

کیفیت ماده آلی و نوع رس خاک‌های واقع بر روی یک کاتنا در منطقه دیلمان استان گیلان

پریسا علمداری^{1*}، پریا مهاجری²، احمد گلچین³، آرمان نادری⁴

تاریخ دریافت: 94/03/26 تاریخ پذیرش: 94/10/19

1- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

2- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

3- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

4- دانشجوی دکتری تخصصی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: p_alamdari@znu.ac.ir

چکیده

این پژوهش برای ارزیابی کیفیت ماده آلی و نوع رس خاک‌های واقع در موقعیت‌های مختلف شیب یک کاتنا در منطقه دیلمان استان گیلان انجام گرفت. برای انجام این پژوهش، کاتنا ابتدا به پنج بخش عرضی شامل قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب تقسیم شدند، سپس هر بخش به صورت طولی به سه قسمت به عنوان سه تکرار تقسیم گردید و در هر قسمت از اعماق 0 تا 20، 20 تا 40 و 40 تا 60 سانتی‌متری نمونه‌های مرکب خاک جمع‌آوری شد و برخی ویژگی‌های خاک و کانی‌شناسی رس نمونه‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد که در خاک‌های واقع در موقعیت‌های پایین شیب (پا و پنجه شیب)، میزان ماده آلی و کربوهیدرات بیشینه بود. با کاهش شیب زمین، نسبت کربن به نیتروژن کاهش یافت که نشان‌دهنده پوسیدگی بیشتر ماده آلی در موقعیت‌های پا و پنجه شیب هست. میزان تنفس میکروبی خاک نیز با کاهش شیب افزایش یافت. کانی‌شناسی بخش رس خاک‌های روی کاتنا، حاکی از وجود کانی‌های کائولینایت، ایلیت، هیدروکسیدهای بین لایه‌ای ورمیکولایت و به مقدار کم کلرایت در این خاک‌ها هست. در موقعیت‌های مختلف شیب و اعماق مورد مطالعه، نوع کانی‌های رس مشابه ولی فراوانی آن‌ها متفاوت بود. نتایج این تحقیق نشان داد که ویژگی‌های خاک متأثر از توپوگرافی منطقه بوده است.

واژه‌های کلیدی: ردیف پستی و بلندی، عمق خاک، کانی‌شناسی رس، کیفیت ماده آلی، موقعیت شیب

Organic Matter Quality and Clay Mineral Type of Soils on a Catena in Deilaman Region of Guilan Province

P Alamdari^{1*}, P Mohajeri², A Golchin³, A Naderi⁴

Received: 16 June 2015 Accepted: 9 January 2016

1-Assist Prof., Soil Sci. Dept., Faculty of Agriculture, Univ., of Zanjan, Iran

2-Former M.Sc Student, Soil Sci. Dept., Faculty of Agriculture, Univ., of Zanjan, Iran

3-Prof., Soil Sci. Dept., Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran

4-Ph.D. Student, Soil Sci. Dept., Faculty of Agriculture, Univ., of Zanjan, Iran

*Corresponding Author, Email: p_alamdari@znu.ac.ir

Abstract

This research is conducted to evaluate the quality of organic matter and clay type in the soils which are located at different positions of the slope of a catena in Deilaman region of Guilan province. To do this, the catena was firstly divided into five transverse sections including summit, shoulder, back slope, foot slope and toe slope. Then each section was longitudinally divided into three parts as three replications and composite soil samples were collected from each sections at the depths of 0-20, 20-40 and 40-60cm and some characteristics of soils and clay minerals of the samples were determined. Results showed that the maximum organic matter and carbohydrate contents were found in the soils located on the lower positions of the catena (representing foot slope and toe slope). Carbon-nitrogen ratio decreased by reducing the slope, indicating the more decay of organic matter in the positions of foot slope and toe slope. Soil microbial respiration amounts also more increased with reducing of the slope. Clay mineralogy of soils located on the catena confirmed the presence of kaolinite, illite, hydroxy interlayer vermiculite and little amounts of chlorite in the soils. The type of clay minerals was the same but their frequency was varied at the different slope positions and soil depths. The results of present study revealed that soil properties were affected by topography in this region.

Keywords: Clay mineralogy, Organic matter quality, Slope position, Soil depth, Toposequence

تولید پایدار ایفا می‌کند و از تنزل و انهدام خاک جلوگیری می‌کند (لمینی 2004). ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی ماده آلی بسیاری از عملکردهای خاک و همچنین ذخیره کربن در خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل مطالعه تغییرات آن‌ها در موقعیت‌های مختلف شیب زمین بسیار حائز اهمیت است (چاپمن و همکاران 2003). شوانگهارت و جارمر (2011) رابطه بین شیب زمین و ماده آلی را در جنوب شرق اسپانیا مطالعه کردند، نتایج آنان نشان داد که میزان کربن آلی

مقدمه

کربن یک عنصر حیاتی برای موجودات زنده است که به‌طور گسترده در طبیعت توزیع شده و به فراوانی در زمین وجود دارد (لمینی 2004). کربن آلی خاک یکی از معیارهای کلیدی در ارزیابی کیفیت خاک است (ونگ و همکاران 2010) که تحت تأثیر شرایط اقلیمی، نوع بافت، ویژگی‌های شیمیایی و کانی‌شناسی خاک قرار می‌گیرد (زین و همکاران 2007). ماده آلی خاک شاخصی از پایداری خاک بوده و نقش مهمی در

اقلیم معتدل خزری هست و گونه‌های درختی غالب در این منطقه راش و توسکای بیلاقی است. رژیم حرارتی و رطوبتی منطقه به ترتیب ترمیک و یودیک هست.

تهیه نمونه‌های خاک و تجزیه‌های آزمایشگاهی

برای انجام این پژوهش، اراضی روی کاتنا که از لحاظ عوامل اقلیمی، مواد مادری، پوشش گیاهی و زمان یکسان و تنها تفاوت آن‌ها در عامل توپوگرافی بود ابتدا به پنج بخش عرضی شامل قله شیب، شانه شیب، پشت شیب، پای شیب و پنجه شیب تقسیم شدند. هنگام نمونه‌برداری خاک، بخش‌های عرضی کاتنا هر یک به سه قسمت طولی تقسیم گردید که هر کدام به‌عنوان یک تکرار یا بلوک در نظر گرفته شد. هنگام نمونه‌برداری خاک در هر تکرار، یک کرت 10×10 مترمربعی انتخاب و بعد از حذف لایه لاشبرگ و بقایای گیاهی تجزیه نشده، از چهار گوشه و مرکز هر کرت و از اعماق صفر تا 20، 20 تا 40 و 40 تا 60 سانتی‌متری نمونه‌های فرعی خاک برداشت شدند. پنج نمونه فرعی خاک برداشت‌شده در هر عمق با یکدیگر مخلوط گردید تا یک نمونه مرکب برای هر عمق جهت انجام آزمایش‌های مختلف تهیه شود. نمونه‌های خاک پس از جمع‌آوری جهت تعیین برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و کانی-شناسی رس خاک‌ها، به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های برداشت‌شده، ابتدا هوا خشک، سپس کوبیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. به‌منظور تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری (گی و بادر 1986)، pH خاک در گل اشباع با استفاده از دستگاه pH متر (مکلین 1982) و قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی (کارتر و گرگوریچ 2008) تعیین گردیدند. نیتروژن کل خاک به-روش کج‌دال (برمنر و مولوانی 1982) و میزان کربن آلی خاک به‌روش واکلی و بلک (نلسون و سامرز 1982) اندازه‌گیری شدند. مقدار کربوهیدرات‌های خاک پس از عصاره‌گیری با آب گرم 25 درجه سلسیوس، آب داغ 85 درجه سلسیوس و با اسید سولفوریک غلیظ به‌روش اسپکترومتری تعیین گردید (پوگت و همکاران 1998).

کل در انتهای شیب و در بخش گود زمین بیشینه بود، این محققان اظهار داشتند که رواناب با شستشوی مواد معدنی و آلی از بخش‌های بالایی و رسوب دادن آن‌ها در مناطق پایین‌دست و پست زمین‌منظر باعث افزایش ماده آلی این موقعیت‌ها شدند. روویرا و رومانیا (2010) بیان کردند که یکی از مکانیسم‌های مؤثر بر پایداری مواد آلی در برابر واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی اتصال آن‌ها به کانی‌های رس است. کانی‌های رس نقش مهمی در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها دارند و نوع کانی‌های رس خاک تعیین‌کننده پتانسیل تولید در تمام خاک‌های موجود در جهان است (دیکسون و وید 1992). شناخت و مطالعه انواع کانی‌های موجود در خاک و روند تکامل آن‌ها علاوه بر اینکه به چگونگی پیدایش، تغییر و تکامل خاک کمک می‌کند، دیدگاه علمی گسترده‌ای را در نحوه استفاده از کانی‌های رس پیش روی ما می‌گشاید (مورای 2007). کیفیت و کمیت کانی-های رس افزون بر اثری که در تشکیل خاک از راه نگهداری رطوبت، نفوذپذیری و ترکیب عناصر دارند، در برآورد توانایی خاک از نظر تولید محصولات گوناگون زراعی و جنگلی نیز عامل مهمی به‌شمار می‌روند. به-منظور درک بهتر روند پیدایش و تکامل خاک‌های واقع شده روی موقعیت‌های مختلف شیب و همچنین بررسی پتانسیل تولید آن‌ها، مطالعه کانی‌شناسی رس و کمیت و کیفیت ماده آلی این خاک‌ها اجتناب‌ناپذیر هست. در همین راستا پژوهش حاضر به‌منظور مطالعه کانی-شناسی رس و کیفیت ماده آلی خاک‌های قرار گرفته روی یک کاتنا در منطقه دیلمان استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شرق استان گیلان قرار داشته و حدود 750 متر از سطح دریا ارتفاع دارد. مختصات جغرافیایی منطقه $49^{\circ} 52' 46'' / 06$ شرقی و $37^{\circ} 00' 91'' / 24$ شمالی تا $49^{\circ} 53' 46'' / 57$ شرقی و $37^{\circ} 01' 68'' / 16$ شمالی بوده و از نظر اقلیم دارای

بر کیفیت ماده آلی خاک در اعماق مختلف خاک با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9/1 صورت گرفت. آزمون معنی‌داری میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل موقعیت‌های مختلف شیب زمین و عمق خاک بر برخی ویژگی‌های خاک در جدول 1 نشان داده شده است. نتایج مؤید این مطلب است که مقدار رس، درصد رطوبت اشباع خاک، قابلیت هدایت الکتریکی و میزان نیتروژن کل خاک در موقعیت‌های پایین شیب افزایش یافت. همچنین مقدار رس و واکنش خاک با افزایش عمق افزایش ولی سایر ویژگی‌های خاک روند کاهشی نشان دادند.

تنفس خاک نیز با روش اندرسون (1982) اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین نوع کانی‌های رس خاک از روش کیتریک و هوپ (1963) برای حذف مواد سیمانی و جدا نمودن بخش رس استفاده گردید، سپس چهار تیمار مختلف شامل اشباع با منیزیم، اشباع با پتاسیم، اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول و اشباع با پتاسیم و حرارت 550°C بر روی هریک از نمونه‌های رس اعمال گردیدند. به‌منظور شناسایی نوع هیدروکسیدهای بین-لایه‌ای، از روش دیکسون و جکسون (1959) استفاده شد. نمونه‌ها پس از آماده سازی به‌وسیله دستگاه پراش پرتو ایکس مدل BRUKER با زاویه 20 بین 5/1 تا 35 درجه، در ولتاژ 40 کیلووات و آمپر 30 میلی‌آمپر بررسی گردیدند. به‌منظور بیان فراوانی نسبی کانی‌ها در موقعیت‌های مختلف شیب زمین و اعماق مختلف خاک از روش توزین (بیسکایا 1965) استفاده شد. تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین اثر موقعیت شیب زمین

جدول 1- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل موقعیت مختلف شیب زمین و عمق خاک بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

N(gr Kg ⁻¹)	EC(dS m ⁻¹)	pH	SP(%)	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)	عمق خاک(cm)	موقعیت شیب
0/263h	0/117efg	5/223b	67/090b	56/250a	7/669g	36/080cd	0-20	قله شیب
0/203k	0/107fg	5/413a	65/560bc	52/330abcd	8/229fg	39/440abc	20-40	
0/163m	0/096g	5/370a	64/380cd	50/050abcdef	8/477efg	41/470ab	40-60	
0/282f	0/150abcde	5/190b	58/560g	52/980abc	11/840bcdefg	35/180d	0-20	شانه شیب
0/243i	0/123defg	5/383a	51/670h	45/300def	12/900abcd	38/790abcd	20-40	
0/194l	0/107fg	5/260b	50/010h	53/370ab	10/180defg	36/450cd	40-60	
0/273g	0/170ab	5/113c	63/040de	50/630abcde	11/050cdefg	38/320abcd	0-20	پشت شیب
0/232j	0/130cdefg	5/260b	61/190ef	47/100bcdef	13/770abcd	39/130abcd	20-40	
0/194l	0/107fg	4/910ef	59/700fg	45/920cdef	16/170ab	37/910bcd	40-60	
0/383b	0/160abc	4/923def	65/900bc	45/820cdef	14/740abc	39/440abc	0-20	پای شیب
0/372c	0/137bcdef	4/963de	61/510ef	50/890abcde	13/100abcd	36/020cd	20-40	
0/365d	0/127cdefg	4/990d	58/100g	44/970ef	12/710abcde	41/410ab	40-60	
0/407a	0/177a	4/753h	71/820a	44/280ef	16/290a	39/430abc	0-20	پنجه شیب
0/377c	0/156abcd	4/880fg	66/680b	43/050f	16ab	40/950ab	20-40	
0/345e	0/117efg	4/813gh	60/670f	46/210bcdef	12/380abcdef	42/320a	40-60	

میانگین‌هایی که در کمترین حالت، یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

کیفیت ماده آلی خاک

کربن آلی خاک (OC)

برگشت بقایای گیاهی و ریشه به افق‌های سطحی و لذا حضور کربن آلی بیشتر در آن‌ها باشد که با نتایج وحیدی و همکاران (1391) نیز هم‌خوانی داشت. خادمی و خیر (1383) افزایش رطوبت خاک در موقعیت‌های پایین شیب، ساریلیدیز و همکاران (2005) کاهش سرعت باد و نیز کاهش فرسایش خاک و همچنین وجود پوشش گیاهی بهتر در موقعیت‌های پایین شیب را به‌عنوان عوامل مؤثر در افزایش کربن آلی خاک در این موقعیت‌ها گزارش نمودند و بیان کردند که اصولاً مناطق با درجه فرسایش‌پذیری بالا میزان ماده آلی کمتری داشتند.

کربوهیدرات‌های خاک

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 2) نشان داد که تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب زمین، عمق خاک و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کربوهیدرات‌های خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میزان کربوهیدرات‌های عصاره‌گیری شده با هر سه عصاره-گیر با حرکت به سمت پایین شیب افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشینه مقادیر آن‌ها در موقعیت پنجه شیب مشاهده شد (جدول 3). از طرفی با افزایش عمق خاک از میزان کربوهیدرات‌های خاک کاسته شد به‌طوری‌که کمینه مقدار آن در عمق 40 تا 60 سانتی‌متری در هر موقعیت از شیب اندازه‌گیری گردید (جدول 3). نتایج اثر متقابل موقعیت‌های مختلف شیب زمین و عمق خاک بر میزان کربوهیدرات‌های عصاره‌گیری شده با هر سه عصاره‌گیر نشان داد که بیشینه مقدار آن در موقعیت پنجه شیب و در عمق صفر تا 20 سانتی‌متری و کمترین مقدار آن در موقعیت شانه شیب و در عمق 40 تا 60 سانتی‌متری وجود داشت (جدول 3). انگرز و مهبوس (1989) نیز گزارش کردند که میزان کربوهیدرات‌ها در خاک تحت تأثیر میزان مواد آلی خاک هست.

مواد آلی خاک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفیت خاک است که از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین کنترل فعالیت‌های میکروبی، نقش کلیدی در حاصلخیزی خاک ایفا می‌کند (سالومون و همکاران 2002). آگاهی از ویژگی‌های کیفی کربن آلی خاک جهت حفظ کیفیت و قابلیت تولید خاک‌ها ضروری است (ولایوتهام 2000). نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 2) نشان داد که تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب زمین، عمق خاک و اثر متقابل آن‌ها بر میزان کربن آلی خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با کاهش شیب زمین و حرکت به سمت پنجه شیب درصد کربن آلی خاک افزایش یافت (جدول 3). از طرفی با بررسی میزان کربن آلی خاک در اعماق مورد مطالعه و در هر پنج موقعیت مختلف شیب زمین مشاهده شد که میزان آن با افزایش عمق خاک کاهش یافت، به‌طوری‌که، بیشترین میزان کربن آلی در موقعیت پنجه شیب و در عمق صفر تا 20 سانتی‌متری (3/670 درصد) و کمترین میزان آن در موقعیت قله شیب و در عمق 40 تا 60 سانتی‌متری (0/380 درصد) اندازه‌گیری گردید (جدول 3). علت متفاوت بودن میزان کربن آلی خاک در موقعیت‌های مختلف شیب را می‌توان برگشت کمتر بقایای گیاهی به خاک در قسمت‌های بالایی شیب به دلیل کمتر بودن پوشش گیاهی و فرسایش خاک در آن قسمت‌ها و تجمع رسوبات غنی از مواد آلی در موقعیت‌های پایینی شیب بیان نمود. بسیاری از مطالعاتی که برای بررسی کربن آلی خاک در موقعیت‌های مختلف توپوگرافی انجام شده است بالاتر بودن میزان کربن آلی را در موقعیت‌های پا و پنجه شیب گزارش نموده‌اند (پولیاکوف و لال 2004). همان‌طور که مشاهده شد میزان کربن آلی خاک با افزایش عمق خاک کاهش یافت که این امر می‌تواند به دلیل

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس تأثیر موقعیت مختلف شیب زمین، عمق خاک و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های کیفی ماده آلی و تنفس میکروبی خاک.

میانگین مربعات							منابع تغییرات
روش عصاره‌گیری کربوهیدرات‌ها							
تنفس میکروبی خاک (mgC 100gr ⁻¹ soil)	C/N	اسیدسولفوریک غلیظ (mg kg ⁻¹ soil)	آب 85°C (mg kg ⁻¹ soil)	آب 25°C (mg kg ⁻¹ soil)	OC (%)	درجه آزادی	
2/369 ^{ns}	0/045 ^{ns}	1/074 ^{ns}	0/005 ^{ns}	9/332 ^{ns}	0/002 ^{ns}	2	تکرار
6737/499**	23/334**	417/287**	1/214**	96/753**	0/848**	4	موقعیت شیب
8187/340**	68/634**	1290/502**	34/483**	990/910**	12/304**	2	عمق خاک
682/201**	8/753**	89/718**	1/615**	151/514**	0/410**	8	اثر متقابل
29/813	0/045	0/683	0/032	2/068	0/002	28	خطا
5/170	2/940	3/190	7/600	12/100	2/180	-	CV (درصد)

* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و غیر معنی‌دار است.

جدول 3- مقایسه میانگین اثر متقابل موقعیت مختلف شیب و عمق خاک بر ویژگی‌های کیفی ماده آلی و تنفس میکروبی خاک.

اثر متقابل موقعیت شیب زمین و عمق خاک						
کربوهیدرات عصاره‌گیری شده با						
تنفس میکروبی خاک (mgC 100gr ⁻¹ soil)	C/N	اسیدسولفوریک غلیظ	آب 85°C	آب 25°C	OC	عمق خاک
		(mg kg ⁻¹ soil)	(mg kg ⁻¹ soil)	(mg kg ⁻¹ soil)	(%)	(cm)
81/080c	8/931bc	35/400c	3/818b	25/880b	2/350e	0-20
70/720c	8/603c	31/730d	1/720fg	9/492efg	1/745g	20-40
37/300d	7/357d	21/090g	1/328gh	6/433fghi	0/383k	40-60
127/400b	10/240a	19/280g	2/980c	9/735ef	2/760c	0-20
84/550c	7/376d	14/680h	1/190h	4/545hi	1/795g	20-40
80/560c	9/230b	11/130i	0/222j	3/832i	0/988j	40-60
134/500b	10/150a	38/660b	3/860b	12/660de	2/777c	0-20
84/460c	9/371b	23/050f	1/330gh	7/955fgh	2/154f	20-40
74/860c	7/272d	14/690h	0/632i	4/362hi	1/137i	40-60
167/200a	7/200d	40/430b	4/663a	19/940c	2/894b	0-20
85/440c	6/984d	27/740e	2/290de	9/375efg	2/170f	20-40
82/210c	6/914d	12/110i	1/740fg	5/932ghi	1/414h	40-60
176/100a	9/026bc	46/310a	4/973a	37/160a	3/676a	0-20
166/400a	5/718e	27/210e	2/472d	13/450d	2/622d	20-40
132/500b	5/674e	24/640f	1/965ef	7/588fgh	1/501h	40-60

میانگین‌هایی که در کمترین حالت، یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

نسبت کربن به نیتروژن خاک

میزان این ویژگی کاهش یافت. بیشترین میزان تنفس میکروبی خاک در موقعیت پنجه شیب و در عمق صفر تا 20 سانتی‌متری به میزان 176/140 میلی‌گرم کربن در 100 گرم خاک و کمترین مقدار آن در موقعیت قله شیب و در عمق 40 تا 60 سانتی‌متری به میزان 37/300 میلی‌گرم کربن در 100 گرم خاک اندازه‌گیری گردید (جدول 3)، خاک‌های واقع شده در موقعیت‌های پایینی کاتنا دارای مقادیر بالاتری از سوبسترا (کربن آلی) نسبت به خاک‌های موجود در قسمت‌های بالایی کاتنا بودند. از آنجایی‌که تنفس میکروبی شاخصی از معدنی شدن کربن آلی است بنابراین در مکان‌هایی که مقدار کربن آلی بالاتر است میزان این ویژگی نیز افزایش می‌یابد. شافر و همکاران (2009) با بررسی فاکتورهای محیطی مؤثر بر میزان تنفس میکروبی خاک نشان دادند که میزان کربن ورودی به خاک و در نتیجه میزان ماده آلی آن فاکتور مهم و تأثیرگذار بر میزان تنفس میکروبی خاک هست. بسیاری از محققان گزارش کردند که فعالیت و جمعیت میکروبی خاک متأثر از رطوبت و دمای خاک، واکنش خاک، نسبت کربن به نیتروژن و کیفیت سوبسترا و قابلیت دسترسی به آن هست (آرنولد و همکاران 1999). آقابابایی و رئیسی (1390) تأثیر سوبستراهای مختلف را بر فعالیت توده زنده میکروبی خاک بررسی کردند، نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که افزودن بقایای گیاهی و اسیدآمین به خاک باعث افزایش چشم‌گیری در تنفس میکروبی خاک شد. همچنین کیفیت ماده آلی اضافه‌شده به خاک، به‌ویژه میزان نیتروژن آن، نقش بسیار مهمی در سرعت تجزیه و فعالیت میکروبی داشت. اختلاف فاحش در سرعت تجزیه بقایای گیاهی نه‌تنها پویایی کربن و چرخه عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه بر تولید محصول و غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر نیز مؤثر است.

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 2) نشان داد که تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب زمین، عمق خاک و اثر متقابل آن‌ها بر نسبت کربن به نیتروژن خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همان‌طور که در جدول 3 مشاهده می‌گردد بیشترین میزان این نسبت در موقعیت‌های شانه و پشت شیب اندازه‌گیری گردید و با حرکت به سمت پایین شیب از میزان این نسبت کاسته شد (جدول 3). نسبت کربن به نیتروژن خاک در موقعیت‌های مختلف شیب زمین با افزایش عمق خاک کاهش یافت به طوری‌که بیشترین میزان این نسبت (10/240) در موقعیت‌های شانه و پشت شیب و در عمق صفر تا 20 سانتی‌متری و کمترین میزان آن (5/674) در موقعیت پنجه شیب و در عمق 40 تا 60 سانتی‌متری اندازه‌گیری شد (جدول 3). از آنجایی‌که نسبت کربن به نیتروژن با پوسیدن ماده آلی کاهش می‌یابد نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که ماده آلی خاک در موقعیت‌های پا و پنجه شیب نسبت به موقعیت‌های دیگر و در اعماق نسبت به سطح خاک میزان تجزیه بالاتری دارد. کیزیلکایا و دنگیز (2010) نیز در مطالعه خود دلیل کاهش این نسبت را تجزیه ماده آلی و کاهش کربن بیان کردند، همچنین نشان دادند که مقدار این نسبت در خاک‌هایی با فعالیت بیولوژیکی شدید کم و اغلب کمتر از 10 است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت در خاک‌های منطقه مورد مطالعه از نظر بیولوژیکی شدید است.

تنفس میکروبی خاک

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 2) نشان داد که تأثیر موقعیت‌های مختلف شیب زمین، عمق خاک و اثر متقابل آن‌ها بر مقدار تنفس میکروبی خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هست. مقدار تنفس میکروبی خاک با کاهش شیب زمین افزایش و در پنجه شیب به بیشینه مقدار خود رسید (جدول 3) و در هر پنج موقعیت مختلف شیب زمین با افزایش عمق خاک

کانی‌شناسی رس

شکل 1 پراش‌نگارهای بخش رس خاک را در هر پنج موقعیت شیب زمین و در عمق صفر تا 20 سانتی-متری نشان می‌دهد. کانی‌های شناسایی شده در اعماق و موقعیت‌های مختلف شیب زمین شامل کائولینایت، ایلیت، هیدروکسید بین‌لایه‌ای ورمیکولایت و کلرایت می‌باشند.

کائولینایت

مطالعه پراش‌نگارهای ذرات رس نشان داد که در نمونه‌های تیمار شده با منیزیم یک پیک در محدوده 7/01 تا 7/05 آنگستروم مشاهده می‌شود. افزودن اتیلن گلیکول به نمونه‌های اشباع‌شده با منیزیم و همچنین اشباع نمونه‌ها با پتاسیم هیچ‌گونه تغییری در ضخامت واحد بلور (d-spacing) ایجاد نکرد. هنگامی که نمونه اشباع‌شده با پتاسیم به مدت 2 ساعت در حرارت 550 درجه سلسیوس قرار گرفت پیک 7/01 تا 7/05 آنگستروم به‌طور کلی از بین رفت که نشان‌دهنده وجود کائولینایت در خاک‌های مورد مطالعه بود. کائولینایت علاوه بر پیک 7/2 آنگستروم دارای یک پیک 3/55 آنگستروم مربوط به صفحه (002) نیز هست (دیکسون و وید 1992). این پیک نیز در کلیه پراش‌نگارهای نمونه‌های مورد مطالعه دیده شد که دلیل دیگری بر وجود رس کائولینایت بود (شکل 1- الف تا ه). در بررسی فراوانی نسبی کائولینایت در موقعیت‌های مختلف شیب زمین و اعماق مورد مطالعه مشاهده شد که میزان کائولینایت با کاهش شیب زمین و همچنین افزایش عمق خاک افزایش یافت (جدول 4). کائولینایت در محیط‌های اسیدی که یون‌های منیزیم، کلسیم و آهن آبشویی می‌شوند تشکیل می‌گردد. این کانی اغلب از فلدسپارها و میکاها در ضمن آبشویی املاح در محیط اسیدی حاصل می‌گردد. با توجه به مرطوب بودن آب‌وهوای منطقه مورد مطالعه و آبشویی و انتقال یون‌های فوق‌الذکر و همچنین پراش‌نگارهای مربوط به کائولینایت احتمال تشکیل این کانی در منطقه وجود دارد. حکیمیان (1977)

نیز در مطالعه خاک‌های نواحی دریای خزر در منطقه گیلان این کانی را گزارش نموده است.

ایلیت

در بررسی پراش‌نگارهای نمونه‌های اشباع با منیزیم یک پیک ضعیف در محل 9/87 تا 10/14 آنگستروم مشاهده شد. افزودن اتیلن گلیکول به نمونه‌های اشباع‌شده با منیزیم و اشباع نمونه‌ها با پتاسیم و قرار دادن نمونه اشباع‌شده با پتاسیم در حرارت 550 درجه سلسیوس به مدت 2 ساعت هیچ‌گونه تغییری در ضخامت واحد بلور ایجاد نکرد که نشان‌دهنده حضور رس ایلیت در نمونه‌ها هست (شکل 1- الف تا ه). در بررسی فراوانی نسبی کانی ایلیت در موقعیت‌های مختلف شیب زمین و اعماق مورد مطالعه مشاهده شد که میزان کانی ایلیت با حرکت از بالا به سمت پایین شیب و همچنین با افزایش عمق خاک، به‌طور جزئی افزایش یافت. ایلیت در اغلب خاک‌ها از مواد مادری منشأ گرفته و با گذشت زمان به کانی‌های دیگر تبدیل می‌شود. وجود ایلیت در کانی‌های رس خاک‌های جوان و با هوادیدگی کم متداول بوده و در خاک‌هایی با هوادیدگی زیاد کمتر یافت می‌شود (خرمالی و همکاران 1391). در خاک‌هایی با مواد مادری یکسان معمولاً با افزایش عمق خاک بر میزان کانی ایلیت افزوده می‌شود که این موضوع نشان‌دهنده هوادیدگی کمتر در عمق خاک است. میزان ایلیت با افزایش عمق خاک روند افزایشی داشت که احتمالاً این امر نشان‌دهنده موروثی بودن کانی ایلیت در منطقه مورد مطالعه است.

هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای

پراش‌نگارهای نمونه اشباع شده با پتاسیم، یک پیک در محدوده 13/83 تا 13/92 آنگستروم نشان دادند که می‌تواند مربوط به کلرایت، کلرایت-ورمیکولایت و یا هیدروکسید بین‌لایه‌ای ورمیکولایت یا اسمکتایت باشد (شکل 1- الف تا د). با توجه به عدم ثبات این پیک‌ها در پراش‌نگارها بعد از حرارت دادن در 550 درجه سلسیوس وجود کلرایت بعید به نظر می‌رسد،

ناحیه 10/05 آنگستروم به‌دست آمد که این پیک در تیمار پتاسیم حرارت 550 درجه سلسیوس نیز در ناحیه 10 آنگستروم باقی ماند. عدم وجود پیک 14 آنگستروم بعد از اشباع نمونه‌ها با پتاسیم نشان‌دهنده موفقیت کامل در انتقال هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای است. با خروج هیدروکسید آلومینیوم از طریق عصاره‌گیری، مواد باقی‌مانده رفتاری همانند کانی ورمیکولایت در تیمارهای متفاوت نشان داد. بنابراین با پراش‌نگارها می‌توان متوجه شد که هیدروکسید بین‌لایه‌ای از نوع ورمیکولایت (HIV) بود. در بررسی فراوانی هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای ورمیکولایت در اعماق و موقعیت‌های مختلف شیب زمین مشاهده شد که از بالا به‌طرف پایین شیب و همچنین با افزایش عمق خاک از فراوانی این کانی‌ها کاسته شد. به‌طور کلی خاک‌هایی که دارای شرایط اسیدی متوسط، شرایط اکسیدی و چرخه‌های تر و خشک متناوب می‌باشند محیط‌های مناسبی برای تشکیل پدوژنیک هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای آلومینیوم هستند (خرمالی و همکاران 1391).

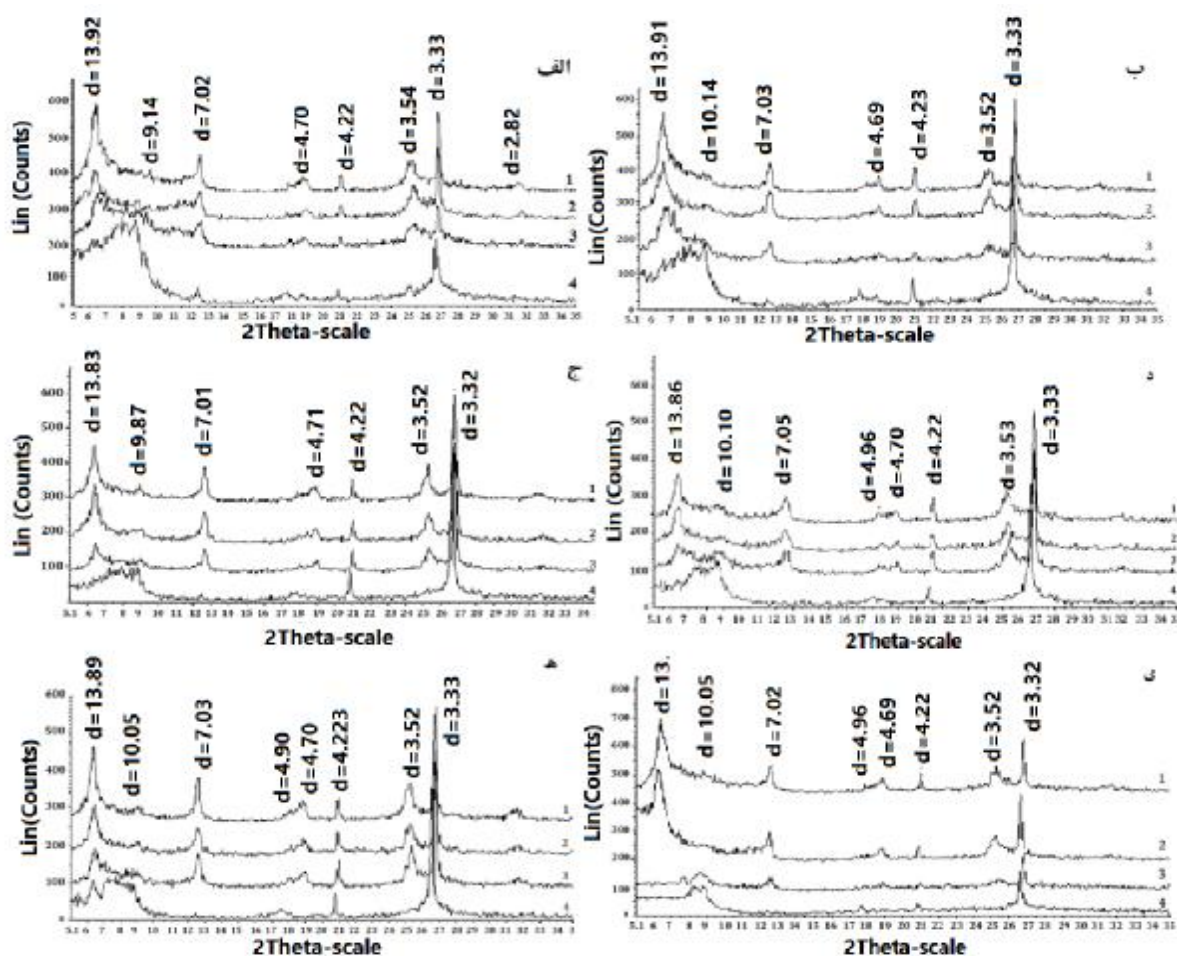
کلرایت

مطالعات پراش پرتو ایکس نمونه‌های رس مربوط به موقعیت پنجه شیب (شکل 1-ه) نشان داد که پیک حدود 14 آنگستروم در تیمار با منیزیم شکل گرفت که در اثر تیمار با اتیلن گلیکول تغییری نداشت ولی شدت این پیک در تیمار پتاسیم با حرارت 550 درجه سلسیوس کاهش یافت تا جایی‌که در این تیمار بخش کوچکی از پیک حدود 14 آنگستروم باقی‌ماند درحالی‌که شدت پیک 10 آنگستروم نیز افزایش یافت. پایداری بخشی از پیک حدود 14 آنگستروم در دمای بالا دلیل بر حضور کلرایت در نمونه بود ولی کاهش شدت این پیک و پیدایش پیک حدود 12 آنگستروم (مابین 10 و 14 آنگستروم) در تیمار با پتاسیم و دمای بالا دلیلی بر وجود کانی مخلوط نامنظم کلرایت- ورمیکولایت بود. به‌عقیده بسیاری از محققان شدت پیک رده اول کلرایت در نمونه اشباع با پتاسیم و حرارت دادن در 550 درجه

همچنین عدم کاهش شدت آستانه این پیک به همراه عدم افزایش شدت آستانه 10 آنگستروم در تیمار پتاسیم و در دمای معمولی نشان داد که این آستانه نمی‌تواند متعلق به ورمیکولایت باشد. به‌عقیده هاجسون (1963) تغییر پیک یا متمایل شدن پیک 14/2 آنگستروم به‌طرف 10 آنگستروم در صورت عدم تبدیل کامل آن به 10 آنگستروم نشان‌دهنده وجود هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای است. در تیمار پتاسیم و حرارت 550 درجه سلسیوس پیک حدود 14 آنگستروم به‌طور کامل به 10 آنگستروم تبدیل نشده بلکه پیک 10 آنگستروم به‌صورت پایه‌دار درآمده است بنابراین با توجه به تغییر تدریجی پیک حدود 14 آنگستروم به‌طرف 10 آنگستروم و همچنین با توجه به pH حدود 5 در این خاک‌ها، می‌توان به‌وجود هیدروکسید بین‌لایه‌ای در منطقه مورد مطالعه پی برد. احتمالاً هیدروکسید بین‌لایه‌ای از نوع هیدروکسید بین-لایه‌ای ورمیکولایت می‌باشد چرا که ورمیکولایت‌های دارای هیدروکسید بین‌لایه‌ای AI در تیمار اشباع با پتاسیم به 10 آنگستروم منقبض نشده بلکه این کانی‌ها در کمترین حالت به حرارت 300 درجه برای انقباض نیازمندند و با ایجاد حرارت پیک آن‌ها منقبض شده و از پیک حدود 14 آنگستروم به سمت 10 آنگستروم حرکت می‌کنند (خرمالی و همکاران 1391). اما تشخیص دقیق اینکه این هیدروکسید بین‌لایه‌ای مربوط به ورمیکولایت است یا اسمکتایت نیاز به آنالیزهای بسیار دقیق‌تر و انتقال هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای دارد (ترابی و کریمیان اقبال 1383). به‌منظور تشخیص هیدروکسیدهای بین-لایه‌ای ورمیکولایت از هیدروکسیدهای بین‌لایه‌ای اسمکتایت از روش دیکسون و جکسون (1959) استفاده شد و در نهایت مجدداً آنالیزهای مربوط به پرتو ایکس روی نمونه‌های مورد نظر صورت گرفت. همان‌طور که در شکل (1-ی) مشاهده می‌گردد در نمونه اشباع شده با منیزیم یک پیک در محل 13/93 آنگستروم به‌دست آمد که پس از تیمار با اتیلن گلیکول این پیک تغییری نکرد. از طرفی در نمونه اشباع با پتاسیم یک پیک در

نشان نمی‌دهند. دلیل دیگر، متقارن بودن پیک کانی‌های دیگر نظیر مخلوط نامنظم کلرایت - ورمیکولایت به همراه کلرایت در ناحیه 14 آنگستروم باعث شده است که افزایش شدت پیک رده اول کلرایت مشخص نباشد که این موضوع با تحقیقات ترابی گل‌سفیدی و کریمیان اقبال (1383) مطابقت داشت.

سلسیوس افزایش می‌یابد (دیکسون و وید 1992)، ولی برخلاف مشاهدات سایر محققان این افزایش شدت پیک در پراش‌نگارهای به‌دست‌آمده مشاهده نشد. عدم افزایش شدت پیک رده اول کلرایت نشان‌دهنده دی-اکتاهدرال بودن این کانی است که به اعتقاد برخی محققان کلرایت‌های دی‌اکتاهدرال که غنی از آهن نباشند معمولاً افزایش شدت پیک رده اول را بعد از حرارت



شکل 1- پراش‌نگار خاک‌های مطالعه شده در موقعیت‌های مختلف شیب زمین و عمق خاک، (الف): موقعیت قله شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری، (ب): موقعیت شانه شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری، (ج): موقعیت پشت شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری، (د): موقعیت پای شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری، (ه): موقعیت پنجه شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری و (و): موقعیت قله شیب و عمق صفر تا 20 سانتی‌متری بعد از حذف هیدروکسیدهای بین لایه ای). 1: اشباع با منیزیم، 2: اشباع با منیزیم و اتیلن گلیکول، 3: اشباع با پتاسیم، 4: اشباع با پتاسیم و حرارت 550 درجه سلسیوس).

نتیجه‌گیری کلی

پراش‌نگارهای مربوط به موقعیت‌های مختلف شیب زمین و اعماق مختلف خاک مشاهده شد که کانی-شناسی رس خاک‌ها از نظر کیفی مشابه ولی از نظر فراوانی تا حدودی باهم متفاوت بودند که علت آن تغییرات توپوگرافی و رژیم رطوبتی خاک هست. تغییر مقدار نسبی کانی‌ها با تغییر در موقعیت شیب زمین و اعماق مختلف خاک بیانگر این است که بعضی از کانی‌های رس علاوه بر منشأ توارثی دارای منشأ پدوژنیک نیز می‌باشند. پیک‌های به‌دست‌آمده از تمامی نمونه‌های رس در اعماق و موقعیت‌های مورد مطالعه تقریباً یکسان بود که این خود بیانگر مشابهت نوع سنگ مادر در تمام اراضی مورد مطالعه هست.

مطالعات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی نشان داد که توپوگرافی مهم‌ترین عامل خاک‌سازی در منطقه مورد مطالعه بود. این عامل در قالب شیب زمین و تغییر ارتفاع بر روی بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی رس خاک‌های واقع شده روی کاتنا مؤثر بود. با توجه به نتایج حاصل می‌توان اظهار داشت که با حرکت به سمت پهنه شیب و با افزایش میزان ماده آلی و شدیدتر بودن فعالیت میکروبی و بیولوژیکی خاک، حاصلخیزی آن افزایش می‌یابد، از طرفی، بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت تأثیر میزان ماده آلی خاک بوده و این امر به بهبود کیفیت خاک در موقعیت‌های پایینی شیب کمک خواهد کرد. با بررسی

منابع مورد استفاده

- آقابائی ف و رئیسی ف، 1390. تجزیه‌پذیری برخی پسماندهای گیاهی و پیامد کاربرد آنها بر تنفس و زیست توده میکروبی و فعالیت آنزیمی خاک. نشریه دانش آب و خاک، جلد 25، شماره 4، صفحه‌های 863 تا 873.
- ترابی گل‌سفیدی ح و کریمیان اقبال م، 1383. خصوصیات و پیدایش خاک‌های اطراف رودخانه سفیدرود در گیلان مرکزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خادمی ح و خیر ح، 1383. تغییرپذیری برخی از خصوصیات کیفی خاک سطحی در مقیاس زمین‌نما در اراضی مرتعی اطراف شهرستان سمیرم. مجله علوم آب و خاک، جلد 8، شماره 2، صفحه‌های 59 تا 84.
- خرمالی ف، ابطی ع و تازیکه ح، 1391. کانی‌های رسی (ویژگی‌ها و شناسایی). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- وحیدی م، جعفرزاده ع، اوستان ش و شهبازی ف، 1391. تأثیر کاربری اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک‌های جنوب شهرستان اهر. نشریه دانش آب و خاک، جلد 22، شماره 1، صفحه‌های 33 تا 47.
- Anderson JPE, 1982. Soil Respiration. Pp. 831-872. In: Page Al (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. American Society of Agronomy.
- Angers D and Mehuys G, 1989. Effects of cropping on carbohydrate content and water-stable aggregation of a clay soil. Canadian Journal of Soil Science 69(2): 373-380.
- Arnold S, Fernandez I, Rustad L and Zibilske L, 1999. Microbial response of an acid forest soil to experimental soil warming. Biology and Fertility of Soils 30(3): 239-244.
- Biscaya P, 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geological Society of America Bulletin 76: 803-832.
- Bremner JM and Mulvaney CS, 1982. Nitrogen—Total. Pp. 595-624. In Page Al (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1159p.
- Carter MR and Gregorich EG, 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. 2nd Edition. Canadian Society of Soil Science Publisher, 823 p.
- Chapman S, Campbell C and Puri G, 2003. Native woodland expansion: soil chemical and microbiological indicators of change. Soil Biology and Biochemistry 35(6): 753-764.
- Dixon JB and Jackson ML, 1959. Disolution of interlayers from intergradient soil clays after preheating at 400°C. Science 129: 1616-1617.
- Dixon JB and Weed SB, 1992. Minerals in soil environments. 2nd ed. Soil Science Society of America Inc.(SSSA).1244p.

- Gee GW, and Bauder JW, 1986. Particle size analysis. Pp. 383-411. In A Klute. (eds) Methods of Soil Analysis. Part1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Hakimian M, 1977. Characteristics of some selected soils in the Caspian Sea region of Iran. Soil Science Society of America Journal 41(6): 1155-1161.
- Hutcheson TBJ, 1963. Chemical and mineralogical characteristization and comparision of Hogers town and Maury soil series. Soil Science Society of America Journal 27: 74-78.
- Kittrick JA and Hope EW, 1963. A procedure for the particle size separation of soil for X-ray diffraction analysis. Soil Science 96(5): 319-325.
- Kizilkaya R and Dengiz O, 2010. Variation of land use and land cover effects on some soil physic-chemical characteristics and soil enzyme activity. Zemdibyste Agriculture 97(2): 15-24.
- Lemenih M, 2004. Effects of land use changes on soil quality and native flora degradation and restoration in the highlands of Ethiopia. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Swede.
- McLean EO, 1982. Soil pH and Lime Requirement. Pp. 199-224. In: A.L. Page. (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1159p.
- Murray HH, 2007. Applied clay mineralogy: occurrences, processing and applications of kaolins, bentonites, palygorskite, sepiolite, and common clays (Vol. 2): Elsevier. 179p.
- Nelson DW and Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp.539-579. In: AL Page. (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1159p.
- Polyakov V and Lal R, 2004. Modeling soil organic matter dynamics as affected by soil water erosion. Environment International 30(4): 547-556.
- Puget P, Angers D and Chenu C, 1998. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. Soil Biology and Biochemistry 31(1): 55-63.
- Rovira P, Jorba M and Romanyà J, 2010. Active and passive organic matter fractions in Mediterranean forest soils. Biology and Fertility of Soils 46(4): 355-369.
- Sariyildiz T, Anderson J and Kucuk M, 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. Soil Biology and Biochemistry 37(9): 1695-1706.
- Schaefer DA, Feng W and Zou X, 2009. Plant carbon inputs and environmental factors strongly affect soil respiration in a subtropical forest of southwestern China. Soil Biology and Biochemistry 41(5): 1000-1007.
- Schwanghart W and Jarmer T, 2011. Linking spatial patterns of soil organic carbon to topography a case study from south-eastern Spain. Geomorphology 126(1): 252-263.
- Solomon D, Fritzsche F, Tekalign M, Lehmann J and Zech W, 2002. Soil organic matter composition in the subhumid Ethiopian highlands as influenced by deforestation and agricultural management. Soil Science Society of America Journal 66(1): 68-82.
- Velayutham M, Pal D and Bhattacharyya T, 2000. Organic carbon stock in soils of India. Pp.71-95. In: Lal R, Kimble JM and Stewart BA (eds). Global Climate Change and Tropical Ecosystems. Boca Raton: CRC Press.
- Wang Y, Fu B, Lü Y, Song C and Luan Y, 2010. Local-scale spatial variability of soil organic carbon and its stock in the hilly area of the Loess Plateau, China. Quaternary Research 73(1): 70-76.
- Zinn YL, Lal R, Bigham JM and Resck DV, 2007. Edaphic controls on soil organic carbon retention in the Brazilian Cerrado: Texture and mineralogy. Soil Science Society of America Journal 71(4): 1204-1214.