نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و دوم، شماره سوم، ۱۳۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir

تأثیر موقعیت شیب بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری

***جعفر شریفی گرمدره[۱]، مهدی عاکف[۲]، محمدحسن صالحی[۳] و عبدالمحمد محنت‌کش[۴]**

[۱]دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه گیلان، [۳]دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد، [۴]استادیار گروه خاکشناسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۵

چکیده

سابقه و هدف: تنوع مکانی خصوصیات خاک تحت‌تأثیر برخی عوامل محیطی مهم مانند آب و هوا، توپوگرافی، مواد مادری و تخریب به واسطه فعالیت‌های بشری قرار دارد. توپوگرافی یکی از عوامل خاک‌ساز است که تأثیر مستقیم و غیر مستقیمی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، تشکیل و تکامل خاک دارد، از این‌رو به‌منظور بررسی تأثیر موقعیت شیب بر برخی خصوصیات خاک، این مطالعه در منطقه چلگرد استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در شیب غربی تپه، سه ترانسکت در نظر گرفته شد و در سه موقعیت شیب شامل رأس شیب، شیب پشتی و پای شیب، ۹ خاکرخ حفر و از خاکرخ آن‌ها نمونه‌های دست‌خورده برای آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی تهیه شد. به‌منظور شناسایی انواع کانی‌های رس، ۸ نمونه خاک از افق‌های خاکرخ‌های شاهد در نظر گرفته شد و طبق روش کیتریک و هوپ (14) آماده گردید و با دستگاه اشعه ایکس مورد شناسایی قرار گرفتند.

یافته‌ها: خاکرخ‌ها در طول سه ترانسکت تشریح و رده‌بندی شدند، به‌طوری‌که خاکرخ‌ها در قسمت رأس و شیب پشتی در رده اینسپتی‌سول و خاکرخ‌های قرار گرفته در قسمت پای شیب در رده ورتی‌سول قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده، معنی‌دار بودن تفاوت درصد رس، ماده آلی و شن را در موقعیت‌های مختلف شیب نشان داد. بیش‌ترین مقدار رس و ماده آلی در پای شیب و حداکثر مقدار شن در شیب پشتی مشاهده شد. نتایج کانی‌شناسی، وجود کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، کائولینیت را در تمام خاکرخ‌ها نشان داد و کانی غالب در سه موقعیت شیب، با بیش از ۷۰٪، اسمکتیت بود. در نهایت از نظر کانی‌شناسی در نوع کانی‌ها تفاوت معنی‌داری بین موقعیت‌های مختلف شیب مشاهده نشد. ولی مقدار نسبی اسمکتیت به طرف پایین شیب افزایش کمی نشان داد.

نتیجه‌گیری: پستی و بلندی و موقعیت شیب فرآیندهای خاک‌سازی و هوادیدگی را تحت‌تأثیر قرار داده و تفاوت‌هایی در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی ایجاد کرده است. به‌طوری‌که فرسایش از قسمت‌های بالایی و وجود مرغزار در پای شیب موجب افزایش ماده آلی در پای شیب شده است. کربنات کلسیم زیاد و بارندگی به شکل برف موجب کاهش آبدوی شده و ذرات شن منتقل نشده و ذرات رس و ماده آلی منتقل شده‌اند. از طرف دیگر افزایش

* مسئول مکاتبه: jafar.sharifi.garmdare@gmail.com

مقدار نفوذ آب به خاک و فراهم شدن شرایط هوادیدگی موجب افزایش میزان رس در پای شیب شده است، به همین دلیل قسمت‌های پای شیب، خاک ریز بافت‌تری نسبت به قسمت رأس و شیب پشتی دارد. رس ریز که سهم اسمکتیت‌ها در آن زیاد است در لایه‌های سطحی به طرف پایین حرکت می‌کند، به همین خاطر مقدار نسبی اسمکتیت در قسمت سطحی پای شیب بیش‌تر است.

واژه‌های کلیدی: موقعیت شیب، تکامل خاک، کانی‌شناسی خاک، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

مقدمه

تنوع مکانی خصوصیات خاک تحت‌تأثیر برخی عوامل محیطی مهم مانند آب و هوا، توپوگرافی، مواد مادری و تخریب به واسطه فعالیت‌های بشری قرار دارد (6, 20). در این رابطه پستی و بلندی و شیب یکی از مهم‌ترین عوامل در تشکیل و تکامل خاک می‌باشد. تسیو و همکاران (2004) بیان کردند که موقعیت و جهت شیب می‌تواند حرکت آب و مواد را در طول شیب یک تپه کنترل و در تفاوت‌های مکانی خصوصیات خاک نقش داشته باشد (33).

مولین و همکاران (1994) بیان کردند فرسایش بر توزیع مکانی خصوصیات خاک اثر می‌گذارد. در اثر فرسایش، میزان شن در قسمت‌های بالاتر زیاد شده و غلظت کربنات‌ها در موقعیت‌های پایین‌تر شیب افزایش می‌یابد (18). برخی پژوهشگران بر این عقیده‌اند که با حرکت از نقاط بالاتر به‌سمت نقاط با شیب کم‌تر، میزان رس خاک افزایش می‌یابد و دلیل این امر را افزایش مقدار نفوذ آب به خاک و فراهم شدن شرایط هوادیدگی و نیز افزایش مواد ریز در اثر فرسایش از مناطق بالادست و رسوب در مناطق پست می‌دانند (21, 28).

تأثیر کانی‌های رسی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی خاک، تهویه و غیره بسیار چشمگیر است. این تأثیر به نوع و میزان کانی‌ها بستگی دارد. در نتیجه شناسایی نوع کانی‌های رسی خاک اهمیت ویژه‌ای دارد. درک بهتری از جزئیات خصوصیات کانی‌های رسی در خاک و ارتباط این جزء خاک با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به پژوهشگران کمک می‌نماید تا در پیشگویی رفتار خاک در زمینه‌های کشاورزی و محیط زیست موفق‌تر باشند (23).

جعفری و همکاران (2008) در بررسی کانی‌شناسی خاک‌ها در چهار ردیف اراضی از مناطق خشک و نیمه‌خشک بیان کردند مقدار رس خاک‌ها به طرف پایین شیب افزایش یافته است. آن‌ها همچنین بیان کردند افزایش کلریت و اسمکتیت به طرف پایین شیب به‌دلیل ارث رسیدن از مواد مادری می‌باشد؛ البته این پژوهشگران در رابطه با افزایش اسمکتیت به طرف پایین شیب، علاوه بر عامل وراثت، تشکیل از محلول خاک را هم پیشنهاد دادند. در این حالت به‌دلیل افزایش غلظت عناصر و املاح، pH مناسب و همچنین خشک و مرطوب شدن متناوب در اثر آبیاری زمین‌های زراعی اسمکتیت ایجاد می‌شود (12).

اثرات زهکشی داخلی و عمق آب زیرزمینی بر مورفولوژی، پیدایش و هوادیدگی کانی‌های رسی به‌وسیله پژوهشگران زیادی مورد مطالعه قرار گرفته و بسیاری از پژوهشگران افزایش میزان اسمکتیت را در خاک های با زهکشی ضعیف نسبت به خاک‌های با زهکشی بهتر گزارش کرده‌اند (9, 10, 17). همچنین نبی‌اللهی و همکاران (2006) در بررسی تکامل خاک‌های مالی‌سولز تحت‌تأثیر شکل اراضی و عمق سفره آب زیرزمینی بیان نمودند که تفاوت بین مقدار

کانی‌ها با یکدیگر به‌دلیل شرایط زهکشی متفاوت خاک‌ها می‌باشد و این تفاوت از اختلاف در توپوگرافی و عمق آب زیرزمینی ناشی می‌شود (19).

امیری‌نژاد و باقرنژاد (1994) گزارش کردند اگرچه نوع کانی‌های رسی در طول ردیف پستی و بلندی منطقه کرمانشاه یکسان است، ولی تجزیه‌های نیمه‌کمی نشان می‌دهد که فراوانی نسبی آن‌ها تا حدودی با هم متفاوت است. به‌طوری‌که از بالا به‌سمت پایین شیب، به‌علت شرایط زهکشی و اثر سفره آب زیرزمینی، از مقدار ایلیت و کلریت کاسته شده و بر مقدار گروه کانی‌های اسمکتیت افزوده می‌شود (2).

قسمتی از خاک‌ها در منطقه کوهرنگ دارای فیزیوگرافی تپه و همچنین دارای درز و شکاف فراوان می‌باشد، اطلاعات در مورد ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی آن‌ها در ارتباط با مدیریت و بهره‌برداری صحیح از آن‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است. بر این اساس اهدف اصلی این پژوهش بررسی اثر موقعیت شیب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و تعیین رابطه آماری بین آن‌ها و همچنین کانی‌شناسی خاک است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه چلگرد از توابع شهرستان کوهرنگ استان چهارمحال و بختیاری که در سیستم UTM بین موقعیت ۳۵۹۰۵۳۸/۵۹ تا ۳۵۹۰۶۳۸/۵۵ متر شمالی و ٤٢٣٣٢٣/١٣ تا ٤٢٣٤٤٩/٨٣ متر شرقی قرار دارد انجام شد (شکل ۱). برای بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه از آمار هواشناسی ۲۳ ساله (۸۹-۱۳٦٦) ایستگاه هواشناسی کوهرنگ استفاده شد. حداقل دمای مطلق ۲٤/۷- درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق دما ۱٦/۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین دمای سالیانه ۹/٤ درجه سانتی‌گراد، بارندگی سالیانه ۱۳۹۸/٤ میلی‌متر و تعداد روزهای یخبندان ۱۲٤ روز می‌باشد.

مواد مادری اراضی مورد مطالعه مواد مارنی الیگومیوسن می‌باشد و کاربری این منطقه زراعی و در قسمت پای شیب مرتع می‌باشد. این پژوهش در مساحتی به طول تقریبی ۱۰۰ متر و عرض ٦٥ متر روی دامنه غربی انجام گرفت (شکل ۱) (3).

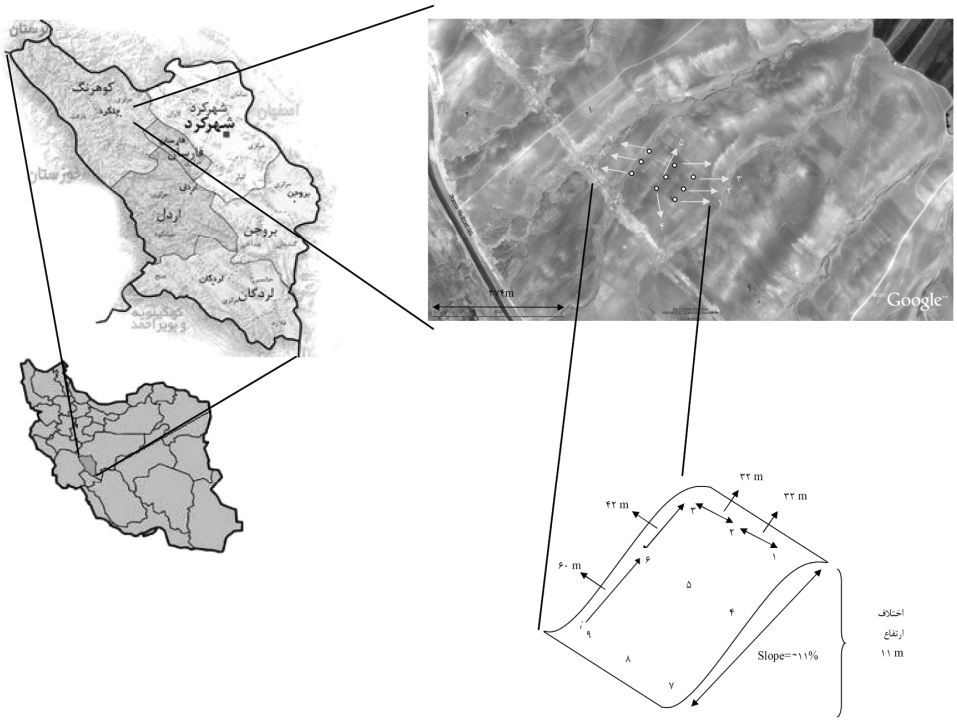
ترانسکت موازی با فاصله ۳۲ متر از یکدیگر به طول تقریبی ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. روی هر ترانسکت در سه موقعیت رأس شیب، برگردان شیب و پای شیب، سه خاکرخ و در مجموع ۹ خاکرخ حفر گردید و طبق دستورالعمل تشریح خاکرخ اداره حفاظت خاک وزارت کشاورزی آمریکا تشریح شدند (اسکانبرگر و همکاران، 2002)، پس از تشریح و طبقه‌بندی براساس کلید سیستم تاکسونومی (2010) و WRB (2006) و تعیین افق‌ها، نمونه‌های دست‌خورده برای آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی برداشته شد.

از سه ترانسکت، یکی به‌عنوان شاهد انتخاب و نمونه‌های دست‌خورده برای آزمایش‌های کانی‌شناسی انتخاب شد.

ماده آلی با استفاده از روش اکسایش تر (34)، بافت و درصد ذرات خاک به روش هیدرومتر، واکنش نمونه‌های خاک با دستگاه pH متر مدل ORION، هدایت الکتریکی محلول خاک با دستگاه هدایت‌سنج مدل METEROHM، ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه‌های خاک به روش استات آمونیوم یک نرمال در pH=۷ و اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن کربنات کلسیم با اسید کربنیک و عمل تیتراسیون اسید اضافی با سود اندازه‌گیری شد (23).

به‌منظور شناسایی انواع کانی‌های رس، ۸ نمونه خاک از افق‌های خاکرخ‌های شاهد در نظر گرفته شد و طبق روش کیتریک و هوپ (14) آماده گردید و با دستگاه اشعه ایکس بروکر مدل دی ۸ مورد شناسایی قرار گرفتند.

برای مطالعه نیمه‌کمی کانی‌ها از سطح زیر منحنی پیک‌های رده اول کانی‌های یافته شده در تیمار منیزیم- گلیسرول به‌عنوان شدت پیک‌ها استفاده شد (12) و شدت پیک‌های به‌دست آمده به‌عنوان معیاری برای نشان دادن مقدار تقریبی هر نوع رس به‌کار رفت. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد و داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند.

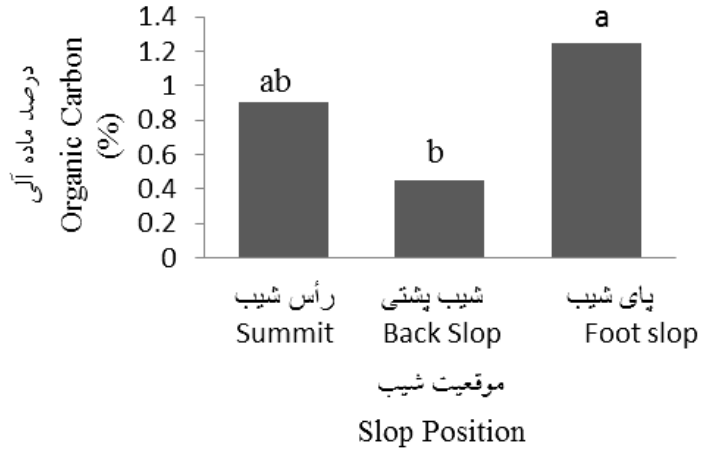


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Location of study area.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: نتایج بررسی‌های آزمایشگاهی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و مطالعات صحرایی مورفولوژیکی و طبقه‌بندی خاکرخ‌های شاهد مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس اثر موقعیت شیب بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ماده آلی، میزان کربنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، واکنش خاک، شوری‌خاک، درصد رس، سیلت و شن در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد بین ماده آلی در قسمت پای شیب و شیب پشتی رابطه معنی‌دار وجود دارد و با ماده آلی در رأس شیب رابطه معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲ و جدول ۲)، که نشان‌دهنده فرسایش و آبشویی بیش‌تر در قسمت شیب پشتی نسبت به رأس شیب می‌باشد. همچنین کم بودن زاویه شیب در پای شیب یکی دیگر از عوامل مؤثر بر افزایش کربن آلی است (33). علاوه بر این، در قسمت پایین شیب وجود مرغزار با ریشه‌های به هم پیوسته و فراوان، باعث زیاد بودن ماده آلی در این منطقه شده است.



شکل ۲- اثر موقعیت شیب بر مقدار ماده آلی خاک (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد می‌باشد).

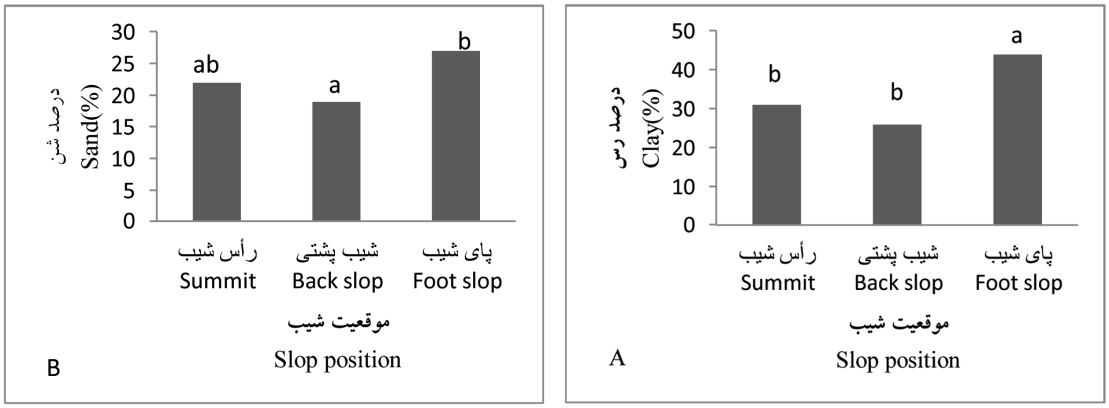
Figure 2. Effect of slop position on organic matter, different letters indicates significant differences at the 95%.

وجود کربنات‌کلسیم زیاد می‌تواند باعث پایدارتر شدن خاک‌ها و کاهش فرسایش‌پذیری گردد (32)، علاوه بر این بارندگی زیاد در این منطقه که بیش‌تر به‌صورت برف می‌باشد موجب کاهش آبدوی و افزایش هوادیدگی شده است. به همین دلیل می‌توان گفت که ذرات درشت مانند شن منتقل نشده و در عوض ذرات رس منتقل شده‌اند. به‌طوری‌که ارتباط معنی‌داری بین حداقل مقدار رس و حداکثر مقدار شن وجود دارد (شکل ۳)، این تفاوت‌ها به‌طور عمده نتیجه فرسایش خاک است که در قسمت‌های شیب پشتی باعث از دست رفتن بخش ریز و برجا ماندن ذرات درشت خاک شده است (3). علاوه بر این، افزایش مقدار نفوذ آب به خاک و فراهم شدن شرایط هوادیدگی موجب افزایش میزان رس در منطقه پایین شیب شده است (21, 38). به همین خاطر، قسمت‌های پایین شیب خاک ریز بافت‌تری نسبت به قسمت رأس شیب دارد. به‌طوری‌که میانگین بافت خاک در قسمت رأس و شیب پشتی به‌ترتیب لوم رسی و لوم و در پای شیب رسی بود که افزایش میزان رس در پای شیب را تأکید کرد. یامر و همکاران (2006) و سرشوق و همکاران (2012) نیز به متغیر بودن بافت خاک در موقعیت‌های مختلف شیب اشاره کردند و بالاتر بودن میزان رس را نشان‌دهنده هوادیدگی بیش‌تر کانی‌های خاک دانستند. همچنین آن‌ها به افزایش رس در پایین شیب و افزایش شن در بالای شیب اشاره کردند و دلیل آن را انتقال رس از بالا به‌سمت پایین شیب به‌علت فرسایش و به‌جا ماندن ذرات درشت‌تر خاک در موقعیت‌های بالای شیب دانستند (28, 37).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیک و طبقه‌بندی خاکرخ‌های مورد مطالعه (خاکرخ‌های شاهد به‌ترتیب قسمت رأس شیب، شیب پشتی و پای شیب).

Table 1. Physical, chemical and morphological characteristics and classification of the studied soils (Control profiles. Respectively summit, back slop and foot slop).

درصد مواد آلی	کربنات کلسیم معادل	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	ظرفیت تبادل کاتیونی	بافت خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی	رنگ مرطوب	ضخامت	افق
OM	CCE	Sand	Silt	Clay	CEC ($cmol(+)kg^{-1}$)	Soil texture	pH	EC (dS/m)	Moist Color	Depth (cm)	Horizon
		%									
Fine loamy, carbonatic, mesic, Typic CalcixereptsSoil								Hypercalcic, Vertic Calcisol (siltic)			
1.63	31.75	25	53	22	35.97	SiL	7.8	.566	2.5Y4/4	0-10	Ap
.84	50	17	50	33	25	SiCL	7.8	.402	2.5Y6/4	10-60	Bk_1
.92	53.25	17	51	32	22.71	SiCL	7.7	.321	2.5Y7/4	60-130	Bk_2
.59	50.25	17	39.5	43.5	30.54	C	7.7	.351	10Y7/1	130+	Bssg
Fine loamy, carbonatic, mesic, Typic Endoaquepts								Calcic Gleysols(Calcaric)			
.46	43	31.5	27.5	41	39.23	SiC	8	.449	2.5Y5/3	0-20	Ap
.48	48	20	62	18	16.08	L	7.8	.342	10Y7/1	20-100	Bkg
.24	54	13	62	25	15	SiL	7.7	.305	5Y6/6	100-145	Bk
.01	52	8.25	61.75	30	19.45	SiCL	7.8	.308	10Y7/1	145+	Bssg
Fine, carbonatic, mesic, Chromic Calcixererts								Hipercalcic, Vertic Calcisol (Siltic, Clayic)			
1.63	26	22	38	40	37.5	CL-C	7.9	.767	2.5Y5/4	0-20	A
.65	51.25	19	32	49	26.3	C	7.9	.385	2.5Y6/4	20-60	$Bkss_1$
.19	52.75	17	49	34	23.91	SiCL	7.8	.348	2.5Y6/4	60+	$Bkss_2$



شکل ۳- الف- اثر موقعیت شیب بر میزان رس (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد می‌باشد) و ۳- ب- اثر موقعیت شیب بر میزان شن (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد می‌باشد).

Figure 3-A. Effect of slop position on amount of clay, Different letters indicate significant differences at the level of 99%, B. Effect of slop position on amount of sand, different letters indicates significant differences at the level of 95%.

مقدار ماده آلی تقریباً در تمامی خاکرخ‌ها از بالا به پایین کم شده است (جدول ۱)، به‌دلیل مقدار کم ماده آلی، مقادیر بالای CEC در خاکرخ‌های مطالعه شده، بیش‌تر تابع رس و نوع رس می‌باشد مقدار CEC مانند مقدار رس و ماده آلی به طرف پایین شیب افزایش می‌یابد ولی این مقدار معنی‌دار نشده است (جدول ۲). بیش‌تر بودن مقدار کانی‌های اسمکتیتی در قسمت شیب پشتی و پای شیب نسبت به قسمت رأس شیب معنی‌دار نشدن مقدار CEC در طول شیب را توجیه می‌کند (جدول ۳).

با توجه به این‌که مواد مادری خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه آهکی است (میانگین کربنات کلسیم در هر سه موقعیت شیب بیش‌تر از ٤٠ درصد می‌باشد) تغییرات کربنات‌کلسیم بین سه موقعیت شیب معنی‌دار نیست (جدول ۲) از سوی دیگر خاک‌ها در موقعیت‌های مختلف به‌دلیل تکامل خاک و خصوصیات پدوژنیکی دارای درجه بالایی نبوده و در رده‌های اینسپتی‌سول و ورتی‌سول قرا گرفتند (جدول ۱) و با توجه به حضور افق کلسیک در همه موقعیت‌های شیب عدم معنی‌داری میزان اهک کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. میزان آهک با افزایش عمق به‌تدریج افزایش می‌یابد و آثار تجمع آهک ثانویه به شکل نودول و پودری در افق‌های زیرین مشاهده می‌شود. در خاکرخ‌های رأس شیب و پای شیب مقدار آهک بین افق سطحی و افق‌های زیرین زیاد می‌باشد در حالی‌که در خاکرخ شیب پشتی تفاوت چندانی وجود ندارد (جدول ۱) به‌نظر می‌رسد در خاکرخ قسمت شیب پشتی به‌دلیل این‌که خصوصیت ماندابی در عمق‌های بالاتری قرار می‌گیرد در حدود ۲۰ سانتی‌متری خاک حرکت آب به‌سمت پایین کم‌تر می‌باشد و حتی ممکن است در فصول مرطوب‌تر حرکت رو به بالا داشته باشد که باعث شده است آهک در سرتاسر خاکرخ توزیع شود و تغییر محسوسی در میزان آهک با عمق مشاهده نمی‌شود. این در حالی است که خصوصیات شبه‌ماندابی در خاک‌های قسمت بالای شیب در عمق‌های پایین‌تر قرار می‌گیرد، به همین خاطر امکان حرکت آب فراهم است و مشاهده شد که مقدار آهک از قسمت سطحی این خاکرخ‌ها شسته و در قسمت‌های پایین تجمع پیدا کرده است (جدول ۱).

کاهش EC در اعماق نشان‌دهنده خروج املاح محلول‌تر از گچ به‌دلیل بارندگی زیاد در این منطقه می‌باشد. علاوه بر این، مشاهده می‌شود که هدایت الکتریکی در سطح خاک از عمق‌های زیرین بیش‌تر است که می‌توان گفت در قسمت رأس شیب و شیب پشتی به‌دلیل شبه ماندابی بودن این خاک‌ها حرکت آب به‌سمت بالا و تبخیر آب، هدایت الکتریکی در سطح خاک افزایش یافته است، همچنین در قسمت پای شیب افزایش هدایت الکتریکی در قسمت سطحی خاک در اثر آبشویی املاح، از سطوح بالای شیب و تجمع آن‌ها در این قسمت می‌باشد. مقدار pH در این منطقه بیش‌تر تحت‌تأثیر میزان کربنات‌کلسیم می‌باشد که به‌دلیل تغییرات کم میزان کربنات کلسیم در طول شیب، pH در طول شیب تغییر قابل‌توجهی نشان نداد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر موقعیت شیب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 2. Variance analysis of effect of slop position on some of physical and chemical characteristics.

منابع تغییر Resource variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MSE							
		واکنش خاک	کربنات کلسیم معادل	مواد آلی	ظرفیت تبادل کاتیونی	هدایت الکتریکی	رس	سیلت	شن
		pH	CCE	OC	CEC	EC	Clay	Silt	Sand
موقعیت شیب Slop position	2	0.0066^{ns}	38.08^{ns}	0.481*	27.87^{ns}	93.83^{ns}	198.52**	25.51^{ns}	54.19*
خطای آزمایشی SE	6	0.0016	14.23	0.076	10.90	155.56	4.13	5.05	9.25
ضریب تغییرات CV%		0.528	8.294	31.68	11.68	8.93	6.13	4.97	13.45

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۹۵٪ و ۹۹٪ را نشان می‌دهد. ns نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن ویژگی‌ها می‌باشد.

* and **, respectively, significant at 95% and 99% and ns indicates the characteristic is not significant.

کانی‌شناسی خاک: نتایج کانی‌شناسی، وجود کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، کائولینیت را در تمام خاکرخ‌ها، ایلیت- اسمکتیت را در دو خاکرخ رأس و پای شیب، کلریت در افق Ap و پالیگورسکیت در افق Bk خاکرخ شیب پشتی را نشان داد (جدول ۳). با توجه به شدت پیک‌های کانی‌ها در این خاک‌ها می‌توان گفت که اسمکتیت کانی غالب بخش رس در این خاک‌ها با مقدار تقریبی بیش از ۷۰٪ می‌باشد (جدول ۳). سرشوق و همکاران (2011) نیز در این منطقه به نتایج مشابهی دست یافت (29)، مقادیر بالای ظرفیت تبادل کاتیونی می‌تواند در این خاک‌ها تأییدی بر این نکته باشد. علاوه بر این، نکته مهم در این خاک‌ها وجود اسمکتیت‌ها با بار لایه‌ای متوسط تا زیاد در اکثر افق‌ها است (شکل ۵)، زیرا پیک‌های نمونه‌های منیزیم پس از اشباع با اتیلن‌گلیکول کم‌تر از ۱۷ آنگستروم انبساط پیدا کردند که علت آن وجود بار لایه‌ای بیش‌تر در این گونه اسمکتیت‌ها و مقاومت آن‌ها در برابر انبساط لایه‌هایشان می‌باشد (7).

برای اسمکتیت‌ها می‌توان سه منشأ توارثی، پدوژنیک و نوتشکیل در نظر گرفت، در این خاک‌ها اسمکتیت به مقدار بسیار زیادی وجود دارد که با توجه به وجود اسمکتیت در قسمت‌های پایینی

خاکرخ که این مقدار در همه موقعیت‌ها با افزایش عمق افزایش می‌یابد نشان‌دهنده این است که مقدار این کانی در ماده مادری بسیار زیاد بوده و مهم‌ترین علت مقدار اسمکتیت توارثی بودن این کانی می‌باشد. علاوه بر این با توجه به اقلیم منطقه و بارندگی زیاد آن اسمکتیت می‌تواند از تبدیل شدن کانی‌هایی مانند ایلیت و پالیگورسکیت تشکیل شود. از طرف دیگر پژوهشگران بسیاری نوتشکیل بودن کانی اسمکتیت را در خاک‌هایی با وضعیت زهکشی ضعیف گزارش کرده‌اند که می‌تواند بخش اندکی از اسمکتیت در نقاطی که شرایط زهکشی ضعیف می‌باشد از این طریق تشکیل شده باشد (9, 17, 30).

رس ریز که سهم اسمکتیت‌ها در آن زیاد است در لایه‌های سطحی به طرف پایین حرکت می‌کند، به همین خاطر مقدار نسبی اسمکتیت در قسمت سطحی پای شیب بیش‌تر است.

کائولینیت در تمام خاکرخ‌ها مشاهده می‌شود می‌توان گفت این کانی منشأ توارثی دارد. شرایط تشکیل کائولینیت در اقلیم‌های گرم مناطق حاره و نیمه‌حاره مهیا می‌باشد (15). با توجه به این‌که شرایط در خاک‌های مورد مطالعه برای تشکیل کائولینیت مناسب نیست، بنابراین حضور این کانی در خاک‌های این منطقه می‌تواند منشاء توارثی داشته باشد

ایلیت در تمام افق‌ها مشاهده می‌شود. ایلیت در بیش‌تر مطالعات کانی‌شناسی در ایران گزارش شده است و در اغلب موارد هم‌منشاء توارثی داشته است.

تبدیل کانی ایلیت به کانی‌های اسمکتیت و ایلیت- اسمکتیت در اثر شرایط رطوبتی- مناسب‌تر خاک نسبت به مواد مادری می‌باشد که طی این فرآیند پتاسیم از بین لایه‌های ایلیت خارج شده و در نهایت اسمکتیت به وجود آمده است (5). وجود کانی مختلط نامنظم ایلیت- اسمکتیت در برخی افق‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که کانی ایلیت در حال تبدیل شدن به کانی اسمکتیت می‌باشد.

پالیگورسکیت در افق Bk در قسمت شیب پشتی، مشاهده شد (شکل ۵) و در افق سطحی همان خاکرخ مشاهده نشد که ممکن است پالیگورسکیت به اسمکتیت تبدیل شده باشد. البته ممکن است پالیگورسکیت در قسمت‌های دیگر و سطح خاک وجود داشته باشد ولی به‌علت مقدار کم با دستگاه XRD قابل تشخیص نباشد. برخی پژوهشگران هم تبدیل پالیگورسکیت به اسمکتیت در خاک سطحی را، علت کم‌تر بودن این کانی در سطح می‌دانند (4 ,26).

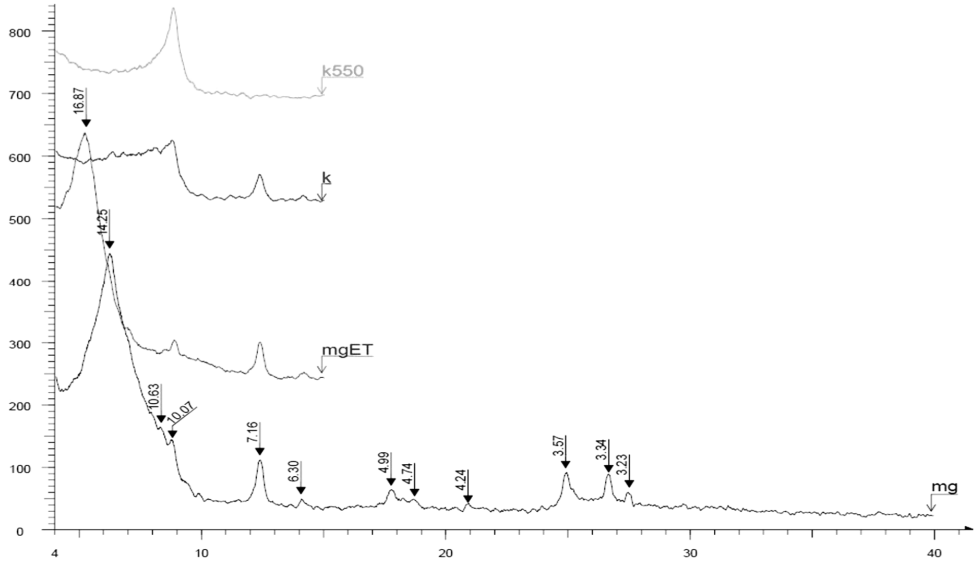
پرزردریگرز و همکاران (1990) بیان کردند کانی پالیگورسکیت در اثر فراهم بودن شرایطی هم‌چون خاک‌های متأثر از صعود آب زیرزمینی، خاک‌های دارای انقطاع بافتی و نیز پدیده‌های خاکی مانند کلکریت‌ها، پوسته‌های آهکی و کلیچه‌ها ایجاد می‌شوند (24). همچنین ارتباط پالیگورسکیت همراه با بلورهای کلسیت به‌میزان گسترده‌ای دیده شده است (سانچو و همکاران، 1992)، که احتمالاً به خاطر شرایط مناسب برای تشکیل و حفظ آن است. ابطحی (1980) و قرائی و مهجوری (1984) منشأ پالیگورسکیت در ایران را تشکیل در جای این کانی می‌دانند (1, 8).

میزان کلریت در خاکرخ‌ها کم می‌باشد و تنها در افق Ap قسمت شیب پشتی مشاهده شد که ممکن است هم در مواد مادری مقدار این کانی کم باشد و هم به‌علت بارندگی زیاد در این منطقه این کانی به کانی اسمکتیت تبدیل شده باشد (16 ,26). در نهایت از نظر کانی شناسی در نوع کانی ها تفاوت معنی داری بین موقعیت های مختلف شیب مشاهده نشد. ولی مقدار نسبی اسمکتایت به طرف پایین شیب افزایش کمی نشان داد.

جدول ۳- مقدار نسبی کانی‌های رسی در بخش رس خاک.

Table 3. The relative amounts of clay minerals in the clay section.

لریت	پالیگورسکیت	کانی‌های مختلط	کائولینیت	ایلیت	اسمکتیت	عمق	افق	
Chlorite	Palygorskite	Mixed minerals	Kaolinite	Illite	Smectite	Depth	Horizon	
-	-	II	III	II	XI	0-10	Ap	Profile 2 summit
-	-	II	II	II	XIII	60-130	Bk_2	
-	-	I	III	III	XI	130+	Bssg	
II	-	-	III	II	XI	0-20	Ap	Profile 2 Back slop
-	I	-	II	I	XIIII	100-145	Bk	
-	-	-	II	I	XIIII	145+	Bssg	
-	-	II	III	II	XI	0-20	A	Profile 2 Foot slop
-	-	-	II	II	XIII	60+	$Bkss_2$	
X=70%		IIII=15-20%	III=10-15%		II=5-10%			I=0-5%



شکل ۵- افق Bk در قسمت شیب پشتی: وجود پیک ۱۰/٦ و پیک رده دوم ٦/۳ به احتمال زیاد نشان‌دهنده پالیگورسکیت می‌باشد. Mg: نمونه اشباع از منیزیم، Mg-Et: نمونه اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول، K: نمونه اشباع با پتاسیم، K550: نمونه اشباع با پتاسیم و حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس (اعداد بر حسب آنگستروم).

Figure 5. Bk horizon on the back slope: The peak 10.6 and 6.3 is most likely indicative of palygorskite. Mg: sample saturated with magnesium, Mg-Et: sample saturated with magnesium and ethylenen glycol, K: sample saturated with potassium, K550: sample saturated with potassium and 550 °C (numbers in Å).

نتیجه‌گیری

پستی و بلندی و موقعیت شیب فرآیندهای خاک‌سازی و هوادیدگی را تحت‌تأثیر قرار داده و تفاوت‌هایی در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی ایجاد کرده است. به‌طوری‌که فرسایش از قسمت‌های بالایی و وجود مرغزار در پای شیب موجب افزایش ماده آلی در پای شیب شده است. کربنات کلسیم زیاد و بارندگی به شکل برف موجب کاهش آبدوی شده و ذرات شن منتقل نشده و ذرات رس و ماده آلی منتقل شده‌اند. از طرف دیگر افزایش مقدار نفوذ آب به خاک و فراهم شدن شرایط هوادیدگی موجب افزایش میزان رس در پای شیب شده است، به همین دلیل

قسمت‌های پای شیب، خاک ریز بافت‌تری نسبت به قسمت رأس و شیب پشتی دارد. همچنین نتایج کانی‌شناسی وجود کانی‌های اسمکتیت، ایلیت، کائولینیت، کلریت، ایلیت- اسمکتیت را نشان داد و کانی غالب در این ناحیه اسمکتیت می‌باشد. در نهایت از نظر کانی‌شناسی در نوع کانی‌ها تفاوت معنی‌داری بین موقعیت‌های مختلف شیب مشاهده نشد. ولی مقدار نسبی اسمکتیت به طرف پایین شیب افزایش کمی نشان داد.

منابع

1.Abtahi, A. 1980. Soil genesis as affected by topography and time in highly calcareous parent materials under semiarid condition in Iran. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 329-336.

2.Amirinejad, A.A., and Baghernejad, M. 1994. Effects of topography and soils evolution of Kermanshah. Abstracts for the 4th Congress of Soil Science, Iran. Pp: 79-80.

3.Bartoli, F., Burtin, G., Royer, J.J., Gury, M., Gomendy, V., Leviandier, R., and Gafrej, R. 1995. Spatial variability of topsoil characteristics within silty soil type, effect on clay migration. Geoderma. 68: 279-300.

4.Bigham, J.M., Jaynes, W.F., and Allen, B.L. 1980. Pedogenic degradation of sepiolite and palygorskites, on the Texas high plains: Soil Sci. Soc. Amer. J. 44: 159-167.

5.Borchardt, G. 1989. Smectite: Minerals in Soil Environment. P 675-727, In: J.B. Dixon and S.B. Weed, (eds.), In: Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisconsin, USA.

6.Chaplot, V., Bernoux, M., Watler, C., Curmi, P., and Herpin, U. 2001.Soil carbon storage prediction in temperate hydromorphic soils using a morphologic index and digital elevation model. Soil Sci. 166: 48-60.

7.Fitzpatirick, R.W., and Roux, J.L.E. 1977. Mineralogy and chemistry of a Transvaal Black clay toposequence. J. Soil Sci. 28: 165-179.

8.Gharaee, H.A., and Mahjoori, R.A. 1984. Characteristics and geomorphic relationships of some representive Aridisols in southern Iran. Soil Sci. Soc. Amer. J. 48: 1115-1119.

9.Ghergherechi, Sh., and Khormali, F. 2008. Distribution and origin of clay minerals influenced by ground-water table and land use in south-west Golestan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 15: 3. 18-30. (In Persian)

10.Hargarit, R., and Liversey, N.T. 1975. Mineralogical and chemical properties of Serpentine soils in northeast Scottland. In: S.W., Baily (eds.), proceeding international clay conference, Mexico City. 655p.

11.IUSS Working Group WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

12.Jafari, A., Shariatmadari, H., Khademi, H., and Rezainejad, Y. 2008. Soil Clay Mineralogy in Four Toposequences from Arid and Semiarid Regions and Its Relationship with Kinetics of Phosphorus Release. JWSS-Isfahan University of Technology, 12: 44. 153-168. (In Persian)

13.Johns, W.D., Grim, R.E., and Bradley, W.F. 1954. Quantitative estimation of clay minerals by diffraction methods. J. Sed. Petrol. 24: 242-251.

14.Kittrick, J.A., and Hope, E.W. 1963. A procedure for particle size separation of soils for X-ray diffraction analysis. Soil Sci. 96: 312-325.

15.Kormali, F., and Abtahi, A. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semiarid soils of Farse Province, southern Iran. Clay Minerals. 38: 511-527.

16.Khormali, F., Ajami, M., and Ayoubi, S. 2006. Genesis and Micromorphology of Soils with Loess parent material as affected by deforestation in a hillslope of Golestan province. Iran. 18th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Mananging soil and Technology. Pp: 149-151.

17.Khormali, F., and Tazikeh, H. 2010. Evolution of clay minerals in saline-sodic soils as influenced by topography and ground water table in northern Atrak watershed, J. Agric. Sci. Natur. Resour. 17: 2. 107-123. (In Persian)

18.Moullin, A.P., Anderson, D.W., and Mellinger, M. 1994. Spatil variobillity of wheat yield and soil properties and erosion in hummocky terrain, can, J. Soil Sci. 74: 219-228.
19.Nabiollahy, K., Khormali, F., and Ayoubi, SH. 2006. Formation of Mollisols as affected by landscape position and depth of groundwater in Kharkeh ResearchStation, Kurdestan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 13: 4. 20-30. (In Persian)
20.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: 339-355.
21.Owliaie, H.R., and Abtahi, A. 2001. The effect of topography and soil parent materials in the Soil formation and evolution of the Great Dashtak Region in North West Sepidan in pars province. Abstracts for the Seventh Congress of Soil Science, Iran. University of Shahrekord. Pp: 158-159.
22.Owliaie, H.R., Abtahi, A., and Heck, R.L. 2006. Pedogenesis and clay mineralogy investigation of soils formed on gypsiferous and calcareous materials, on atransect, southwestern. Geoderma. 134: 62-81.
23.Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Method of soil Analysis. Part II: Chemical and Mineralogical Properties. 2nd. SSSA Pub., Madison, Wisconsin.
24.Perez-Rodriguez, J.L., Maquedea, C., and Morillo, E. 1990. Occurrence of Palygorskite in soil of Ecija (Spain). Austr. J. Soil Res. 28: 117-128.
25.Rameshni, Kh., and Abtahi, A. 1995. Effect of climate and topography on the formation of the soils of Kuhgiluye area. 4th Congress of Soil Science. Isfahan University of Technology. (In Persian)
26.Salehi, M.H., Khademi, H., and Karimian Eghbal, M. 2003. Identification and genesis of clay Minerals Soils from Farrokhshahr Area, Chaharmahal & Bakhtiari Province. JWSS-Isfahan University of Technology, 7: 1. 73-90. (In Persian)
27.Sancho, C., Melendez, A., Singes, M., and Batisda, J. 1992. Chemical and mineralogical characteristic of Pleistocene caliche deposits from the central Ebro Basin. NE Spain. Clay Minerals. 27: 293-308.
28.Sarshogh1, M., Salehi, M.H., and Beigie, H. 2012. The effect of slope aspect and position on Soils particle size distributionin Chelgerd region, Chaharmahal-va-Bakhtiari province J. Agric. Sci. Natur. Resour. 19: 2. (In Persian)
29.Sarshogh1, M., Salehi, M.H., Beigi, H., Bagheri, M., and Mohajery, R. 2011. The effect of aspect and slope position on minerals type in Chelgerd, Chaharmahal-va-Bakhtiari province. 12th congress of soil sciences, University of Tabriz, Iran.
30.Shahriari, A., Khormali, F., and Azarmdel, H. 2011. Clay mineralogy of Mollisols and Mollisols-like soils as affected byphysiographic unit formed on loess deposits in southern GorganRiver, Golestan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 18: 4. (In Persian)
31.Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th edition U.S. Department of Agriculture.
32.Rafahi, H.G. 1996. Water erosion and conservation. Tehran University. Press, 671p. (In Persian)
33.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: 131-142.
34.Walky, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the degthareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37: 29-38.
35.Wilding, L.P., Smeck, N.E., and Hall, G.F. 1983. Pedogenesis and soiltaxonomy. I. Concepts and interactions. Elsevier Publishing Company, 303p.
36.WRB. 2006. World reference base for soil resources. World Soil Resour. Reports, Rome, 88p.
37.Yimer, F., Ledin, S., and Abdelkadir, A. 2006. Soil propertt variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the south-eastern highlands of Ethiopia. Forest Ecology and Management. 239: 90-99.
38.Zareian, G.H. 2001. Land Suitability Evaluation of GHir and Karzyn Plain in Pars. Abstracts for the 7th Congress of Soil Science, Iran. University of Shahrekord. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(3), 2015
http://jwsc.gau.ac.ir

Effect of slope position on selected physical, chemical and mineralogical properties of soil in Chelgerd region, Chaharmahal-va-Bakhtiari

***J. Sharifi Garmdare[1], M. Akef[2], M.H. Salehi[3] and A.M. Mehnatkesh[4]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Guilan, [3]Associate Prof., Dept. of Soil Science, University of Shahrekord, [4]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Agriculture and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiary Province

Received: 11/02/2013; Accepted: 01/25/2015

Abstract

Background and Objectives: Spatial variation of soil properties is affect some important environmental factors such as climate, topography, parent material and destruction due to human activities Topography is one of the soil formation factors that has direct and indirect effects on physical and chemical properties, as well as soil formation and development. This study was conducted to investigate the effect of slope position on selected soil characteristics in Chelgerd region of Chaharmahal-va-Bakhtiari, Iran.

Materials and Methods: Three transects were selected on west hill slope and 9 profiles were dug on three slope position, including summit, back slope and foot slope. Soil samples were gathered from each profile for physical and chemical analysis .In order to identify the types of clay minerals, eight soil samples were taken from control profile and were prepared according to Kittrick and Hope method (1963) and identified with the X-ray machine.

Results: Soil profiles in the summit and back slope were classified as Inceptisols while soil profiles in the foot slope position were classified as Vertisols. Significant differences between clay, sand and organic matter content in different slope positions were observed. The highest amount of clay and organic matter content were observed in foot slope position and maximum amount of sand was related to back slop position. Mineralogy results showed the presence of different minerals such as smectite, illite and kaolinite in all studied profiles; smectite with more than 70% was the dominant mineral. There was no significant difference between different slope positions in term of mineral composition, but smectite showed a slight increase toward down the slope.

Conclusion: Topography and slope position has affected to soil forming processes and has created differences in the physical, chemical and mineralogical characteristics. Erosion from The upper part of the hillslop and meadow at the foot slopes has increased soil organic matter at the foot slopes. Calcium carbonate and snow has reduced runoff and sand particle no transferred while clay particles and organic matter been transferred, On the other hand water infiltration has increased and provide weathering conditions increase the amount of clay at the foot slopes, for this reason soil texture in footslop is finer than the summit and backslops. Smectite imagiration to the footslops as a result Smectite increase in the footslops.

Keywords: Slope position, Soil development, Soil mineralogy, Soil physical and chemical characteristics

* Corresponding Author; Email: jafar.sharifi.garmdare@gmail.com