نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۲۱۶-۱۲۰۴

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1204-1216

ارزیابی ناپایداری مواد آلی (Ripening) خاک‌های آلی (هیستوسولز) جنوب غربی شهرکرد

جواد گیوی[1*] – فایز رئیسی[2] – فرشته دهقانی[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۰/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۵

چکیده

هدف این تحقیق ارزیابی ناپایداری مواد آلی هیستوسول‌های جنوب غربی شهرکرد با استفاده از شاخص های ناپایداری هوموس شامل نسبت‌های اسید هیومیک (HA) به اسید فولویک (FA)، مجموع مواد آلی محلول در قلیا (AE=FA+HA) به جزء هیومین (HUM) ماده آلی و نیز نسبت دانسیته نوری در ۴۶۵ (E_4)به ۶۶۵ نانومتر (E_6)ماده آلی کل و اجزای آن بود. منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم سرد و نیمه خشک می‌باشد. خاک‌های تشکیل شده در منطقه مورد مطالعه بعضاً هیستوسول هستند. پنج پروفیل خاک تا عمق ۲ متری تشریح و از افق های مختلف آن‌ها نمونه برداری صورت گرفت. تفکیک شیمیایی ماده آلی به اسید فولویک، اسیدهیومیک و هیومین انجام و مقدار هریک از این سه جزء و مقادیر E_4وE_6 اندازه‌گیری شد. در همه پروفیل‌ها، روند تغییرات مقادیر اسید فولویک، اسید هیومیکو هیومین، شبیه روند تغییرات مقدار ماده آلی خاک است. بیش از ۹۴ درصد ماده آلی خاک به صورت مواد هوموسی است. افزایش نسبت HA/FAبا افزایش عمق خاک حاکی از درجه بالای پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن (پایداری) مواد آلی در لایه های پایین تر و سرعت بیشتر تجزیه مواد هوموسی (ناپایداری) در لایه‌های سطحی است. پویایی کمتر مواد هیومیک در لایه‌های عمقی بخاطر افزایش مقدار رس با افزایش عمق و جذب هیومین توسط رس می‌باشد. نسبت E_4/E_6 کل خاک نیز به طور منظم از افق سطحی به طرف عمق کاهش نشان داد. کاهش این نسبت یک شاخص دیگر برای افزایش درجه پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن است. پایین ترین درجه پلی‌مریزاسیون مواد آلی (بیشترین ناپایداری) در پروفیل ۵ مشاهده شد. این پروفیل دارای مواد آلی با تجزیه متوسط و سایر پروفیل ها دارای مواد آلی با تجزیه زیاد هستند.

واژه‌های کلیدی:مواد هیومیک، HA/FA، E_4/E_6، ناپایداری مواد آلی

مقدمه

ماده آلی به دو گروه هیومیک و غیرهیومیک تقسیم می‌شود. مواد هیومیک که حدود ۶۰ تا ۸۰درصد ماده آلی خاک را تشکیل می‌دهند، ترکیبات بسیار پیچیده و مقاوم به حمله میکروبی (پایدار)، بی‌شکل، تیره رنگ، با وزن مولکولی بالاو متنوع می باشند. مواد هیومیک براساس مقاومت و حلالیت در اسید و باز به سه گروه شیمیایی اسید فولویک[4]، اسید هیومیک[5] و هیومین[6] تقسیم می‌شوند. اسیدفولویک دارای وزن مولکولی کم، رنگ روشن، محلول در اسید و باز و براحتی توسط میکروب ها تجزیه می گردد (پایداری کم). اسید هیومیک دارای وزن مولکولی و رنگ متوسط، محلول در باز و غیر محلول در اسید و دارای مقاومت متوسط در مقابل حمله میکروبی است (پایداری متوسط). هیومین دارای وزن مولکولی بالا، رنگ تیره، غیر محلول در اسید و باز و بیشترین مقاومت را در برابر تجزیه میکروبی دارا می‌باشد (پایداری زیاد). مواد غیر هیومیکی حدود ۲۰-۳۰ درصد مواد آلی خاک را تشکیل می‌دهند. از جمله این مواد، اسیدهای آمینه، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب، پروتئین‌ها، رزین‌ها و واکس‌ها می‌باشند. مواد غیرهیومیک نسبت به مواد هیومیک پیچیدگی و مقاومت کمتری نسبت به حمله میکروبی دارند. این ترکیبات معمولاً در خاک تجزیه می‌شوند و پایداری کمی دارند (۱۳). افزایش نسبت HA/FA شاخصی برای نشان دادن پایداری (افزایش درجه پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن)مواد آلی محسوب می‌شود.

والادارس و همکاران (۱۸)، برای تفکیک ماده آلی هیستوسول‌های برزیل که افق های بالایی آن ها در اثر نوسان فصلی آب زیر زمینی تحت شرایط اکسیداسیون قرار می گیرند، روش تفکیک با عصاره قلیا را به کار بردند. این محققین، برای مشخص کردن درجه پلی‌مریزاسیون مواد آلی (پایداری)، نسبت HA/ FA را مورد استفاده

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار، استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: jgivi@yahoo.com

4- Fulvic Acid (FA)
5- HumicAcid (HA)
6- Humin (HUM))

قرار دادند و نشان دادند که نسبت HA/ FA در تمام پروفیل های خاک مورد مطالعه با افزایش عمق افزایش می‌یابد. این افزایش نشان دهنده درجه بالای پلی‌مریزاسیون و پایداری مواد آلی در لایه های پایین و سرعت بیشتر تجزیه مواد هوموسی (ناپایداری) در لایه‌های سطحی است. آنها همچنین نتیجه گرفتند که نسبت AE/HUM (AE مجموع اجزاء HAو FAاست) به جز در دو پروفیل، با افزایش عمق کاهش می یابد. به عبارت دیگر، با افزایش عمق، مقدار مواد هیومیکی محلول در قلیا (HAوFA) کاهش و بخش غیرمحلول در قلیا (HUM)افزایش می یابد. این بدین معنی است که پویایی (ناپایداری) مواد هیومیکی با افزایش عمق کاهش می یابد. نسبت AE/HUM شاخصی از پویایی (ناپایداری) مواد هیومیک در خاک‌های آلی است (۱۸).

مواد هیومیکی نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی در سیستم اکولوژی، انتشار کربن در داخل اتمسفر و اثر متقابل با عناصر سنگین و مواد ضد آفت دارند. والادارس و همکاران (۱۸) در مطالعات خود روی هیستوسول‌ها نشان دادند بین اسیدفولویک وعناصر غذایی خاک و بین اسیدهیومیک و هیومین و CEC و pH همبستگی معنی داری وجود دارد.

کاهش نسبت E_4/E_6 نیز شاخصی برای بیان افزایش پایداری (درجه پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن) مواد آلی به شمار می‌رود. E_4و E_6 به ترتیب دانسیته‌های نوری (اپتیکی) در طول‌موج‌های ۴۵۶ و ۶۶۵ نانومتر می‌باشند. چن و همکاران (۹) درجه هوموسی شدن (پایداری) یا تراکم ماده آلی در خاک های مورد مطالعه خود را با نسبت E_4/E_6 نشان دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش عمق، این نسبت کاهش می‌یابد.

به فرآیند تجمع و انباشتگی توده‌های ضخیم مواد آلی (مواد هیستیک) در خاک‌هایی که تحت تأثیر شرایط ماندابی قرار می‌گیرند، پالودیزیشن[1]می گویند. خاک‌هایی که تحت تأثیر این فرآیند تشکیل می‌شوند، طبق سامانه تاکسونومی خاک در رده هیستوسولزو بر اساس سامانه جهانی طبقه بندی خاک در گروه هیستوسولز قرار می‌گیرند (۶). از این‌رو با تغییر و تحولی که در ته‌نشست‌های اولیه مواد آلی به عنوان مواد مادری، صورت می‌گیرد، این مواد از مواد قابل تشخیص شامل برگ‌ها، ریشه‌ها و دیگر بخش‌های گیاهان هیدروفیتیک[2] (مواد فیبریک[3]) به مواد آلی غیرقابل تشخیص (مواد ساپریک) [4]در هیستوسول‌ها، تبدیل می‌شوند.

در سیستم تاکسونومی خاک (۱۶)، نوع افق‌های آلی خاک بر اساس نسبت حجمی فیبر تعیین می‌شوند. بافت‌های گیاهی (به جز ریشه‌های زنده) که دارای ساختار سلولی و قطری بین ۰/۱۵ و ۲۰ میلیمتر می‌باشند، فیبر نامیده می‌شوند. افق O_i شامل مواد فیبریک (پیت) با ۷۵ درصد حجمی فیبر، افق O_a شامل مواد ساپریک (ماک) با کمتر از ۱۷ درصد حجمی فیبر و افق O_e شامل مواد همیک[5] (ماکی (ماکی پیت) با تجزیه متوسط می‌باشد (۸). مواد فیبریک، مواد آلی با تجزیه کم هستند. مواد فیبریکی تجزیه نشده بیشتر در مناطق سرد تشکیل می‌شوند (۱۴). این مواد دارای جرم مخصوص ظاهری خیلی کم (کمتر از ۰/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و رنگ قهوه‌ای، زرد مایل به قهوه‌ای روشن، قهوه‌ای تیره و قرمز مایل به قهوه‌ای هستند. مواد ساپریک، مواد آلی با تجزیه زیاد و دارای کمترین محتویات فیبری می‌باشند. جرم مخصوص ظاهری آن‌ها انتظار می‌رود بالاتر و مقدار آب آن‌ها کمتر از مواد همیک و فیبریک باشد. مواد ساپریک معمولاً در هیستوسول‌هایی که زهکشی و کشت شده هستند، دیده می شوند. جرم مخصوص ظاهری مواد ساپریک بیشتر از ۰/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و رنگ این مواد معمولاً سیاه یا خاکستری تیره است. مواد همیک، مواد آلی با تجزیه متوسط هستند. جرم مخصوص ظاهری این مواد معمولاً بین ۰/۰۷ و ۰/۱۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و رنگ آن‌ها از خاکستری مایل به قهوه‌ای تیره تا قرمز مایل به قهوه‌ای می‌باشد (۱۵).

با توجه به مطالب فوق می توان گفت که مواد فیبریک کمترین مقدار نسبت HA/FA و بیشترین مقدار نسبت E_4/E_6 را دارند. به بیان دیگر این مواد ناپایدار ترین نوع مواد آلی می‌باشند. مواد ساپریک که در آنها بیشترین هوموسی شدن و پلیمریزاسیون (پایداری) صورت می‌گیرد، دارای بیشترین مقدار نسبت HA/FA و کمترین مقدار نسبت E_4/E_6و در نتیجه پایدار ترین نوع مواد آلی می باشند.

در اغلب اوقات، هیستوسول‌ها برای کشت گیاهان، زهکشی می‌شوند. یک مشکل مدیریتی که منحصراً در هنگام این عمل بوجود می‌آید، تجزیه سریع مواد آلی این خاک هاست. به این عمل تجزیه (ناپایداری)، فرآیند رسیدن[6] گفته می‌شود (۷). در واقع فرآیند رسیدن یک زیر فرآیند از پالودیزیشن می‌باشد و به تغییرات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی مواد آلی، پس از زهکشی و ورود هوا به خاک آلی اتلاق می‌شود (۶). رسیدن فیزیکی شامل کاهش حجم ناشی از فرونشست و از دست رفتن مواد آلی بر اثر تجزیه می‌باشد که میزان آن به نوع بقایای گیاهی، میزان مواد معدنی و عمق سفره آب بستگی دارد. این کاهش در حجم خاک گاهی حداکثر با سرعت ۱۰ سانتی‌متر در سال اتفاق می‌افتد (۴). تجزیه شیمیایی ترکیبات پایدار، متابولیسم بخشی از ترکیبات مقاوم و بیوسنتز ترکیبات جدید توسط توده زنده میکروبی را رسیدن شیمیایی می‌نامند. رسیدن بیولوژیکی نیز شامل

1- Paludization
2- Hydrophytic
3- Fibric
4- Sapric

5- Hemic
6- Ripening

کاهش اندازه ذرات، مخلوط شدن مواد آلی، تشکیل خاکدانه و اشکال پدولوژیکی بوسیله جانداران خاک می‌باشد (۷).

در گذشته، به علت شرایط ماندابی و در نتیجه تجمع و انباشتگی ریشه‌های زنده و مرده پوشش گیاهی متراکم مرغ پنجه‌ای موجود در لایه‌های خاک، در قسمت‌های گود اراضیمورد مطالعه خاک‌های هیستوسولز تشکیل شده‌اند (شکل ۲). این خاک ها به صورت یک منبع غنی مواد آلی ارزشمند در آمده اند. چندین سال پیش بخاطر احداث فرودگاه شهرکرد، این اراضی زهکشی و سفره آب زیر زمینی در عمق زیاد قرار گرفت. پس از پائین رفتن سفره آب و ورود اکسیژن به خاک، تجزیه مواد آلی شروع و هم اکنون همچنان ادامه دارد. هدف از این تحقیق ارزیابی ناپایداری مواد آلی هیستوسول‌های جنوب غربی شهرکرد با استفاده از شاخص های ناپایداری (نسبت‌های HA/FA، AE/HUM و E_4/E_6) بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در جنوب غربی شهرستان شهرکرد بین عرض‌های جغرافیایی ۳۲ درجه، ۱۷ دقیقه و ۲/۳ ثانیه و ۳۲ درجه، ۱۵ دقیقه و ۱۲ ثانیه شمالی و بین طول‌های جغرافیایی ۵۰ درجه، ۵۰ دقیقه و صفر ثانیه و ۵۰ درجه، ۴۹ دقیقه و ۳۶/۹ ثانیه شرقی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا بین ۲۰۵۶ و ۲۰۶۲ متر متغیر است. خاک‌های مورد مطالعه در آبرفت‌های دوران چهارم (کواترنری) تشکیل شده‌اند. واحد فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه، اراضی پست می‌باشد. سطح ایستابی به دلیل ورود جریان‌های آب از بالا دست، بالا بوده است. همانگونه که گفته شد هم اکنون منطقه زهکشی شده و سفره آب زیر زمینی در عمق زیاد قرار دارد. میزان بارندگی سالانه منطقه ۳۲۱ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه هوا ۱۱/۸ درجه سانتی‌گراد است. طبق طبقه‌بندی اقلیمی به روش دومارتن، منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم سرد و نیمه خشک می‌باشد. اراضی مورد مطالعه زیر پوشش مرتع بوده و از این اراضی پیوسته به عنوان چراگاه استفاده می‌شود. پوشش‌گیاهی غالب، مرغ‌پنجه‌ای[1] است (۱). در هیستوسول‌های مورد مطالعه، یک افق آلی بوجود آمده که حد فوقانی آن در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری و ضخامت آن بین ۴۰ و بیش از ۶۰ سانتی‌متر متغیر است. این افق فاقد رس می‌باشد و مقدار کربن آلی آن حداقل ۱۲ و حداکثر ۱۴/۵ درصد است.

۵ پروفیل هیستوسول تا عمق ۲ تا ۲/۵ متر تشریح و از افق های مختلف آن‌ها نمونه برداری صورت گرفت (شکل ۲). در پروفیل های ۱، ۲، ۳ و ۴؛ تجزیه مواد آلی به مقدار زیاد صورت گرفته و به این دلیل خاک این پروفیل ها طبق سامانه تاکسونومی خاک (۱۶) در زیر رده ساپریست قرار می گیرد. تجزیه مواد آلی در خاک پروفیل ۵ متوسط است و بنابراین در سطح زیر رده به صورت همیست طبقه بندی می گردد.

تفکیک شیمیایی ماده آلی به اسید فولویک، اسیدهیومیک و هیومین به روش آندرسون (۵) صورت گرفت. برای اندازه‌گیری این سه جزء ماده‌آلی، به ۴ گرم از نمونه خاک، ۴۰ سی‌سی سود ۰/۵ نرمال اضافه و تکان داده شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دور ۵۰۰۰، سانتریفوژ گردید. به این ترتیب عصاره حاوی اسید فولویک و اسید هیومیک از رسوب هیومین جدا شد. به این عصاره، اسیدکلریدریک ۶ نرمال اضافه گردید و pH محلول در ۱/۵ تنظیم شد. محیط اسیدی سبب رسوب اسیدهیومیک شد و با سانتریفوژ کردن، اسیدهیومیک از اسیدفولویک جدا گردید (۵). کربن آلی هر یک از فرکشن ها به روش نلسون و سامرز (۱۲) اندازه‌گیری شد. نسبت‌اسیدهیومیک به اسیدفولویک (HA/FA)، به عنوان فرکشن محلول در عصاره قلیا و نسبت فرکشن هیومیکی محلول به فرکشن هیومیکی غیرمحلول در قلیا (AE/HUM) محاسبه گردید.

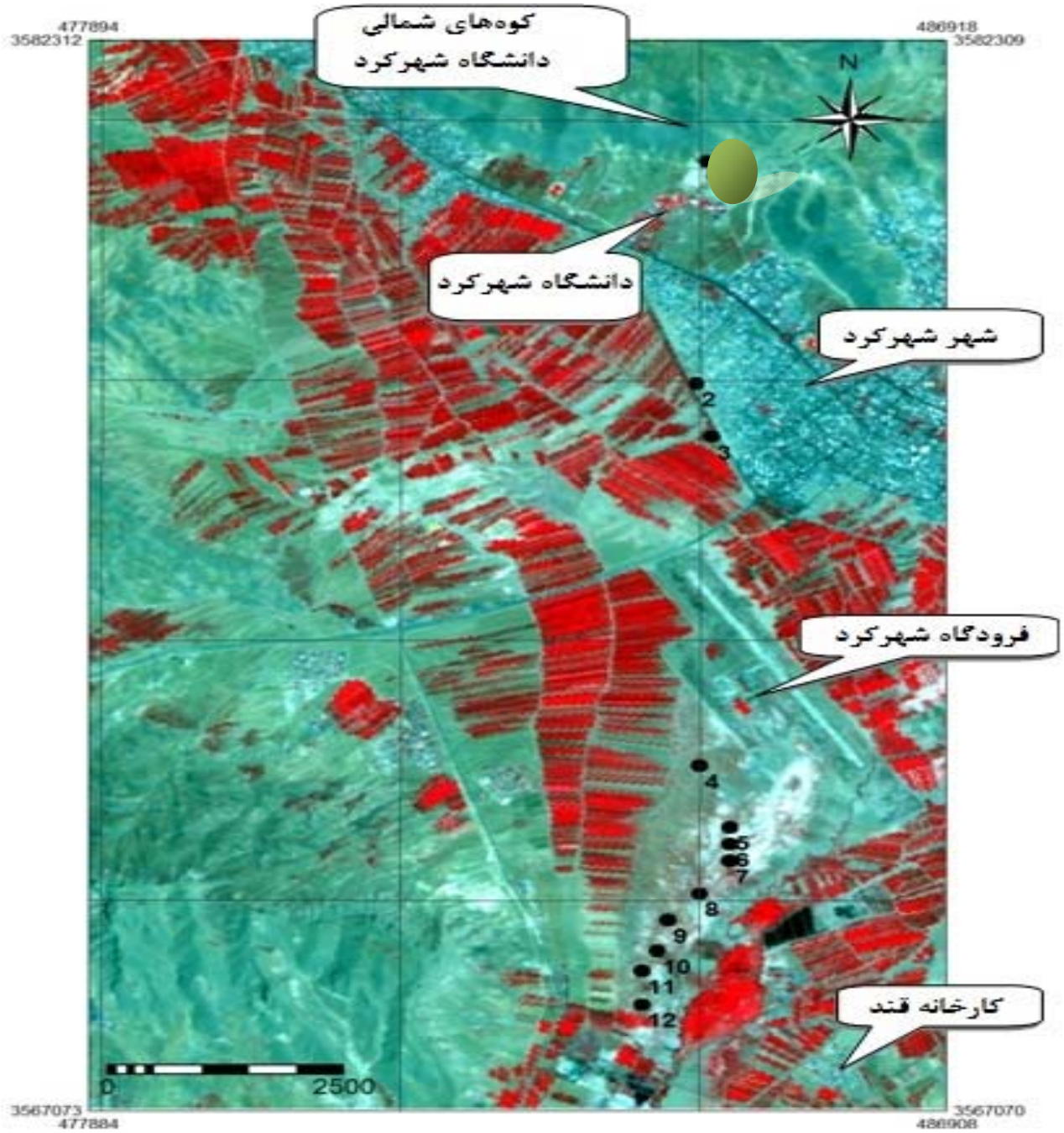
نسبت E_4/E_6، که نسبت بین دانسیته‌های نوری (اپتیکی) در طول‌موج‌های ۴۵۶ نانومتر (E_4) و ۶۶۵ نانومتر (E_6) می‌باشد (نسبت اسپکتروفتومتری) نیز اندازه‌گیری شد. برای این منظور، نمونه خاک حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم کربن آلی در ۱۰۰ میلی‌لیتر سود ۰/۱ مولار حل و به مدت ۲۴ ساعت رها گردید. پس از صاف کردن، سوسپانسیون به نسبت ۱:۵ رقیق شد و رنگ محلول خاک و محلول اسید فولویک و اسید هیومیک به صورت جداگانه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های ۴۶۵ و ۶۶۵ نانومتر قرائت شد (۱۸). این نسبت برای همه لایه‌های پروفیل‌ها بدست آمد تا سرعت تجزیه در لایه‌های مختلف پروفیل‌ها با یکدیگر مقایسه شود.

نتایج و بحث

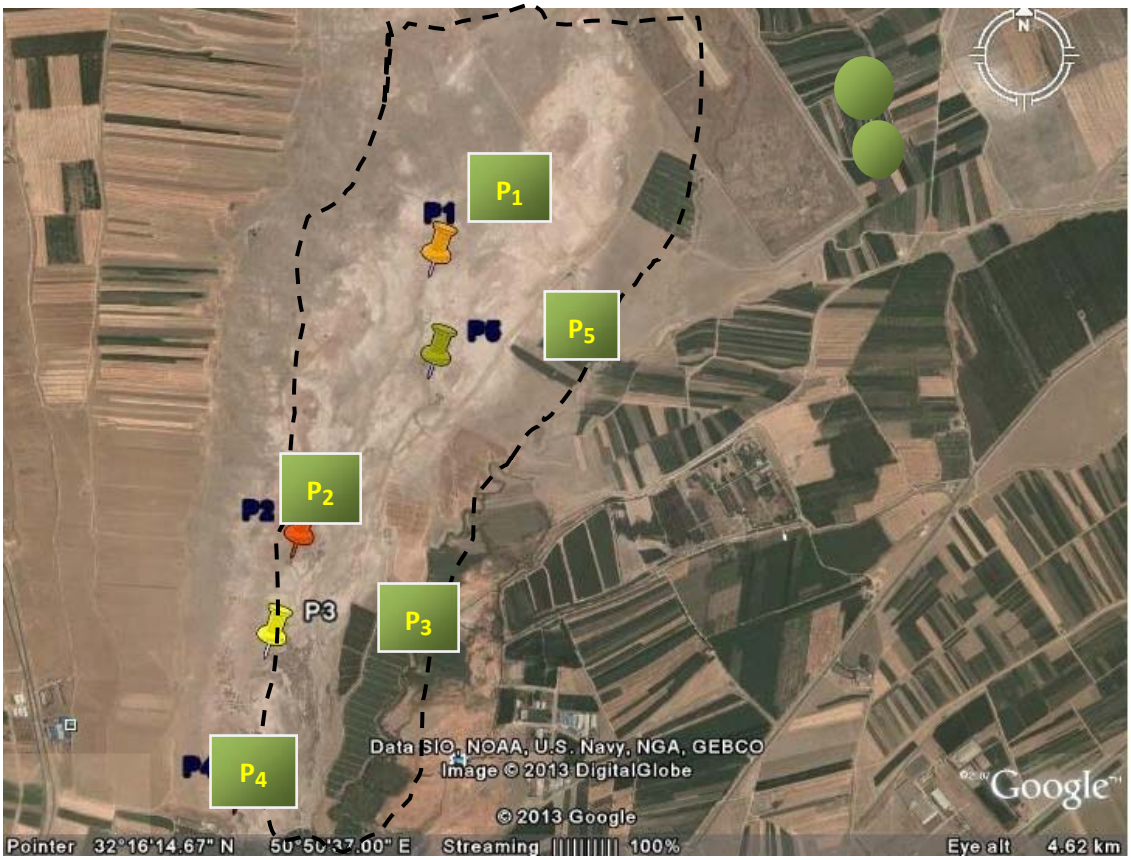
در افق‌های آلی خاک‌های مورد مطالعه، حداکثر و حداقل مقدار اسید فولویک به ترتیب ۳۳/۳ و ۱۹/۶، اسید هیومیک ۵۷/۱ و ۴۵/۳ و هیومین ۸۵/۵ و ۵۴/۸ گرم کربن در کیلوگرم خاک بدست آمد. در سایر افق‌های این خاک‌ها حداکثر و حداقل اسید فولویک به ترتیب ۱۷/۹ و ۰/۶۴، اسیدهیومیک ۳۳/۶ و ۲ و هیومین ۶۴/۱ و ۶/۴ گرم کربن در کیلوگرم خاک است. همانگونه که ملاحظه می گردد، اولاً، مقدار مواد هیومیکی در افق های آلی بیشتر از سایر افق ها می باشدو در همه پروفیل‌ها، روند تغییرات مقادیر اسید فولویک، اسید هیومیک و هیومین، شبیه روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک است (شکل‌های ۳ تا ۷)و ثانیاً، مقدار و درصد هیومین بیشتر از مقدار و درصد اسید هیومیک و مقدار و درصد اسید هیومیک بیشتر از مقدار و درصد اسید فولویک می‌باشد. به بیان دیگر، در افق های مختلف خاک های مورد مطالعه، بیش از ۹۴ درصد ماده آلی خاک به صورت مواد هوموسی و

1- *Cynodon dactylon* L.

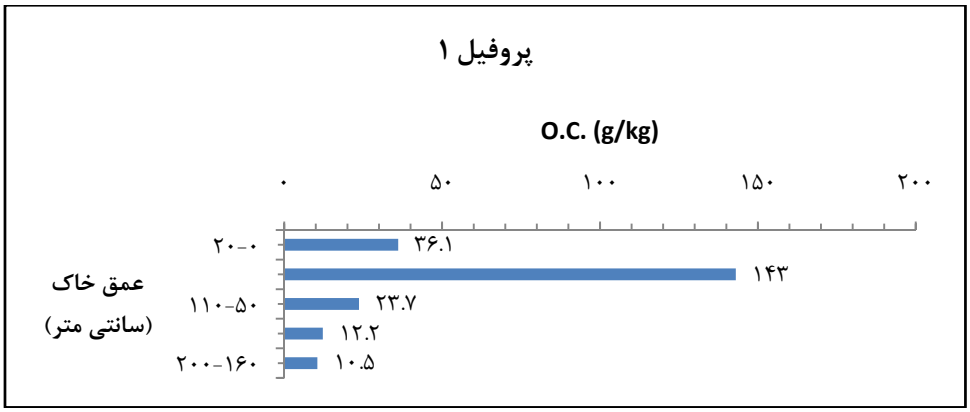
سخت تجزیه شونده است و سهم مواد غیر هوموسی (اسیدهای آمینه، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب، پروتئین‌ها، رزین‌ها و واکس‌ها) و یا ماده آلی ناپایدار (لابایل) در این خاک‌ها اندک (کمتر از ۶ درصد) می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به شهرکرد، مرکز استان چهارمحال و بختیاری. محدوده این منطقه با خط چین نشان داده شده است (۱).

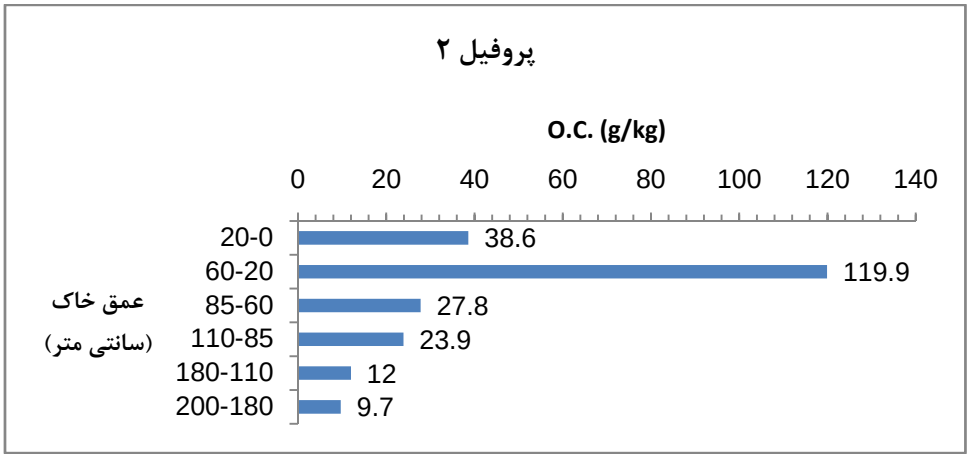


شکل ۲- محدوده منطقه مورد مطالعه روی عکس ماهواره‌ای نرم‌افزار گوگل ارث با خط چین نشان داده شده است. محل پروفیل‌های هیستوسول ها با P_1، P_2، P_3، P_4 و P_5 در داخل محدوده ملاحظه می گردد.

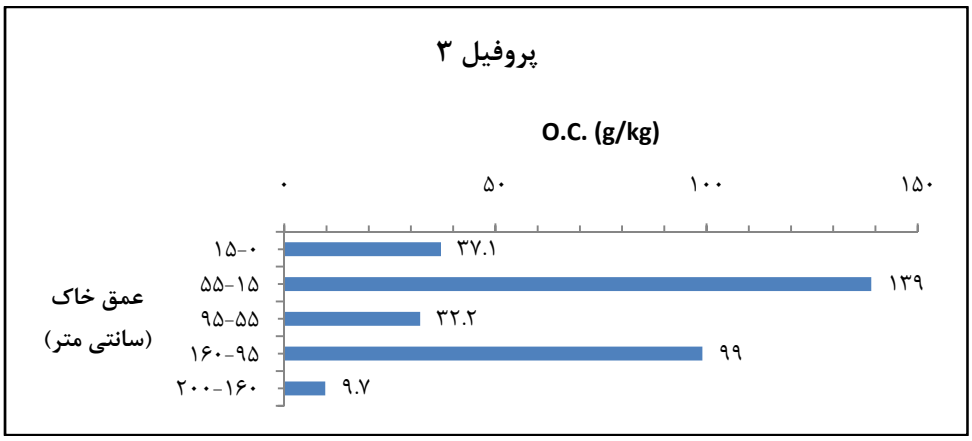


شکل ۳- روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک در افق‌های مختلف پروفیل ۱

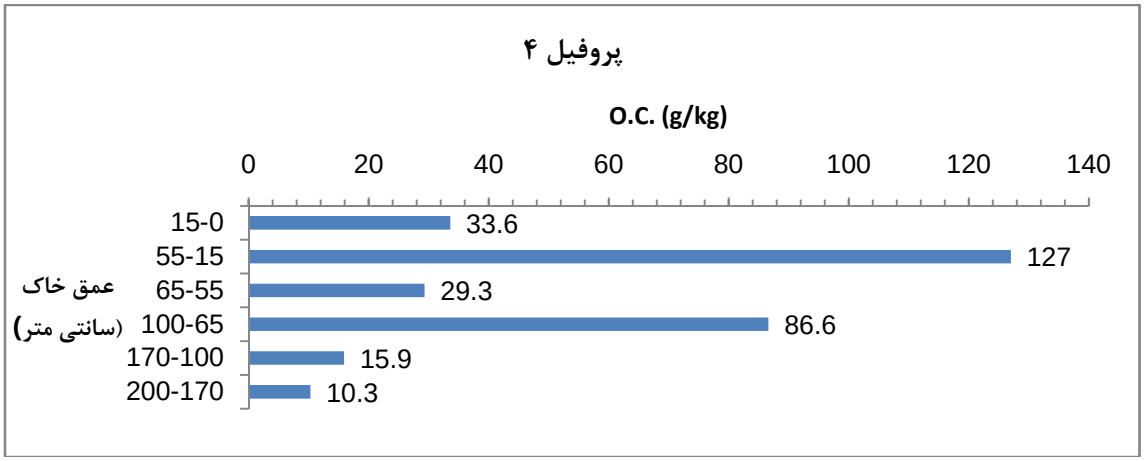
در تحقیق حاضر، ناپایداری مواد آلی با محاسبه نسبت های HA/FA، AE/HUM (AEمجموع اجزاءHA و FA است) و E_4/E_6ارزیابی شد. در افق‌های آلی خاک‌های مورد مطالعه، حداکثر و حداقل نسبت HA/FAبه ترتیب ۲/۸ و ۱/۷ بدست آمد. در سایر افق‌ها حداکثر و حداقل این نسبت به ترتیب ۳/۷ و ۱/۱ است. با افزایش عمق خاک نسبت HA/FA نیز افزایش می یابد. این نشان دهنده درجه بالای پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن (پایداری) مواد آلی در لایه های پایین تر و سرعت بیشتر تجزیه مواد هوموسی (ناپایداری) در لایه‌های سطحی است (شکل‌های ۸ تا ۱۲).



شکل ٤- روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک در افق‌های مختلف پروفیل ۲

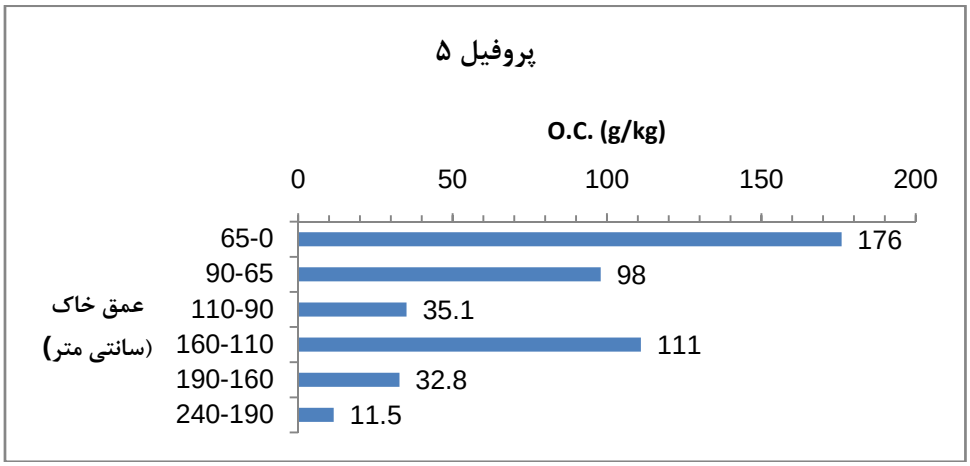


شکل ٥- روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک در افق‌های مختلف پروفیل ۳

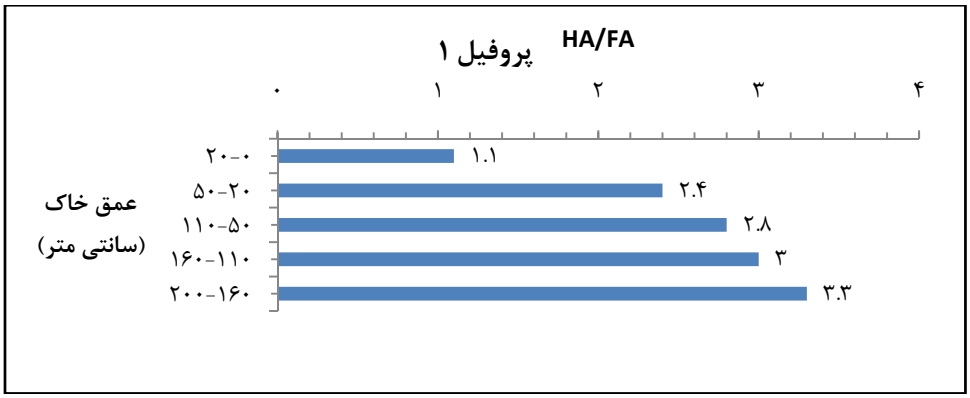


شکل ٦- روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک در افق‌های مختلف پروفیل ٤

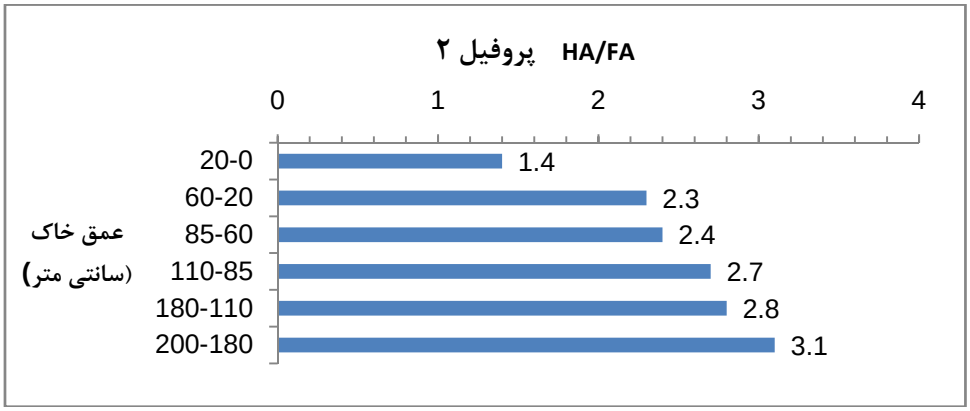
نسبت اجزاء هیومیکی محلول در قلیا به جزء هیومیکی غیر محلول در قلیا (AE/HUM) در افق‌های آلی پروفیل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، به ترتیب ۱/۲، ۱/۲، ۱/۱ و ۱/۱ است. حداکثر و حداقل این نسبت در سایر افق‌های این خاک‌ها به ترتیب ۱/۱و ۰/۳ می‌باشد. این نسبت که شاخصی از پویایی مواد هیومیک در خاک‌های آلی است (۱۸)، از سطح به طرف عمق، با کاهش کربن آلی و میزان اکسیژن، کاهش نشان می دهد. به عبارت دیگر، معمولاً پویایی مواد هیومیک در لایه سطحی بیشتر از عمق است، زیرا با افزایش عمق مقدار رس افزایش، جزء غیر محلول در قلیا (هیومین) توسط رس جذب و سرعت تجزیه مواد آلی کاهش می‌یابد.



شکل ۷- روند تغییرات مقدار کربن آلی خاک در افق‌های مختلف پروفیل ۵

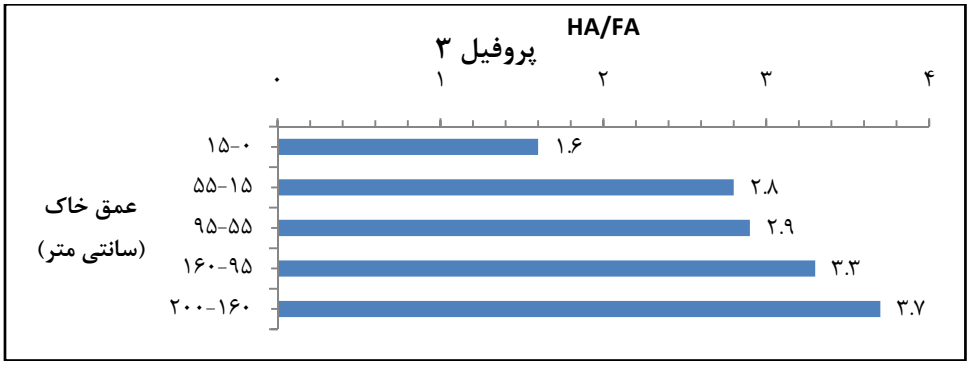


شکل ۸- افزایش نسبت HA/FA با افزایش عمق خاک در پروفیل ۱

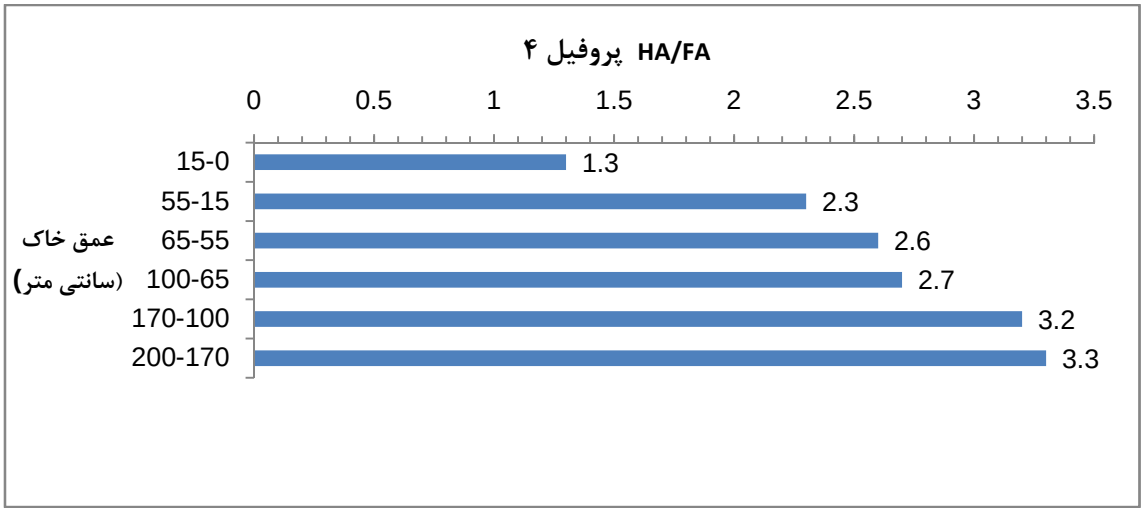


شکل ۹- افزایش نسبت HA/FA با افزایش عمق خاک در پروفیل ۲

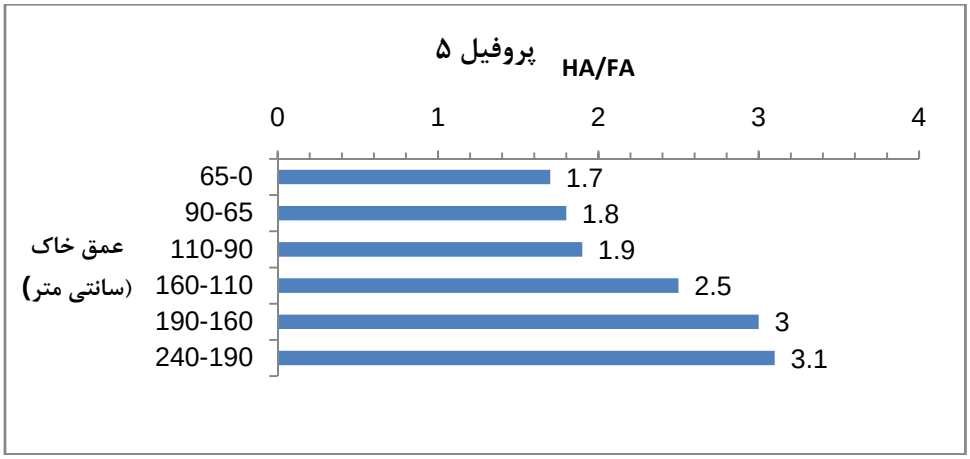
مقدار E_4/E_6 اسید فولویک نسبت به مقدار E_4/E_6اسید هیومیک در تمام لایه‌ها بیشتر است. این بدین معنی است که اسید فولویک دارای وزن مولکولی کمتر نسبت به اسید هیومیک است (۲). نسبت E_4/E_6 اسید فولویک از سطح به طرف عمق کاهش منظم دارد. این نشان می‌دهد که درجه پلی‌مریزاسیون در لایه‌های پایین بیشتر از سطح است. نسبت E_4/E_6 اسید هیومیک نیز با افزایش عمق کاهش می یابد. این حاکی از آن است که اسید هیومیک در لایه‌های پایین‌تر نسبت به لایه‌های بالاتر، کمتر تغییر شکل یافته است (۱۱).



شکل ۱۰- افزایش نسبت HA/FA با افزایش عمق خاک در پروفیل ۳



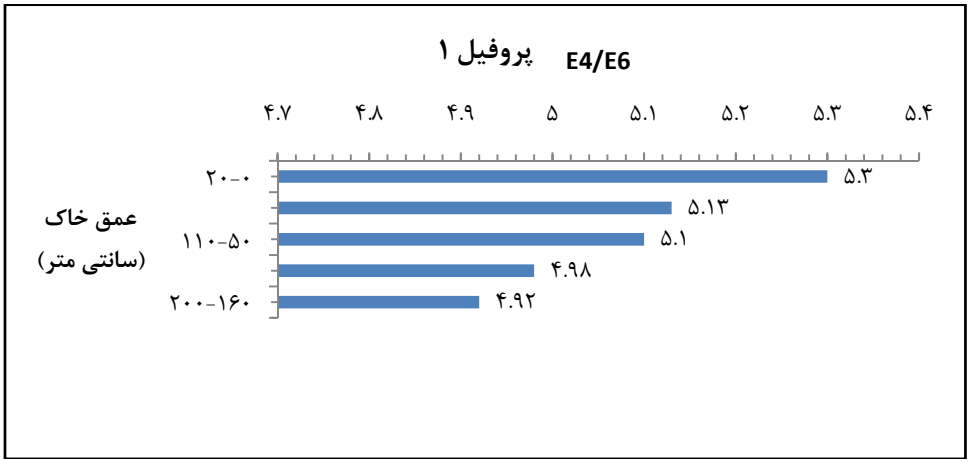
شکل ۱۱- افزایش نسبت HA/FA با افزایش عمق خاک در پروفیل ٤



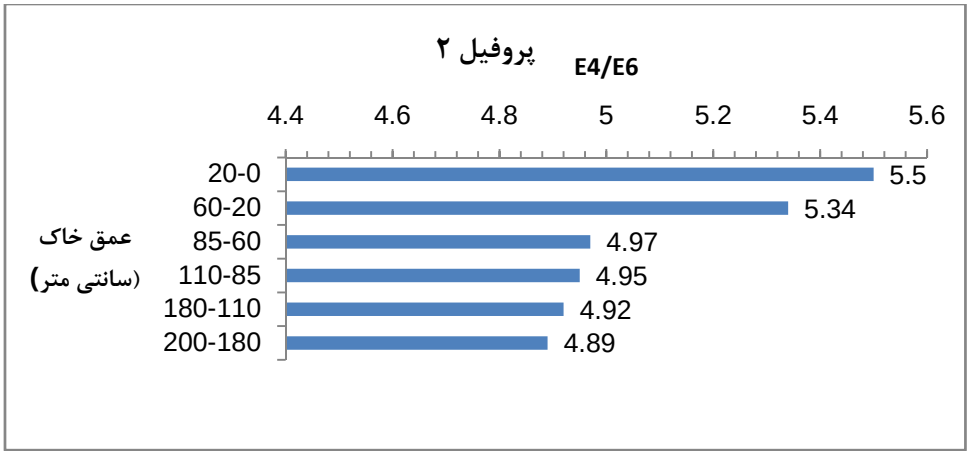
شکل ۱۲- افزایش نسبت HA/FA با افزایش عمق خاک در پروفیل ۵

نسبت E_4/E_6کل خاک نیز به طور منظم از افق سطحی به طرفعمق کاهش نشان داد (شکل‌های ۱۳ تا ۱۷). کاهش این نسبت شاخصی برای افزایش درجه پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن (پایداری مواد آلی) است. با افزایش عمق، سرعت تجزیه و تعداد ترکیبات آلیفاتیک کاهش می یابد. چن و همکاران (۹) نیز در تحقیقات خود به همین نتیجه رسیدند. جذب طیف‌های نوری توسط مواد هیومیک با

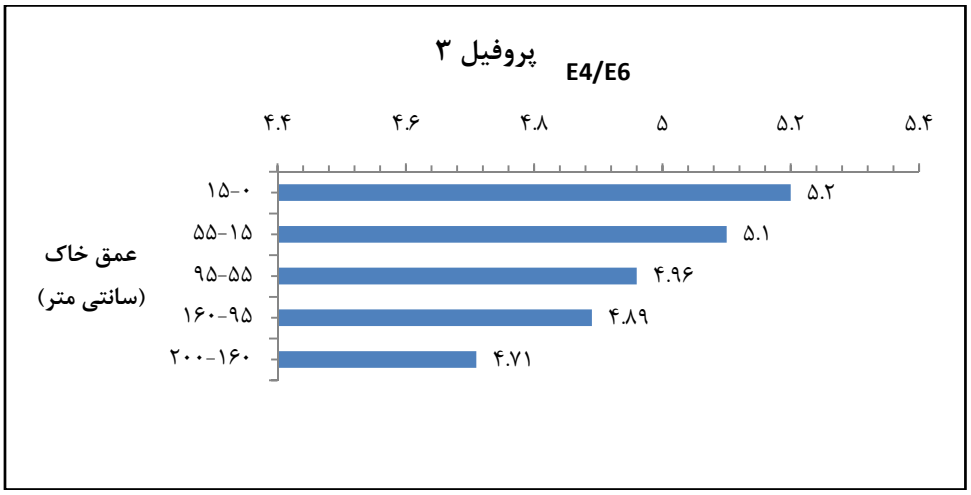
افزایش درجه تغلیظ حلقه‌های آروماتیک افزایش می‌یابد (۱۷).



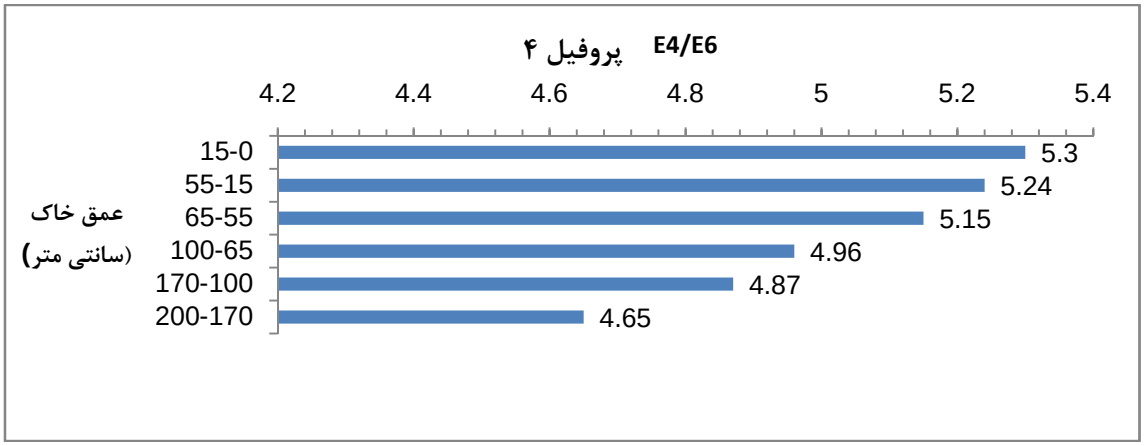
شکل ۱۳- کاهش منظم نسبت E_4/E_6 خاک از افق سطحی به طرف عمق پروفیل ۱



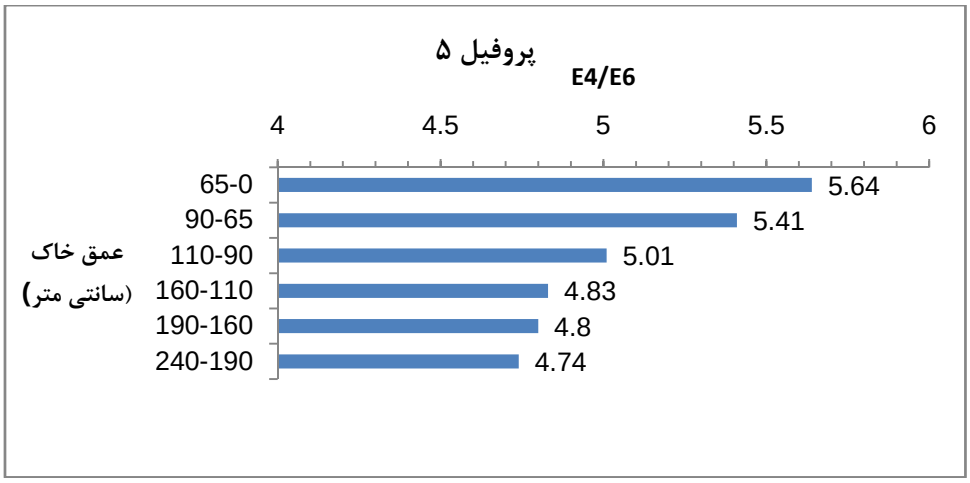
شکل۱٤- کاهش منظم نسبت E_4/E_6 خاک از افق سطحی به طرف عمق پروفیل ۲



شکل ۱۵- کاهش منظم نسبت E_4/E_6 خاک از افق سطحی به طرف عمق پروفیل ۳



شکل ۱۶- کاهش منظم نسبت E_4/E_6 خاک از افق سطحی به طرف عمق پروفیل ٤



شکل ۱۷- کاهش منظم نسبت E_4/E_6 خاک از افق سطحی به طرف عمق پروفیل ۵

در هر پروفیل خاک به صورت جداگانه متوسط وزنی HA/FA و متوسط وزنی E_4/E_6 تمام خاک محاسبه گردید (جدول ۱). در پروفیل ۵ کمترین مقدار HA/FA و بیشترین مقدار E_4/E_6 مشاهده شد. این امر پایین ترین درجه پلی‌مریزاسیون مواد آلی و کمترین پایداری مواد هوموسی در پروفیل ۵ نسبت به سایر پروفیل‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که قبلاً گفته شد پروفیل ۵ دارای مواد آلی با تجزیه متوسط (مواد آلی همیک) و سایر پروفیل ها دارای مواد آلی با تجزیه زیاد (مواد آلی ساپریک) هستند.

جدول ۱- متوسط‌های وزنی HA/FAو E_4/E_6 (خاک) در ۵ پروفیل مورد مطالعه

شاخص ناپایداری	پروفیل۱	پروفیل۲	پروفیل۳	پروفیل٤	پروفیل۵
HA/FA	۲/۷۲	۲/۵۳	۳/۰۷	۲/۷۸	۲/۳۵
$E_4/E6$(خاک)	۵/۰۶	۵/۰۷	۴/۹۳	۴/۹۷	۵/۱۰

در پروفیل‌های خاک مورد مطالعه، با افزایش عمق، درصد رس افزایش و درصد اسیدهیومیک کاهش یافت. جذب مواد آلی توسط رس‌ها و محبوس شدن آن‌ها داخل خاکدانه‌ها از جمله مکانیزم‌های حفاظت فیزیکی خاک از ماده آلی به شمار می‌آیند (۳). در پروفیل‌هائی که افق آلی در زیر یک افق سطحی قرار دارد (پروفیل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴)، درصد اسید فولویک در لایه آلی کمتر از افق سطحی و درصد اسید هیومیک آن بیشتر از افق سطحی می‌باشد. این نشان می‌دهد که درجه هوموسی شدن در لایه سطحی پائین‌تر است و ترکیبات غیرهوموسی در این لایه بیشتر از افق آلی است. pH لایه‌های مختلف خاک‌های مورد مطالعه بین ۷ و ۸ تغییر می‌کند.

تجزیه ماده آلی در خاک‌های خنثی تا کمی قلیایی سریعتر از خاک‌های اسیدی انجام می‌شود. در خاک‌های خیلی اسیدی اثر مخرب و مسمومیت آلومینیوم محلول از سرعت تجزیه ماده آلی می‌کاهد (۳).

نتیجه گیری

مقدار مواد هیومیکی در افق های آلی بیشتر از سایر افق ها می‌باشد. در همه پروفیل‌ها، روند تغییرات مقادیر اسید فولویک، اسید هیومیک و هیومین، شبیه روند تغییرات مقدار ماده آلی خاک است. مقدار و درصد هیومین بیشتر از مقدار و درصد اسید هیومیک و مقدار و درصد اسید هیومیک بیشتر از مقدار و درصد اسید فولویک است. در افق های مختلف خاک های مورد مطالعه، بیش از ۹۴ درصد ماده آلی خاک به صورت مواد هوموسی و سخت تجزیه شونده است. با افزایش عمق خاک نسبت HA/FA نیز افزایش می یابد. این نشان دهنده درجه بالای پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن (پایداری) مواد آلی در لایه های پایین تر و سرعت بیشتر تجزیه مواد هوموسی (ناپایداری) در لایه‌های سطحی است. نسبت AE/HUM که شاخصی از پویایی مواد هیومیک در خاک‌های آلی است، از سطح به طرف عمق، با کاهش کربن آلی و میزان اکسیژن، کاهش نشان می دهد. به عبارت دیگر پویایی مواد هیومیک در لایه سطحی بیشتر از عمق است، زیرا با افزایش عمق مقدار رس افزایش، جزء غیر محلول در قلیا (هیومین) توسط رس جذب و سرعت تجزیه مواد آلی کاهش می‌یابد. نسبت E_4/E_6کل خاک نیز به طور منظم از افق سطحی به طرف عمق کاهش نشان می‌دهد. کاهش این نسبت شاخصی برای افزایش درجه پلی‌مریزاسیون و هوموسی شدن (پایداری مواد آلی) است. با افزایش عمق، سرعت تجزیه و تعداد ترکیبات آلیفاتیک کاهش می یابد. در پروفیل ۵ کمترین مقدار HA/FA و بیشترین مقدار E_4/E_6 مشاهده شد. این امر پایین ترین درجه پلی‌مریزاسیون مواد آلی و کمترین پایداری مواد هوموسی در این پروفیل نسبت به سایر پروفیل‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که قبلاً گفته شد پروفیل ۵ دارای مواد آلی با تجزیه متوسط (مواد آلی همیک) و سایر پروفیل ها دارای مواد آلی با تجزیه زیاد (مواد آلی ساپریک) هستند.

منابع

۱- دهقانی س. ۱۳۸۹. نقش پستیوبلندی وپوشش گیاهی در تشکیل وتکامل خاک‌های آلی در مقایسه با سایر خاک‌های یک ردیف پستی وبلندی در اطراف شهرکرد.پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک،دانشکدهکشاورزی،دانشگاه شهرکرد.

۲- فرقانی ا. ۱۳۸۲. مطالعه تغییرات بیوشیمیایی و خصوصیات اسیدهای هیومیک و فولویک خاک‌های مختلف تیمار شده با مواد آلی مختلف. مجموعه مقالات کوتاه هشتمین کنگره علوم خاک ایران، ۹ تا ۱۲ شهریور ماه، دانشگاه گیلان، صفحات ۷۸ تا ۷۹.

۳- گلچین ا.، بشارتی ح. و شفیعی س. ۱۳۸۹. عوامل مؤثر بر دینامیک مواد آلی و تأثیر آن بر ویژگی های خاک. اولین کنگره چالش های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، ۱۰ تا ۱۲ اسفند، هتل المپیک تهران، صفحات ۱-۱۷.

۴- لکزیان ا. ۱۳۸۷. میکروبیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

5- Anderson D.W., and Schoenau J.J. 2007.Soil humus fractions. p. 675-680. In M.R. Carter and E.G. Gregorich (eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

6- Bockheim J.G., and Gennadiyev A.N. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Reference Base for Soil Resources.Geoderma, 95: 53-72.

7- Buol S.W., Hole F.D., and McCraken R.J. 2003. Soil genesis and classification.5thed., Iowa State University Press, Ames, Iowa.

8- Caldwell P.V., Vepraskas M.J., and Gregory J.D. 2007. Physical properties of natural organic soils in Carolina Bays of the Southeastern United States. Soil Science Society of America Journal, 71 :1051-1057.

9- Chen Y., Senesi N., and Schnitzer M. 1977. Information provided on humic substances by E_4/E_6 ratios. Soil Science Society of America Journal, 41: 352-358.

10- Everett K.R. 1983.Histosols. p. 1-53. In L.P. Wilding et al. (eds.).Pedogenesis and Soil Taxonomy:II. The Soil Orders. Elsevier, New York.

11- Maryganova V. 2000. Impact of various genesis on chemical structure of peat humic substances. p. 618-626. In L. Rochefort and J.Y. Daigle (eds.). Sustaining our peatlands.Proceedings of the 11th International Peat Congress, Quebec, Vol. II.

12- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. p. 539-579. In A.L. Page et al. (eds.). Methods of Soil Analysis.Part 2.2nd ed. Agron.Monogr. 9.ASA and SSSA, Madison, WI.

13- Richardson J.L., and Vepraskas M.J. 2001.Wetland Soils Genesis, Hydrology, Landscapes and Classification. LEWIS/CRC,NewYork.

14- Riger S., Schoephorster D.B., and Furbush C.E. 1979.Exploratory Soil Survey of Alaska. USDA-SCS, Washington DC.

15- Soil Survey Staff. 1998. Keysto Soil Taxonomy.8th ed. USDA-NRCS.U.S. Govt. Printing Office, Washington DC.
16- Soil Survey Staff .2010. Keys to Soil Taxonomy.11th ed. USDA-NRCS.U.S. Govt. Printing Office, Washington DC.
17- Szajdak L., Brandyk T., and Szatylowicz J. 2007.Chemical properties of different peat-moor soils from the Biebrza River Valley. Agronomy Research, 5:165-174.
18- Valladares G.S., Anjos L.H., Pereira M.G., Benites V.M., Ebeling A.G., and Mouta R.O. 2007. Humic Substance Fractions, Attributes of Histosols and Related High-Organic-Matter Soils from Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38:763-777.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1204-1216

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۲۱۶-۱۲۰۴

Organic Matter Unstability (Ripening) Evaluation in Histosolsof South-west Shahrekord

J. Givi[1]* – F. Raeisi[2] – F. Dehghani[3]
Received: 09-01-2014
Accepted: 27-07-2014

Abstract

Purpose of this research was evaluationof organic matter unstability (ripening) of Histosolsof south-west Shahrekord,using humusunstability indices, including ratios of humic acid (HA) to fulvic acid (FA), sum of organic material types, soluble in alkali (AE=FA+HA) to humin fraction (HUM) and also ratio of optical density at 465 (E_4)tooptical density at 665 nanometer (E_6) of organic matter and its components.The studied area has cool and semi-arid climate. Some of the soils formed in the studied area are Histosols.Five soil profiles were described down to depth of 2 m and soil samples were collected from their different horizons. Chemical fractionation of organic matter to fulvic acid, humic acid and humin was done and the content of each of these three components and the amounts of $E_4$and E_6 were measured.In all of the soil profiles, variations of the fulvic acid, humic acid and humin contents are similar to variations of organic matter contents. More than 94 percent of the soil organic matter has changed to humus. Increase of HA/FA with increase of soil depth indicates high degree of polymerization and humification (stability) of organic matter in underlying layers and higher rate of humic material decomposition (unstability) in surface layers. Lower rate of humic material decomposition in underlying layers is due to increase of clay content with increase of soil depth and adsorption of humin by clay particles. E_4/E_6 of the whole soil also decreased regularly from soil surface towards soil depth. This decrease is another evidence for increase of organic matter stability. Highest organic matter unstability was observed in the profile 5. This profile contains hemic but the others have sapric organic material.

Keywords: Humic material, HA/FA, E_4/E_6, Organic matter unstability (Ripening)

1,2,3- Associate Professor, Professor and M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: jgivi@yahoo.com)