

بررسی ارتباط تغییرات اقلیمی با تولید چای در استان گیلان

احسان کهنه^{۱*}، بهروز علینقی‌پور^۱، محمدجواد زهد قدسی^۲

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

^۲ - مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی، اداره کل هواشناسی استان گیلان، رشت-ایران

* e.kahneh@areeo.ac.ir

چکیده

این پژوهش باهدف بررسی رابطه تغییرات اقلیمی استان گیلان بر رشد بوته چای در استان گیلان انجام شد. اطلاعات هواشناسی طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۱ از ایستگاه هواشناسی کشاورزی رشت اخذ شد. با تجزیه و تحلیل داده‌ها مشخص شد که الگوی بارش باران در استان گیلان با نیازهای گیاه چای مطابقت نداشت. در فصول برداشت محصول، در بیشتر سال‌ها به‌جز سال ۱۳۹۵، میانگین بارندگی ماهیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر است که برای رشد چای به‌صورت دیم مناسب نیست. میانگین دمای هوای سالیانه تفاوت زیادی در دوره موردبررسی نداشته است؛ اما میانگین دمای ماهیانه در فصول رشد و برداشت چای به‌طور میانگین ۱/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. زمانی که دمای هوا به ۳۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر می‌رسد رشد و فتوسنتز بوته چای مختل می‌شود. تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد از یک روز در سال ۱۳۸۱ به ۲۲ روز در سال ۱۳۹۵ رسیده است که افزایشی حدود ۲۲ برابری را داشته است. در سال ۱۳۸۵ پراکنش روزهای با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های شهریور و مرداد بوده است در حالی که در سال ۱۳۹۵ این پراکنش به ماه‌های مرداد، شهریور، تیر و اردیبهشت رسیده است. بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش و وضعیت باغ‌های چای ایران، احیاء باغ‌های چای مناطق بالادست، شناسایی ارقام مقاوم به تنش خشکی و با حداقل دمای پایه موردنیاز، مدیریت تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک، ترمیم یا نصب سیستم‌های آبیاری به‌ویژه سیستم مه پاش از راه‌های کاهش اثرات خشک‌سالی بر رشد و عملکرد چای در استان گیلان است.

کلمات کلیدی: اقلیم، چای، عملکرد

مقدمه

طغیان آفات، بیماری‌ها و کاهش تنوع زیستی نیز به‌کرات مشاهده شده است.

گیاه چای بانام علمی *Camellia sinensis* پراکنش جغرافیایی زیادی دارد. چای در اقلیم و خاک‌های مناطق مختلفی از جهان رشد می‌کند (۴). گزارش شده که کشت‌های تجاری چای از گرجستان (۴۲ درجه شمالی) تا آرژانتین (۲۷ درجه جنوبی) و ارتفاع ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ متری سطح دریای آزاد وجود دارد (۲۴). چای یکی از مهم‌ترین گیاهان اقتصادی جهان است که نقش مهمی در توسعه روستایی، کاهش فقر و امنیت غذایی کشورهای درحال توسعه ایفا می‌کند. در ۵۸ کشور از ۵ قاره کشت می‌شود و عمده مساحت آن در آسیا و آفریقا است. در سال ۲۰۱۵ کل مساحت اراضی زیر کشت چای ۴/۳۷ میلیون هکتار با تولید سالانه ۵/۳ میلیون تن بوده است (۱۱). خرده‌مالک‌ها به‌ویژه در مناطق کوهستانی مهم‌ترین تولیدکنندگان چای هستند. برآورد شده که بیست میلیون نفر کارگر روستایی در چین و سه میلیون نفر در هند در تولید و فرآوری چای نقش دارند. خرده‌مالک‌ها به ترتیب ۷۳، ۶۰ و ۴۷ درصد از کل چای سریلانکا، کنیا و اندونزی را تولید می‌کنند. چای نقش

فعالیت‌های شدید انسانی در دو قرن اخیر منجر به تسریع تغییر اقلیم جهانی شده است. هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم^۱ در سال ۲۰۱۲ گزارش کرده که غلظت گازهای اصلی گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن، متان و نیتروژن‌اکساید به ترتیب به ۳۹۳/۱ ppm، ۱۸۱۹ ppb و ۳۲۵/۱ ppb رسیده که افزایش ۴۱، ۱۶۰ و ۲۰ درصدی داشته است (۱۰). در نتیجه این امر، سرعت گرمایش جهانی افزایش یافته و میانگین دمای سطح جهان در طی دوره ۲۰۱۲-۱۸۸۰ حدود ۰/۸۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. سازمان هواشناسی جهانی ادامه این دوره گرمایی را طی پنج دهه گذشته نیز تأیید کرده است به‌طوری‌که دوره پنج ساله ۲۰۱۵-۲۰۱۱ به عنوان گرم‌ترین دوره جهان در زمان مورد بررسی، ثبت شده است و سال ۲۰۱۵ گرم‌ترین سال ثبت شده تاکنون بوده است (۱۷). علاوه بر افزایش میانگین دما، حوادث نامساعد آب و هوایی شامل باران‌های سنگین، گرمای شدید و طولانی‌مدت، فصول خشک و ناپایداری‌های دمایی نیز رخ داده که در نتیجه آن خشکی، سیلاب، توفان، رانش زمین و

^۱IPCC

خشکسالی‌های شدید و ناگهانی در مقایسه با افزایش یا کاهش پایدار بارش یا هر پارامتر اقلیمی دیگر، تاثیر مخرب بیشتری بر چای‌کاری‌ها دارد. یک تغییر ناگهانی در بارندگی یا دما می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم چای‌کاری‌ها را تخریب کند. مطالعه‌ای در اوگاندا نشان داد که به‌طور کلی تا سال ۲۰۵۰ تولید چای به‌شدت کاهش خواهد یافت. مساحت مناسب برای چای‌کاری در حال حاضر ۸۰-۶۰ درصد اراضی است که به ۴۰-۲۰ درصد کاهش می‌یابد (۷). گزارش‌ها همچنین نشان داده که مناطق مناسب تولید چای در حال حاضر در ارتفاع ۲۱۰۰-۱۵۰۰ بالاتر از سطح دریا است و در سال ۲۰۵۰ به ارتفاع ۲۳۰۰-۲۰۰۰ متر گسترش می‌یابد. افزایش ارتفاع یکی از راه‌های مقابله با افزایش دما است. در سال ۲۰۵۰ در مقایسه با حال حاضر، اراضی موجود که در ارتفاع ۲۰۰۰-۱۴۰۰ متری است به‌شدت کاهش می‌یابد و مساحت اراضی در ارتفاع حدود ۲۳۰۰ متر به‌شدت افزایش می‌یابد (۵).

از آنجاکه سیستم چای‌کاری تک‌کشتی و بیشتر به‌صورت دیم است برای رشد بهینه، به شرایط آب و هوایی وابسته است. تغییر اقلیم جهانی تأثیر زیادی بر رشد و توسعه چای دارد؛ بنابراین توسعه استراتژی‌هایی برای کاهش یا سازگاری با تغییرات اقلیمی ضروری است. تغییر الگوی بارش، کاهش مقدار بارندگی و تغییرات دمایی در چند سال گذشته در استان گیلان نیز مشاهده شده است. از آنجایی که چای برای مدت طولانی بیش از ۵۰ سال در زمین می‌ماند، تغییر آب‌وهوا می‌تواند بر تولید چای اثر بگذارد. لذا هدف از این تحقیق بررسی تغییرات اقلیمی استان گیلان بر آینده وضعیت چای‌کاری‌های استان است تا بتوان با اتخاذ استراتژی‌های مناسب مدیریتی به حفظ کمیت و کیفیت این محصول اقتصادی استان کمک کرد.

علمی اطلاعات پایه هواشناسی مناسب چای به دست آمد و اطلاعات هواشناسی استان گیلان و تأثیر آن بر رشد و سازگاری چای بحث و بررسی شد.

مهمی در توسعه اقتصادی کشورها نیز دارد به‌طور مثال در سریلانکا ۱/۳ میلیارد دلار صادرات معادل ۱۴/۸۴ درصد از کل صادرات یا ۵۹/۷۲ درصد از صادرات محصولات کشاورزی را شامل می‌شود (۱۰).

بوته چای در اقلیم‌های مختلفی رشد کرده و سازگاری اکولوژیکی زیادی دارد؛ بنابراین خیلی سخت است که بر اساس پارامترهای هواشناسی، نیازهای اقلیمی مناسب و ایده‌آل برای رشد چای مشخص شود (جدول ۱). نور، آب و عناصر غذایی مهم‌ترین عوامل محیطی هستند که بر فتوسنتز چای اثر دارند (۱۹). توزیع عملکرد چای طی فصل به عوامل زیادی وابسته است که اقلیم آن مکان اهمیت ویژه‌ای دارد (۲۱). تغییرات عملکرد بوته چای در مناطق مختلف نشان داده که نوع خاک و اقلیم بر عملکرد چای مؤثر است (۳) به‌طوری‌که اثر پراکنش باران بر عملکرد چای مهم‌تر از میزان بارندگی سالیانه است (۲). اثرات ترکیبی گرمایش، تغییر بارش و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن بر عملکرد چای گزارش شده است (۳). فراوانی بارش‌ها و رطوبت کافی از فاکتورهای ضروری برای تولید تجاری و پایدار چای است. شرایط نامساعد بارش (بارندگی زیاد یا کم) اثرات منفی بر چای‌کاری‌های آسام و شمال بنگال داشته است (۲). با ثابت بودن سایر فاکتورها، افزایش دما به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، عملکرد محصول را کاهش می‌دهد درحالی‌که افزایش بارش این اثر را کم یا خنثی می‌کند (۱). با توجه به اینکه چای در مناطقی با بارش مناسب باران گسترش دارد انتظار می‌رود که افزایش دما و تغییر الگوی بارش بر کمیت و کیفیت چای تولیدی جهان تأثیرگذار باشد. شرایط آب و هوایی نامساعد به دلیل بارش‌های نامنظم تأثیر بدی بر کشت چای در شمال شرق هند داشته است (۵). نامنظمی‌های اقلیمی مثل باران یا

مواد و روش‌ها

داده‌های هواشناسی ایستگاه مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی استان گیلان طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۱ اخذ شد. با استفاده از نرم‌افزار اکسل اطلاعات مورد نیاز استخراج و نمودارهای مربوطه ترسیم شد. با استفاده از منابع و مراجع

جدول ۱- نیازهای محیطی مناسب رشد چای (۱۰)

پارامتر اقلیمی	پایین‌ترین حد	دامنه نرمال	اپتیمم
دما (سانتی‌گراد)	۲۰- (تیپ چینی) ۸- (تیپ آسامی)	۱۲-۲۶	۱۸-۲۳
دمای تجمعی سالانه (۱۰ درجه سانتی‌گراد)	۳۰۰	۴۰۰۰-۸۰۰۰	۶۰۰۰-۷۰۰۰
بارش سالانه (میلی‌متر)	۵۰۰	۸۰۰-۲۵۰۰	۱۵۰۰-۲۰۰۰
رطوبت نسبی سالانه (درصد)	۶۰	۷۰-۹۰	۸۰-۸۵
رطوبت خاک (درصد ظرفیت نگهداری آب)	۵۰	۶۰-۹۵	۷۰-۹۰
pH خاک (در سوسپانسیون آب)	۳/۰	۳/۵-۶/۵	۴/۵-۵/۵

نتایج و بحث

بارندگی سالیانه و الگوی بارش

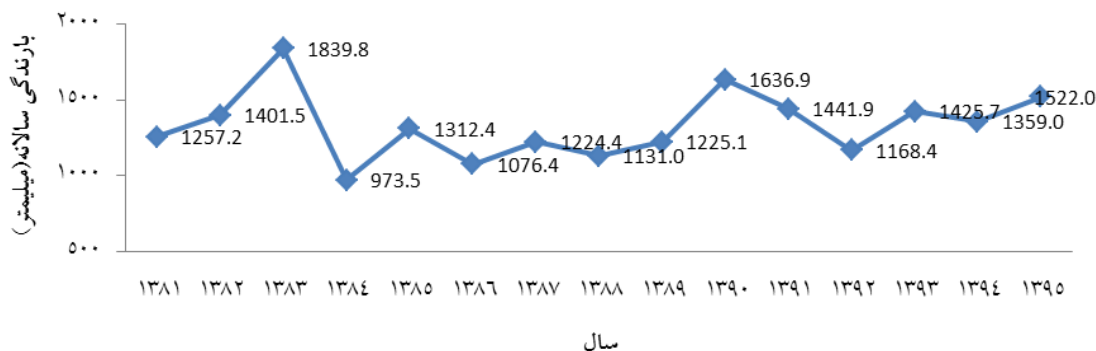
بارندگی از مهم‌ترین فاکتورهای اقلیمی است که رشد و عملکرد چای را محدود می‌کند. میزان بارندگی سالیانه ۲۵۰۰-۳۰۰۰ میلی‌متر برای رشد چای مناسب است در حالی که بارش ۱۲۰۰ میلی‌متر سالیانه (۱۰۰ میلی‌متر در ماه) به‌عنوان حداقل مناسب برای رشد چای در سریلانکا گزارش شده است (۲۴). طی دوره مورد بررسی در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۲ میزان بارندگی سالیانه کمتر از ۱۲۰۰ میلی‌متر بوده است (نمودار ۱)؛ که با در نظر گرفتن اطلاعات جدول ۱، در دامنه نرمال قرار دارد ولی فقط در سال‌های ۱۳۸۳، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ شرایط بهینه بارش برای رشد چای وجود داشته است. بر اساس گزارش شوبو (۲۲) چای به ۱۴۰۰-۱۰۰۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه نیاز دارد یعنی ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر باران در هرماه، به‌استثنای ماه‌های با دمای بالاتر که نیاز بارشی، بیشتر می‌شود. در طول بارش‌های بلندمدت تولید چای کمتر از باران‌ها کوتاه‌مدت است. به این دلیل که دوره‌های بارش طولانی، باعث کاهش تابش خورشید و در نتیجه کاهش فتوسنتز در برگ‌های چای می‌شود (۹). در سریلانکا کاهش بارش ماهیانه به ۱۰۰ میلی‌متر باعث کاهش عملکرد چای ساخته شده به ۸۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار در ماه گردید (۲۵).

کاهش بارندگی پایدار و ادامه‌دار طی دوره رشد فعال بوته یک علامت هشدار دهنده است. چون در مرحله رشد فعال، هدر رفت آب به‌صورت تعرق خیلی بالا است، بروز خشکی در این دوره در مقایسه با زمان خواب بوته، بیشترین تأثیر را بر رشد گیاه چای دارد (۳). با این حال کاهش بارندگی در دوره خواب بوته نیز مناسب نیست چون در هر دو حالت کاهش مقدار آب پروفیل خاک ادامه داشته که منجر به تخلیه آب می‌شود. نه تنها هوای خشک، بلکه بارش‌های با شدت بالا با تشدید سرعت فرسایش خاک می‌تواند باعث تخریب اراضی چای‌کاری شود.

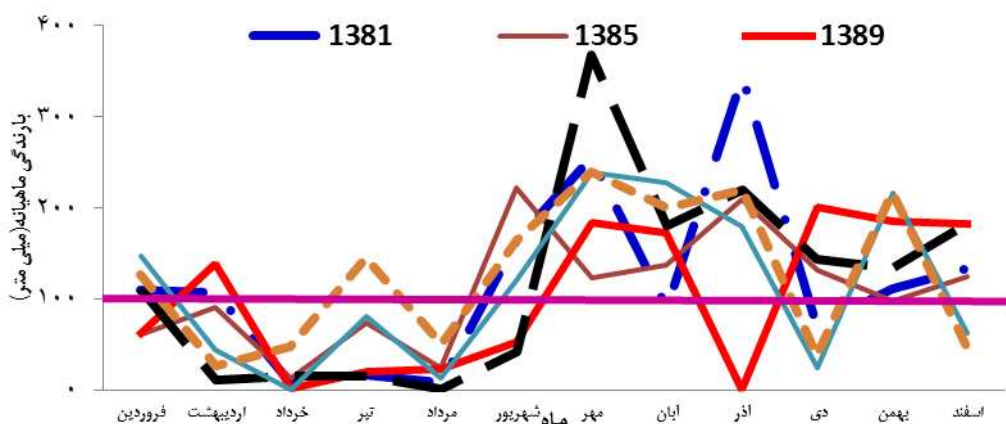
با توجه به نمودار ۲ مشخص می‌شود که الگوی بارش باران در استان گیلان با نیازهای گیاه چای مطابقت ندارد. در فصول برداشت محصول، در بیشتر سال‌ها به‌جز سال ۱۳۹۵، میانگین بارندگی ماهیانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر است که برای رشد چای به‌صورت دیم مناسب نیست و بوته چای می‌تواند با خشکی مواجه شود. بیشترین بارش در فاصله زمانی شهرپور تا آذر رخ داده است که در این ماه‌ها دمای میانگین هوا روند کاهشی داشته و شرایط مناسبی برای رشد چای نیست و بوته چای آماده به خواب رفتن است و عملاً از بارش‌ها سودی نمی‌برد. لذا باید با راهکارهایی افزایش سرعت نفوذ آب در خاک یا کاهش تبخیر را مدنظر قرار داد.

به‌ویژه مه پاشی کردن جهت افزایش رطوبت هوا، کاهش دمای هوا و سطح برگ دارد.

گزارش شده زمانی که میانگین بارش ماهیانه برای چندین ماه به کمتر از ۵۰ میلی‌متر برسد بوته چای دچار تنش می‌شود (۱۸). بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی رشت، میزان بارندگی ماهیانه در ماه‌های خرداد و مرداد سال‌های مورد بررسی کمتر از ۵۰ میلی‌متر است که بوته چای به‌شدت از خشکی رنج می‌برد و نیاز به آبیاری تکمیلی و



نمودار ۱. میانگین بارندگی سالانه طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۵ در ایستگاه هواشناسی کشاورزی رشت



نمودار ۲. میانگین بارندگی ماهیانه طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۵ در ایستگاه مورد بررسی

دمای هوا

و یک دمای بهینه هست که بالاتر از آن سرعت رشد کاهش می‌یابد و در دمای حداکثر به صفر می‌رسد. برای چای مقدار دمای پایه ۱۳-۱۲ درجه سانتی‌گراد و دمای حداکثر، ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. بین این دو محدوده دمایی با بالا رفتن دما، سرعت گسترش شاخساره به‌صورت

زمانی که سایر فاکتورها از قبیل هوای خشک یا خاک خشک محدود کننده نیست سرعت و زمان توسعه شاخساره به شدت توسط دما کنترل می‌شود. دمای پایه یا حداقلی وجود دارد که سرعت رشد در کمتر از آن خیلی کند می‌شود

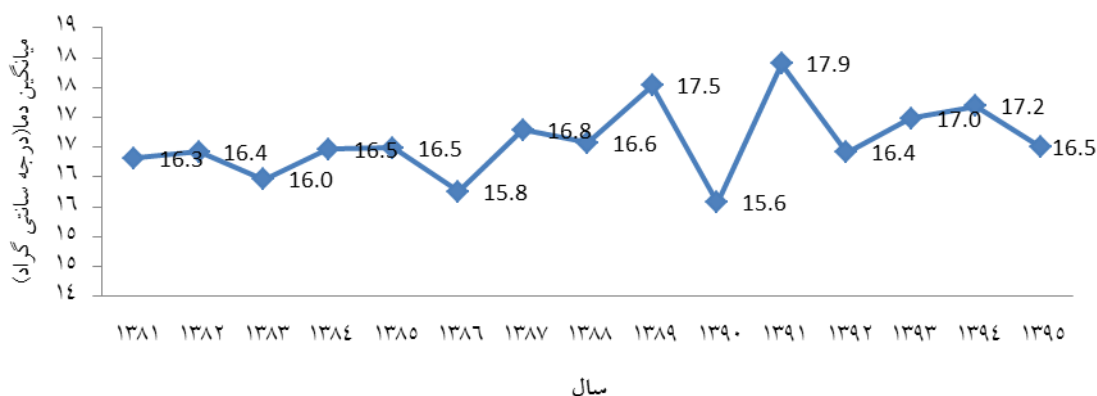
دوره مشابه به ۱۳/۲-۶/۷ روز و ۳/۳-۹/۴ درصد کاهش یافت (۱۰).

با افزایش دما به‌ویژه دمای حداقل، مناطق زیر کشت چای به ارتفاع بالاتر و اکوسیستم‌های مرتفع‌تر توسعه خواهد یافت. این افزایش دما برای تولید چای در مناطق با اقلیم نسبتاً سرد از قبیل اراضی بلند و اراضی نیمه حاره‌ای مفید خواهد بود، اما در اراضی پست و مناطق معتدله اثر منفی خواهد داشت؛ بنابراین مناطقی که در حال حاضر زیر کشت چای است در آینده برای کاشت چای مناسب نخواهند بود. در مجموع پیش‌بینی می‌شود که مناطق مناسب کشت چای تا سال ۲۰۷۵، به ۲۲/۵ درصد کاهش یابد (۵). در دوره مورد بررسی طی فصول برداشت دما به‌طور میانگین ۱/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. با توجه به حساسیت بوته‌های تیپ چینی به افزایش دما، در ایالت یوان چین، کاهش اراضی مناسب برای چای تیپ چینی نسبت به تیپ آسامی بیشتر خواهد بود (۲۰). بالا رفتن دما با افزایش تبخیر از خاک و تعرق گیاه در مناطق با بارش کم منجر به کمبود آب و خشکی فصلی می‌شود (۱۰).

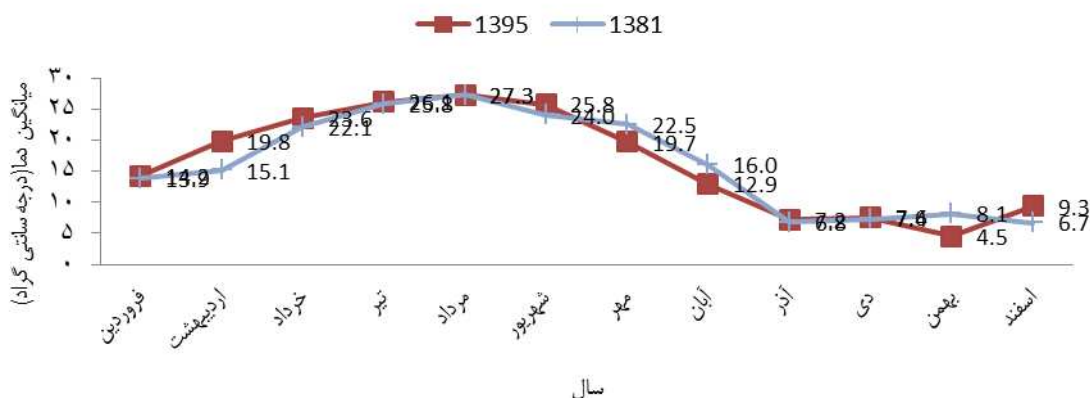
خطی افزایش می‌یابد. اگر دما بیش از اپتیمم افزایش یابد سرعت رشد به‌صورت خطی کاهش می‌یابد.

با توجه به نمودار ۳، میانگین دمای هوای سالیانه تفاوت زیادی در دوره مورد بررسی نداشته است؛ اما بر اساس آمار حاصل از نمودار ۴، میانگین دمای ماهیانه در فصول رشد و برداشت چای افزایش یافته و در فصول خواب گیاه، میانگین دمای ماهیانه کاهش یافته است که هر دو این تغییرات می‌تواند باعث بروز تنش‌های محیطی در گیاه شود. میانگین دمای ماه اسفند در سال پایانی دوره مورد بررسی نسبت به سال شروع حدود ۲/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است و تغییرات میانگین دمایی ماهیانه در دو ماه پایانی سال شروع و پایان دوره کاملاً عکس یکدیگر است.

نتایج در شهر هانگژو چین نشان داده که میانگین دمای سالانه و پایین‌ترین دما به ترتیب ۱-۱/۶ و ۲/۱-۳/۸ درجه سانتی‌گراد در دوره ۵۰ ساله افزایش داشته است. بالاترین دما تغییر معنی‌داری نداشت اما تعداد روزهای داغ با دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش معنی‌داری داشت. بارش سالانه تغییرات محسوسی نداشت؛ اما روزهای بارانی (بیشتر از ۰/۱ میلی‌متر) و رطوبت نسبی اتمسفر به ترتیب در



نمودار ۳. میانگین دمای هوای سالانه طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۵ در ایستگاه مورد بررسی



نمودار ۴. میانگین دمای هوای ماهیانه سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۹۵ در ایستگاه مورد بررسی

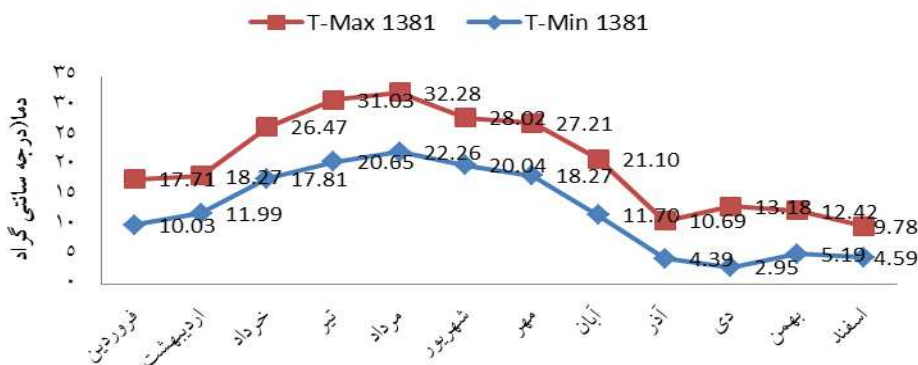
جدول ۲. تغییرات میانگین دمای ماهیانه سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۵

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۰/۴	۴/۷	۱/۵	۰/۳	۰/۰	۱/۷	-۲/۹	-۳/۱	۰/۴	۰/۲	-۳/۶	۲/۷

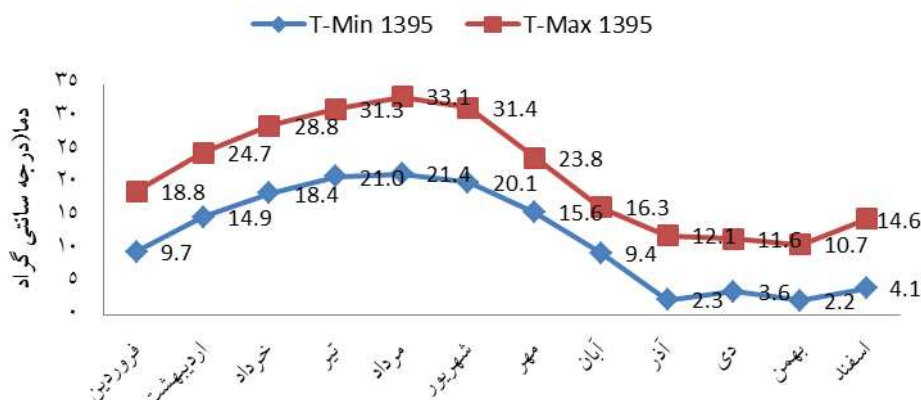
لازم است حدود ۱۲ درجه سانتی گراد است و در دمای برگ حدود ۳۵ درجه سانتی گراد سرعت فتوسنتز خالص به سرعت کاهش می یابد (۳). حداقل دمای هوای ۱۴-۱۳ درجه سانتی گراد با دامنه اپتیمم ۱۸-۳۰ درجه سانتی گراد برای رشد شاخساره لازم است. حداکثر دمای روزانه بیش از ۳۰ درجه سانتی گراد و دمای شبانه کمتر از ۱۴ درجه سانتی گراد احتمالاً باعث کاهش سرعت رشد می شود (۶).

تفاوت دمای حداقل و حداکثر

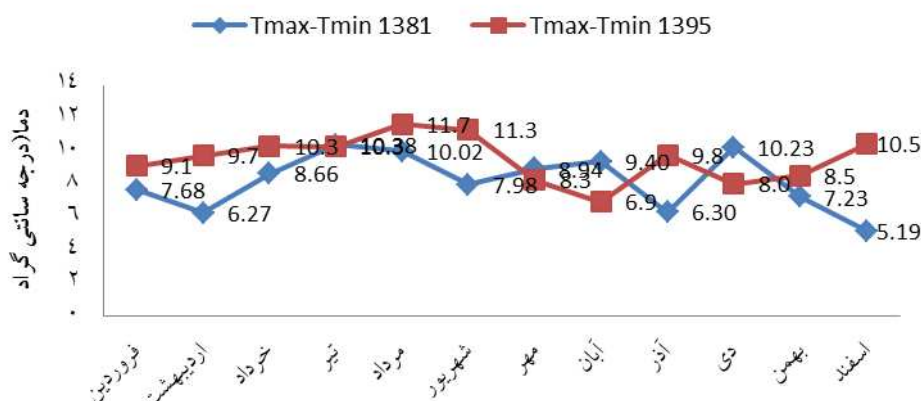
گرمایش جهانی باعث تفاوت بیشتر بین دمای حداکثر و حداقل می شود. هرچه اختلاف دمای حداقل و حداکثر بیشتر باشد تولید چای کمتر می شود. تغییرات سالانه دما (حداقل و حداکثر) نشان داد که افزایش پایداری در هر دو دمای حداقل و حداکثر رخ داده است. حداقل دما نسبت به پنجاه سال قبل حدود یک درجه سانتی گراد افزایش یافته است (۱). حداقل دمای برگ که برای شروع گسترش شاخساره



نمودار ۵. میانگین حداقل و حداکثر دمای هوای ماهیانه در سال ۱۳۸۱



نمودار ۶. میانگین حداقل و حداکثر دمای هوای ماهیانه در سال ۱۳۹۵



نمودار ۷. میانگین تفاوت حداقل و حداکثر دمای هوای ماهیانه طی سال ۱۳۸۱-۱۳۹۵

مختل می‌شود. بر اساس آمار ۱۵ ساله تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد از یک روز در سال ۱۳۸۱ به ۲۲ روز در سال ۱۳۹۵ رسیده است که افزایشی حدود ۲۲ برابری را داشته است. در سال ۱۳۸۵ پراکنش روزهای با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های شهریور (۱۰ روز) و مرداد (۵ روز) بوده است.

در سال ۱۳۸۹ پراکنش روزهای با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های مرداد (۱۴ روز) و تیر (۲ روز) بوده است درحالی‌که در سال ۱۳۹۵ این پراکنش به ماه‌های مرداد (۱۱ روز)، شهریور (۷ روز)، تیر (۳ روز) و اردیبهشت (یک روز) رسیده است. اگر دوره فعال تولید چای پنج ماه در نظر گرفته شود حدود یک ماه آن در سال ۱۳۹۵ عملاً بوته

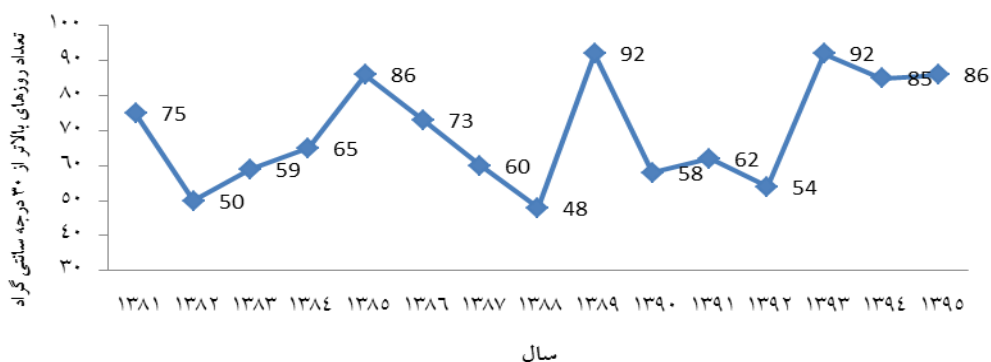
دمای بالاتر از ۳۰ و ۳۵ درجه

میانگین روزهای با دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد از ۷۵ روز در سال ۱۳۸۱ به ۸۶ روز در سال ۱۳۹۵ رسیده است. در این بازه زمانی کمترین تعداد روز در سال ۱۳۸۲ با ۴۸ روز و بیشترین با ۹۲ روز در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ بوده است. در صورتی‌که از سال ۱۳۸۲ این آمار مدنظر قرار گیرد افزایش تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۰ درجه در بازه زمانی ۴ ساله تکرار شده است. لذا می‌توان بیان کرد که احتمالاً باغ‌های چای ایران هر ۴ سال یک‌بار در معرض افزایش دما و خشکی قرار خواهند گرفت. بر اساس مطالعات فیزیولوژی انجام‌شده روی چای، زمانی که دمای هوا به ۳۵ درجه سانتی‌گراد و بالاتر می‌رسد رشد و فتوسنتز بوته چای

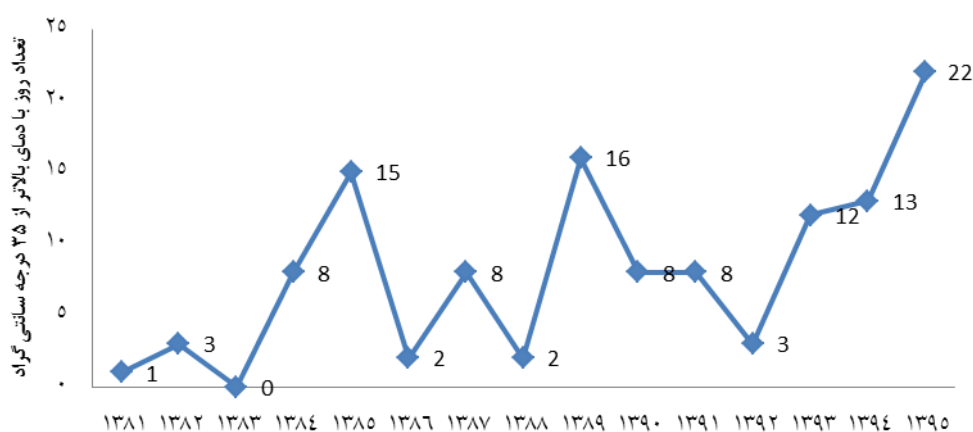
کربن در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به سرعت افت می‌کند و در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد فتوسنتز خالصی وجود ندارد. در شرایط طبیعی دمای برگ‌های کامل باز شده ۱۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای محیط است (۳). بر اساس گزارش‌ها در ژاپن، رشد بوته چای در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد سریع‌تر می‌شود و در دمای کمتر از ۱۲/۵ درجه متوقف می‌شود (۱۶). تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۰ و ۳۵ درجه در سی سال گذشته در هند افزایش یافته است اما چای همچنان رشد خوبی دارد در این شرایط که بیانگر این است که بوته چای در برابر افزایش شدید دما برخی از خودسازگاری‌ها را دارد (۱).

فعالیت فتوسنتزی خود را به صفر رسانده و در تولید عملکرد وقفه افتاده است. در دوره‌های ۴ ساله قبلی معمولاً پس از هر سال با دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد، ابتدا روند دمایی کاهشی بوده و سپس افزایش می‌یابد اما در سال ۱۳۹۳ که روند نسبت به سال‌های قبلی افزایشی است نه‌تنها در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ روند کاهشی نبوده است بلکه افزایشی حدود دو برابر داشته است که می‌تواند زنگ هشدار باشد.

حداکثر جذب دی‌اکسید کربن توسط گیاه چای در دمای هوای ۳۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد است (۸). جذب دی‌اکسید



نمودار ۸. تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۰ درجه طی سال‌های مورد بررسی

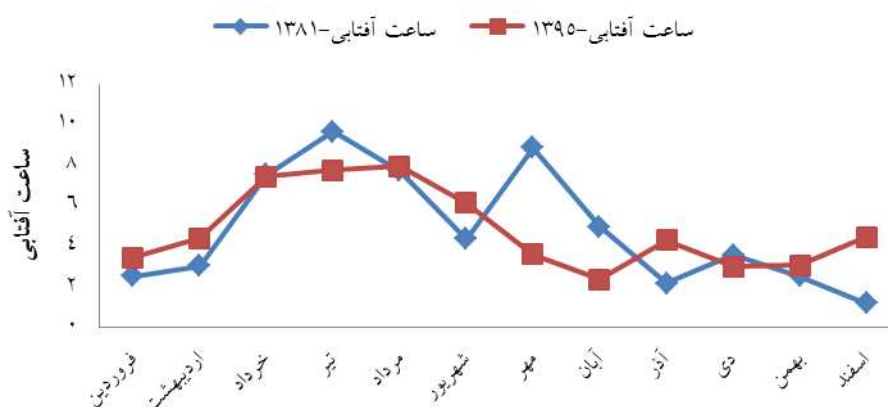


نمودار ۹. تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۵ درجه طی سال‌های مورد بررسی

ساعت آفتابی

۶۴-۵۴ درصد عملکرد چای می‌شود (۴). نتایج مبنی بر رشد بهتر شاخساره چای در روزهای بلندتر و پاسخ بهتر طول ساقه به طول روز نسبت به تعداد برگ گزارش شده است (۲). سایه‌اندازی سنگین یا غیرطبیعی یا هوای ابری باعث کاهش مقدار کاتچین برگ سبز می‌شود (۱۲). زمانی که شب‌ها سرد است (۱۰ درجه سانتی‌گراد) طول روز تأثیری بر گسترش شاخ ساره ندارد اما میزان رشد با روزهای کوتاه (۱۱ ساعت) زمانی که شب‌ها گرم است (۲۰ درجه سانتی‌گراد) کاهش می‌یابد (۳). ساعت سالانه تابش و درصد کاهش آن از ۲۰۷/۱ ساعت و ۵۶/۳ درصد در سال ۱۹۵۰ به ۱۵۸ ساعت و ۴۲/۹ درصد در سال ۲۰۱۰ رسید (۱۰).

ساعت آفتابی نیز یکی از مهم‌ترین فاکتورهای اقلیمی برای گیاهان است زیرا باعث افزایش میانگین دمای روزانه می‌شود (۲). ساعات آفتابی طولانی برای دستیابی به حداکثر عملکرد نیاز است (۳). نور بر رشد گیاهان و تولید آن‌ها از طریق استفاده از آن در فتوسنتز و از طریق واکنش‌های فتوپریودی تأثیر دارد. چای گیاهی سایه دوست است. تابش خورشید خیلی کم یا خیلی زیاد می‌تواند تولید چای را محدود کند (۱۸). حداکثر انرژی نورانی که یک برگ چای می‌تواند برای فتوسنتز استفاده کند حتی در شرایط اپتیمم از کلونی به کلون دیگر متفاوت است (۲). گزارش شده که یک درصد کاهش در تابش در فصل رویش قبل منجر به کاهش

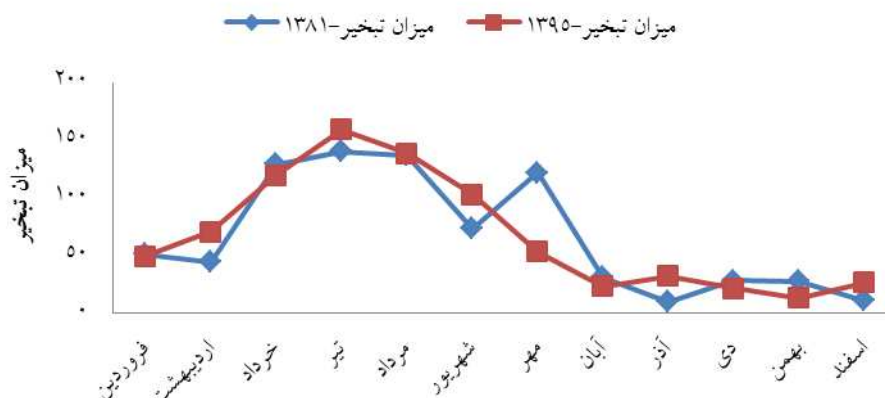


نمودار ۱۰. میانگین ساعت آفتابی ماهیانه در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۵

میزان تبخیر

باغ چای در ماه‌های گرم و خشک اثرات منفی هوای خشک را برطرف کرده و شاخساره مشابه شرایط نرمال در روزهای بارانی با دمای مناسب روزانه رشد می‌کند (۲۳). در شرایط تنش آبی، ژنوتیپ‌هایی با دمای بالاتر برگ نسبت به ژنوتیپ‌هایی با دمای برگ پایین‌تر به خشکی مقاوم‌تر هستند (۱۳).

رطوبت نسبی ۹۰-۸۰ درصد برای بوته چای مناسب است و رطوبت کمتر از آن، رشد شاخساره را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳). رطوبت پایین با تأثیر بر غلظت شیره سلولی به شدت بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی اثرگذار است، بنابراین بوته‌های چای از رطوبت بالا سود می‌برند (۱۵). مطالعه‌ای در مالایو نشان داد که کاربرد آبیاری با سیستم مه پاش



نمودار ۱۱. میانگین ماهیانه میزان تبخیر در سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۵

نتیجه گیری

- احیاء باغ های چای مناطق بالادست با ارائه بسته های تشویقی و اصلاح و ایجاد راه های دسترسی به باغ
- شناسایی ارقام مقاوم به تنش خشکی
- شناسایی ارقام چای با حداقل دمای پایه مورد نیاز (فلاش زود هنگام و به خواب رفتن دیرتر)
- مدیریت تغذیه گیاه و حاصلخیزی خاک
- ترمیم یا نصب سیستم های آبیاری تحت فشار و به ویژه آبیاری با سیستم مه پاش
- استفاده از بقایای هرس به عنوان مالچ در بین ردیف های چای کاری
- اصلاح جهت ردیف بوته های چای از در جهت شیب به خلاف جهت شیب
- شناسایی گونه های درختی مناسب برای کشت مخلوط با چای

ارزیابی های اولیه نشان داده است که تغییر آب و هوا مستقل از توزیع جغرافیایی چای، بر تولید آینده چای تأثیر می گذارد. چای در حال حاضر در زمین های مناسب کشت می شود و به عنوان یک محصول اقتصادی، از لحاظ تاریخی انتخاب معقولی برای مناطق مناسب رشد است. اثرات تغییرات آب و هوایی هنوز به طور کامل درک نشده اند و عوامل ناشناخته ای وجود دارد که می تواند به طور بالقوه بر میزان تولید آینده تأثیر بگذارد. این موارد عبارتند از: فراوانی بلایای طبیعی، گسترش بیماری ها و آفات خاص و افزایش هزینه های زیربنایی. در حالی که فقط تجزیه و تحلیل می تواند در ابتدای کار کمک کننده باشد، مطالعات مستمر برای درک کامل تأثیرات احتمالی در سطح منطقه ای ضروری است. بنابراین با توجه به یافته های این پژوهش و وضعیت باغ های چای ایران، توصیه هایی که می توان برای حفظ و احیا باغ ها ارائه داد عبارت است از:

فهرست منابع

1. Adams R. M., Hurd, B.H., Lenhart S. and Leary N. 1998. Effects of global climate change on agriculture: An interpretative review. *Clim. Res.*, 11, 19-30.
2. Baruah, R. D. and Bhagat, R. M. 2012. Climate trends of Northeastern India: a long term pragmatic analysis for tea production. *Two and a Bud* 59 (2), 46-49.
3. Bhagat, R. M., Deb Baruah, R., and Safique, S. 2010. Climate and tea [*Camellia sinensis* (L.) O. KUNTZE] Production with Special Reference to North Eastern India: A Review. *Journal of Environmental Research and Development*. 4(4), 1017-1028.

4. Boehm, B., Cash, S. B., Anderson, B. T., Ahmed, S., Griffin, T. S. and Robbat Jr., A., 2016. Association between empirically estimated monsoon dynamics and other weather factors and historical tea yields in China: Results from a yield response model. *Climate*,4(2):1-20.
5. Bore, J. K. and Nyabundi, K. W. 2016. Impact of climate change on tea and adaptation strategies (Kenya). Report of the Working Group on Climate Change of the FAO Intergovernmental Group on Tea. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 45–60.
6. Carr M K V & Stephens W.1992. Climate weather and the yield of tea (In *Tea Cultivation to consumption* (Eds KC Willson&MN Clifford) pp 87-135 Chapman Hall, London
7. CIAT. 2011. Future climate scenarios for Kenya's tea growing areas. International Center for Tropical Agriculture Report. Cali, Colombia,33P.
8. Hadfield, W. 1975. The effect of high temperatures on some aspects of the physiology and cultivation of the tea bush, in North India. Pp. 477-495. In: Evans, G.C., Bainbridge, R. and Rackham, O. (Eds). *Light as an ecological factor, II, the 16th Sym. Br. Ecol. Soc.*, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
9. Han, W. Y., Li, X., Yan, P. and Ahammed, G. J. 2016. Impact of Climate Change on Tea Economy and Adaptation Strategies in China. Report of the Working Group on Climate Change of the FAO Intergovernmental Group on Tea. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 61–77.
10. Han, Y., Li, X., Peng Yan, Liping Zhang and Golam Jalal Ahammed, 2018. Tea cultivation under changing climatic conditions. Sharma, V. S. and Gunasekare, M. T. K. (ed.), *Global tea science: Current status and future needs*, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.
11. <https://inttea.com/publications/>
12. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2015-hottest-year-record>
13. Jain N.K.1999. Tea Industry in India, In: *Global Advances in Tea Science*, Pub. Aravali Books International (P) Ltd., 43-56.
14. Kulasegaram, S. and Kathiravetpillai, A. 1972. Effects of nutrition and hormones on growth and apical dominance in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), *Journal of Horticultural Science*, 47:1, 11-24.
15. McWilliam. J. R. 1968. Improving the drought resistance of crop plants. *Proc. Int. cong.if plant ~hysiol.*New Delhi. 15-20 Feb. : 18-27.
16. Mohoti, A.J and Lawlor, D.W. 2002. Diurnal variation of Photosynthesis and Photoinhibition in tea: Effects of irradiance and nitrogen supply during growth in the field. *J. Exp. Bot.* 53(367): 313-322.
17. Murthy, S. B. K.1995. Tea Crop Production: Climatic factors and their effect. *The Planters' Chronicle*, Feb. 1995. D. Ravindran (Ed.). Kalaikathir Achchagam, Coimbatore: 51-53
18. Nakayma, A. and Harada. S. 1962. Studies on the effect of temperature on the growth of tea plant. IV The effect of temperature on the growth of young plants in summer. *Bull. Tea Res. Station, Japan*. I: 28-40. c. f. *Hort. Abs.*33: 642
19. Rahman F.1977. Plucking of Mature Tea, Two and bud, 24(1), 4-7.
20. Ranjitkar, S., Sujakhu, N. M., Lu, Y., Wang, Q., Wang, M., He, J., Mortimer, P. E. 2016. Climate modelling for agroforestry species selection in Yunnan Province, China. *Environmental Modelling & Software*, 75: 263–72.
21. Saharia U.K. and Bezbaruah H.P.1984. Effect of Timing of Fertilizer Application on Flowering and Seed-Setting of Tea Seed Trees in N-E India, Two and Bud, 31 (2), 12-14.
22. Shoubo, H., 1989. Meteorology of the tea plant in China: a review. *Agricultural and forest meteorology*, 47(1), pp.19-30.
23. Tanton. T W. 1982. Environmental factors affecting yield of tea (*Camellia sinensis*). I. Effects of air temperature. *Expl. Agric.*, 18: 47-52.

24. Watson, M., 1986. Soil and climatic requirements. In: Sivapalan, P., Kulasegaram, S., Kathiravetpillai, A. (Eds.), Handbook on Tea. Tea Research Institute, Sri Lanka, pp. 3–5.
25. Wijeratne, M.A., Anandacoomaraswamy, A., Amarathunga, M.K.S.L.D., Ratnasiri, J., Basnayake, B.R.S.B. and Kalra, N., 2007. Assessment of impact of climate change on productivity of tea (*Camellia sinensis* L.) plantations in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 35(2), pp.119–126.