# اثر کشت غرقاب بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی، شالیزارهای منطقه دورود، استان لرستان

سهیلاسادات هاشمی [۱*]، فریده اسدی [۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰)

**چکیده**

این پژوهش به منظور مطالعه ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی رس در خاک‌های شالیزاری دشت سیلاخور دورود در استان لرستان انجام گرفت. هفت خاک‌رخ با کاربری شالیزار تشریح و نمونه‌برداری شد و خاک‌رخ‌ها در راسته اینسپتی‌سولز و انتی‌سولز رده‌بندی شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، بافت این خاک‌ها به دلیل شرایط غرقاب به سمت سنگین شدن پیش رفت. pH همه نمونه‌های خاک بسیار نزدیک به خنثی بود. شرایط احیای حاکم بر شالیزار، باعث خنثی شدن واکنش در آن‌ها شد. هدایت الکتریکی خاک‌رخ‌ها با افزایش عمق کاهش یافته که به دلیل شرایط غرقاب در افق‌های سطحی و تجمع اکسیدهای آهن و منگنز دو ظرفیتی در این افق‌ها می‌باشد. مقدار آهک خاک‌رخ‌ها با افزایش عمق و نزدیک‌تر شدن به مواد مادری، افزایش یافت. در اغلب خاک‌رخ‌ها مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در افق‌های سطحی نسبت به افق‌های تحتانی بیشتر بود. دلیل آن بالاتر بودن میزان درصد مواد آلی در افق‌های سطحی بود. بالا بودن درصد ماده آلی در تمام افق‌های سطحی به دلیل اکسایش کمتر بقایای گیاهی در شرایط بی‌هوازی است. کانی‌های غالب در اکثر خاک‌رخ‌ها به ترتیب کلریت، اسمکتیت، ورمی‌کولیت و ایلیت بوده و علاوه بر آن پالی‌گورسکیت، کائولینیت و کانی‌های مختلط نیز با مقدار ناچیز مشاهده شدند. در بین آن‌ها کلریت، ایلیت، کائولینیت و پالی‌گورسکیت کاملا دارای منشاء موروثی بودند و منشاء اسمکتیت هم‌چنین می‌تواند در اثر تبدیل و تغییر ایلیت و پالی‌گورسکیت باشد. ایجاد شرایط غرقاب باعث افزایش مقدار کلریت در خاک‌های شالیزار شد. به طور کلی نتایج نشان داد که نوع کانی‌های رسی تحت شرایط غرقاب تغییر نمی‌کند. و تنها میزان درصد نسبی آنها تغییر می‌کند. نتایج نشان داد که که حالت غرقاب در شالیزارها شرایط را برای پایدار ماندن ورمی‌کولیت فراهم کرده است. شرایط غرقاب طولانی مدت در منطقه کیفیت خاک را تحت تاثیر قرار داده، و در این مناطق تناوب کشت پیشنهاد می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** خاک‌های غرقاب، کانی‌شناسی‌رس، کلریت، ورمی‌کولیت

۱- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ملایر (مکاتبه کننده)
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ملایر
* پست الکترونیک: S.Hashemi@malayeru.ac.ir



Archive of SID
www.SID.ir

**مقدمه**

شالیزارها وسیع‌ترین اراضی غرقاب در سطح جهان هستند که تحت تاثیر فعالیت‌های انسان قرار گرفته‌اند (Kogel Knabner *et al.*, 2010). خاک‌های شالیزاری خاک‌هایی هستند که با روش ویژه‌ای برای کشت برنج مدیریت می‌شوند. عملیات مدیریتی روی این خاک‌ها شامل تسطیح اراضی، پادلینگ (گل‌خرابی)، نگهداری ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر آب روی سطح خاک، طی ۴ تا ۵ ماه کشت برنج، زهکشی و خشک کردن اراضی در هنگام برداشت و غرقاب مجدد بعد از وقفه‌ای که بین چند هفته تا حدود ۸ ماه متغیر می‌باشد (Ponnamperuma, 1978). بسیاری از پدیده‌ها و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی خاک‌های شالیزار متاثر از تغییرات رژیم رطوبتی می‌باشد (Torabi Golsefidi *et al.*, 2001). بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های غرقابی پیشینه بسیار گسترده‌ای دارد. چنگ و همکاران (Cheng *et al.*, 2009) در مقایسه خصوصیات خاک‌های شالیزاری و غیرشالیزاری، بالاتر بودن آهن کل، درصد رس و مواد آلی و در مقابل منگنز کل کمتر را در اراضی شالیزاری نسبت به غیرشالیزاری گزارش نمودند. مطالعاتی دیگر نشان داد که چرخه‌های متناوب اکسایش و کاهش در دوره‌های طولانی‌مدت و به دنبال آن تحرک و تجمع یا تخلیه آهن و منگنز با عمق سطح آب زیرزمینی در ارتباط است (Costantini *et al.*, 2006). همچنین در شرایط احیایی، آهن و منگنز متحرک شده، در عمق افق‌های خاک به حرکت درمی‌آیند و با رسیدن به مکان اکسیدی‌تر (با تهویه بهتر) از حالت محلول به شکل نامحلول درآمده و رسوب می‌کنند (Hsue & Chen, 2001). به طور کلی پژوهش‌ها نشان داده که غرقاب شدن باعث افزایش pH خاک‌های اسیدی و کاهش pH خاک‌های قلیایی می‌شود (Ponnamperuma, 1978). مطالعاتی نیز کاهش در میزان رس به دنبال تغییر از شرایط غرقاب دائم به غرقاب متناوب را که ناشی از روانآب سطحی و فرآیند فرولیز بوده است، گزارش نموده‌اند (Zhang & Gong, 2003). اولیایی و نجفی (Owliaie & Najafi, 2013) طی مطالعه‌ای بیان نمودند که کشت طولانی‌مدت برنج موجب افزایش در میزان رس، کربن آلی، رطوبت اشباع، ظرفیت تبادل کاتیونی، کلاس فعالیت تبادل کاتیونی، قابلیت هدایت الکتریکی و کاهش میزان کربنات کلسیم معادل خاک شده است. عاکف و همکاران (Akef *et al.*, 2004) نیز در بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی جنگل‌های طبیعی تبدیل شده به شالیزار کاهش مواد آلی، تغییر در نوع و مقدار حفرات، بروز وضعیت کاهش، تراکم بخش عمقی خاک و تخریب ساختمان خاک را مشاهده نمودند. از آن‌جا که رطوبت عامل اصلی و بسیار مهمی در فعل و انفعالات خاک است و با توجه به شرایط ویژه‌ی کشت برنج و اهمیت استراتژیک این محصول، بررسی تحولات کانی‌های رسی در شرایط ماندابی شالیزارهای کشور دارای اهمیت زیادی است. گانگ و ژو (Gong & Xu, 1990) در اراضی شالیزاری آهکی چین مشاهده نمودند که میزان ایلیت کاهش و میزان ورمی‌کولیت افزایش داشته است. ترابی‌گل‌سفیدی و همکاران (TorabiGelsefidi *et al.*, 2001) در بخش جلگه‌ای خاک‌های اراضی شالی‌کاری، به علت بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی و هم‌چنین اشباع از سطح و در نهایت ایجاد وضعیت زهکشی نامطلوب، بعد از اسمکتیت کانی غالب این خاک‌ها را کائولینیت گزارش دادند. ایشان هم‌چنین گزارش دادند که در شرایط نامساعد زهکشی در خاک‌های شالیزاری، اسمکتیت پایدارتر بوده ولی در شرایط مناسب‌تر زهکشی که خاک از وضعیت هوازی‌تری برخوردار است، کانی ورمی‌کولیت نسبت به اسمکتیت بیشتر است. هم‌چنین مطالعات نشان داده که کشت برنج در یک دوره ۸۰-۳۰ ساله منجر به کاهش کانی‌های حاوی پتاسیم (ایلیت و کانی مخلوط لایه شامل میکا) و افزایش کلریت منیزیم‌دار و آهن‌دار به‌صورت برگشت‌ناپذیر شده است (Zhang & Gong, 2003). حسن‌نژاد و همکاران (Hassannezhad *et al.*, 2008) بیان نمودند که شرایط آکوئیک طبیعی و ایجاد شده توسط انسان موجب افزایش تشکیل اسمکتیت می‌شود. اولیایی و همکاران (Owliaie *et al.*, 2015) با مطالعه کانی‌شناسی خاک‌های شالیزاری استان فارس، کاهش نسبی میزان کانی‌های ایلیت و پالی‌گورسکیت در کاربری شالیزار را تغییر شکل پدوژنیک آن‌ها به اسمکتیت گزارش دادند. با توجه به وجود منابع کافی آب در استان لرستان و امکان کشت برنج در بسیاری از مناطق مختلف آن و هم چنین در جهت کسب اطلاعات کافی از نوع و نحوه انجام فرآیندهای حاکم بر خاک‌های شالیزار و اطلاع از تحولات کانی‌های رسی در این خاکها که در مدیریت بهینه و بهره‌برداری پایدار از آنها اثرگذار است، پژوهش حاضر از جنبه‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و مینرالوژیکی صورت گرفته است.

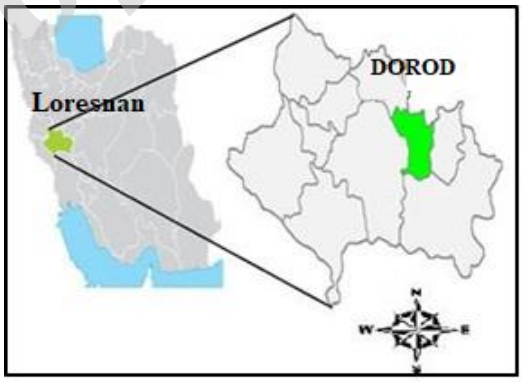


Archive of SID

www.SID.ir

## مواد و روش‌ها

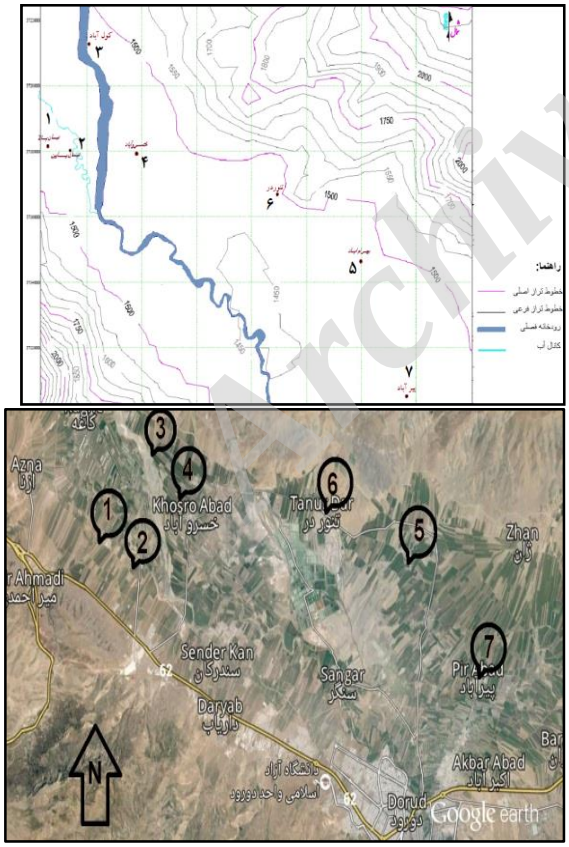
**معرفی منطقه مورد مطالعه**: شهرستان دورود واقع در شرق استان لرستان و دارای مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریای آزاد است. در شکل ۱ موقعیت استان لرستان بر روی نقشه ایران و هم‌چنین موقعیت شهرستان دورود در این استان نشان داده شده است. شهرستان دورود آب و هوای معتدل کوهستانی دارد و دارای اقلیم مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد است. اراضی شالیزاری شهرستان دورود در دشت سیلاخور در اطراف رودخانه تیره واقع شده‌اند. میانگین بارش سالانه در منطقه ۶۷۹ میلی‌متر و میانگین تبخیر سالانه ۲۰۳۶/۵ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس میانگین بارش سالانه و میانگین تبخیر سالانه، رژیم رطوبتی منطقه زریک تعیین شد. میانگین دمای سالانه خاک ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد و طبق کلید تاکسنومی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) رژیم حرارتی، برای خاک‌رخ‌های حفر شده مزیک می‌باشد.




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان لرستان**
Figure 1. The location of study area in Lorestan province

هفت نقطه از دشت سیلاخور دورود با سابقه طولانی کشت برنج (بین ۱۰ تا ۵۰ سال) با توجه به واحدهای فیزیوگرافی منطقه، که در دو واحد دشت سیلابی و دشت رسوبی واقع بوده، انتخاب شدند. شکل ۲ نقشه توپوگرافی منطقه و نقاط مورد نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. قبل از کشت برنج در منطقه، در اوایل فصل بهار در ابتدای اردیبهشت ماه، خاک‌رخ‌ها حفر، تشریح و سپس از هر افق مشخصه، نمونه‌برداری صورت گرفت. جدول ۱ مشخصات عمومی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نمونه‌های خاک تهیه شده، پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، تحت آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. بافت خاک با روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962) تعیین شد. از تمامی نمونه‌ها، عصاره ۱:۵ (خاک به آب) جهت انجام مراحل بعدی تهیه شد. اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌های خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (Page *et al.*, 1987)، pH سوسپانسیون نیز با استفاده از دستگاه pHمتر دارای الکترود شیشه‌ای اندازه‌گیری شد. رطوبت اشباع خاک با روش توزین (Kunze & Dixon, 1986)، مقدار کربن آلی خاک به روش والکی-بلک (Walkey & Black, 1934)، مقدار کربنات کلسیم نمونه‌ها نیز به روش خنثی کردن مواد خنثی‌شونده با اسیدکلریدریک (Page *et al.*, 1987)، اندازه‌گیری گچ با روش استون (Richards, 1954)، و اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه‌های خاک با استفاده از روش باور (Bower, 1952) انجام شد. در نهایت تمامی آنالیزهای آماری مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیائی نسبت به عمق خاک، در برنامه Excel انجام شد.




**شکل۲- محل حفر خاک‌رخ‌ها در نقشه توپوگرافی و تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه**
Figure 2. The pedons lacoation in topographic map and satellite image of area studied



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۱- مشخصات عمومی خاک‌رخ‌های مطالعه‌شده**

Table 1. General properties of studied pedons

| Soil Taxsonomy (2014) | Physiographic unit | Elevation (m) | Long and lat. | Area | Pedon |
|---|---|---|---|---|---|
| Typic Epiaquepts | Alluvial plain | 1495 | 310759X 3717603Y | Leilan Bala | 1 |
| Typic Epiaquepts | Alluvial plain | 1471 | 311811X 3717863Y | Leilan paeen | 2 |
| Typic Epiaquents | Alluvial plain | 1482 | 312218X 3720782Y | Kol Abad | 3 |
| Typic Epiaquepts | Alluvial plain | 1482 | 313098X 3718931Y | Khosro Abad | 4 |
| Typic Epiaquepts | Flood plain | 1487 | 322632X 3713315Y | Bahram Abad | 5 |
| Typic Epiaquepts | Flood plain | 1465 | 318234X 3716278Y | Tanordar | 6 |
| Typic Epiaquepts | Flood plain | 1470 | 323425X 3710037Y | Pir Abad | 7 |

**مطالعات کانی شناسی:** مراحل جداسازی و آماده‌سازی رس به روش معمول کنز و دیکسون انجام شد (Kunze & Dixon, 1986). پس از حذف املاح محلول و گچ با آب مقطر، حذف کربنات‌ها با کمک محلول استات سدیم یک نرمال با pH=۵ انجام شد. حذف مواد آلی نمونه‌ها توسط آب اکسیژنه ($H_2O_2$) صورت گرفت. حذف اکسیدهای آهن با سیترات سدیم و بیکربنات سدیم و سپس اضافه نمودن دی‌تیونات سدیم انجام شد. پس از جداسازی ذرات رس با سانتریفوژ با دور ۷۵۰ در دقیقه، به مدت ۵ دقیقه، چهار اسلاید رس اشباع با پتاسیم، اشباع با منیزیم، تیمار حرارت ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و تیمار با اتیلن‌گلیکول تهیه شد و در نهایت، جهت شناسایی کانی‌های رسی نمونه‌ها از دستگاه پراش پرتو ایکس (X-ray diffraction) نمونه D8 ADVANCE استفاده گردید. برای بررسی میزان درصد نیمه‌کمی رس‌ها از نرم‌افزار Xpert Highscore استفاده شد.

## نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. به جز خاک‌رخ شماره سه که دارای بافت Sandy Clay Loam بوده، بافت همه خاک‌رخ‌ها رسی و سنگین بود. به نظر می‌رسد بافت رسی اکثر خاک‌رخ‌ها، نتیجه کشت برنج و غرقاب طولانی‌مدت باشد. با توجه به شکل۳، در تمامی خاک‌رخ‌ها با افزایش عمق میزان رس افزایش و میزان درصد شن در برخی با کاهش و در برخی با افزایش روبرو شد. افزایش رس نقش یک لایه غیرقابل نفوذ را برای جلوگیری از نفوذ آب بازی می‌کند و این خود عامل اصلی شرایط غرقاب در شالیزارهاست. میانگین کل ذرات خاک در تمامی خاک‌رخ‌ها در شکل ۴ نمایش داده شده است. تنها در خاک‌رخ شماره ۳ و ۶ میانگین درصد شن بالاتر است. همانگونه که در شکل ۲ نیز مشاهده می شود، به دلیل نزدیکی کامل این خاک‌رخ به رودخانه و قرار گرفتن در راسته انتی‌سولز، این خاک دارای شرایط متفاوتی با سایر خاک‌رخ‌هاست. وجود رطوبت بیشتر، شرایط را برای تبدیل هر چه بیشتر سیلت به رس مهیا می‌کند. لذا، بافت رسی که در اکثر خاک‌رخ‌ها مشاهده شد، می‌تواند نتیجه کشت برنج و غرقاب طولانی‌مدت باشد. چنگ و همکاران (Cheng *et al.*, 2009) در مطالعه ویژگی‌های خاک‌های شالیزاری و اراضی غیرشالیزاری مجاور آن، مقدار بیشتر درصد رس و مواد آلی در اراضی شالیزاری را گزارش نمودند. دامنه تغییرات pH عصاره‌های سوسپانسیون خاک بین ۶/۹ تا ۷/۹ یعنی تقریبا نزدیک به خنثی بوده و در تمامی خاک‌رخ‌ها با افزایش عمق، مقدار واکنش خاک کاهش داشت. به نظر می‌رسد که خاک‌های مورد بررسی در این مطالعه، پیش از قرار گرفتن در شرایط احیای طولانی، به دلیل مواد مادری آهکی و درصد آهک بالا، قلیایی‌تر بوده‌اند. در منطقه مورد نظر، در ابتدای فصل زراعی، قبل از کشت و غرقاب شدن خاک، نمونه‌برداری انجام شده و چون هنوز غرقاب صورت نگرفته بود، لذا واکنش خاک در برخی از نمونه‌ها به سمت قلیایی تا خنثی می‌رود. کیرک (Kirk, 2004) نشان داده است که تغییرات در pH خاک‌های غرقاب، دوره‌ای است؛ در ابتدای فصل زراعی واکنش محلول خاک خنثی بوده و در پایان دوره



Archive of SID

www.SID.ir

کشت به سمت قلیایی و دوباره در آغاز فصل بعد به سمت pH خنثی تمایل می‌یابد. نجفی (Najafi, 2013) نیز در مقایسه اثر غرقاب همراه با کشت برنج و بدون کشت آن در دو خاک آهکی و اسیدی نیز نتیجه گرفت که غرقاب نمودن موجب افزایش احتمالی pH خاک اسیدی و کاهش pH خاک آهکی می‌شود. حداکثر و حداقل مقدار EC در عصاره‌های خاک به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۱ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. تفاوت در میزان شوری در سطح و عمق بسیار ناچیز بود. به طوری که در افق‌های سطحی بالاتر مشاهده گردید. افزایش میزان شوری در سطح خاک را می توان به تبخیر از سطح، نسبت داد. شکل ۵ تغییرات شوری را در دو خاک‌رخ ۱ و ۵ بعنوان نمونه نشان می‌دهد. درصد رطوبت اشباع در همه خاک‌رخ‌ها به دلیل داشتن مقدار رس بالا و بافت سنگین، بالا بوده و بالاترین درصد آن در خاک‌رخ هفت، ۵۹/۵ درصد بدست آمد. اولیایی و نجفی (Owliaie & Najafi, 2013) نشان دادند که کشت طولانی‌مدت برنج موجب افزایش در میزان رطوبت اشباع می‌شود.

**جدول ۲- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های حفر شده**

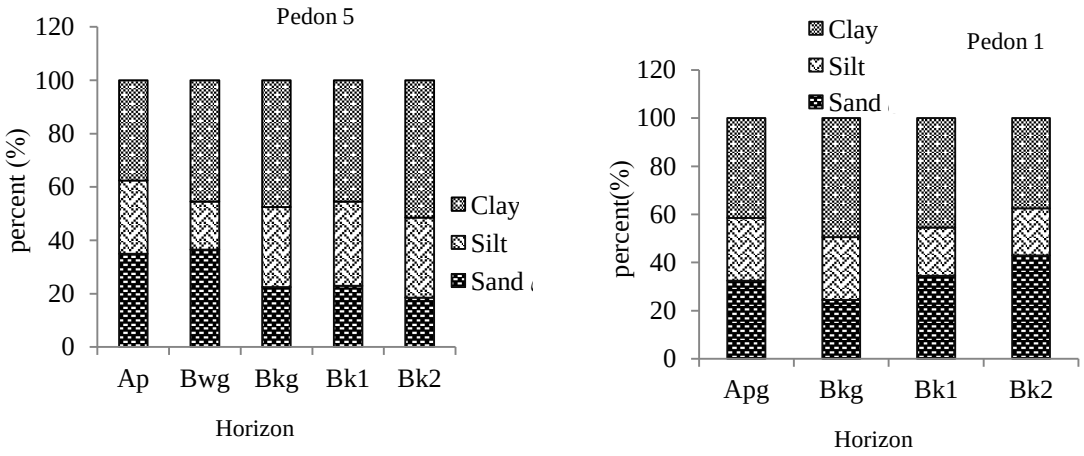
Table 2. Some physical and chemical characterisitices of studied pedons

| Gypsum | O.M | SP | CCE | EC | CEC | pH | Particles size distribution (%) | | | Depth (cm) | Horizon | Pedon |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | | | | (dS $m^{-1}$) | ($cmol_c$ $kg^{-1}$) | | Sand | Silt | Clay | | | |
| 0.2 | 2.29 | 45.7 | 24.4 | 0.14 | 22.2 | 7.92 | 32.5 | 26 | 41.5 | 0-25 | Apg | 1 |
| 0.1 | 0.87 | 44 | 24.1 | 0.11 | 18.6 | 7.3 | 24.5 | 26 | 49.5 | 25-55 | Bkg | |
| 0.11 | 0.54 | 46.6 | 24.1 | 0.11 | 20.5 | 7.2 | 34.5 | 20 | 45.5 | 55-78 | Bk1 | |
| 0.1 | 0.6 | 43 | 24.2 | 0.1 | 14.5 | 6.9 | 43 | 19.5 | 37.5 | 78-118 | Bk2 | |
| 0.2 | 2.29 | 51 | 17 | 0.17 | 29.88 | 7.8 | 22.5 | 36 | 41.5 | 0-12 | Apg | 2 |
| 0.1 | 1 | 48.4 | 18.5 | 0.17 | 25.6 | 7.6 | 20.5 | 34 | 45.5 | 12-57 | Bwg | |
| 0.04 | 1 | 49 | 21 | 0.16 | 24.8 | 7.2 | 23 | 31.5 | 45.5 | 57-109 | Bkg | |
| 0.08 | 1.95 | 39 | 15.3 | 0.14 | 14.5 | 7.6 | 50.5 | 22 | 27.5 | 0-21 | Apg | 3 |
| 0.04 | 1.28 | 36 | 14.1 | 0.13 | 14.5 | 7.4 | 50.5 | 22 | 27.5 | 21-57 | Ckg1 | |
| 0.04 | 1.01 | 36 | 15.5 | 0.12 | 15.35 | 7.4 | 48.5 | 22 | 29.5 | 57-96 | Ckg2 | |
| 0.04 | 1.28 | 34.4 | 16.1 | 0.1 | 14.5 | 7.7 | 54.5 | 20 | 25.5 | 96-130 | Ck | |
| 0.1 | 1.6 | 49.8 | 15.5 | 0.15 | 23.04 | 7.9 | 28.5 | 42 | 29.5 | 0-27 | Apg | 4 |
| 0.04 | 1.55 | 42.8 | 15.9 | 0.15 | 15.4 | 6.9 | 30.5 | 38 | 31.5 | 27-57 | Bw1 | |
| 0.04 | 0.6 | 45.3 | 18.5 | 0.13 | 17.1 | 7.5 | 20.5 | 38 | 41.5 | 57-82 | Bw2 | |
| 0.05 | 0.7 | 46 | 20.1 | 0.14 | 20.5 | 7.5 | 22.5 | 30 | 47.5 | 82-112 | Bkg1 | |
| 0.04 | 0.6 | 47 | 23.4 | 0.15 | 18.7 | 6.9 | 25 | 33.5 | 41.5 | 112-142 | Bkg2 | |
| 0.1 | 2.96 | 46.5 | 21 | 0.18 | 17.1 | 7.7 | 35 | 27.5 | 37.5 | 0-12 | Ap | 5 |
| 0.1 | 2.29 | 47 | 20 | 0.16 | 19.6 | 7.4 | 36.5 | 18 | 45.5 | 12-44 | Bwg | |
| 0.1 | 1.34 | 46.6 | 22.1 | 0.14 | 16.2 | 7.2 | 22.5 | 30 | 47.5 | 44-72 | Bkg | |
| 0.1 | 0.61 | 44.3 | 23 | 0.13 | 15.4 | 7.2 | 23 | 31.5 | 45.5 | 72-102 | Bk1 | |
| 0.04 | 0.4 | 46.8 | 24 | 0.13 | 15.4 | 7.8 | 18.5 | 30 | 51.5 | 102-135 | Bk2 | |
| 0.1 | 2.42 | 46.7 | 23.3 | 0.24 | 18.77 | 7.9 | 42.5 | 36 | 21.5 | 0-12 | Apg | 6 |
| 0.1 | 2.33 | 47.5 | 22.3 | 0.18 | 18 | 7.4 | 41 | 33.5 | 25.5 | 12-55 | Bw1 | |
| 0.04 | 1.34 | 55 | 23.4 | 0.2 | 17.1 | 7.3 | 39 | 25.5 | 35.5 | 55-85 | Bw2 | |
| 0.04 | 1.1 | 53 | 24.4 | 0.18 | 13.3 | 7.9 | 26.5 | 24 | 49.5 | 85-125 | Bg | |
| 0.1 | 2.8 | 57 | 16.3 | 0.2 | 12 | 7.8 | 33 | 25.5 | 41.5 | 0-20 | Apg | 7 |
| 0.05 | 1.7 | 59.5 | 24 | 0.2 | 11.1 | 7.8 | 25 | 27.5 | 47.5 | 20-53 | Bg1 | |
| 0.2 | 1.3 | 47 | 24.4 | 0.19 | 12 | 7.3 | 39 | 25.5 | 35.5 | 53-83 | Bg2 | |
| 0.2 | 0.5 | 58 | 24.8 | 0.16 | 10.2 | 7.3 | 27 | 29.5 | 43.5 | 83-125 | Bk | |



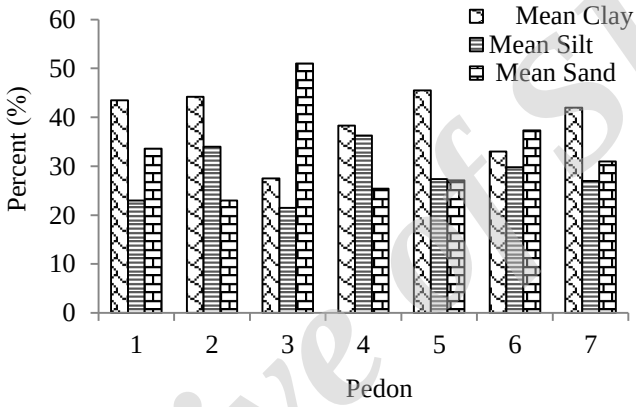
Archive of SID

www.SID.ir



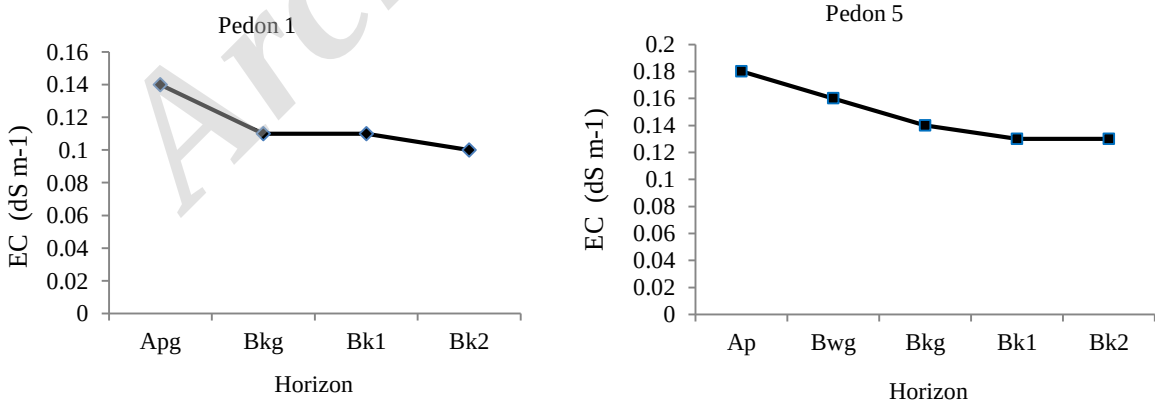

**شکل۳- توزیع اندازه ذرات در دو خاک‌رخ مورد مطالعه**

Figure 3 . Particles size distribution in two studied pedons




**شکل۴- مقایسه میانگین درصد توزیع ذرات، خاک‌رخ‌های مورد مطالعه**

Figure 4. Comparison of the average particle size distribution, in study pedons




**شکل ۵- تغییرات EC در افق‌های مختلف، دو خاک‌رخ مورد مطالعه**

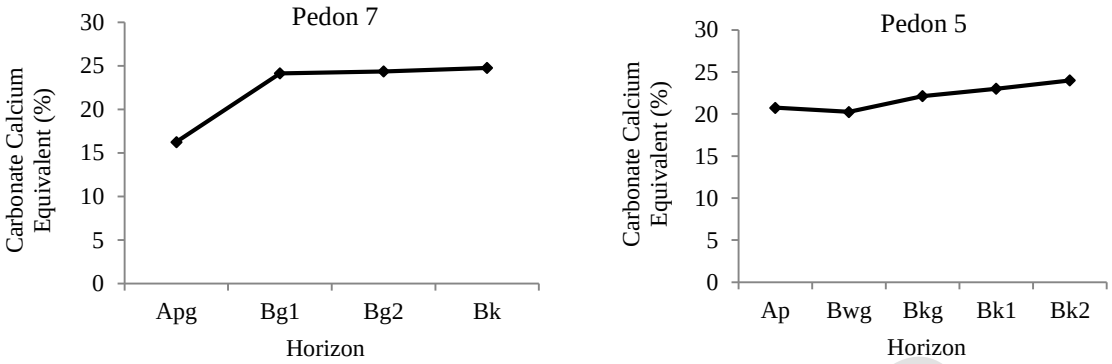
Figure 5. Variations of electrical conductivity in different horizons, two studied pedons

میانگین وزنی درصد کربنات‌کلسیم خاک‌رخ‌ها ۲۰/۷ درصد و بالاترین مقدار میانگین وزنی آن در خاک‌رخ یک با ۲۵ درصد کربنات‌کلسیم اندازه‌گیری شد. درصد بالای آهک در این اراضی، به علت آهکی بودن مواد مادری آن‌ها است. در اغلب خاک‌رخ‌ها میزان درصد کربنات‌کلسیم، از سطح به عمق، روند افزایشی داشته است. نزدیک‌تر بودن افق‌های



Archive of SID
www.SID.ir

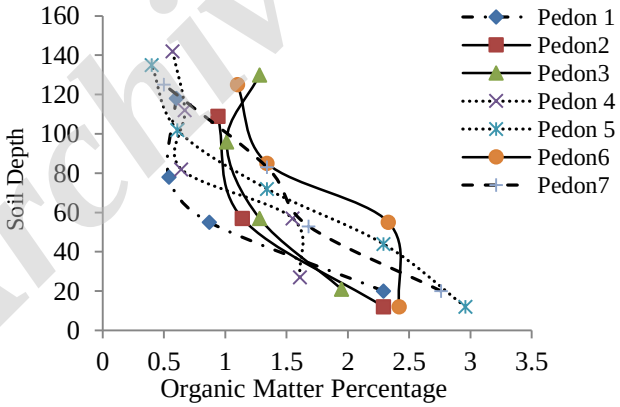
پایینی به مواد مادری آهکی و شسته شدن آهک در طی مدت زمان غرقاب می‌تواند از دلایل اصلی باشد. در شکل ۶ تغییرات آهک با عمق در دو خاک‌رخ نمایش داده شده است.




**شکل ۶- تغییرات درصد آهک در افق‌های مختلف، دو خاک‌رخ مورد مطالعه**

Figure 6. The variations of calcium carbonate in different horizons of two studied profiles

مقدار ماده آلی در نمونه‌های خاک بین ۰/۴ تا ۲/۹۶ درصد متغیر بوده است. حداکثر آن در افق Ap خاک‌رخ ۵ و حداقل آن در افق Bk خاک‌رخ ۵ محاسبه شد (جدول ۲). در تمام خاک‌رخ‌های مورد بررسی مقدار درصد ماده آلی از سطح به عمق روند کاهشی داشت (شکل ۷). بیشتر بودن مقدار ماده آلی در افق‌های سطحی می‌تواند به دلیل وجود بقایا و ریشه گیاه در آن‌ها باشد. اولیایی و نجفی (Owliaei & Najafi, 2013) در مطالعه خاک‌های شالیزاری منطقه یاسوج افزایش معنی‌دار ۰/۴ درصدی در کربن آلی خاک‌های شالیزاری را گزارش نمودند. میزان CEC در این خاک‌ها بین ۱۰/۲ تا ۲۹/۸۸ سانتی‌مول بار بر کیلوگرم خاک متغیر بود. با افزایش عمق در اغلب خاک‌رخ‌ها، مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی در افق‌های سطحی نسبت به افق‌های تحتانی بیشتر محاسبه شد. به نظر می‌رسد، دلیل آن بالاتر بودن میزان درصد مواد آلی در افق‌های سطحی است (جدول ۲).




**شکل ۷- تغییرات ماده آلی در خاک‌رخ‌های مورد مطالعه**

Figure 7. The variations of organic matter in the studied pedons

هر چند شرایط احیاء حاکم در خاک‌رخ‌ها می‌تواند به این امر کمک کند. نتایج کانی‌شناسی منطقه نیز نشان داد که رس عمده در خاک‌رخ‌ها، اسمکتیت و در برخی افق‌ها ورمی‌کولیت بوده، که از تبدیل ایلیت به وجود آمده‌اند. همین عامل نیز منجر به افزایش CEC در سطح خاک شده است (جدول ۳). با افزایش عمق از میزان این کانی‌ها کاسته شده و بر محتوی کلریت و ایلایت افزوده می‌شود. مطالعه خرسات و کودا (Khresat & Qudah, 2006) نشان داده که ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بستگی به سه عامل میزان رس، ماده آلی و نوع رس دارد، که نتایج بدست آمده را تائید می‌کند.



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۳- نتایج نیمه‌کمی کانی‌شناسی رس در تعدادی از افق‌های مطالعه شده**

Table 3. Semiquantitative results of clay minerals in some of the studied horizons

| Clay minerals | | | | | | | | Hr. | Pedon |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mix. Clay | Quartz | Kaolinite | Palygorskite | Vermiculite | Smectite | Illite | Chlorite | | |
| * | Tr | * | * | *** | Tr | ** | *** | Apg | 1 |
| ** | Tr | * | * | * | **** | ** | ** | Bkg | 1 |
| ** | * | * | * | * | **** | ** | ** | Bk2 | 1 |
| * | Tr | * | * | *** | Tr | *** | * | Apg | 2 |
| * | * | * | * | **** | Tr | * | * | Bkg | 2 |
| * | * | * | * | **** | Tr | ** | * | Apg | 3 |
| * | * | * | Tr | *** | *** | ** | * | Ck | 3 |
| Tr | Tr | * | Tr | **** | Tr | *** | ** | Bwg1 | 4 |
| Tr | Tr | * | * | * | ** | Tr | ** | Bkg2 | 4 |
| * | * | ** | ** | Tr | Tr | ** | *** | Bwg1 | 6 |
| * | * | * | ** | Tr | Tr | ** | *** | Bg | 6 |

Tr : ناچیز، *: کمتر از ۱۰ درصد، **: ۱۰ تا ۲۰ درصد، ***: ۲۰ تا ۳۰ درصد، ****: ۳۰ تا ۵۰ درصد.

Tr: Trace; *: < 10%; **: 10-20 %; ***: 20-30%; ****: 30-50%

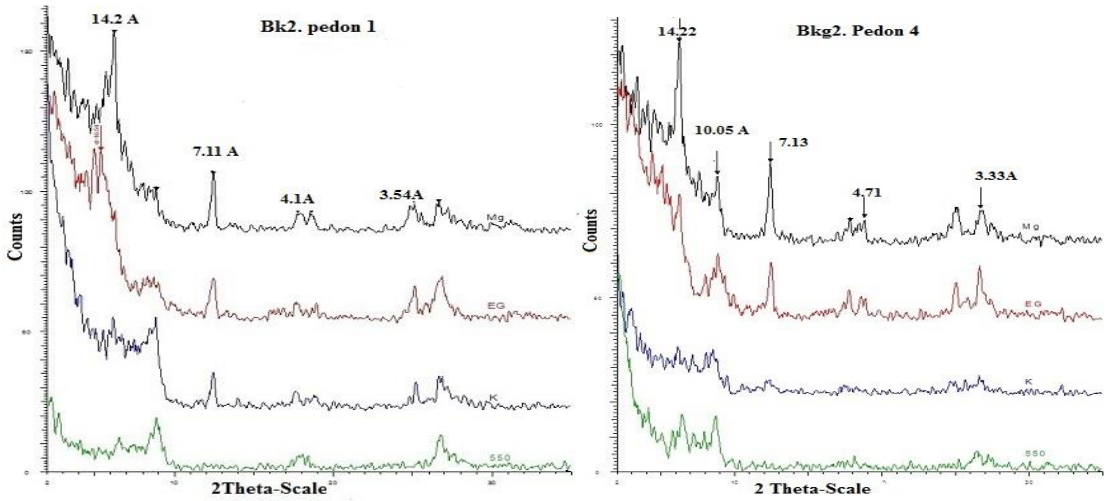
**بررسی نتایج کانی‌شناسی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه**

نمونه‌های رس انتخاب شده از خاک‌رخ‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶، و مجموعا ۱۱ الگوی پراش پرتوی ایکس از این خاک‌رخ‌ها بدست آمد. در شکل ۸ الگوی پراش ایکس دو نمونه از افق‌ها آورده شده است. جدول ۳ مقادیر نیمه‌کمی کانی‌های موجود در خاک‌رخ‌های مطالعه شده را نشان می‌دهد. کانی‌های کلریت، ایلیت، ورمی‌کولیت، اسمگیت و کائولینیت در بیشتر خاک‌رخ‌ها مشاهده شدند. تقریبا در تمامی الگوهای پراش پرتوی ایکس وجود آستانه ۱۴/۲ آنگستروم که در همه تیمارها پایدار است، بیانگر وجود کانی کلریت در خاک‌رخ‌ها است. در تمام خاک‌رخ‌ها به جز خاک‌رخ شماره ۶ میزان کلریت بین ۲۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده و به دلیل این که از سطح به عمق و بالعکس، هیچ‌گونه تغییری در آن مشاهده نشده است، لذا فرضیه این‌که این کانی هم از مواد مادری به ارث رسیده باشد، قابل قبول است. البته pH خنثی تا کمی قلیایی نیز گویای این مطلب است. چرا که کانی کلریت تحت شرایط قلیایی تشکیل نمی‌شود (Barenhisel & Brescht, 1989). تبدیل کانی ایلیت و میکاها به کلریت نیز تحت شرایط غرقاب امکان‌پذیر است. حضور آهن احیای بالا در خاک به ایجاد کلریت غنی از آهن کمک می‌کند. در مطالعه‌ای نیز نشان داده شد که تناوب میان شرایط کاهش و اکسایش منجر به کلریتی شدن کانی‌های انبساط‌پذیر ۲:۱ و کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌شود (Kyuma, 1985). ایلیت در خاک‌ها معمولا از مواد مادری به ارث می‌رسد. ایلیت و کلریت دو کانی رسی عمده در مناطقی هستند که تشکیل خاک در آن‌ها محدود است، و مقادیر زیاد آن‌ها در خاک‌ها عمدتا در نتیجه حضورشان در مواد مادری است (Fanning *et al.*, 1989). در افق‌های Bkg و Bk2 خاک‌رخ ۱ میزان ایلیت کمتر و در عوض محتوای اسمکتیت بیشتری مشاهده می‌شود. در واقع هوادیدگی و خروج پتاسیم بین لایه‌ای منجر به این تبدیل شده است. بهمنیار ( Bahmanyar, 2007) نیز نشان داد که با افزایش دوره‌های کشت برنج مقدار ایلیت کاهش می‌یابد. تشکیل کائولینیت از محلول خاک نیازمند شرایط اسیدی و وجود مقادیر کم کاتیون‌های بازی می‌باشد. کاهش pH قلیایی خاک‌های شالیزار منطقه، پس از ۵۰ سال کشت غرقاب شرایط را برای تبدیل کانی‌های ۲:۱ به کانی‌های ۱:۱را تا حدودی فراهم می‌سازد. اما این اثر قوی‌تر از منشأ به ارث رسیده آن نمی‌باشد. CEC به نسبت بالای خاک‌ها نیز تاییدی بر مقادیر ناچیز کائولینیت می‌باشد. مقدار کمتر از ده درصد کائولینیت در افق‌ها دارای منشا موروثی است. بر اساس مطالعات خرمالی و همکاران ( Khormali *et al.*, 2003)، حضور کائولینیت در مواد کرتاسه پایینی عمدتا به ارث رسیده از مواد مادری است. منشأ آواری به طور حتم فاکتور عمده برای حضور مقادیر زیاد کائولینیت در سنگ‌های کرتاسه محسوب شده است و نشان‌دهنده شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب با زهکشی مناسب و بارندگی بالا در سنگ‌های مادری است.



Archive of SID

www.SID.ir




**شکل۸- دو نمونه از منحنی‌های پراش پرتو ایکس**

Figure 8.Two samples of X-ray diffraction graphs

حضور اسمکتیت در افق‌های ذکر شده در بالا را نیز می‌توان به دلیل تبدیل ایلیت به اسمکتیت یا در اثر تخریب پالی‌گورسکیت دانست. در افق‌هایی که محتوای اسمکتیت در آن‌ها بسیار بالا و تا حدود ۵۰ درصد است، میزان پالی‌گورسکیت کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد و این فرضیه نیز به اثبات می‌رسد که وجود رطوبت بالا در اثر ایجاد شرایط اکوئیک مصنوعی منجر به این تبدیل شده است. هم‌چنین بارش سالیانه نزدیک ۷۰۰ میلی‌متری در منطقه شرایط را برای حضور پالی‌گورسکایت ناپایدار ساخته و منجر به تبدیل آن به اسمکتیت می‌شود. مطالعات خرمالی و همکاران (Khormali *et al.*, 2003) در خاک‌های آهکی استان فارس با محتوای رطوبت بالا، نشان داده است که شستشو و رها شدن پتاسیم از ایلیت خصوصا در قسمت‌های سطحی، منجر به ایجاد کانی اسمکتیت می‌شود. کاواگوچی و کیوما (Kawaguchi & Kyuma, 1977) با مطالعه اراضی شالیزاری جنوب شرق آسیا اسمکتیت را به عنوان کانی غالب آن منطقه معرفی کردند. حسن‌نژاد و همکاران (Hassannezhad *et al.*, 2008) بیان نمودند که شرایط آکوئیک طبیعی و ایجاد شده توسط انسان، موجب افزایش تشکیل اسمکتیت می‌شود. ورمی‌کولیت تقریبا در همه افق‌ها یافت شده است. ورمی‌کولیت در شرایط خاک‌های آهکی با pH بیشتر از ۸ عمدتا ناپایدار است. افزایش pH خاک منجر به حلالیت سیلیسیم شده و شرایط را برای تبدیل میکا به اسمکتیت فراهم می‌سازد. اما در خاک‌های مورد بررسی به دلیل ایجاد شرایط غرقاب، pH خاک‌ها به کمتر از ۸ کاهش یافته و عمدتا به سمت خنثی و حتی گاهی اسیدی کشیده می‌شود. لذا این شرایط می‌تواند محیط را برای پایداری ورمی‌کولیت فراهم سازد. بنابراین همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌گردد، در خاک‌هایی که اسمکتیت بالایی وجود دارد، ورمی‌کولیت ناچیز مشاهده می‌شود و برعکس. در مطالعه‌ای در اراضی شالیزاری آهکی چین نیز مشاهده نمودند که میزان ایلیت کاهش و میزان ورمی‌کولیت افزایش داشته است (Gong & Xu, 1990). سنجری و برومند (Sanjari & Boromand, 2014) مشاهده نمودند که کانی ورمی‌کولیت در اراضی با رطوبت زیاد از تبدیل کانی ایلیت ایجاد شده است. مقادیر کمتر از ۱۰ درصد کانی پالی‌گورسکیت در برخی از خاک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که شرایط لازم برای نوتشکیلی آن وجود ندارد و اگر پالی‌گورسکیت به دلیل شرایط گذشته در منطقه وجود داشته، به مرور زمان بر اثر شرایط غرقاب طولانی‌مدت به اسمکتیت تبدیل شده‌اند. کاهش pH خاک در اثر شرایط غرقاب دلیل مهمی برای ناپایداری این کانی می‌باشد. لذا منشأ اتوژنیکی این کانی در خاک‌ها رد می‌شود و حضور مقادیر کم آن می‌تواند دارای منشأ به ارث رسیده باشد. به دلیل اینکه خاک‌رخ‌ها در دشت سیلابی و رسوبی واقع شده‌اند، لذا فرضیه نوتشکیلی آن نیز کم‌رنگ می‌شود. وجود پوسته‌های آهکی و کالکریت‌ها می‌تواند دلیلی برای حضور مقادیر بسیار ناچیز این کانی در برخی نمونه‌های مورد مطالعه باشد.

## نتیجه‌گیری کلی

به طور کل نتایج بررسی‌های فیزیکی و شیمیایی در کل خاک‌رخ‌ها نشان داد که در شرایط غرقاب و اکوئیک بافت



Archive of SID
www.SID.ir

خاک‌ها به سمت سنگین‌تر، شرایط احیای حاکم بر شالیزار باعث خنثی شدن واکنش، کاهش قابلیت هدایت الکتریکی، کاهش آهک در سطح خاک‌رخ‌ها و افزایش نسبی آن در عمق، افزایش درصد رطوبت اشباع، افزایش مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی، افرایش درصد ماده‌ی آلی در سطح می‌شود. مطالعات کانی‌شناسی نیز نشان داد که کانی‌های غالب در اکثر خاک‌رخ‌ها کلریت، ورمی‌کولیت، اسمکتیت و ایلیت می‌باشد. ایجاد شرایط غرقاب در منطقه به مدت طولانی موجب ناپایدار شدن پالی‌گورسکایت و تبدیل آن به کانی اسمکتیت می‌شود. می‌توان نتیجه گرفت که حالت غرقاب در شالیزارها شرایط را برای پایدار ماندن ورمی‌کولیت فراهم کرده است. کشت برنج و چرخه‌های اکسید و احیا موجب افزایش فرآیند کلریتی شدن و تبدیل رس‌های انبساط‌پذیر به کلریت نیز می‌شود. تمامی تغییرات ایجاد شده می‌تواند بر ساختمان، تهویه خاک و در نهایت کیفیت خاک اثرگذار باشد. لذا کشت پی در پی برنج در منطقه کیفیت خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و تناوب کشت پیشنهاد می‌گردد.

**References**


Akef M., Mahmoudi Sh., Karimian Eghbal M., and Sarmadian F. 2004. physico-chemical and micromorphological changes in paddy soils converted from in forest in Foomanat region, Gilan. *Iranian Journal Natural Resources*, 56 (4): 407-423. (In Persian)

Bahmanyar M.A. 2007. The influence of continuous rice cultivation and different waterlogging periods on morphology, clay mineralogy, Eh, pH and K in paddy soils. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10: 2844-2849.

Barnhisel R.I., and Berscht P.M. 1989. Chlorite and hydroxyl interlayered vermiculite and smectite. In: Dixon, J.B. & Weed, S.B. (Eds.), Minerals in Soil Environment. Soil Sience Society of America Book Series, 2nd ed., Madison, WI, pp: 129-788.

Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.

Bower C.A. 1952. Exchangable cation analysis of saline and alkali soils. *Soil Science*, 73: 251-261.

Brady N.C. 1990. The nature and properties of soils. (No. 10). McMillan Publishing Company.1104p.

Carter M.R., and Gregorich E.G. 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis (No. 2). Toronto: Canadian Society of Soil Science. 876p.

Cheng Y.Q., Yang L.Z., Cao Z.H., Ci E., and Yin Sh. 2009. Chronosequential changes of selected pedogenic properties in paddy soils as compared with non-paddy soils. *Geoderma*, 151: 31-41.

Costantini E.A.C., Pellegrini S., Vignozzi N., and Barbetti R. 2006. Micromorphological characterization and monitoring of internal drainage in soils of vineyard and olive groves in central Italy. *Geoderma*, 131: 388-403.

Fanning D.S., Keramidase V.Z., and EI-Desoky M.A. 1989. Mica. *In*: Dixon, J.B., and Weed, S.B. (Eds.), Mineral in Soil Environment, Soil Sience Society of America. Madison, WI. pp.354-367.

Gong Z.T., and Xu Q. 1990. Paddy soils. Soils of China. Science Press, Beijing. 569p.

Hassannezhad H., Pashaee A., Khormali F., and Mohammadian M. 2008. Effect of soil moisture regime and rice cultivation on mineralogical characteristics of paddy soils of Mazandaran province, Northern Iran, Amol. *International Journal of Soil Science*, 3: 138-148.

Hsue Z.Y., and Chen Z.S. 2001. Quantifying soil hydromorphology of rice growing ultisols toposequence in Taiwan. *Soil Science Society of America*, 65: 270-278.

Kawaguchi K., and Kyuma K. 1977. Paddy Soils in Tropical Asia. University Press of Hawaii, Honolulu.435p.

Khormali F., and Abtahi A. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semiarid soils of Fars Province, Southern Iran. *Clay Minerals*, 38: 511-527.

Khresat S.A., and Qudah E.A. 2006. Formation and properties of aridic soils of Azraq Basin in northeastern Jordan. *Journal of Arid Environment*, 64:116-136.

Kirk G. 2004. The biogeochemistry of submerged soils: Wiley, Chichester. 304p.

Kögel-Knabner I., Amelung W., Cao Z.H., Fiedler S., Frenzel P., Jahn R., Kalbitz K., Kolbl A., and Schloter M. 2010. Biogeochemistry of paddy soils. *Geoderma*, 157: 1-14.




Archive of SID

www.SID.ir

Kunze G.W., and Dixon J.B .1986. Pretreatments for mineralogical analysis. In: Klute, A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods (No. Ed. 2). American Society of Agronomy. Madison, WI, pp. 91-101.

Kyuma K. 1985. Fundamental characteristics of wetland soils. In: Greenland D.J., Alcasid G.N., & Eswaran H. (Eds.). Wetland Soils: Characterization, Classification and Utilization. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute, pp. 191-206.

Mousavi M.H., Mehdizadeh Shahri H., and Ghorbani H. 2009. Mineralogy of soils formed on Aghajary formation in Masjed Soleyman and Burge Khajoo province. *Journal of Science, Islamic Azad University*, 77: 151-172.

Najafi N. 2013. Changes in pH, EC and concentration of phosphorus in soil solution during submergence and rice growth in some paddy soils of north of Iran. *International Journal Agriculture Research Rev*iew, 2: 271-280.

Owliaie H.R., and Najafi-Ghiri M. 2013. Effect of long-term rice cultivation on physico-chemical properties and clay mineralogy of soils of Yasouj region. *Journal of Water and Soil Science*, 65: 39-49. (In Persian)

Owliaie H.R., Keshavarzi M., and Adhami E. 2015. Comparison between physicochemical properties and clay mineralogy of paddy soils of Noorabad (Fars Province) and adjacent virgin lands. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 4(4): 105-125. (In Persian)

Page M.C., Sparks D.L., Noll M.R., and Hendricks G.J. 1987. Kinetics and mechanisms of potassium release from sandy Middle Atlantic Coastal Plain soils. *Soil Science Society of American*, 51: 1460-1465.

Ponnamperuma F.N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, 24: 29-96.

Ponnamperuma F.N. 1978. Electrochemical change in submerged soil and the growth of rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, pp. 421-441.

Sanjari S., and Bromand N. 2014. The study of soil clay minerals on different geomorphic surfaces in Sardoeih, Jiroft area. *Journal of Water and Soil Seince*, 28(1): 209-219. (In Persian)

Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy (No. Ed. 12). Washington DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Sparks D.L. 1996. Method of soil analysis, Part 3. Chemical Methods, American Society of Agronomy. Madison, WI, 1390p.

Torabi Golsefidi H., Karimian Eghbal M., and Kalbasi M. 2001. Clay mineral investigation of paddy soils of different landforms of Eastern Guilan province. *Journal of Water and Soil Science*, 15: 122-138. (In Persian)

Walkey A., and Black I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.

Zhang G.L., and Gong Z.T. 2003. Pedogenic evolution of paddy soils in different soil landscapes. *Geoderma*, 115: 15-29.

Archive of SID



www.SID.ir

# Effect of Waterlogging Cultivation on Physical, Chemical and Mineralogical Characteristics of Paddy Soils in Doroud Area, Lorestan Province

**Soheila Sadat Hashemi [1]*, Faride Asadi[2]**

(Received: June 2017 Accepted: February 2017)

**Abstract**

The aim of this study was to evaluate the physico-chemical properties and clay mineralogy in paddy soils of Doroud region in Lorestan province. Seven profiles were sampled and described and all soil profiles were classified in Inceptisols and Entisols orders. According to the results, clay content of soils due to waterlogging was high. Due to the reduction Conditions, pH of all soil samples was nearly neutral. Due to the flooding and accumulation of oxides of bivalent iron and manganese in the upper horizons of soils, the electrical conductivity (EC) was higher compared to the lower horizons. With increasing depth and getting closer to native materials, lime percentage was increased too. In most profiles due to the higher percentage of organic matter in the surface horizons, cation exchange capacity in the surface horizons was more than the lower horizons. The amount of organic matter was high in the surface horizons because of the less oxidation of plant residues in anaerobic conditions. The most clay minerals were chlorite, smectite, vermiculite, and illite respectively. Palygorskite, kaolinite and mixed minerals had very low content. Chlorite, illite, kaolinite and palygorskite often were inherited. The source of smectite can be also transformation of illite or palygorskite, under waterlogging condition. The puddling condition increased the amount of chlorite in paddy soils. The results showed that the type of clay minerals didn't vary in paddy soils and their relative percentage varied. The waterlogging provid conditions for sustainable of vermiculite in paddy soils. The long term waterlogging condition affected soil quality in this area, and however cultivation rotation suggested.

**Key words:** Chlorite, Clay mineralogy, Paddy soils, Vermiculite

Archive of SID

1-Assistant Professor of Soil Science Department, Malayer University
2- Msc. of Soil Science, Malayer University
* Correspondig Author Email: S.Hashemi@malayeru.ac.ir



www.SID.ir