Archive of SID

تأثیر توپوگرافی بر ویژگی‌های خاک، عملکرد و کیفیت چای در منطقه‌ی لاهیجان

نفیسه یغمائیان مهابادی [۱*]، ناهید نوبهار دیلمی [۲]، مستانه رحیمی مشکله [۳] و علی فاطمی چوکامی [۴]

۱- استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۴ - مربی پژوهشی پژوهشکده چای لاهیجان، لاهیجان، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۸
پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۱۰/۱۰

کلمات کلیدی:
جهت شیب،
موقعیت شیب،
تئاروبیجین،
تئافلاوین،
عملکرد چای،

* عهده دار مکاتبات

Email: yaghmaeian_na@guilan.ac.ir

چکیده

توپوگرافی به عنوان یکی از فاکتورهای خاکسازی از طریق تأثیر بر توزیع آب در بخش‌های مختلف زمین‌نما و همچنین اثر بر ویژگی‌های خاک می‌تواند از عوامل مهم و مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصول باشد. این مطالعه به منظور بررسی اثر توپوگرافی بر ویژگی‌های خاک، عملکرد و کیفیت چای در منطقه لاهیجان استان گیلان انجام شد. به این منظور از یک ترانسکت در شیب شمالی و یک ترانسکت در شیب جنوبی باغات چای منطقه، چهار موقعیت شیب انتخاب شد. در هر موقعیت شیب یک پروفیل حفر شد و در سه پلات اطراف آن نمونه برداری خاک از مرکز هر پلات (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) و نمونه برداری برگ سبز چای در هر پلات انجام گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد و کیفیت چای بر اساس روش‌های استاندارد تعیین شدند. نتایج نشان داد که بیشترین درصد ماده‌آلی، ازت و فسفر خاک مربوط به موقعیت پنجه شیب می‌باشد و مقدار رطوبت اشباع جهت شمالی به طور معنی‌داری بیشتر از جهت جنوبی است. همچنین بیشترین مقدار عملکرد و ویژگی‌های کیفی چای شامل درصد تئافلاوین، تئاروبیجین، رنگ و شفافیت چای مربوط به موقعیت پنجه شیب دامنه شمالی می‌باشد. نتایج همبستگی نشان داد که ازت و ماده آلی خاک دو پارامتر مهم و مؤثر بر عملکرد و کیفیت چای می‌باشند. بر طبق نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مطالعاتی، مهمترین عوامل محدود کننده شامل شرایط اقلیمی به ویژه حداقل درجه حرارت سردترین ماه و توپوگرافی (شیب) برای کشت چای در منطقه می‌باشدکه در موقعیت شانه شیب و شیب پشتی، پایین‌ترین کلاس تناسب (N) را موجب شده است.

مقدمه

تنوع مکانی خصوصیات خاک تحت تأثیر برخی عوامل محیطی مهم مانند آب و هوا، توپوگرافی، مواد مادری و تخریب به واسطه فعالیت‌های بشری قرار دارد (۳۷). در این رابطه توپوگرافی یکی از مهم‌ترین عوامل در تشکیل و تکامل خاک می‌باشد (۷). توپوگرافی، یکی از عوامل منطقه‌ای است که در قالب ارتفاع و شیب (موقعیت، جهت و درصد) تأثیر مستقیمی بر فرآیندهای تشکیل و

www.SID.ir

Archive of SID

تکامل خاک، زهکشی طبیعی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله رنگ، درصد رس، موادآلی، واکنش خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی، کربنات کلسیم، کانی‌شناسی، میزان رطوبت و حتی غلظت عناصر غذایی مانند فسفر و آهن دارد (۲۴). موقعیت و جهت شیب می‌تواند حرکت آب و مواد را در طول شیب، کنترل و در تفاوت‌های مکانی خصوصیات خاک نقش داشته باشد (۵۶). توپوگرافی نقش مهمی در تغییرات ریزاقلیم و شرایط هیدرولوژی زمین‌نما ایفا کرده و حرکت آب و توزیع مجدد مواد حمل شده به وسیله جریان آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نتیجه شدت و نوع فرآیندهای زمین‌نما را کنترل می‌کند. همچنین با اثر قابل ملاحظه‌ای که بر فرآیندهای پدوژنیک و هیدرولوژی دارد، پویایی چرخه عناصر غذایی را سبب می شود (۴۳). شیب با تأثیر بر فرسایش و جهت شیب با تأثیر بر توزیع ریز اقلیم در زمین‌نما منجر به تفاوت در ویژگی‌های خاک‌ها می‌شوند (۵۹). به طور کلی جهت شیب تأثیر مستقیمی بر خصوصیات خاک از جمله مقدار ذخیره و نگهداشت آب در خاک دارد (۱۳). همچنین تأثیر جهت‌های شیب متفاوت بر عمق خاک (۵۰) و بر هدایت هیدرولیکی آب در خاک (۵) اثبات شده است. نتایج پژوهش‌های زیادی بیانگر اثر جهت و درجه شیب بر اجزای بافت خاک و درصد سنگریزه خاک بوده است، این اثر می‌تواند موجب تغییر در منحنی دانه‌بندی خاک‌ها شود (۶، ۴۴، ۴۵ و ۶۵).

عملکرد محصول در مقیاس مزرعه نتیجه‌ای از برهمکنش پیچیده میان فاکتورهای مختلف مانند توپوگرافی، خصوصیات خاک و عملیات مدیریتی است (۲۷). پژوهش های مختلف نشان می‌دهد که تغییرات عملکرد و کیفیت چای به عواملی مانند نوع خاک، ارتفاع، فصل، شرایط آب و هوایی، موقعیت جغرافیایی، نهاده‌های کشاورزی (آب و کود)، روش‌های فرآوری و سطح مدیریت بستگی دارد (۳۹). نوسانات فصلی و آب و هوایی تحت تأثیر عواملی مانند بارندگی، درجه حرارت، رطوبت نسبی و کمبود آب در خاک قرار می گیرند که خود بر توزیع و میزان عملکرد و کیفیت چای (ترکیبات شیمیایی) و تولید اقتصادی آن تأثیرگذار هستند (۴). یوری و همکاران[1] (۲۳) در بررسی علل کاهش عملکرد چای در دره ریبیرا برزیل دریافتند که با افزایش سن بوته‌های چای، کاهش کیفیت فیزیکی خاک حاصل از فشردگی خاک، عامل اصلی کاهش عملکرد و کیفیت محصول چای می‌باشد. نتایج پژوهش دوتا و همکاران[2] (۱۰) نشان داد که عملکرد چای با میزان بارندگی، کربن آلی و نیتروژن خاک همبستگی مثبت و با سن بوته‌ها همبستگی منفی دارد. خرمالی و همکاران[3] (۲۵) گزارش کردند که موقعیت شانه شیب و شیب پشتی به علت شیب بیشتر، کربن آلی و عمق کمتر، دارای بیشترین محدودیت برای کشت چای در منطقه لاهیجان می‌باشد. توپوگرافی به طور مستقیم از طریق تأثیر بر فراهمی آب در بخش‌های گوناگون زمین‌نما و به طور غیرمستقیم از طریق اثر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند مقدار ماده آلی و توزیع اندازه ذرات بر رشد و عملکرد محصول مؤثر است (۲۴).

چای گیاهی از شاخه نهاندانگان یک پایه و از رده دولپه‌ای‌ها و با نام علمی *کاملیا سینسیس*[4] است که خزان‌ناپذیر و همیشه سبز می‌باشد. ویژگی‌های شیمیایی چای بر اساس نوع واریته، اثرات محیطی، روش‌های تولید و آماده‌سازی چای متفاوت است (۸). ترکیبات فنولیک جزء پارامترهای مهم در تعیین کیفیت چای می‌باشند (۶۲). پلی فنل‌های موجود در برگ چای، شامل تئافلاوین، تئافلاجیلین، تئارینزی، تئاسیترین و تئاروبیجین هستند (۶۳). مطالعات متعددی رابطه بین ترکیبات شیمیایی برگ چای و کیفیت نهایی آن را اثبات کرده‌اند (۳۵ و ۴۸).

چای جزء یکی از فراورده‌های کشاورزی اساسی و استراتژیک کشور به شمار می‌رود و شناخت ویژگی‌های خاکی تأثیرگذار بر عملکرد و کیفیت چای، جهت برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت بهینه حائز اهمیت می‌باشد.

1- Iori *et al*.
2- Dutta *et al*.
3- Khormali *et al.*
4- Camellia sinensis

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اینکه تاثیر توپوگرافی و ویژگی‌های خاک بر روی محصولات باغی به‌ویژه چای کمتر مورد توجه قرار گرفته است، بنابراین این پژوهش با هدف مطالعه اثر توپوگرافی بر تغییرات ویژگی‌های خاک و ارتباط این تغییرات با کمیت و کیفیت محصول چای در منطقه لاهیجان استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در اراضی تپه‌ماهوری منطقه سطلسر، به فاصله ۲ کیلومتری از لاهیجان در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه و ۹ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳ دقیقه و ۲۱ ثانیه شرقی واقع شده است (شکل ۱). متوسط بارندگی سالیانه در منطقه ۱۳۱۲ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۶/۲ درجه سانتی-گراد می‌باشد. طبق نقشه رطوبتی- دمایی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، رژیم‌های رطوبتی و دمایی خاک، به‌ترتیب یودیک و ترمیک است.

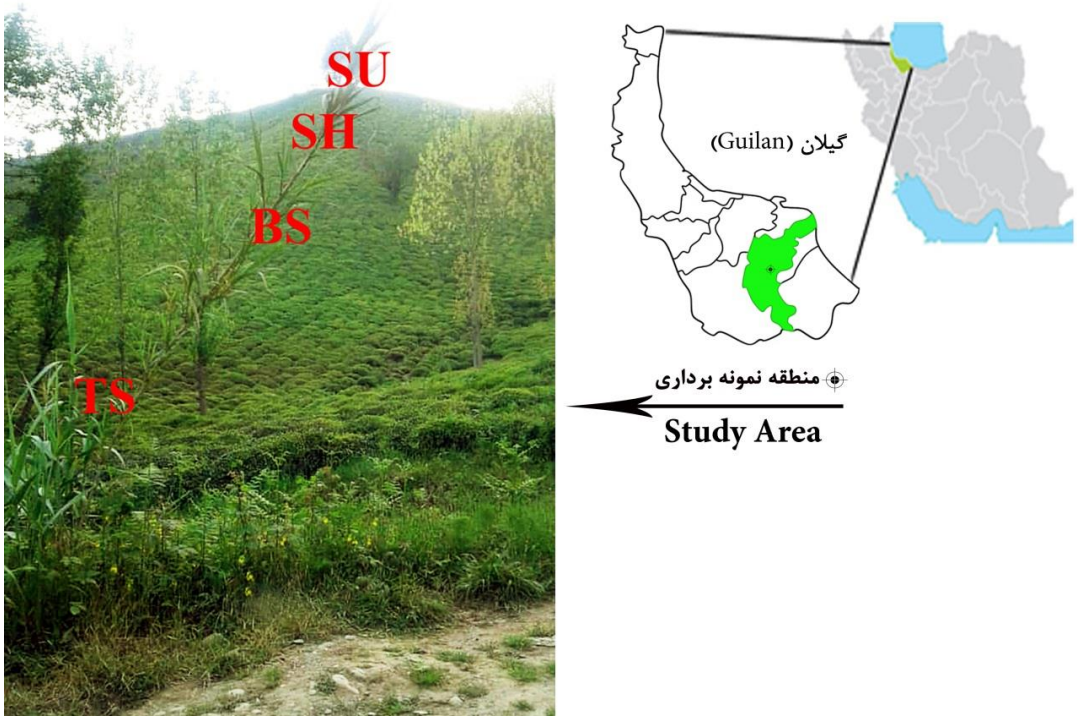
با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و پس از انجام کنترل صحرایی، دو جهت شیب شمالی و جنوبی که از نظر سنگ مادر یکسان (بازالت آندزیتی) باشند، در باغات چای منطقه لاهیجان انتخاب شدند؛ به گونه‌ای که طول شیب و اختلاف ارتفاع برای هر دو جهت شیب تقریبا مشابه باشد. در هر جهت شیب یک ترانسکت انتخاب گردید و در طول هر ترانسکت چهار موقعیت شیب شامل: قسمت قله شیب، شانه شیب، شیب پشتی و پنجه شیب انتخاب شده و در موقعیت‌های مختلف هر یک از دو جهت شیب، یک پروفیل حفر و سه پلات در سه نقطه اطراف آن به مساحت دو مترمربع انتخاب شدند. به منظور تعیین متوسط عملکرد چای (وزن تر)، نمونه‌برداری برگ سبز چای (یک غنچه و دو برگ انتهایی در سه برداشت متوالی اردیبهشت، خرداد و اواخر تیر ماه سال ۹۶) در هر پلات و نمونه‌برداری خاک از مرکز هر پلات از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری انجام گرفت.لازم به ذکر است که تمام بوته‌های چای به صورت دیم و تحت مدیریت تقریبا مشابه قرار داشتند.

نمونه‌های خاک، هوا خشک شده و بعد از کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌تر عبور داده شدند. سپس pH در عصاره ۱:۲/۵ خاک به آب توسط دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی عصاره اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج (۳۳)، پتاسیم قابل استفاده به روش عصاره‌گیری با استات‌آمونیوم (۵۵)، فسفر قابل استفاده به روش بی‌کربنات‌سدیم (۳۸)، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال (۳۸)، درصد کربن آلی به روش والکی بلاک (۳۸)، درصد ذرات معدنی خاک (رس، سیلت و شن) به روش هیدرومتری (۱۲)، جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه و پارافین (۱) و رطوبت اشباع در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد. به منظور انجام آزمایشات بیوشیمیایی، چای‌سازی برگ سبز برداشت شده به روش ارتدکس در مقیاس کوچک در کارخانه آزمایشی پژوهشکده تحقیقات چای کشور انجام شد. سپس میزان تئافلاوین، تئاروبیجین، رنگ کل و شفافیت به روش رنگ سنجی در چای خشک اندازه‌گیری شد (۲۹).

نتایج به‌دست آمده به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور جهت شیب (در دو سطح) و موقعیت شیب (در چهار سطح) در چهار تکرار در نرم‌افزار SAS (۴۷) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح پنج درصد انجام شد. همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت. برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی با توجه به مشخصات اراضی مورد مطالعه و با در نظر گرفتن نیازهای نوع کاربری، کلاس تناسب کیفی اراضی بر اساس روش محدودیت ساده و روش پارامتریک تعیین شد (۵۳).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و موقعیت‌های شیب نمونه‌برداری شده (TS: پنجه شیب، BS: شیب پشتی، SH: شانه شیب، SU: قله شیب)

Figure (1) Location of the study area along with sampling points (TS: Toeslope, BS: Backslope, SH: Shoulder, SU: Summit)

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر موقعیت شیب بر مقدار سیلت، اثر جهت شیب بر درصد رطوبت اشباع و اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر مقدار رس معنی‌دار شده است. همچنین نتایج نشان‌دهنده این است که اثر هیچ یک از منابع تغییرات جهت شیب، موقعیت شیب و اثرات متقابل آن بر جرم مخصوص ظاهری و درصد شن معنی‌دار نیست (جدول ۱). طبق نتایج به دست آمده بیشترین مقدار رس (۲۸/۵درصد) در پنجه شیب شمالی و کم‌ترین مقدار آن (۲۰/۳ درصد) در موقعیت شانه شیب جهت شمالی قرار دارد (شکل۲- الف). همچنین بیشترین (۳۵/۳ درصد) و کم‌ترین (۲۵/۹درصد) مقدار سیلت به ترتیب مربوط به موقعیت شانه شیب و پنجه شیب می‌باشد (شکل۲- ب). اگرچه کلاس بافتی خاک در موقعیت‌های متفاوت شیب تغییرات چندانی نداشت؛ ولی درصد ذرات رس و سیلت در موقعیت‌های متفاوت شیب، مختلف بودند. در موقعیت‌های قله شیب و شانه شیب بافت خاک، لومی و درشیب پشتی و پنجه شیب، لوم رسی شنی تشخیص داده شد. تفاوت در مقدار رس در موقعیت های متفاوت شیب می‌تواند به علت فرسایش خاک و انتقال ذرات رس به سمت پایین شیب باشد. پژند و همکاران[1] (۴۱) در تحقیقات خود بیان کردند که حضور مقدار بیشتر رس در قسمت‌های پایین و مقادیر کمتر آن در قسمت‌های بالایی شیب ممکن است به دلیل انتقال آن به وسیله رواناب باشد. رضایی و گیلکس[2] (۴۴) و ییمر و همکاران[3] (۶۴) گزارش کردند که وجود مقادیر زیاد رس و شن به ترتیب در پایین و بالای شیب به دلیل انتقال رس از قسمت‌های بالایی به سمت پایین شیب و باقی ماندن ذرات درشت‌تر در بالای شیب است. ملکی و همکاران[4] (۳۰) اظهار داشتند که انتقال انتخابی ذرات ریز خاک در اثر فرسایش آبی از منطقه بالادست و تجمع آن

1- Pajand *et al.*
2- Rezaei and Gilkes
3- Yimer *et al.*
4- Maleki *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

در منطقه پایین دست، علت وجود مقادیر بیشتر رس در موقعیت پنجه شیب است. همچنین ایشان کمترین مقدار رس خاک را در شانه و شیب پشتی گزارش کردند که دلیل این تغییرات را به بالا بودن درصد شیب در این موقعیت ها و فرسایش خاک نسبت دادند. به طور کلی مقدار بیشتر رس در پنجه شیب شمالی احتمالاً به دلیل دریافت انرژی خورشیدی کم‌تر ، رطوبت، پوشش گیاهی و میزان ماده آلی بیشتر و در نتیجه افزایش فعالیت ریز جانداران می‌باشد که موجب تشدید فرآیندهای پدوژنیک در این جهت شیب در مقایسه با شیب جنوبی می‌شود (۱۱). احتمالا وجود مقادیر زیاد درصد رس در موقعیت پنجه شیب می‌تواند به دلیل کاهش نسبی مقدار سیلت نیز در این موقعیت باشد.

بیشترین (۴۵/۴ درصد) و کمترین (۳۸/۲درصد) مقدار رطوبت اشباع به ترتیب مربوط به شیب شمالی و شیب جنوبی می‌باشد (شکل۲- ج). این موضوع می‌تواند مربوط به مقادیر بیشتر ماده آلی در شیب شمالی باشد زیراکه مقدار ماده آلی و رس رابطه مستقیم با مقدار رطوبت اشباع دارند (۲۱). درجه حرارت سالیانه کمتر، ماده آلی بیشتر و حضور بیش‌تر ریزجانداران در شیب‌های شمالی می‌تواند بالاتر بودن میزان و ماندگاری رطوبت را موجب شود (۴۹).

جدول (۱) تجزیه واریانس ویژگی‌های فیزیکی خاک در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب

Table (1) Analysis of variance of physical soil properties on different slope positions and aspects

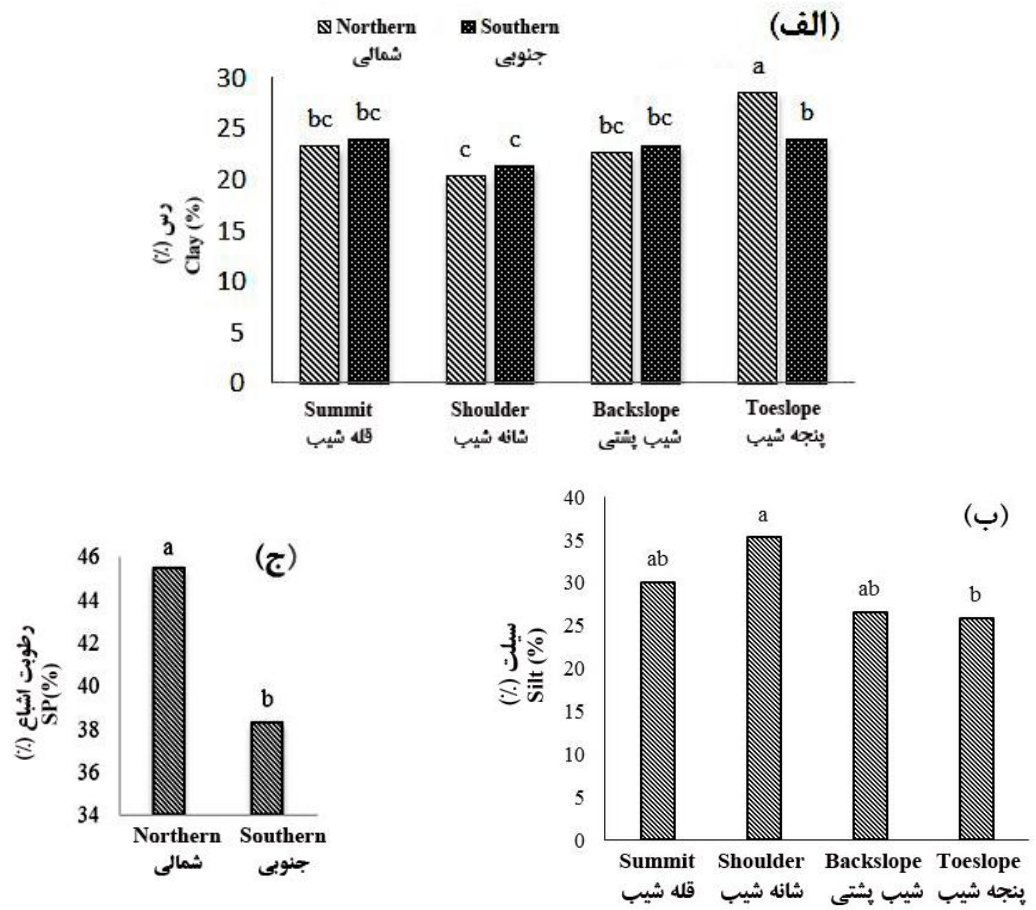
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات Mean Square				
		رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	جرم مخصوص ظاهری(ρb)	رطوبت اشباع (SP)
		(٪)			($g\ cm^{-3}$)	(٪)
جهت شیب Slope aspect	1	3.12^{ns}	11.19^{ns}	8.3^{ns}	0.00^{ns}	413.3^{*}
موقعیت شیب Slope position	3	13.04^{ns}	145.97^{*}	26.88^{ns}	0.01^{ns}	229.6^{ns}
جهت شیب × موقعیت شیب Slope aspect × Slope position	3	33.37^{*}	60.65^{ns}	2.1^{ns}	0.00^{ns}	66.03^{ns}
ضریب تغییرات (CV) (٪)		19.3	20.65	8.78	9.41	21.84

****،*، ns** به ترتیب بیانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.

*, ** and ns, significant at *p values* 0.05 and 0.01 and non significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۲) مقایسه میانگین (الف): اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر درصد رس، (ب): اثر موقعیت شیب بر درصد سیلت و (ج): اثر جهت شیب بر رطوبت اشباع (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند)

Figure (2) Mean comparison of effects of (a), interaction of slope position and aspect on clay (b), slope position on silt and (c), slope aspect on saturated water content

از نظر تمام ویژگی‌های شیمیایی مورد بررسی به جز pH بین موقعیت‌های مختلف شیب اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اثر متقابل جهت و موقعیت شیب تنها بر قابلیت هدایت‌الکتریکی و مقدار ماده آلی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین مقدار ماده آلی خاک (۴/۲ درصد) در موقعیت شیب شمالی- پنجه شیب و کم‌ترین مقدار آن (۱/۴ درصد) نیز مربوط به موقعیت شیب جنوبی- شانه شیب می‌باشد (شکل۳- الف). علت بالا بودن مقدار ماده آلی در جهت شمالی دمای کم‌تر و رطوبت بیشتر در شیب شمالی است که به تبع آن فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی و در نتیجه سرعت تجزیه مواد آلی کاهش و منجر به تجمع مواد آلی در خاک می‌گردد. بالاتر بودن ماده آلی خاک در موقعیت پنجه شیب به دلیل دریافت مواد سطحی (غنی از ماده آلی) فرسایش یافته سطوح بالا و موقعیت پایدار آن نیز می‌باشد (۳۰). دلیل تغییرات مقادیر ماده آلی می‌تواند جهت و موقعیت دامنه باشد که برروی شیمی خاک، کیفیت لاشبرگ و چرخه عناصر غذایی (۴۶) و تغییرپذیری مکانی کربن آلی خاک تأثیرگذار است (۱۴). وانگ و همکاران[1] (۵۷) ارتباط مثبت و معنی داری بین کربن آلی و رس را در اراضی شیب دار شمال چین گزارش کردند. این محققان بیان

1- Wang *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۲) تجزیه واریانس ویژگی‌های شیمیایی خاک در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب
Table (2) Analysis of variance of chemical soil properties on different slope positions and aspects

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات Mean Square					
		pH	EC ($dS\ m^{-1}$)	ماده آلی OM (٪)	ازت کل N (٪)	فسفر قابل استفاده Available P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل استفاده Available K ($mg\ kg^{-1}$)
جهت شیب Slope aspect	1	0.0003^{ns}	0.015^{*}	3.27^{ns}	0.000^{ns}	15.51^{ns}	12304.8^{ns}
موقعیت شیب Slope position	3	0.31^{ns}	0.032^{**}	5.99^{**}	0.027^{*}	23.73^{*}	32910.63^{*}
جهت شیب × موقعیت شیب Slope aspect × Slope position	3	0.297^{ns}	0.026^{**}	1.35^{*}	0.008^{ns}	13.94^{ns}	1799.77^{ns}
ضریب تغییرات (CV) (٪)		9.29	27.97	35.2	40.66	44.56	62.86

ns.*. به ترتیب بیانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.

*, ** and ns, significant at *p values* 0.05 and 0.01 and non significant, respectively.

کردند که رس خاک با تأثیر بر پوشش گیاهی، رطوبت و حاصلخیزی خاک، تأثیر مستقیمی بر میزان کربن آلی خاک دارد و همچنین میزان رس می تواند کربن آلی خاک را در برابر تجزیه محافظت نماید. ویلدینگ و همکاران[1] (۵۸) چنین اظهار می‌دارد که مناطق هموار پایین دست نسبت به مناطق مجاور شیب‌دار دارای مواد آلی بیش‌تری می‌باشند، زیرا در این مناطق بافت خاک‌ها ریزتر بوده و رطوبت قابل استفاده به دلیل امکان بیش‌تر نفوذ آب به خاک نیز بیش‌تر است و به همین دلیل اکسیداسیون ماده آلی به دلیل خیس بودن خاک و تهویه کم‌تر در این مناطق کاهش می‌یابد، هم‌چنین امکان تجمع ماده آلی بیش‌تر از طریق انتقال بصورت سوسپانسیون از مناطق بالادست به نواحی پست وجود دارد.

بیش‌ترین قابلیت هدایت الکتریکی مربوط به موقعیت قله شیب جنوبی (۰/۳دسی زیمنس بر متر) و کم‌ترین مقدار آن (۰/۱دسی زیمنس بر متر) مربوط به موقعیت پنجه شیب جنوبی می‌باشد (شکل۳- ب). مقادیر کم هدایت الکتریکی در خاک‌های مورد مطالعه، احتمالاً به دلیل بارندگی زیاد منطقه و زهکشی مناسب خاک می‌باشد. به علت مقادیر کم هدایت الکتریکی خاک، وقوع فرایندهای فرسایشی و آبشویی و همچنین وجود ریشه‌های عمیق چای، تغییرات هدایت الکتریکی خاک از روند منظم و مشخصی تبعیت نمی‌کند. در موقعیت شانه شیب با شروع فرآیندهای فرسایشی و آبشویی املاح با رواناب‌های سطحی، مقدار هدایت الکتریکی خاک کمتر از قله شیب است. گریگوریچ و همکاران[2] (۱۵) نیز نتایج مشابهی ارائه نموده‌اند.

از دلایلی که می‌توان برای کم بودن میزان هدایت الکتریکی در موقعیت پنجه شیب در مقایسه با قله شیب عنوان کرد این است که به علت تجزیه آهسته لاشبرگ و به دنبال آن تاخیر در بازگشت کاتیون‌های بازی به خاک، غلظت این عناصر در خاک کاهش یافته و در نتیجه از میزان هدایت‌الکتریکی در خاک این موقعیت شیب کاسته می‌شود (۱۷). از دلایل دیگر بیشتر بودن مقدار هدایت الکتریکی در موقعیت قله شیب، وجود شرایط نسبتاً پایدار در این موقعیت است.

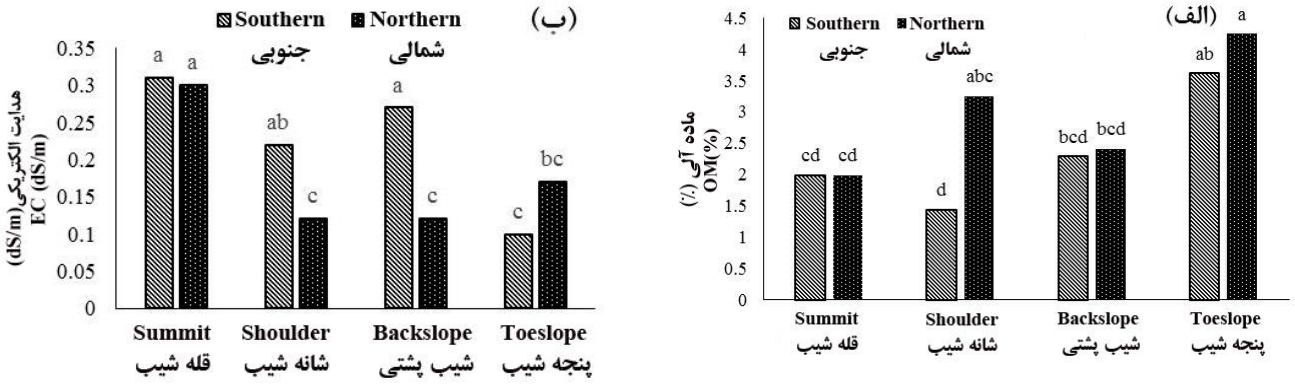
طبق نتایج حاصل بیشترین مقدار فسفر (۷/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و ازت (۰/۳ درصد) مربوط به موقعیت پنجه شیب و کم‌ترین مقدار فسفر و ازت به ترتیب ۴/۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۰/۱۷ درصد مربوط به شانه شیب می‌باشد (شکل۴- الف و ب)؛ همچنین بیشترین مقدار پتاسیم به میزان ۷۳/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در موقعیت قله شیب و

1- Wilding *et al.*

2- Gregorich *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۳) مقایسه میانگین اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر ماده‌آلی (الف) و هدایت الکتریکی (ب)

(میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند)

Figure (3) Mean comparison of interaction of slope position and aspect on (a), organic matter and (b), EC

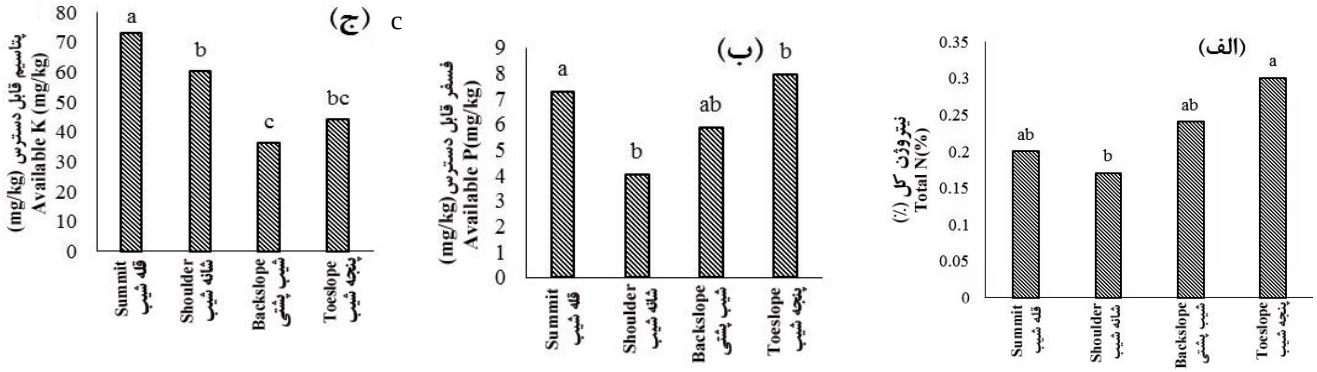
کمترین مقدار آن به میزان ۳۶/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در شیب پشتی مشاهده شد (شکل۴- ج). میزان فسفر و ازت با حرکت از شانه شیب به سمت پنجه شیب افزایش یافته است. احتمالاً تحدب شیب، حرکت و آبشویی املاح در موقعیت شانه شیب، دلیل کم بودن مقدار عناصر در این موقعیت می‌باشد. از آنجایی که بخش عمده فسفر خاک با جزء رس همراه است، انتقال ذرات رس به موقعیت‌های پایین شیب باعث افزایش مقدار فسفر در این موقعیت و کاهش مقدار آن در موقعیت‌های بالایی شیب شده است (۳۱). همچنین بالا بودن مقدار ماده آلی در موقعیت پایین شیب که در اثر تجزیه آن عناصری نظیر گوگرد، ازت و فسفر آزاد می‌شود، بالا بودن فسفر در این موقعیت را به خوبی توجیه می‌کند (۱۹).

با شروع فرآیندهای فرسایشی و در نتیجه آبشویی بیشتر، مقدار ازت به عنوان عنصری پرتحرک کاهش می‌یابد. نتایج بررسی ازت خاک با نتایج بررسی تسو و همکاران[1] (۵۶) نیز مطابقت دارد. افزایش میزان نیتروژن کل در پایین شیب می‌تواند به الگوی حمل رسوبات مرتبط باشد و کربن آلی خاک و نیتروژن کل به وسیله عوامل مشابه کنترل می‌شوند (۵۷). همچنین یکی از راه‌های اصلی هدررفت فسفر خاک، فسفر حل شده در رواناب سطحی است که می‌تواند علت افزایش فسفر قابل دسترس در طول دامنه باشد (۵۷). دلیل دیگر افزایش میزان فسفر در طول دامنه، عامل شیب است که در انتقال و تجمع املاح و بالاتر بودن این عنصر در پایین شیب نقش مؤثری داشته است، زیرا شیب‌های تندتر ایجاد رواناب بیشتری می‌کنند و در جابه جایی بیش‌تر مواد سطحی خاک و حرکت توده‌های خاک به پایین شیب تأثیر گذارند (۶۰). عوامل مختلفی بر قابلیت استفاده پتاسیم تأثیر می‌گذارند از جمله این عوامل می‌توان به اندازه ذرات خاک، نوع کانی‌های تشکیل دهنده خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت بافری خاک، رطوبت، دمای‌خاک و **pH** اشاره کرد (۵۷). حسامی (۲۰) در بررسی ترکیب کانی‌شناسی خاک‌های منطقه لاهیجان، حضور مقادیر زیاد کانی‌های تثبیت‌کننده پتاسیم (ورمیکولایت) در موقعیت قله شیب را دلیل جلوگیری از آبشویی پتاسیم در طول دامنه بیان کرد. این موضوع می تواند دلیل احتمالی وجود مقادیر بیشتر پتاسیم در موقعیت قله شیب نسبت به سایر موقعیت‌ها باشد. در موقعیت شانه شیب با شروع فرایندهای فرسایشی از مقدار کانی‌های آزادکننده پتاسیم کاسته شده و مقدار پتاسیم خاک کمتر است.

1- Tsui *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (٤) مقایسه میانگین اثر موقعیت شیب بر نیتروژن کل (الف)، فسفرقابل دسترس (ب) و پتاسیم قابل دسترس (ج)

(میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند)

Figure (4) Mean comparison of effects of slope position on (a), total N (b), available P and (c) available K

عملکرد و ویژگی‌های کیفی چای

نتایج مربوط به تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار عملکرد برگ سبز چای در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثر جهت شیب در سطح پنج درصد و اثر موقعیت شیب و اثر متقابل جهت و موقعیت شیب در سطح یک درصد بر عملکرد برگ سبز چای معنی‌دار شد. بیش‌ترین مقدار عملکرد با میزان۳۱۱۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به شیب شمالی- پنجه شیب و کم‌ترین مقدار آن با میزان ۱۷۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به شیب جنوبی- شانه شیب می‌باشد (شکل ۵). به طور کلی جهت شمالی تمام موقعیت‌های شیب، دارای عملکرد بیشتری نسبت به جهت جنوبی هستند. خاک شیب شمالی، درصد ماده آلی و رطوبت بیشتری نسبت به شیب جنوبی دارد و کیفیت بهتر خاک باعث افزایش عملکرد برگ سبز چای شیب شمالی نسبت به شیب جنوبی شده است. همچنین موقعیت پنجه شیب با درصد ماده آلی، ازت، فسفر و عمق خاک بیشتر نسبت به سایر موقعیت‌ها، شرایط مساعدتری برای تولید را فراهم آورده است. شرایط خاک مناسب برای رشد چای شامل زهکشی مناسب، خاک عمیق و مقادیر بیش از ۲ درصد ماده آلی می‌باشد و برای تولید اقتصادی چای علاوه بر شرایط مذکور، شیب زمین و وجود سنگریزه در خاک حائز اهمیت هستند. در شرایط بدون محدودیت خاک و با مدیریت بهینه، عملکرد چای در ارتفاعات کم بیشتر از مناطق مرتفع می‌باشد (۱۸). کار[1] (۳) گزارش کرد که آب و نیتروژن از پارامترهای مهم در تولید برگ و شاخساره‌های چای به عنوان عملکرد هستند. دوتا و همکاران[2] (۱۰) عوامل مؤثر بر عملکرد چای را در فواصل زمانی پنج تا ده سال در شمال‌شرق هند مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که عملکرد چای با میزان بارندگی، کربن آلی و نیتروژن خاک همبستگی مثبت و با سن بوته‌ها همبستگی منفی دارد. نتایج پژوهش دو و لی[3] (۹) نشان داد که ضخامت سولوم خاک، **pH** خاک با مقادیر ۴ تا ۵/۵ و کربن آلی بیش از ۲ درصد، از مهمترین عوامل خاکی برای دستیابی به عملکرد بهینه چای در ویتنام می‌باشند. نتایج تحقیق پینگ و همکاران[4] (۴۲) حاکی از آن است که مقادیر کم فسفر قابل دسترس خاک سطحی می‌تواند کاهش عملکرد چای را به همراه داشته باشد. نتایج تجزیه واریانس اثرات مورد مطالعه (جهت و موقعیت شیب) بر ویژگی‌های کیفی چای نشان داد که اثر جهت شیب تنها بر درصد شفافیت در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر درصد شفافیت و تئاروبیجین در سطح

1- Carr
2- Dutta *et al.*
3- Do and Le
4- Ping *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

پنج درصد و برای درصد رنگ کل و تئافلاوین در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول۳).

مقایسه میانگین مقدار تئافلاوین و تئاروبیجین در موقعیت‌های مختلف شیب در هر دو جهت شیب نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار تئافلاوین به ترتیب در موقعیت پنجه شیب شمالی (۰/۵۶ درصد) و شانه شیب شمالی (۰/۳۴درصد) و بیشترین و کمترین مقدار تئاروبیجین به ترتیب در موقعیت‌پنجه شیب شمالی (۱۰ درصد) و شانه شیب جنوبی (۶/۱ درصد) مشاهده شد (شکل۶- الف و ب). محتوای پلی‌فنل کل چای سیاه شامل دو بخش تئافلاوین و تئاروبیجین است که به طور چشمگیری بر کیفیت چای سیاه اثرگذار است (۵۴ و ۶۱). بنابراین محتوای تئافلاوین وتئاروبیجین چای سیاه را در اغلب موارد به عنوان یک شاخص مفید و قابل اندازه‌گیری جهت تعیین کیفیت چای بکار می‌برند. به این ترتیب چای سیاه موجود در موقعیت پنجه شیب دامنه شمالی کیفیت بهتری نسبت به سایر موقعیت‌ها دارد. موقعیت پنجه شیب با درصد ماده آلی، ازت و فسفر خاک بیشتر و همچنین ضخامت بیشتر خاک از کیفیت بهتر خاک برخوردار بوده و باعث افزایش کیفیت چای شده است. تغییرات مقدار تئافلاوین و تئاروبیجین چای سیاه می تواند مربوط به عواملی از قبیل کلون چای، شرایط محیطی و ویژگی‌های خاک باشد (۲). مودآو و همکاران[1] (۳۲) بیان کردند که مصرف کودهای ازت، فسفر و پتاس به مقدار قابل توجهی محتوای پلی فنل کل چای را افزایش می‌دهد. همچنین بالا بودن ازت خاک باعث افزایش سرعت نیتریفیکاسیون شده و آمونیوم مورد نیاز گیاه چای را فراهم می‌کند (۱۶). اوه و همکاران[2] (۳۶) گزارش کردند که در میان مواد مغذی، ازت نقش مهم‌تری در بهبود عملکرد و کیفیت چای دارد. تئافلاوین و تئاروبیجین از انواع کاتچین و از ترکیبات پلی فنلی مهم در چای هستند که اکسیژن و هیدروکسیل از مهم‌ترین پیش‌سازهای آن‌ها می‌باشد. بنابراین اهمیت نقش مواد آلی به علت فراهم کردن این ساختارها مشخص می‌شود. بیشترین مقدار شفافیت و رنگ چای مربوط به موقعیت شیب شمالی- پنجه شیب می‌باشد (شکل ۶-ج و د). نتایج پژوهش انصاری و همکاران[3] (۲۲) نشان داد که بین مقدار تئافلاوین، شفافیت و رنگ‌کل همبستگی مثبت وجود دارد. در اغلب مطالعات مقدار شفافیت چای به مقدار تئافلاوین نسبت داده می‌شود (۴۰). کوتاوا آراچیچی و همکاران[4] (۲۶) وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مقدار پلی فنل‌ها و مقدار شفافیت را در چای اثبات کردند. نتایج مطالعات نیابوندی و همکاران[5] (۳۴) نشان داد که رنگ کل اغلب با مقدار تئاروبیجین و شفافیت با مقدار تئافلاوین ارتباط دارد. بنابراین شفافیت و رنگ بیشتر چای در موقعیت پنجه شیب، می‌تواند مربوط به مقادیر بیشتر تئافلاوین و تئاروبیجین در این موقعیت شیب باشد که نتایج جدول همبستگی (جدول ۴) نیز این موضوع را تایید می‌کند. همچنین با توجه به مقادیر بیشتر ماده آلی خاک در موقعیت پنجه شیب- شیب شمالی و وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین درصد شفافیت و تئاروبیجین با ماده آلی خاک (جدول ۴) مقادیر بیشتر شفافیت و تئاروبیجین چای در این موقعیت شیب قابل توجیه است.

1- Mudau *et al.*
2- Oh *et al.*
3- Ansari *et al.*
4- Kottawa-Arachchi *et al.*
5- Nyabundi *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۳) تجزیه واریانس کیفیت و عملکرد گیاه چای در جهت و موقعیت‌های مختلف شیب

Table (3) Analysis of variance of tea yield and quality on different slope positions and aspects

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات Mean Square				
		تئاروبیجین Thearubigin	تئافلاوین Theaflavin	شفافیت Brightness	رنگ کل Total color	عملکرد چای Tea yield kg ha^{-1}
		(٪)				
جهت شیب Slope aspect	1	0.68 ^{ns}	0.012^{ns}	289.44**	0.0019 ^{ns}	624403*
موقعیت شیب Slope position	3	2.67^{ns}	0.005 ^{ns}	7.92 ^{ns}	0.009 ^{ns}	85497**
جهت شیب × موقعیت شیب Slope aspect × Slope position	3	2.04*	0.038**	97.39*	0.03**	194411**
ضریب تغییرات (CV) (٪)		15.11	12.79	28.75	10.39	11.72

**,*,^{ns} به ترتیب بیانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، اثر معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.

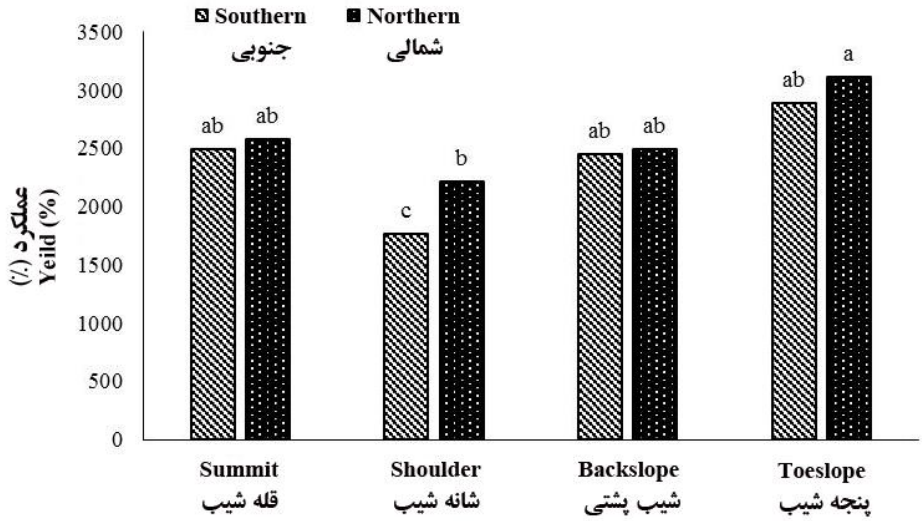
*, ** and ns, significant at *p values* 0.05 and 0.01 and non significant, respectively.

نتایج ضریب همبستگی پیرسون (جدول ۴) نشان می‌دهد که ازت و ماده آلی خاک دو پارامتر مهم و مؤثر در عملکرد و کیفیت چای به حساب می آیند؛ به طوریکه از بین ویژگی‌های خاکی مورد بررسی ماده آلی با عملکرد، تئاروبیجین و شفافیت همبستگی مثبت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان می‌دهد. همچنین بین ازت کل خاک با عملکرد، تئافلاوین و رنگ، همبستگی مثبت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. آب و کود نیتروژنی مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی در تولید برگ‌ها و شاخساره‌های چای هستند و در تعیین میزان کیفیت آن نقش مهمی بر عهده دارند (۳). از عوامل اصلی کمبود نیتروژن در خاک اراضی چای کاری می توان برداشت متوالی برگ و شاخساره های چای انجام هرس‌های مختلف و تلفات زیاد این عنصر به علت تصعید و آبشویی یون نیترات در اثر بارندگی و آبیاری را نام برد (۳ و ۵۱). بین تئافلاوین و تئاروبیجین همبستگی مثبت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. این همبستگی احتمالا به علت وجود پیش‌سازهای مشترک شیمیایی (پلی‌فنل) برای تولید این دو ماده و همچنین تبدیل تئافلاوین به تئاروبیجین به عنوان یکی از راه‌های تولید تئاروبیجین می‌باشد. اوباندا و همکاران[1] (۳۵) و اور و همکاران[2] (۳۹) همبستگی بین تئافلاوین و تئاروبیجین را در مطالعات خود گزارش کردند. درصد رنگ چای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با مقدار تئافلاوین (۰/۸۳) و در سطح احتمال ۵ درصد با تئاروبیجین (۰/۳۹) نشان داد. سوجیت-کومار و همکاران[3] (۲۸) گزارش کردند که مقدار تئاروبیجین در چای همیشه بیشتر از تئافلاوین بوده، اما سهم تئافلاوین‌ها در مقدار ایجاد رنگ چای قابل توجه است که با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد. بین شفافیت و تئافلاوین همبستگی مثبت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد که می‌تواند مربوط به اثر تئافلاوین و مشتقات آن در ایجاد شفافیت باشد (۲۲). اوباندا و همکاران (۳۵) همبستگی مثبت و معنی‌دار بین مقدار تئافلاوین با مقدار شفافیت و درصد رنگ، همبستگی منفی و معنی‌دار بین مقدار تئاروبیجین و شفافیت را در گیاه چای گزارش کردند. در مطالعه اور و همکاران (۴۰) ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار بین شفافیت و مقدار تئاروبیجین و رابطه مثبت و معنی‌دار بین مقدار شفافیت و رنگ با مقدار تئافلاوین مشاهده شد. در پژوهش حاضر نیز همبستگی بین شفافیت و مقدار تئاروبیجین منفی به دست آمد که معنی‌دار نشد.

1- Obanda *et al*.
2- Owuor *et al*.
3- Kumar *et al*.

www.SID.ir

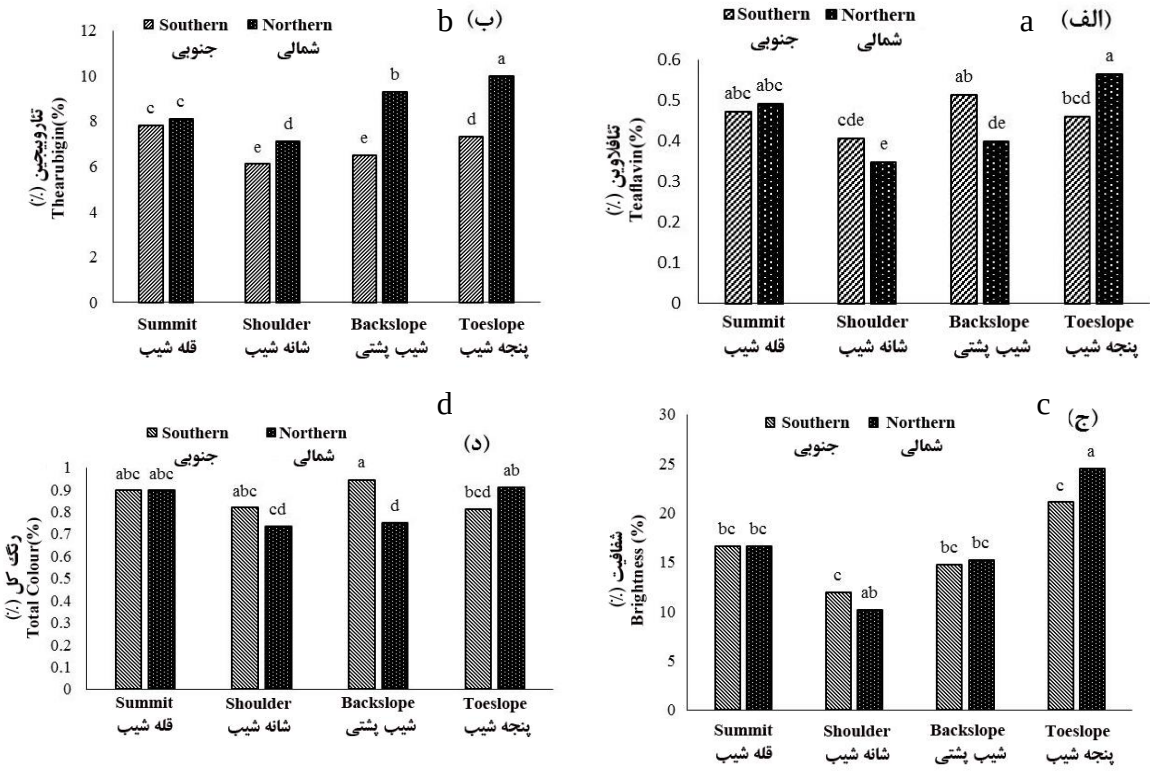
Archive of SID



شکل (۵) مقایسه میانگین اثر متقابل جهت و موقعیت شیب بر عملکرد چای

(میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند)

Figure (5) Mean comparison of interaction of slope position and aspect on tea yield



شکل (٦) مقایسه میانگین اثر جهت و موقعیت‌های مختلف شیب بر (الف)، درصد تئافلاوین (ب)، تئاروبیجین (ج)، شفافیت و (د)، رنگ کل (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی می‌باشند)

Figure (6) Mean comparison of interaction of slope position and aspect on (a), Theaflavin (b), Thearubigin (c), brightness and (d), total color

www.SID.ir

جدول (٤) همبستگی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک با مقدار عملکرد و کیفیت چای

Table (4) Correlation coefficients of soil chemical and physical properties and tea yield and quality

Brightness	Total color	Theaflavin	Thearubigin	Yield	Sp	ρb	Sand	Clay	N	P	K	OM	EC	pH	
				1	0.12	0.05	0.12	-0.01	0.4*	0.42*	0.22	0.38*	0	0.256	عملکرد Yield
			1	0.19	-0.17	-0.08	0.11	-0.18	0.15	0.005	0.22	0.35*	0.07	0.288	تئاروبیجین Thearubigin
		1	0.42*	0.53**	-0.04	0.021	-0.12	0.24	0.39*	0.29	0.36*	0.09	0.25	0.166	تئافلاوین Theaflavin
	1	0.83**	0.39*	0.3	0.06	0.017	-0.31	0.26	0.41*	0.18	0.29	-0.09	0.27	0.163	رنگ کل Total color
1	-0.11	0.41*	-0.08	0.34	-0.38*	-0.025	0.33	-0.12	-0.11	0.27	0.068	0.37*	-0.033	-0.09	شفافیت Brightness

pH: واکنش خاک، EC: هدایت الکتریکی، OM: ماده آلی، K: پتاسیم قابل استفاده، P: فسفر قابل استفاده، N: ازت کل، Sp: رطوبت اشباع، ρb: جرم مخصوص ظاهری

*,** به ترتیب معنی داری در سطح پنج درصد و یک درصد را نشان می دهد.

*, ** and ns are statistical significant at p values 0.05 and 0.01 .

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه مورد مطالعه برای کشت چای با استفاده از دو روش محدودیت ساده و ریشه دوم در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که منطقه مطالعاتی دارای تناسب بحرانی (S3) و نامناسب (N1 و N2) برای کشت چای می‌باشد. در روش پارامتریک، عواملی از قبیل تعدد محدودیت‌ها و طبیعت روش (ضرب درجات در یکدیگر) باعث می‌شوند که اثرات متقابل بین خصوصیات بیشتر از حد معمول خود را نشان داده و کلاس تناسب اراضی در مقایسه با روش محدودیت ساده کاهش یابد (۲۵). مهمترین عامل محدود کننده، شرایط اقلیمی به ویژه حداقل درجه حرارت سردترین ماه برای کشت چای در منطقه می‌باشد. عامل محدود کننده دیگر مربوط به شرایط توپوگرافی (شیب) می باشد که در موقعیت شانه شیب و شیب پشتی، پایین‌ترین کلاس تناسب را موجب شده است. نتایج ارزیابی کیفی تناسب نشان داد که موقعیت پنجه شیب و شانه شیب به ترتیب از کلاس تناسب بالاتر و پایین‌تری نسبت به سایر موقعیتهای شیب برای تولیدچای برخوردار هستند که با نتایج حاصل از شکل ۵ مبنی بر اینکه موقعیت پنجه شیب با درصد ماده آلی، ازت، فسفر و عمق خاک بیشتر نسبت به سایر موقعیت‌ها، شرایط مساعدتری برای تولید را فراهم آورده است، همخوانی دارد.

جدول (۵) ارزیابی کیفی تناسب اراضی در موقعیت و جهت‌های مختلف شیب

Table (5) Qualitative land suitability evaluation in different slope positions and aspects

موقعیت پروفیل Profile position	زیرکلاس Subclass	
	محدودیت ساده Simple limitation approach	پارامتریک Parametric approach
شمالی- قله شیب Northern- Summit	S3cs	N1s
شمالی- شانه شیب Northern- Shoulder	S3ct	N2t
شمالی- شیب پشتی Northern- Backslope	S3ctf	N1t
شمالی- پنجه شیب Northern- Toeslope	S3c	S3c
جنوبی- قله شیب Southern - Summit	S3csf	N1s
جنوبی- شانه شیب Southern - Shoulder	N1t	N2t
جنوبی- شیب پشتی Southern - Backslope	S3ct	N1t
جنوبی- پنجه شیب Southern - Toeslope	S3cf	S3c

حروف c، t، s و f به ترتیب بیانگر محدودیت اقلیم، توپوگرافی، ویژگی فیزیکی وحاصلخیزی خاک می‌باشند.

Letrrers c, t, s, and f represent the limitation of climate, topography, physical and fertility characteristics of soil, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

به طورکلی توپوگرافی با تأثیر بر نحوه توزیع بارندگی، بر مقدار ایجاد رواناب سطحی تأثیر گذاشته و با ایجاد تغییر درشرایط رطوبتی خاک، شدت جابه جایی مواد را در موقعیت‌های متفاوت شیب تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهند که موقعیت پنجه شیب دامنه شمالی به دلیل کیفیت خاک بالاتر، شرایط مساعدتری برای تولید را فراهم آورده و افزایش عملکرد و کیفیت چای را به همراه داشته است. در این میان ازت و ماده آلی خاک دو پارامتر مهم و مؤثر بر عملکرد و کیفیت چای در منطقه مورد مطالعه می باشند. مهمترین عامل محدود کننده، شرایط اقلیمی به ویژه حداقل درجه حرارت سردترین ماه برای کشت چای در منطقه می‌باشد. عامل محدود کننده دیگر مربوط به شرایط توپوگرافی (شیب) می باشد که در موقعیت شانه شیب و شیب پشتی، پایین‌ترین کلاس تناسب را موجب شده است. اطلاعات به دست آمده از این پژوهش لزوم در نظر گرفتن خصوصیات فیزیولوژیکی واریته های خاص و همچنین وضعیت رطوبت و عناصر غذایی خاک در جدول نیازهای رویشی چای را جهت مطالعه ارزیابی تناسب اراضی نشان می‌دهد.

منابع

1. Blake, G.R., and Hartge, K.H., 1986. Particle Density 1. Methods of soil analysis: Part 1—Physical and mineralogical methods, American Soc. of Agronomy Inc. Madison, USA.

2. Bhuyan, L.P., Borah, P., Sabhapondit, S., Gogoi, R., and Bhattacharyya, P. 2015. Spatial variability of theaflavins and thearubigins fractions and their impact on black tea quality. Journal of Food Science and Technology, 52 (12): 7984-7993.

3. Carr, M.K.V. 2010a. The role of water in the growth of the tea (*Camellia sinensis*) crop: a synthesis of research in Eastern Africa. 1. Water relations. Experimental Agriculture, 46 (3):327-349.

4. Carr, M.K.V. 2010b. The role of water in the growth of the tea (*Camellia sinensis*) crop: a synthesis of research in eastern Africa. 2. Water productivity. Experimental Agriculture, 46 (3): 351-379.

5. Casanova, M., Messing, I., and Joel, A. 2000. Influence of aspect and slope gradient on hydraulic conductivity measured by tension infiltrometer. Hydrological Processes, 14 (1): 155-164.

6. Ceddia, M.B., Vieira, S.R., Villela, A.L.O., Mota, L.D.S., Anjos, L.H.C.D. and Carvalho, D.F.D. 2009. Topography and spatial variability of soil physical properties. Scientia Agricola, 66 (3): 338-352.

7. Chaplot, V., Bernoux, M., Walter, C., Curmi, P. and Herpin, U. 2001. Soil carbon storage prediction in temperate hydromorphic soils using a morphologic index and digital elevation model. Soil Science, 166 (1): 48-60.

8. Das, S.K., and Tewari, V.K. 2004. Changes in tea shoots and made tea due to or during withering: A review. Journal of Food Science and Technology-Mysore, 41 (3): 235-239.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Do., N.Q. and Le, T.K. 2000. Tea: Production-Processing-Marketing, Agricultural Publishing House, Hanoi, 53-129.

10. Dutta, R., Stein, A., Smaling, E.M.A., Bhagat, R.M., and Hazarika, M. 2010. Effects of plant age and environmental and management factors on tea yield in Northeast India. Agronomy Journal, 102 (94): 1290-1301.

11. Egli, D.B., and Bruening, W.P. 2006. Fruit development and reproductive survival in soybean: position and age effects. Field Crops Research, 98 (2-3): 195-202.

12. Gee, G.W. and Bouder, J.W. 1986. Particle size analysis. Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy Ser. No. 9. American Soc. of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA.

13. Geroy, I.J., Gribb, M.M., Marshall, H.P., Chandler, D.G., Benner, S.G., and McNamara, J.P. 2011. Aspect influences on soil water retention and storage. Hydrological Processes, 25 (25): 3836-3842.

14. Gilbert, J.A., Meyer, F., Jansson, J., Gordon, J., Pace, N., Tiedje, J., Ley, R., Fierer, N., Field, D., Kyrpides, N., and Glöckner, F.O. 2010. The Earth Microbiome Project: meeting report of the "1 st EMP meeting on sample selection and acquisition" at Argonne National Laboratory October 6 th 2010. Standards in Genomic Sciences, 3 (3):. 249.

15. Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M., and Ellert, B. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian Journal of Soil Science, 74 (4): 367-385.

16. Guo, J.H., Liu, X.J., Zhang, Y., Shen, J.L., Han, W.X., Zhang, W.F., Christie, P., Goulding, K.W.T., Vitousek, P.M., and Zhang, F.S. 2010. Significant acidification in major Chinese croplands. Science, 327 (5968): 1008-1010.

17. Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., and Nihlgård, B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. Forest Ecology and Management, 195 (3): 373-384.

18. Hajiboland, R. 2017. Environmental and nutritional requirements for tea cultivation. Folia Horticulturae, 29 (2): 199-220.

19. Halajnia, A., Haghnia, G.H., Fotovat, A.M.I.R., and Khorasani, R. 2007. Effect of organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. Journal of Water and Soil Science, 10 (4): 121-133. (In Persian)

20. Hesami, R. 2005. Study of leaching, material transfer and soil evolution in some forest soils of Lahijan area. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Guilan. (In Persian)

21. Hill, P. A. 1988. Tonsteins of Hat Creek, British Columbia: a preliminary study. International Journal of Coal Geology, 10 (2): 155-175.

22. Hojat Ansari, R., Hasanpour Asil, M., Hatamzadeh, A., Rabiei, B., and Roofigari

www.SID.ir

Archive of SID

Haghighat, S. 2008. Variations in theaflavin and thearubigin during fermentation time and their effects on brightness and total color in black tea. Journal of Water and Soil Science, 12 (43): 47-55. (In Persian)

23. Iori, P., Da Silva, R.B., Ajayi, A.E., De, F.A., Silva, M., Souza, M., Junior, D., and De Souza, Z.M. 2014. What drives decline productivity in ageing tea plantation-soil physical properties or soil nutrient status?. Agricultural Science, 2 (1): 22-36.

24. Jiang, P. and Thelen, K.D. 2004. Effect of soil and topographic properties on crop yield in a north-central corn–soybean cropping system. Agronomy Journal, 96 (1): 252-258.

25. Khormali, F., Ayoubi, Sh., Kananro Foomani, F., Fatemi, A., and Hemmati, Kh. 2007. Tea yield and soil properties as affected by slope position and aspect in Lahijan area, Iran. International Journal of Plant Production, 1 (1): 99-111.

26. Kottawa-Arachchi, J.D., Gunasekare, M.T.K., Ranatunga, M.A.B., Jayasinghe, L., and Karunagoda, R.P., 2011. Analysis of selected biochemical constituents in black tea (*Camellia sinensis*) for Predicting the quality of tea germplasm in Sri Lanka. Tropical Agricultural Research, 23: 30-41.

27. Kravchenko, A.N., Robertson, G.P., Thelen, K.D., and Harwood, R.R. 2005. Management, topographical, and weather effects on spatial variability of crop grain yields. Agronomy Journal, 97 (2): 514-523.

28. Kumar, R.S., and Sujith, S. 2011. In vitro mosquito larvicidal activity of marine algae against the human vectors, *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera: Culicidae). International Journal of Zoological Research, 7 (3): 272-278.

29. Mahanta, P.K., and Baruah, S. 1992. Changes in pigments and phenolics and their relationship with black tea quality. Journal of the Science of Food and Agriculture, 59 (1): 21-26.

30. Maleki, S., Khormali, F., Kiani, F., and Karimi, A.R. 2013. Effect of slope position and aspect on some physical and chemical soil characteristics in a loess hillslope of Toshan area, Golestan Province, Iran. Journal of Water and Soil Conservation, 20 (3): 93-112. (In Persian)

31. Mohajeri, P., Alamdari, P., and Golchin, A. 2016. Effect of slope positions on physicochemical properties of soils located on a toposequence in Deilaman area of Guilan Province. Journal of Water and Soil, 30 (1): 162-171. (In Persian)

32. Mudau, F.N., Soundy, P., and Du Toit, E.S. 2007. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition on total polyphenol content of bush tea (*Athrixia phylicoides L.*) leaves in shaded nursery environment. HortScience, 42 (2): 334-338.

33. Nelson, D.W., and Sommers, L. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Soc. of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA.

www.SID.ir

Archive of SID

34. Nyabundi, K.W., Wanyoko, J.K., and Boiwa, M.C. 2016. Effects of compost manure on tea yields, black tea quality and soil health. Tea, 37 (1/2): 88-94.

35. Obanda, M., Owuor, P.O. and Mang'oka, R. 2001. Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperature. Food Chemistry, 75 (4): 395-404.

36. Oh, K., Kato, T., Zhong-Pei, L., and Fa-Yun, L. 2006. Environmental problems from tea cultivation in Japan and a control measure using calcium cyanamide. Pedosphere, 16 (6): 770-777.

37. Ollinger, S.V., Smith, M.L., Martin, M.E., Hallett, R.A., Goodale, C.L., and Aber, J.D. 2002. Regional variation in foliar chemistry and N cycling among forests of diverse history and composition. Ecology, 83 (2): 339-355.

38. Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. Methods of soil analyses, part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph, 9: 421-422.

39. Owuor, P.O., Kamau, D.M., Kamunya, S.M., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Okal, A.W., and Kwach, B.O. 2011. Effects of genotype, environment and management on yields and quality of black tea. In Genetics, Biofuels and Local Farming Systems. 277-307. Springer, Dordrecht.

40. Owuor, P.O., Obanda, M., Nyirenda, H.E., Mphangwe, N.I., Wright, L.P., and Apostolides, Z. 2006. The relationship between some chemical parameters and sensory evaluations for plain black tea (*Camellia sinensis*) produced in Kenya and comparison with similar teas from Malawi and South Africa. Food Chemistry, 97 (4): 644-653.

41. Pajand, m.j., Emami, h., and Astaraee, A. 2016. Relationship between Topography and some soil properties. Journal of Water and Soil. 26 (6): 1699-1710. (In Persian)

42. Ping, X., Liyun, Y., Moucheng, L., and Fei, P. 2014. Soil Characteristics and Nutrients in Different Tea Garden Types in Fujian Province, China. Journal of Resources and Ecology, 5 (4): 356-364.

43. Rezaei, H., Jafarzadeh, A.A., Alijanpour, A., Shahbazi, F., and Kamran, K.V. 2015. Effect of slope position on soil properties and types along an elevation gradient of Arasbaran forest, Iran. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 5 (6): 449-456.

44. Rezaei, S.A., and Gilkes, R.J. 2005. The effects of landscape attributes and plant community on soil chemical properties in rangelands. Geoderma, 125 (1-2): 167-176.

45. Salehi, M. H., Jazini, F., and Mohammadkhani, A. 2008. The Effect of topography on soil properties with a focus on yield and quality of almond in the Saman area, Shahrekord. Agricultural Research, 8 (2): 79-92. (In Persian)

46. Sariyildiz, T., Anderson, J.M., and Kucuk, M. 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. Soil Biology and Biochemistry, 37 (9): 1695-1706.

www.SID.ir

Archive of SID

47. SAS, I. 2013. Base SAS 9.4 procedures guide: statistical procedures. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.

48. Scharbert, S., Jezussek, M. and Hofmann, T. 2004. Evaluation of the taste contribution of theaflavins in black tea infusions using the taste activity concept. European Food Research and Technology, 218 (5): 442-447.

49. Sharma, N., Singh, N.K., and Bhadwal, M.S. 2011. Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 24 (3): 429-438.

50. Smith, T.J. 2010. Using soil moisture trends across topographic gradients to examine controls on semi-arid ecosystem dynamics. Thesis, Boise State University.

51. Stephens, W., and Carr, M.K.V. 1994. Responses of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer. IV. Shoot population density, size and mass. Experimental Agriculture, 30 (2): 189-205.

52. Sumner, M.E., and Miller, W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. Methods of soil analysis part 3-chemical methods, American Society of Agronomy. Inc., Madison, WI, USA, pp:1201-1229.

53. Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., and Beernaert, F., 1993. Land Evaluation part III, crop requirements. Agricultural publication, 7.

54. Tanaka, T. 2002. Production of black tea pigments theaflavins, from green tea by treatment with various fruits International conference on tea culture and science. Shizuoka, Japan. 83-91.

55. Thomas, G.W., 1982. Exchangeable cations. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy. Inc., Madison, WI, USA, pp:159-165.

56. Tsui, C.C., Chen, Z.S., and Hsieh, C.F. 2004. Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. Geoderma, 123 (1-2): 131-142.

57. Wang, H., Xu, R. K., Wang, N., and Li, X. H. 2010. Soil acidification of Alfisols as influenced by tea cultivation in eastern China. Pedosphere, 20 (6):799–806.

58. Wilding, L.P., Smeck, N.E., and Hall G.F. 1983. Pedogenesis and Soil Taxonomy, Part II: Soil Orders, Elsevier, New York, USA, 235-282.

59. Wilson, J.P., and Gallant, J.C. eds. 2000. Terrain analysis: principles and applications. John Wiley and Sons.

60. Yaghmaeian Mahabadi, N., Khosroabadi, M., and Asadi , H. 2017. Effect of forest clearing and topography on some soil physicochemical properties effective on soil quality in Saravan region, Guilan. Iranian Journal of Soil Research, 31 (2): 278-291. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

61. Yang, J., and Liu, R.H. 2013. The phenolic profiles and antioxidant activity in different types of tea. International Journal of Food Science and Technology, 48 (1): 163-171.

62. Yao, L.H., Jiang, Y.M., Caffin, N., D'arcy, B., Datta, N., Liu, X., Singanusong, R., and Xu, Y. 2006. Phenolic compounds in tea from Australian supermarkets. Food Chemistry, 96 (4): 614-620.

63. Yashin, A.Y., Nemzer, B.V., Combet, E., and Yashin, Y.I. 2015. Determination of the chemical composition of tea by chromatographic methods: a review. Journal of Food Research, 4 (3): 56-87.

64. Yimer, F., Ledin, S., and Abdelkadir, A. 2006. Soil property variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the south-eastern highlands of Ethiopia. Forest Ecology and Management, 232 (1): 90-99.

65. YuanJun, Z., and Mingan, S. 2008. Spatial distribution of surface rock fragmenton hill-slopes in a small catchment in wind-water erosion crisscross region of the loess Plateau. Science in China Series D: Earth Sciences, 51 (6):862-870.

www.SID.ir