

اثرات اقلیم و پستی و بلندی در پیدایش خاکهای جنگلی خیرودکنارنوشهر

در استان مازندران

میرناصر نویدی و سید علی ابطحی^(۱)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر اقلیم و توپوگرافی در پیدایش خاک و فرآیندهای خاکسازی، خاکهای جنگلی خیرودکنارنوشهر در قالب ۱۰ پروفیل از نظر تشکیل، طبقه بندی و خصوصیات مورفولوژیکی و کانی شناسی در یک برش ارتفاعی و در شرایط آب و هوایی خیلی مرطوب و معتدل و مواد مادری آهکی مورد مطالعه قرار گرفتند. پروفیلها در ارتفاعات ۳۵۰، ۷۰۰، ۱۰۵۰ متر از سطح دریا حفر شدند. خاکهای این جنگل دارای رژیم رطوبتی یودیک و رژیم های حرارتی مزیک و ترمیک می باشند و پوشش گیاهی منطقه نیز از نوع درختان پهن برگ می باشد. مواد مادری خاکها در این ناحیه متنوع بوده و عمدتاً در اثر هوازدگی سنگ آهک و از طریق انحلال آهک پدید آمده است که با تغییر ارتفاع، درجه و جهت شیب و همچنین اقلیم در منطقه، خاکهای بسیار متنوعی روی این مواد مادری تشکیل شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که تجمع مواد آلی، آهک زدایی و حرکت و انباشتگی رس فرآیندهای مهم کلسیم در تکامل خاکهای این منطقه است. همچنین به علت اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب بر میزان بارندگی و دمای هوا در نقاط مختلف جنگل تفاوت هایی در بعضی خواص خاک مانند میزان ماده آلی و ضخامت سولوم پدید آمده است. مطالعات پراش اشعه ایکس بخش رس خاکهای منطقه نشان داد که اختلاف زیادی بین کانی های رسی پروفیل های خاک وجود ندارد و منشأ اکثر این رس ها توارثی است.

واژه های کلیدی:

مقدمه

مادری می باشد که به مرور زمان توسط پوشش گیاهی، توپوگرافی و ریز جانداران تعدیل می گردد. به عقیده بسیاری از دانشمندان اقلیم عامل مهمی در تشکیل خاک و تعیین خصوصیات آن محسوب می شود که به علت اثرات ویژه دو مولفه تشکیل دهنده آن یعنی دما و بارندگی بر اهمیتش بطور فزاینده ای در طول زمان تشکیل خاک افزوده می شود. قابل ذکر است که بسیاری از رسته ها و زیر رسته های خاک به مناطق اقلیمی مشخصی محدود می گردند.

ینی از پنج عامل مواد مادری، اقلیم، موجودات زنده، زمان و پستی و بلندی بعنوان متغیرهای مستقل^(۱) و مشخص کننده وضعیت سیستم خاک یادکرده و افزوده است که هریک از این عاملها می توانند به فرض ثابت بودن دیگر عوامل بطور مستقل تغییر کنند (۱۹، ۱۱ و ۳۶). بهرحال گوناگونی در خواص خاک در وهله نخست تحت تأثیر اقلیم و مواد

اقلیم بطور غیرمستقیم و از طریق تأثیر بر پوشش گیاهی در تشکیل خاک مؤثر بوده و عامل اصلی

- به ترتیب عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب و استاد بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

¹ - Independent variables

جنوب و غرب اشعه های مستقیم بیشتری دریافت می دارند و بنابراین گرمتر و خشک تر از خاک های واقع بر شیب های شمالی و شرقی هستند. دماهای بالاتر در دامنه های غربی و جنوبی منجر به هدرروی بیشتر آب از طریق تبخیر شده و در نتیجه در مناطقی که محدودیت آب به چشم می خورد خاک های واقع بر این شیب ها دارای افق های A نازکتر و افق های B توسعه یافته تر با میزان رس بیشتر، پوشش گیاهی کم تراکم تر و مواد آلی کمتری نسبت به خاک های واقع بر شیب های شمالی و شرقی می باشد (۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۴ و ۳۴). طرز قرارگرفتن و توجیه شیب ها به بروز تفاوت در میکروکلیم و پوشش گیاهی منجر می شود که این امر نیز به نوبه خود سبب بروز دگرگونیهایی در خاک می گردد (۸).

پستی و بلندی، دما و بارندگی مهمترین عوامل در تشکیل و تکامل خاک در دامنه های شمالی البرز مرکزی می باشند که مولفه های اقلیمی یاد شده بر حسب فاصله از سطح دریا تغییر می کنند. به نحوی که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان درجه حرارت کاهش یافته و مقدار بارندگی در وهله نخست افزایش و سپس کاهش می یابد. در ضمن تجمع مواد آلی، آهک زدایی و حرکت و انباشتگی رس فرآیندهای بارز در تکوین خاکهای منطقه به شمار می رود. خاکهای تشکیل شده بر روی سنگ آهک (مخصوصاً آلفی سول ها) پس از هوادهی سنگ آهک و انحلال کربنات کلسیم تشکیل می شوند و از خصوصیات عمده آنها می توان به حرکت رس، آهن و مواد آلی و تشکیل افق مشخصه زیرین آرجیلیک اشاره کرد (۲۷). در مورد منشاء افق های سرشار از رس که بر روی سنگ مادر آهکی شکل گرفته اند نیز تحقیقات ثابت کرده است که تشکیل این رس ها به فرآیندهای خاکسازی مربوط است نه فرآیندهای زمین شناسی (۷).

حاکم بر نوع و درجه تشکیل خاک می باشد که نحوه پراکنندگی پوشش گیاهی و نوع فرآیندهای ژئومورفولوژیکی را هم تعیین می کند و پایه طبقه بندی بسیاری از پدیده های طبیعی و از جمله خاک را تشکیل می دهد. میزان هوادهی اجزاء اصلی خاک و تکامل خصوصیات آن شدیداً به اقلیم وابسته است. حتی تغییرات اقلیم در سطوح کوچک (میکروکلیم) نیز در تمایز بین خاکها مؤثر است (۱۱، ۲۳ و ۲۴). متأسفانه بسیاری از خصوصیات خاک که به اقلیم نیز وابسته هستند (همانند کربن آلی)، پس از مدفون شدن و یا تغییر اقلیم به سرعت تغییر می یابند ولی کانیهای خاک مانند کربناتهای پدوژنیک در مقابل تغییرات آب و هوا و شرایط مدفون شدن نسبت به هوادهی مقاومترند (۶). بارندگی بسیار زیاد و دمای متوسط همراه با مواد مادری مستعد به هوادهی سریعاً منجر به هوادهی عمیق نیمرخ ها می گردد. اقلیم بسیار مرطوب باعث می شود که افق های B بطور پیوسته مرطوب بوده و به ندرت چرخه های خیزی و خشکی مشاهده می شود و خاک به آن اندازه خشک نمی شود که به رس های پراکنده شده ای که در حال حرکت با جبهه رطوبتی هستند اجازه هم آوری شدن دهد (۱۳). توپوگرافی نیز به عنوان عامل مؤثر در تعدیل سایر عوامل خاکسازی اساساً از طریق روابط وابسته دمایی و رطوبتی بر جریان تشکیل خاک تأثیر می گذارد. در ضمن نیمرخ های واقع بر شیب های ملایم کلاً عمیق تر بوده، دارای پوشش گیاهی پرپشت تر و مواد آلی بیشتری نسبت به مواد مشابه واقع بر توپوگرافی های شبیدار هستند (۱۵ و ۲۴). پستی و بلندی بطور غیرمستقیم و از طریق تأثیر بر اقلیم و موجودات زنده در پیدایش خاک مؤثر است و همچنین تأثیر قابل توجهی در توزیع و تشکیل خاک داشته و بر نفوذپذیری آب، ثبات و نحوه قرارگرفتن قسمت های مختلف سنگ بستر اثر می گذارد (۳۵). طول و جهت شیب نیز در جذب نور خورشید تأثیر فراوانی دارد. در نیمکره شمالی خاک های واقع بر شیب های رو به

مواد و روش ها

خصوصیات و ویژگی های منطقه مطالعاتی

جنگل خیرودکنار واقع در استان مازندران و در فاصله ۷ کیلومتری شرق نوشهر بین $36^{\circ}27'$ تا $36^{\circ}40'$ عرض شمالی و $51^{\circ}32'$ تا $51^{\circ}43'$ طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). جنگل مذکور از شمال به سرزمین های پست کناره دریای خزر و از جنوب به دامنه های شمالی رشته کوه البرز و نهایتاً به منطقه کلیک با ارتفاع حدود ۲۰۵۰ متر از سطح دریای آزاد محدود می شود. خیرودکنار جنگلی آموزشی- پژوهشی است که به دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران تعلق دارد و مساحت آن حدود ۸۰۱۷ هکتار می باشد که از نظر پستی و بلندی دارای تغییرات زیادی بوده و شیب کلی این منطقه رو به شمال است. برای بررسی های چینه شناسی در این ناحیه از نقشه چهارگوش آمل (نقشه F4) از سری انتشارات سازمان زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ استفاده گردید (۳). در ارتفاعات این ناحیه سنگ های مختلفی از دوران اول تا رسوبات کنونی رخنمون دارند ولی گسترش سنگ های آهکی از دیگر سنگ ها مانند ماسه سنگ، کنگلومرا، شیل و سنگ های آذرین بیشتر است، که بخصوص سنگ های آهکی در حاشیه ارتفاعات مجاور دشت رخنمون های زیادتری دارد. بهرحال پوشش زمین شناسی منطقه مطالعاتی را عمدتاً سازندهای دوران مزوزئیک تشکیل داده و نهشته های جوانتر از آن جز بصورت بسیار جزئی و یا در پهنه های آبرفتی به شکل عناصر گسسته دوران چهارم مشاهده نمی شود. واحدهای زمین شناسی و سازندهای موجود در این ناحیه از قدیم به جدید به ترتیب عبارتند از: نسن، الیکا، شمشک، ژوراسیک - کرتاسه، کرتاسه، پالئوژن و رسوبات دوران چهارم (کوآترن).

جنگل خیرودکنار بخشی از حوزه آبریز رودخانه های ساحلی دریای خزر است که در محدوده ای از دامنه ها و کوهپایه های شمالی البرز مرکزی واقع شده و دارای بخش های کاملاً متمایز است.

قسمت مسطح و کم شیب حوزه که در امتداد ساحل دریای خزر بوده و دارای پستی و بلندی کمی است و یا اینکه کلاً بدون پستی و بلندی است. بخش دیگر این حوزه بصورت کوهستانی بوده و شیب آن بین ۵ تا بیش از ۷۵ درصد متغیر است و گاهی هم دیواره های متعددی در آن به چشم می خورد. این منطقه شامل دو واحد فیزیوگرافی دشت رسوبی رودخانه ای و اراضی کوهستانی است که مطالعه حاضر در همین واحد اخیر صورت گرفته است. مهمترین رودخانه هایی که در این ناحیه جریان دارند عبارتند از: کورکورسر، خیرودکنار و ماشلک که گسترش حوزه آبریز این رودخانه ها تا ارتفاع ۲۶۰۰ متری می باشد.

خلیلی (۱۸) پس از بررسی اطلاعات بارندگی که از ۱۹ ایستگاه طی سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۹ جمع آوری شده بود موفق به ترسیم الگوی بارندگی در حوزه ساحلی دریای خزر شد و نتیجه گرفت که میزان بارندگی از غرب به شرق و از شمال به جنوب (ازطرف کرانه های دریا به سمت ارتفاعات) گرادیان منفی دارد. همچنین نتایج آماری مربوط به مطالعات طرح جامع آب ایران (۲) نیز مؤید این نکته است که نزولات سالانه در این ناحیه همگام با ارتفاع و تا ارتفاعات ۵۰۰ الی ۷۰۰ متر تنزل سریعی را نشان می دهد (۲۲ تا ۶۸ میلی لیتر در هر ۱۰۰متر). سپس یک لایه ارتفاعی با شیب اندک یا بدون تغییر بارندگی تا ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر مشاهده شده و سپس به تدریج بر مقدار بارش افزوده می شود. براساس مطالعات اخیر و در یک بارندگی یکنواخت بارش ساحلی در حدود ۱۰۰۰ میلی لیتر، در ارتفاع ۷۵۰ متر از سطح دریا در حدود ۸۰۰ میلی متر و در ارتفاع ۱۵۰۰ متری در حدود ۵۲۰ میلی متر تخمین زده شده است. در ضمن جهت بررسی وضعیت آب و هوایی منطقه و به منظور ارائه ایده ای از مقادیر مهم اقلیمی در محدوده مطالعاتی، از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک نوشهر استفاده شد. براساس آمار ۳۸ ساله این ایستگاه میزان بارندگی سالانه منطقه حدود ۱۳۵۴/۴ میلی متر و

و ۳۱) انجام گرفت و از تمام افق های هر پروفیل نمونه های خاک تهیه شد.

روشهای آزمایشگاهی

پس از آنکه نمونه های خاک خشک گردیدند، ذرات درشت خاک خرد شده و از الک دو میلی متری گذرانده شدند. آنگاه برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتر (۹)، پس از خارج کردن کربنات کلسیم بوسیله استات سدیم ($\text{pH} = 5$) و نیز ماده آلی بوسیله آب اکسیژنه استفاده شد. درصد رطوبت اشباع خاک به روش وزنی و pH نیز بعد از تهیه خمیر اشباع اندازه گیری شد و همچنین pH در مخلوط خاک و کلرید پتاسیم یک مولار به نسبت ۲/۵ : ۱ (اسیدیتة فعال) تعیین گردید. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع بوسیله دستگاه هدایت سنج مشخص گردید. کربن آلی به روش سوزاندن تر و میزان مواد آلی نیز از ضرب کردن درصد کربن آلی در عدد ۱/۷۲۴ بدست آمد (۱۸). ظرفیت تبادل کاتیونی ذرات خاک به روش باور و با استات سدیم یک نرمال در $\text{pH} = 8/2$ تعیین گردید (۱۲). برای اندازه گیری کاتیونهای بازی قابل تبادل از روش عصاره گیری بوسیله استات آمونیوم نرمال با پ.هاش ۷ استفاده شد و نهایتاً در عصاره بدست آمده و از طریق روش های معمول میزان کاتیونهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محاسبه گردید (۳۲). ارزیابی آهک معادل نیز به کمک خشتی شدن با اسید انجام گرفت (۲۵).

از بین بردن عوامل شیمیایی سیمانی کننده و جدایش ذرات با اندازه های مختلف برای شناسائی نوع رس ها در خاک از روش های کیتریک و هوپ (۲۱) و جکسون (۱۶) استفاده شد. اکسیدهای آهن آزاد هم از نمونه های رس با روش سیترات - دی تیونات (۲۲) خارج شدند. آنگاه نمونه های رس خالص شده را به دو بخش تقسیم نموده و پس از اشباع کردن یکی با منیزیم و دیگری با پتاسیم بر روی اسلایدهای شیشه ای خشک گردید و سپس از آنها منحنی پراش پرتو ایکس

میانگین دمای سالانه ۱۵/۹ درجه سانتیگراد می باشد که با افزودن ۲/۵ درجه سانتیگراد بر این میانگین متوسط دما سالانه خاک در سطح ایستگاه ۱۸/۴ درجه سانتیگراد محاسبه می گردد.

در این پژوهش به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریای آزاد ۰/۵ درجه سانتیگراد از متوسط دمای سالانه هوا در سطح ایستگاه کاسته شده تا دمای هوا و به دنبال آن دمای خاک و رژیم حرارتی خاک در نقاط مورد مطالعه در جنگل بدست آید (۱). بنابراین رژیم حرارتی خاک در ارتفاعات صفر و ۳۵۰ متر از سطح دریا ترمیک و در ارتفاعات ۷۰۰ و ۱۰۵۰ متری از سطح دریا مزیک می باشد. همچنین رژیم رطوبتی منطقه که به کمک متوسط بارندگی و درجه حرارت ماهانه محاسبه گردیده یودیک بوده که تقسیمات فرعی آن بنابر مدل ارائه شده از سوی وان وامبک، تمپ یودیک خشک می باشد (۳۱). مهمترین بخش پوشش گیاهی این ناحیه شامل درختان جنگلی است. جوامع جنگلی یا تیپ های گیاهی تفکیک شده در جنگل خیرودکنار نوشهر عبارتند از :

- ۱- جامعه راشستان
- ۲- جامعه بلوط - ممرزستان
- ۳- جامعه انجیلی - ممرزستان
- ۴- جامعه نمدار - شمشادستان
- ۵- جامعه افراستان

مطالعات صحرائی و نمونه برداری

در این تحقیق با استفاده از نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱ : ۲۵۰۰۰، ۱ : ۵۰۰۰۰ که دربرگیرنده واحدها و تیپ های جوامع گیاهی نیز می باشد و بر حسب اختلاف ارتفاع از سطح دریای آزاد، جهت شیب و نوع جامعه گیاهی جنگلی اقدام به حفر ۱۰ پروفیل در سه ارتفاع ۳۵۰ متر، ۷۰۰ متر و ۱۰۵۰ متر از سطح دریای آزاد گردید (شکل ۱). مطالعات صحرائی و تشریح پروفیل های حفر شده براساس راهنمای طبقه بندی اراضی (۲۹) انجام شده و نهایتاً رده بندی خاکها براساس طبقه بندی خاک وزارت کشاورزی آمریکا و کلید طبقه بندی خاک آمریکا (۳۰)

تهیه شد. پس از این مرحله پلاک اشباع شده با منیزیم را با گلیسرول اشباع کرده و پلاک اشباع شده با پتاسیم نیز تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد حرارت داده و مجدداً منحنی های پراش پرتو ایکس مربوط به آنها تهیه گردید.

نتایج و بحث

بررسی چگونگی حرکت و انباشتگی رس در خاکها

جدول ۱ برخی از خصوصیات محلی و مورفولوژیکی و جدول ۲ مشخصات فیزیکی شیمیایی ده پروفیل حفر شده را نشان می دهد که بیانگر وجود افق های مشخصه ای همانند اپی بدون های مالیک و اومبریک و افق های مشخصه زیر سطحی کمبیک و یا افق های بسیار تحول یافته ای از نوع آرچلیک در منطقه مورد مطالعه است که در راسته های مالی سول، آلفی سول و اینسپتی سول شناسایی شدند.

منطقه مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی کوهستان واقع شده که قسمت عمده ای از جنگل خیرودکنار نوشهر را دربر می گیرد. خاکهای این ناحیه در وضعیت اقلیمی بسیار مرطوب، با مواد مادری آهکی سفیدرنگ و مارن، پوشش گیاهی جنگلی متراکم و از انواع درختان پهن برگ و توپوگرافی بسیار متغیر تشکیل شده است. مواد مادری خاکهای مورد مطالعه در این واحد فیزیوگرافی عمدتاً ناشی از هوادیدگی سنگ آهک به طریق انحلال آهک است و در نتیجه با تغییر ارتفاع، شیب و به پیرو آن اقلیم، در منطقه خاکهای بسیار متنوعی به چشم می خورد. در مناطق وسیعتر و با شیب کمتر و به علت برقراری ثبات در تشکیلات موجود، همچنین زمان کافی و فراهم بودن شرایط مناسب تر جهت تأثیر فرآیندهای پدوژنیک، عوامل خاکسازی به نحو بهتری عمل کرده و طی زمان طولانی باعث انتقال رس از افق های بالایی و تجمع آنها در افق های زیرین گردیده است و در نهایت پیدایش افق های تحتانی آرچلیک در خاکهای تکامل یافته آلفی سول را به همراه داشته است. اثرات مهاجرت رس از

نیمرخ خاک به صورت پوشش های رسی بر روی خاکدانه ها و داخل حفرات مشاهده است (جدول ۱). ضمن آنکه نتایج تجزیه آزمایشگاهی هم از نظر مقدار رس، وجود افق آرچلیک در پروفیل های شماره ۶، ۷، ۵، ۴، ۳، ۱ و ۸ را تأیید می کند.

در مورد نحوه حرکت رس و تشکیل افق آرچلیک در خاک های جنگلی این ناحیه می توان چنین اظهار نظر کرد که با حاکم بودن رژیم رطوبتی یودیک، به نظر می رسد که بخش بسیار کوچکی از رس در افق های آرچلیک در اثر هوادیدگی و بطور درجا^(۱) بوجود آمده است. در ضمن با توجه به اینکه شرایط رطوبتی در افق های B در خاک مذکور جهت هوادیدگی مناسب می باشد، علت تخریب برخی از کانیها و تشکیل کانی های رسی حد واسط نظیر ایلیت - مونت موریلونیت (شکل ۲- الف) و بعضاً کائولینت (شکل ۲- ب) را می توان به برقراری چنین شرایط خاص رطوبتی منسوب دانست. البته با توجه به دیفراکتوگرام های منتخب مربوط به بخش رس در افق هایی که مطالعه کانی شناسی در آنها صورت گرفته، مقدار کانی های مقاوم به هوادیدگی و از جمله کوآرتز در این خاکها بسیار کم و ناچیز است که این امر بیانگر آن است که سهم هوادیدگی در تشکیل در جای کانی های رسی و در پیدایش افق های تجمعی رس چندان مهم و قابل توجه نمی باشد. ترکیب رس های سیلیکاته افق آرچلیک در این خاکها همانند اغلب مطالعات متغیر بوده و ترکیبی از ایلیت، مونت موریلونیت، ورمی کولیت و کائولینت است.

به هر شکل میزان بارندگی فراوانی که در این قسمت از کشور در هر سال اتفاق می افتد و پوشش گیاهی جنگلی متراکم و گاهی وضعیت خاص توپوگرافی محل سبب می شود که از یک سو آب حاصله زمان کافی برای نفوذ داشته و در نتیجه مقدار آب بیشتری به داخل خاک نفوذ کرده و آبشویی خاک افزایش یابد. از سوی دیگر میزان جریان آب در سطح

^۱-In situ

خاک و فرسایش به سبب وجود پوشش علفی و بقایای گیاهی حاصل از درختان جنگلی کم بوده که حاصل آن فرآیند انحلال و آبشویی کربناتهای موجود در مواد اولیه تشکیل دهنده خاک می باشد، به طوری که سراسر پروفیل های ۶، ۷، ۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ عاری از ترکیبات مذکور بوده و نسبت به اسید کلریدریک هیچگونه عکس العملی از خود نشان نمی دهند. بدین ترتیب نخستین شرط جهت مهاجرت رس ها تأمین می گردد (۴). تحقیقات در مورد منشاء رس در افق های آرچیلیکی که بر روی سنگ مادر آهکی تشکیل شده اند نشان داده است که این افق های تجمعی در اثر پدیده حرکت و انباشتگی رس تشکیل شده و هیچ شباهتی به بقایای حاصل از سنگ آهک ندارند. بررسی و مقایسه ذرات رس موجود در بقایای سنگ آهک و همچنین کانی های رسی موجود در افق غنی از رس از نظر اندازه ذرات، کانی شناسی و سن کربن آلی مرتبط با آنها بر پدولوژیک بودن منشاء رس های موجود در افق آرچیلیک صحه گذاشته است (۷).

فقدان مواد آهکی و وجود دوره های مرطوب و طولانی در هر سال باعث پراکنده شدن رس در افق های سطحی و مهاجرت آن به اعماق این خاکها شده است. ضمن آنکه در زمینه پراکندگی ذرات رس در افقهای سطحی عوامل گوناگونی دخالت دارند که منابع مختلف مهمترین آنها را کم بودن غلظت الکتروولیت در محلول خاک، عدم حضور کلونیدهای با بار مثبت مانند هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم و نیز وجود مواد آلی حل شده در آب نفوذی در ایفای این نقش کمک شایانی می کند (۱۴، ۱۰، ۸، ۵ و ۲۸). در خاکهای مذکور نیز حضور مقادیر چشمگیری از مواد آلی در خاک سطحی (جدول ۲) در عمل پراکنش کلونیدهای رسی دخالت فراوانی نموده که نهایتاً در اثر وقوع دوره های بسیار کوتاه خشکی (اواسط تیرماه تا اواسط مردادماه) و همچنین وجود عوامل همآوری این کلونیدها در اعماق، این ذرات در افق های پایینی انباشته می گردد.

آلفی سول های این منطقه دارای افق های سطحی تیره و نسبتاً نازک می باشند که تمام مشخصات افق مالیک، غیر از ضخامت و در مواردی رنگ را دارا می باشند. بطور کلی شرایط مناسب عوامل لازم برای پیدایش خاک های آلفی سول از جمله مواد مادری، درصد اشباع بازی بالا، دوره های خشکی کوتاه و مرطوب بودن طولانی همراه با فعالیت میکربی در افق های بالایی و نفوذ آهسته و مقدار کافی آب باران که بتواند افق های بالایی را آبشویی نماید، در این خاک ها وجود داشته و با شرایط و عوامل لازم برای پیدایش خاکهای آلفی سول که در منابع مختلف از آنها نام برده شده انطباق کامل دارد. در پروفیل های شماره ۲ و ۱۰ به علت قرارگرفتن روی شیب های بیش از ۴۰ درصد که خاک بر روی سنگ مادر آهکی نرم و شکافدار تشکیل شده است، امکان تأثیر عوامل خاکساز به نحو مطلوب وجود نداشته است و در نتیجه در روند تشکیل افق آرچیلیک وقفه ایجاد می گردد. در این خاک ها به سبب وجود کاتیونهای دوظرفیتی و بویژه کلسیم (که در افق های سطحی قابل توجه است)، pH مناسب و زهکشی خوب فعالیت موجودات ریز خاگری چشمگیر بوده و فرآیند هوموسی شدن پیشرفت نموده است. ضمن آنکه کربنات کلسیم موجود سبب خشی شدن اسیدهای هومیک موجود در مواد آلی شده و بدین وسیله از سیر قهقرایی بیولوژیکی این مواد در افق A این قبیل خاکها می کاهد (۲۶). از سوی دیگر کمپلکس رس و هوموس که در اثر وجود کاتیون کلسیم به مقدار کافی تشکیل شده باعث همآوری ذرات شده و مانع آبشویی رس ها شده است. دیفراکتوگرام مربوط به افق BA پروفیل ۱۰ (شکل ۱- ج) نیز نشانگر آن است که ایلیت، کائولینیت و مونت موریلونیت و مقادیر ناچیزی رومی کولیت کانی های رسی تشکیل دهنده خاکهاست. به هرحال فرآیندهای مورد بحث موجب تشکیل اپی پدون مالیک بر روی سنگ بستر آهکی شده که از نظر رده بندی خاک آمریکایی چنین خاکهایی در زیر راسته رندال از راسته مالی سول قرار می گیرد.

پروفیل شماره ۹ نیز در منطقه ای واقع شده که احتمالاً افزایش ارتفاع باعث ایجاد تغییرات خاص در بارندگی (کاهش میزان نزولات) می گردد، به علاوه وجود این جدول ۱- برخی از خصوصیات محلی و مورفولوژیکی پروفیل ها

پروفیل در شیب جنوبی دلیل دیگری جهت عدم در دسترس بودن آب کافی برای انتقال رس به افق های پایین تر در پروفیل مذکور است. لذا علی رغم مشاهده

افق	عمق (cm)	مرز	رنگ در حالت مرطوب	ساختمان	مقاومت	ریشه ها	پوسته های رسی
پروفیل ۱: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۳۵۰ متر، شیب اصلی ۷۰-۶۵ درصد و شمالی							
A	۰-۱۲	Cs	10YR 3/3	2fgr,2fabk	fi ss ps	2vf,2f	-
Bw	۱۲-۴۷	Aw	7/5 YR 4/4	2cabk	vfi ss ps	2vf,2f	1mk pf po
Bt	۴۷-۶۰	Aw	5YR 4/4	2mabk	vfi ss ps	2f,2m2,2c	2mk pf po
R	۶۰+						
پروفیل ۴: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۶۸۰ متر، شیب اصلی ۷۰ درصد و شمالی							
A	۰-۱۵	gs	10YR 4/4	m,1mabk	fi s p	2f,2m,2c	-
Bw	۱۵-۴۰	ab	7/5YR 4/4	2mabk	efi vs p	2f,2m,2c	v1 mk pf
Bt	۴۰-۶۵	aw	7/5YR 4/4	1mabk	efi vs p	1f,1m	2mk pf po
R	۶۵+						
پروفیل ۳: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۷۰۰ متر، شیب اصلی ۱۳-۱۰ درصد و یال							
A	۰-۱۰	as	10YR 3/2	2fabk	fr sl s p	2vf,2f,2m	-
EB	۱۰-۲۵	ai	10YR 4/3 و 7/5YR 5/6	2cabk	vfi vs p	2vf,2f,2m,2c	1mk pf po
Bt1	۲۵-۵۵	as	7/5YR 5/6	2mabk	efi vs p	1vf,1f,1m	3mk pf po
Bt2	۵۵-۸۵	ab	7/5YR 5/4	2mabk	efi vs p	2vf,2f,2m,2c	3mk pf po
پروفیل ۲: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۳۳۰ متر، شیب اصلی ۴۵ درصد و جنوبی							
A	۰-۲۰	aw	10YR 3/3	2mabk,2fgr	sh fi ss ps	3c,3vf	
R	۲۰+						
پروفیل ۵: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۶۷۰ متر، شیب اصلی ۳۰ درصد و جنوبی							
A	۰-۸	as	10YR 3/3	2fgr	fr	2vf,2f,2m	-
2E	۸-۲۲	gw	10YR 4/4	1fabk	fr	2vf,2f,2m	-
2EB	۲۲-۴۸	ci	10YR 4/4	1mabk	fr	2vf,2f,2m,2c	1mk pf po

3mk pf po	1vf,1f,1m	vfi vs vp	1mabk	7/5YR 5/6	gw	۴۸-۸۰	2Bt1
2m pf po	1f,1m	vfi s p	2mabk	7/5YR 5/6	cw	۸۰-۱۱۰	2Bt2
2mk pf po	-	efi vs p	1cabk	7/5YR 5/6	-	۱۱۰-۱۳۰	2BCt

ادامه جدول ۱

پوسته های رسی	ریشه ها	مقاومت	ساختمان	رنگ درحالت مرطوب	مرز	عمق (cm)	افق
پروفیل ۶: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۰۰۰ متر، شیب اصلی ۵ درصد و جنوب غربی							
-	3vf,3f,3m,3c	fr ss p	1fgr	10YR 4/3	as	۰-۱۲	A
1mk pf po	2vf,2f	vfi vs p	2mabk	7/5YR 5/6	gw	۱۲-۳۰	Bt1
2mk pf po	2vf,2f	efi vs p	2cabk	7/5YR 5/6	gw	۳۰-۵۵	Bt2
3mk pf po	1vf,1f	efi vs p	2mabk	7/5YR 5/6	ds	۵۵-۱۱۰	Bw1
3mk pf po	1vf,1f	efi vs p	2mabk	7/5YR 5/4	ds	۱۱۰-۱۴۵	Bw2
3mk pf po	-	efi vs p	2mabk	7/5YR 5/4	-	۱۴۵-۱۹۰	Bw3
پروفیل ۷: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۰۵۰ متر، شیب اصلی ۴۰ درصد و جنوبی							
-	3vf,3f,3m,3c	fi	m,1fgr	10YR 4/3	cs	۰-۱۰	A
-	2vf,2f,2m,2c	ff	m,1mabk	10YR 5/4	aw	۱۰-۲۵	E
2mk pf po	2vf,2f,2m	fi	2mabk	7/5YR 5/4	ai	۲۵-۵۰	BE
3mk pf po	2f,2m,2c	efi vs vp	3cabk	5YR 4/6	ds	۵۰-۸۰	Bt1
3mk pf po	1f,1m,2f	efi vs vp	2cabk	5YR 4/6	aw	۸۰-۱۲۵	Bt2
					-	۱۲۵+	R
پروفیل ۸: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۰۵۰ متر، شیب اصلی ۵۵ درصد و جنوبی							
-	3vf,3f,3m,3c	fi	m,1fabk	10YR 4/3	cs	۰-۱۸	A
-	2vf,2f,2m,2c2	fi	1mabk	10YR 4/3	cw	۱۸-۳۰	E
2mk pf po	vf,2f,2m	vfi	2cabk	10YR 4/3	aw	۳۰-۴۵	BE
3mk pf po	2vf,2f	efi vs p	2cabk	7/5YR 5/4	aw	۴۵-۷۰	Bt
					-	۷۰+	R
پروفیل ۹: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۰۰۰ متر، شیب اصلی ۴۵ درصد و جنوبی							
-	3vf,3f,3m,3c	fi	m,1fgr	10YR 4/3	cs	۰-۱۰	A
1mk pf po	3f,3m,3c	vfi vs p	2cabk	7/5YR 4/4	cw	۱۰-۲۵	Bw1
1mk pf po	2vf,2f,2m	efi vs p	2cabk	7/5YR 5/6	aw	۲۵-۴۰	Bw2

						۴۰+	R
پروفیل ۱۰: ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۰۳۰ متر، شیب اصلی بیشتر از ۷۰ درصد و جنوبی							
-	3vf,3f,3m,3c	fi	3fabk	10YR 3/2	gs	۰-۱۵	A
-	3vf,3f,3m,3c	fi	2mabk	10YR 3/3	aw	۱۵-۳۰	BA
-	1vf,1f,1m	vfr	m	10YR 7/4	aw	۳۰-۹۰	BCK
						۹۰+	R

موجود در سطح خاک را نیز می توان انکار کرد. این خصوصیت باعث می شود تا آب به آرامی و بطور عمودی در ستون خاک نفوذ نموده و توسعه پروفیلی در این مناطق به نحو چشمگیری پیشرفت نماید.

در یک ارتفاع معین خاک های واقع بر شیب های شمالی به جهت دارا بودن شرایط رطوبتی مطلوبتر، از پوشش گیاهی انبوه تری برخوردار هستند، در حالیکه شیب های جنوبی به علت آنکه مقادیر بیشتری اشعه خورشیدی دریافت می کنند گرمتر بوده و لزوماً دارای رطوبت و مواد آلی کمتری نسبت به شیب های شمالی هم ارتفاع خود هستند. مقایسه درصد کربن آلی افق A در پروفیل شماره ۱ (شیب شمالی) با پروفیل شماره ۲ (شیب جنوبی) و همچنین پروفیل شماره ۴ (شیب شمالی) با پروفیل شماره ۵ (شیب جنوبی) صحت این مطلب را به اثبات می رساند (جدول ۲).

مقایسه میانگین درصد کربن آلی افق سطحی A بین پروفیل های واقع در ارتفاعات مختلف بیانگر آن است که با افزایش ارتفاع شاهد کاهش مواد آلی هستیم. علت این تغییر را می توان به کاهش بارندگی در اثر افزایش ارتفاع نسبت داد به طوری که تأثیر کاهش بارندگی نسبت به کاهش دما در اثر افزایش ارتفاع مؤثرتر به نظر می رسد.

با افزایش شیب در یک ارتفاع معین، ضخامت سولوم کاهش یافته و pH افق Bt افزایش می یابد. مقایسه اعداد مربوط به ضخامت سولوم و pH افق Bt در پروفیل های شماره ۶، ۷ و ۸ که در یک ارتفاع معین ولی با درجه شیبهای مختلف حفر گردیده اند، دلیل این مدعاست. در ضمن جهت شیب نیز بر روی ضخامت افق A تأثیر بسزایی دارد. چنانکه پروفیل

پوسته های رسی در افق های زیرین این پروفیل، چون نتایج تجزیه های آزمایشگاهی وجود افق آرچلیک در این خاک را تأیید نکرده است، در رده بندی خاک آمریکایی در راسته اینسپتی سول و زیر راسته اوتراپودپت واقع می شود.

بررسی تغییرات سایر خصوصیات خاک ها در ارتباط با اقلیم و پستی و بلندی

تغییرات اقلیمی در این ناحیه تابعی از ارتفاع است، چنانکه به ازای افزایش هر ۱۰۰ متر ارتفاع دمای هوا ۰/۵ درجه سانتیگراد کاهش یافته و از ارتفاع صفر تا ۱۵۰۰ متری از سطح دریا بارندگی نیز کم شده و پس از آن روند طبیعی تغییرات همانند دیگر نقاط دنیا را دنبال می کند. یکی از بارزترین خصوصیات خاک ها در این منطقه درصد بالای کربن آلی و مواد آلی در همه پروفیل ها و بخصوص در افق های سطحی آنها است. شرایط رطوبتی و حرارتی مطلوب در محدوده مطالعاتی سبب رشد انبوه درختان جنگلی و پوشش گیاهی علفی شده است. بطوریکه این گیاهان هر ساله مقادیر قابل توجهی بقایای گیاهی به سطح خاک می افزایند. بدین ترتیب افق های سطحی پروفیل های مطالعه شده حاوی بیشترین درصد کربن آلی می باشند که این مقادیر بطور منظم با عمق در هر پروفیل کاهش می یابند. در افق های سطحی فعالیت بیولوژیکی همراه با خشک و خیس شدن متناوب موجب پیدایش ساختمان دانه ای شده است، در حالی که فقدان این شرایط در افق های B باعث پیدایش ساختمان مکعبی بدون گوشه گردیده است (۲۴). از سوی دیگر نقش سایه انداز مترامک جنگلی و همچنین بقایای گیاهی بی جان

شماره ۴ که بر روی شیب شمالی واقع شده دارای افق A ضخیم تری نسبت به پروفیل شماره ۵ می باشد که بر روی شیب جنوبی قرار گرفته است. اما افق های B در پروفیل شماره ۵ دارای توسعه بهتری نسبت به افق های B در پروفیل شماره ۴ می باشند (جدول ۱). علت این تفاوتها را می توان در اختلاف دما در شیب های جنوبی و شمالی و اثرات آن بر روی ذخیره آب و سرعت واکنش های شیمیایی جستجو کرد. در ضمن ذرات رس بخش بزرگتری از بافت خاک را در شیب های جنوبی تشکیل می دهند (۳۴، ۱۶، ۱۷، ۱۳ و ۲۴).

کلسیم کاتیون تبادلی عمده در همه خاکهای مطالعه شده می باشد که در اکثر پروفیل ها با افزایش

عمق بر مقدار آن افزوده می شود. بالاتر بودن مقدار کلسیم تبادلی در افق سطحی برخی از پروفیل ها را می توان به سبب تأمین آن توسط سنگریزه های آهکی موجود در پروفیل (پروفیل شماره ۱) و یا بازگشت این عنصر به خاک سطحی و از طریق بقایای گیاهی و تجدید سیکل عناصر غذایی دانست (پروفیل های شماره ۸، ۶، ۴، ۳، ۱ و ۹). با افزایش عمق در همه پروفیل ها شاهد افزایش مقادیر pH هستیم که علت آن را می توان در آیشی پروفیل ها و تجمع کاتیونهای بازی تعادلی در اعماق دانست (جدول ۲).

منابع

- ۱- حبیبی کاسب، حسین. ۱۳۷۱. بررسی خاک رانشستانهای شمال ایران و نقش آن در گسترش تیپ های مختلف رانشستان. مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۳۸. ص. ۱۷-۱.
- ۲- خلیلی، علی، سهراب حجام و پرویز ایران نژاد. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور: شناخت اقلیمی ایران. تقسیمات آب و هوا (جلد چهارم). شرکت مهندسی مشاور جاماب وابسته به وزارت نیرو.
- ۳- سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۷۲. نقشه چهارگوش آمل F4.
- 4- 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.
- 5- Adams, W. A. 1976. Experimental evidence on the origin of vermiculite in soils of lower palaeozoic sediments. *Soil Sci. Soc. Am J* . 40:793-796.
- 6- Amundson, R., G. Oliver, A. Chadwick, J. M. Sowers and H. E. Doner. 1989. The stable isotope chemistry of pedogenic carbonates at Kyle canyon, Nevada. *Soil Sci. Soc. Am J* . 53:201-210.
- 7- Ballagh, T. M., and E. C. A. Runge. 1970. Clay – rich horizons over limestone illuvial or residual? *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:534-536.
- 8- Birkeland, P. W. 1974. *Pedology, weathering, and geomorphological research.* Oxford University Press Inc.
- 9- Bouyoucos, C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 54:464 – 465.
- 10- Buol, S. W. and F. D. Hole. 1961. Clay skin genesis in Wisconsin soils. *Soil Sci. Soc. Am Proc* . 25:377-379.
- 11- Buol, S. W., F. D. Hole and R. J. Mc Craken. 1989. *Soil genesis and classification.* 2nd ed. The Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- 12- Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. P. 811-903. *In: C. A. Black et al. (ed.). Methods of soil analysis. Part II.* Am. Soc. Agron. Madison. WI.

- 13- Daniels, W. L., C. J. Everett and L. W. Zelazny. 1987. Virgin hardwood forest soils of the southern Appalachian Mountains: I. Soils morphology and geomorphology. *Soil Sci. Soc. AmJ* . 51:722-729.
- 14- Fanning, D. S. and M. C. B. Fanning. 1989. Soil morphology, genesis and Classification. John Wiley and Sons., Inc.
- 15- Fitzpatrick, E. A. 1980. Soils, their formation, classification and distribution. Longman, Inc., NY.
- 16- Franzmeier, D. P., E. J. Pederson, T. J. Longwell, J. G. Bryne, and C. K. Losche. 1969. Properties of soils of the Cumberland plateau as related to slope aspect and position. *Soil Sci. Soc. AnProc* . 33:755-761.
- 17- Gangopadhyays, S. K., P. K. Das, N. Mukhopadhyay, S. Nath and S. K. Banerjee. 1990. Altiudinal pattern of soil characteristics under forest vegetation in eastern Himalayan region. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 38:93-99.
- 18- Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis – advanced course. Univ. of wisconsin, College of Agric., Dep. Soils. Madison. WI.
- 19- Jenny, H. 1941. Factors of soil formation. Mc Graw – Hill Book Co. New York.
- 20- Khalili, A. 1973. Precipitation patterns of central Elborz. *Archives for Meteor. Geoph. Bioclim.* 21:215-232.
- 21- Kittrick, J. A. and E. W. Hope. 1963. A procedure for the particle size seperation of soils for X-ray diffraction analysis. *Soil Sci.* 96: 312-325.
- 22- Mehra, O. P. and M. L. Jackson. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite – citrate system with sodium bicarbonate. *Clay Miner.* 7:312-327.
- 23- Miles, J. 1985. The pedognic effects of different species and vegetation types and the implications of succession. *J. Soil Sci.* 36:571-584.
- 24- Miller, R. W. and R. L. Donahue. 1990. Soils, an introduction to soils and plant growth. Prentice Hall, Inc.
- 25- Richards, L. A. (ed.). 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Salinity Laboratory Staff. USDA. Hb. No. 60.
- 26- Rommana Muthy, J. and A. K. Sharma. 1992. Role of physiography on characteristics and development of soils under pine vegetation and their classification. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 40: 143-149.
- 27- Scholten, J. J. and W. Andriesse. 1987. Morphology, genesis and classification of three soils over limestone, Jamaica. *Geoderma.* 39:1-40.
- 28- Schreier, H., and L. M. Lavkulich. 1985. Rendzina – type soils in the Ogilvie mountains. Yukon territory. *Soil Sci.* 139: 2-12.
- 29- Soil Survey Staff. 1993. Soil survey manual. USDA. Hb. No.18., Washington, D. C.
- 30- Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making interpreting soil surveys. USDA. Hb. No. 436. U. S. Government printing office, Washington, D. C.
- 31- Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. SMSS. U. S. D. A., Washington, D. C.
- 32- Thomas, G. W. 1982. Exchangeable cations. P. 159-167. *In:* C. A. Black et al. (ed.). *Methods of soil analysis. Part II.* Am. Soc. Agron. Madison, WI.
- 33- Van Wambeke, A. 1985. Calculated soil moisture and temperature regimes of Asia. SMSS, Cornell Univ. and AID. Ithaca, New York.
- 34- Verma, K. S., R. L. Shyampura, and S. P. Jain. 1990. Characterization of soils under forest of kashmir valley. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 38:107-115.

- 35- West, L. T. 1986. Genesis of soils and carbonated enriched horizons associated with soft limestones in central Texas. Ph. D. Thesis, Texas A&M Univ. College station, TX.
- 36- Wilding, L. P., N. E. Smeck and G. F. Hall. 1983. Pedogenesis and soil taxonomy. I. Concepts and interactions. Elsevier, Amsterdam. The Netherlands.

Effect of Climate and Topography on Forest Soil Genesis in Kheyrudkenar in Mazandaran Province

M. N. Navidi and S. A. Abtahi¹

Abstract

: To investigate the effect of climate and topography on soil genesis and soil forming processes, ten soil profiles from Kheyrudkenar forest located in Nowshar, Mazandaran province, Iran were selected and their genesis, classification, and morphological and mineralogical characteristics were studied along an altitudinal transect under a very moist and temperate climate and calcareous parent materials. Profiles were selected at 350, 700 and 1050 meters above mean sea level. Forest soils in the study area had udic moisture regimes and belonged to mesic and thermic regimes. The forest vegetation was deciduous trees. Parent materials were formed mainly from limestone rocks through dissolution and diverse soils were formed in the region depending on elevation and slope degree and aspect. The results indicated that organic matter accumulation, decalcification and clay accumulation are the important processes in evolution of soils used in this study. Furthermore, change in elevation and slope aspect affected precipitation and air temperature which in turn were responsible for differences in soil organic matter accumulation and solum thickness. X-ray diffraction analysis showed that soil minerals of different pedons vary greatly and that the origin of the majority of minerals were inherited from parent materials.

¹ Researcher of SWRI and Prof., of Soil Sci. College of Agric. Shiraz Univ.