

مواد آلی خاک، اجزاء آن و نقش آنها در تشکیل ساختمان خاک احمد گلچین و محمد اسماعیلی^۱

از جمله عواملی که در تشکیل و پایداری ساختمان خاک نقش اساسی دارد میزان کربن آلی خاک است. برای درک بیشتر نقش مواد آلی در تشکیل خاکدانه‌های با اندازه مختلف، ماده آلی را می‌توان به اجزاء مختلف تقسیم نمود. ماده آلی را می‌توان به روش شیمیایی و یا فیزیکی به اجزاء مختلف تقسیم نمود. جزء به جزء کردن شیمیایی ماده آلی که براساس حلالیت ماده آلی در مواد قلیایی یا اسیدی صورت می‌پذیرد اجزایی با نامهای هومین، اسید هومیک و اسید فولویک ایجاد می‌شود. که این اجزاء اطلاعات زیادی درباره نقش مواد آلی در تشکیل و پایداری ساختمان خاک بما نمی‌دهند. در صورتیکه جزء به جزء کردن فیزیکی ماده آلی خاک که بر اساس دانسیته صورت می‌پذیرد نشان می‌دهد که اجزاء مواد آلی خاک از لحاظ شکل، ترکیب شیمیایی، محل قرار گیری در خاک و پویائی متفاوت بوده و نقش متفاوتی را در تشکیل خاکدانه‌های با اندازه مختلف ایفا می‌نمایند.

براساس توزیع فضایی ماده آلی در بستر معدنی خاکها، مواد آلی خاک را می‌توان براساس دانسیته به مواد آلی آزاد، مواد آلی محبوس شده در خاکدانه‌ها و مواد آلی چسبیده به سطح ذرات رس (مواد آلی کلونیدی) دسته‌بندی نمود. این سه جزء ماده آلی بعلت همراه داشتن مقادیر متفاوتی ماده معدنی دارای دانسیته‌های مختلفی بوده و می‌توان آنها را با استفاده از محلول‌هایی با دانسیته مشخص مثل محلول پلی‌تنگستات سدیم از خاک جدا نمود. مواد آلی آزاد شامل بقایای گیاهی تازه یا کمی تجزیه شده بوده که بعلت عدم وابستگی زیاد به مواد معدنی به مواد آلی سبک نیز معروف می‌باشند. این جزء ماده آلی به صورت ذرات با اندازه‌های متفاوت در خاک پراکنده بوده و در خارج از خاکدانه‌ها (بین خاکدانه‌ها) قرار دارند. مواد آلی آزاد یا سبک را می‌توان با ریختن نمونه خاک در محلولی از پلی‌تنگستات سدیم با دانسیته $1/6$ گرم بر سانتیمتر مکعب از خاک جدا نمود. مواد آلی محبوس شده در خاکدانه‌ها به صورت ذرات با اندازه ۲۰ تا ۲۵۰ میکرون بوده که پس از شکستن خاکدانه‌ها توسط نیروی آنتراسونیک آزاد می‌گردند. مواد آلی محبوس شده در خاکدانه‌ها بعلت همراه داشتن مقادیر متفاوتی مواد معدنی دارای دانسیته‌های متفاوتی بوده و می‌توان آنها را با محلول‌هایی با دانسیته‌های $1/6$ ، $1/8$ و ۲ گرم بر سانتیمتری مکعب از خاک جدا نمود. مواد آلی محبوس شده در خاکدانه‌ها در مراحل مختلف تجزیه و پوسیدگی قرار داشته و هرچه میزان پوسیدگی آنها افزایش می‌یابد چسبندگی آنها به مواد معدنی کاهش یافته و می‌توان

^۱ به ترتیب عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان و سرپرست بخش تحقیقات خاک و آب زنجان - کارشناس بخش تحقیقات خاک و آب زنجان

آنها را با دانسیته کمتر جدا نمود. مواد آلی کلونیدی که جذب سطحی ذرات رس هستند بعلت همراه داشتن مقادیر معتدلهای مواد معدنی سنگین بوده و بنام مواد آلی سنگین معروف هستند و با دانسیته‌های بیشتر از ۲ گرم بر سانتیمتر مکعب از خاک جدا می‌گردند. در این مقاله سعی شده است که نحوه ارتباط این سه جزء ماده آلی با یکدیگر و همچنین نقش آنها در تشکیل ساختمان خاک مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر این تأثیر متقابل ساختمان خاک بر تجزیه مواد آلی و همچنین تأثیر تجزیه مواد آلی بر حالت دینامیکی بودن ساختمان خاک مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. براساس مشاهدات میکروسکوپی و آزمایشات انجام شده مدلی برای چگونگی تشکیل ساختمان خاک ارائه خواهد شد که این مدل تجزیه مواد آلی را به دینامیک ساختمان مرتبط می‌سازد. در این مدل مواد آلی آزاد که از طریق ریشه و بقایای گیاهی وارد خاک می‌شود مورد هجوم میکروبی قرار گرفته و شروع به جذب ذرات رس می‌نماید. ذره آلی با رس پوشیده شده و یک خاکدانه بزرگ ($>250\mu\text{m}$) ایجاد می‌شود که شکل و اندازه خاکدانه تشکیل شده تابعی از شکل و اندازه ذره آلی خواهد بود. خاکدانه‌های بزرگ (Macro Aggregate) تشکیل شده، موقتی خواهند بود و با همان سرعتی که ماده آلی در خاک تجزیه می‌شود از بین می‌روند. نقاطی از ذره آلی که کاملاً با مواد معدنی پوشیده نشده مورد هجوم موجودات خاک قرار گرفته و به قطعات کوچکتری تقسیم می‌شود در نتیجه خاکدانه بزرگ شکسته شده و به قطعات کوچکتری که هر کدام خود یک خاکدانه کوچک هستند تقسیم می‌شود. برخلاف هسته خاکدانه‌های بزرگ که به سرعت تجزیه می‌شوند هسته خاکدانه‌های کوچک به آرامی درون خاکدانه‌ها تجزیه و پوسیدن می‌شوند. با گذشت زمان ترکیبات غیرمقاوم مثل هیدراتهای کربن توسط موجودات میکروسکوپی مصرف شده و قسمتهای سخت ماده آلی مثل لیگنین و ترکیبات آلیفاتیک درون خاکدانه‌های کوچک تجمع می‌نمایند. محصولات میکروبی مثل صمغهای میکروبی و اجساد میکروبی که در اثر مصرف کربوهیدراتها حاصل می‌شوند به سطح ذرات رسی که ذره آلی را می‌پوشانند می‌چسبند. عمل تجزیه آفندر ادامه می‌یابد که سرانجام مواد مقاوم نیز تجزیه شده و هسته آلی خاکدانه‌های کوچک بکلی از بین می‌رود و حفره‌هایی در خاکدانه ایجاد می‌شود. تجزیه هسته آلی خاکدانه‌های کوچک آنها را ناپایدار ساخته و آنها را در مقابل استرس (مثل خیس شدن سریع) حساس می‌سازد. زمانی که هنوز هسته خاکدانه‌های کوچک پوسیده نشده است و غنی از کربوهیدراتها می‌باشد خاکدانه‌ها پایدار بوده و چون میزان تولید صمغهای میکروبی زیاد بوده، این صمغها باعث نگهداری مواد معدنی بر سطح هسته آلی خواهند شد. ولی با گذشت زمان و باقی ماندن قسمتهای سخت گیاهی تولید صمغهای میکروبی کاهش یافته و خاکدانه‌ها ناپایداری می‌گردند و با تجزیه کامل هسته انسجام خاکدانه‌ها از بین می‌رود.