



پژوهش‌های فرسایش محیطی

journal homepage: <http://magazine.hormozgan.ac.ir>



تحلیل ویژگی‌های رسوب شناسی پادگانه‌های آبرفتی رودخانه‌ی زاینده‌رود

و تعیین منشا آن‌ها

الهام داودی*^۱، ناهید شبانیان بروجنی^۱، علیرضا داودیان دهکردی^۱
^۱ گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد

تاریخچه مقاله:

چکیده

دریافت:

۹۳/۱۱/۲۵

اصلاح:

۹۴/۱۰/۲۱

پذیرش:

۹۴/۱۱/۲۰

پادگانه‌های آبرفتی یکی از اشکال مشخص فرسایش آب‌های روان در حاشیه رودخانه‌ها هستند که با مطالعه‌ی آن‌ها می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد نوع رسوبات تشکیل دهنده و شرایط آب و هوایی زمان تشکیل و ... پی برد در این تحقیق سه پادگانه آبرفتی در مسیر رودخانه زاینده‌رود در بازه‌ی سد زاینده‌رود تا پل زمانخان مورد مطالعه قرار گرفته‌است. این رودخانه از دامنه‌های رشته‌کوه زردکوه بختیاری شروع و پس از عبور از اصفهان به باتلاق گاوخونی می‌ریزد. پس از نمونه‌برداری از این پادگانه‌ها که بصورت تصادفی انجام شد، و مطالعات منشایی و دانه‌بندی بر روی آن‌ها صورت گرفت. نتایج حاصله نشان داد که اکثریت نمونه‌ها دارای جورشدگی بد و چولگی متفاوت هستند. این شرایط بیانگر تغییر شرایط رژیم رودخانه احتمالاً در اثر تغییر در شرایط آب و هوایی با گذشت زمان در طی دوره کواترنری است. مطالعات منشایی رسوبات نشان داد که در منطقه مورد بررسی بیشتر رسوبات مربوط به شیب‌های کمپلکس دگرگونی شمال شهرکرد و سنگ‌های آهکی است که از نقاط مختلف در مسیر رودخانه منشا گرفته‌اند و بخشی از این سنگ‌های آهکی حاوی میکروفسیل‌هایی به سن ائوسن می‌باشد که در تطابق با سازند جهرم زاگرس می‌باشد که این رسوبات از سازندهای پشت سد زاینده‌رود قبل از احداث سد به این گستره منتقل شده است.

واژگان کلیدی:

پادگانه آبرفتی

رسوب‌شناسی

منحنی دانه‌بندی

رودخانه زاینده‌رود

مقدمه

پادگانه‌های آبرفتی یکی از مهم‌ترین رسوبات برجای گذاشته از عهد کواترنری هستند که با مطالعه این رسوبات می‌توان اطلاعات دقیقی در مورد وقایع دوره‌ی کواترنری و نحوه تشکیل آن‌ها بدست آورد. آنها در واقع سطوحی هستند که به موازات محور

* نویسنده مسئول رایانامه: elhamdavoodi90@yahoo.com

دره رودخانه و در سطح بالاتر از بستر کنونی رودخانه در نتیجه تغییر سطح اساس رودخانه‌ها تشکیل می‌شوند. عموماً جنبش گسل‌های فعال، بالا آمدگی کوه‌ها و فرونشینی گودی‌ها (رانده شدن کوه‌ها در روی دشت‌ها) باعث می‌شود سطح اساس رودخانه‌ها سریعاً تغییر کند. پادگانه‌های آبرفتی یکی از اشکال مشخص فرسایش آب‌های روان در حاشیه رودخانه‌هاست. در مطالعات پیکرشناسی زمین، مراحل حمل و رسوبگذاری را به یک دوره فرسایش مربوط می‌دانند. همیشه دوره‌های فرسایش با مرحله حفر یا کاوش آغاز شده و پس از انتقال آبرفت‌ها به مرحله تراکم ختم می‌شود. عوامل متعددی وجود دارند که سبب تجدید و تکرار دوره‌های فرسایش می‌شوند: به عبارت دیگر پس از پایان دوره‌ی فرسایش با دخالت حداقل یکی از این عوامل، دوره‌ی بعدی آغاز می‌شود. پادگانه‌های آبرفتی از تکرار این دوره‌های فرسایش به وجود می‌آیند (احمدی، ۱۳۸۸).

مطالعات فراوانی در بحث رسوب‌شناسی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات موسوی حرمی و همکاران اشاره کرد، آن‌ها در بررسی رسوب‌شناسی و نرخ ریزشوندگی به طرف پایین‌دست حوضه آبریز بند گلستان (جنوب غرب مشهد) به این نتیجه رسیدند که، کاهش سریع شیب بستر و نیز حمل و نقل انتخابی دانه‌ها وابسته به شرایط هیدرولیکی بوده و به وسیله هیدرولوژی و شیب حوضه آبریز کنترل می‌گردد (موسوی حرمی و همکاران، ۱۳۸۲). خدای و همکاران در بررسی رخساره‌های سنگی و مدل رسوبی رودخانه لاتشور، جنوب شرق تهران به این نتیجه رسیدند که در طول کانال اصلی این حوضه نشان می‌دهد که ۳ عامل اصلی شامل تغییرات ناگهانی شیب بستر ناشی از تغییرات سنگ‌شناسی، ورود سرشاخه‌های فرعی و رخداد سیلاب‌های مکرر باعث تغییرات در بافت رسوبات کف کانال و برهم زدن پیوستگی طولی پارامترهای مختلف اندازه ذرات شده است. همچنین در بررسی رخساره‌های رسوبی و عناصر ساختاری شناسایی شده در کانال اصلی رودخانه لاتشور، مدل‌های رسوبی این رودخانه تفسیر و ارائه گردید که از بالادست به سمت پایین دست حوضه، شامل رودخانه بریده بریده با بار گراولی و کم ژرفا^۱، رودخانه بریده بریده با بار گراولی^۲، رودخانه مئاندری با بار گراولی^۳، رودخانه مئاندری با بار ماسه‌ای^۴ و رودخانه مئاندری با بار ریزدانه^۵ می‌باشد (خدای و همکاران، ۱۳۸۶).

نخعی و همکاران به مطالعه رسوب‌شناسی و تخمین متوسط بار معلق سالانه در رودخانه زولاچای پرداختند. ایشان در بررسی شکل و میزان تراکم زه کشی حوضه به این نتیجه رسیدند که این حوضه یکی از حوضه‌های متراکم با تراکم زه‌کشی بالا و دبی بالای سالانه سیل و میزان فرسایش زیاد است. اندازه دانه‌ها به طرف پایین دست به صورت نمایی افزایش می‌یابد. بررسی‌های انجام شده در مورد علل درشت شوندگی در طول مسیر رودخانه، نشان داد که ورود شاخه‌های فرعی و تغییر لیتولوژی از عوامل اصلی این پدیده است. همچنین نشان دادند که رسوبات این رودخانه دارای منحنی توزیع دانه‌بندی با جورشدگی بد و کج‌شدگی مثبت هستند (نخعی و همکاران، ۱۳۸۸). نصرتی و همکاران اقدام به بررسی منابع رسوب، ارتباطی بین فعالیت‌های آنزیمی خاک و رسوب در منطقه زیدشت حوضه‌ی طالقان کردند. در این تحقیق استفاده از ردیاب‌های طبیعی و بیوشیمیایی

¹ Shallow gravel braided river

² Gravel wandering river

³ Gravel meandering river

⁴ Sandy meandering river

⁵ Fine grain meandering river

مورد بررسی و نتایج را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان داد که استفاده از ردیاب‌های بیوشیمیایی می‌تواند باعث تحول و ارتقای منشایابی شده و موجب تکمیل روند منشایابی در آینده گردد (نصرتی و همکاران، ۱۳۹۰).

حکیم‌خانی و احمدی در تحقیق خود تحت عنوان تعیین سهم زیرحوضه‌ها در تولید رسوب با استفاده از روش منشایابی در حوضه مرگن پلدشت در ماکو با استفاده از خصوصیات فیزیکی، ژئوشیمیایی (کربن آلی، نیتروژن و فسفر) و منابع رسوب برای تعیین منابع اصلی رسوب استفاده کردند. استفاده از این روش‌ها را برای منشایابی رسوبات مناسب ارزیابی کردند. حیدری و همکاران (۵)، در تعیین سهم واحد کاری در تولید رسوب معلق با استفاده از منشایابی رسوب در حوضه تول بنه در استان گلستان از آزمایش XRF برای منشایابی استفاده نمودند. پس از نمونه برداری از محل مورد مطالعه و انجام آزمایش مذکور به این نتیجه رسیدند که روش XRF روش بسیار مناسبی برای منشایابی در تولید رسوب معلق در حوضه آبخیز می‌باشد (حکیم‌خانی و احمدی، ۱۳۸۷).

اپرانو^۶ و همکاران در بررسی اندازه ذرات رسوبات برجای مانده در رودخانه دانوب به این نتیجه رسیدند که اندازه ذرات رسوب در این رودخانه بستگی به شرایط هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژی منطقه و همچنین میزان در دسترس بودن موادی که می‌تواند تشکیل رسوب دهند، دارد (Opreanu et al, 2007). ماکودان^۷ و همکاران با استفاده از منشایابی رسوبات، به منابع ایجاد رسوب در رودخانه پیدمونت جنوبی پی بردند (Mukundan et al, 2010). رودی^۸ با استفاده از منشایابی، منابع مختلف رسوب رسوب ورودی به به خلیج وانگاپو به خلیج نیوزلند را بررسی کرد (Roddy, 2010).

البته مطالعات ما در مورد سنگ‌ها زمانی می‌تواند در درک وقایع زمین‌شناسی و تاریخی موثر باشد که در قالب یک چارچوب زمانی تنظیم شود که مطالعات فسیل‌شناسی و چینه‌شناسی این زمینه را فراهم می‌کند. پایه و اساس علم چینه‌شناسی، نقشه‌های زمین‌شناسی است که با ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی اقدام به بازسازی تغییرات گذشته‌ی زمین در یک نقطه در طول زمان می‌گردد (Nichols, 2009)، و مطالعات فسیل‌شناسی نیز کمک بسیار زیادی در این زمینه می‌کند.

رسوبات رودخانه‌ای بر اساس اندازه‌ای که دارند در بخش‌های مختلف رودخانه ته‌نشین می‌شوند (Opreanu et al, 2007). با مطالعه توزیع اندازه‌ی ذرات رسوبات ته‌نشین شده در امتداد رودخانه‌ها مانند پادگانه‌های آبرفتی، می‌توان اطلاعات مهمی در مورد دانه‌بندی ذرات، شکل، اندازه، چولگی و کشیدگی رسوبات و ... بدست آورد (Randle et al, 2006). همچنین اثرات متقابل ذرات رسوبی با مسیر رودخانه‌ها، باعث تغییر شکل بستر و کناره‌های رودخانه شده که از این جهت محیط مناسبی را برای مطالعه‌ی آب و هوای گذشته و شناسایی فرایندهای غالب آن دوران (زمان رسوبگذاری) فراهم می‌کند (Nichols, 2009). با توجه به بررسی منابع انجام شده از آن‌جا که مطالعات منشایابی رسوبات پادگانه آبرفتی در رودخانه زاینده‌رود انجام نشده است، در این مقاله به بررسی پارامترهای رسوبات پادگانه آبرفتی و منشایابی قطعات سازنده آن‌ها پرداخته می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش مطالعه‌ی رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه‌ی زاینده‌رود از جنبه رسوب‌شناسی و تعیین منشایابی رسوبات می‌باشد.

مواد و روش

⁶ Opreanu

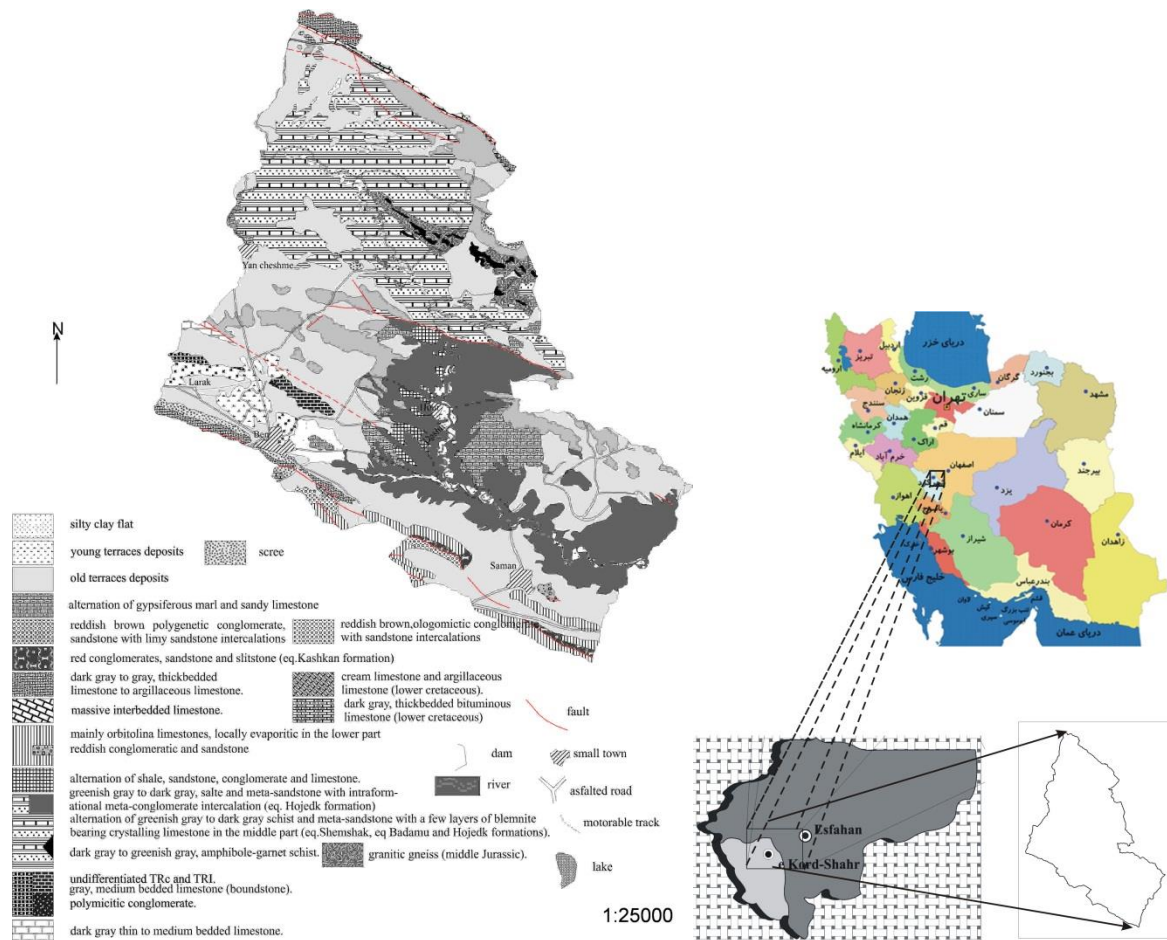
⁷ Mukundan

⁸ Roddy

منطقه مورد مطالعه

از نظر تقسیمات کشوری ناحیه مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری و استان اصفهان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۷۶۹ کیلومتر مربع منطقه‌ی پستی است که بین یک سری ارتفاعات بلند و مرتفع جنوب غرب و ارتفاعات شمال شرق واقع شده است. سری ارتفاعات جنوب غربی عبارتند از کوه برآفتاب به ارتفاع ۳۱۴۵ متر از سطح دریا- کوه لاطان- کوه سید بهالدین و ارتفاعات شمال شرقی عبارتند از کوه دالان کوه به ارتفاع ۳۴۵۰ متر- کوه بزی نو- کوه مستان- کوه پریر- کوه چشمه بغل. این دو رشته ارتفاعات با روند شمال غرب- جنوب شرق منطقه مورد مطالعه را محصور کرده و به موازات یکدیگر و در امتداد رشته کوه‌های زاگرس قرار دارند. (۷). رودخانه زاینده رود تقریباً بصورت محور مرکزی در این منطقه جریان دارد که در اطراف آن تعداد زیادی روستا با جمعیتی قابل توجه و مزارع و باغ‌های فراوان وجود دارد. مختصات منطقه مورد مطالعه به شرح زیر است: سد زاینده رود با مختصات $32^{\circ}44'04''$ و $50^{\circ}44'11''$ ، پل زمانخان با مختصات $32^{\circ}27'27''$ و $50^{\circ}59'38''$ و ارتفاع بیشینه و کمینه از سطح دریا در این گستره به ترتیب ۳۱۶۰ تا ۱۸۰۰ متر است (شکل ۱).

از نظر زمین شناسی بخش اصلی منطقه مورد بررسی را یک پهنه برشی تشکیل می‌دهد که از سد زاینده رود تا نزدیکی روستای هوره قابل تشخیص است و بخشی از پهنه سنندج - سیرجان است. این پهنه برشی شامل سنگ‌های دگرگونی درجه بالا و آذرین دگرشکل شده می‌باشد. سنگ‌های دگرگونی منطقه عمدتاً شامل شیست‌های کوارتز- فلدسپاتی، میکاشیست، گنایس‌های چشمی، پاراگنایس‌های دومیکایی و آمفیبولیت بوده که همراه با توده‌های گرانیتی و دولریتی دگرشکل شده، مجموعه دگرگونی- آذرین و دگرشکلی این پهنه را تشکیل می‌دهند. در مسیر رودخانه پس از عبور از این پهنه برشی، سنگ‌های دگرگونی درجه بالا و گرانیتی دیده نشده و در عوض سنگ‌های رسوبی شامل شیل، سیلتستون، ماسه سنگ و کنگلومرا ظاهر می‌شوند. علاوه بر این سنگ‌های رسوبی، سنگ‌های آذرین بیرونی عمدتاً بازالت و آندزیت به همراه مجموعه سنگ‌های پیروکلاستیک بویژه توف نیز دیده می‌شوند. بطور کلی این مجموعه رسوبی و آذرین که غالباً به سن ژوراسیک هستند تا حدودی دگرگونی درجه پایین و همچنین دگرشکلی را متحمل شده‌اند (داودیان دهکردی، ۱۳۸۴) (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شکل ۲: نقشه زمین شناسی منطقه

با توجه به این نکته که بین سایز رسوبات و میزان فاصله از منبع ذرات ارتباط معنی داری وجود دارد، بررسی عامل‌های آماری رسوبات و منشایابی آن‌ها در پادگانه‌های آبرفتی زاینده‌رود بررسی شد. به منظور تحقق اهداف، ۳ پادگانه آبرفتی رودخانه زاینده‌رود در بازه‌ی سد زاینده‌رود تا پل زمانخان به طول تقریبی ۷۰ کیلومتر مورد مطالعه قرار گرفتند. بصورت منظم از بالا تا پایین هر یک از این پادگانه‌ها، رسوبات با رعایت اصول علمی برداشت شدند. در روش نمونه‌برداری پیشنهاد شده توسط انجمن مهندسی عمران آمریکا، چنانچه رسوبات در حد ماسه و درشت‌تر باشند با نوک بیلچه دستی رسوبات را تا عمق ۲۰ سانتیمتری بر داشته و اگر رسوبات در حد سیلت و رس باشند بیلچه را در ۵ سانتیمتری بالای رسوبات فرو برده و نمونه‌برداری انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود که رسوبات مربوط به آخرین سیلاب برداشت شده‌اند. مقدار رسوبات برداشت شده بسته به اندازه ذرات متفاوت خواهد بود. هر چه اندازه ذرات رسوب درشت‌تر باشد مقدار رسوباتی که برداشت می‌شود بایستی بیشتر باشد تا نشانگر کلیه بخش‌های رسوب باشد (قبادی، ۱۳۸۸).

روش

پس از نمونه‌برداری از پادگانه‌ها و خشک کردن نمونه‌ها در آزمایشگاه و تهیه نمونه‌های یکنواخت به میزان ۲۰۰۰ گرم، هر نمونه بوسیله سری الک‌ها و بعلت فاقد انسجام بودن ذرات بصورت خشک دانه‌بندی شد. نمونه انتخابی علاوه بر روش دستی به

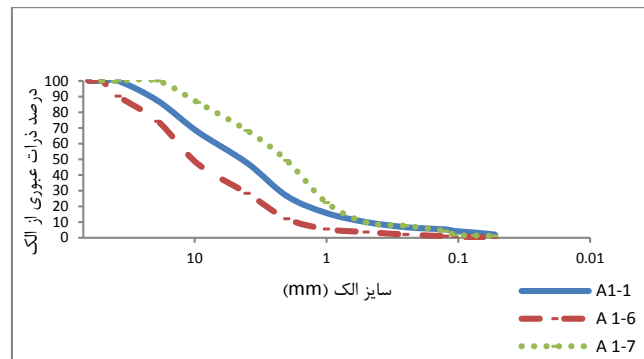
صورت خشک و بر اساس استاندارد ASTM در ۱۲ طبقه دانه‌بندی و به مدت ۱۵ دقیقه در شیکر الک گردید که بین روش دستی و روش شیکر تفاوت محسوسی مشاهده نشد. البته برای دستیابی به نتایج بهتر، از دستگاه شیکر با قابلیت بالا^۹ و با دامنه نوسان بالا استفاده شد که بنحو موثری جداسازی ذرات با سایزهای متفاوت را انجام می‌دهد. پس از انجام آزمایش‌های دانه‌بندی و گرانولومتری، ذرات با ابعاد بزرگتر به منظور از بین رفتن لایه‌های آهکی شسته و خشک شده، سایز و جنس آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. از بین نمونه‌های به دست آمده، به منظور تهیه‌ی مقاطع میکروسکوپی ذرات با ابعاد $4000 >$ میکرون، ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون و ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میکرون را در آزمایشگاه در دو مرحله با آب مقطر و الکل در دستگاه اولتراسونیک شستشو داده تا مواد رسوبی از اطراف دانه‌ها جدا شوند. سپس نمونه‌های ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون و ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میکرون در آن با دمای ۷۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و از آن‌ها به منظور انجام مطالعات مورفومتری و تعیین جنس آن‌ها استفاده شد. مقاطع با استفاده از میکروسکپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفتند، مطالعه دانه‌های رسوب با استفاده از میکروسکپ پلاریزان امکان شناسایی دقیق کانی‌ها و سنگ‌ها را بر خلاف بیناکولر فراهم می‌سازد. خصوصیات مورفومتری این ذرات مانند گردشگری، جورشدگی، کرویت، محیط، مساحت و ... توسط نرم‌افزار ImageJ ver 1.46 که یک نرم افزار آنالیز تصاویر^{۱۰} است مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل اندازه دانه به عنوان یک ابزار اساسی برای طبقه‌بندی محیط‌های رسوبی محسوب می‌شود. محاسبات آماری را برای بسیاری از نمونه‌ها می‌توان انجام داد، با این حال، یک فرآیند پرزحمت است. جهت تعیین برخی پارامترهای شکل‌شناسی نمونه‌ها از برنامه صفحه گسترده Gradistat.V 8 تحت نرم‌افزار Excel استفاده شد. این برنامه به منظور تجزیه و تحلیل سریع اندازه دانه‌ها با استفاده از هر یک از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری، مانند الک و دانه‌بندی لیزری تهیه شده است و با پذیرش داده‌های استاندارد و غیراستاندارد تولید طیف وسیعی از خروجی‌های گرافیکی از جمله فرکانس، مثلث خاک و منحنی دانه‌بندی می‌کند. میانگین، مد، جورشدگی، چولگی و سایر آمارهای حسابی و هندسی (در واحدهای متریک) و لگاریتمی (در واحدهای فی) با استفاده از این برنامه محاسبه شد.

دانه‌های رسوبی در اندازه‌های مختلف از قطر چند میکرون تا چندین سانتی‌متر دیده می‌شوند. طبقه‌بندی دانه‌ها از روی بلندترین قطر آن‌ها صورت می‌گیرد که برای اولین بار توسط اودون (Udden, 1914) و ونتورث (Wentworth, 1922) ارائه شده است. مقیاس ونتورث یک مقیاس لگاریتمی است که در آن، حد هر درجه دو برابر بزرگ‌تر از حد درجه کوچک‌تر بعدی است (موسوی حرمی، ۱۳۸۳).

پس از انجام دانه‌بندی در آزمایشگاه، منحنی دانه‌بندی رسوبات برای هر پادگانه بطور مجزا ترسیم شد که شکل ۳ نمودار دانه‌بندی پادگانه شماره ۱ به عنوان نمونه آورده شده است. توزیع اندازه دانه‌های یک رسوب بصورت منحنی بر روی محورهای مختصات نیمه‌لگاریتمی نشان داده می‌شود. روی محور عرض‌ها درصد وزنی ذرات رد شده از الک‌ها و روی محور طول‌ها اندازه ذرات به میلی‌متر و یا شماره الک‌ها آورده می‌شود. هر قدر شیب منحنی دانه‌بندی کمتر باشد، حدود تغییرات اندازه‌های رسوب بیشتر است و هر قدر شیب منحنی دانه‌بندی بیشتر باشد، دانه‌های رسوب یکنواخت‌ترند (قبادی، ۱۳۸۸).

⁹ Octagon

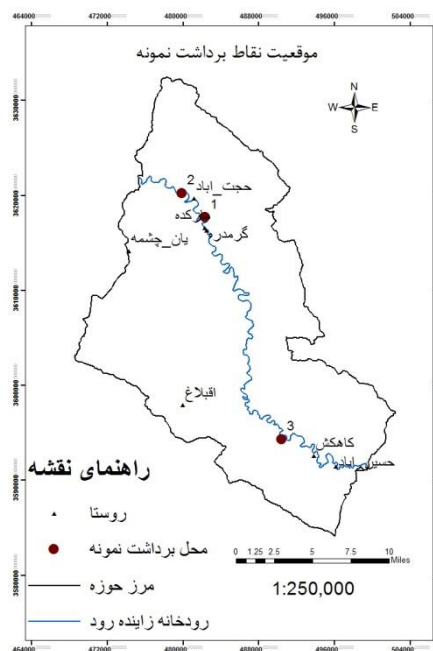
¹⁰ Image Processing Analysis



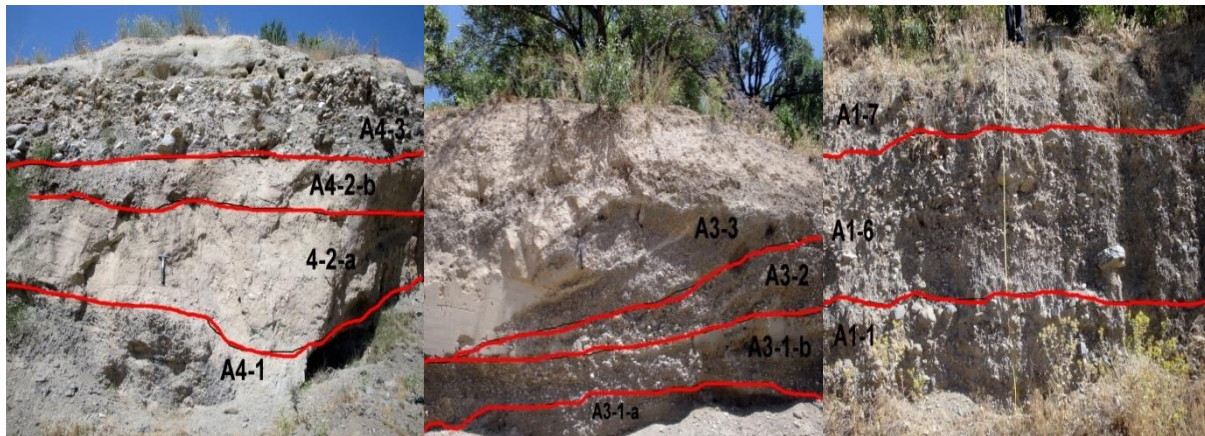
شکل ۳: نمودار دانه بندی پادگانه شماره ۱

یافته‌ها (نتایج)

با توجه به بازدید میدانی اولین پادگانه قدیمی‌تر و آخرین پادگانه نسبت به سایر پادگانه‌های آبرفتی جوان‌تر می‌باشد که محل دقیق پادگانه‌ها در شکل ۴ نشان داده شده است. همچنین در پادگانه‌ی شماره ۱، اکثریت قطعات از نوع دگرگونی و درشت‌دانه است. با فاصله گرفتن از محل منبع رسوبات سایز ذرات کوچک‌تر شده و رسوبات دانه‌درشت به ندرت دیده می‌شوند (Ortigosa et al, 1988)، پس درشت بودن ذرات در پادگانه‌ی شماره ۱ ناشی از محلی بودن رسوبات است. در پادگانه‌ی شماره ۲ لایه‌های نازک و متوسطی از ذرات در حد ماسه مشاهده شد که مربوط به مواقع آرامش رودخانه بوده است. پادگانه‌ی شماره ۳ از سه بخش تشکیل شده: بخش زیرین رسوبات ریز تا متوسطی دارد، بخش میانی رسوبات ماسه‌ای دارد و بخش بالادست رسوباتی درشت‌دانه و سیلابی با تنوعی از قطعات درشت و ریز با جورشدگی بد دارد که نشان‌دهنده‌ی حمل این مواد بوسیله‌ی آب است (شکل ۵).



شکل ۴- موقعیت رودخانه‌ی اصلی و محل‌های برداشت نمونه‌ها



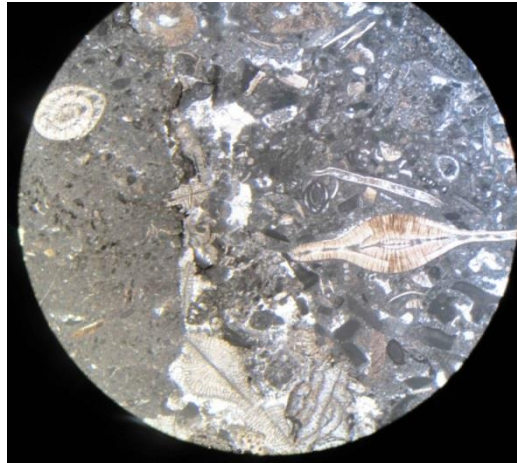
پادگانه شماره ۳

پادگانه شماره ۲

پادگانه شماره ۱

شکل ۵: پادگانه‌ها و محل‌های نمونه‌برداری

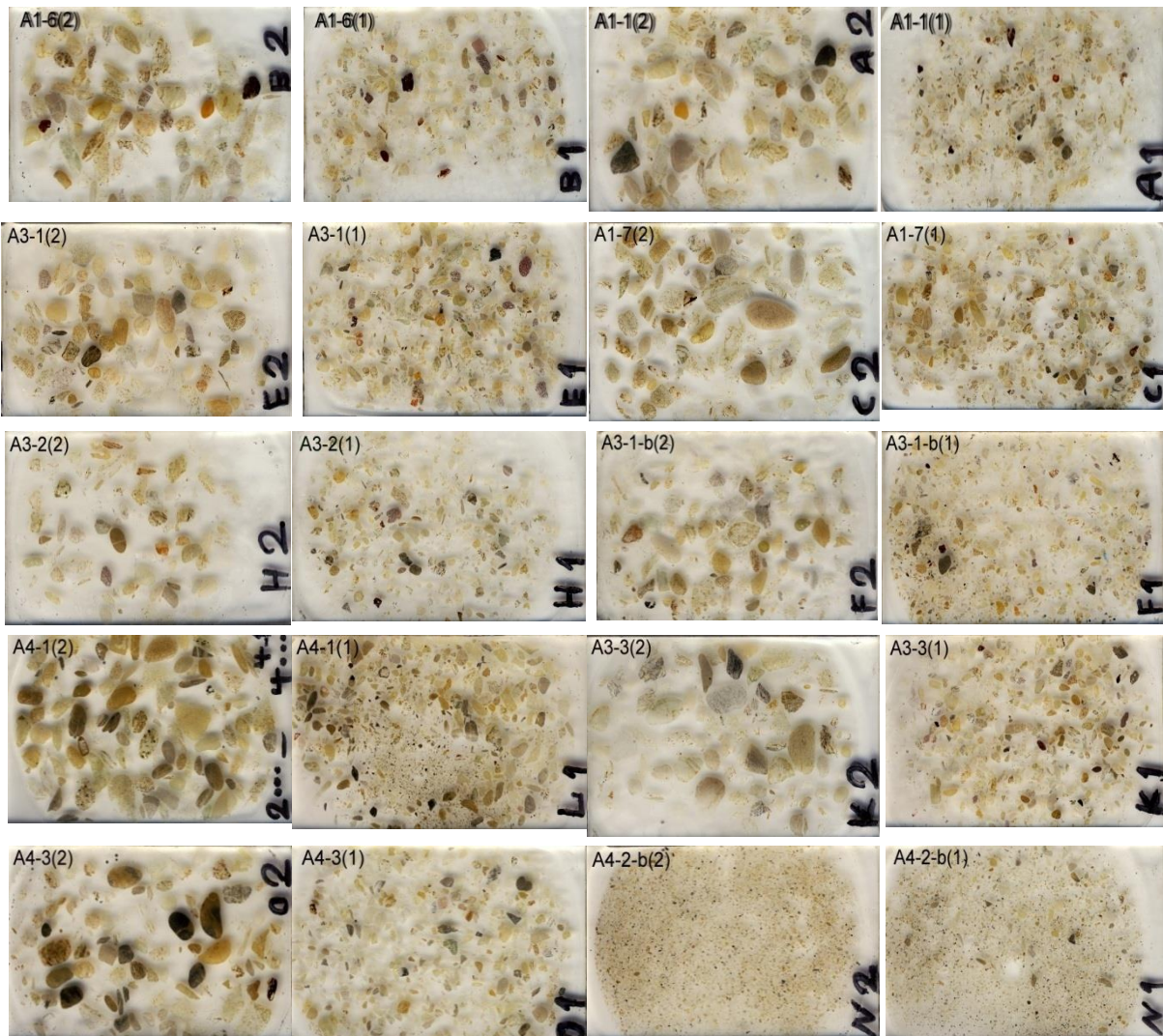
از پادگانه‌ی شماره‌ی ۱، ۴ قطعه سنگ آهکی به عنوان نمونه برداشت و مقطع نازک تهیه گردید و توسط میکروسکپ پلاریزان مورد بررسی قرار گرفت، و سپس بر اساس میکروفسیل‌های موجود در آن‌ها سن‌سنجی نسبی انجام شد. مطالعات نشان داد که دو تا از این قطعات سنگ آهکی حاوی میکروفسیل اوربیتولینیده و اوربیتولینا هستند که مربوط به سازندهای آهکی کرتاسه می‌باشند. این سنگ‌ها تحت تاثیر تکتونیکی حاکم بر منطقه دارای درز و شکاف‌های فراوان هستند که توسط کلسیت اسپاریتی پر شده‌اند و میکروفسیل‌های آن ساختار اصلی خود را تا حدی از دست داده‌اند بنابراین نمی‌توان به طور دقیق گونه و سن دقیق آن‌ها را تشخیص داد. با توجه به نقشه‌ی زمین‌شناسی شهرکرد (شکل ۲) مکان دقیق این آهک‌ها در بالادست محل نمونه‌برداری در مکان‌های کوه‌رنگ، تنگ‌گزی، سودجان و بردشاه می‌باشد. یکی از نمونه‌های قطعه سنگ آهکی مورد بررسی، حاوی میکروفسیل‌های *Discocyclina sp*، *Nummulite sp*، *Nummulite Discocyclina*، *Operculina sp*، *Rotalia sp*، *Biloculina sp* و *Actinocyclina sp* بود که معرف ائوسن زیرین-میانی می‌باشند و ظاهراً معادل قسمت پایین سازند جهرم می‌باشد. نمونه‌ی دیگر حاوی میکروفسیل‌های *Glomalveolina sp*، *Biloculina sp*، *Orbitolites sp*، *Miliolids sp*، *Textularia sp* و *Flosculina alveolina* می‌باشد که از بین این میکروفسیل‌ها *Actinocyclina* (شکل ۶)، میکروفسیل شاخص ائوسن میانی و بالایی است که معادل با بخش بالایی سازند جهرم در فارس می‌باشد. هر دو سنگ بایومیکرایت بوده و در نقشه‌ی زمین‌شناسی شهرکرد با علامت اختصاری EO نشان داده شده است. با توجه به مطالعات فوق و نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه، این نمونه‌های رسوب متعلق به تنگ‌گزی و کوه‌رنگ می‌باشد.



شکل ۶: نمایش میکروفسیل بیلوکولینا و اکتینوسپیکلینا در یک زمینه میکرایتی، پهنای میدان دید $\frac{8}{\times}$ میلی‌متر، نور طبیعی PPL

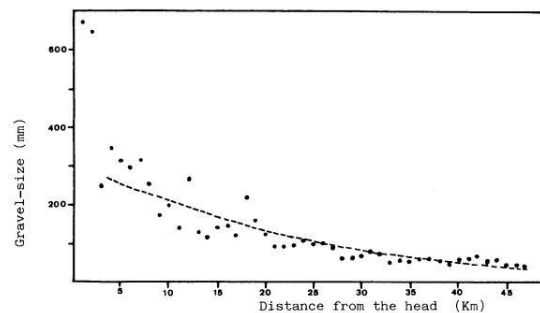
بررسی‌های نمونه‌ها نشان داد که دانه‌های شیستی، آمفیبولیتی، گنایسی، گرانیتی و بخشی از دلریت‌ها (موجود در پادگانه شماره ۱) که در رسوبات پادگانه‌های مختلف زاینده‌رود دیده می‌شوند حاصل فرسایش، حمل و نقل این رسوبات از تشکیلات دگرگونه شمال شهرکرد (داودیان دهکردی، ۱۳۸۴؛ شبانیان بروجنی، ۱۳۷۷) می‌باشد. وجود قطعات سنگی آذرین مافیک (بازالتی و گابرو تا پریدوتیت سرپانتینی شده) بویژه در پادگانه شماره ۱ مربوط به تشکیلات آذرین قدیمی (احتمالاً سری هرمز) در زون ساختاری زاگرس است. در حالی که سنگ‌های ولکانیک، بازالت و توف در پادگانه شماره ۳ مربوط به تشکیلات آتشفشانی شمال شهرکرد می‌باشد (امامی کلیشادی، ۱۳۸۷). دانه‌های کوارتزی می‌تواند لنزهای کوارتزی موجود در تشکیلات دگرگونی باشد و یا دانه‌های درشت کوارتزی سنگ‌های دگرگونی و آذرین مثل گرانیت و گنایس باشد و یا از چرت‌های رسوبی موجود در سازندهای پهنه ساختاری زاگرس باشند. با بررسی نمونه‌های با ابعاد > 4000 میکرون (جدول ۱)، مشخص شد که در پادگانه‌ی شماره ۱ بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به شیست، آهک و گرانیت می‌باشد ودر پادگانه‌ی شماره‌ی ۲ بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به شیست، آهک، آمفیبولیت و گرانیت می‌باشد. در پادگانه‌ی شماره‌ی ۳ بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به گرانیت، شیست، آهک و آمفیبولیت است. با توجه به اینکه سنگ‌های شیستی در منطقه گسترش بسیار زیادی دارند می‌توان ادعان داشت که علت اینکه فراوانی آنها در رسوبات درشت دانه کمتر است، مقاومت فرسایشی کم‌تر آنها می‌باشد.

با مطالعه‌ی مقاطع میکروسکپی نمونه‌ها (شکل ۷)، همانطور که در جداول ۱ و ۲ ارائه شده، به همراه بررسی نقشه‌ی زمین‌شناسی محدوده‌ی مورد مطالعه، مشخص شد که در پادگانه‌ی شماره ۱ بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به شیست، آهک، گرانیت و گنایس می‌باشد. در پادگانه‌ی شماره ۲ بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به شیست، آهک، ولکانیک، ماسه سنگ و گرانیت و گنایس (به میزان کمتری) می‌باشد. در پادگانه‌ی شماره ۳، که جوان‌ترین پادگانه‌ی مورد بررسی بوده، بیش‌ترین درصد ذرات مربوط به شیست، آهک و ولکانیک می‌باشد قابل ذکر است که در نمونه‌برداری‌های انجام شده در هر سه پادگانه و در سطوح مختلف، در سایز ۲۰۰۰-۱۰۰۰ میزان دانه‌های شیستی بر رسوبات آهک غلبه داشته و در اندازه ۴۰۰۰-۲۰۰۰ درصد فراوانی دانه‌های آهکی بیش‌تر می‌باشد.



شکل ۷: مقاطع میکروسکوپی نمونه‌های با ابعاد ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون و ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ میکرون

اندازه ذرات رسوبی در حوالی رودخانه‌ها عموماً بستگی به مواد در دسترس منطقه و میزان انرژی حمل دارد و اندازه دانه‌ها هر چه به سمت پایین دست بیاید ریزتر می‌شود (شکل ۷). فراوانی رسوبات درشت‌دانه در منطقه مورد بررسی ناشی از محلی بودن ذرات بوده و می‌توان نتیجه گرفت که محل مورد بررسی در مجاورت کوه واقع شده است و ته‌نشین شدن رسوبات ریزدانه ناشی از کاهش انرژی محیط در حمل رسوبات یا حالت تقریباً ساکن آب است (Opreanu et al, 2007).



شکل ۷: رابطه‌ی بین اندازه ذرات درشت با میزان فاصله از منبع ذرات (Opreanu et al, 2007)

جدول ۱: درصد ذرات محاسبه شده در ابعاد میکرو

پادگانه	نمونه	سایز (میکرون)	درصد ذرات
پادگانه ۱	A1-1	۲۰۰۰-۱۰۰۰	شیست ۳۸، گرانیت ۱۰، آهک ۱۱، گنایس ۱۰، آمفیبولیت ۲، فلیت ۶، دلریت ۶، بازالت ۲، سیلت استون ۲، ماسه سنگ ۲
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	آهک ۲۲، شیست ۳۵، ماسه سنگ ۲، گنایس ۱۷، گرانیت ۱۷، ولکانیک ۵، دلومیت ۳
	A1-6	۲۰۰۰-۱۰۰۰	ولکانیک ۶، آهک ۱۱، آمفیبولیت ۱۴، بیوتیت ۳، شیست ۳۷، کوارتز ۹، دلریت ۳، گنایس ۹، ماسه سنگ ۹، هماتیت ۶
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	آهک ۲۵، ولکانیک ۷، ماسه سنگ ۱۷، گابرو ۳، سیلت استون ۲، شیست ۲۵، شیل ۳، گنایس ۷، گرانیت ۸، کوارتز ۲
	A1-7	۲۰۰۰-۱۰۰۰	آهک ۳۲، گنایس ۱۶، گرانیت ۶، اوژیت ۲، شیست ۳۲، دلریت ۲، ولکانیک ۸، کوارتز ۲
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	شیست ۲۴، آهک ۲۹، گرانیت ۲۵، کوارتز ۱۲، آمفیبولیت ۲، گنایس ۶، ماسه سنگ ۲
	A3-1-a	۲۰۰۰-۱۰۰۰	آهک ۱۶، ماسه سنگ ۶، دلریت ۶، شیست ۳۴، سیلت استون ۶، ولکانیک ۱۳، گرانیت ۶
	۴۰۰۰-۲۰۰۰	آمفیبولیت ۳، ماسه سنگ ۳۴، شیست ۱۰، گرانیت ۲، ولکانیک ۶، آهک ۲۱، گرانیت ۱۹، مرمر ۵	
پادگانه ۲	A3-1-b	۲۰۰۰-۱۰۰۰	ولکانیک ۲۹، مرمر ۲، دلریت ۶، آهک ۲۴، شیست ۲۵، گرانیت ۲، ماسه سنگ ۲، گنایس ۱۰
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	گرانیت ۳، شیست ۲۶، ماسه سنگ ۱۵، شیل ۶، گنایس ۱۴، ولکانیک ۱۲، آهک ۲۲، آمفیبولیت ۲
	A3-2	۲۰۰۰-۱۰۰۰	آمفیبولیت ۳، شیست ۳۳، گرانیت ۳، آهک ۲۳، کوارتز ۷، ولکانیک ۱۳، دلریت ۳، چرت ۳، ماسه سنگ ۷، گنایس ۳
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	آهک ۳۵، شیست ۲۲، کوارتز ۱۰، گنایس ۶، مرمر ۲، ماسه سنگ ۸، دلریت ۴، گرانیت ۴، ولکانیک ۸
A3-3	۲۰۰۰-۱۰۰۰	گرانیت ۸، ولکانیک ۱۷، گنایس ۱۴، آهک ۱۷، شیست ۲۵، کوارتز ۶، ماسه سنگ ۱۱، هماتیت ۳	
	۴۰۰۰-۲۰۰۰	شیست ۳۳، ولکانیک ۱۳، گرانیت ۱۳، ماسه سنگ ۴، آهک ۲۴، کوارتزیت ۴، آمفیبولیت ۷	
A4-1	۲۰۰۰-۱۰۰۰	کوارتز ۳، ماسه سنگ ۳، ولکانیک ۲۹، گنایس ۳، شیست ۳۷، گرانیت ۸، دلریت ۵، آهک ۵، متانوف ۳، آمفیبولیت ۵	
	۴۰۰۰-۲۰۰۰	گرانیت ۲۴، گابرو ۱، ولکانیک ۲۹، بازالت ۴، آهک ۶، آمفیبولیت ۷، گنایس ۶، ماسه سنگ ۷، سیلت استون ۶، دلریت ۳، شیست ۱، پریدوتیت ۴	
پادگانه ۳	A4-2-a	۲۰۰۰-۱۰۰۰	اندازه گیری نشده
		۴۰۰۰-۲۰۰۰	اندازه گیری نشده
	A4-2-b	۲۰۰۰-۱۰۰۰	آهک ۲۹، ولکانیک ۳۶، کوارتز ۱۴، شیست ۱۴، سیلت استون ۷
	۴۰۰۰-۲۰۰۰	اندازه گیری نشده	

ولکانیک ۴۳، آهک ۸، شیست ۲۰، میلونیت ۲، ماسه سنگ ۲، گرانیت ۶، دلریت ۸، کوارتز ۲، گنایس ۶، سیلت استون ۲	۲۰۰۰-۱۰۰۰	A4-3
گرانیت ۶، ولکانیک ۳۷، کاتاکلاز ۱، دلریت ۴، آهک ۱۱، ماسه سنگ ۱۳، شیست ۲۶، آمفیبولیت ۱	۴۰۰۰-۲۰۰۰	

جدول ۲: درصد ذرات محاسبه شده در ابعاد ماکرو

پادگانه	نمونه	سایز (میکرون)	درصد ذرات
پادگانه ۱	A1-1	> ۴۰۰۰	شیست ۴۲، آهک ۲۳، گرانیت ۲۱، آمفیبولیت ۸، کوارتز ۳، گنایس ۲، ماسه سنگ ۱، اپیدوت ۱
	A1-6	> ۴۰۰۰	شیست ۴۴، آهک ۳۳، گرانیت ۸، کوارتز ۷، آمفیبولیت ۶، گنایس ۲، کنگلومرا ۱
	A1-7	> ۴۰۰۰	شیست ۴۳، آهک ۳۰، گرانیت ۱۱، آمفیبولیت ۷، گنایس ۴، کوارتز ۴، ماسه سنگ ۱
پادگانه ۲	A3-1-a	> ۴۰۰۰	شیست ۴۳، آمفیبولیت ۲۰، گرانیت ۱۲، کوارتز ۹، آهک ۸، بازالت ۱، کنگلومرا ۱، توف ۱، دلریت ۱
	A3-1-b	> ۴۰۰۰	شیست ۳۷، آهک ۳۴، گرانیت ۱۲، کوارتز ۷، آمفیبولیت ۷، گنایس ۲، بازالت ۲
	A3-2	> ۴۰۰۰	شیست ۴۰، آهک ۳۵، آمفیبولیت ۹، کوارتز ۷، گرانیت ۵، ماسه سنگ ۲، بازالت ۲
A3-3	> ۴۰۰۰	آهک ۳۷، شیست ۲۷، کوارتز ۱۳، گرانیت ۷، آمفیبولیت ۷، ماسه سنگ ۴، گنایس ۴، بازالت ۱، لیمونیت ۱	
پادگانه ۳	A4-1	> ۴۰۰۰	گرانیت ۳۰، آمفیبولیت ۲۳، شیست ۲۰، کوارتز ۱۲، آهک ۱۰، توف ۳، ماسه سنگ ۲
	A4-2-a	> ۴۰۰۰	گرانیت ۳۳، شیست ۱۹، ماسه سنگ ۱۰، گنایس ۱۰، آمفیبولیت ۱۰، بازالت ۵، کوارتز ۵، توف ۵، هماتیت ۵
	A4-2-b	> ۴۰۰۰	اندازه گیری نشده
A4-3	> ۴۰۰۰	شیست ۴۸، گرانیت ۱۴، آهک ۱۲، آمفیبولیت ۱۱، کوارتز ۸، ماسه سنگ ۴، گنایس ۳، آمفیبولیت ۱	

بررسی عامل‌های آماری و ویژگی‌های ذرات حاصل از دانه‌بندی:

مقادیر عامل‌های آماری (محاسبه اندازه ذرات به روش فولک^{۱۱} می‌باشد) در جدول شماره ۳ آورده شده است. با بررسی عامل‌های آماری به نتایج ذیل رسیدیم:

- متوسط ذرات: درشت‌ترین قطر مربوط به نمونه A 1-6 با مقدار ۲/۸۱۷ فی و ریزترین مربوط به نمونه A 3-1-a با مقدار ۰/۰۹۲ فی می‌باشد.

¹¹ Folk

۲. جورشدگی: جورشدگی از بسیار خوب تا بسیار بد تقسیم‌بندی شده است. و جورشدگی نمونه‌ها اکثراً از نوع بد (۱ تا ۲ فی) است. علت ضعیف بودن جورشدگی می‌توان به علت وجود سنگ منشاهاى متفاوت باشد (موسوی حرمی، ۱۳۸۳) که در رسوبات مورد مطالعه نیز تنوع گسترده‌ای از نوع سنگ منشا نظیر گرانیت، آهک، شیست، آمفیبولیت، دولریت و ... به چشم می‌خورد.
۳. کج‌شدگی: اغلب نمونه‌ها کج‌شدگی مثبت در مقیاس فولک به سمت ذرات درشت دانه دارند و بنابراین دنباله منحنی به سمت ذرات ریز می‌باشد، که این موضوع از ویژگی‌های رسوبات رودخانه‌ای است (قبادی، ۱۳۸۸). مقادیر کج‌شدگی متقارن مربوط به نمونه‌های A4-2-b و A4-3 (پادگانه شماره ۳) می‌باشد.
۴. میانگین عبارت است از حد متوسط اندازه ذرات در رسوب. برای اندازه‌گیری میانگین معمولاً یک نماینده از قطرهای کوچک (D16)، یک نماینده از قطرهای متوسط (D50) و یکی از قطرهای بزرگ (D84) انتخاب می‌شود و از این سه نماینده میانگین می‌گیرند. همانگونه که در جدول ۳ نیز نشان داده شده نمونه‌ها از نظر میانگین روند یکسانی ندارند که نشان از تغییر در سرعت آب و تغییر در روند حمل رسوب است.
۵. همانطور که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود در پادگانه شماره ۱ هر ۳ نمونه برداشت شده دارای جورشدگی بد و ذرات درشت‌دانه و کشیدگی متوسط تا کشیده هستند. درشت بودن ذرات ناشی از محلی بودن مناطق حمل نسبت به رسوب‌گذاری است زیرا فرصت کمی برای حمل در اختیار داشته که در تطابق کامل با نوع رسوبات تشکیل‌دهنده‌ی پادگانه شماره ۱ است (Ortigosa et al, 1988).
۶. در پادگانه شماره ۲ تناوبی از لایه‌هایی با ذرات درشت‌دانه و ریزدانه مشاهده می‌شود که این امر نشان‌دهنده تفاوت در سرعت حرکت آب و همچنین تفاوت در منشا رسوبات پادگانه دارد.
۷. هر ذره بسته به اندازه خود نسبت به سرعت آب ممکن است تحت تاثیر سه حالت قرار گیرد ۱- فرسایش، ۲- حمل و نقل و ۳- رسوب‌گذاری. بنابراین در جایی که رسوب‌گذاری صورت می‌گیرد آب توان حمل و نقل ذره رسوب را ندارد که علت اصلی آن کاهش سرعت آب می‌باشد در نتیجه هر چه سرعت آب کمتر باشد ذرات ریزتری نهشته می‌گردند (جدول شماره ۴).
۸. در پادگانه شماره ۳ لایه‌های فوقانی از نظر چولگی متقارن بوده که این امر نشان‌دهنده شرایط متعادل در رژیم رودخانه است و لایه‌های پایین دارای ذرات ریزدانه و درشت‌دانه هستند. پس با توجه به این شرایط می‌توان گفت که در این منطقه ابتدا شرایط نامساعد محیطی حاکم بوده و بعد از آن دوره تعادل وجود داشته است (جدول شماره ۴).

جدول ۳: نتایج عامل‌های آماری به روش فولک

عامل آماری شماره نمونه	میانگین	میان	جورشدگی	چولگی	Mode 3	Mode 2	Mode 1
A 1-1	-۱/۸۳۶	-۲/۰۶	۱/۹۳	۰/۲۹۱	-۳/۲۴	-۲/۲۴	-۱/۲۴۳
A 1-6	-۲/۸۱۷	-۳/۰۴۶	۱/۶۹	۰/۲۴	-۱/۲۴	-۲/۲۴	-۳/۲۴

-۱/۲۴	-۲/۲۴	-۳/۲۴	۰/۱۸۷	۱/۷۲	-۲/۰۲۳	-۱/۸۹	A 1-7
۱/۷۴	۰/۷۴۷	-۲/۲۴	-۰/۳۶۸	۱/۶۲	۰/۵۸	۰/۰۹۲	A 3-1-a
۱/۷۴	۰/۷۴۷	-۲/۲۴	۰/۲۹	۲/۵۸۱	-۲/۰۰۲	-۱/۴۸	A 3-1-b
۰/۷۴	۱/۷۴	۲/۷۳	۰/۱۲۴	۱/۴۵	۰/۹۴	۱/۱۷۸	A 3-2
-۳/۲۴۳	-۱/۲۴۳	-۲/۲۴۳	۰/۱۶۶	۱/۴۹	-۲/۱۹۸	-۲/۱۹۶	A 3-3
-۲/۲۴	-۱/۲۴	۲/۷۳	۰/۴۷۱	۲/۶۸	-۲/۰۴	-۰/۹۹	A 4-1
۲/۷۳	۳/۷۳	-۰/۲۴	-۰/۰۷۵	۳/۷۷۴	۰/۶۳	۰/۱۵۲	A 4-2-a
۱/۷۴	۲/۷۳	۰/۷۴۷	۰/۲۸	۰/۸۲۷	۱/۹۱۳	۲/۱۱۳	A4-2-b
-۱/۲۴	-۰/۲۴	۱/۷۴	۰/۴۲۲	۲/۱۶۷	-۲/۲	-۱/۵۹۸	A 4-3

جدول ۴: محل برداشت نمونه‌ها و پارامترهای رسوب‌شناسی در مناطق مورد مطالعه

شماره نمونه	محل برداشت نمونه	جورشدگی	چولگی	کشیدگی	بافت
A 1-1	ارتفاع پایین پادگانه شماره ۱	بد	زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه	متوسط	گراول ماسه‌ای گلی
A 1-6	قسمت میانی به بالا شماره ۱	بد	زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه	کشیده	قلوه سنگ
A 1-7	قسمت پایین دست پادگانه شماره ۱	بد	به سمت ذرات درشت‌دانه	متوسط	شن ماسه‌ای
A 3-1-a	پایین دست قسمت a پادگانه شماره ۲	بد	به سمت ذرات ریزدانه	پهن	شن ماسه‌ای
A 3-1-b	پایین دست قسمت b پادگانه شماره ۲	بسیار بد	به سمت ذرات درشت‌دانه	بسیار پهن	شن ماسه‌ای
A 3-2	قسمت میانی پادگانه شماره ۲	بد	به سمت ذرات ریزدانه	کشیده	ماسه‌ی شنی
A 3-3	قسمت بالایی پادگانه شماره ۲	بد	زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه	متوسط	قلوه سنگ
A 4-1	قسمت پایین دست پادگانه شماره ۳	بسیار بد	زیاد به سمت ذرات درشت‌دانه	پهن	گراول ماسه‌ای گلی
A 4-2-a	قسمت بالاتر از نمونه DA-4-1	بسیار بد	به سمت ذرات ریزدانه	بسیار پهن	گراول ماسه‌ای گلی
A4-2-b	قسمت بالاتر از نمونه D A 4-2-a	متوسط	متقارن	متوسط	ماسه تا حدودی گراولی

شن ماسه‌ای	متوسط	متقارن	بد	قسمت فوقانی پادگانه بخش زیرین پادگانه شماره ۳	A 4-3
------------	-------	--------	----	--	-------

بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی سه پادگانه آبرفتی مورد مطالعه بر روی رودخانه زاینده‌رود در محدوده سد زاینده‌رود تا پل زمانخان مشخص گردید که بخش اعظم بار رسوبی در آنها متعلق به شیست‌های کمپلکس دگرگونی شمال شهرکرد و سنگ‌های آهکی است که از نقاط مختلف در مسیر رودخانه منشا گرفته‌اند. بر اساس مطالعات فسیل‌شناسی، بخشی از این قطعات آهکی میکروفسیل‌دار متعلق به سازند جهرم با سن ائوسن می‌باشد که این رسوبات از سازندهای زون زاگرس از بالا دست سد زاینده‌رود و سرچشمه زاینده‌رود به این منطقه منتقل شده است.

نتایج حاصله از بررسی‌های دانه‌بندی نشان داد که درشت بودن ذرات در پادگانه شماره ۱ ناشی از محلی بودن مناطق حمل نسبت به رسوب‌گذاری است. تناوب لایه‌هایی با ذرات درشت‌دانه و ریزدانه در پادگانه آبرفتی شماره ۲ بیان‌گر تفاوت در سرعت حرکت آب و همچنین تفاوت در منشا رسوبات پادگانه دارد. لایه‌های فوقانی در پادگانه شماره ۳ به علت تعادل در رژیم رودخانه دارای چولگی متقارن هستند و لایه‌های زیرین ذرات ریزدانه و درشت‌دانه می‌باشند. از آنجایی که اکثریت نمونه‌ها دارای جورشدگی بد و چولگی متفاوت هستند. این شرایط بیانگر تغییر شرایط رژیم رودخانه احتمالاً در اثر تغییر در شرایط آب و هوایی با گذشت زمان در طی دوره کوتاه‌تری می‌باشد و باعث تشکیل این پادگانه‌ها در منطقه شده است که با نظر رامشت که بیان نمود تراس‌های آبرفتی زاینده‌رود می‌تواند معلول تغییرات اقلیمی یا حاصل بر هم خوردن بیلان آبی رودخانه که خود ناشی از به اسارت در آمدن سرشاخه‌های کارون توسط زاینده‌رود است (رامشت، ۱۳۷۱)، باشد مطابقت دارد.

فهرست منابع

۱. احمدی، ح.، ۱۳۸۸. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۸۸ ص.
۲. احمدی، س.، ۱۳۹۰. پادگانه‌های آبرفتی کوتاه‌تری، مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گروه زمین‌شناسی کوتاه‌تری، مجله علوم زمین و معدن، شماره ۳۶۵ ص.
۳. امامی کلشادی، ن.، ۱۳۸۷. بررسی‌های پترولوژیکی با تاکید بر پهنه‌های دگرسانی و ارزیابی آثار زیست محیطی آنها در سرزمین آتشفشانی شمال شهرکرد، رساله دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه اصفهان.
۴. حکیم‌خانی، ش.، احمدی، ح.، ۱۳۸۷. تعیین سهم زیرحوضه‌ها در تولید رسوب با استفاده از منشایابی (مطالعه موردی: حوضه مرگن پلدشت، ماکو). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پانزدهم، شماره اول، ویژه‌نامه منابع طبیعی، ۱۲ ص.
۵. حیدری، ک.، نجفی‌نژاد، ع.، خرمالی، ف.، بابانژاد، م.، ۱۳۹۲. تعیین سهم واحدهای کاری در تولید رسوب معلق با استفاده از روش منشایابی رسوب (مطالعه موردی: آبخیز تول بنه استان گلستان). پژوهش‌های فرسایش محیطی، سال سوم، شماره یازدهم، ص ۲۷-۳۸.
۶. خدامی، م.، محبوبی، ا.، موسوی حریمی، ر.، فیض‌نیا، س.، ۱۳۸۶. تجزیه رخساره‌های سنگی و مدل رسوبی رودخانه لاتشور، جنوب خاور تهران، مجله علوم زمین، سال شانزدهم، شماره ۶۳، ص ۱۱۰-۱۲۴.

۷. داودیان دهکردی، ع.، ۱۳۸۴. تحول تکتونومتامورفیک و ماگماتیک ناحیه بین شهرکرد و داران، رساله دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه اصفهان.
۸. رامشت، م.، ۱۳۷۱. زاینده‌رود و تاثیر آن در سیمای فضایی اصفهان، رساله‌ی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
۹. شبانیان بروجنی، ن.، ۱۳۷۷. تحلیل پترولوژیکی بر سنگ‌های دگرگونی شمال دریاچه زاینده‌رود با نگرشی ویژه به پلی‌متامورفیس، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه اصفهان.
۱۰. فیض نیا، س.، ۱۳۷۸. رسوب شناسی کاربردی با تاکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۶۳ ص.
۱۱. قبادی، م.، ۱۳۸۸. مبانی زمین‌شناسی مهندسی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان، ۴۰۸ ص.
۱۲. موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۳. رسوب‌شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴ ص.
۱۳. موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، غفوری، م.، خانه باد، م. ۱۳۸۲. مطالعات رسوب شناسی و نرخ ریز شوندگی به طرف پایین دست حوضه آبریز بند گلستان جنوب غرب مشهد. مجله علوم دانشگاه تهران، ۲۹(۱)، ص ۸۷-۱۱۷.
۱۴. نخعی، م.، فیاضی، ف.، محمودی، ع. ۱۳۸۸. رسوب شناسی و تخمین متوسط بار معلق سالانه در رودخانه زولاچای. نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، جلد ۹، شماره ۲، ص ۴۴۷-۴۶۱.
۱۵. نصرتی، ک.، احمدی، ح.، شریفی، ف.، ۱۳۹۰. بررسی منابع رسوب: ارتباط بین فعالیت‌های آنزیمی خاک و رسوب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال شانزدهم، شماره شصتم، ص ۲۲۷-۲۳۷.
16. Folk, R. L., 1971. Longitudinal dunes of the northwestern edge of the simposon desert. Northern Territory. Autralia, I, geomorphology and grain size relationships, sedimenology, 16, 5-54 pp.
17. Mukundan, R., Radcliffe, D. E., Ritchie, J. C., Risse, L. M. and McKinley, R. A. 2010. Sediment fingerprinting to determine the source of suspended sediment in a southern Piedmont stream. Journal of Environmental Quality. 39(4), 1328-37.
18. Nichols, G., 2009. Sedimentology and Stratigraphy. Second Edition, a John Wiley & Sons, Ltd., Publication 432p.
19. Opreanu, G. Oaie, G. Paun, F., 2007. The Dynamic Significance of the Grain Size of Sediments Transported and Deposited by the Danub. Coastal Zone Processes and Management. Environmental Legislation. National Institute of Marine Geology and Geoecology (GeoEcoMar), 23-25 pp.
20. Ortigosa, L., Gomez, A., Garcia, J., 1988. Source areas Of Sediments in Braided Rivers: The example of river Oja (Iberian System, Spain). Cuadernos I. Geografica. 14, 7-16 pp.
21. Randle, T., Bountry, J., Makar, P., Fotherby, L., Bauer, T., Murphy, P., 2006. Erosion and Sedimentation, Chapter 7: River Processes and Restoration. United States. Bureau of reclamation office, Technical Service Center. Department of the Interior, 58 p.
22. Roddy, B. P., 2010. The use of the sediment fingerprinting technique to quantify the different sediment sources entering the Whangapoua Estuary, North Island, in New Zealand. Thesis, University of Waikato. New Zealand.
23. Udden, J. A., 1914. Mechanical composition of clastic sediments. Bull. Geol. Soc. Am. 25. 655-744 pp.
24. Wentworth, C. K., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geology V. 30, 377-392 pp.



Hormozgan University

Environmental Erosion Research

journal homepage: <http://magazine.hormozgan.ac.ir>

Characteristic evaluation of Sedimentology of the of Zayandeh-Rood River alluvial Terraces and the sediment source identification

Davoodi, E.¹, Shabanian, N.^{1*}, Davoudian, A.R.¹

¹. *Rangeland & Watershed Management Department, Faculty of Natural Resources & Earth Science, Shahrekord University*

Abstract

Alluvial terraces are a form of fluvial erosion of the river studied this formation created detailed information about the kinds of sediments forming and weather conditions. Three alluvial Terraces were studied in pathway of Zayandeh-Rood River. The river starts from Bakhtiayri Zardkoh mountain and after through Esfahan city ends to Gawkhony lake. The terraces were randomized sampled, and then were performed granulometry test and the source identification on the sediments. The results showed that the majority of samples have poor sorting and different skewness. The conditions probably display the variation in river regime with climate changes during Quaternary period. The source identification has showed that much of sediments are schist fragments from the northern Shahrekord metamorphic complex and limestone. The sediments have originated from different locations in pathway of the river. Some of the limestone fragments have microfossil with Eocene age probably correlated with the Jahrom formation in Zagros Zone. The limestone sediments are been transported to the study area from the formations which are situated before Zayande-Rood dam.

Article History:

Received:
February 14, 2015
Revised:
January 11, 2016
Accepted:
February 09, 2016

Keywords:

Alluvial Terraces
sedimentology
particle size
distribution curve
Zayandeh-rood iver

* Corresponding Author Email: elhamdavoodi90@yahoo.com