محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

بررسی دانه‌بندی ذرات و هدر رفت عناصر غذایی با استفاده از رسوبات پشت بندهای رسوب‌گیر

مهرداد هاشمی[۱]، علیرضا امیریان چکان[۲،۳*]، محمد فرجی[۳]، علی اصغر ذوالفقاری[۴]، جمال موسویان[۵]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۲] استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

[۳] استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا بهبهان

[۴] استادیار گروه مدیریت مناطق خشک دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان

[۵] کارشناس اداره کل منابع طبیعی خوزستان

چکیده

مقایسه ویژگی‌های رسوبات پشت بندها با خاک‌های بالادست می‌تواند راهکارهایی برای کنترل بهتر فرسایش خاک در اختیار دهد. در این تحقیق از بالادست ۵ بند رسوب‌گیر در منطقه خائیز (استان خوزستان) تعداد ۱۰ تا ۱۵ نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری و از رسوبات پشت هر بند از دو عمق (۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ سانتی‌متری) دو نمونه مرکب برداشته شد و توزیع اندازه ذرات و مقدار عناصر N، P و K آنها اندازه‌گیری شد. با برازش مدلهای بیرد و همکاران (۲۰۰۰) و تیلر و ویت کرفت (۱۹۹۲) به توزیع اندازه ذرات، بُعد فرکتال ذرات (db و dt) به دست آمد. نتایج نشان داد بین N، P، K و سیلت خاکهای بالادست بندها و رسوبات عمق اول پشت بندها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر موارد ذکر شده برای عمق اول، رسوبات عمق دوم پشت بندها از نظر db و dt هم با خاک بالادست اختلاف معنی‌داری داشتند. همبستگی db و dt با رس مثبت و معنی‌دار و با شن منفی و معنی‌دار بود. به طور کلی نتایج نشان داد با مقایسه دانه‌بندی ذرات و عناصر غذایی رسوبات پشت بندها با خاک بالادست می‌توان تأثیر فرسایش خاک را به‌طور دقیق‌تری بررسی نمود.

کلمات کلیدی: بُعد فرکتال ذرات، توزیع اندازه ذرات، فرسایش خاک

مقدمه

یکی از چالش‌های مهم درتخریب و از بین رفتن خاک بحث مدیریت پایدار کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌باشد (Unesco, 2009). تخریب و فرسایش خاک از طرفی دارای پیامدهای زیست محیطی و اقتصادی، اختلال در رشد ریشه گیاهان در خاک، کاهش مواد و عناصر غذایی آن است و از طرف دیگر بر میزان کاهش بهره‌وری و تشدید آلودگی شیمیایی و فیزیکی اراضی پایین‌دست خصوصاً منابع آبی، زیست‌توده و محصولات کشاورزی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم دارد (Boardman and Poese, 2006). فرسایش و حمل رسوب ذرات خاک فرآیندی انتخابی است و تمایل به انتقال ذرات ریز و کوچک خاک که غنی از عناصر غذایی هستند را دارد (Fallet and Delgado 2005). اندازه ذرات خاک می‌تواند به‌عنوان یکی از فاکتورهای فرسایش‌پذیری خاک مورد توجه قرار گیرد که در این زمینه تحقیقات زیادی جهت کمی کردن خواص فیزیکی خاک از جمله توزیع اندازه ذرات، توزیع اندازه منافذ و توزیع اندازه خاکدانه‌ها با استفاده از بُعد فرکتالی آن‌ها صورت گرفته است (Mena و همکاران ۱۹۹۹).

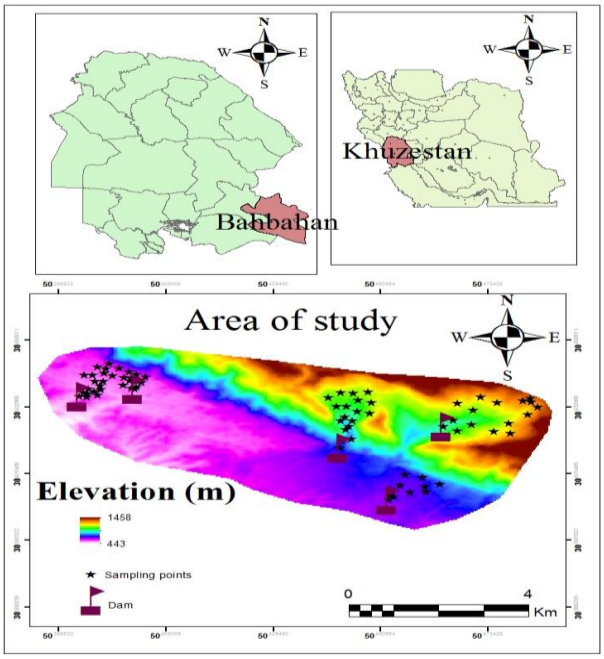
یکی از روش‌های تثبیت پروفیل طولی آبراهه‌ها و آبکندها، استفاده از بندهای کوچک و بزرگ آبخیزداری می‌باشد. این سازه‌ها در مسیر آبراهه‌های فصلی و آبکندها به‌منظور افزایش زمان تمرکز، کاهش سرعت جریان آب و به دام انداختن رسوبات و در نهایت کنترل فرسایش خاک احداث می‌شوند (Abedini و همکاران ۲۰۱۲). بررسی رسوبات جمع شده در پشت این بندها، می‌تواند به‌عنوان یک منبع اطلاعاتی برای مطالعات مربوط به ویژگی‌های فرسایش و رسوب و ارتباط آن با وضعیت فرسایش‌پذیری حوزه بالادست مورد استفاده قرار گیرد (Vaezi و همکاران ۲۰۱۷). این رسوبات معمولاً دارای فرسایش‌پذیری بیش‌تری هستند. هم‌چنین به دلیل این‌که ذرات درشت کم‌تر منتقل می‌شوند، این رسوبات که معمولاً ریزتر هستند حاوی عناصر غذایی بیش‌تری هستند.

بررسی توزیع اندازه ذرات و میزان عناصر غذایی در رسوبات پشت بندها و مقایسه آن با نمونه‌های خاک مناطق بالادست بندها اطلاعات مفیدی در زمینه جزء فرسایش‌پذیر ذرات خاک و میزان هدر رفت عناصر غذایی از حوزه‌های آبخیز به‌دست می‌دهد. بنابراین در این پژوهش رسوبات پشت پنج بند در حوزه آبخیز خائیز در استان خوزستان با خاک بالادست از نظر بُعد فرکتال ذرات، بافت و مقدار عناصر غذایی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

* ایمیل نویسنده مسئول: amirian.ar@lu.ac.ir

مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز خائیز در استان خوزستان در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر بهبهان قرار گرفته است. حدود جغرافیایی این حوضه بین "۱۶ '۲۱ °۵۰ تا "۳۴ '۲۹ °۵۰ طول شرقی و "۴۰ '۳۵ °۳۰ تا "۲۴ '۴۰ °۳۰ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه، دارای آب و هوای گرم و خشک و متوسط بارندگی سالانه برابر ۳۵۵/۴ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در منطقه مورد مطالعه تعداد ۵ بند رسوب‌گیر انتخاب و حوضه بالا دست آنها روی نقشه توپوگرافی مشخص گردید. بسته به مساحت حوضه‌ها و تغییرات خاک آن‌ها از بالا دست بندها تعداد ۱۰ تا ۱۵نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰سانتی‌متری برداشته شد. همچنین از رسوبات پشت بندها از دو عمق ۱۰-۰ و ۳۰-۱۰ سانتی‌متری و از هر عمق یک نمونه مرکب از ترکیب ۵ نمونه برداشت گردید. ازت کل به روش کجلدال ، فسفر به روش اولسن، پتاسیم با عصاره گیری با استات آمونیوم اندازه‌گیری شد. دانه‌بندی خاک به روش هیدرومتر و الک تعیین گردید. برای تعیین بُعد فرکتال ذرات، با مشخص کردن قطر ذرات روی محور افقی و درصد تجمعی ذرات کوچک‌تر از یک قطر مشخص روی محور عمودی، نقاط مربوط به دانه بندی ذرات به دست آمد و دو مدل Bird و همکاران (۲۰۰۰) و Tyler and Wheatcraft (۱۹۹۲) در محیط نرم افزار Matlab به نقاط به دست آمده برازش داده شد. در این تحقیق بُعد فرکتال به دست آمده به روش بیرد و همکاران(۲۰۰۰) با db و به روش تیلر و ویت کرفت (۱۹۹۲) با dt نشان داده شده است. یکی از معیارهای مورد استفاده برای مقایسه رسوبات پشت بندها با خاک بالادست، نسبت غنی شدگی است. نسبت غنی شدگی عبارت است از مقدار یک ترکیب یا عنصر در رسوبات پشت بند به مقدار آن در خاک بالادست بند است. برای مقایسه پارامترهای مربوط به خاک بالادست هر حوضه با همان پارامترها در رسوبات پش بند از آزمون t در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

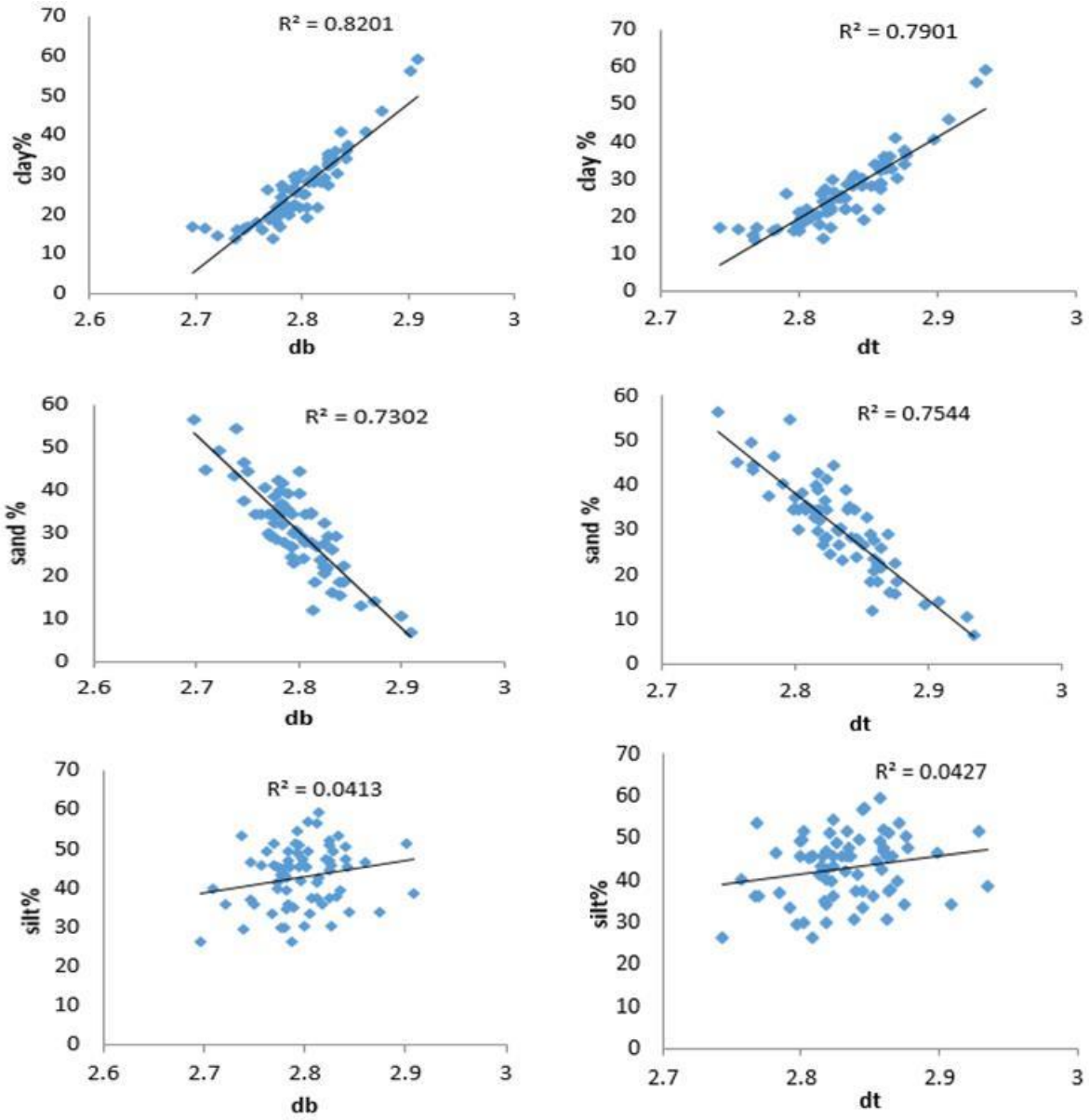


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، بندهای انتخاب و نقاط نمونه‌برداری

نتایج و بحث

در شکل (۲) رابطه رگرسیونی بین بُعد فرکتال ذرات و اجزاء بافت خاک نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد db با رس (R^2=0.82) و شن (R^2=0.79) همبستگی نسبتا بالایی دارد و این همبستگی با درصد رس مثبت و با شن منفی است. به عبارت دیگر هر چه درصد رس بیشتر باشد بُعد فرکتال ذرات بیشتر و هر چه درصد شن بیشتر باشد بُعد فرکتال کوچکتر است. همبستگی db با سیلت خیلی کم و قابل صرفنظر کردن است. همبستگی dt با رس، سیلت و شن هم از روند کاملا مشابهی با db پیروی می‌کند. همبستگی مثبت بین درصد رس و بُعد فرکتال ذرات و همبستگی منفی بین درصد شن و بُعد فرکتال ذرات در تحقیقات دیگر هم گزارش شده است (Su و همکاران ۲۰۰۴؛ Arsahin و همکاران ۲۰۰۶). با توجه به همبستگی نسبتا بالای بُعد فرکتال به دست آمده از هر دو روش با درصد رس و شن، می‌توان از بُعد فرکتال به عنوان شاخصی برای توصیف توزیع اندازه ذرات رسوبات استفاده کرد. همچنین می‌توان از روی درصد شن و یا رس بُعد فرکتال ذرات را با دقت قابل قبولی تخمین زد. ببرنژاد زیارت و همکاران (۱۳۹۶) از سه تابع فرکتالی برای توصیف اندازه ذرات در ۱۴ بند متوالی استفاده کردند و

نشان دادند انتقال رسوبات بیشتر از خاکهای اطراف به داخل بندها صورت گرفته بود. همچنین بر اساس بررسیهای رگرسیونی نشان دادند ارتباط قوی و معنی‌داری بین بُعد فرکتال با مقدار رس و شن وجود دارد. محمدی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی انجام شده روی خاکهای دانشگاه گیلان به این نتیجه رسیدند که بُعد فرکتال ذرات با مقدار رس همبستگی مثبت و با مقدار شن همبستگی منفی داشت. در بررسی انجام شده روی رسوبات پشت بندها در فلات لسی چین، نشان داده شد بُعد فرکتال ذرات یک پارامتر مفید و مناسب برای بررسی فرایندهای تخریب خاک است (Wei و همکاران ۲۰۱۶).



شکل۲- رابطه رگرسیونی بین بُعد فرکتال ذرات (db, dt) و درصدهای رس، سیلت و شن در بالادست همه بندها

نسبت غنی شدگی اجزاء بافت و عناصر غذایی در رسوبات پشت بندها در جدول ۱ ارائه شده است. نسبت غنی‌شدگی بیشتر از یک به این معنی است که غلظت عناصرغذایی در رسوبات پشت بند بیشتر از مناطق بالا دست می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در رسوبات لایه سطحی پشت بندها نسبت غنی شدگی برای فسفر، ازت، رس و سیلت بیشتر از یک است. این یافته ها نشان می‌دهد که در سالهای اخیر فرسایش خاک بالادست باعث خروج عناصر غذایی ازت و فسفر از خاک گردیده است. نسبت غنی شدگی کمتر از یک برای پتاسیم شاید به دلیل حلالیت بالای آن و خروج آن به صورت محلول از پشت بندها باشد. ولی ازت چون بیشتر به صورت آلی است و فسفر هم به دلیل حلالیت کم همراه ذرات پشت بندها رسوب

می‌کنند. نسبت غنی شدگی کمتر از یک برای شن می‌تواند به این دلیل باشد که ذرات شن به دلیل سنگین بودن به راحتی منقل نمی‌شوند و مقدار آنها در پشت بندها کمتر از خاک بالادست است. در مطالعات متعددی به کم شدن نسبت غنی شدگی با افزایش اندازه ذرات رسوب اشاره شده است (Zhang و همکاران ۲۰۰۵؛ Martinez-Mena و همکاران ۲۰۱۲؛ Tesfahunegn و Paul ۲۰۱۴). نسبت غنی شدگی بیشتر از یک برای سیلت می‌تواند به دلیل حساسیت زیاد آن به فرسایش باشد. Morgan (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که بین درصد سیلت خاک و فرسایش ارتباط نزدیکی وجود دارد. در رسوبات عمق دوم نسبت غنی شدگی فقط برای رس و فسفر بیشتر از یک شده است. دلیل اینکه نتایج تا حدودی با نتایج به دست آمده برای عمق اول متفاوت هستند شاید مربوط به تفاوت شدت بارندگیها و در نتیجه میزان و شدت رواناب در سالهای مختلف باشد. شاید کمتر بودن شدت رواناب در سالهای قبل قادر به انتقال ذرات سیلت کمتری بوده است و به همین دلیل نسبت غنی شدگی آن کمتر از یک است. ولی ذرات رس به دلیل سبک بودن با روانابها منتقل شده و در پشت بندها رسوب کرده‌اند که در نهایت منجر به نسبت غنی شدگی بیشتر از یک برای رس شده است. فسفر نیز چون حلالیت کمی دارد معمولا به صورت نامحلول همراه ذرات ریز خاک (رس) منتقل می‌شود.

جدول ۱- نسبت غنی شدگی عناصر غذایی و اجزاء بافت خاک در رسوبات پشت بندها

عمق (cm)	رس (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)
۰-۱۰	۱/۰۳	۰/۹۵	۱/۰۲	۰/۸۲	۱/۵۱	۱/۱
۱۰-۳۰	۱/۲	۰/۸۷	۰/۹۵	۰/۷۵	۱/۵۱	۰/۷۵

نتایج مقایسه آماری اجزاء بافت خاک (رس، سیلت و شن)، عناصر غذایی و بعد فرکتال رسوبات پشت بندها با خاک بالا دست در جدول (۲) ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهند بین عناصر غذایی N, P, K، و سیلت رسوبات لایه سطحی پشت بندها با خاک بالادست اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین برای عمق دوم علاوه بر موارد ذکر شده، بین بُعد فرکتال رسوبات پشت بندها با بُعد فرکتال خاک بالادست اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بنابراین برای بررسی دقیق ارتباط بین رسوبات پشت بندها با خاک بالادست بهتر است به جای یک عمق، از اعماق مختلف رسوبات پشت بندها نمونه برداری انجام شود.

جدول ۲- مقایسه اجزاء بافت خاک، عناصر غذایی و بُعد فرکتال رسوبات پشت بندها با خاک بالادست

عمق (cm)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	db	dt	سیلت (٪)	شن (٪)	رس (٪)
۰-۱۰	۰/۰۱۹*	۰/۰**	۰/۰۱۲*	۰/۳۸۸^{ns}	۰/۱۰۱^{ns}	۰/۰**	۰/۳۷۲^{ns}	۰/۴۸۸^{ns}
۱۰-۳۰	۰/۰**	۰/۰**	۰/۰**	۰/۰**	۰/۰**	۰/۰**	۰/۱۸۲^{ns}	۰/۳۲۴^{ns}

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد و اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

نتیجه گیری

نتایج آنالیز رگرسیونی نشان داد که با توجه به همبستگی بالا بُعد فرکتال با درصد رس و شن می‌توان از بُعد فرکتال به عنوان شاخصی برای توصیف توزیع اندازه ذرات رسوبات استفاده کرد. همچنین می‌توان از ذرات رس و شن برای تخمین بُعد فرکتال با دقت قابل قبولی استفاده کرد. با در نظر گرفتن داده‌های همه بندها، نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری بین N، P، K و سیلت خاک بالادست بندها و رسوبات لایه سطحی پشت بندها (عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری) وجود داشت و این اختلاف در رسوبات عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متری علاوه بر موارد ذکر شده برای بُعد فرکتال ذرات (db و dt) هم معنی‌دار بود. بنابراین بُعد فرکتال و درصد سیلت می‌توانند به عنوان معیارهای مناسبی برای تعیین جزء حساس به فرسایش آبی مورد استفاده قرار گیرند. اختلاف معنی‌دار بین عناصر غذایی در دو عمق رسوبات پشت بندها با خاک بالا دست بیانگر تاثیر زیاد فرسایش خاک در از دست رفتن عناصر غذایی از حوزه‌های آبخیز است. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان دهنده این است که از اطلاعات به دست آمده از رسوبات پشت بندها می‌توان برای بررسی بهتر اثرات فرسایش روی از دست رفتن خاک و عناصر غذایی استفاده کرد.

منابع:

ببرنژاد زیارت، ه.، ذوالفقاری، ع.ا.، یزدانی، م.ر.، هاشمی، ع.ا. و کیانیان، م.ک. ۱۳۹۶. ارزیابی کارایی مدلهای فرکتالی در توزیع اندازه ذرات رسوب (مطالعه موردی: فولاد محله سمنان). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱۵، ۷۱-۶۱.

Abedini, M., Md-Said, M.A., Ahmad, F. 2012. Effectiveness of check dam to control soil erosion in a tropical catchment (the UIu Kinta Basin). Catena, 97, 63-70.

Boardman, J. and Poesen, J. (Eds.). 2006. Soil erosion in Europe. John Wiley & Sons, England.

Follet, R.F. and Delgado, J.A. 2005. Nitrogen fate transport in agricultural systems". Soil Water Cons. Journal, 6, 205-202

Martinez-Mena, M., Lopez, J., Almagro, M., Albaladejo, J., Castillo, V., Ortiz, R. and Boix-Fayos, C. 2012. Organic carbon enrichment in sediments: Effects of rainfall characteristics under different land uses in a Mediterranean area". Catena, 94, 36-42.

Mena, M., Deeks, L.K., and Williams, A.G. 1999. An evaluation of a fragmentation dimension Technique to determine soil erodobility. Geoderma, 90: 87-98.

Mohammadi, M., Shabanpour, M., Mohammadi, M.H. and Davatgar, N. 2017. Characterizing spatial variability of soil textural fractions and fractal parameters derived from particle size distributions. Pedosphere, 29: 224-234.

Su, Y. Z., Zhao, H. L., Zhao W. Z. and Zhang, T. H. 2004. Fractal features of soil particle size distribution and the implication for indicating desertification. Geoderma, 122: 43–49.

Morgan, R.P.C. 2009. Soil erosion and conservation. John Wiley & Sons.

Tesfahunegn, G.B. and Paul, L.G. 2014. Assessing sediment-nutrient export rate and soil degradation in Mai-Negus catchment, northern Ethiopia. ISRN Soil Science, http://dx.doi.org/10.1155/2013/748561.

UNESCO, 2009. Integrated water resources management guidelines at river basin level. Part 1, 24p.

Vaezi, A.R., Abasi, M. Keestra, S. and Cerda, A. 2017. Assessment of soil particle erodibility and sediment trapping using check dams in small semi-arid catchments. Catena, 157, 227-240.

Wei, X., Li, X. and Wei, N. 2016. Fractal features of soil particle size distribution in layered sediments behind two check dams: Implications for the Loess Plateau, China. Geomorphology, 266: 133-145.

Zhang. F., He, X., Gao, X. and Tang, K. 2005. "Effects of erosion patterns on nutrient loss following deforestation on the Loess Plateau of China". Agriculture, Ecosystems and Environment, 108, 85–97.

Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Studying soil particle-size fractions and nutrient losses using sediments trapped in check dams

Hashemi[1], M., Amirian-Chakan[2, 3*], A., Faraji[3], M., Zolfeghari[4], A., Musaviun[5], J.

[1] M. Sc. Student, Range & Watershed Department, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran

[2] Assistant Prof., Department of Soil Science, Lorestan University, Iran

[3] Assistant Prof., Range & Watershed Department, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Iran

[4] Assistant Prof., Range & Department of Desert and Arid Land Management, Semnan University, Iran

[5] Senior expert, Natural Resources Headquarter, Khuzestan, Iran

Abstract

Comparing particle-size distribution and fertility status of the sediments trapped in check dams with soils of the associated watersheds gives useful clues for better management of soil and nutrient losses. In this study from the sediments trapped behind five check dams in Khaeis basin (Khuzestan province) two composite samples were taken from two depths (0-10 and 10-30 cm). Also, at each watershed 10 to 15 soil samples were taken from the depth of 0-10 cm. Fractal dimension of soil particles was calculated by fitting Bird et al. (2000) and Teyler and Wheatcraft (1992) models to the particle-size distribution at sampling points. Results showed significant differences between N, P, K and silt at the depth of 0-10 cm comparing to the soils of watersheds. At the depth of 10-30 cm, in addition to nutrients and silt, fractal dimensions also showed significant differences. Fractal dimensions had a positive correlation with clay content and a negative one with sand content. In general, results indicated by comparing fertility status and particle-size distribution of the trapped sediments with soils of the watersheds, the effects of soil erosion can be assessed accurately.

Keywords: Fractal dimension, particle-size fractions, soil erosion

*Corresponding author, Email: amirian.ar@lu.ac.ir