کارآمدی روش اولتراسونیک در انتشار و تفکیک ذرات اولیه خاک‌های مرتعی با مدیریت متفاوت

نجمه قربانی قهفرخی، فایز رئیسی گهروئی و شجاع قربانی دشتکی
1-دانشجوی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشگاه شهرکرد
2-عضو هیئت علمی و دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه شهرکرد
3-عضو هیئت علمی و استادیار گروه خاک‌شناسی دانشگاه شهرکرد
najme.ghorbani@yahoo.com

چکیده
تفکیک کامل ذرات خاک، پیش‌فرض حصول نتایج مطمئن در روش تفکیک فیزیکی است. هدف این مطالعه بررسی کارامدی روش اولتراسونیک در تفکیک کامل ذرات اولیه خاک برخی مراتع زاگرس مرکزی تحت مدیریت‌های قرق و چرای آزاد بود. فراوانی نسبی ذرات خاک به دو روش فیزیکی (اولتراسونیک) و شیمیایی (کالگون) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد انرژی اولتراسونیک لازم به منظور جداسازی کامل ذرات اولیه خاک بین 386 تا 1545 ژول بر میلی‌لیتر متغیّر است و به نوع مدیریت مرتع و میزان ماده آلی خاک بستگی دارد. واسنجی انرژی اولتراسونیک با روش‌های استاندارد (کالگون) برای هر خاک ضروری است.

کلمات کلیدی: **تفکیک فیزیکی خاک، چرا و قرق مرتع، زاگرس مرکزی، واسنجی اولتراسونیک**.

مقدمه

امروزه برای بررسی و تعیین اثرات مدیریت اکوسیستم بر خاک افزون بر اندازه‌گیری کل ماده آلی خاک، به اندازه‌گیری اجزای مختلف آن نیز می‌پردازند (استفن و همکاران، 2009؛ جاگاداما و لل، 2010). پژوهشگران به منظور مطالعه دقیق ویژگی‌های مواد آلی خاک، رفتار کمپلکس‌های آلی-معدنی ایجاد شده توسط ماده آلی و نیز در مطالعات کانی-شناسی خاک اقدام به جزء به جزء کردن و تفکیک ***(fractionation)*** ذرات اولیه خاک و مواد آلی آن نموده‌اند (کریستنسن، 1992؛ استفن و همکاران، 2009؛ جاگاداما و لل، 2010). تئوری روش جزء به جزء کردن فیزیکی مواد آلی بر اساس اندازه ذرات (***Particle-size***) این است که ذرات اولیه شن، سیلت و رس از کانی‌های متفاوت با مینرالوژی مختلف تشکیل شده‌اند (کریستنسن، 1992). از این رو، مواد آلی که با این ذرات عجین شده‌اند نیز به لحاظ "ترکیب شیمیایی" و از لحاظ "پویایی" رفتار متفاوتی خواهند داشت (جاگاداما و لل، 2010). بر حسب نوع مدیریت مرتع، عاملی که باعث به هم چسبیدن ذرات اولیه خاک می‌شود، متفاوت و در نتیجه مقدار انرژی مورد نیاز برای تفکیک ذرات اولیه خاک نیز متفاوت خواهد بود. هدف این تحقیق بررسی کارآمدی استفاده از دستگاه اولتراسونیک در تفکیک و جداسازی ذرات اولیه خاک‌های مرتعی تحت مدیریت‌های متفاوت (چرای آزاد و قرق) در دو اکوسیستم مرتعی استان چهارمحال و بختیاری بود.

مواد و روشها

مناطق مورد مطالعه در این تحقیق شامل 1) مراتع نیمه‌مرطوب منطقه سبزکوه تحت قرق 25 ساله و 2) مراتع منطقه خشک بروجن با مدیریت قرق 20 ساله و مناطق تحت چرای بی‌رویه مجاور آنها بود. نمونه‌برداری از عمق صفر تا 15

سانتی‌متری خاک هر مدیریت مرتع و در چهار تکرار به گونه‌ای که اثر دیگر عوامل مؤثر بر تشکیل خاک و ماده آلی (توپوگرافی، جهت و زاویه شیب) در هر منطقه مطالعاتی یکسان باشد، صورت گرفت. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه ابتدا خصوصیات اولیه خاک (کربن آلی، کربنات‌کلسیم معادل و *pH*) به روش‌های معمول اندازه‌گیری و سپس فراوانی نسبی ذرات خاک به روش هیدرومتری تعیین شد. این روش به عنوان روش "مبنا" برای بررسی کارآمدی روش اولتراسونیک در نظر گرفته شد. با توجه به مقدار ذرات اولیه (رس، سیلت و شن) به دست آمده از خاک در روش هیدرومتری، قدرت (انرژی خروجی) و مدت زمان استفاده از دستگاه اولتراسونیک به گونه‌ای با روش آزمون و خطا تنظیم شد که مقدار ذرات ایجاد شده با دستگاه اولتراسونیک به اندازه میزان ذرات بدست آمده با روش تعیین بافت (کالگون) شود.

بدین منظور 50 گرم خاک را در بطری پلاستیکی ریخته و 250 میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت 16 ساعت روی شیکر با طول حرکت 50 رفت و برگشت در دقیقه قرار گرفت. سپس از دستگاه اولتراسونیک لوله‌ای (*UP200H*) (*Hielscher Ultrasonics GmbH, 2006*) استفاده شد. برای دیسپرس کردن ذرات از میله سونوترود 24 کیلوهرتز (با قدرت 460 وات بر سانتی‌متر مربع) استفاده شد. با توجه به قدرت و مدت زمانی که در مراحل قبل با روش آزمون و خطا به دست آمد از دستگاه اولتراسونیک استفاده شد. به این صورت که دستگاه در 100-40 درصد از توان و قدرت آن تنظیم شد و زمان‌های بین 15-1 دقیقه گستره‌ای از انرژی‌ها بین 1930-130 ژول بر میلی‌لیتر را ایجاد کرد. سپس محتویات بطری پلاستیکی به داخل سیلندر یک لیتری مخصوص تعیین بافت انتقال داده شد و با استفاده از هیدرومتر بافت خاک قرائت و تعیین شد.

داده‌های حاصله در قالب طرح کاملاً تصادفی و به طور جداگانه برای هر منطقه، با در نظر گرفتن دو مدیریت مرتع به عنوان تیمارها، با آزمون دانکن در سطح 0/05 و به کمک نرم افزار آماری *SAS* مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

مقادیر شن، سیلت و رس به دست آمده از روش مبنا (کالگون) بین دو مدیریت مختلف مرتع در هر دو منطقه سبزکوه و بروجن اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول 1). معنی‌دار نبودن اختلاف بین اجزای اولیه ذرات خاک، کربن آلی، کربنات کلسیم و *pH* خاک در هر منطقه و بین دو مدیریت اعمال شده حاکی از آن است که اثر عوامل مؤثر بر تشکیل خاک در هر منطقه مطالعاتی یکسان و مشابه می‌باشد.

مقادیر ذرات اولیه خاک (شن، سیلت و رس) به دست آمده از روش تعیین بافت با استفاده از کالگون مبنای مقایسه‌ها قرار گرفتند و سپس مقادیر ذرات اولیه به دست آمده با روش اولتراسونیک با آن سنجیده شدند (شکل 1). در هر مدیریت مرتع و در هر منطقه انرژی اولتراسونیک جداگانه‌ای به منظور جداسازی ذرات اولیه خاک لازم است (شکل 1). به طوری که انرژی اولتراسونیک بهینه به منظور جداسازی ذرات اولیه خاک در مدیریت چرای آزاد مناطق سبزکوه و بروجن به ترتیب 901/6 و 386/4 و در مدیریت قرق 1545 و 644 ژول بر میلی‌لیتر بود.

نتایج نشان داد که انرژی اولتراسونیک لازم به منظور جداسازی ذرات اولیه خاک در مدیریت قرق هر منطقه بیشتر از مدیریت چرای آزاد همان منطقه می‌باشد که نشان دهنده تأثیر ورود بقایای گیاهی و حفظ زیست توده گیاهی مدیریت قرق و نقش ماده آلی ورودی به عنوان عامل سیمانی کننده در نگهداری ذرات اولیه خاک در کنار یکدیگر می‌باشد. در حالی که چرای بی‌رویه مراتع توسط دام می‌تواند به طور غیرمستقیم با کاهش پوشش گیاهی و متعاقب آن تخلیه ماده آلی و تجزیه مواد آلی محبوس، و مستقیماً با فشرده کردن خاک بر اثر پاکوبی، ضمن شکستن خاکدانه‌ها، موجب تضعیف پایداری خاکدانه‌ها و نیروهای نگهدارنده ذرات اولیه خاک در کنار یکدیگر شود.

بنابراین جداسازی ذرات اولیه خاک در مدیریت چرای آزاد در مقایسه با مدیریت قرق، انرژی اولتراسونیک کمتری نیاز دارد. استفن و همکاران (2009) نیز در مطالعه روی خاک‌هایی که تحت شدت‌های مختلف چرای دام قرار گرفته بودند، به این نتیجه دست یافتند که به طور کلّی انرژی اولتراسونیک لازم به منظور تفکیک خاک‌های تحت قرق در مقایسه با خاک‌های تحت چرای آزاد بیشتر بود.

با توجه به نتایج جدول 1، میانگین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این دو منطقه متفاوت بود. افزون بر این، دو منطقه مورد مطالعه از نظر عوامل خاکساز، سابقه و مدت چرا و قرق، اقلیم و نوع پوشش گیاهی غالب متفاوت می‌باشند، در نتیجه مقدار انرژی لازم برای جداسازی ذرات اولیه خاک در دو منطقه سبزکوه و بروجن نیز با یکدیگر متفاوت بود. از آنجا که در مناطق سبزکوه و بروجن متوسط مقدار کربن خاک به ترتیب 15/1 و 5/34 گرم بر کیلوگرم و متوسط مقدار کربنات‌کلسیم معادل به ترتیب 36/0 و 28/4 درصد بود و از آن جهت که کربن آلی خاک و کربنات‌کلسیم معادل، از عوامل پیوند دهنده ذرات اولیه خاک می‌باشند، می‌توان چنین استنباط نمود که حضور کربنات‌کلسیم معادل و کربن آلی بیشتر در خاک، منجر به استفاده از اولتراسونیک با انرژی بیشتر شده است. چنان که در منطقه سبزکوه در هر دو مدیریت مرتع در مقایسه با منطقه بروجن انرژی بیشتری به منظور انتشار ذرات اولیه خاک به کار گرفته شد.

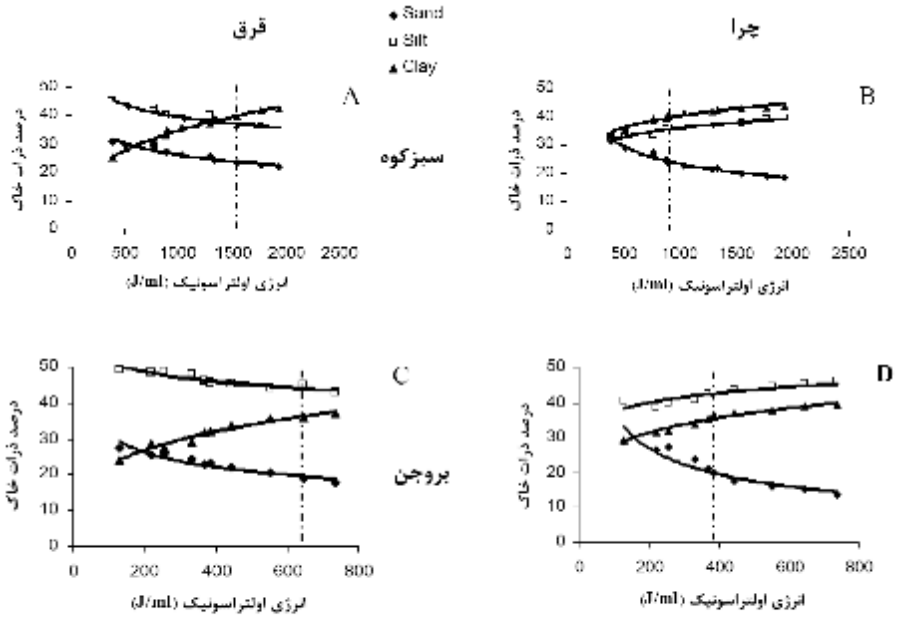
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) و مقایسه میانگین‌های (n=4) خصوصیات اولیه خاک تحت دو مدیریت مرتع در دو منطقه سبزکوه و بروجن. اعداد داخل پرانتز مقادیر *SD* را نشان می‌دهند.

مدیریت مرتع	شن	سیلت	رس	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل	*pH*
	(mg/g soil)				*(%)*	
			سبزکوه			
قرق	233(32/7) A	361(16/8) A	406(32/7) A	15/4 (0/263) A	35/0(6/65) A	7/92(0/084)A
چرای آزاد	230(36/6) A	362(19/1) A	401(41/1) A	14/8 (0/467) A	36/9(2/00) A	7/94(0/074)A
MS (df = 1)	25/9 ns	6/13 ns	58/0 ns	0/753 ns	6/85 ns	0/001ns
MSe (df = 6)	1203	323	1380	0/144	24/1	0/006
			بروجن			
قرق	200(35/2) A	432(37/6) A	366(42/4) A	5/44 (0/295) A	28/4(3/81) A	8/02(0/020)A
چرای آزاد	185(29/1) A	432(29/1) A	382(23/7) A	5/23 (0/123) A	28/5(1/36) A	8/01(0/039)A
MS (df = 1)	477 ns	0/000 ns	744 ns	0/092 ns	0/033 ns	0/0003ns
MSe (df = 6)	1043	1132	1185	0/051	8/21	0/0009

ns :غیرمعنی‌دار. برای هر منطقه میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 0/05 بر اساس آزمون دانکن بین مدیریت‌های مختلف مرتع می‌باشد.

در هر دو مدیریت مرتع در دو منطقه مطالعاتی در ابتدا با به کارگیری دستگاه اولتراسونیک با انرژی کم، ذرات شن بیشتر از مقداری بود که توسط کالگون به دست آمد و به تدریج با افزایش انرژی خروجی اولتراسونیک مقدار ذرات شن کاهش یافت و به میزانی که توسط کالگون به دست آمد، رسید (شکل 1). با تحمیل انرژی بیشتر به خاک، ذرات شن شکسته و باز هم ریزتر شدند. روند مشاهده شده در مورد این دسته از ذرات طبیعی است و در انرژی‌های پایین، دستگاه توان جداسازی ذرات شن از یکدیگر را نداشته و با اعمال انرژی شدیدتر قدرت کافی به منظور جداسازی ذرات شن فراهم شده است.

با استفاده از دستگاه اولتراسونیک با انرژی کم، ذرات سیلت کمتر از مقداری بود که توسط کالگون به دست آمد و با اعمال انرژی‌های بیشتر به خاک، از میزان ذرات با اندازه شن کاسته می‌شود و میزان ذرات با اندازه سیلت افزایش یافته و به میزان سیلتی که توسط کالگون به دست آمده بود، می‌رسد (شکل 1). اسمیت و همکاران (1999) چنین حالتی را (افزایش میزان سیلت، ضمن افزایش انرژی اولتراسونیک) در ذرات سیلت ریز خاک مورد مطالعه خود مشاهده نمودند. این در حالی بود که در مدیریت قرق هر دو منطقه مطالعاتی روند عکس ذرات سیلت در مدیریت چرای آزاد مشاهده شد. اسمیت و همکاران (1999) نیز کاهش میزان ذرات با اندازه سیلت، ضمن افزایش انرژی اولتراسونیک را در ذرات سیلت درشت خاک مورد مطالعه خود مشاهده نمودند.



شکل ۱- توزیع ذرات اولیه خاک در انرژی‌های مختلف اعمال شده به خاک توسط دستگاه اولتراسونیک در منطقه سبزکوه تحت مدیریت‌های قرق (A) و چرای آزاد (B) و منطقه بروجن تحت مدیریت‌های قرق (C) و چرای آزاد (D). خط چین عمودی روی هر نمودار نشانگر انرژی بهینه‌ای است که در آن فراوانی نسبی ذرات اولیه (شن، سیلت و رس) به دست آمده به روش اولتراسونیک برابر یا فراوانی ذرات اولیه به دست آمده به روش کالگون می‌باشد.

نمودارهای مربوط به توزیع ذرات رس در هر دو مدیریت مرتع در دو منطقه مطالعاتی روند کاملاً عکس ذرات شن نشان دادند (شکل 1). استفن و همکاران (2009) نیز با تحمیل انرژی اولتراسونیک بیشتر به خاک، افزایش ذرات هم‌اندازه رس و کاهش ذرات هم‌اندازه سیلت را مشاهده نمودند. بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان چنین اظهار نمود که واسنجی روش فیزیکی اولتراسونیک به منظور تفکیک کامل ذرات خاک در هر مدیریت خاص امری ضروری است.

منابع

1. Christensen BT, 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. In: Steart BA (eds). Advances in Soil Science. Springer-Verlag-New York Inc. 20: 1-76.
2. Jagadamma S and Lal R, 2010. Distribution of organic carbon in physical fractions of soils as affected by agricultural management. Biol. Fert. Soils. 46: 543-554.
3. Schmidt MWI, Rumpel C, and Koegel-Knabner I, 1999. Evaluation of an ultrasonic dispersion procedure to isolate primary organomineral complexes from soils. Eur. J. Soil. Sci. 50: 87-94.
4. Steffens M, Kolbl A and Kogel-Knabner I, 2009. Alteration of soil organic matter pools and aggregation in semi-arid steppe topsoils as driven by organic matter input. Eur. J. Soil Sci. 60: 198-212.