‌های چای در سایر کشورهای جهان با توجه به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، ژنوتیپ گیاه، محیط زیست، ملاحظات اقتصادی به‌علاوه اهمیت بازارپسندی و کیفیت چای، متفاوت است (اوور و همکاران، ۲۰۱۱.، ۲۰۱۰). در کنیا مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (اوور و همکاران، ۲۰۰۸a)، در سریلانکا ۳۷۰ کیلوگرم در هکتار (آناندا‌کوماراسی و همکاران، ۲۰۰۸)، در چین ۲٤۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار(چن و یو، ۱۹۹۹) توصیه شده است.

در این تحقیق برای محاسبه تابع ریاضی عملکرد و تبخیر-تعرق واقعی، مقادیر عملکرد چای ساخته‌شده در مقابل تبخیر- تعرق واقعی گیاه در دوره رشد برای سطوح مختلف کود نیتروژن مصرفی رسم شد شکل(٤). در این شکل از بین معادلات برازش‌شده، معادله درجه اول یا خطی دارای بالاترین ضریب همبستگی (R^2= ۹۸٪) بود.

در تمام سطوح نیتروژن مصرفی با افزایش میزان آب مصرفی یا تبخیر- تعرق، تولید محصول افزایش پیدا می‌کرد. همان‌طوری‌که در شکل (٤) مشاهده می‌شود، بهترین تابع ریاضی عملکرد مربوط به مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است. توابع حاصل از دو سطح N_1 و N_0 به‌طور مشخصی پایین‌تر از توابع دیگر قرار داشتند.



شکل٤-واکنش میانگین عملکرد سه سال (۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹)
به تبخیر- تعرق در شش سطح نیتروژن

بیشترین کارآیی مصرف آب در سطح آبیاری کامل از مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر ۷/۲ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی به‌دست آمد. آبیاری باعث شد تا جذب و انتقال نیتروژن به برگ‌های تغذیه‌کننده و فرآیند سوخت و ساز به نحو مناسبی انجام گیرد و این مساله باعث افزایش عملکرد (صورت کسر رابطه کارآیی) گردد و در نتیجه کارآیی مصرف آب افزایش یابد. بنابراین، آبیاری باعث افزایش میزان کارآیی مصرف آب در تمام سطوح مصرف کودی شد (شکل٤). کمترین میزان کارآیی مصرف آب از تیمارهای N_0I_0 و N_0I_1 به‌ترتیب برابر ۲/۸۸ و ۲/۸۱ کیلوگرم به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی به‌دست آمد.بیشترین کارآیی مصرف آب در وضعیت دیم با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برابر ٦/۱ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر بارندگی موثر حاصل شد.

استیفنز و کار(۱۹۹۱) کارآیی مصرف آب را در طی یک سال برداشت از باغ‌های چای برای تیمارهای بدون آبیاری و مصرف نیتروژن بین ۱/۵ تا ۲/۵ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی و در تیمارهای آبیاری مطلوب با مصرف ۳۷۵ کیلوگرم نیتروژن درهکتار بین پنج

www.SID.ir

تا نه کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی گزارش نمودند.

بهینه‌سازی اقتصادی تولید

به‌منظور بهینه‌سازی اقتصادی تولید با کاربرد سطوح مختلف آبیاری بارانی تکمیلی برای مقدار بهینه کود نیتروژن مصرفی در باغ‌های چای، ابتدا درآمد کل حاصل از فروش برگ سبز چای محاسبه و محصول برداشت‌شده طبق روش استاندارد ملی۱، ارزیابی و قیمت‌گذاری شد. بر این اساس، میانگین وزن برگ سبز درجه یک و درجه دو در هر تیمار، تعیین گردید. سپس با توجه به قیمت تضمینی هرکیلو برگ سبز درجه یک (۱۲۰۰۰ ریال) و درجه دو (٦۵۰۰ ریال) در سال ۱۳۹۲، درآمد حاصل از فروش برگ سبز چای به‌دست آمد جدول (۲). با توجه به اینکه چای گیاهی چند ساله، خزان‌ناپذیر و همیشه سبز است و بوته‌ها در محل آزمایش دارای سنین متفاوت و بالا (حدود ٤۰ سال) بودند، در این تحقیق هزینه کاشت و داشت که عملاً در سال‌های قبل انجام شده بود باید برآورد می‌گردید، در حالی‌که این هزینه‌ها برای تمام تیمارها و تکرارها یکسان و ثابت بوده و بنابراین از برآورد و وارد نمودن آن در محاسبات صرفنظر شد.

هم‌چنین با توجه به اینکه تامین آب برای آبیاری باغ‌های چای، از منابع آب زیرزمینی (چاه‌های سطحی و نیمه عمیق) صورت می‌گیرد و هزینه‌ای از کشاورزان چای‌کار به‌عنوان آب بهاء دریافت نمی‌گردد بنابراین، برای محاسبه هزینه استحصال آب فقط هزینه مصرف برق الکتروموتور در نظر گرفته شد. برای محاسبه هزینه‌های آب و آبیاری با استفاده از شیوه مرسوم منطقه یعنی هزینه اجاره یک هکتار باغ چای در شرایط بدون آبیاری و دارای سامانه آبیاری استفاده گردید جدول(۲).

برای محاسبه سایر هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه مربوط به وجین علف‌های هرز، هزینه خرید، حمل و پخش انواع کود (سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل) و هزینه انجام سرهرس با ثابت در نظر گرفتن آن‌ها در این آزمایش، از قیمت‌های واقعی و رایج منطقه استفاده شد جدول(۲). هم‌چنین، محاسبه هزینه مربوط به برداشت با ماشین برگ‌چین و حمل برگ سبز به کارخانه چای‌سازی، با استفاده از اجرت برداشت و حمل رایج منطقه برابر ۲٤۰۰ ریال به ازای هر کیلو برداشت برگ سبز در سال ۱۳۹۲، انجام شد. هزینه برق مصرفی ۱۰۰۰ ریال به ازای هر کیلو وات و هزینه خرید، حمل و پخش کود اوره به ازای هر ۵۰ کیلوگرم برابر ۵۰۰ هزار ریال بود.هزینه‌های کارگر آبیار، بهره‌برداری و نگهداری سامانه آبیاری برابر ۳۰۰ هزار ریال در روز بر مبنای قیمت رایج منطقه لحاظ شد.

۱- بر اساس استاندارد ملی شماره ۵۳۵۹ چای، برگ سبز درجه یک شامل ٦۰ درصد دو برگ و یک جوانه، ۲۵ درصد سه برگ و یک جوانه و تک برگ لطیف، بنجی و دو برگ بنجی هر کدام ۵ درصد است. برگ سبز درجه دو شامل ۲۰ درصد دو برگ و یک جوانه، ۵۰ درصد سه برگ و یک جوانه، ۱۰ درصد چهار برگ و یک جوانه، ۱۰ درصد تک برگ لطیف، تک برگ و دو برگ بنجی هر کدام پنج درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲ـ هزینه‌های ثابت کاشت و داشت در یک هکتار باغ چای

هزینه‌های ثابت		مبلغ واحد (ریال)	حجم عملیات: تعداد (مرتبه)	حجم عملیات: کارگر (نفر ـ روز)	مبلغ کل (ریال)
اجاره باغ	بدون آبیاری	۷۰۰۰۰۰۰	۱	–	۷۰۰۰۰۰۰
	دارای آبیاری ناقص	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱	–	۱۰۰۰۰۰۰۰
	دارای آبیاری کامل	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱	–	۱۵۰۰۰۰۰۰
شخم و فوکازنی		۵۰۰۰۰۰	۱	۶	۳۰۰۰۰۰۰
سرهرس (هرس سالیانه)		۶۵۰۰۰۰	۱	۶	۳۹۰۰۰۰۰
وجین علف‌های هرز		۳۰۰۰۰۰	۴	۱۶	۴۸۰۰۰۰۰
خرید و حمل کودهای روی، پتاس و فسفر*		۳۶۰۰۰۰۰	۱	–	۳۶۰۰۰۰۰
محلول پاشی سولفات روی		۵۰۰۰۰۰	۱	۱	۵۰۰۰۰۰
پخش دستی کوددهای فسفر و پتاس		۳۰۰۰۰۰	۲	۲	۶۰۰۰۰۰

ـ برای محاسبه هزینه‌های ثابت از قیمت‌های سال ۱۳۹۲ استفاده شده است.

* : به ترتیب به مقدار ۲۵ ، ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات روی، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل.

بررسی میانگین درآمد، هزینه و سود سه سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ نشان داد جدول(۳) که سطح بدون آبیاری با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار دارای کمترین میزان درآمد و هزینه کل بود اما با این وجود نسبت درآمد به هزینه در این شرایط بیشتر از سطح آبیاری I_1 به‌دست آمد. علیرغم درآمد کل بیشتر در این سطح از آبیاری نسبت به شرایط دیم، هزینه‌های بالاتر در این وضعیت (هزینه‌های مربوط به اجاره باغ دارای سامانه آبیاری ناقص و سایر هزینه‌های مربوط به کارگر آبیار و مدیریت سامانه) دلیل اصلی کاهش این نسبت در این سطح آبیاری در مقایسه با شرایط بدون آبیاری می‌باشد.

جدول۳ـ میانگین سه ساله درآمد، هزینه، سود و بازده نهایی سطوح مختلف آبیاری (هزار ریال در هکتار)

سطوح آبیاری	وزن برگ سبز چای (کیلوگرم در هکتار): درجه یک	وزن برگ سبز چای (کیلوگرم در هکتار): درجه دو	درآمد کل	هزینه کل	سود	نسبت درآمد به هزینه	بازده نهایی
I_0	۲۴۵۵	۲۸۳۹	۴۷۹۱۴/۸	۴۰۹۸۶/۱	۶۹۲۸/۷	۱/۱۷	۱/۳۳
I_1	۲۶۸۰	۳۲۶۳	۵۳۳۶۶/۹	۴۶۳۲۲/۸	۷۰۴۴/۱	۱/۱۵	۱/۵۲
I_2	۳۲۹۰	۶۸۶۳	۸۴۰۹۲	۵۸۶۷۳	۲۵۴۱۹	۱/۴۳	۱/۵۳
I_3	۴۳۸۹	۹۰۲۵	۱۱۱۳۳۰/۵	۷۱۶۸۱/۶	۳۹۶۴۸/۹	۱/۵۵	۲/۰۴
I_4	۷۸۰۰	۸۰۵۴	۱۴۵۹۵۴/۲	۸۳۰۶۰/۸	۶۲۸۹۳/۴	۱/۷۵	----

به‌طورکلی، پایین بودن میزان درآمد و سود حاصل از فروش برگ سبز چای و غیر اقتصادی بودن مدیریت در شرایط بدون آبیاری را می‌توان ناشی از افت کمیت و کیفیت برگ سبز علیرغم هزینه‌های پایین آن در این شرایط دانست. به‌طور میانگین (سه سالانه) حدود ٤٦ درصد از کل محصول تولیدی (۲٤٥٥ کیلوگرم برگ سبز در هکتار) در این تیمار، شامل برگ درجه یک و ٥٤ درصد محصول برداشت‌شده (۲۸۳۹ کیلوگرم برگ سبز در هکتار) دارای کیفیت درجه دو بود، بنابراین با توجه به مقدار بسیار کمتر تولید محصول در این شرایط و تفاوت قیمت برگ درجه یک و درجه دو (۵۵۰۰ ریال)، درآمد و سود پایین در شرایط بدون آبیاری، نتیجه‌ای قابل انتظار است.

Archive of SID

www.SID.ir

در تحلیل درآمد و هزینه مشاهده می‌شود جدول(۳) که سطح آبیاری ناقص I_3 و سطح آبیاری کامل I_4 با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توانستند بیشترین میزان درآمد، سود و نسبت درآمد به هزینه را به خود اختصاص دهند. اگر چه کل هزینه اعمال این دو تیمار بیشتر از سایر تیمارهای آبیاری است اما درآمد و سود حاصل از اعمال آن‌ها، به‌مراتب بیشتر از سطوح دیگر می‌باشد.همان‌طوری‌که از نتایج تحقیق مشاهده شد، سطح آبیاری کامل را می‌توان به‌عنوان بهترین و اقتصادی‌ترین سطح آبیاری در باغ‌های چای انتخاب کرد (با میانگین نسبت درآمد به هزینه ۱/۷۵). افزایش درآمد و سود حاصل از اعمال آبیاری کامل را می‌توان ناشی از تولید برگ سبز بیشتر و با کیفیت مرغوب‌تر (درجه یک) نسبت به سایر تیمارها دانست.

در این تیمار از میانگین سه ساله ۱۵۸۵٤ کیلوگرم برگ سبز چای در هکتار، ۷۸۰۰ کیلوگرم برگ درجه یک (٤۹ درصد) و ۸۰۵٤ کیلوگرم برگ درجه دو (۵۱ درصد)، به‌دست آمد. به عبارت دیگر در یک هکتار باغ چای مجهز به سامانه آبیاری بارانی با انجام آبیاری تکمیلی و کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می‌توان به ازای هر واحد هزینه، به درآمدی برابر ۱/۷۵ واحد دست یافت درحالی‌که این نسبت در شرایط بدون آبیاری برابر ۱/۱۷ و در سایر سطوح آبیاری ناقص به ترتیب ۱/۱۵ ، ۱/٤۳ و ۱/۵۵ بوده است.

روند صعودی بازده نهایی (نسبت اختلاف سود به اختلاف هزینه هر تیمار آبیاری در مقایسه با تیمار برتر) در اثر اعمال آبیاری بارانی تکمیلی، بیان می‌کند که با توجه به هزینه ناچیز استحصال آب آبیاری در مناطق چای‌کاری، استفاده از مدیریت آبیاری کامل‌تر موجب می‌شود تا علاوه بر افزایش وزن برگ سبز تولیدی، لطافت و مطلوبیت آن (برگ سبز درجه یک)، افزایش و سود حاصل بیشتر گردد. علیرغم اینکه این نوع مدیریت در اراضی چای‌کاری به‌عنوان اقتصادی‌ترین و برترین روش آبیاری می‌باشد اما بازده نهایی بیشتر از یک در تمام تیمارهای آبیاری ناقص نشان می‌دهد در صورتی‌که مجبور به استفاده از روش کم آبیاری (آبیاری کمتر از نیاز گیاه) در باغ‌های چای باشیم، تیمار I_3 نسبت به سایر تیمارها، تیمار مسلط است. هم‌چنین در مناطقی که امکان آبیاری باغ‌های چای وجود ندارد، به‌کارگیری مدیریت داشت و برداشت مناسب و اصولی به‌منظور حفظ رطوبت خاک می‌تواند منجر به تولید محصول بیشتر و سودآوری و بازده نهایی قابل قبولی گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که آبیاری کامل به‌میزان حدود ۳٤۲ میلی‌متر همراه با مصرف ۳۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث تولید بیشترین میزان عملکرد (۳۹۲۸ کیلوگرم در هکتار)، کارآیی مصرف آب (۷/۲ کیلوگرم بر میلی‌متر) و حداکثر سود در باغ‌های چای می‌شود. در شرایط بدون آبیاری (دیم) بالاترین میزان عملکرد، کارآیی مصرف آب و سود با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل می‌گردد.

به‌منظور جلوگیری از افزایش میزان آلودگی زیست محیطی و کاهش کیفیت چای، کاهش مصرف نیتروژن پیشنهاد می‌شود (کاربرد ۲۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌ترتیب برای باغ‌های دارای آبیاری کامل و دیم). برای تعیین میزان نیتروژن مورد نیاز در باغ‌های چای استفاده از منحنی تغییرات عملکرد نیتروژن×آبیاری با در نظر گرفتن میزان آب آبیاری و تولید محصول در هر باغ، توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج پروژه تحقیقاتی مصوب به شماره ثبت ۸۵۰۲۵- ۰۰۰۰- ۰۵- ۲۹۰۰۰۰- ۱۱۱- ۲ سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی است که با امکانات مرکز تحقیقات چای کشور در ایستگاه تحقیقات چای شهید

Archive of SID

www.SID.ir

افتخاری در شهرستان فومن در استان گیلان اجـرا گردیـد. تشکر و قدردانی می‌گردد.
بدین وسیله از تمامی دوستان همکـار در اجـرای پـروژه،

فهرست منابع

۱. بی نام. ۱۳۸۷. چای ـ چای سیاه ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایـران، شماره ٦٢٣ ، ۹ صفحه.

۲. غلامی م. ۱۳۸۷. برنامه راهبردی تحقیقات چای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقـات چـای کشـور. شماره مصوب ۸٦۰۱-۲۱-۲۱-۱، ۱۵۰صفحه.

۳. مجدسلیمی، ک. ۱۳۹۱. تاثیر متقابل سطوح آبیاری و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت برگ سبز چـای. گزرش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات چـای کشـور، لاهیجـان. شـماره مصوب پروژه ۸۵۰۲۵- ۰۰۰۰- ۰۵- ۲۹۰۰۰۰- ۱۱۱- ۲، ۱۳٤ صفحه.

٤. مجدسلیمی، ک. ۱۳۸۷. بررسی و مطالعه مسائل توسعه سیستم‌های آبیـاری و کـارآیی مصـرف آب در اراضـی چای‌کاری. گزرش نهایی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات چای کشور، لاهیجان. شماره مصوب پروژه ۸٦۰۰٤ – ۸٦۰۱ – ۲۱ – ۲۱ – ۱۲، ٦۰ صفحه.

۵. مجدسلیمی، ک.، س. ب. صلواتیان و ف. باقری. ۱۳۸۹a. تاثیر دورهای مختلف آبیاری بارانی بر بهره‌وری آب و خصوصیات کیفی گیاه چای و ارزیابی اقتصادی آن. نشریه علمی و پژوهشی آب و خـاک مشـهد، جلـد ۵، شماره ۲٤: ۸۵۵-۸٤۵.

٦. مجدسلیمی، ک.، س. ب. صلواتیان و م. رضایی. ۱۳۸۹b. اثر دور آبیاری در روش بارانی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب در باغ‌های چای گیلان. نشریه علمی و پژوهشی آب و خاک مشهد، جلـد ٦، شـماره ۲٤: ۱۱٤۱-۱۱۲۹.

۷. مجدسلیمی، ک و س. م. میرلطیفی. ۱۳۸۷. تأثیر آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد چای. مجلـه علـوم و فنـون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، جلد ۱۲، شماره ٤٤: ۵۰-۳۹.

8. Allen, R.G., L.S. Pereira and D. Raes. 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Darainage Paper. No 56.
9. Anandacumaraswamy, S., L. S. K. Hettiarachchi., and , G. Gunarante. 2008. Responses a high yielding vegetatively propaganted tea to urea and muriat of potash application in the wet zone upcountry region of Sri Lanka. In Proceeding of the 3rd International Conference on O-CHA (Tea) Culture and Science, November 2 – 4, 2007, Shizuoka, Japan, 69.
10. Bonheure, D., and K.C. Willson. 1992. Mineral nutrition and fertilizers. In K.C. Willson and M.N. Clifford (Eds.), Tea cultivation to consumption (pp. 269-329). U.K.: Chapman & Hall
11. Burgess, P.J. 1994. Methods of determining the water requirements of mature tea. Ngwazi Tea Research unite Quarterly Rport, 17: 11-21.
12. Burgess, P.J., A. M. Whittle., and F. R. B. Khumalo. 1996. Evaluation of irrigation needs and benefits. Proceedings of the first regional tea research semenar, Blantyre, Malawi. 226-235.
13. . Carr, M. K.V. 2010a. The role of water in the growth of the tea (*Camellia sinensis* L.) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 1. Water relations.

Archive of SID

www.SID.ir

Experimental Agriculture, 46(3): 327-349.
14. Carr, M.K.V. 2010b. 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.
15. Chen, Z. M., and Y. M. Yu. 1994. Tea. Encyclopedia of Agriculture Science. 4: 281-288.
16. Hanks, R.J., J. Keller., V. P. Rasmussen., and G. D. Willson. 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation-crop production studies. Soil Science Society of American Journal, 40: 426-429.
17. Morgan, D.D.V., and M.K.V. Carr. 1989. Analyzing line source irrigation experiments. Experimental Agriculture, 91:4-11.
18. Owuor, PO., CO. Othieno., DM. Kamau., JK. Wanyoko., and WK. Ng'etich. 2008a. Effects of long term fertilizer use on a high yielding tea clone AHP S15/10: yields. Tea Sci. 7:19–31.
19. .Owuor, PO ., M. Obanda., HE. Nyirenda., and WL. Mandala. 2008b. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics. Food. Chem. 108:263–271.
20. Owuor, PO., D. M. Kamau., and E. O. Jondiko. 2010. The influence of geographical area of production and nitrogenous 583ertilizer on yields and quality parameters of clonal tea. J Food Agric Environ. 8:682–690.
21. Owuor, P.O., D. M. Kamau., S. M. Kamunya., S. W. Msomba., M. A. Uwimana., A. W. Okal ., and B. O. Kwach. 2011. Effects of genotype, environment and management on yields and quality of black tea. Genetics, Biofuels and Local Farming Systems,7:277-307.
22. Rojao, H., K. Ramdaursingh., and A. M. Ouradally. 1979. Fertilisation of mature tea plants. Revue Agricole et Sucriere de L'lle Maurice, 58(3), 147-52.
23. Smith, RI., F. J. Harvey., and M.G.R. Cannell. 1993. Clonal responses of tea shoot extension to temperature In Malawi. Experimental Agriculture. 29:47–60.
24. Stephens, W., and M. K.V. Carr. 1991. Respons of tea (camellia sinensis L.) to irrigation and fertilizer. Water use. Experimental Agriculture, 27: 193-210.
25. Panda, P. K., W. Stephens., and R. Carr. 2003. Modelling the influence of irrigation on the potential yield of tea(Camellia sinensis) in north-east India. Experimental Agriculture, 39: 181-198.
26. Willson, K. C. 1999. Coffee, Cocoa and Tea. U.K.: CABI Publishing.

Archive of SID

www.SID.ir