

مقدمه

بندهای اصلاحی معمولاً برای تثبیت رسوب گذاری، تله اندازی رسوب، کاهش سرعت آب، محدود کردن فرسایش حوزه آبخیز و افزایش ذخیره سازی مخازن سدها مورد استفاده قرار می گیرد، عابدینی و همکاران [۱]. در مناطقی که سرعت فرسایش خاک به دلیل بارش و رواناب ایجاد شده زیاد است ذرات ریز خاک دچار فرسایش زیادی می شوند، وانگ و همکاران [۲۶]، زو و همکاران [۲۹]. یکی از مهم ترین اقدامات مهندسی برای کنترل فرسایش خاک و هدر رفت آب در حوزه های آبخیز، بندهای اصلاحی هستند که نقش کلیدی و مهمی برای کاهش بار رسوبی رودخانه ایفا می کنند، ژائو و همکاران [۳۲]. بنابراین ساخت و ساز بندهای اصلاحی یک اقدام کنترلی مؤثر برای حفاظت آب و خاک می باشند. مقایسه بندهای اصلاحی با سایر اقدامات حفاظت آب و خاک جهت کاهش رسوب جریان نشان می دهد که مؤثرترین راه برای کاهش سریع رسوبات درشت وارد شده به رودخانه، بندهای اصلاحی می باشند، دا-چوان [۷].

بسیاری از ویژگی های فیزیکی خاک به صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر توزیع اندازه ذرات خاک^۵ می باشد، فیلگوریا و همکاران [۹]. توزیع اندازه ذرات خاک یکی از مهم ترین ویژگی های فیزیکی خاک است که تأثیر زیادی بر حرکت آب در خاک، بهره وری (حاصلخیزی) و فرسایش خاک دارد.

بعد فرکتال بافت خاک شاخص فیزیکی مناسبی برای توصیف توزیع اندازه ذرات خاک بوده و کاربردهای گوناگونی دارد. توزیع اندازه ذرات خاک اغلب برای طبقه بندی خاک همچنین تخمین خواص خاک های مختلف استفاده می شود، هیلل [۱۱]. توزیع اندازه ذرات خاک را می توان با استفاده از توابع توانی نظیر مدل های فرکتالی به صورت ریاضی بیان نمود. بنابراین تئوری فرکتال یک ابزار سودمند برای توصیف پدیده های دارای خصوصیات خود متشابه^۶ از جمله توزیع اندازه ذرات می باشد، تیلر و ویت کرافت [۲۳]. کاربرد هندسه فرکتال در علم خاک نشان می دهد که ویژگی های فرکتالی خاک، وجود محیط متخلخل با ترکیبات ذرات مختلف که شکل های نامنظم و ساختارهای خود تشابهی دارند را ارائه داده است، لیو و همکاران [۱۴]، ریو و اسپوسیتو [۱۹]، تیلر و ویت کرافت [۲۴]، زو و همکاران [۲۹].

روابط خطی قابل توجه بین ابعاد فرکتال و ذرات خاک نشان دهنده

بررسی ویژگی های فرکتالی لایه های مختلف رسوب پشت بندهای اصلاحی

علی حسن زاده^۱، سید مرتضی سیدیان^۲، حامد روحانی^۳ و معصومه فراستی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی دانه بندی رسوبات پشت بندهای اصلاحی از روابط فرکتالی استفاده شد. تعداد سه بند با ارتفاع دو، ۲/۲ و ۰/۶ متر انتخاب شد و گودالی به اندازه ارتفاع بند در پشت بند حفر گردید. سپس با توجه به رنگ لایه های رسوبی انباشته شده، ضخامت لایه ها تعیین و از هر لایه جهت تعیین دانه بندی ذرات رسوبی نمونه برداری صورت گرفت. رابطه فرکتالی بیرد و همکاران نتایج بهتری نسبت به چهار رابطه دیگر ارائه می دهد. در هر سه بند بعد فرکتال از لایه های بالا به پایین دارای افزایش و کاهش می باشد و تغییرات یکنواختی ندارد. در بند ۷۹ و ۸۰ بین بعد فرکتال با درصد ذرات شن و ماسه به ترتیب رابطه منفی و مثبت قابل توجهی وجود دارد. در بند ۸۱ نیز رابطه بعد فرکتال با ذرات شن منفی و با ذرات ماسه مثبت می باشد. به طور کلی خاک های دارای ذرات شن کم تر و ماسه بیشتر بعد فرکتال بیشتری دارند. مقایسه رسوبات لایه ای بند ۷۹، ۸۰ و ۸۱ نشان می دهد روند بین نقاط برگشتی بعد فرکتال و ذرات ماسه مشابه و برعکس روند خطی ذرات شن می باشد.

کلیدواژه ها: بند اصلاحی، دانه بندی رسوب، فرکتال، نقاط

برگشتی

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس.
- ۲- نویسنده مسئول و استادیار، گروه آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس. پست الکترونیک: s.m.seyedian@gmail.com
- ۳- استادیار، گروه آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس.
- ۴- دانشیار، گروه آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس.

5. Particle Size Distribution(PSD)

6. Self-Similar

در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه و ۱۷ ثانیه و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۹ دقیقه و ۳۲ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۱۸ دقیقه و ۱۴ ثانیه واقع شده است. آبخیز مذکور یک آبخیز نسبتاً کشیده می‌باشد. شیب متوسط آبخیز ۱۷/۱ درصد، حداقل ارتفاع آبخیز ۱۳۴۴/۲ متر در محل خروجی آبخیز و حداکثر ۲۸۳۰ متر از سطح آب‌های آزاد می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه در شهرستان و استان مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

برای نمونه‌برداری از رسوبات پشت مخازن بندهای اصلاحی ابتدا چاله‌ای حفر گردید تا امکان ورود به آن و نمونه‌برداری وجود داشته باشد. عمق چاله به اندازه ارتفاع بند اصلاحی می‌باشد. سپس با ورود به چاله و تعیین لایه‌های مختلف رسوب براساس رنگ و دانه‌بندی، از هر لایه یک نمونه برداشت شد. رسوبات برداشت شده با درج وزن و موقعیت جغرافیایی با کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه مکانیک خاک حمل گردید. ابتدا توسط آب اکسیژنه، مواد آلی نمونه‌های برداشت و حمل شده زدوده شد و سپس با استفاده از کوره با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. سپس دانه‌بندی انجام و توزیع دانه‌بندی ذرات رسم شد. مشخصات بندهای مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

توزیع اندازه ذرات خاک با استفاده از معادلات مختلف ریاضی قابل بررسی است. در این تحقیق از معادلات فرکتالی برای بررسی توزیع ذرات خاک استفاده می‌شود.

تیلر و ویت کرافت

تیلر و ویت کرافت مدل فرکتالی را بر پایه جرم ذرات اولیه خاک توسعه دادند. آن‌ها با فرض ثابت بودن جرم ویژه ذرات، رابطه تعداد - اندازه را به صورت جرم تجمعی ذرات کوچکتر از یک اندازه معین بیان کردند. آن‌ها جرم نرمال شده ذرات کوچکتر از یک اندازه معین را به صورت رابطه توانی (رابطه ۱) ارائه نمودند، تیلر و ویت کرافت [۲۴]:

$$\frac{M(d < d_i)}{M_T} = \left(\frac{d_i}{d_{max}} \right)^{3-D_m} \quad (1)$$

که M_T جرم کل نمونه رسوبات، d_i اندازه ذرات رسوبات، d_{max} قطر بزرگ‌ترین ذرات، D_m بعد فرکتال ذرات خاک می‌باشد.

کراوچنکو-ژانگ

برای توصیف توزیع اندازه ذرات خاک یک مدل فرکتال دو پارامتری با فرض فرکتال بودن توزیع اندازه ذرات خاک ارائه شد (رابطه ۲).

$$P(d) = \exp \left\{ \ln K_2 \left(\frac{3D^2 - 13D + 14}{D^2 - 5D + 4} + 1 \right) \times \ln d \right\} \quad (2)$$

K_2 : ضریب ثابت، D : بعد فرکتالی توزیع اندازه ذرات خاک و d : قطر ذرات می‌باشد.

این است که ابعاد فرکتال اندازه ذرات خاک پارامتر مفیدی می‌باشد که اطلاعاتی در مورد میزان تخریب خاک ارائه می‌دهد و پتانسیل بیابان‌زایی خاک را نیز تخمین می‌زند، سو و همکاران [۲۲]. پیوسته و همکاران [۱۸] نشان دادند با افزایش بعد فرکتال مقاومت خاکدانه‌ها در مقابل برخورد قطرات باران کاهش و مقدار فرسایش بیشتر می‌شود. همچنین با کاهش بعد فرکتال شدت رواناب به ترتیب به سرعت کاهش می‌یابد.

انجل‌مارتین و جاویرتاگواس [۲] توزیع اندازه ذرات خاک را با استفاده از توزیع جرمی فرکتال مدل‌سازی کردند. بیگی هرچگانی و بنی‌طالبی [۴] با استفاده از داده‌های هیدرومتری و تعیین بعد فرکتال با سه روش جرم-زمان، جرم-قطر و روش تعدیل‌شده‌ی جرم-قطر (کراوچنکو و ژانگ) نتیجه گرفتند که روش کراوچنکو و ژانگ مناسب‌ترین روش محاسبه‌ی بعد فرکتال ذرات بافت می‌باشد.

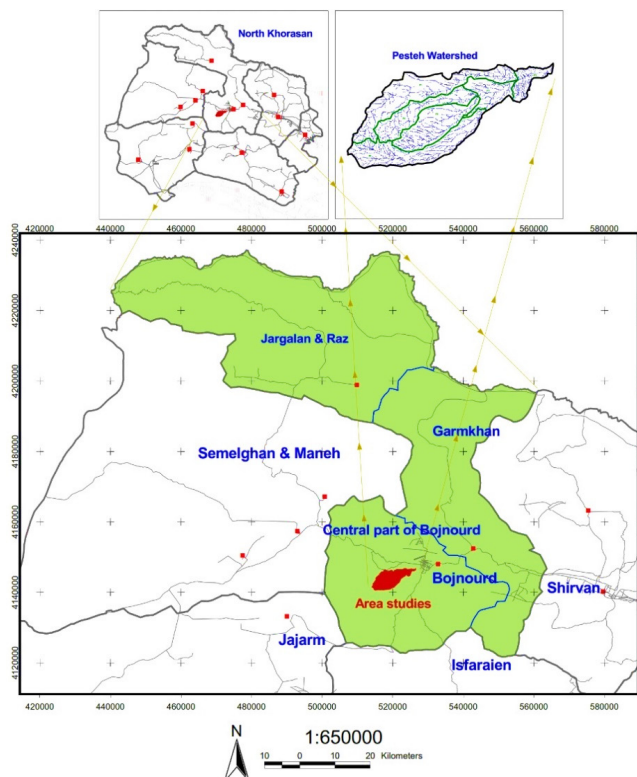
مهدی‌زاده و همکاران [۱۵] نشان دادند میانگین مقادیر ضریب تعیین در مدل‌های مختلف در دامنه (۰/۰-۹۱/۹۹) می‌باشد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ضریب تعیین به ترتیب مربوط به مدل فردلاند و مدل فرکتالی بیرد و همکاران می‌باشد. بربنژاد زیارت و همکاران [۳] نشان دادند که مدل‌های دو پارامتری بیرد و همکاران و کراوچنکو و ژانگ نسبت به مدل تک‌پارامتری تیلر و ویت کرافت با دقت بالاتری می‌توانند توزیع اندازه رسوبات را توصیف نمایند.

ژائو و همکاران [۳۱] مدل فرکتالی بیرد و همکاران را برای توصیف توزیع اندازه ذرات خاک‌های زراعی پایین‌دست سد مورد استفاده قرار دادند و نشان دادند تجزیه و تحلیل فرکتال می‌تواند یک روش مفید برای ارزیابی میزان فرسایش خاک ناشی از باد و آب، تخریب خاک ناشی از بیابان‌زایی خاک و همچنین اثر بند اصلاحی بر حفاظت خاک باشد. ژائو و همکاران [۳۰] برای توصیف توزیع اندازه ذرات رسوبات پشت بند اصلاحی در چین ۱۴ مدل را مورد ارزیابی قرار دادند. مقایسه مدل‌ها که براساس ضریب تعیین انجام شدند نشان داد مدل‌ها با پارامترهای بیشتر لزوماً نتایج بهتر و مناسب‌تری ارائه نمی‌دهند. همچنین مدل فرکتال دو پارامتری کراوچنکو و ژانگ نتایج ضعیف‌تری نسبت به دیگر مدل‌ها دارد.

مرور منابع نشان می‌دهد بعد فرکتال لایه‌های مختلف رسوبات پشت بندهای اصلاحی کم‌تر مورد توجه بوده است. بنابراین در این تحقیق ابتدا با استفاده از روابط فرکتالی، ابعاد فرکتال لایه‌های مختلف رسوب پشت بندهای اصلاحی تعیین و بهترین تابع فرکتالی انتخاب می‌گردد. سپس ارتباط درصد ذرات مختلف خاک در لایه‌های مختلف با بعد فرکتال بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز پسته بجنورد با مساحتی معادل ۴۲۱۴ هکتار از توابع بخش مرکزی شهرستان بجنورد و در جنوب شهرستان بجنورد و در فاصله حدود چهار کیلومتری غرب شهر بجنورد قرار دارد. این حوزه



شکل ۱- موقعیت منطقه در شهرستان و استان مورد مطالعه
 Fig 1. Location of the area in the city and province



شکل ۲- حفر گودال و نمونه‌گیری از لایه‌های مختلف خاک
 Fig 2. Pit drill and soil sampling of different layers

رابطه (۴).

$$P(d) = K + d^{3-D} \quad (4)$$

 K: ضریب ثابت می‌باشد و دیگر پارامترها مشابه رابطه بیرد و همکاران است.

نتایج

مقایسه روابط فرکتالی

در جدول ۲ ابعاد فرکتال توسط پنج رابطه (تیلر و ویت‌کرافت، پریر و بیرد، بیرد و همکاران، پریر و همکاران و کراوچنگو و ژانگ) برای تمام لایه‌های هر سه بند محاسبه شده است. از نظر تئوری بعد فرکتال باید بین دو تا سه باشد. در روش تیلر و ویت‌کرافت ابعاد

بیرد و همکاران
 توصیف توزیع اندازه ذرات خاک براساس مدل فرکتالی منفذ-ذره (تئوری PSF) به صورت رابطه (۳) ارائه می‌شود.

$$P(d) = c d^{3-D} \quad (3)$$

 P(d): جرم تجمعی ذرات با قطر معادل d , $d < d$: اندازه ذرات، D: بعد فرکتال جرمی توزیع اندازه ذرات یا منافذ، C: ضریب ثابت می‌باشد.

پریر و همکاران

پریر و همکاران [۱۷] نشان دادند که هم فاز جامد و هم منافذ خاک را می‌توان با قانون توانی توزیع ذرات خاک مدل‌سازی کرد)

و تقریباً منحنی قابل قبولی برآزش نمی‌شود بنابراین اعداد این رابطه به دلیل دقت بسیار کم و پراکندگی بسیار زیاد وارد جدول نشد. در روش بیرد و همکاران ابعاد فرکتال محاسبه شده در محدوده دو تا

فرکتال برای هر سه بند در تمام لایه‌ها بین سه تا چهار می‌باشد که از نظر تئوری قابل قبول نیست. پس از برآزش رابطه پریر و بیرد بر روی داده‌های هر لایه، مقادیر ضریب همبستگی بسیار پایین می‌باشد

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی بندهای اصلاحی حوزه آبخیز پسته

Table 1. Geographical location of check dams of Peste Watershed

وضعیت کاربری اراضی بالادست	Condition of upstream land use	عرض بستر Bed width(m)	ارتفاع سازه Check dam height(m)	ارتفاع از سطح دریا sea level(m)	مختصات جغرافیایی coordinates		شماره بند اصلاحی Check dam number	ردیف No.
					عرض latitude	طول longitude		
مرتعی	Grassland	6	2	1270	4144676	519649	79	1
کشاورزی / مرتعی	Agriculture/ Grassland	9	2	1297	4142500	519784	80	2
کشاورزی	Agriculture	13	2.6	1374	4140940	517748	81	3
کشاورزی	Agriculture	13	2.6	1374	4140940	517748	81	3

جدول ۲- روابط مختلف فرکتال در لایه‌های مختلف بند ۷۹، ۸۰ و ۸۱

Table 2. Different fractal relations in different layers of check dams 79, 80 and 81

تیلر و ویت‌کرافت Tyler and Wheatcraft	پریر و بیرد Perrier and Bird	بیرد و همکاران Bird et al.	پریر و همکاران Perrier et al.	کراوچنکو و ژانگ Kravchenko and Zhang	روابط Relation	
					ابعاد فرکتال Fractal dimension	
بند ۷۹ Check dam 79						
3.460	-	2.688	1.935	1.577	1	
3.437	-	2.559	1.602	2.821	2	
3.338	-	2.430	1.954	1.666	3	
3.394	-	2.595	1.839	1.605	4	
3.631	-	2.877	1.899	1.527	5	
بند ۸۰ Check dam 80						
3.416	-	2.588	1.848	1.607	1	
3.285	-	2.107	1.942	1.861	2	
3.457	-	2.731	1.798	1.564	3	
3.415	-	2.633	1.849	1.593	4	
3.668	-	2.664	1.148	2.871	5	
3.336	-	2.461	1.960	1.654	6	
3.420	-	2.659	1.934	1.585	7	
3.488	-	2.718	1.891	1.568	8	
بند ۸۱ Check dam 81						
3.461	-	2.688	1.935	1.576	1	
3.435	-	2.555	1.585	1.619	2	
3.338	-	2.430	1.954	1.666	3	
3.354	-	2.590	1.829	1.607	4	
3.716	-	2.877	1.899	1.527	5	

در بند ۸۰ (جدول ۴) به طور کلی ۹۶/۴۰ درصد ذرات خاک را شن و ماسه تشکیل می‌دهد. در بند ۸۱ نیز (جدول ۵) به طور میانگین ۹۵/۰۳ درصد از ذرات خاک را شن و ماسه تشکیل می‌دهد که مشابه بند ۸۰ می‌باشد. در بند ۸۰، درصد میانگین ذرات شن درشت، متوسط و ریز به ترتیب ۲۹/۰۱ درصد، ۸/۷۷ درصد و ۱۶/۲۳ می‌باشد که بیشترین ذرات خاک را شن درشت و ریز و کمترین ذرات را شن متوسط تشکیل داده است.

در بند ۸۱ بیشترین ذرات خاک با درصد میانگین ۱۷/۶۲ درصد و ۱۴/۵۸ درصد به ترتیب مربوط به ماسه درشت و ماسه ریز و کمترین ذرات خاک با درصد میانگین ۱۰/۱۸ درصد مربوط به ماسه متوسط است. نتایج کلی بند ۷۹، ۸۰ و ۸۱ نشان می‌دهد که غالب ذرات خاک به صورت شن و ماسه درشت و ریز بوده است.

روند توزیع ذرات شن و ماسه بند ۷۹ در لایه‌های مختلف رسوبات پشت بندهای اصلاحی نشان داده شده است (شکل ۳). با توجه به شکل ۳-الف شیب کلی ذرات شن ۱۰/۷۳۴- می‌باشد که از لایه یک به سمت لایه پنج روند کاهشی زیادی دارد. شیب کلی ذرات شن با دانه‌بندی درشت، متوسط و ریز نیز دارای روند کاهشی می‌باشند.

با توجه به شکل ۳-ب شیب کلی خط برای ذرات ماسه ۶/۴۱۹ می‌باشد که برعکس ذرات شن از لایه‌ی یک به سمت لایه پنج روند افزایشی زیادی داشته است و ذرات ماسه با دانه‌بندی متوسط و ریز نیز روند افزایشی داشته ولی ذرات ماسه با دانه‌بندی درشت روند کاهشی دارد. ژائو و همکاران [۳۰] ثابت کردند که عملکرد مدل PSD تحت تأثیر کلاس‌های بافت خاک می‌باشد و خاک‌های رسوبی محتوی ماسه منعکس‌کننده میزان فرسایش خاک و فرآیندهای رسوب‌گذاری است و وقتی میزان شن و ماسه بیش از ۵۰ درصد باشد عملکرد مدل فرکتال بهتر می‌باشد.

شکل ۴-الف نشان می‌دهد که شیب کلی ذرات شن ۱/۴۸۸- می‌باشد و از لایه‌های بالا به پایین روند کاهشی دارد و ذرات شن با

سه می‌باشد و پراکندگی مناسبی در لایه‌های مختلف هر سه بند دارد. ابعاد فرکتال در روش پریر و همکاران بین یک تا دو می‌باشد که با تئوری فرکتال همخوانی ندارد. روش کراوچنکو و ژانگ نیز مانند پریر و همکاران ابعاد فرکتال را بین یک تا دو محاسبه کرده است و فقط در دو لایه بعد فرکتال بین دو تا سه می‌باشد.

با توجه به نظریه‌ی فرکتال در علوم خاک و همچنین یافته‌های تجربی پژوهشگران ببرزاد زیارت و همکاران [۳]، نبی‌زاده [۱۶]، سرشوق [۲۰]، فیلگویرا و همکاران [۹]، سپاسخواه و تافته [۲۱]، در بین پنج روش مختلف فرکتال روش پریر و همکاران به عنوان روش مناسب برای تعیین توزیع اندازه ذرات در پشت بندهای اصلاحی انتخاب شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

دانه‌بندی ذرات خاک و ابعاد فرکتال

جدول ۳ دانه‌بندی ذرات خاک و بعد فرکتال برای پنج لایه‌ی رسوبی در بند ۷۹ را نشان می‌دهد. ذرات شن با محدوده‌ی درصدی بین ۴/۵۱ درصد (لایه پنج) و ۸۲/۴۷ درصد (لایه سه) و میانگین ۵۶/۴۹ درصد غالب اندازه ذرات خاک را تشکیل می‌دهد و ذرات شن با دانه‌بندی درشت و ریز به ترتیب با میانگین ۲۰/۱۷ درصد و ۲۱/۶۹ درصد ذرات دیگر خاک را تشکیل می‌دهند. ذرات شن متوسط با محدوده‌ی درصدی بین ۱/۲۶ درصد (لایه پنج) و ۲۴/۶۸ درصد (لایه دو) کمترین نسبت را دارد.

ذرات ماسه نیز با محدوده‌ی درصدی بین ۱۶/۰۸ درصد (لایه سه) و ۶۶/۵۶ درصد (لایه پنج) و میانگین ۳۲/۲۹ درصد غالب اندازه ذرات خاک را بعد از شن تشکیل می‌دهد و ذرات ماسه با دانه‌بندی درشت و ریز به ترتیب با میانگین ۱۴/۳۹ درصد و ۱۳/۱۱ درصد بیشترین ذرات خاک بعد از شن درشت و شن ریز می‌باشند. ذرات ماسه متوسط نیز با محدوده‌ی درصدی بین ۲/۳۲ درصد (لایه سه) و ۱۸/۹۹ درصد (لایه پنج) و میانگین ۷/۷۸ درصد کمترین نسبت را در بین ذرات خاک دارد.

جدول ۳- دانه‌بندی ذرات خاک و ابعاد فرکتال لایه‌های رسوبی بند ۷۹

Table 3. Particle size distribution and fractal dimensions of check dam 79 sedimentation layers

ابعاد فرکتال Fractal dimension(D_m)	دانه‌بندی ذرات خاک Particle size distribution (PSD _s)								لایه‌های رسوبی Sediment layers
	ماسه Sand				شن Gravel				
	ماسه ریز Fine sand	ماسه متوسط Medium sand	ماسه درشت Coarse sand	ماسه Sand	شن ریز Fine gravel	شن متوسط Medium gravel	شن درشت Coarse gravel	شن Gravel	
2.688	8.48	5.45	18.61	32.54	24.37	16.25	20.41	61.03	1
2.559	10.65	7.55	14.37	32.56	37.21	24.68	2.49	64.37	2
2.430	3.78	2.32	9.98	16.08	12.61	12.28	57.58	82.47	3
2.595	5.94	4.63	18.15	28.71	31.56	18.65	19.86	70.07	4
2.877	36.72	18.99	10.86	66.56	2.71	1.26	0.55	4.51	5

جدول ۴- دانه‌بندی ذرات خاک و ابعاد فرکتال لایه‌های رسوبی بند ۸۰

Table 4. Particle size distribution and fractal dimensions of check dam 80 sedimentation layers

ابعاد فرکتال Fractal dimension(D_m)	دانه‌بندی ذرات خاک Particle size distribution(PSD _s)								لایه‌های رسوبی Sediment layers
	ماسه Sand				شن Gravel				
	ماسه ریز Fine sand	ماسه متوسط Medium sand	ماسه درشت Coarse sand	ماسه Sand	شن ریز Fine gravel	شن متوسط Medium gravel	شن درشت Coarse gravel	شن Gravel	
2.588	8.20	4.59	14.04	26.83	23.88	16.54	30.57	70.99	1
2.107	2.93	1.92	4.99	9.84	6.18	9.44	73.96	89.58	2
2.731	25.55	18.91	42.08	86.53	8.25	1.32	1.59	11.16	3
2.633	7.79	6.37	22.14	36.30	29.77	15.57	17.05	62.39	4
2.664	43.78	32.23	7.70	83.71	1.16	0.42	0.00	1.58	5
2.461	3.59	2.30	9.32	15.20	16.61	8.37	58.48	83.46	6
2.659	9.63	6.19	18.70	34.51	19.98	10.11	33.59	63.68	7
2.718	15.19	8.95	22.02	46.16	24.01	8.46	16.86	49.33	8

جدول ۵- دانه‌بندی ذرات خاک و ابعاد فرکتال لایه‌های رسوبی بند ۸۱

Table 5. Particle size distribution and fractal dimensions of check dam 81 sedimentation layers

ابعاد فرکتال Fractal dimension (D_m)	دانه‌بندی ذرات خاک Particle size distribution(PSD _s)								لایه‌های رسوبی Sediment layers
	ماسه Sand				شن Gravel				
	ماسه ریز Fine sand	ماسه متوسط Medium sand	ماسه درشت Coarse sand	ماسه Sand	شن ریز Fine gravel	شن متوسط Medium gravel	شن درشت Coarse gravel	شن Gravel	
2.824	33.87	14.65	17.08	65.60	8.65	5.38	16.92	30.94	1
2.678	8.39	5.27	16.15	29.80	28.22	20.10	18.56	66.87	2
2.161	7.24	4.08	14.65	25.96	15.34	16.58	38.31	70.22	3
2.300	11.93	6.98	17.37	36.28	31.94	19.21	7.37	58.52	4
2.408	15.10	8.04	20.38	43.51	19.87	14.57	13.10	47.53	5

و با بند ۷۹ و ۸۰ که روند آن افزایشی است متفاوت می‌باشد. ذرات ماسه متوسط و ریز نیز روندی کاهشی دارند ولی ماسه درشت روند افزایشی دارد.

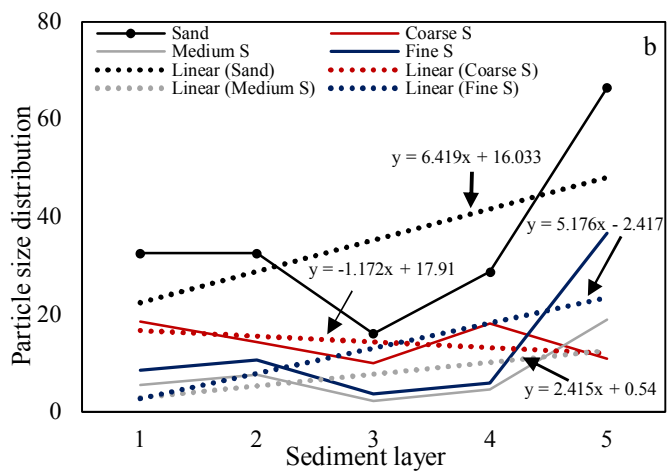
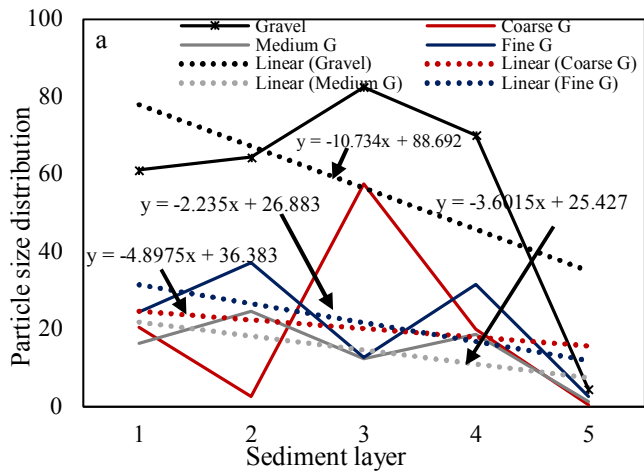
جداول ۳، ۴ و ۵ نشان می‌دهد اختلاف قابل توجهی در دانه‌بندی ذرات به‌ویژه ذرات شن و ماسه درشت و ریز در لایه‌های مختلف مشاهده می‌گردد. به‌منظور بررسی تغییرات ذرات مختلف در هر لایه، ضریب تغییرات ذرات خاک در هر لایه در بندهای مختلف در شکل ۶ نشان داده شده است.

ضریب تغییرات ذرات شن و ماسه در بند ۷۹ تغییرات زیادی

دانه‌بندی درشت و متوسط نیز روند کاهشی داشته ولی ذرات شن ریز روند افزایشی داشته است.

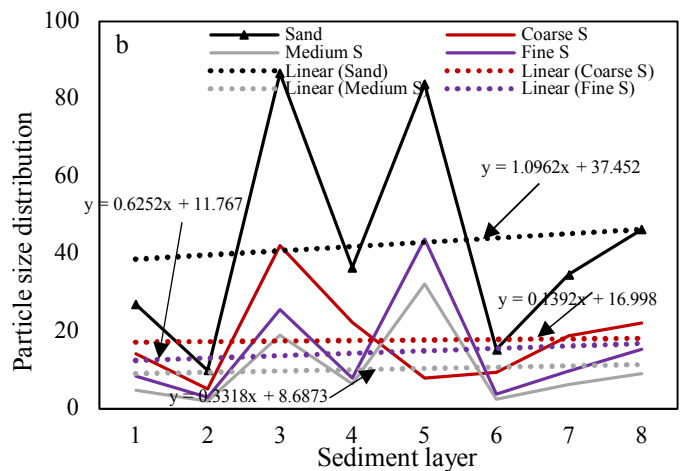
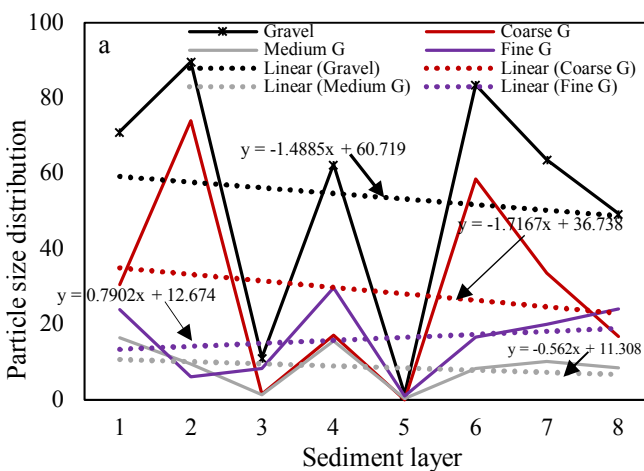
شکل ۴- ب شیب کلی ذرات ماسه را ۱/۰۹۶۲ نشان می‌دهد که شبیه بند ۷۹ روند افزایشی دارد و ذرات شن با دانه‌بندی درشت، متوسط و ریز نیز روند افزایشی دارند.

در بند ۷۹ و ۸۰ ذرات شن از لایه‌های بالا به پایین کاهش می‌یابند که با بند ۸۱ متفاوت است. در بند ۸۱ ذرات شن متوسط و ریز نیز روند افزایشی دارند و فقط ذرات شن درشت روند کاهشی دارد. در شکل ۵-ب شیب خط ذرات ماسه ۳/۷۷- است و روند کاهشی دارد



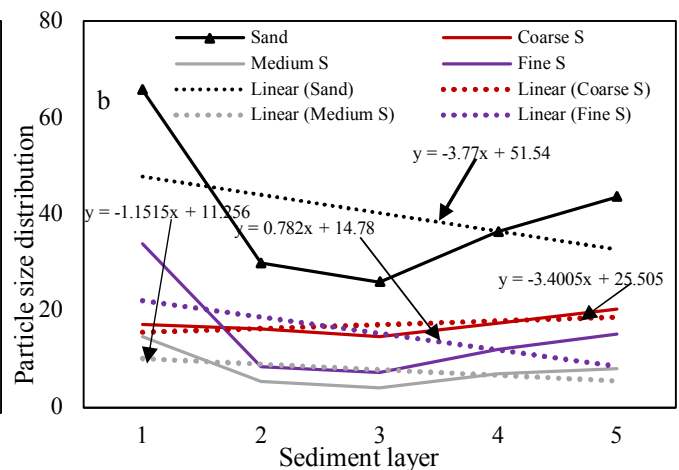
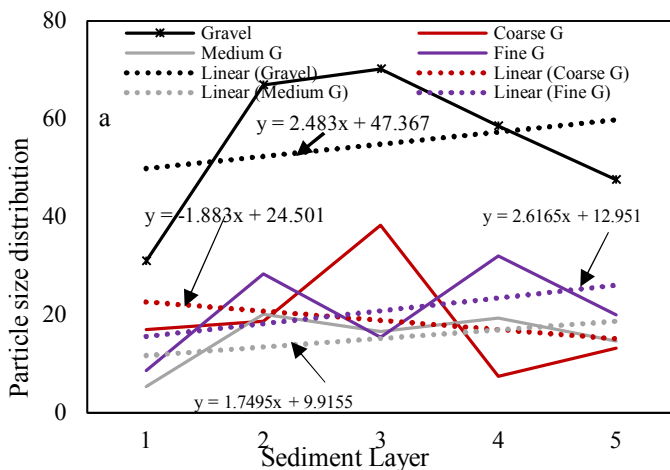
شکل ۳- روند تغییرات دانه‌بندی رسوبات در لایه‌های مختلف در بند ۷۹: الف) شن، ب) ماسه

Fig 3. Sediment PSD trend changes in different layer in check dam 79: a) Gravel, B) Sand



شکل ۴- روند تغییرات دانه‌بندی رسوبات در لایه‌های مختلف در بند ۸۰: الف) شن، ب) ماسه

Fig 4. Sediment PSD trend changes in different layer in check dam 80: a) Gravel, B) Sand

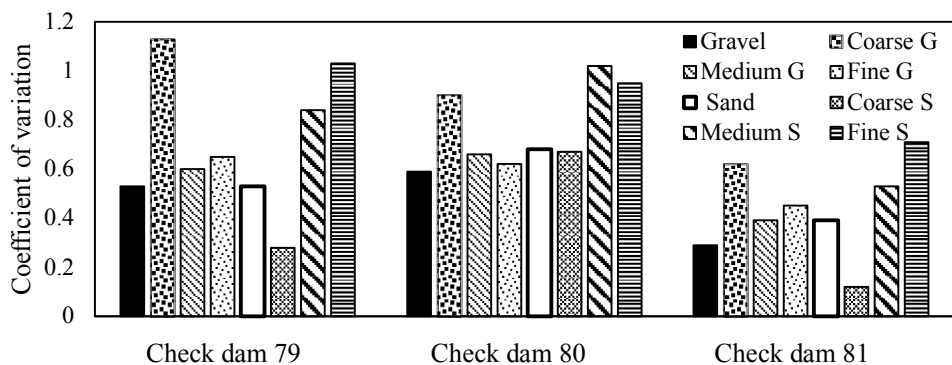


شکل ۵- روند تغییرات دانه‌بندی رسوبات در لایه‌های مختلف در بند ۸۱: الف) شن، ب) ماسه

Fig 5. Sediment PSD trend changes in different layer in check dam 81: a) Gravel, B) Sand

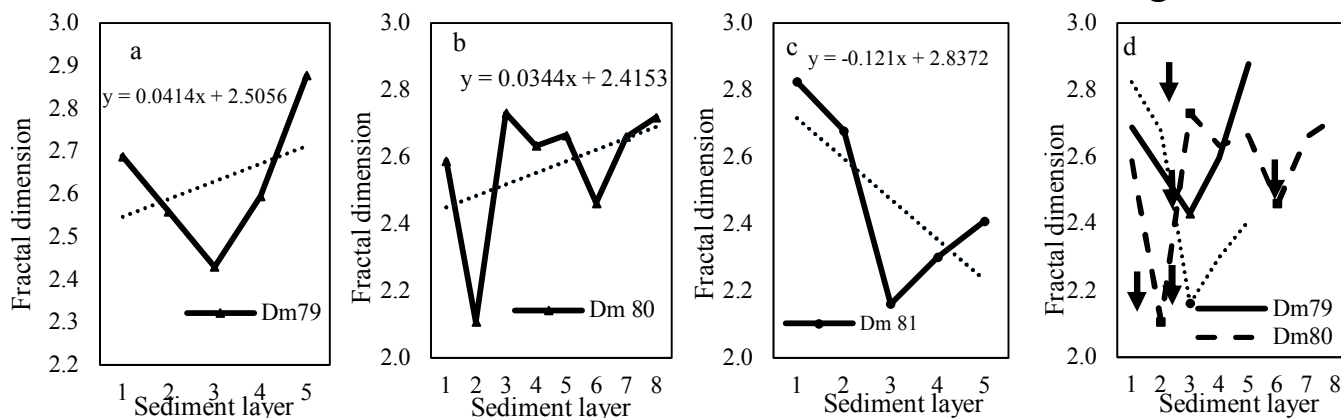
بیشتری دارند. ضریب تغییرات شن درشت در بندهای ۷۹، ۸۰ و ۸۱ به ترتیب ۱/۱۳، ۰/۹۰ و ۰/۶۲ است که در مقایسه با شن ریز (۰/۶۵)

ندارد $CV=(0/53)$. در بند ۸۰ و ۸۱ ضریب تغییرات ذرات ماسه بیشتر از شن می‌باشد که نشان می‌دهد ذرات ریزتر ضریب تغییرات



شکل ۶- ضریب تغییرات شن و ماسه با دانه بندی درشت، متوسط و ریز در بندهای ۷۹، ۸۰ و ۸۱

Fig 6. Coefficient variation of sand and gravel with coarse, medium and fine in check dam 79, 80 and 81



شکل ۷- تغییرات ابعاد فرکتال در لایه های مختلف رسوب در بند: الف) ۷۹، ب) ۸۰، ج) ۸۱ و د) نمایش نقاط برگشتی در هر سه بند

Fig 7. Fractal dimensions changes in different layers of sediment in check dam: a) 79, b) 80, c) 81; and d) showing the return points in all check dams

نقاط برگشتی هستند. نقاط برگشتی نقاطی هستند که روند تغییرات بعد فرکتال تغییر می کند و از کاهشی به افزایشی و یا از افزایشی به کاهشی تغییر می کند.

در شکل ۸ رابطه ای بین بعد فرکتال و درصد ذرات خاک شن، شن درشت، متوسط و ریز و ذرات ماسه، ماسه درشت، متوسط و ریز در هر لایه رسوبی برآزش شده است. بعد فرکتال در بند ۷۹ رابطه ای منفی قابل توجهی با درصد ذرات شن دارد ($R^2=0.88$) و دیگر ذرات شن (شن درشت، متوسط و ریز) نیز رابطه منفی دارند (شکل ۸-الف). در شکل ۸-ب با افزایش ذرات ماسه بعد فرکتال نیز از لایه های بالا به پایین افزایش می یابد و رابطه ای مثبت قابل توجهی بین بعد فرکتال و درصد ذرات ماسه وجود دارد. درصد ذرات ماسه متوسط و ریز نیز رابطه ای مثبت خوبی با بعد فرکتال دارند ولی ذرات ماسه درشت ارتباط مثبت بسیار ضعیفی دارد.

در بند ۸۰ رابطه بعد فرکتال و درصد ذرات شن منفی است (شکل ۸-ج). ذرات شن درشت نیز ارتباط منفی خوبی با بعد فرکتال دارند اما ذرات شن متوسط رابطه منفی ضعیف و ذرات شن ریز نیز رابطه

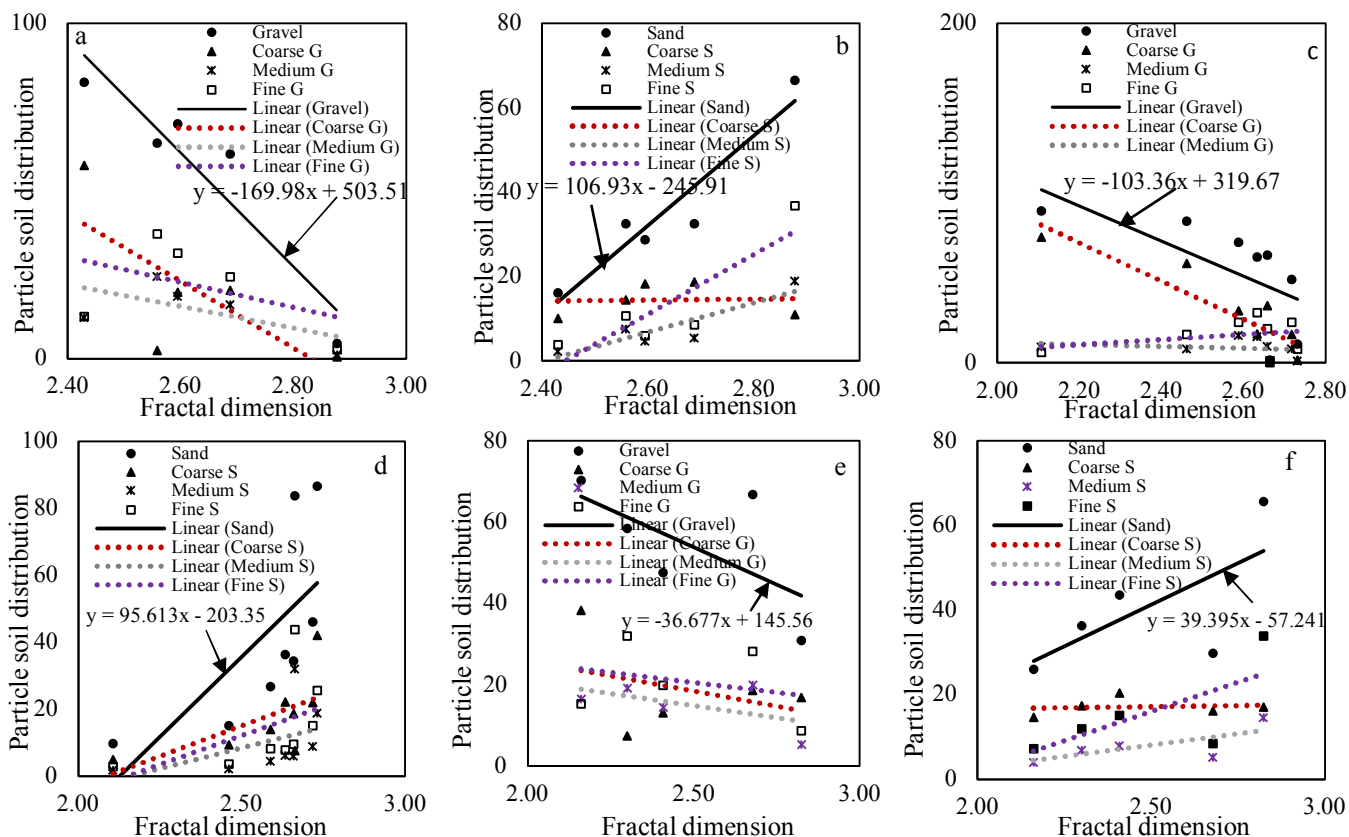
۰/۶۲ و ۰/۴۵) بیشتر می باشد. ضریب تغییرات ماسه ریز در هر سه بند (۱/۰۳، ۱/۹۵ و ۰/۷۱) بیشتر از ماسه درشت (۰/۲۸، ۰/۶۷ و ۰/۱۲) می باشد. به طور کلی مقدار تغییرات ذرات شن درشت و ماسه ریز در لایه های مختلف هر بند نسبت به شن ریز و ماسه درشت بیشتر می باشد.

مقادیر فرکتال دانه بندی ذرات خاک برای بند ۷۹ محدوده ای بین ۲/۴۳ (لایه سه) تا ۲/۸۷۷ (لایه پنج)، بند ۸۰ از ۲/۱۰۷ (لایه دو) تا ۲/۷۳۱ (لایه سه) و بند ۸۱ از ۲/۱۶۱ (لایه سه) تا ۲/۸۲۴ (لایه یک) دارد.

در شکل ۷-الف، ب و ج تغییرات بعد فرکتال در لایه های مختلف به ترتیب در بندهای ۷۹، ۸۰ و ۸۱ آورده شده است.

بعد فرکتال لایه های رسوبی در هر سه بند در شکل ۷-د نشان داده شده است. بند ۷۹ و بند ۸۱ که دارای پنج لایه رسوبی می باشند و فقط در لایه سه، دارای نقطه برگشتی^۱ می باشد ولی در بند ۸۰ که دارای هشت لایه رسوبی است لایه های دو، سه و شش دارای

1. Turning Point



شکل ۸- رابطه خطی بین بعد فرکتال و درصد ذرات خاک: الف) بند ۷۹ ذرات شن، ب) بند ۷۹ ذرات ماسه، ج) بند ۸۰ ذرات شن، د) بند ۸۰ ذرات ماسه، ه) بند ۸۱ ذرات شن، و) بند ۸۱ ذرات ماسه

Fig 8. Linear relationship between fractal dimension and percentage of soil particles: a) gravel in check dam 79, b) sand in check dam 79, c) gravel in check dam 80, d) sand in check dam 80, e) gravel in check dam 81, f) sand in check dam 81

دارد و ذرات ماسه با بعد فرکتال همبستگی منفی دارند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد. هیونگ و ژان [۱۳] دریافتند که ابعاد فرکتال با ذرات رس رابطه مستقیم و با ذرات ماسه رابطه غیرمستقیم دارند که با نتایج این پژوهش مطابقت ندارد.

تیلر و ویت کرافت [۲۴]، بایتلی و همکاران [۵] و هیونگ و ژان [۱۲] نشان دادند ابعاد فرکتال به شدت وابسته به بافت خاک است و بعد فرکتال با ذرات ماسه رابطه عکس دارند که مشابه نتایج این تحقیق است. لیو و همکاران [۱۴] با بررسی روابط بین ابعاد فرکتال، ذرات خاک و تخلخل نشان دادند بین بعد فرکتال و ذرات شن و ماسه همبستگی منفی وجود دارد که در مورد ذرات شن مشابه نتایج این تحقیق و مخالف نتایج مربوط به ذرات ماسه است.

بعد فرکتال پارامتر مهمی است که می توان با استفاده از آن تغییرات کاربری و مقدار فرسایش پذیری یک منطقه را تحلیل نمود. همچنین در اغلب مناطق، مقدار کم فرکتال بیانگر فرسایش پذیر بودن آن است، وی و همکاران [۲۷]، سو و همکاران [۲۲] نیز دریافتند که اگر بعد فرکتال کوچکتر باشد، زمین نسبت به فرسایش خاک مستعدتر است. فرسایش پذیری خاک تابع عوامل متعددی است که تحلیل آن نیاز به بررسی تمام عوامل مؤثر به صورت یکپارچه دارد. همچنین بررسی این عوامل در یک بازه زمانی طولانی باعث می گردد تغییرات

مثبت ضعیفی دارند. رابطه ذرات ماسه با بعد فرکتال در بند ۸۰ مثبت است (شکل ۸-د) $(R^2=0/464)$ و ذرات ماسه درشت، متوسط و ریز نیز رابطه مثبت دارند.

با توجه به (شکل ۸-ه) در بند ۸۱ رابطه ی بعد فرکتال با ذرات شن، شن درشت، متوسط و ریز منفی است $(R^2=0/391)$. ذرات ماسه با بعد فرکتال رابطه ی مثبتی دارند (شکل ۸-و). ذرات ماسه متوسط و ریز ارتباط مثبت بهتری دارند ولی ذرات ماسه درشت رابطه مثبت ضعیفی دارند. به طور کلی شکل ۸ نشان می دهد خاک های محتوی ذرات شن کم تر و ماسه بیشتر بعد فرکتال بیشتری دارند.

بحث و نتیجه گیری

ژائو و همکاران [۲۶] مشاهده کردند که همبستگی قابل توجهی بین بعد فرکتال با ذرات ماسه وجود دارد اما در این تحقیق دقت روابط بعد فرکتال با ذرات شن و ماسه در هر بند تفاوت قابل توجهی ندارد. ببرنژاد زیارت و همکاران [۳] نتیجه گرفتند که ارتباط قوی و معنی داری بین ابعاد فرکتال و درصد دانه بندی ذرات خاک وجود دارد و روند تغییرات ابعاد فرکتال با درصد ذرات ماسه منفی است و با افزایش بعد فرکتال درصد ماسه کاهش می یابد که با نتایج این پژوهش همخوانی ندارد. همچنین ارساهین و همکاران [۸] و سو و همکاران [۲۲] نتیجه گرفتند روابط خطی قابل توجهی بین بعد فرکتال و درصد ذرات خاک وجود

موضعی تأثیر زیادی بر روی نتایج نداشته باشد.

کاهش می‌دارد. مشاهده می‌گردد اختلاف قابل توجهی در دانه‌بندی ذرات خاک در لایه‌های مختلف به‌ویژه ذرات شن و ماسه وجود دارد و ضریب تغییرات در هر سه بند برای ذرات ماسه و شن با تغییرات اندازه ذرات متفاوت می‌باشد. که می‌توان از این نتایج در مباحث فرسایش و حفاظت خاک در بندهای اصلاحی استفاده کرد.

۲- در هر بند بعد فرکتال لایه‌های رسوبی از بالا به پایین افزایش کاهش داشته و در هر بند نقاط برگشتی متفاوت بوده است که نتیجه گرفته می‌شود عامل مؤثر بر نقاط برگشتی بعد فرکتال، دانه‌بندی ذرات خاک نیست بلکه تغییرات لایه‌های رسوبی مجاور بر روند کلی ذرات خاک و نقاط برگشتی تأثیر داشته است.

۳- نتایج رگرسیون خطی نشان می‌دهد که بین بعد فرکتال و دانه‌بندی ذرات شن همبستگی منفی ولی برای ذرات ماسه همبستگی مثبت وجود دارد و تغییرات بعد فرکتال در لایه‌های رسوبی از بالا به پایین با کاهش شن و افزایش ماسه، افزایش یافته است.

۴- فرسایش‌پذیری خاک به عوامل مختلفی بستگی دارد اما در صورتی که رابطه فرسایش‌پذیری با دانه‌بندی خاک مورد نظر می‌باشد بعد فرکتال می‌تواند تحلیل جامعی از وضعیت فرسایش خاک ارائه دهد. به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه بعد فرکتال با میزان فرسایش رابطه مستقیم دارد. کاهش بعد فرکتال بیانگر کاهش فرسایش و افزایش بعد فرکتال نشان دهنده افزایش فرسایش می‌باشد.

منابع

1. Abedini, M. Said, M. A. M. and Ahmad, F. 2012. Effectiveness of check dam to control soil erosion in a tropical catchment(The Ulu Kinta Basin). Catena. 97:63-70.

2. Angel Martin, M. and Javier Taguas, F. 1998. Fractal modelling, characterization and simulation of particle-size distributions in soil. Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 454(1973):1457-1468.

3. Babrnejad Ziarat, H. Zolfaghari, A. A. Yazdani, M. R. Hashemi, A. A. and Kiyaniyan, M. K. Evaluation of Fractal Models in Describing Particle Size Distribution of Sediment(Case of study: Fooladmahale of Semnan). Journal of Watershed Management Research. 15(8):1-72.(In Persian)

4. Beigi Harchegani, H. and Banitalebi, G. 2015. Comparison of methods for calculating fractal dimension of tissue and selecting appropriate method: Case study in Taqanak Soils, Shahrekord Journal of Water and Soil Science(Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 70(18):327-338.

5. Bittelli, M. Campbell, G. S. and Flury, M.(1999). Characterization of particle-size distribution in soils with a fragmentation model. Soil Science Society of America Journal. 63(4): 782-788.

6. Bonilla, C. A. and Johnson, O. I. 2012. Soil erodibility

در مناطق نیمه‌خشک مانند منطقه مورد مطالعه ذرات ریز خاک به‌شدت در معرض فرسایش می‌باشند و به‌راحتی توسط جریان آب به پایین‌دست حمل می‌شوند، بونیل و جانسون [۶]، فوستر و همکاران [۱۰]، ویچمایر و اسمیت [۲۸]. دانه‌بندی ذرات خاک در مخزن بندهای اصلاحی نشان داد مقدار ذرات ریز شامل رس و سیلت بسیار کم می‌باشد. وجود ذرات رس می‌تواند باعث تراکم بافت خاک شود ولی به‌دلیل نبود ذرات آلی در مناطق نیمه‌خشک پایداری این ذرات کم می‌باشد، واعظی و اکبری [۲۵]. عدم وجود ذرات رس در بافت خاک می‌تواند پتانسیل فرسایش خاک را افزایش دهد. دانه‌بندی خاک در مخازن بندهای اصلاحی نشان می‌دهد مقدار رس در خاک منطقه بسیار کم می‌باشد. با کاهش مقدار رس و سیلت و افزایش مقدار ماسه بعد فرکتال افزایش می‌یابد، زو و همکاران [۲۹] و این موضوع می‌تواند با فرسایش بیشتر ارتباط داشته باشد، ژائو و همکاران [۳۱].

تغییرات بعد فرکتال در لایه‌های مختلف خاک در مخازن بندهای اصلاحی مورد مطالعه روند یکنواختی ندارد. در بند ۷۹ از لایه بالا تا سوم بعد فرکتال کاهش می‌یابد که نشان می‌دهد مقدار فرسایش در بالادست کاهش داشته است. از لایه سوم تا پنجم فرکتال افزایش می‌یابد که بیانگر فرسایش بیشتر است. مقدار فرسایش به عوامل زیادی وابسته است اما به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت بعد از احداث بند ۷۹ فرسایش در بالادست کاهش و سپس افزایش یافته است که ممکن است به پوشش گیاهی و یا شدت بارندگی ارتباط داشته باشد.

در بند ۸۰ بعد فرکتال در لایه دوم کاهش شدید دارد و در لایه‌های دیگر تغییرات آن زیاد نیست. در بالادست این بند فرسایش تغییرات زیادی نداشته است و فقط مقدار فرسایش در لایه دوم کم‌تر از لایه‌های دیگر است. به‌طور کلی بعد از احداث بند ۸۰ فرسایش در بالادست تغییر قابل توجهی ندارد.

در بند ۸۱ از لایه اول تا سوم بعد فرکتال کاهش زیادی دارد و سپس به مقدار کمی افزایش می‌یابد. بعد از احداث بند فرسایش به مقدار کمی کاهش و سپس به مقدار زیادی افزایش یافته است.

به‌طور کلی تغییرات بعد فرکتال خاک انباشته شده در بند ۷۹ و ۸۱ نشان می‌دهد مقدار فرسایش در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است ولی در بند ۸۰ تغییرات زیادی ندارد. دانه‌بندی ذرات خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌باشد. در این مطالعه ابعاد فرکتال برای ارزیابی ویژگی‌های دانه‌بندی ذرات خاک برای رسوبات لایه‌ای بندهای ۷۹، ۸۰ و ۸۱ مورد استفاده قرار گرفت که نتایج زیر به‌دست آمدند:

۱- غالب ذرات خاک در هر سه بند به‌صورت شن، ماسه درشت و ریز بوده است و به‌طور کلی در بندهای ۷۹ و ۸۰ ذرات شن از لایه‌های بالا به پایین روند کاهشی و ذرات ماسه روند افزایشی دارند اما در بند ۸۱ شیب کلی ذرات شن روند افزایشی ذرات ماسه روند

porosity, and soil water properties: II. Applications. Soil Science Society of America Journal. 55(5):1239-1244.

20. Sarshogh, M. 2009. The effect of slope direction and position on a number of morphological, physical, chemical and mineralogical characteristics of soils in Chehelgard area of Chaharmahal va Bakhtiari province. Thesis Master of Science in Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.(In Persian)

21. Sepaskhah, A. R. and Tafteh A. 2013. Pedotransfer function for estimation of soil-specific surface area using soil fractal dimension of improved particle-size distribution. Archives of Agronomy and Soil Science. 59(1):93-103.

22. 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(1):43-49.

23. Tyler, S. W. and Wheatcraft, S. W. 1989. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation. Soil Science Society of America Journal. 53:987-996.

24. Tyler, S. W. and Wheatcraft, S. W. 1992. Fractal scaling of soil particle size distributions: analysis and limitations. Soil Science Society of America Journal. 56: 362-369.

25. Vaezi, A. R. and Akbari, S. 2015. Investigating Aggregates Stability Against Raindrops Impact in Some Soils of a Semi-arid Region, North West of Zanjan. Water and soil science. 25(2):65-77. (In Persian).

26. Wang, D. Fu, B. Zhao, W. Hu, H. and Wang, Y. 2008. Multifractal characteristics of soil particle size distribution under different land-use types on the Loess Plateau, China. Catena. 72:29-36.

27. 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.

28. Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Department of Agriculture, Science and Education Administration. 537:13-27.

29. Xu, G. Li, Z. and Li, P. 2013. Fractal features of soil particle-size distribution and total soil nitrogen distribution in a typical watershed in the source area of the middle Dan River, China. Catena. 101:17-23.

30. Zhao, P. Shao, M. A. and Horton, R. 2011. Performance of soil particle-size distribution models for describing deposited soils adjacent to constructed dams in the China Loess Plateau. Acta Geophysica. 59(1):124-138.

31. Zhao, P. Shao, M. and Zhuang, J. 2009. Fractal features of particle size redistributions of deposited soils on the dam farmlands. Soil science. 174(7):403-407.

32. Zhao, T. Y. Yang, M. Y. Walling, D. E. Zhang, F. B. and Zhang, J. Q. 2017. Using check dam deposits to investigate recent changes in sediment yield in the Loess Plateau, China. Global and Planetary Change. 152:88-98.

mapping and its correlation with soil properties in Central Chile. Geoderma. 190:116-123.

7. Da-Chuan, R. A. N. Quan-Hua, L. U. O. Zu-Hao, Z. H. O. U. Guo-Qing, W. A. N. G. and Zhang, X. H.(2008). Sediment retention by check dams in the Hekouzhen-Longmen Section of the Yellow River. International Journal of Sediment Research. 23(2):159-166.

8. Ersahin, S. Gunal, H. Kutlu, T. Yetgin, B. and Coban, S. 2006. Estimating specific surface area and cation exchange capacity in soils using fractal dimension of particle-size distribution. Geoderma. 136:588-597.

9. Filgueira, R. R. Pachepsky, Y. A. and Fournier, L. L. 2003. Time-mass scaling in soil texture analysis. Soil Science Society of America Journal. 67(6):1703-1706.

10. Foster, G. R. Flanagan, D. C. Nearing, M. A. Lane, L. J. Risse, L. M. Finkner, S. C. 1995. Chapter 11: hillslope erosion component. In: Flanagan, D.C., Nearing, M.A.(Eds.), USDA Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation, Vol. NSERL Report No. 10. USDAARS national Soil Erosion Research Laboratory.

11. Hillel, D. 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press, New York.

12. Huang, G. and Zhang, R. 2005. Evaluation of soil water retention curve with the pore-solid fractal model. Geoderma. 127(1-2):52-61.

13. Huang, G. H. and Zhan, W. H. 2002. Fractal property of soil particle size distribution and its application. Acta Pedologica Sinica. 39:490-497.

14. Liu, X. Zhang, G. C. Heathman, G. C. Wang, Y. Q. and Huang, C. H. 2009. Fractal features of soil particle-size distribution as affected by plant communities in the forested region of Mountain Yimeng, China. Geoderma. 154(1-2):123-130.

15. Mehdizadeh, L. Asadzadeh, F. and Samadi, A. 2015. Application of mathematical models to describe the particle size distribution of sediments behind successive check dams. Journal of Watershed Engineering and Management. 6(4):323-336.(In Persian)

16. Nabi Zadeh, A. 2008. The effect of calcium carbonate removal on tissue and soil particle size distribution models and estimation of moisture curve coefficients. Thesis Master of Science in Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University.(In Persian)

17. Perrier, E. Bird, N. and Rieu, M. 1999. Generalizing the fractal model of soil structure: the pore solid fractal approach. Geoderma. 88:137-164.

18. Peyvasteh, F. Asadi, H. and Akef, M. 2010. Relationship between Aggregate Stability and Surface Sealing Formation and its Effect on Soil Erosion in the Laboratory Condition. Iran – Watershed Management Science & Engineering. 10(4):1-8.(In Persian)

19. Rieu, M. and Sposito, G. 1991. Fractal fragmentation, soil

Evaluation of Fractal Properties of Different Layers Sedimentation Behind the Check Dam

A. Hassanzadeh¹, S. M. Seyedian², H. Rouhani³ and M. Farasati⁴

Received: 23-07-2019 Accepted: 29-02-2020

Abstract

In this research, fractal relationships were used to evaluate the particle size distribution of the check dam. Three check dams with height of 2, 2 and 2.6 meters were selected and the hole was drilled same the height of the check dam at the sediment deposits. Then, depending on the color of the deposited layers, the thickness of the layers was determined and sampling was down from each layer to determine the particle size distribution. The fractal relationship of Bird et al. Provides better results than other relationships. In all three check dams, the fractal has increases and decreases from the top to bottom layers and does not change uniformly. In check dam 79 and 80, there is a significant negative and positive relationship between the fractal dimensions with the percentage of gravel and sand respectively. In check dam 81, the fractal dimension has negative relation with gravel and positive to sand. Generally, soils with less gravel particles and more sand have more fractal dimension. Comparison of the sedimentary layers of check dam 79, 80 and 81 shows that the process between the fractal dimensional return points and the sand particles is similar to the linear trend of sand particles.

Keywords: : Check dam, Particle soil distribution, Fractal, Return point.

1. Graduated student, Faculty of agriculture and natural resources, Ghonbad Kavous University.

2. Corresponding author and Assistant professor, Faculty of agriculture and natural resources, Ghonbad Kavous University. Email: s.m.seyedian@gmail.com

3. Assistant professor, Faculty of agriculture and natural resources, Ghonbad Kavous University.

4. Associate professor, Faculty of agriculture and natural resources, Ghonbad Kavous University.