تأثیر پستی و بلندی و زمان در تشکیل خاک با مواد مادری آهکی تحت شرایط نیمه‌خشک منطقه رجئین میانه

ناصر نظری[1]

چکیده

تکوین، تکامل، طبقه‌بندی، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی خاک‌های دشت رجئین در استان آذربایجان‌شرقی تحت تأثیر توپوگرافی‌های مختلف، به عنوان یک عامل خاکساز و در شرایط آب و هوایی نیمه خشک بر روی مواد مادری آهکی مورد بررسی قرار گرفت. این دشت به مساحت ۴۲۰۰۰ هکتار در فاصله ۳۵ کیلومتری جنوب‌شرقی میانه از توابع استان آذربایجان‌شرقی قرار دارد. خاک‌های منطقه دارای رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشند. ارتفاع متوسط دشت ۱۲۹۰ متر از سطح دریا بوده و میانگین بارندگی و دمای سالیانه آن به ترتیب ۳۰۵/۴ میلی‌متر و ۱۲/۹ درجه سانتیگراد می‌باشد. سه واحد فیزیوگرافی شامل جلگه‌های مرتفع، دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای و دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای در منطقه تشخیص داده شد. طبق نتایج آزمایشگاهی و مشاهدات صحرایی به نظر می رسد عمده‌ترین عامل‌های خاکسازی که سبب ایجاد اختلاف در خصوصیات خاک‌های منطقه شده، توپوگرافی و زمان است. وجود تنوع توپوگرافی از جلگه‌های مرتفع بالایی تا زمین‌های کنار رودخانه‌ها و نیز میزان هرزآب سطحی و مقدار آب نفوذ یافته به درون خاک و انتقال عمودی املاح و مواد در درون نیمرخ خاک توسعه و تکوین خاک‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. خاک‌های انتی‌سول در دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای و دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای جنوبی مشاهده می‌شوند. این خاک‌ها بدون تکامل پروفیلی بوده و توزیع آهک ثانویه در پروفیل خاک دیده نمی‌شود و فقط دارای یک افق سطحی اکریک می‌باشند. خاک‌های اینسپتی‌سول در این منطقه خاک‌هایی هستند که در ابتدای تکامل بوده و افق های B، کلسیک و کمبیک در آنها دیده می شود.

واژه های کلیدی: رده‌بندی، توپوگرافی، زمان، مواد مادری آهکی، انتی‌سول، اینسپتی‌سول، پروفیل

---

۱ – عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه Nazari@M-iau.ac.ir

مقدمه و بررسی منابع

خاک خاستگاه هستی و امانتی در اختیار ما برای تحویل به آیندگان است. در زندگی برخاسته از خاک، اندیشیدن به جهانی بدون خاک ناشدنی است. زیرا گیاهان و جانوران و سرانجام همه انسان‌ها را به نیستی می‌کشاند. احتیاجات بشر با تمام تنوع و گوناگونی‌هایش همه از خاک تأمین می‌شود. استفاده مطلوب و پایدار از خاک در شرایطی امکان‌پذیر خواهد بود که آشنایی کامل از خصوصیات آن عاید گردد (۳).

پیدایش و تکوین خاک را می‌توان به عنوان شاخه‌ای از علم خاک به حساب آورد که به بررسی و مطالعه عوامل و فرآیندهای مؤثر بر تشکیل و تکامل خاک می‌پردازد. پیدایش خاک محصول پدیده هوادیدگی[1] سنگ‌ها و کانی‌ها است. هوادیدگی می‌تواند شامل هوادیدگی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی باشد که نتیجه و محصول آن، تشکیل مواد مادری از سنگ مادر است و در مرحله بعد با تأثیر عوامل و فرایندهای خاکسازی بر مواد مادری، خاک تشکیل می‌شود (۲).

به طور کلی تنوع خاک‌های موجود در سطح زمین، نتیجه عکس‌العمل عوامل پنج‌گانه خاک‌سازی می‌باشد. شدت و ضعف هر یک از این عوامل یعنی آب و هوا، موجودات زنده، مواد مادری، پستی و بلندی و زمان سبب تشکیل خاک‌هایی متفاوت با خصوصیات و افق‌های مختلف می‌گردد (۲۱).

پوسته زمین و مواد مادری با پستی و بلندی‌های خاص خود تحت تأثیر پوشش گیاهی و موجودات زنده، در شرایط اقلیمی در طی گذشت زمان، باعث ایجاد خاک گردیده است. عوامل خاکساز در تشکیل و تکامل خاک نقش اساسی ایفا می‌کنند و بر حسب آنکه کدامیک از آنها حاکمیت بیشتری داشته باشند روند تکاملی خاک را در مسیری اختصاصی پیش خواهند برد. در حقیقت ماهیت خاک تابعی از عوامل مذکور است. به عبارت دیگر هر جا که عوامل تشکیل‌دهنده خاک یکسان باشند خاک‌ها نیز کم و بیش یکسان هستند. در شرایط مشابه از نقاط مختلف، خاک‌ها مشابه‌اند و این قاعده امکان پیش‌بینی نوع خاک‌ها را در نقاط مختلف فراهم می‌سازد (۲).

شناخت خاک از نظر ژنتیکی، مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی در راستای دستیابی به اهداف یاد شده حایز اهمیت می‌باشد. به دلیل آنکه خاک محیطی پویا و در حال تغییر و تحول است اهمیت این مطالعات روز به روز بیشتر می‌گردد (۱). از این‌رو با توجه به اهمیت موارد فوق و بعنوان یکی از مصادیق مسأله، مطالعات خاکشناسی و چگونگی تشکیل و رده‌بندی خاک‌های دشت نسبتاً حاصلخیز رجئین بعنوان موضوع مورد تحقیق انتخاب گردید.

1- Weathering

منطقه مورد مطالعه که حوضه آبخور رودخانه‌های قزل‌اوزن و زنجان‌رود را تشکیل می‌دهد که در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان میانه در استان آذربایجان شرقی قرار گرفته، از شمال به ارتفاعات قافلان‌کوه، از جنوب به تپه ماهور و حوضه‌های آبخیز رودخانه قزل‌اوزن، از شرق به قسمتی از تپه ماهور و حوضه‌های آبخیز رودخانه های زنجان‌چای و خود رودخانه زنجان‌چای و از غرب به رودخانه قزل‌اوزن محدود می‌گردد. این منطقه بین عرض‌های شمالی ′۰۰ و°۳۷ تا ′۱۷ و°۳۷ و طولهای شرقی ′۴۳ و °٤۷ تا ′۰۰ و°٤۸ واقع شده است. بلندترین و گودترین نقاط آن از سطح دریا به ترتیب ۱۳۷۰ و ۱۲۲۰ متر ارتفاع دارند و مساحت آن ٤۲۰۰۰ هکتار می‌باشد.

به علت دامنه زیاد نوسان دما در این منطقه، دو تیپ حرارتی کاملاً متفاوت برای دوره‌های گرم و سرد سال مشاهده می‌شود. بطور کلی می‌توان گفت که این منطقه دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی مربوط به سال‌های ۱۳٦۹ تا ۱۳۸۱ هجری شمسی که از سالنامه‌های هواشناسی استخراج گردید (جدول۱)، دامنه نوسانات دما یعنی اختلاف بین گرمترین و سردترین ماه‌ها به حدود ٥٦/۲ درجه سانتی‌گراد در طول سال می‌رسد. میانگین حداکثر و حداقل دمای مطلق در تیر ماه به ترتیب ٤۰ و ۱۳/٤ درجه سانتی‌گراد و در دی ماه به ترتیب ۸/۳ و ۱٦/۲- درج سانتی‌گراد بوده و میانگین سالانه آنها به ترتیب ۲٦/٤ و ۰/۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. البته با توجه به حداکثر مطلق دمای پنجم تیرماه ۱۳۷۳ (٤۱/۸ درجه سانتی‌گراد) وحداقل دمای مطلق در هفتم بهمن ماه ۱۳٦۷ (۲٥/٦- درجه سانتی‌گراد)، دامنه نوسانات دما به ٦۷/٤ درجه سانتی‌گراد می‌رسد که نشانگر دامنه زیاد نوسان دما در این منطقه است. متوسط روزهای یخبندان ۹٥/۷ روز در سال بوده و میانگین بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه ۳۰٥/٤ میلی‌متر می‌باشد که قسمت عمده آن در ماه‌های آبان تا اردیبهشت متمرکز است (جدول ۱). از نظر تقسیم بندی مطابق اقلیم نمای آمبرژه[1] این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک سرد و مطابق اقلیم نمای دومارتن[2] دارای اقلیم نیمه خشک می‌باشد.

در این پژوهش بعد از مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیایی خاک‌های منطقه، تأثیر پستی و بلندی و زمان بر خصوصیات آنها و در نهایت رده‌بندی خاک‌ها مطابق روش رده‌بندی خاک آمریکایی و فائو ارایه گردیده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، منطقه‌ای به مساحت تقریبی ٤۰۰۰ هکتار که در یک ردیف پستی و بلندی و

1- Embergeh
2- Domarton

زمانی است مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا کلیه اطلاعات و مدارک لازم از قبیل عکس‌های هوایی، گزارش‌های خاک‌شناسی موجود، نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی مورد بازبینی و مورد استفاده قرار گرفت. سپس اطلاعاتی از قبیل آمارهای هواشناسی و هیدرولوژی، گیاهان بومی و کشاورزی و همچنین اطلاعات زمین شناسی منطقه مورد مطالعه، جمع آوری گردید. برای تعیین تعداد ماه‌های خشک، از بین کلیه عوامل مختلف آب و هوایی صرفاً دو عامل دما و بارندگی از اطلاعات آماری استخراج گردید و پس از تعیین میانگین ماهیانه هر کدام در سال‌های مختلف، منحنی تغییرات حرارتی و رطوبتی آمبروترمیک بر اساس P=2T رسم و وضعیت رژیم‌های حرارتی و رطوبتی خاک‌های منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. در ادامه با توجه به یافته‌های بدست آمده، واحدهای فیزیوگرافی منطقه مذکور مشخص گردید. در هر واحد فیزیوگرافی حداکثر پنج نیمرخ حفر و از بین نیمرخ‌های حفر شده بر اساس اهداف مطالعه تعداد ۹ نیمرخ شاهد انتخاب و مشخصات آنها از جمله بافت، رنگ، ساختمان، ضخامت افق‌ها، تمرکز مواد مختلف، درجه پایداری خاک و سایر اطلاعات لازم با استفاده از راهنمای مطالعات شناسایی شده و تشریح نیمرخ خاک موسسه تحقیقات خاک و آب (٤) جمع‌آوری و در کارت تشریح پروفیل ثبت گردید. از طبقات مشخصه هر پروفیل به میزان کافی نمونه خاک جمع آوری گردید و در پایان جهت انجام آزمایش‌های مربوط به آزمایشگاه بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز منتقل شد و بعد از خشک کردن و گذراندن از الک دو میلی‌متری، آزمایش‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی روی آنها صورت گرفت.

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش‌های مربوط و همچنین خصوصیات مورفولوژیکی از قبیل ساختمان، رنگ، تمرکز موادی مانند گچ، آهک، رس، سنگریزه و غیره و نحوه قرار گرفتن افق‌های شناسائی، پدون‌ها بر اساس روش طبقه‌بندی جامع خاک‌ها[1] (۲۵و۲٦) تا حد فامیلی[2] رده بندی و سپس با روش فائو[3] (۱۳) تا حد زیرگروه هماهنگ گردید.

جهت تعیین توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتر (۱۰) استفاده شد. ظرفیت تبادل کاتیونی ذرات خاک با استات سدیم یک مولار در pH = ۸/۲ به روش باور و همکاران (۱۹و ۲۰) تعیین گردید. پس از تهیه خمیر اشباع، درصد رطوبت آن به روش وزنی و پ‌هاش آن به وسیله دستگاه اسیدیته‌سنج قرائت گردید (۲۲). پس از تهیه عصاره اشباع قابلیت هدایت الکتریکی آن بوسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی تعیین گردید. کربن آلی به روش سوزاندن

1 - Soil taxonomy
2 - Family
3 - F.A.O Soil classification

تر با اکسید شدن مواد آلی خاک توسط بی‌کرومات پتاسیم در مجاورت اسید سولفوریک غلیظ و باقیمانده بی‌کرومات پتاسیم با فروآمونیم سولفات تیتر گردید و درصد ماده آلی از ضرب کردن درصد کربن آلی در عدد ۱/۷۲٤ بدست آمد. برای تعیین کربنات کلسیم معادل خاک از روش خنثی سازی با اسید کلریدریک در مجاورت فنل فتالئین استفاده گردید (۲۲).

نتایج و بحث

شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و جغرافیایی دشت رجئین از یک سوء و تغییرات ایجاد شده توسط بشر به منظور تغییر کاربری اراضی از سوی دیگر، تحول و تکامل خاک‌های این منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. پوشش گیاهی منطقه از مراتع و انواع زراعت‌های دیم و آبی تا جنگل‌کاری مصنوعی متغیر است. تنوع کاربری باعث تأثیرات متفاوتی در تکامل خاک‌های منطقه گردیده که برخی قابل تمایز و برخی نیز جهت تمایز به گذشت زمان بیشتری نیازمندند. اگرچه در چند سال اخیر میزان بارندگی سالیانه کاهش یافته اما میانگین بارندگی۱۳ سال اخیر (جدول۱) در مقایسه با بارندگی شرایط نیمه خشک کشور قابل توجه است. شکل ۱ نیز نشان دهنده منحنی تغییرات رطوبت و حرارت منطقه مورد مطالعه است. با توجه به این منحنی مدت زمان فصل خشک حدود ۱٦۳ روز می‌باشد که از ۱۱ اردیبهشت شروع و تا ۱۸ مهر ادامه می‌یابد. با توجه به آمار آب و هوایی موجود و نیز با استفاده از نرم‌افزار رایانه‌ای نیوهال[1]، منطقه مورد مطالعه دارای رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی زریک می‌باشد.

در این پژوهش به نظر می‌رسد از میان عوامل پنجگانه خاکسازی اثر عواملی همچون اقلیم، پوشش گیاهی و مواد مادری در ایجاد تنوع میان خاک‌ها کمتر بوده و بیشتر اختلاف خاک‌ها در اثر عامل‌های پستی و بلندی و زمان می‌باشد. زیرا خاک‌های منطقه در سایر عوامل خاک‌سازی تقریباً مشابه هم هستند. به عبارت دیگر عمده‌ترین عوامل خاک‌سازی که سبب ایجاد اختلاف در خصوصیات خاک‌های منطقه شده، پستی و بلندی و زمان است. وجود تنوع توپوگرافی از کوه‌های مرتفع تا اراضی پایین دست کنار رودخانه‌ها و نیز میزان هرز آب سطحی و مقدار آب نفوذ یافته به درون خاک و انتقال عمودی املاح و مواد در درون نیمرخ خاک، توسعه و تکوین خاک‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. مجموع این عوامل باعث تمایز خاک‌هایی گردیده که آنها را می‌توان در دو راسته انتی‌سول‌ها و اینسپتی‌سول‌ها طبقه‌بندی کرد (جدول ۵). در این خاک‌ها افق سطحی اکریک و همچنین افق زیر سطحی کلسیک مشاهده می‌شوند (جدول ۲ و ۳). از جمله فرایندهای

1- New Hall

بارز خاک‌سازی در این منطقه می‌توان به حرکت و آب‌شوئی کربنات‌کلسیم در نیمرخ خاک اشاره کرد. عوامل شاخص در تشکیل خاک‌های منطقه عبارتند از توپوگرافی، نوع و تراکم پوشش گیاهی و مقدار کربنات‌کلسیم اولیه خاک.

چگونگی تأثیر پستی و بلندی در تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه

در منطقه مطالعاتی رجئین واحدهای فیزیوگرافی و یا زمین ریخت‌شناسی مختلفی دیده می‌شود. وجود تنوع در خاک این واحدها و همچنین تفاوت در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مینرالوژیکی آنها، با توجه به یکسان بودن سایر عوامل خاکساز، نشان دهنده تأثیر پستی و بلندی در تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه می‌باشد. با بررسی نیمرخ‌های حفر شده مشخص شد که خاکهای تشکیل شده در شیب‌های بالا دارای خاک فعال (سولوم) کم عمق بوده و تکامل پروفیلی کمی دارند. در اراضی شیبدار به علت زیاد بودن هرزآب، نفوذ آب به درون نیمرخ خاک کمتر بوده بنابراین میزان آبشوئی و تجمع آهک ثانویه در عمق نیز کمتر می‌باشد.

بطور کلی از بررسی اثر پستی و بلندی بر روی میزان تکامل خاک‌های منطقه این نتیجه به دست آمد که اختلاف منظر می‌تواند نحوه توزیع و تجمع آهک و عمق افق تجمع آن در پروفیل خاک را تحت تأثیر خود قرار دهد. همچنین در اراضی قرار گرفته بر روی سطوح پایدار، توزیع آهک در عمق متأثر از مکانیسم شستشوی آهک از افق‌های سطحی در فصل مرطوب و تجمع آن در فصل خشک سال می‌باشد. در حالیکه در اراضی واقع بر سطوح ناپایدار توزیع و تجمع آهک در پروفیل خاک بیشتر متأثر از حرکت جانبی آن در اثر پدیده فرسایش می‌باشد. همچنین تجمع آهک در اراضی واقع بر روی سطوح پایدار نسبت به دیگر اراضی در اعماق بیشتری از نیمرخ خاک صورت می‌گیرد.

قسمت اعظم منطقه مطالعاتی را فلات ها یا جلگه‌های مرتفع اشغال کرده است. در منطقه مطالعاتی رجئین به دلیل اینکه عمده نزولات آسمانی خصوصاً در فصل زمستان به صورت برف می‌باشد، ذوب تدریجی برف و نفوذ تدریجی آب حاصله در خاک موجب شده است که در فیزیوگرافی جلگه‌های مرتفع، خاک‌های تکامل یافته‌تری ایجاد گردد که نمونه آنها نیمرخ خاک شماره ۲ می‌باشد (جداول ۳، ٤ و ٥). در این نیمرخ‌ها خاک نسبتاً تکامل یافته اینسپتی‌سول با پوشش اندک رس بر روی سطوح خاکدانه‌ها دیده می‌شود که این امر مربوط به آبشویی و انتقال ذرات رس در آن می‌باشد. تشکیل افق B و افزایش ضخامت آن در جلگه‌های مرتفع در نتیجه نفوذ بیشتر آب به داخل خاک می‌باشد که این امر باعث شستشوی آهک از افقهای سطحی و توزیع

مجدد آهک در نیمرخ می‌گردد.

با توجه به نیمرخ‌های حفرشده در واحد دشتهای دامنه‌ای از نظر وجود کربنات‌کلسیم و عمق تجمع آن می‌توان خاک‌های منطقه را به دو دسته تقسیم کرد. خاک‌های فاقد افق کلسیک وخاک‌هایی که دارای افق کلسیک بوده و عمق مشاهده این افق از۲۰ تا ۸۰ سانتی‌متر می‌باشد. این خاکها عمیق بوده و افق B در آنها تکامل و توسعه نسبتاً خوبی از نظر تجمع رس، کربنات کلسیم و ساختمان یافته‌اند. در برخی از مناطق نظیر خاک‌رخ شماره ۷، علی‌رغم افزایش و تجمع رس و مشاهده مقدار کمی تجمع آهک ثانویه، فاقد افق زیرسطحی کلسیک می‌باشند. از آنجا که این خاک‌رخ‌ها در ناحیه مرزی واحد رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای و واحد اراضی پائینی قرار دارند، عدم تشکیل این افق را نسبت به محل‌های مشابه می‌توان به فیزیوگرافی و شرایط آن نسبت داد چنانچه ساوانی و همکاران (۱۹۹۲) عدم تکامل خاک‌های جوان را به فیزیوگرافی نسبت داده‌اند (۲۳).

جهت شیب نیز عامل مهم دیگری در فرایند تشکیل و تکامل خاک‌های منطقه رجئین می‌باشد. شیبهای رو به شمال به دلیل تابش کمتر نور آفتاب، رطوبت را مدت بیشتری در خود نگاه داشته و موجب رشد و بقای بیشتر گونه‌های گیاهی مرتعی بر روی این شیب‌ها گردیده است. بعلاوه دمای پایین‌تر شیب‌های رو به شمال موجب تجزیه و تخریب کمتر بقایای گیاهی قرار گرفته بر روی سطح خاک شده است.

بطور کلی در این منطقه خاک‌های نسبتاً تکامل یافته فقط در فیزیوگرافی جلگه‌های مرتفع که عمدتاً جزو پایدارترین و مسن‌ترین فیزیوگرافی‌ها می‌باشند دیده می‌شود در حالی که در سایر فیزیوگرافی‌ها از جمله دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای و دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای خاک‌های تکامل نیافته انتی‌سول مشاهده می‌گردند. بنابراین می‌توان گفت تحول خاک‌ها و تشکیل افق‌های مشخصه، تابع موقعیت پستی و بلندی و سن خاک‌های تشکیل شده در واحدهای مختلف فیزیوگرافی می‌باشد. در مناطق مورد مطالعه خاک‌های انتی‌سول واقع در واحدهای فیزیوگرافی شیب‌دار فاقد هر گونه افق مشخصه زیرسطحی بوده و فقط دارای افق مشخصه سطحی اکریک می‌باشند و خاک‌های اینسپتی‌سول که اکثراً در جلگه‌های مرتفع واقع هستند دارای افق‌های مشخصه کلسیک و کمبیک می‌باشند. بنابراین می‌توان اساس تفاوت در خاک‌های تشکیل شده از مواد مادری مشابه را به پستی و بلندی، شیب و زمان نسبت داد.

فرایند کلسیم‌دار شدن خاک‌ها و تشکیل افق کلسیک در خاک‌های منطقه

وجود آهک در مناطق خشک و نیمه خشک ایران پدیده تجمع کربنات کلسیم ثانویه در نیمرخ خاک را

بعنوان یکی از شاخص‌های مهم تکامل خاک درآورده است. کربنات کلسیم با تأثیرگذاری شدید بر نیمرخ خاک، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و تکاملی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تشکیل آهک ثانویه در اثر تجزیه و تخریب مواد مادری و پدیده هوادیدگی در خاک یکی از عوامل مؤثر در تشکیل افق‌های کلسیک بخصوص با مواد مادری آهکی می‌باشد (۷ و ۸ و ۲۷).

افق کلسیک معمولاً در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک در خاک‌های آهکی و غیرآهکی تشکیل می‌شود. وجود این افق‌ها در نیمرخ خاک خصوصیات خاک را از نظر کشاورزی تحت تأثیر قرار می‌دهد. فرایندهای انحلال، انتقال و خروج نهائی و یا رسوب کربنات‌کلسیم در نیمرخ خاک جزء فرآیندهای معمول در تکامل خاک‌های آهکی می‌باشد. خصوصیاتی از قبیل بافت خاک، ساختمان، قابلیت نفوذ خاک، ضخامت و تراکم لایه‌های خاک، میزان و نوع کربنات‌های موجود در خاک، میزان و نوع نزولات آسمانی، سن فیزیوگرافی، درجه حرارت و فشار گاز دی اکسید کربن ناشی از فعالیتهای حیاتی از جمله عواملی هستند که فرایندهای انتقال، توزیع و تجمع کربنات‌ها را تحت کنترل می‌گیرند (۵ و ۲۱ و ۲۷).

با مطالعه نیمرخ‌های حفر شده مشخص می‌شود تجمع ثانویه کربنات‌کلسیم موجود در خاک‌های منطقه رجئین علاوه بر موارد ذکر شده در بالا به فیزیوگرافی و شیب نیز بستگی دارد. منشاء عمده کربنات‌های موجود در منطقه مطالعاتی رسوبات آبرفتی آهکی و دولومیتی می‌باشد. این مواد مادری از منشاء و سازندهای مادری به روش‌های گوناگون به رسوبات موجود در دشت راه یافته و مقادیر شسته شده را جبران می‌کنند. بدلیل تداوم این امر افق‌های سطحی خاک‌های اراضی پایین دست هیچگاه دچار کمبود کربنات‌کلسیم نمی‌گردند.

در اکثر نیمرخ‌های واقع در جلگه‌های مرتفع بجز خاک‌هایی که در لایه‌های زیرین خود دارای افقهای غیرقابل نفوذ هستند، تجمع آهک ثانویه و افق کلسیک توسعه یافته به وضوح قابل رؤیت می‌باشد. همچنین در نیمرخ‌های مرزی واحدهای فیزیوگرافی نظیر اراضی دشت آبرفتی دامنه‌ای، اگرچه تجمع آهک ثانویه دیده می‌شود اما افق کلسیک تشکیل نگردیده است. توزیع و تجمع آهک در نیمرخ خاک تحت تأثیر شیب و میزان نفوذ آب متفاوت است. در اراضی شیب‌دار مقدار نفوذ آب در خاک نسبت به اراضی مسطح کم و ناچیز می‌باشد بنابراین انتظار می‌رود تجمع املاح در اراضی شیب‌دار کمتر و در اراضی مسطح بیشتر باشد. با توجه به کشت غرقاب برنج و گیاهان جالیزی بطور معمول در دشت رجئین، آبیاری نیز می‌تواند در عمق تجمع کربنات کلیسم ثانویه مؤثر باشد.

عمق تشکیل افق کلسیک رابطه مستقیمی با میزان بارندگی مؤثر داشته و حداکثر تجمع آهک به منطقه نفوذ آب مؤثر مربوط می‌شود که اغلب بالاتر از عمق نفوذ باران است (۱۱ و ۲۱ و ۲۸). شیب نه تنها بر عمق تشکیل افق کلسیک مؤثر است بلکه به دلیل حلالیت متفاوت کربنات‌ها و تنوع آنها نیز تأثیرگذار است. با دقت در مقادیر آهک در افق‌های مختلف نیمرخ‌های مطالعه شده مشخص می‌شود که مقادیر کربنات کلسیم از سطح به عمق خاک افزایش یافته است. این امر بیانگر شستشوی آهک از افق‌های سطحی به افق‌های زیرین می‌باشد. مقادیر بالای آهک در افق‌های سطحی نشان می‌دهد که علی‌رغم انتقال کربنات کلسیم به قسمت‌های زیرین نیمرخ خاک عاری از آهک نگردیده است و دلیل اصلی این امر انتقال آهک از رسوبات آهکی مناطق مرتفع بالا دست توسط رواناب به سمت این مناطق می‌باشد که گزارش‌های زیادی از سراسر دنیا از این جریان وجود دارد (۱۷،۱۲،۹،٦و ۱۸).

راسته‌های مختلف خاک در منطقه مورد مطالعه

خاک‌های انتی‌سول

راسته انتی‌سول بیانگر انواع خاک‌هایی است که به هر دلیل از تکامل پروفیلی بازمانده‌اند. این خاک‌ها موقعیت جغرافیایی خاص نداشته و در تمام رژیم‌های جریان آبراهه‌ای به دشت حمل گردیده و نسبت به حرارتی و رطوبتی یافت می‌شوند. این رده از نظر گسترش، چهارمین رتبه را در دنیا به خود اختصاص داده و شامل خاک‌های واقع بر رسوبات، سنگهای سخت، خاک‌های بسیار خیس مناطق باتلاقی و پست ساحلی، خاک‌هایی که شدیداً به وسیله انسان در هم ریخته شده و غیره هستند (۱).

خاک‌های انتی‌سول شرایط لازم برای قرار گرفتن در راسته‌های دیگر را ندارند. این خاک‌ها در منطقه مطالعاتی رجئین در واحدهای دشت دامنه‌ای آبرفتی و دشت آبرفتی رودخانه‌ای دیده می‌شوند. خاک‌های مذکور بدلیل جوان بودن و اضافه شدن مواد آبرفتی تکامل قابل توجهی نیافته‌اند. وایلدینگ و همکاران (۱۹۸۳) دلایل تکامل ضعیف خاک‌های انتی‌سول را حداقل یکی از شرایط جوان بودن، رطوبت بیش از حد، خشکی شدید می‌دانند (۲۸).

یکی از دلایل عمده عدم تکامل پروفیلی در خاک‌های انتی‌سول مربوط به شرایط فیزیوگرافی محل تشکیل این خاک‌ها می‌باشد، بطوری که بیشتر انتی‌سول‌ها بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک در اراضی شیب‌دار واقع هستند.

خاک‌های انتی‌سول در منطقه مطالعاتی بر روی واحدهای دشت دامنه‌ای آبرفتی و دشت آبرفتی رودخانه‌ای واقع شده‌اند. مواد مادری این اراضی شامل رسوبات آبرفتی بوده که در اثر نیروی ثقل و شیب و فاصله کوهها رسوبات ریز و درشتی را بر

جای گذاشته‌اند.

خاک‌های اینسپتی‌سول‌ها

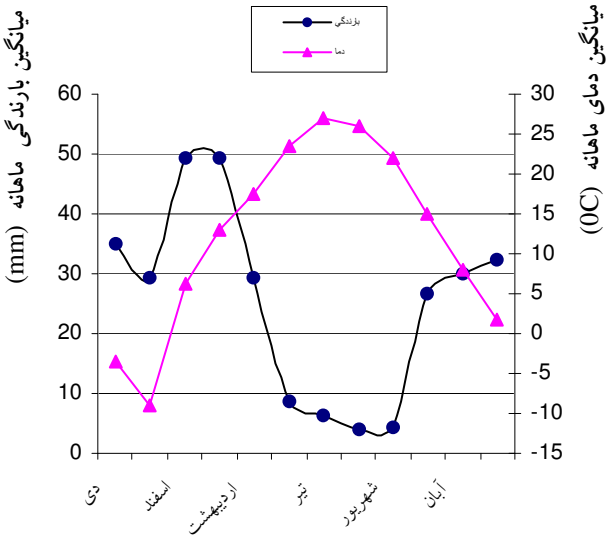
اینسپتی‌سول‌ها را می‌توان نمونه اولین مراحل تکامل خاک دانست. در عین حال شرایط ممکن است به گونه‌ای باشد که این خاک‌ها نیز با محیط اطراف و عوامل مؤثر خاک‌سازی به تعادل رسیده باشند. به عبارت دیگر اینسپتی‌سول‌ها می‌توانند بیانگر شرایط عبوری و گذر از مراحل تکامل خاک بوده و یا اینکه یک حالت تعادل و ایستا ایجاد کرده باشد.

اینسپتی‌سول‌ها دارای افق کمبیک هستند البته برای طبقه‌بندی این خاک‌ها مواد دیگری نظیر لایه ضخیم آلی، وجود افق‌های کلسیک و جیپسیک بکار می‌رود.

بر اساس گزارش گیل و گروسمن (۱۵) افق کمبیک افقی است که در مراحل اولیه تغییر و تحول ساختمانی و توزیع و تجمع کربنات‌ها و رس‌ها می‌باشد. این مشخصات به حدی نیست که بتوان آن را بعنوان یک افق شناسائی دیگر نظیر کلسیک و آرجیلیک قلمداد کرد. اما در مراحل پیشرفته‌تر تکامل خاک معمولاً به یکی از افق‌های کلسیک یا آرجیلیک و یا هردو تبدیل می‌شود.

گیل و هاولی (١٤) مشخصات افق کمبیک را ایجاد ساختمان اولیه، توزیع مجدد کربنات‌ها و تجمع مقادیر کم رس‌های سیلیکاتی در نیمرخ خاک گزارش کرده‌اند. همچنین افق کمبیک می‌تواند بعنوان افق بینابین و یا به عبارت دیگر بین دو افق شستشو یافته و تجمع یافته نیز تعریف شود (٢٤). از جمله موادی که می‌توانند آبشویی شده و در اعماق مختلف تجمع یابند آهک پدوژنیکی می‌باشد که در مراحل بعدی تکامل این افق به افق شناسائی دیگری مانند آرجیلیک یا کلسیک تکامل یابند. وایلدینگ و همکاران (۲۸) تشکیل افق کمبیک را تحت تأثیر نوسانات آب زیر زمینی گزارش کرده و اظهار داشته‌اند که تحت چنین شرایطی آهن و منگنز دچار تغییراتی می‌شوند و تشکیل ساختمان و توزیع و تجمع کربنات‌ها در این افق نمایان می‌شود .

در منطقه مطالعاتی رجئین خاک‌های اینسپتی‌سول خاک‌هایی هستند که در ابتدای تکامل بوده و تمایز افق B و افق‌های کلسیک و کمبیک را به تازگی ایجاد کرده‌اند و این خاک‌ها در تمام واحدهای فیزیوگرافی منطقه واقع شده‌اند



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک دشت رجئین میانه

جدول ۱- خلاصه آمار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک میانه در طی سالهای ۸۱ - ۱۳۶۹ (دوره سیزده ساله)

ماه / پارامترهای اقلیمی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
میانگین‌دمای ماهانه °c	۱۵	۷/۹	۱/۷	-۳/٦	-۹	٦/۲	۱۳	۱۷/٤	۲۳/٤	۲۷	۲٦	۲۲	۱۲/۹
حداکثر مطلق دما °c	۲۹/۸	۲۱/۳	۱۳/٦	۸/۳	۱۲/۲	۲۰/۷	۲۷/۸	۳۰/۲	۳۷/٦	٤۰	۳۹	۳٦	۲٦/٤
میانگین‌حداکثر دما °c	۲۱/۹	۱۳/۵	۵/٦	۰/٦	۳/٦	۱۱/۷	۲۰	۲٤/۸	۳۱/۷	۳٤/۹	۳۳/۸	۳۰/٤	۱۹/٤
حداقل مطلق دما °c	۳	-۵/۷	-۱۱/۸	-۱٦/۲	-۱۳/۵	-٦/۹	-۰/۵	٤/٦	۱۰/۹	۱۳/٤	۱۳/۸	۸/۱	۰/۰
میانگین حداقل دما °c	۸/۲	۲/۳	-۲/۲	-۷/۹	-۵/۸	۰/٦	٦	۱۰	۱۵	۱۹	۱۸/۱	۱۳/۵	٦/٤
جمع بارندگی ماهانه mm	۳٤۵/۸	۳۹۱/۳	٤۱۸/٦	٤۵۵	۳۸۳/۵	٦٤۲/۲	٦٤۳/۵	۳۸۲/۲	۱۱٤/٤	۸۱/۹	۵۲	۵۷/۲	۳۰۵/٤
میانگین بارندگی ماهانه mm	۲٦/٦	۳۰/۱	۳۲/۲	۳۵	۲۹/۵	٤۹/٤	٤۹/۵	۲۹/٤	۸/۸	٦/۳	٤	٤/٤	۲۵/٤
تعداد روزهای بارانی	۵/۸	٦	۸/۲	۱۰/٦	۹/۷	۱۱/۷	۱۱/۹	۱۰/٤	٤/۱	۱/۳	۱/۷	۱/۷	۸۳/۱
میانگین رطوبت نسبی ماهانه ٪	۵۰	٦۳	۷۱	۷۵	٦۷	٦۰	۵۲	٤۸	۳۷	۳٤	۳۷	۳۵	۵۲
میانگین روزهای یخبندان	۰/۰	۱۰/۲	۲۰/۸	۲۷/٤	۲۳/٤	۱۲/٦	۱۰	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۹۵/۷
میانگین ساعات آفتابی	۲۲۲/۹	۱٦۳/۹	۱۱۹/۹	۱۱۰/٤	۱۲۹/٤	۱٤۷/۵	۲۱۲	۲۷۱/۳	۳۳۳	۳۵۷	۳۳۱/٤	۳۰۳/٦	۷۰۲

جدول ۲- نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌های شاهد

افق	عمق (سانتیمتر)	مقدار نسبی ذرات خاک٪ رس	سیلت	شن	کلاس بافت	پ هاش خمیر اشباع	کربن آلی٪	کربنات کلسیم معادل٪	رطوبت اشباع٪	گچ ٪	نسبت جذبی سدیم٪	ظرفیت تبادل کاتیونی cmol(+)/kg	قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع dSm^{-1}
پروفیل شاهد جلگه‌های مرتفع(۲)													
A_p	۰-۲۰	۲۰/۴	۴۳/۷	۳۵/۹	L	۷/۸	۰/۲۳	۱۸/۵	۳۰	-	۰/۸۹	۱۳/۶	۱/۱
B_{k1}	۲۰-۴۵	۳۲	۴۴	۲۴	CL	۸/.	۰/۲۳	۱۸	۴۲	-	۱/۲۹	۱۵/۹	۰/۴۸
B_{k2}	۴۵-۸۰	۳۲	۳۹/۴	۲۸/۶	CL	۷/۸	۰/۱۹	۲۳	۴۵	-	۰/۸۱	۱۵/۲	۲/۹
C	۸۰-۱۱۵	۲۰	۳۲	۴۸	L	۷/۶	۰/۰۳	۲۵	۳۱	-	۰/۷۶	۱۲	۴/۱
پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای(۵)													
A_p	۰-۲۰	۳۱/۷	۴۶/۳	۲۲	CL	۸	۰/۴۴	۲۳	۴۱	-	۰/۵۰	۲۱/۳	۱/۴۴
B_k	۲۰-۵۰	۳۲	۴۵/۲	۲۲/۸	CL	۷/۸	۰/۲۵	۲۵/۵	۴۱	-	۱/۳۸	۱۲/۱	۱/۷
B_w	۵۰-۸۵	۳۰	۳۸/۴	۳۱/۶	CL	۷/۸	۰/۰۵	۲۳	۳۶	-	۰/۶۹	۱۰/۸	۳/۴
C	۸۵-۱۰۵	۱۴/۵	۳۷/۸	۴۷/۷	L	۷/۶	۰/۰۳	۲۳	۲۹	-	-	۸/۴	۳/۸
پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای(۸)													
A_p	۰-۲۰	۳۱/۲	۳۹/۴	۲۹/۴	CL	۸	۰/۲۳	۲۰/۵	۳۳	-	۱/۲۴	۲۷	۰/۶۳
B_{k1}	۲۰-۴۵	۲۸	۲۸	۴۴	CL	۸/۴	۰/۱۹	۲۷/۵	۳۶	۰/۱	۱/۴۷	۲۶/۵	۰/۹۱
B_{k2}	۴۵-۷۵	۴۴	۴۲/۳	۱۳/۷	SIC	۸/۱	۰/۱۹	۲۱/۵	۷۱	۱/۷	۱/۳۸	۲۸/۲	۳/۸
C	۷۵-۹۰	۲۴/۴	۴۱/۶	۳۴	L	۷/۶	۰/۰۷	۲۱/۵	۴۹	۲/۳	۱/۱۸	۱۹	۴/۲
$2B_{yb}$	۹۰-۱۱۰	۴۴	۴۲	۱۴	SIC	۷/۶	۰/۰۷	۲۱	۸۳	۲/۵	۱/۳۸	۳۱	۸/۵
2C	۱۱۰-۱۴۰	۳۱/۷	۴۳/۸	۲۴/۵	CL	۷/۵	۰/۰۹	۲۴	۵۲	۳/۰	-	۲۵	۱۰/۲

Bk : افق تجمع کربناتها Bw : افق تغییر رنگ و ساختمان Ap : افق شخم خورده سطحی Byb : افق تجمع گچ مدفون

جدول۳ - برخی از خصوصیات مورفولوژیکی پروفیل‌های شاهد

افق	عمق cm	مرز	رنگ در حالت مرطوب	کلاس بافت به روش لمسی	ساختمان	پایداری	وضعیت ریشه ها	تعداد حفرات	آهک	گچ
				پروفیل شاهد جلگه‌های مرتفع (۲)						
A_p	۰-۲۰	g	10YR4/4	L	m	h fi	3m	3vf,3f	-	-
B_{k1}	۲۰-۴۵	g	7.5YR4/4	CL	mbk	vfi	3m	3f	-	-
B_{k2}	۴۵-۸۰	g	7.5YR4/4	CL	mbk	fi s p	1f	3f	-	-
C	۸۰-۱۱۵	g	10YR5/4	L	m	so	–	3f	-	2y
				پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای (۵)						
A_p	۰-۲۰	c	7.5YR4/4	CL	m	h fi s p	3f	3vf, 3f	-	-
B_k	۲۰-۵۰	g	7.5YR4/4	CL	2abk	efi s p	3f	3f	esf2rsf	-
B_w	۵۰-۸۵	g	7.5YR5/4	L	1abk	vfi s p	3f	3f	esc1rsm,	–
C	۸۵-۱۰۵	g	10YR5/3	L	m	vfi	1f	3f	esf1rsm	1y
				پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای (۸)						
A_p	۰-۲۰	a	7.5YR4/4	CL	m	h fi	3 vf, 3 f	3vf, 3f	-	-
B_{k1}	۲۰-۴۵	g	7.5YR4/4	CL	2abk	vfi	3f	3vf	esm2rsm	-
B_{k2}	۴۵-۷۵	g	7.5YR4/4	SIC	2abk	vfi	2f	3f	esc2rsm	2y
C	۷۵-۹۰	–	10YR4/3	L	m	vfi	–	3f	–	3y
$2B_{yb}$	۹۰-۱۱۰	–	7.5YR5/4	SIC	2abk	vfi	–	1vf	–	3y
2C	۱۱۰-۱۴۰	–	10YR4/3	CL	-	efi	–	–	–	3y

L = لوم s = چسبنده p = شکل پذیر vfi = خیلی سفت SIC = رس سیلتی 1abk = مکعبی گوشه‌دار ضعیف

esc2rsm= آهک به فرم پودری با جوشش زیاد efi = فوق العاده سفت CL = لوم رسی 2abk= ساختمان مکعبی گوشه دارار متوسط

y = گچ متبلور f = ریز **c** = مرزواضح fi = سفت m = ساختمان فشرده vf = خیلی ریز g = مرز تدریجی

جدول٤- کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول (میلی اکی والان در لیتر عصاره اشباع) در پروفیل‌های شاهد

عمق (سانتی‌متر)	کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	مجموع کاتیون‌ها	کربنات	بی‌کربنات	کلر	سولفات	مجموع آنیون‌ها
پروفیل شاهد جلگه‌های مرتفع(۲)										
۰-۲۰	۳/۴	۱/۸۹	۱/۴۵	۰/۸	۹/۵۴	۰	۳	۲/۹	۳/۲	۹/۱
۲۰-۴۵	۲/۶	۲/۶۵	۲/۱	۰/۱	۷/۴۵	۰	۲/۴۵	۲/۸	۲/۲	۷/۴۵
۴۵-۸۰	۲/۱۵	۲/۲	۱/۲	۰/۳	۵/۸۵	۰	۳/۲	۰/۷	۲/۵	۵/۹
۸۰-۱۱۵	۲/۶	۱/۴۵	۱/۰۹	۰/۱	۵/۲۴	۰	۲/۳	۱/۵	۱/۷	۵/۵
پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای(۵)										
۰-۲۰	۳	۲	۰/۸	۰/۱	۵/۹	۰	۳/۸	۱/۲	۱/۳	۶/۳
۲۰-۵۰	۲/۶	۱/۶	۲	۰/۰۲	۶/۲۲	۰	۳/۴	۱/۵	۱/۲	۶/۱
۵۰-۸۵	۲/۴	۱/۷	۱	۰/۰۲	۴/۱۲	۰	۲/۲	۱/۱	۱/۱	۴/۴
پروفیل شاهد دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای(۸)										
۰-۲۰	۳/۲	۲/۵	۲/۱	۰/۰۶	۷/۸۶	۰	۳/۲	۲/۲	۲/۳	۷/۷
۲۰-۴۵	۲/۱	۰/۹	۱/۸	۰/۰۲	۴/۸۲	۰	۱/۶	۱/۷	۱/۴	۴/۷
۴۵-۷۵	۲	۱	۱/۷	۰/۰۲	۴/۷۲	۰	۱/۳	۱/۸	۱/۴	۴/۵
۷۵-۹۰	۱/۱	۱/۳	۱/۳	۰/۰۱	۳/۷۱	۰	۰/۹	۱/۴	۱/۲	۳/۵
۹۰-۱۱۰	۰/۹	۰/۶	۱/۲	۰/۰۲	۲/۷۲	۰	۰/۷	۱/۳	۱/۲	۳/۱

جدول ۵- رده بندی خاک‌های مورد مطالعه به روش جامع رده بندی خاک و فائو

ردهبندی خاک				
Keys to Soil Taxonomy (1998) - USDA				
فیزیوگرافی پروفیل	فامیل خاک	زیرگروه	راسته	FAO(1998)
جلگه‌های مرتفع	Fine-loamy, mixed active (calcareous), mesic	Typic Calcixerepts	Inceptisols	Haplic Calcisols
دشت‌های دامنه ای	Fine-loamy, mixed, semiactive (calcareous), mesic	Typic Calcixerepts	Inceptisols	Haplic Calcisols
دشت‌های دامنه ای	Coarse-loamy, mixed semiactive (calcareous), mesic	Typic Xerorthents	Entisols	Calcaric Regosols
آبرفت‌های رودخانه‌ای	Fine, mixed, superactive(calcareous), mesic	Typic Calcixerepts	Inceptisols	Haplic Calcisols
آبرفت‌های رودخانه‌ای	Coarse-loamy, mixed, active (calcareous), mesic	Typic Xerorthents	Entisols	Calcaric Regosols

منابع

۱. باقری، ک.۱۳۸۰. تکوین، تکامل و طبقه‌بندی مالی‌سول‌های دشت دهنو در استان فارس تحت تاثیر آبهای زیرزمینی و توپوگرافی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بخش خاکشناسی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲. حق نیا، غ. و ا. لکزیان. مترجمان.۱۳۷۵. پیدایش و طبقه‌بندی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳. حق نیا، غ. ۱۳۷۵. خاک شناخت. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

٤. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.۱۳۷٦.راهنمای مطالعات شناسایی و تشریح نیمرخ خاک. نشریه شماره ۷۵۸.

5. Arkley, R. J. 1967. Calculation of carbonate and water movement in soil from climatic data Soil Sci. 96: 239-248.

6. Arnold, R. W. 1965. Multiple working hypothesis in soil genesis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29:717-724.

7. Baghernejad, M, and J. B. Dalrymple. 1993. "Colloidal suspensions of calcium carbonate in soils and their likely significance in the formation of calcic horizons" Geoderma. 58: 17-41.

8. Bilzi, A. F, and E. J. Ciolkosz. 1977. Time as a factor in the genesis of four soils developed in recent alluvium in Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 122-127.

9. Biswas, T. D, and R. J. Lascano. 1993. Physical and hydrulic properties of calcic horizon. Soil Sci. 155: 368-374.

10. Bouyoucos, C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils. Agron. J. 54: 464-465.

11. Buol, S. W., F. D. Hole, and R. J. McCracken. 1997. Soil genesis and classification 4nd ed. Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa. 446 pp.

12. Cremans, D. L. 1995. Pedogenesis of Cotiga Mound, a 2100-Year-Old Woodland Mound in southwest-west Virginia. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 1377-1388.

13. FAO-UNESCO-ISRIC. 1988. Soil map of the world. Revised legend. Reprinted with correction World Soil Resources report No. 60, FAO. Rome, 119 pp.

14. Gile, L. H, and J. W. Hawley. 1972. The Prediction of soil occurrance in certain desert regions of the southwestern United States. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36: 119-124.

15. Gile, L. H, and R. B. Grossman. 1968. Morphology of the argillic horizon in desert soils of southern New Mexico. Soil Sci. 106: 6-15.

16. Graham, R. C., B. E. Herbert, and J. O. Errin. 1988. Mineralogy and incipient pedogenesis of Entisols in Anorthosite Trrace of the San Gabrial Mountains, California. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 738-746.
17. Gupta, R. N. 1961. Clay Minerals in soil of the lower Gengetic basin of Utter Pradesh J. Indian Soc. Soil Sci. 9: 141-149.
18. Hendrick, D. M. 1989. Soil morphological and mineralogy. Agron. ASA. Madison,WI. P. 264.
19. Jakson, M. L. 1967. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
20. Jakson, M. L. 1975. Soil chemical analysis-advanced course. Univ. of Wisconsin, College of Agric. Dept. of soil. Madison, WI.
21. Jenny, H. 1941. Factors of soils formation. McGraw- Hill Book Co. New York, NY. 281 pp.
22. Salinity labratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handb. No. 60, US Gov. Print. Office, Washington. DC.
23. Sawhney, J. S., V.K.Verma.,B.D. Sharma, and P. K. Sharma. 1992. Pedogenesis in relation to physiography in semiarid condition of Punjab, India. Arid Soils Res. and Rehabilitation. 6(2): 63-103.Smith, R. B, and S. W. Boul. 1968. Genesis and relative weathering intensity studies in three semiarid soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32:261-265.
24. Smith, R. B, and S. W. Boul. 1968. Genesis and relative weathering intensity studies in three semiarid soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32:261-265.
25. Soil Survey Staff. 1998. Keys to soil taxonomy. 8th ed. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
26. Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA. Hand Book. 436. 2nd ed. Washington, DC, U. S. A. 754p.
27. St. Arnoud, R. J, and M. M. Morland. 1963. Characteristics of clay fraction in a chernozomic to podzolic sequence of soil profile in Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. Soc. 43: 16-21.
28. Wilding, L. P., N. E. Smeck, and G. F. Hall. 1983. Pedogenesis and soil taxonomy. II. The soil orders. Elesiver, Amesterdam. Netherlands.