نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۶
http://jwsc.gau.ac.ir

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات معلق و بستر رودخانه روضه‌چای

*فرخ اسدزاده[۱]، سامان جلال‌زاده[۲] و عباس صمدی[۳]

[۱]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه، [۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه،
[۳]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٦/۳/۱٦

چکیده

سابقه و هدف: رسوبات رودخانه‌ای از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم‌های آبی هستند که نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی و همچنین انتقال آلاینده‌ها در سیستم‌های آبی دارند. رسوبات رودخانه‌ای بر حسب اندازه و همچنین رژیم جریان رودخانه می‌توانند به دو شکل بار بستر و یا معلق انتقال یابند. تعادل رسوبات با آب منفذی و همچنین جریان آب رودخانه، سبب می‌گردد تا ترکیب رسوبات به‌طور مستقیم کیفیت آب و فعالیت‌های بیولوژیکی در محیط‌های آبی را تحت‌تأثیر قرار دهد. آزاد شدن آلاینده‌های آلی و غیرآلی و همچنین عناصر غذایی مورد نیاز جانداران به‌طور عمده تابعی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات بوده و آگاهی از این ویژگی‌های می‌تواند در مدیریت اصولی حوضه آبخیز مؤثر واقع شود. بر این اساس پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات بستر و معلق رودخانه روضه‌چای در شهرستان ارومیه انجام شد.

مواد و روش‌ها: برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات تعداد ۱۹ نمونه رسوب بستر شامل ٦ نمونه از بخش بالادست رودخانه، ٦ نمونه از بخش میانی و ۷ نمونه از بخش پایین‌دست رودخانه و از عمق ۵-۰ سانتی‌متری تهیه شد. همچنین ٦ نمونه رسوب معلق نیز در هنگام وقوع جریان سیلابی در امتداد رودخانه برداشته شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها پس از عبور از الک ۲۰۰۰ میکرون تعیین گردید. از روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و همچنین تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌منظور گروه‌بندی رسوبات و تعیین مؤثرترین ویژگی‌های آن‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که رسوبات بستر و معلق رودخانه به‌ترتیب حاوی مقادیر قابل‌توجهی از ذرات شن و سیلت هستند. میانگین مقدار سیلت و شن بسیارریز در رسوبات معلق به‌ترتیب برابر با ٤٤ و ۲۵ درصد بود در حالی‌که این مقادیر برای رسوبات بستر برابر با ۱۵/۸ و ۱۵/۵ درصد بود. با این حال رسوبات بستر به‌دلیل دارا بودن شن بیش‌تر، بافت درشت‌تری در مقایسه با رسوبات معلق داشتند. میانگین مقدار ماده آلی و هدایت الکتریکی در رسوبات بستر به‌ترتیب ۱/۷ و ۲/۵ برابر بیش از رسوبات معلق بود. ماده آلی و هدایت الکتریکی رسوبات بخش بالادست رودخانه به‌دلیل تخلیه فاضلاب‌های خانگی بیش‌تر از بخش‌های میانی و پایین‌دست بود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و همچنین

* مسئول مکاتبه: f.asadzadeh@urmia.ac.ir

خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی نشان داد که ماده آلی، هدایت الکتریکی و توزیع اندازه ذرات به‌عنوان تأثیرگذارترین ویژگی‌های رسوبات هستند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تخلیه فاضلاب‌های خانگی به بستر رودخانه سبب انباشت مواد آلی و املاح در رسوبات بستر بالادست رودخانه شده و در نتیجه باعث می‌شود تا رسوبات این بخش از رودخانه از نظر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی متفاوت با رسوبات بخش‌های میانی و پایین‌دست شوند. بنابراین کنترل ورود فاضلاب‌های خانگی در بالادست رودخانه از قدم‌های اولیه در مدیریت زیست‌محیطی رسوبات این رودخانه است. از سوی دیگر یافته‌های این پژوهش بر اساس خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر تفاوت بارز ویژگی‌های رسوبات بستر و معلق تأکید دارد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب انتخابی ذرات، سیستم رودخانه، ماده آلی، توزیع اندازه ذرات رسوب

مقدمه

رسوبات، ذرات سست و منفرد جامدی هستند که در اثر فرآیندهای تخریب مواد معدنی و آلی ایجاد شده و عموماً در بستر رودخانه‌ها و دریاچه‌ها ته‌نشین می‌شوند (٤). ذرات رسوب در اندازه‌ها و شکل‌های مختلفی یافت شده و به‌وسیله عواملی مانند جریان‌های آب، باد و یخچال‌های طبیعی جابجا می‌شوند (۲۲). رسوبات رودخانه‌ای به‌دلیل ارتباط مستقیم آن‌ها با جریان آب، دارای اهمیت زیست‌محیطی و اکولوژیکی فراوانی بوده و به‌عنوان شناساگر زیست‌محیطی مطرح هستند. تعادل این رسوبات با آب منفذی و همچنین جریان رودخانه، نقش مهمی در تعیین کیفیت آب و فرآیندهای زیست‌محیطی مانند به‌پروردگی[1] و آلودگی‌های مربوط به مواد آلی و فلزات سنگین دارد (۲).

فرآیند ته‌نشست ذرات رسوب در محیط‌های آبی تحت‌تأثیر عوامل مختلفی مانند اندازه آن‌ها و همچنین رژیم جریان رودخانه است (۸). رسوباتی که در اثر فرسایش اراضی بالادست حوضه‌های آبخیز ایجاد می‌شوند، بسته به اندازه و همچنین ویژگی‌های هیدرولیکی جریان رودخانه می‌توانند به‌صورت بار معلق و یا بار بستر در رودخانه حمل شوند. آگاهی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی این دسته از رسوبات می‌تواند در پیش‌بینی احتمال وقوع آلودگی‌های زیست‌محیطی در حوضه مفید باشد (۳۱). از سوی دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات رودخانه‌ای بازتابی از وضعیت انتقال آلاینده‌ها و تلفات عناصر غذایی از خاک‌های بالادست بوده و می‌توانند در ارزیابی زیان‌های اقتصادی ناشی از آلودگی محیط زیست و فرسایش خاک مورد استفاده قرار گیرند (۲٦).

توزیع اندازه ذرات، محتوای مواد آلی، میزان عناصر غذایی، pH و میزان آلاینده‌های جذب شده بر روی ذرات رسوب به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ذرات رسوب محسوب می‌شوند (۷، ۱۰). پژوهش‌های گوناگونی در زمینه ویژگی‌های رسوبات رودخانه‌ای در نقاط مختلف دنیا انجام شده است. بلانچارد و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که در رودخانه سرخ واقع در داکوتای شمالی بیش از ۹۰ درصد جرمی نمونه‌های رسوب از ذرات با ابعاد کوچک‌تر از ٦۳ میکرون تشکیل شده‌اند. تورگوت و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی توزیع اندازه ذرات در مناطق ته‌نشست رسوبات رودخانه‌ای در مخزن

1- Eutrophication

سد برچکا[1] در ترکیه دریافتند که فراوانی ذرات شن و سیلت در مقایسه با ذرات رس در نمونه‌ها، بیش‌تر است. این پژوهشگران محتوای ماده آلی در رسوبات سطحی را در حدود یک درصد گزارش نمودند.

دیناکاران و کریشنایا (۲۰۱۱) به بررسی مقدار کربن آلی در رسوبات رودخانه‌ای در غرب هند پرداخته و مقادیر کرین آلی در نمونه‌های رسوب را در دامنه ۰/۳۹–۰/۰٤ درصد گزارش کردند. این پژوهشگران همچنین رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار بین فراوانی ذرات سیلت و رس با مقدار کربن آلی رسوبات مشاهده کردند. صادقی و ذاکری (۲۰۱٤) با بررسی ویژگی‌های توزیع اندازه ذرات رسوب معلق در رودخانه کجور استان مازندران دریافتند که ذرات رسوب معلق در دامنه قطری ۳۵۳–۰/۸۲ میکرون بوده و فروانی ذرات سیلت در نمونه‌های رسوب معلق بیش از ۹۷ درصد است. نتایج آن‌ها بیانگر این نکته بود که ترکیب قطری نمونه‌های رسوب معلق تابعی از شرایط بارندگی و دخالت‌های انسانی ناشی از برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه است. صادقی و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهشی دیگر در رودخانه‌های مربوط به حوضه‌های آبخیز واز و آلش‌رود با تأکید بر اهمیت نقش ویژگی‌های دانه‌بندی رسوبات در رابطه با درک فرآیندهای رسوب‌گذاری و حمل آن‌ها، دریافتند که دخالت‌های بشری مانند برداشت شن و ماسه و سایر فعالیت‌های انسانی مانند تغییر کاربری و ایجاد فضاهای مسکونی در اطراف رودخانه نقش مهمی در تغییر دانه‌بندی و ریخت‌شناسی رسوبات رودخانه‌ای دارد. کاویان و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی ویژگی‌های دانه‌بندی و ریخت‌شناسی رسوبات رودخانه حوضه آبخیز قلعه‌سر در استان مازندران مشاهده نمودند که در اثر عوامل محیطی مانند وجود شاخه‌های فرعی و همچنین تغییرات شیب آبراهه و وضعیت زمین‌شناسی منطقه، تغییرات اندازه رسوبات و ویژگی‌های شکلی آن‌ها فاقد روند خاصی در طول پروفیل رودخانه است. در کنار ویژگی‌های فیزیکی رسوبات، ویژگی‌های شیمیایی آن‌ها نیز نقش مهمی در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی رسوبات ایفا می‌نمایند چرا که رفتار شیمیایی رسوبات در رابطه با آزادسازی فلزات سنگین به آب رودخانه (۱۲)، جذب و واجذب فسفر به‌عنوان یکی از عوامل اصلی پدیده به‌پروردگی (۱٤) و همچنین نگهداشت آلاینده‌های آلی (٦ و ۱۱)، به‌طور عمده تحت‌تأثیر ویژگی‌های پایه شیمیایی آن‌ها، مانند محتوای کربن آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی[2] (CEC)، pH، قابلیت هدایت الکتریکی[3] (EC) و همچنین کربنات‌کلسیم معادل[4] (CCE) است. هوورای و بانات (۲۰۰۱) گزارش نمودند که در رسوبات رودخانه‌ای مقدار ماده آلی و CCE نقش مهمی در تعیین فراوانی فلزات سنگین در رسوبات دارند. جلالی و نادری‌پیکام (۲۰۱۳) در پژوهشی بر روی رسوبات بستر رودخانه آبشینه در همدان مشاهده نمودند که ماده آلی، CEC، CCE و pH در نمونه‌های رسوب به‌ترتیب در دامنه ۳/۲۳–۰ درصد، ٦/۷–۳۱/۱ سانتی‌مول بر کیلوگرم، ۲۷/۸–۰ گرم بر کیلوگرم و ٦/٦–۸/٦ قرار دارند. این پژوهشگران دریافتند که جذب و واجذب فسفر در رسوبات ارتباط معنی‌داری با pH، CEC و همچنین مقدار ماده آلی آن‌ها دارد. ارفع‌نیا و اسدزاده (۲۰۱٦) نیز بر مبنای تحلیل همبستگی، CEC را به‌عنوان یک ویژگی کلیدی در تعیین زیست‌فراهمی فلزات سنگین در رسوبات رودخانه‌ای معرفی نمودند.

1- Borçka

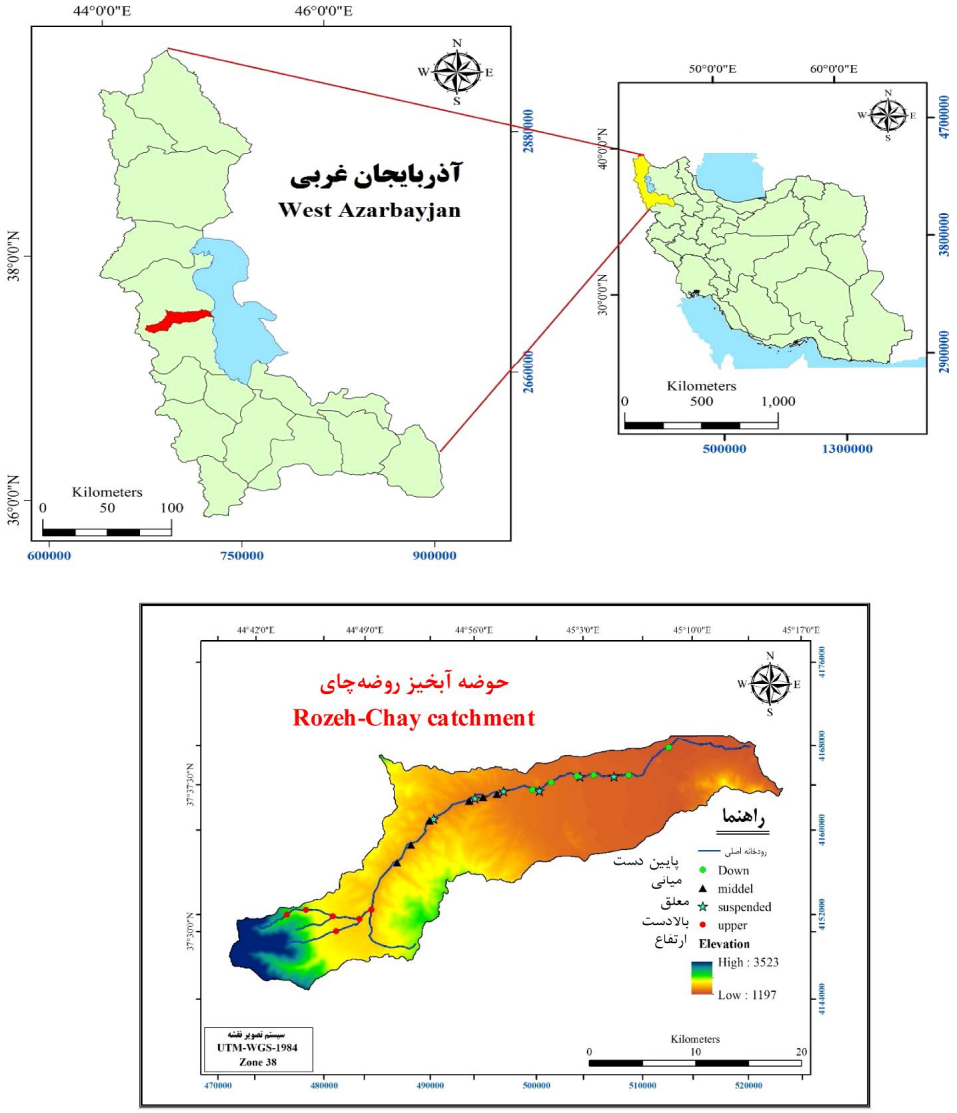
2- Cation exchange capacity
3- Electrical conductivity
4- Calcium carbonate equivalent

بررسی منابع به روشنی نشان می‌دهد که رسوبات رودخانه‌ای از مهم‌ترین اجزای اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها با تأثیر بر فرآیندهایی مانند جذب و واجذب فسفر، زیست‌فرآهمی و قابلیت آزاد شدن فلزات سنگین و نیز چرخه نیتروژن و کربن نقش برجسته‌ای در تعادل زیست‌محیطی اکوسیستم‌های آبی و قابلیت خودپالایی رودخانه‌ها ایفا می‌نماید. با این حال اغلب مطالعات صورت گرفته در رابطه با ویژگی‌های رسوبات رودخانه‌ای به‌ویژه در کشور ما معطوف به بررسی خصوصیات فیزیکی آن‌ها در رابطه با دانه‌بندی و ریخت‌شناسی بوده و دانسته‌ها در زمینه ویژگی‌های شیمیایی رسوبات به‌ویژه در رودخانه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار اندک است. از سوی دیگر در اغلب این پژوهش‌ها رسوبات بستر رودخانه‌ها مدنظر قرار گرفته و مقایسه‌ای بین ویژگی‌های این رسوبات با رسوبات معلق صورت نگرفته است. بر این اساس پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پایه در رسوبات معلق و بستر رودخانه روضه‌چای ارومیه صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: در این پژوهش رودخانه روضه‌چای ارومیه واقع در بخش شرقی دریاچه ارومیه انتخاب شد. این رودخانه دارای طول تقریبی ۵۱ کیلومتر است که مساحت حوضه آن نیز در حدود ٤٥۳۰۰ هکتار است. رودخانه روضه‌چای از ارتفاعات مرزی ایران و ترکیه به‌نام قارلی‌داغ سرچشمه گرفته و جزء رودخانه‌های فصلی می‌باشد که با نزول باران و یا ذوب شدن برف‌ها جریان‌های سیلابی در آن به وجود آمده و در نهایت به دریاچه ارومیه می‌ریزد. براساس آمار ۳۰ ساله ایستگاه سینوپتیک واقع در پایین‌دست حوضه، میانگین بارش سالانه در حوضه روضه‌چای برابر با ۳۱۳ میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای ماهانه نیز به‌ترتیب برابر با ۲٤ و ۲- درجه سانتی‌گراد در ماه‌های جولای و ژانویه است. ارتفاع حوضه از ۱۲٦۷ متر در بخش شرقی و نزدیک به دریاچه تا ۳٥۱٦ متر در بخش غربی مشرف به ارتفاعات متغیر است. فعالیت‌های کشت و کار در بخش‌های بالادست حوضه به‌دلیل شیب‌دار بودن اراضی از نوع کشت دیم بوده در در بخش‌های پایین‌دست حوضه نیز کشت آبی انجام می‌شود.

نمونه‌برداری و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات: در این پژوهش دو نوع رسوب معلق و بستر از رودخانه روضه‌چای تهیه شد. در آبان‌ماه ۱۳۹۳ پس از وقوع بارش‌های منجر به وقوع سیلاب تعداد ٦ نمونه رسوب معلق در طول رودخانه تهیه شد. برای تهیه این نمونه‌ها، حجمی از آب گل‌آلود رودخانه برداشته شده و پس از خشک شدن سوسپانسیون آب و رسوب در دمای آزمایشگاه، نمونه‌های رسوب معلق به‌دست آمدند. پس از خاتمه جریان سیلابی، تعداد ۱۹ نمونه رسوب بستر نیز در طول رودخانه و از سه بخش بالادست (٦ نمونه)، میانی (٦ نمونه) و پایین‌دست (۷ نمونه) حوضه آبخیز و از عمق ٥-۰ سانتی‌متری بستر رودخانه تهیه شد (۱۷). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز روضه‌چای به همراه محل نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز روضه‌چای و محل نقاط نمونه‌برداری در طول رودخانه.

Figure 1. Geographical location of the Roze-Chay watershed and sampling points along the river.

نمونه‌های رسوب در دمای آزمایشگاه خشک شده و برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی از الک ۲۰۰۰ میکرون عبور داده شدند. توزیع اندازه ذرات رسوب با استفاده از روش هیدرومتری تعیین شد. EC و pH نمونه‌ها با استفاده از هدایت‌سنج و pH متر در عصاره گل اشباع نمونه‌ها قرائت شد. مقدار ماده آلی (OM) در نمونه‌های رسوب به روش اکسیداسیون مرطوب و میزان کربنات‌کلسیم معادل (CCE) نیز به روش تیتراسیون برگشتی با هیدروکسید سدیم تعیین شد. مقدار فسفر قابل استفاده در نمونه‌های رسوب نیز به کمک روش اولسن (P-Olsen) تعیین گردید. CEC نمونه‌ها نیز به روش باور اندازه‌گیری شد (۲۸). پس از تعیین ویژگی‌های نمونه‌های رسوب، بانک اطلاعاتی مربوط به آن‌ها در نرم‌افزار Microsoft Excel تهیه شده و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab انجام شد.

از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی[1] به‌منظور تعیین مؤثرترین ویژگی‌های رسوبات و همچنین گروه‌بندی آن‌ها استفاده شد. در روش تحلیل مؤلفه اصلی، متغیرهایی که دارای همبستگی بالایی بوده و در یک فضای چندبعدی توزیع شده‌اند، به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های غیرهمبسته خلاصه می‌شوند که هر یک از آنها ترکیب خطی از متغیرهای اصلی می‌باشند. مؤلفه‌های غیرهمبسته به‌دست آمده، مؤلفه‌های اصلی[2] (PC) نامیده می‌شوند. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی فرآیندی است که در طی آن، نمونه‌ها به دسته‌هایی که اعضای آن مشابه یکدیگر می‌باشند تقسیم می‌شوند که این دسته‌ها خوشه نامیده می‌شوند. بنابراین هر خوشه مجموعه‌ای از نمونه‌ها است که داری مشابهت با یکدیگر بوده و با نمونه‌های موجود در خوشه‌های دیگر به شکل سلسله‌وار دارای تشابه کم‌تری هستند (۱۶). قبل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، از ضریب KMO[3] به‌منظور اطمینان از تناسب داده‌ها برای انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. این ضریب در دامنه ۱-۰ در نوسان بوده و در صورتی که مقدار آن کم‌تر از ۰/۵ باشد داده‌ها برای انجام روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی مناسب نخواهند بود و اگر مقادیر این ضریب در دامنه ۰/۶۹-۰/۵ باشد، تناسب داده‌ها متوسط و اگر مقدار این ضریب بیش از ۰/۷ باشد، داده‌ها برای انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی کاملاً مناسب خواهند بود (۱۶).

نتایج و بحث

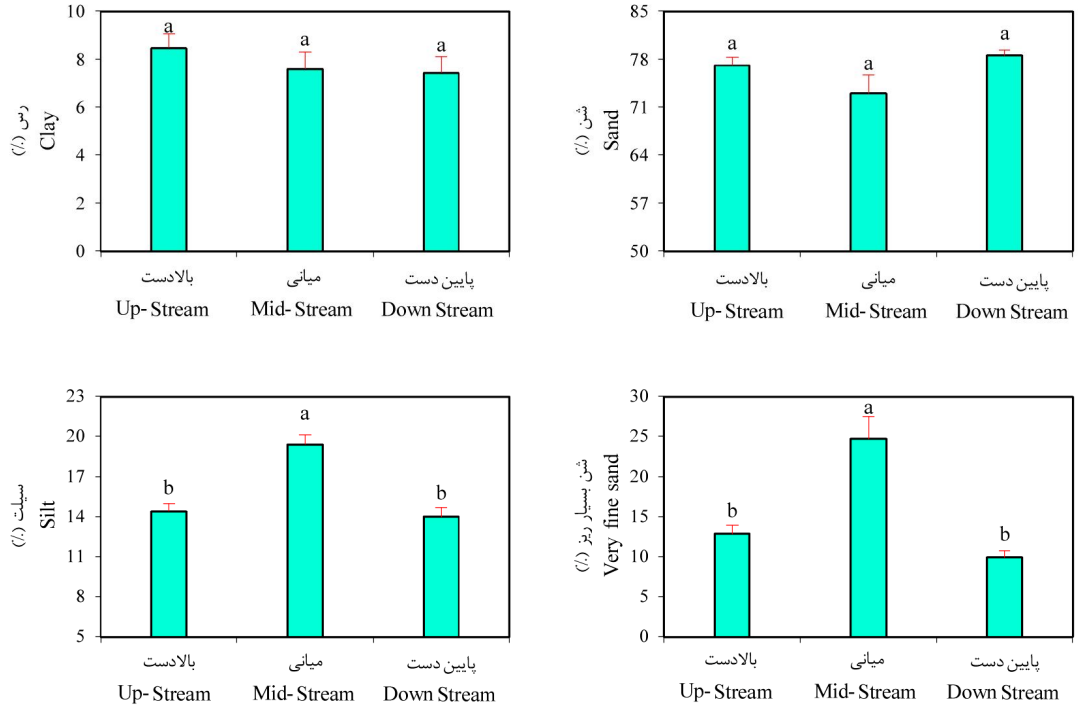
تغییرات میانگین مقادیر ذرات اولیه در رسوبات بستر رودخانه روضه‌چای برای سه بخش بالادست، میانی و پایین‌دست در شکل ۲ نشان داده شده است. به‌منظور بررسی اختلاف ویژگی‌های فیزیکی و یا شیمیایی رسوبات بستر در سه بخش رودخانه، از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. برای مقایسه و گروه‌بندی میانگین مقادیر مربوط به هر ویژگی، ابتدا آزمون همگنی واریانس با استفاده از آماره لون[4] برای داده‌ها انجام شده و در صورت تأیید همگنی از آزمون دانکن[5] و در شرایط عدم تأیید همگنی واریانس داده‌ها از آزمون تام‌هانه[6] استفاده شد. مقدار میانگین رس، سیلت، شن و شن بسیار ریز[7] (VFS) در منطقه بالادست به‌ترتیب ۸/۵، ۱۴/۵، ۷۷ و ۱۳ درصد، در منطقه میانی ۷/۶، ۱۹/۵، ۷۳ و ۲۵ درصد و در منطقه پایین‌دست ۷/۵، ۱۴، ۷۸/۶ و ۹/۹ درصد بود. بافت رسوبات بستر در هر سه ناحیه در دو کلاس بافتی لوم‌شنی و یا شن‌لومی قرار داشت که نشان‌دهنده فراوانی ذرات شن و سپس سیلت در نمونه‌های رسوب بستر است. به‌رغم تغییرات مقادیر رس و شن در طول مسیر رودخانه از بالادست به‌سمت پایین‌دست، از نظر آماری تفاوت چندانی بین نمونه‌های سه بخش رودخانه مشاهده نشد. با این‌حال ذرات شن بسیار ریز و سیلت در بخش‌های مختلف رودخانه تفاوت قابل‌توجهی داشته و در بخش میانی رودخانه فراوانی بیش‌تری در مقایسه با بالادست و پایین‌دست دارند. برخی از یافته‌های پژوهشگران مختلف بیانگر ارتباط اندازه ذرات رسوب با فاصله از بالادست رودخانه بوده و بر کاهش اندازه ذرات رسوب با افزایش فاصله از بالادست روخانه دلالت دارد (۵ و ۱۹). با این‌حال باید توجه کرد که توزیع اندازه ذرات رسوب در

1- Hierarchical clustering
2- Principal component
3- Kaiser Meyer Olkin
4- Levene statistic
5- Duncan
6- Tamhane
7- Very fine sand

امتداد رودخانه تحت‌تأثیر عوامل بسیار متعددی مانند ورود شاخه‌های فرعی، شیب و تراکم آبراهه، وجود گسل، مساحت حوضه و وضعیت زمین‌شناسی منطقه (۱۸ و ۱۹) بوده و تنها با معیار فاصله از سراب رودخانه نمی‌توان به توجیه تغییرات توزیع اندازه ذرات رسوب پرداخت. از سوی دیگر توزیع اندازه ذرات در رسوبات بستر به وضعیت هیدرولوژیکی جریان بستگی دارد. با توجه افزایش عرض رودخانه و کاهش شیب آن در بخش میانی، افزایش سیلت و شن بسیار ریز در این بخش می‌تواند ناشی از کاهش سرعت رواناب و ترسیب ذرات معلق موجود در جریان‌های سیلابی که اغلب حاوی سیلت و شن بسیار ریز هستند، باشد (۲٤ و ۳۰). از سوی دیگر ورود رسوبات از طریق شاخه‌های فرعی واقع در مسیر رودخانه می‌تواند از دیگر دلایل مربوط به تغییرات نامنظم مقادیر شن بسیار ریز و سیلت باشد (۱۸ و ۲۳).

تغییرات مربوط به ویژگی‌های شیمیایی رسوبات بستر در سه بخش رودخانه در شکل ۳ نشان داده شده است. مقدار ماده آلی به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم زیست‌محیطی رسوبات (۷ و ۹)، به‌طور معنی‌داری در بالادست رودخانه (۱/٤٪) بیش از بخش‌های میانی (۱/۲٪) و پایین‌دست (۱/۰٪) رودخانه است. منشاء ماده آلی موجود در رسوبات بستر علاوه بر فرسایش اراضی بالادست، می‌تواند مربوط فاضلاب‌های خانگی نیز باشد (۱۳)، مشاهدات میدانی بیانگر این بود که در روستاهای مربوط به مناطق بالادست رودخانه به‌دلیل کوهستانی بودن منطقه، چاه‌های فاضلاب خانگی حفر نشده و فاضلاب‌های خانگی به‌طور مستقیم وارد بستر رودخانه می‌شوند. ورود فاضلاب به بستر رودخانه، به‌ویژه در فصول خشک سال که رودخانه فاقد جریان آب است، می‌تواند سبب افزوده شدن ماده آلی در رسوبات بستر گردد. در رابطه با EC نیز روندی مشابه با تغییرات ماده آلی در رسوبات مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که مشابه با ماده آلی، افزوده شدن فاضلاب‌های خانگی سبب افزایش مقدار EC در رسوبات بالادست نسبت به بخش‌های میانی و پایین‌دست شده باشد. میانگین pH در رسوبات بستر رودخانه در سه منطقه بالادست، میانی و پایین‌دست به‌ترتیب ۷/۵۹، ۷/۱۵ و ۷/۱۸ بوده و روند کاهشی را در امتداد رودخانه نشان داد.

میانگین کربنات‌کلسیم معادل (CCE) در رسوبات بستر رودخانه در سه منطقه بالادست، میانی و پایین‌دست به‌ترتیب ۱۵، ۱۳/۷ و ۱۳/۸ درصد بود. مقدار کربنات‌کلسیم معادل هم‌چون ماده آلی و هدایت الکتریکی در رسوبات بالادست بیش‌تر از دو ناحیه دیگر بود. بالابودن درصد کربنات‌کلسیم معادل در رسوبات رودخانه مورد مطالعه بیانگر آهکی بودن خاک‌های بالادست می‌باشد که طی فرآیند فرسایش و رسوب در بستر رودخانه تجمع می‌یابند (۱۵). کاهش کربنات‌کلسیم در طول مسیر رودخانه را تا حدی می‌توان به حلالیت نسبی آهک، مربوط دانست که در نمونه‌های رسوب پایین‌دست، آهک موجود در خاک اولیه محلول در آب شده و از دسترس خارج شده است.

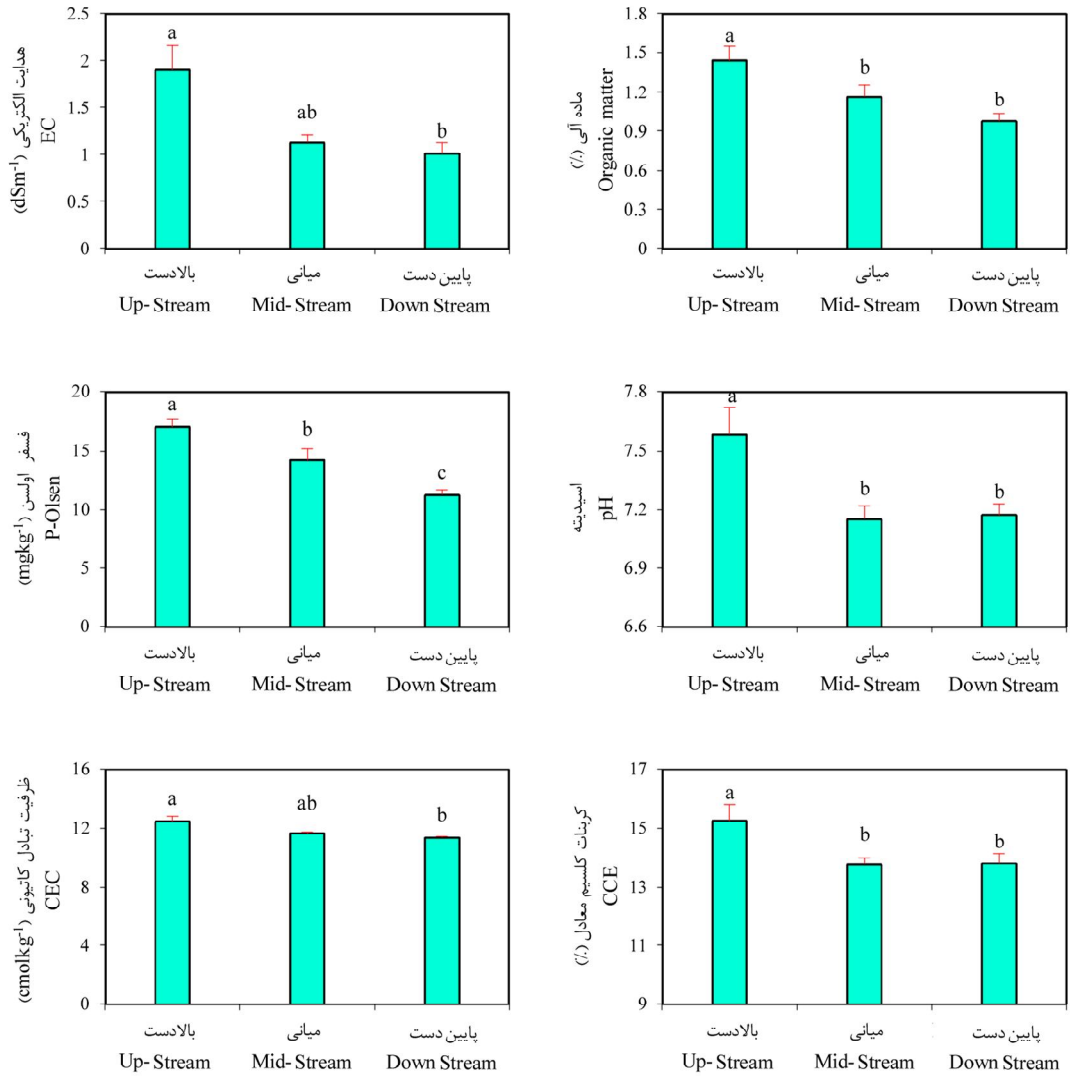


شکل ۲- مقایسه توزیع اندازه ذرات در نمونه‌های رسوب بستر.

Figure 2. Comparison of the particle size fractions in bed sediments.

ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) رسوبات بستر رودخانه دارای روند کاهشی مشابه با pH و ماده آلی بود. CEC یکی از ویژگی‌های کلیدی رسوبات در جذب و نگهداری کاتیون‌های فلزی بوده و می‌تواند در زیست‌فراهمی فلزات سنگین مؤثر باشد (۱). مقدار CEC می‌تواند تابعی از pH و همچنین مقدار کلوئیدهای خاک اعم از آلی و یا معدنی (ذرات رس) باشد. به‌نظر می‌رسد که بالا بودن CEC در رسوبات بالادست رودخانه به‌دلیل بالا بودن pH و همچنین ماده آلی در این رسوبات است. بالا بودن pH سبب افزایش دپروتونه شدن گروه‌های عاملی سطحی بر روی مواد آلی و ذرات رس شده و در نتیجه با ایجاد بار منفی وابسته به pH، سبب ارتقاء مقدار CEC در رسوبات بالادست رودخانه شده است (۲۱). فسفر قابل استفاده در رسوبات بستر رودخانه که می‌تواند به‌عنوان شاخصی مناسب از پتانسیل ایجاد شرایط به‌پروردگی در رودخانه باشد (۹)، در رسوبات بالادست رودخانه بیش از رسوبات بخش میانی و پایین‌دست بود. مقدار فسفر قابل استفاده می‌تواند تابعی از مقدار ماده آلی و همچنین بافت رسوبات باشد. همچنین فسفر به‌صورت مستقیم و از طریق فاضلاب‌های خانگی نیز می‌تواند به بستر رودخانه افزوده شود (۱۵).

به‌نظر می‌رسد که افزایش ورود فاضلاب‌های خانگی در بخش‌های بالادست حوضه، از دلیل زیاد بودن فسفر قابل‌استفاده در رسوبات بستر این بخش از رودخانه باشد.

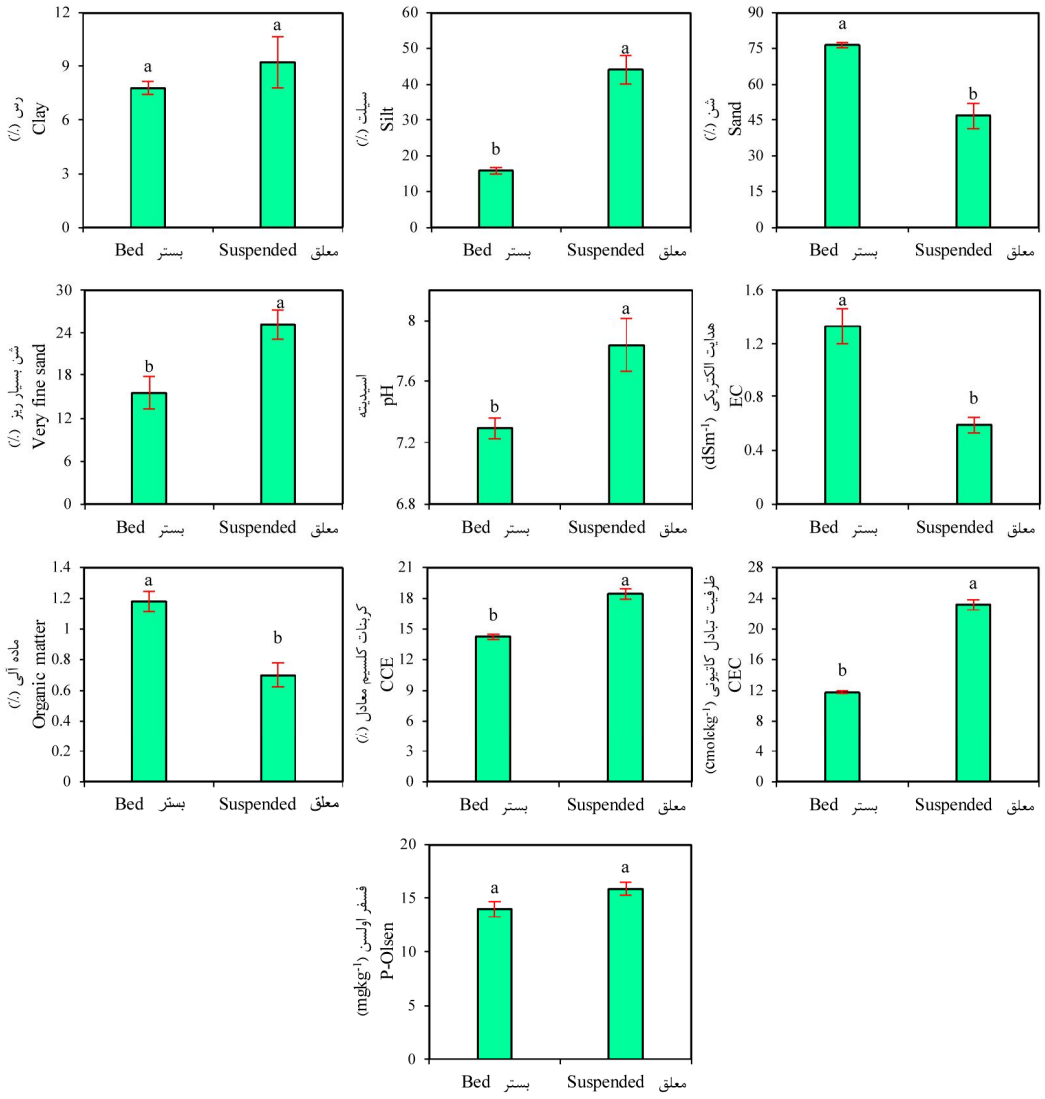


شکل ۳- مقایسه ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های رسوب بستر.

Figure 3. Comparison of the chemical properties in bed sediments.

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات بستر و معلق: در شکل ٤ میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات بستر و معلق ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که رسوبات معلق از نظر مقدار سیلت و شن بسیار ریز در مقایسه با رسوبات بستر غنی‌تر هستند از سوی دیگر مقدار شن در رسوبات معلق نسبت به رسوبات بستر به‌طور معنی‌داری کم‌تر است. با این‌که محتوای رس در نمونه‌های رسوب معلق بیش از نمونه‌های بستر بود، اختلاف مقدار رس در این دو سری نمونه معنی‌دار نبود. به‌طورکلی رسوبات معلق در مقایسه با رسوبات بستر بافت ریزتری داشته و بافت آن‌ها در کلاس‌های لوم تا سیلت‌لوم قرار دارد. به‌نظر می‌رسد اختلاف در توزیع اندازه ذرات رسوب معلق و بستر ناشی از ترسیب انتخابی ذرات در طول جریان‌های سیلابی باشد، که سبب شده تا ذرات سیلت و شن بسیار ریز که قابلیت انتقال بالایی دارند توسط جریان معلق منتقل شده و ذرات شن در بستر رودخانه ترسیب یابند (۲۵). درصد

بالای ذرات سیلت در رسوبات معلق نشان‌دهنده حساس بودن ذرات سیلت و شن بسیار ریز نسبت به فرآیند انتقال می باشد چرا که ذرات شن و رس به‌ترتیب به‌دلیل مقاومت در برابر انتقال (اندازه درشت) و مقاومت در برابر جدا شدن (چسبندگی بیش‌تر) کم‌تر در معرض فرسایش قرار می‌گیرند (۲۷).



شکل ٤- مقایسه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات بستر و معلق.

Figure 4. Comparison of the chemical and physical properties of bed and suspended sediment samples.

مقدار ماده آلی در رسوبات بستر به شکل معنی‌داری بیش از رسوبات معلق است در حالی‌که به‌دلیل چگالی کم‌تر ماده آلی، انتظار بر این بود که رسوبات معلق محتوای ماده آلی بیش‌تری داشته باشند. به‌نظر می‌رسد همان‌گونه که در بخش قبل ذکر شد منشاء ماده آلی علاوه بر فرسایش خاک‌های بالادست، افزوده شدن فاضلاب به بستر رودخانه باشد که سبب افزایش ماده آلی در رسوبات بستر شده است. همچنین باید مدنظر داشت که رشد و نمو گیاهان در بستر رودخانه و اضافه شدن بقایای آن‌ها

در طول زمان می‌تواند از دیگر دلایل افزایش ماده آلی در این نمونه‌ها باشد (۲۵).

به‌رغم بالا بودن ماده آلی در رسوبات بستر به‌دلیل این‌که فراوانی ذرات رس و به‌ویژه سیلت در نمونه‌های رسوب معلق بیش‌تر بوده و pH آن‌ها نیز بیش‌تر از رسوبات بستر، مقدار CEC در نمونه‌های رسوب معلق افزایش معنی‌داری را نسبت به رسوبات بستر نشان می‌دهد (۲۰). هدایت الکتریکی رسوبات معلق به‌دلیل این‌که در مواقع سیلابی به‌وجود آمده و در معرض شستشوی جریان آب قرار می‌گیرند در مقایسه با رسوبات بستر به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود. میانگین کربنات‌کلسیم معادل (CCE) در رسوبات بستر ۱٤ و در رسوبات معلق ۱۸ درصد بود که اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این امر می‌تواند بیانگر این واقعیت باشد که ذرات کربنات‌کلسیم موجود در رسوبات اغلب در اندازه‌های سیلت هستند. نتایج پژوهش‌های دیگر نیز بیانگر شانس بیش‌تر رسوبات ریزدانه برای جذب یا نگهداری ذرات کربنات‌کلسیم است (۳ و ۳۲). هر چند که مقدار فسفر قابل استفاده در رسوبات معلق اندکی بیش‌تر از رسوبات بستر بود، با این‌حال اختلاف آن‌ها معنی‌دار نبود. به‌نظر می‌رسد حضور ذرات سیلت در نمونه‌های معلق عاملی در افزایش نسبی فسفر قابل‌استفاده رسوبات معلق باشد. یافته‌های حاصل از پژوهش ژو و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیانگر این مطلب است که مقدار فسفر قابل استفاده به‌شدت تحت‌تأثیر اندازه ذرات و به‌ویژه ذرات سیلت بوده و بین ذرات ریز کم‌تر از ٦۳ میکرون و مقدار فسفر قابل استفاده رابطه مثبتی وجود دارد.

گروه‌بندی نمونه‌های رسوب: مقدار ضریب KMO برای ویژگی‌های رسوبات برابر با ۰/٦٥٤ بود که نشان‌دهنده قابلیت استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای ویژگی‌های رسوبات است. به‌منظور اطمینان بیش‌تر از تناسب داده‌ها برای انجام تحلیل مؤلفه‌های اصلی، از آزمون کرویت بارتلت[1] نیز استفاده شده که معنی‌داری این آزمون، قابلیت استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و همچنین خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را برای داده‌ها تأیید نمود (۱٦). به‌منظور گروه‌بندی و شناسایی نمونه‌های رسوب با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشابه آنالیز خوشه‌ای به روش وارد[2] انجام شد که نتایج ان در شکل ٥a ارائه شده است. به‌منظور تأیید نتایج حاصل از خوشه‌بندی و شناخت بهتر روابط موجود بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات، تجزیه مؤلفه‌های اصلی نیز انجام و نمودار پراکنش نمونه‌های رسوب نسبت به مؤلفه‌های اول و دوم که معیاری از دسته‌بندی رسوبات بستر و معلق را ارائه می‌دهد، ترسیم گردید (شکل ٥b). ماتریس دوران‌یافته به روش واریمکس[3] که وزن‌های مربوط به ویژگی‌های رسوبات را مشخص می‌نماید به همراه مشخصات مؤلفه‌های اصلی ایجاد شده، در جدول ۱ ارائه شده است. دو مؤلفه اول و دوم دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک بودند. مؤلفه‌های اول و دوم قادر به تبیین ۷٤/۲ درصد تغییرات در داده‌های مشاهده‌ای بودند. مؤلفه اول به تنهایی شامل ٥۱/۳ درصد از کل واریانس داده‌ها بود و مؤلفه‌های دوم و سوم به‌ترتیب ۲۲/۹ و ۹/٦ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص دادند. ماده آلی و هدایت الکتریکی در مؤلفه اول، سیلت و شن در مؤلفه دوم و شن بسیار ریز به همراه رس در مؤلفه سوم دارای بیش‌ترین وزن بودند. در نتیجه می‌توان گفت که این ویژگی‌ها بیش‌ترین تأثیر را در

1- Bartlett's Test of Sphericity
2- Ward method
3- Varimax rotated matrix

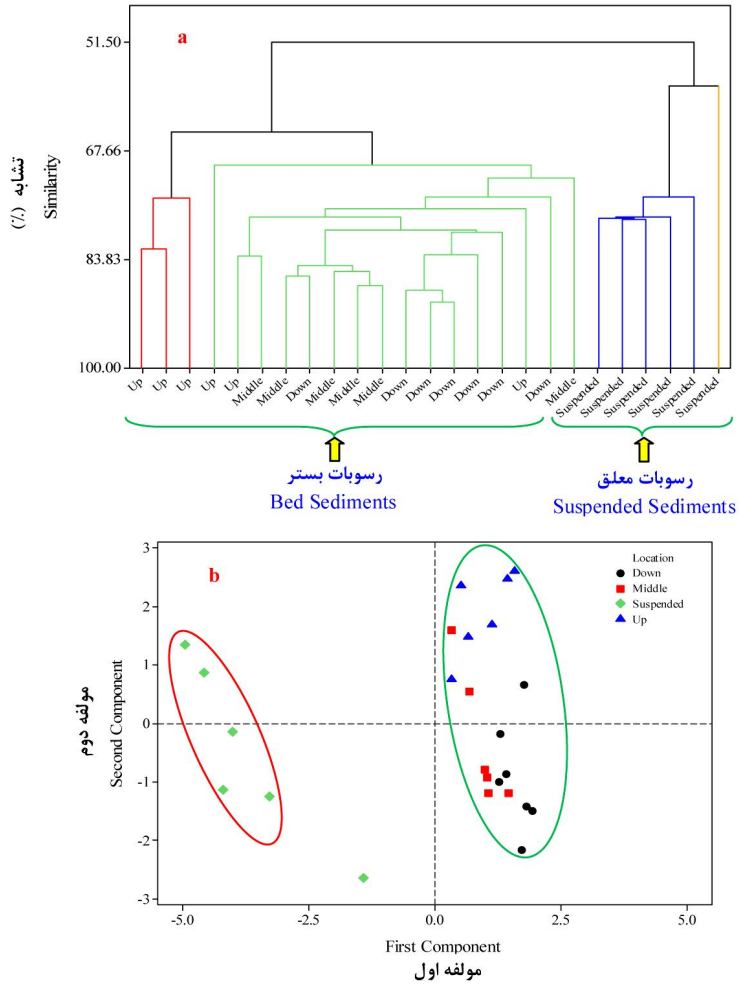
تفکیک نمونه‌های رسوب از یکدیگر داشته‌اند. براساس نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی (جدول ۱) نظر می‌رسد که تغییرات ماده آلی و شوری ناشی از افزوده شدن فاضلاب‌های خانگی به بستر رودخانه نقش مهمی در تغییر ویژگی‌های رسوبات و به‌ویژه رسوبات بستر داشته است. از سوی دیگر توزیع اندازه ذرات به‌عنوان یک فاکتور کلیدی در تعیین ویژگی‌های رسوبات بوده که نتایج این پژوهش نیز بر آن تأکید دارد. جلالی (۲۰۱۰) نیز با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر نقش ویژگی‌های پایه رسوبات مانند هدایت الکتریکی و توزیع اندازه ذرات بر چگونگی شکل‌های فسفر در رسوات رودخانه‌ای تأکید نموده است.

جدول ۱- ماتریس دوران‌یافته اوزان هر یک از ویژگی‌های رسوبات بستر و معلق به همراه مشخصات مؤلفه‌های اصلی.

Table 1. Varimax rotated loading matrix for physical and chemical properties of sediment samples.

متغیر (Variable)	مؤلفه اول (PC1)	مؤلفه دوم (PC2)	مؤلفه سوم (PC3)
رس (Clay)	0.413	-0.206	-0.501
سیلت (Silt)	-0.004	-0.423	-0.079
شن (Sand)	-0.058	0.418	0.147
شن بسیار ریز (VFS)	-0.204	-0.19	0.701
اسیدیته (pH)	0.242	-0.324	0.115
هدایت الکتریکی (EC)	0.487	0.212	0.362
ماده آلی (OM)	0.514	0.224	0.096
کربنات‌کلسیم معادل (CCE)	0.052	-0.393	0.16
ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)	-0.1	-0.416	0.043
فسفر قابل‌استفاده (P-Olsen)	0.459	-0.202	0.22
مقدار ویژه (Eigenvalues)	5.126	2.285	0.960
درصد واریانس (variance explained)	51.3	22.9	9.6
درصد واریانس تجمعی (Cumulative variance)	51.3	74.2	83.8

نتایج خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و پراکنش نمونه‌ها نسبت به دو مؤلفه اول (شکل ۵)، نشان می‌دهد که نمونه‌های رسوب براساس تغییرات ویژگی‌های خود به دو گروه معلق و بستر قابل تفکیک بوده و می‌توان گفت که این دو گروه نمونه از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کاملاً متفاوت هستند. در رابطه با رسوبات بستر نیز، نمونه‌های مربوط به بخش بالادست حوضه دارای ویژگی‌های متفاوتی نسبت به دو بخش میانی و پایین‌دست می‌باشند که این امر می‌تواند ناشی از بالا بودن دخالت‌های انسانی در این بخش از حوضه باشد.



شکل ۵- دسته‌بندی رسوبات بستر و معلق بر مبنای روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی (a) و نمودار پراکنش رسوبات نسبت به مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (b).

Figure 5. Grouping of the bed and suspended sediments based on hierarchical cluster analysis (a) and distribution of samples regarding first and second component (b).

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش ویژگی‌های پایه فیزیکی و شیمیایی در نمونه‌های رسوب بستر و معلق رودخانه روضه‌چای مورد تحلیل و مقایسه قرار گرفت. رسوبات بستر و معلق در مجموع دارای بافت درشت بوده و ذرات سیلت، شن بسیار ریز و شن در آن‌ها فراوانی بیش‌تری دارد. رسوبات بستر در مقایسه با رسوبات معلق دارای شن بیش‌تر و در عوض سیلت و شن بسیار ریز کم‌تری هستند که نشان‌دهنده ترسیب انتخابی ذرات رسوب در رودخانه است. تغییرات توزیع اندازه ذرات رسوب بستر در امتداد رودخانه دارای روند خاصی نیست که می‌تواند ناشی از تأثیرگذاری عوامل متعددی همچون ورود شاخه‌های فرعی به رودخانه و یا دخالت‌های بشری باشد. رسوبات بستر مربوط به بخش بالادست رودخانه دارای ماده آلی و EC بیش‌تری نسبت به رسوبات بخش‌های میانی و پایین‌دست رودخانه هستند که دخالت‌های انسانی در رابطه با رها کردن فاضلاب‌های خانگی به بستر خشک رودخانه می‌تواند از دلایل این امر باشد. از سوی دیگر نتایج بیانگر این امر است که

ماده آلی و EC در کنار توزیع اندازه ذرات به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های رسوبات در تفکیک آن‌ها محسوب می‌شوند. بنابراین کنترل ورود مواد آلی از طریق فاضلاب‌های خانگی در بالادست رودخانه از پیش‌نیازهای مدیریت زیست‌محیطی حوضه به‌ویژه در بخش بالادست آن است. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نیز بیانگر تفاوت بارز ویژگی‌های رسوبات بستر و معلق بوده و بر تفکیک رسوبات بستر بالادست حوضه تأکید دارد. پیشنهاد می‌شود به‌منظور ارزیابی جامع زیست‌محیطی رودخانه روضه‌چای، در پژوهش‌های آینده پارامترهای مربوط به شرایط هیدرولیکی بستر رودخانه به همراه ویژگی‌های کیفی آب در راستای سنجش توان خودپالایی رودخانه مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

1.Arfania, H., and Asadzadeh, F. 2016. Heavy metals bioavailablity (Zn, Cd, Ni, Cu and Pb) in Sediments of Abshineh River. J. Soil Manage. Sust. Prod. 5: 4. 133-146. (In Persian)

2.Bermejo, J.S., Beltrán, R., and Ariza, J.G. 2003. Spatial variations of heavy metals contamination in sediments from Odiel river (Southwest Spain). Environment International. 29: 1. 69-77.

3.Biesinger, J.C. 1973. Mineral and chemical content of the deep-water sediment sequences of Bear Lake, Utah-Idaho. Soil Sci. Soc. Amer. J. 36: 4. 581-586.

4.Bortone, G., and Palumbo, L. 2007. Sustainable Management of Sediment Resources. Sediment and Dredged Material Treatment. 2: 1-209.

5.Demir, T. 2003. Downstream changes in bed material size and shape characteristics in a small upland stream: Cwm Treweryn in South Wales. Bulletin of Earth Sciences. 28: 33-47.

6.Dmitruk, U., Piaščik, M., Taboryska, B., and Dojlido, J. 2008. Persistent organic pollutants (POPs) in bottom sediments of the Vistula River, Poland. CLEAN–Soil, Air, Water. 36: 2. 222-229.

7.Dinakaran, J., and Krishnayya, N.S.R. 2011. Variations in total organic carbon and grain size distribution in ephemeral river sediments in western India. Inter. J. Sed. Res. 26: 2. 239-246.

8.Fedele, J.J., and Paola, C. 2007. Similarity solutions for fluvial sediment fining by selective deposition. J. Geophysic. Res. 112: F0203. 1-13.

9.Han, L., Huang, S., Stanley, C.D., and Osborne, T.Z. 2011. Phosphorus Fractionation in Core Sediments from Haihe River Mainstream, China. Soil and Sediment Contamination. 20: 1. 30-53.

10.He, Y., Xu, Z., Chen, C., Burton, J., Ma, Q., Ge, Y., and Xu, J. 2008. Using light fraction and macroaggregate associated organic matters as early indicators for management-induced changes in soil chemical and biological properties in adjacent native and plantation forests of subtropical Australia. Geoderma. 147: 3. 116-125.

11.Hilscherova, K., Dusek, L., Kubik, V., Cupr, P., Hofman, J., Klanova, J., and Holoubek, I. 2007. Redistribution of organic pollutants in river sediments and alluvial soils related to major floods. J. Soils Sed. 7: 3. 167-177.

12.Howari, F.M., and Banat, K.M. 2001. Assessment of Fe, Zn, Cd, Hg and Pb in the Jordan and Yarmouk river sediments in relation to their physicochemical properties and sequential extraction characterization. Water, Air and Soil Pollution. 132: 1-2. 43-59.

13.Hyland, J., Balthis, L., Karakassis, I., Magni, P., Petrov, A., Shine, J., Vestergaard, O., and Warwick, R. 2005. Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. Marine Ecology Progress Series. 295: 91-103.

14.Jalali, M., and Naderi-Peikam, E. 2013. Phosphorus sorption–desorption behaviour of river bed sediments in the Abshineh river, Hamedan, Iran, related to their composition. Environmental monitoring and assessment. 185: 1. 537-552.

15.Jalali, M. 2010. Phosphorus Fractionation in River Sediments, Hamadan,Western Iran. Soil and Sediment Contamination. 19: 560-572.
16.Johnson, R.A., and Wichern, D.W. 1982. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, SA, 590p.
17.Katsaounos, C.Z., Giokas, D.L., Leonardos, I.D., and Karayannis, M.I. 2007. Speciation of phosphorus fractionation in river sediments by explanatory data analysis. Water Research. 41: 2. 406-418.
18.Kavian, A., Adineh, F., Vahabzadeh, G., and Khaledi-Darvishan, A. 2013. Spatial Variation of Bedload Shape Characteristic towards Downstream Case Study: (Ghalesar Watershed, Sari). J. Range Water. Manage. 66: 1. 131-144. (In Persian)
19.Khaledi-Darvishan, A.V., Sadeghi, S.H.R., Vafakhah, M., and Gholami, L. 2008. Recognition of Effective Physical Characteristics of Watershed on Bed Sediment Morphometry (Case study: Vaz River). Iran-Water Resources Research. 4: 1. 75-78. (In Persian)
20.McAleese, D.M., and McConaghy, S. 1957. Studies on the Basaltic soils of northern ireland: II. Contributions from the sand, silt and clay separates to cation exchange capacity. J. Soil Sci. 8: 1. 135-140.
21.McCauley, A., Jones, C., and Jacobsen, J. 2009. Soil pH and organic matter. Nutrient management module. 8: 1-12.
22.Montgomery, D.R., Zabowski, D., Ugolini, F.C., Hallberg, R.O., and Spaltenstein, H. 2000. Soils, watershed processes and marine sediments. International Geophysics. 72: 159-194.
23.Mosaffaie, J., Ekhtesasi, M.R., and Dastorani, M.T. 2015. Evaluation of Downstream Trends in Sediment Morphometric Characteristics Affected by Hydrologic and Lithologic Controls in Vartavan Catchment. Iran-Watershed Management Science and Engineering. 30: 23-30. (In Persian)
24.Muskatirovic, J. 2008. Analysis of bedload transport characteristics of Idaho streams and rivers. Earth Surface Processes and Landforms. 33: 11. 1757-1768.
25.Nguyen, L., and Sukias, J. 2002. Phosphorus fractions and retention in drainage ditch sediments receiving surface runoff and subsurface drainage from agricultural catchments in the North Island, New Zealand. Agriculture, Ecosystems and Environment. 92: 1. 49-69.
26.Rabení, C.F., Doisy, K.E., and Zweig, L.D. 2005. Stream invertebrate community functional responses to deposited sediment. Aquatic Sciences. 67: 4. 395-402.
27.Rose, C.W. 2004. An introduction to the environmental physics of soil, water and watersheds. Cambridge University Press, Cambridge, 454p.
28.Rowell, D.L. 1994. Soil science: Methods & applications. John Wiley & Sons, New York, 350p.
29.Sadeghi, S.H.R., Gharemahmudli, S., and Khaledi-Darvishan, A. 2014. Variability of Amount and Particle Size Distribution and Morphometric Characteristics of Bed Loads Due to Sand and Gravel Mining. J. Water Soil. 28: 1. 203-218. (In Persian)
30.Sadeghi, S.H.R., and Zakeri, M.A. 2014. Suspended sediment particle size distribution in Kojour river. J. Water Soil Resour. Cons. 3: 2. 73-82. (In Persian)
31.Sadeghi, S.H.R., Kiani-Harchegani, M., and Yunesi, H.A. 2012. Suspended sediment concentration and particle size distribution and their relationship with heavy metal content. J. Earth Syst. Sci. 121: 1. 63-71.
32.Williams, J., Syers, J., Harris, R., and Armstrong, D. 1971. Fractionation of inorganic phosphate in calcareous lake sediments. Soil Sci. Soc. Amer. J. 35: 2. 250-255.
33.Zhu, B., Wang, Z., and Zhang, X. 2012. Phosphorus fractions and release potential of ditch sediments from different land uses in a small catchment of the upper Yangtze River. J. Soil Sed. 12: 2. 278-290.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(2), 2017
http://jwsc.gau.ac.ir

Comparison of the physical and chemical properties of the bed and suspended sediments of the Roze-Chay river

***F. Asadzadeh[1], S. Jalalzadeh[2] and A. Samadi[3]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Urmia University, [2]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Urmia University, [3]Professor, Dept. of Soil Science, Urmia University
Received: 07/25/2016; Accepted: 06/06/2017

Abstract

Background and Objectives: River sediments are the major component of the aquatic ecosystems and play an important role in the nutrients cycle and contaminants transformation in river systems. Sediment particles are transported in the forms of the suspended and bed sediment depending on the river flow regime and the size distribution of the particles. Sediments in the river are in equilibrium with the pore water and river flow. Therefore, the composition of sediments strongly affects water quality and the biological activities in the aquatic systems. Release of the organic and inorganic contaminants and nutrients from the sediments to the river flow is mainly influenced by the physical and chemical properties of the sediments. Thus, understanding of the basic physical and chemical properties of river sediments is essential for sustainable management of the watershed. The aim of this study was evaluate and compare the physical and chemical properties of the suspended and bed sediments of the Roze-Chay river in the Urmia region.

Materials and Methods: Total of the 19 bed sediments were collected along the river. Bed sediments were sampled from three parts of the river including up-stream (6 samples), mid-stream (6 samples) and down-stream (7 samples). In addition, six suspended sediments were sampled from the river during a flood event. Sediment samples were passed through a 2000 micron sieve and were analyzed for their basic physical and chemical properties. Hierarchical cluster analysis and principle component analysis were preformed for grouping the sediment samples and identifying the most effective properties of them.

Results: Results indicated that the sand and silt particles are very dominant in bed and suspended sediments, respectively. The average silt and very fine sand content in bed sediments were 15.8 and 15.5 percents, while the silt and very fine sand particles content in suspended sediments were 44 and 25 percent, respectively. However, bed sediment have coarse texture due to their higher sand content in comparison with suspended sediments. The average values of organic matter and electrical conductivity of bed sediments were 1.7 and 2.5 times greater than the suspended samples. The organic matter content in up-stream bed sediments were higher than the middle and downstream parts, which may due to the discharge of the domestic sewage in this part of the watershed. Principle component and the hierarchical cluster analysis showed that the organic matter, EC and particle size distribution are the most effective properties of the sediments.

Conclusion: Discharge of the domestic sewage to the river bed may has led to the accumulation of the organic matter and soluble salts in the bed sediments of the upstream part. As a result, the basic physical and chemical properties of the upstream bed sediments are different from the middle and downstream parts. Preventing the entry of the sewage into the river bed especially at the upstream part has an essential role in sustainable management of the Roze-chay river ecosystem. Multivariate analysis of the sediment samples revealed that there was a significant difference between the properties of the suspended and bed sediments.

Keywords: Selective deposition, River system, Organic matter, Particle size distribution

* Corresponding Author; Email: f.asadzadeh@urmia.ac.ir