نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۰۹-۱۰۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 102-109
ISSN: 2008 - 4730

# تاثیر منابع مختلف کلسیم بر برخی از صفات کمی و کیفی درگیاه چای (*Camellia sinensis* L.)

مهسا طایفه[1*]- محمد معز اردلان[2]- فرید باقری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۰

## چکیده

اسیدیته خاک، یکی از خصوصیات شیمیایی مهم خاک است که در رشد گیاه چای اهمیت خاصی دارد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه و قابلیت استفاده از آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه تاثیر منابع مختلف کلسیم بر برخی از صفات کمی وکیفی گیاه چای، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک باغ چای بررسی شد. چای گیاهی با ریشه‌های سطحی است، این درختچه به دو شکل وحشی و پرورشی می روید. قسمت مورد استفاده بوته چای، برگ‌های گیاه می‌باشد که از نظر اقتصادی دارای اهمیت خاصی است. این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور نوع کود کلسیم‌دار و مقادیر مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. نوع کود کلسیمی شامل: کربنات کلسیم، دولومیت، اکسید کلسیم و کلرید کلسیم بود که در چهار سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم کلسیم بر کیلوگرم خاک) با سه تکرار به خاک اضافه شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر کود کلسیم‌دار بر اسیدیته خاک نشان داد که فقط نوع کود کلسیم‌دار بر اسیدیته خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر کود کلسیم‌دار بر هدایت الکتریکی خاک نشان داد که نوع کود کلسیم‌دار، سطح کودی و اثرات متقابل نوع کود و سطح کود بر هدایت الکتریکی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. اما اثر منابع مختلف کلسیم بر صفات کمی وکیفی گیاه چای در مدت اجرای آزمون (سه ماهه) اختلاف معنی‌داری را ایجاد نکرد.

**واژه‌های کلیدی:** ترکیبات کلسیم‌دار، هدایت الکتریکی، اسیدیته، *Camellia sinensis*

## مقدمه

چای (*Thea sinensis* L.) از خانواده تیاسه، گیاهی دولپه و همیشه سبز است. باغ‌های چای، منحصراً در شمال کشور احداث شده اند. استان گیلان از نظر کشت و صنعت مقام اول را در کشور دارد. چای گیاهی است که نیاز فراوان به عناصر سنگین چون منگنز، آهن و آلومینیوم دارد. (۱۸).

آبشویی خاک توسط باران سبب خروج نمک های محلول سطح خاک می شود، در حالی که خاک موجود در زیر لایه های سطحی خنثی یا قلیایی باقی می ماند و با توسعه هوازدگی و آبشویی به تدریج تمام نیمرخ خاک اسیدی می گردد. گیاه چای عناصر را تنها در محیط های اسیدی می تواند جذب کند، به همین علت چای گیاهی اسید پسند است و رشد و نمو آن تنها در خاک های اسیدی امکان پذیر است (۱). به وجود آمدن حالت اسیدی در خاک، محدودیت هایی را به طور مستقیم یا غیر مستقیم برای رشد گیاه به وجود می آورد. مهم ترین آنها شامل سمیت عناصری چون آهن، آلومینیوم، منگنز، کاهش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی و کاهش فعالیت برخی از موجودات مفید خاک می باشد. بنابراین خاک های اسیدی نیاز به اصلاح دارند. یکی از روش های ساده در استفاده از خاک های اسیدی، انتخاب گیاهی است که با اسیدیته پایین خاک سازگار باشد (۷). تعداد زیادی از گیاهان بومی در خاک های اسیدی رشد می کنند که حاوی غلظت بالایی از آلومینیوم قابل دسترس است. برای این گونه گیاهان آلومینیوم می تواند یک عنصر مفید در نظر گرفته شود، زیرا زمانی که غلظت بالایی از آلومینیوم وجود دارد، رشد برآورد شده در حد رشد متوسط است (۲).به طوری که چای تجمع دهنده آلومینیوم است و قابلیت انتقال آلومینیوم از خاک به برگ چای و چای دم کرده و سپس بدن انسان وجود دارد (۹). یکی دیگر از راه های

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، گرایش شیمی خاک و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: Mahsa_taiefeh82@yahoo.com)
۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۳- سرپرست آزمایشگاه خاک و آب پژوهشکده چای لاهیجان و مربی گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

اصلاح خاک های اسیدی و افزایش اسیدیته آن، استفاده از مواد آهکی می باشد (۱۰).

طبیعت اسیدی خاک های باغ چای به گونه ای است که آهک دادن به آن یک حسن محسوب می شود و مشخص شده است که اضافه کردن کود منیزیم دار حاوی مقدار کمی آهک، محصول چای را افزایش می دهد. افزودن مقدار کمی کربنات کلسیم به محلول غذایی، نیتریفیکاسیون آمونیوم را تحریک کرده در نتیجه بوته ها سریع تر رشد کرده و کلسیم نیز جذب گیاه نمی شود، ولی اسیدیته خاک را افزایش می یابد (۱۲). در اثر کمبود کلسیم مخصوصاً در خاک های اسیدی باغ چای، به علت تحرک کم این عنصر در گیاه، ابتدا شاخه های جوان و برگ ها متأثر می شود، در این حالت برگ ها به اندازه طبیعی رشد نکرده، زرد شده و به پشت می پیچند. در بعضی مواقع منجر به مرگ بوته ها می شوند (۱۰).

فاطمی چوکامی (۶) اثر اسیدیته را بر رشد نهال های چای بررسی نمود و به منظور تعیین تاثیر اسیدیته خاک بر رشد نهال های چای، تحقیق خود را در خاک لومی و شنی به صورت گلدانی انجام داد. نتایج آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای اسیدیته بر روی ارتفاع ساقه و وزن تر کل گیاه چای معنی دار نبودند، اما عکس العمل ارتفاع ساقه در تیمار با اسیدیته ۴/۵ و وزن تر کل با اسیدیته ۴ نسبت به سایر تیمار ها بیشتر بود. فونگ و وونگ (۱۱) شکل های مختلف کلسیم را جهت کاهش آلومینیوم و فلوراید در گیاه چای بررسی کردند. بررسی نتایج آزمایشات آنها نشان داد که با افزایش اسیدیته خاک، غلظت عناصری مثل کلسیم، آلومینیوم، روی، سدیم و منیزیم در گیاه به تدریج کاهش می یابند، اما تفاوت معنی داری در غلظت مس موجود در گیاه مشاهده نشد، بعلاوه مشخص شد که میزان هدایت الکتریکی خاک در تیمار های اکسید کلسیم، کربنات کلسیم، سولفات کلسیم و هیدروکسید کلسیم کاهش می یابد اما در مورد کلرید کلسیم هدایت الکتریکی خاک افزایش یافت و با توجه به مقادیر اضافه شده به خاک، اسیدیته خاک در محدوده ۴ و ۴/۵ تغییر نمود.

تسادیلاز و همکاران (۱۷) در آزمایشی مشاهده کردند که بعد از آهک دهی به خاک اسیدی مقدار عناصر آهن، مس و روی موجود در خاک کاهش یافته و این عناصر همبستگی منفی و معنی داری با اسیدیته خاک نشان دادند. البته در مطالعه ای دیگر، ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۱) تاثیر دو نوع ماده آهکی (سنگ آهک و صدف دریایی) را برای تامین نیاز آهکی و افزایش اسیدیته خاک باغ چای مقایسه کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد که هر دو اصلاح کننده، اسیدیته خاک را افزایش دادند و در مدت حداقل یک و حداکثر شش ماه، اسیدیته خاک اصلاح شد اما از نظر اماری تفاوت معنی داری بین دو اصلاح کننده مشاهده نشد.

وونگ و همکاران (۱۹) فلزات سنگین قابل دسترس گیاه را در یک خاک لومی که توسط مواد آهکی اصلاح شده بود، بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که استفاده از مواد آهکی، مقدار عناصر سنگین و میکرو را کاهش می دهد که این امر به دلیل قابلیت دسترسی کمتر این عناصر در اسیدیته بالاتر ذکر شد. رکس (۱۶) اثر مواد آهکی را بر فراورده های مختلف کشاورزی مورد بررسی قرار داد. او طی تحقیقاتی طولانی مدت بر روی مواد آهکی نتیجه گرفت، زمانی که اسیدیته خاک افزایش می یابد، غلظت عناصر مس و روی در گیاهان کاهش می یابد. همچنین بیان کرد که کاهش هر کدام از این عناصر سنگین و میکرو بستگی به مقدار افزایش اسیدیته خاک دارد. او دلیل این امر را قابلیت جذب کمتر این عناصر در اسیدیته های بالاتر دانست.

آناتاکوماراسومی (۸) در مطالعه تاثیر سطوح مختلف آهک ($CaCO_3$) بر خصوصیات شیمیایی خاک در باغ های چای سریلانکا و کنیا به صورت انکوباسیون به روش بافری به این نتیجه رسیدند که واکنش آهک با خاک تقریباً طی مدت یک ماه انجام می گیرد و افزایش آهک به خاک، اسیدیته را به طور مستقیم افزایش داده است.

هدف از این تحقیق، بررسی شرایط بهینه کود دهی به منظور اصلاح خاک های اسیدی زمین های چای و افزایش سطح حاصلخیزی خاک است، اسیدیته مناسب باعث تامین عناصر ضروری قابل دسترس از جمله منیزیم وکاهش اثرات سمی فلزات سنگینی چون آلومینیوم و منگنز و آهن در خاک باغ های چای می شود.

## مواد و روش‌ها

این طرح به صورت فاکتوریل با دو فاکتور نوع کود کلسیم دار و سطوح کودی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در قطعه ۲۲ باغ چای ایستگاه تحقیقات چای فشالم (فومن) وابسته به مرکز تحقیقات کشور واقع در استان گیلان انجام شد. منطقه مورد نظر در ۱۲ کیلومتری جاده رشت به فومن واقع شده است. طول جغرافیایی منطقه' ۲۵ ° ۴۵، و عرض جغرافیایی آن '۲۵ ° ۳۷ و ارتفاع از سطح دریا (۳-)، شیب متوسط دو درصد و جهت شیب، شمال به جنوبمی باشد. حداقل دمای ۱۰ ساله ۳- درجه سانتی گراد، حداکثر دمای مطلق ۳۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی تابستانه ۷۷٪، حداکثر رطوبت نسبی ۹۸٪ و میزان بارندگی سالانه ۱۲۰۰ میلی متر می باشد. این طرح به مدت چهار ماه از تاریخ ۱۳۸۸/۵/۵ لغایت۱۳۸۸/۸/۳۰ بر روی بوته‌های چای بالغ و از نوع هیبرید چینی به اجرا در آمد. برای هر تیمار دو ردیف بوته چای در سه تکرار و بین کرت ها یک ردیف بوته چای به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. طرح در مجموع در ۴۸ پلات ۱۲ متر مربعی (۳×۴ متری) اجرا شد. تیمارهای حاوی ترکیبات کلسیم دار شامل : کربنات کلسیم، دولومیت، اکسید کلسیم و کلرید کلسیم در چهار سطح صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم کلسیم بر کیلوگرم خاک بود و اعمال تیمارها به صورت اضافه شدن

به خاک و مخلوط کردن تا عمق پنج سانتی متر انجام شد. قبل از اعمال تیمارها نمونه برداری خاک انجام شد و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن اندازه گیری شد (جدول ۱).

بعد از قطعه بندی زمین، اعمال تیمارها در پنجم مرداد ۱۳۸۸ آغاز شد. بعد از گذشت یک ماه، به طور پی در پی طی مدت سه ماه، برداشت گیاه با ماشین برگ چین و نمونه برداری خاک (توسط اُگر) انجام شد. برداشت گیاه چای زمانی صورت گرفت که ارتفاع برگ ها به اندازه یک غنچه و دو برگ رسیدند و تعداد یک غنچه و دو برگ در هر کرت به طور تصادفی به روش کادر اندازی در سطح ۰/۲۵ مترمربع شمرده شدند و عملکرد سبز برگ های چای در هر پلات با ترازو اندازه گیری شد. نمونه های گیاه چای نیز پس از شستشو با آب مقطر درون آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. پس از خشک شدن، نمونه ها توسط آسیاب برقی پودر شدند و سپس نمونه های پودر شده جهت انجام آزمایش های مختلف به روش اکسیداسیون تر عصاره گیری شدند. در این بررسی اندازه گیری اسیدیته خاک با آب مقطر به نسبت ۱:۲/۵ با استفاده از اسیدیته متر قرائت گردید. هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع خاک توسط دستگاه هدایت سنج اندازه گیری شد و بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه گیری شد. برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم در عصاره گیاه به منظور جلوگیری از مزاحمت عناصری مانند فسفر و آلومینیوم در کلات کردن کلسیم و منیزیم از ترکیب کلرید استرانسیوم به نسبت ۱۰۰ : ۱ استفاده شد و سپس به روش جذب اتمی قرائت شدند. عناصر کم مصرف گیاه نیز در عصاره گیاهی به روش جذب اتمی قرائت گردید (۳). تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و رسم نمودار ها با نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به اثر کود کلسیم دار بر گیاه چای نشان می دهد که اثر تیمار نوع کود کلسیم دار و سطوح کود کلسیم دار و اثر متقابل آنها بر عملکرد میزان ماده خشک و یک غنچه و دو برگ گیاه چای معنی دارنمی باشد (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به اثر کود کلسیم دار بر فسفر، کلسیم، منیزیم، مس، روی، آهن، فلوراید و آلومینیوم در برگ گیاه چای نشان می دهد که نوع و سطح کود کلسیم دار و اثر متقابل آنها بر مقدار این عناصر در برگ گیاه چای تاثیر معنی داری ندارد (جدول ۳). اما نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به اثر کود کلسیم دار بر اسیدیته خاک نشان می دهد که فقط تیمار نوع کود کلسیم دار بر اسیدیته خاک در سطح یک درصد معنی دار می باشد و تیمار سطوح کودی کلسیم دار و اثر متقابل نوع کود وسطوح کودی بر اسیدیته خاک معنی دار نمی باشد (جدول ۴). اعمال کودهای کلسیم دار بر اسیدیته خاک، اثرمعنی داری داشته و مطابق جدول ۵ بیشترین مقادیر اسیدیته خاک مربوط به تیمارهای آهک با اسیدیته = ۴/۹۳، دولومیت با اسیدیته = ۴/۸۹ و اکسید کلسیم با اسیدیته = ۴/۸۹ می باشد (شکل ۱). مقایسه میانگین‌های اثر نوع کود کلسیم دار به روش دانکن باسطح احتمال ۵٪ در جدول ۵ نشان داده شده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به اثر کود کلسیم دار بر هدایت الکتریکی خاک در جدول ۴ نشان می دهد که نوع کود کلسیم دار (شکل ۳) و سطح کودی (شکل ۴) و اثرات متقابل نوع کود و سطح کود برهدایت الکتریکی خاک (شکل ۵) در سطح یک درصد معنی دار است و با توجه به شکل ۵ سطح دوم و سوم کلرید کلسیم به ترتیب ۴/۵۳۴ و ۶/۴۵۹ دسی زیمنس بر متر، بالاترین میزان شوری را ایجاد نمود که دلیل این امر را می توان به حلالیت بالای کلرید کلسیم (۷۴/۵ g/100ml در ۲۰ درجه سانتی گراد) و وجود یون کلراید نسبت داد و در اثرهدایت الکتریکی بالا، اکثر بوته های چای در کرت های حاوی کلرید کلسیم خشک شدند (۱۱). جدول ۶ نیز مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نوع کود وسطح کود بر اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک به روش دانکن با سطح احتمال ۵ درصد نشان می دهد.

نتایج تجزیه آماری داده ها نشان داد که ترکیبات کلسیم دار در مدت انجام آزمایش بر روی غلظت عناصر و فلزات سنگین موجود در گیاه، اختلاف معنی داری نداشت. از آنجایی که برگ های جوان، مورد آزمایش قرار گرفتند، این امر شاید به دلیل تحرک کم فلزات سنگین در گیاه باشد، زیرا منگنز و روی در گیاه تحرک کمی دارند و آهن و مس کاملاً بی تحرک اند، بر همین اساس، انتقال این عناصر به قسمت های جوان گیاه کمتر بوده و کمبود این عناصر در بخش های جوانتر گیاه قابل تشخیص است.

به طوری که غلظت این عناصر با سن گیاه در برگ های پیر افزایش می یابد. اما عناصری مانند پتاسیم، ازت و گوگرد که تحرک بالایی دارند، از برگ پیر به برگ جوان منتقل می شوند (۱۹). البته در دراز مدت ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود، به طوری که آشان و همکاران (۹) مقادیر مختلف آهک (CaO) را مورد بررسی قرار داد. نتایج بدست آمده نشان داد که در تیمار های آهک، اسیدیته خاک طی ۱۲ ماه از ۴/۱ به حدود ۴/۵ تغییر کرد و مقدار منیزیم و کلسیم و پتاسیم تبادلی نیز نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت ولی اختلاف معنی دار نبوده است. آهک دهی، غلظت آلومینیوم را در برگ ها زمانی که غلظت کلسیم و منیزیم در برگ ها زیاد شده بودند، کاهش داد. همچنین حمید و همکارانش (۲۰۰۶) عوامل موثر بر اسیدیته خاک را در برگ چای، بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که بعد از سه سال، ترکیبات سولفور دار توانست اسیدیته خاک را کم کند (۱۴).

**جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک منطقه مورد آزمایش**

| بافت خاک | درصد رس | اسیدیته آب مقطر ۱:۲/۵ | هدایت الکتریکی گل اشباع خاک (dS/m) |
|---|---|---|---|
| لومی رسی شنی | ۲۳/۲ | ۴/۶ | ۱/۱ |

**جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کود کلسیم دار بر ویژگی های عملکرد، میزان ماده خشک و یک غنچه و دو برگ گیاه چای**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد | میزان ماده خشک | یک غنچه و دو برگ |
| بلوک | ۲ | ۱۸/۱۸۶۲ | ۱/۱۷۰۵ | ۵/۶۱۶۸ |
| نوع کود کلسیم دار | ۳ | ۱/۹۷۴۱ ns | ۰/۶۳۴۴ ns | ۲/۱۶۹۰ ns |
| سطح کودی | ۳ | ۰/۶۳۶۳ ns | ۱/۵۹۹۹ ns | ۰/۷۰۷۹ ns |
| نوع کودکلسیمی ×سطح کودی | ۹ | ۰/۲۹۰۰ ns | ۱/۳۴۰۴ ns | ۱/۰۱۸۱ ns |
| خطا | ۳۰ | ۰/۱۷۴ | ۰/۸۵۵ | ۳۳۷/۸۹۶ |
| ٪ CV | | ۲۰/۴۶ | ۳/۸۴ | ۲۱/۸۹ |

** ، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، معنی دار در سطح پنج درصد و غیر معنی دار

**جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر کود کلسیم دار بر میزان عناصر P, Mg, Ca ,Al ,F ,Zn ,Mn ,Cu ,Fe برگ گیاه چای**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mn | Cu | Fe | Zn | F | Al | P | Mg | Ca |
| بلوک | ۲ | ۱۰/۴۶۹۱ | ۴/۱۹۱۰ | ۴/۵۲۹۶ | ۰/۱۲۵۳ | ۰/۲۰۸۲ | ۰/۰۷۴۳ | ۴/۸۶۱۴ | ۷/۴۵۳۱ | ۰/۷۰۱۰ |
| نوع کود کلسیم دار | ۳ | ۰/۸۲۶۱ ns | ۰/۰۹۳۳ns | ۰/۸۸۵۱ ns | ۰/۳۳۹۲ ns | ۱/۷۳۳ ns | ۰/۹۹۲۴ns | ۰/۴۵۲۳ns | ۰/۵۲۰۵ns | ۲/۴۴۹۳ ns |
| سطح کودی | ۳ | ۰/۴۱۱۷ ns | ۱/۰۰۵۶ns | ۰/۹۸۳۱ ns | ۲/۵۰۱۱ ns | ۰/۳۲۶۴ ns | ۰/۷۸۹۸ns | ۰/۵۵۶۹ns | ۰/۳۲۷۲ns | ۱/۳۳۰۳ ns |
| نوع کود×سطح کود | ۹ | ۰/۵۸۱۹ ns | ۱/۳۳۹۹ns | ۱/۰۸۱۷ ns | ۱/۹۵۰۳ ns | ۰/۷۴۷۳ns | ۱/۲۵۱۴ns | ۱/۳۳۶۱ns | ۱/۶۳۴۹ ns | ۱/۹۱۱۲ ns |
| خطا | ۳۰ | ۲۱۵۶/۷۷۶ | ۳/۶۷۶ | ۴۹/۹۷۴ | ۲/۲۸۲ | ۰/۱۱۲ | ۵۸۴/۹۵۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۶ |
| ٪ CV | | ۱۵/۷۸ | ۹/۶۴ | ۹/۹۵ | ۹/۰۴ | ۲۳/۴۸ | ۱۷/۳۷ | ۸/۴۲ | ۱۳/۲۶ | ۹/۹۸ |

** ، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، معنی دار در سطح پنج درصد و غیر معنی دار

**جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اثر کود کلسیم دار بر مقادیر pH و EC خاک**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | |
|---|---|---|---|
| | | اسیدیته | هدایت الکتریکی |
| بلوک | ۲ | ۰/۸۴۵ | ۱/۰۶۵۷ |
| نوع کود کلسیم دار | ۳ | ۱۹/۰۱۱۸ ** | ۴۰/۹۷۵۹** |
| سطح کودی | ۳ | ۱/۲۵۳۴ ns | ۸/۲۱۴۳ ** |
| نوع کود کلسیم دار×سطح کودی | ۹ | ۲/۱۸۵۹ ns | ۶/۶۸۶۷ ** |
| خطا | ۳۰ | ۰/۰۷۶ | ۱۰۵۴۴۱۳۱۹۵۰ |
| ٪ CV | | ۵/۸۶ | ۲۱/۴۷ |

** ، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، معنی دار در سطح پنج درصد و غیر معنی دار

**جدول ٥- مقایسه میانگین‌های اثر نوع کود کلسیم دار به روش دانکن با سطح احتمال ٥٪**

| نوع کود | اسیدیته خاک | هدایت الکتریکی خاک |
|---|---|---|
| کلرید کلسیم | ۴/۲۰۰ b | ۸۹۲۳/ b |
| دولومیت | ۴/۸۶۷ a | ۱/۷۰۱ b |
| آهک | ۴/۹۲۵ a | ۲/۶۹۰ a |
| اکسید کلسیم | ۴/۸۹۲ a | ۲/۶۶۵ a |

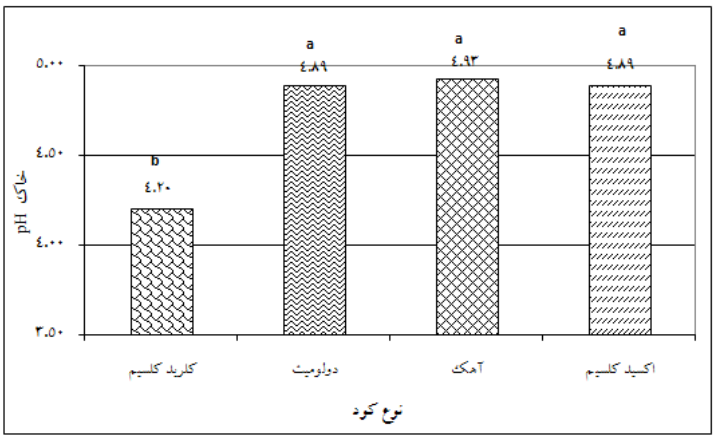
حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف آماری است.

**جدول ٦- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نوع کود و سطح کود بر مقادیر pH و EC خاک به روش دانکن با احتمال ٥ درصد**

| نوع کود X سطح کود | اسیدیته خاک | هدایت الکتریکی خاک |
|---|---|---|
| $Cl_0$ | ۴/۶۰۰ bc | ۷۰۶/۷ c |
| $Cl_1$ | ۴/۱۶۷ cd | ۴۵۳۴ b |
| $Cl_2$ | ۴/۰۰۰ d | ۶۴۶۰ a |
| $Cl_3$ | ۴/۳۳۰ d | ۷۶۴۳ a |
| $Do_0$ | ۴/۷۶۷ b | ۷۸۱/۷ c |
| $Do_1$ | ۴/۷۶۷ b | ۷۴۱/۷ c |
| $Do_2$ | ۴/۹۶۷ ab | ۲۳۰۲ c |
| $Do_3$ | ۴/۹۶۷ ab | ۸۵۰ c |
| $Li_0$ | ۴/۷۰۰ b | ۱۳۷۱ c |
| $Li_1$ | ۴/۷۶۷ b | ۵۶۱/۳ c |
| $Li_2$ | ۴/۹۳۳ ab | ۱۰۶۱ c |
| $Li_3$ | ۵/۳۰۰ a | ۱۳۴۱ c |
| $Ox_0$ | ۴/۶۳۳ bc | ۸۵۳/۷ c |
| $Ox_1$ | ۴/۹۰۰ ab | ۹۶۸ c |
| $Ox_2$ | ۴/۹۳۳ ab | ۹۳۶/۳ c |
| $Ox_3$ | ۵/۱۰۰ ab | ۸۲۶/۳ c |

حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود اختلاف آماری است.

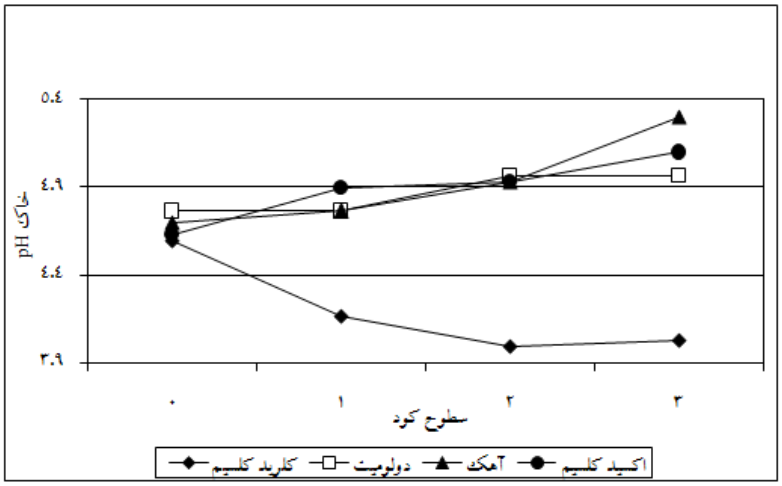
(Cl) : کلرید کلسیم، (Do) : دولومیت، (Li) :آهک، (Ox) : اکسید کلسیم



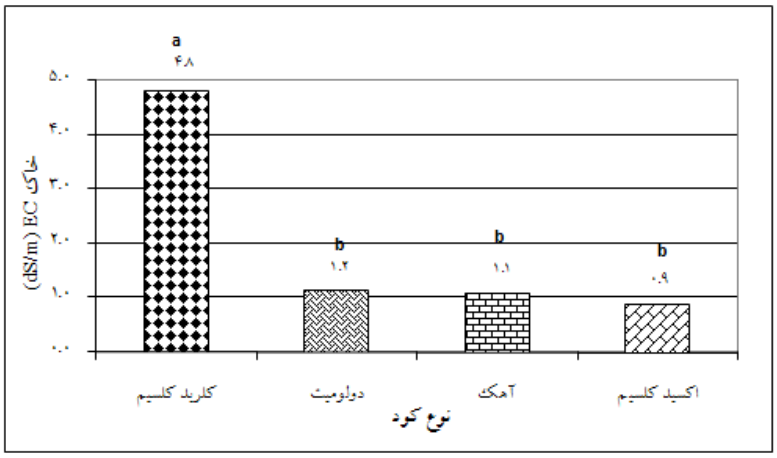

**شکل ۱- اثر نوع کود بر pH خاک**

همچنین یایلای آبان (۲۰) تجمع فلزات سنگین را در خاک و گیاه چای بررسی نمود. نتایج او همبستگی منفی بین اسیدیته و قابلیت دسترسی مس و سرب و روی و منگنز و آلومینیوم در گیاه چای نشان داد. همچنین نتایج آزمایش ها نشان دادند که برگ های گیاه چای در خاک های حاوی غلظت بالایی از فلزات سنگین، علائم سمیت را نشان می دهد.

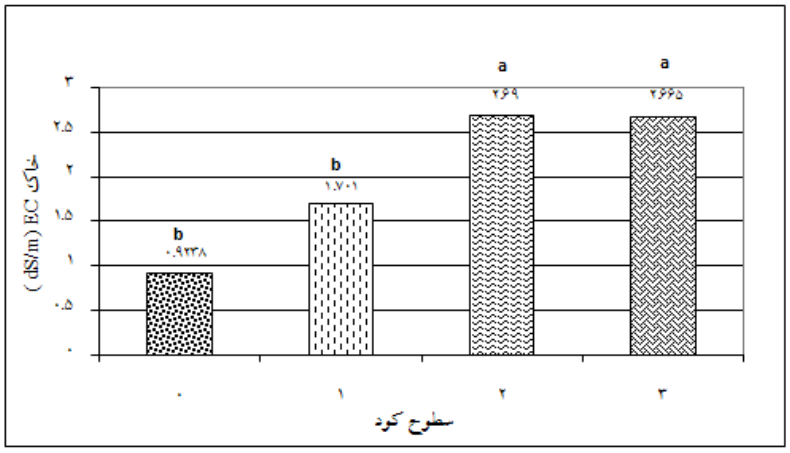
غلام کبریا و همکاران (۱۳) اثر آهک و دولومیت را بر عملکرد چای و خصوصیات خاک در بنگلادش مقایسه نمودند. نتایج آنها نشان داد که فقط اسیدیته خاک، با افزایش میزان آهک و دولومیت افزایش یافته است. کریشناپیلای و همکاران (۱۵) اثر دولومیت را بر خاک چای بررسی کردند و نتایج نشان داد که دولومیت در افزایش اسیدیته خاک موثر است و باعث تغییر میزان آزاد سازی منیزیم قابل دسترس در خاک می شود که میزان این تغییر به مقادیر استفاده از دولومیت، مدت زمان و نوع خاک بستگی دارد.



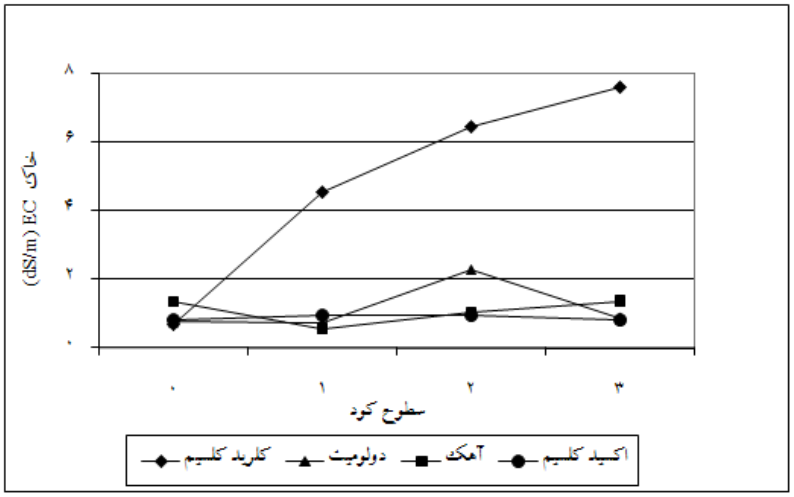

**شکل ۲- اثر نوع کود بر pH خاک**




**شکل ۳- اثر نوع کود بر EC خاک**




**شکل ٤- اثر سطوح کود بر EC خاک**




**شکل ۵- اثر متقابل نوع کود x سطوح کود بر EC خاک**

بنابر این می توان نتیجه گرفت که تیمار نـوع کـود کلسـیم دار و سطوح کود کلسیم دار و اثر متقابل آنها بر گیاه در دراز مدت می تواند موثر باشد اما تاثیر این عوامل بر خاک در مدت کوتاه تر بیشتر اسـت. زیرا واکنش های آهکی مزرعه به علت نقص در مخلوط کردن آن بـا خاک معمولاً کامل نمی شود و مستلزم زمان طولانی است و سـرعت واکنش با اسیدیته، اندازه ذرات سنگ آهک و انحـلال پـذیری عامـل آهکی تغییر می کند (۴).

## منابع


۱- ابراهیمی ر. داوودی م. ج. و ملکوتی م. ج. ۱۳۸۰. ضرورت اصلاح اسیدیته خاک‌های اسیدی زیر کشت چای. نشریه فنی ۲۰۳.

۲- ابراهیمی ر. عزیزی پ. و میر نیا خ. ۱۳۷۸. اصلاح اسیدیته و برآورد نیاز آهکی خاکهای خیلی اسیدی در چایکاری غرب گیلان. مجموعه مقالات اولین همایش بین المللی چای. ۲۴۶ صفحه.

۳- امامی ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه شیمیایی گیاه .جلد اول. نشریه شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۴- خسروانی م. ۱۳۷۶. چینه شناسی ایران. انتشارات دانشگاه تهران.

۵- علی احیائی م. و بهبهانی زاده ع.ا. ۱۳۷۲. روش های تجزیه شیمیایی خاک. جلد اول. نشریه ۸۹۳ .

۶- فاطمی چوکامی ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر اسیدیته بر رشد نهال های چای. مجله علمی و فنی چای. شماره ۳.

۷- فرید ر. و خردادپور گ. ۱۳۸۸. ضرورت مصرف آهک در باغ چای جهت افزایش تولید. مجله علمی فنی چای. دوره دوم. شماره ۷.

8- Anantacumarasumay S. and Baker R.M. 1991. Effect of increasing levels of lime ($caco_3$) on soil chemical properties of acid soils. Tea Journal of Srilanka, 60:4-15.

9- Ashan Q. 2000. Effect of different doses of lime (CaO) on growth of vegetatively propagated cutting of tea. Tea Journal of Bangladesh, 36(1-2):1-6.

10- Dong D., Xie Z., Du Y., Liu C. and Wang S. 1999. Influence of soil pH on alluminium availability in the soil and alluminium in tea leaves. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 30:873-883.

11- Fung K.F. and Wong M.H. 2004. Application of different forms of calcium to tea soil to prevent aluminium and flurine accumulation. Journal of Food and Agriculture Science, 84:1496-1477.

12- Ghosh Hajra N. 2001. Tea Cultivation Comprehensive Treatise. IBCD, Lucknow, U.P.

13- Golam Kibria A.K.M., Udder F. and Kuma Saha A. 1995. A comparative study on the efficiency of lime and dolomite on the yield of tea and soil properties. Journal of Plant and Soil, 60(2):52-61.

14- Hamid F.S., Ahmad T., Khan B.M., Waheed A. and Ahmad N. 2006. Effect of soil pH in rooting and growth of tea cuttings (*Camellia sinensis* L.) at nursery level. Pakistan. Journal of Botony, 38(2):293-300.

15- Krishnapillai S., Jeyachandrah N. and Balakrishnan T. 1992. Effect of dolomite on soil reaction and nutrient availability in tea soils. Journal of Plant and Soil, 60(1):4-14.

16- Rex M. 2000. Blastfurnace and steel slags as liming materials for sustainable agricultural production. Europen Slag

Conference, EUROSLAG Publication, 1:137-149.

17- Tsadilas C., Samaras V., Simonis A. and Setatou H. 2002. Changes in DTPA-extratable iron, zinc, manganese and copper after limming. Plant and Soil, 162:211-217.

18- Willson KC. and Clifford M.N. 1999. Tea Cultivation to Consumption-CABI. Publishing, Landon, UK, 227-267.

19- Wong J.W.C, Lai K.M., Su D.S. and Fang M. 2001. Aailibility of heavy metals for brassica chinesis growth in an acidic loamy soil amended with domestic and industrial sewage sludge. Journal of Water, Air and Soil Pollution, 128:339-353.

20- Yaylalı Abanuz G. and Tüysüz N. 2009. Heavy metal contamination of soils and tea plants in the eastern Black Sea region, NE Turkey. Environmental Earth Sciences, 59:131-144.

21- Yemane M., Chandravanishi B.S. and Wondimu T. 2008. Levels of essential and non_essential metals in leaves of the tea plant (*camellia sinensis L.*) and soil of wushwush farms, Ethiopia. Journal of Food Chemistry, 107:1236-1243.