اولین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران
www.isconf.ir
انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین

منشایابی رسوبات آبی با استفاده از سنگ‌شناسی در حوزه آبخیز نوده گناباد

حامد حدادیان سنو[۱]، مهدی بشیری[۲*]، علی گلکاریان[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربت‌حیدریه
۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربت‌حیدریه
۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد
Email: (me.bashiri@yahoo.com)

چکیده

منشایابی رسوب راهکاری مدیریتی در راستای کاهش هزینه پروژه‌های کنترل رسوب محسوب می‌شود. انگشت‌نگاری رسوب روشی است دو مرحله‌ای که در مرحله اول متغیرهای مناسب جهت جدایش معنی‌دار منابع رسوب انتخاب می‌شوند و در مرحله دوم ردیاب‌های انتخاب شده در منابع بالقوه رسوب با مقادیر متناظر آن‌ها در نمونه‌های مستخرج از رسوب اخذ شده در خروجی حوضه برای تعیین سهم منابع رسوب در تولید رسوب مورد مقایسه قرار می‌گیرند. در این پژوهش از خرده‌سنگ‌ها به منظور منشایابی رسوبات آبی استفاده شد و سنگ‌های کوارتز، توف، لاتیت، داسیت، آندزیت، دولومیت، کلسیت و نمک به عنوان سنگ‌های مناسب جهت جدایش منابع رسوب در یک فرایند سه مرحله‌ای انتخاب شدند. در بررسی‌های انجام شده واحد زمین‌شناسی آهک اوربیتولین‌دار با ۴۲/۲ درصد بیش‌ترین سهم را در رسوبات مخزن به خود اختصاص داد این در حالی است که واحد E^d که کم‌ترین وسعت را در بین واحدهای زمین‌شناسی دارد و از نظر روش‌های E.P.M و P.S.I.A.C حساسیت‌پذیری کمی نسبت به فرسایش برخوردار است و همچنین فاصله زیادی از خروجی حوضه دارد، بیش‌ترین درصد اهمیت نسبی را با ۳۰/۶ درصد نشان می‌دهد که کاملا با بازدیدهای میدانی متفاوت است. این موضوع نشان دهنده عدم توانایی روش سنگ‌شناسی در تعیین اهمیت نسبی واحدهای زمین‌شناسی مختلف، از رسوب خروجی حوضه است.

کلمات کلیدی: سنگ‌شناسی، رسوب، انگشت نگاری، منشایابی رسوب، نوده گناباد.

۱- مقدمه

رسوبات آبی به عنوان فرایندی طبیعی همواره در طول تاریخ تاثیر زیادی بر محیط‌زیست داشته است اما در عصر حاضر به دلیل افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به تولیدات بیش‌تر کشاورزی بیش‌از همیشه منابع طبیعی مورد تخریب و استفاده قرار گرفته است. به همین جهت موضوع پیش‌گیری و کنترل رسوب بیش‌از همیشه مورد توجه مدیران عرصه‌های طبیعی قرار گرفته‌است. فرسایش خاک از مهم‌ترین و گسترده‌ترین مسائل جهانی است که هم تهدید محسوب می‌گردد و هم به از بین رفتن زمین‌های حاصل‌خیز کشاورزی منجر می‌گردد (لایو[1] و همکاران۲۰۰۸).

موضوع پیشگیری و کنترل فرسایش خاک، نیازمند اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل رسوب در چارچوب طرح‌های حفاظتی است. از طرفی اجرای این گونه طرح‌ها در همه مراتع بسیار پرهزینه بوده و در عمل کار دشواری است و به همین منظور لازمه اجرای برنامه‌های حفاظت خاک و کنترل رسوب، کسب اطلاعات از اهمیت نسبی منابع رسوب و سهم آن‌ها در تولید رسوب و درنتیجه شناسایی مناطق بحرانی یا به عبارتی مدیریت تخصیص منابع در داخل حوزه‌های آبخیز است. کسب این اطلاعات در زمینه فرسایش و رسوب با استفاده از روش‌های سنتی امری زمان‌بر و گران می‌باشد (اسدی ۱۳۹۰؛ حکیم‌خانی و همکاران ۱۳۸۶).

[1] Liu

در ابتدای تکوین منشأیابی رسوبات، استفاده از خصوصیات کانی‌شناسی بسیار مرسوم بوده است. در این رویکرد فرض بر این است که تفاوت‌های کانی‌شناسی در مواد منبع عیناً در رسوبات خروجی نیز منعکس خواهد شد (وود[1] ۱۹۷۸). در همین دوران در بعضی از پژوهش‌ها رنگ رسوبات مورد توجه قرار گرفت و از این طریق منابع رسوب معلق تعیین گردید (گریمشو و لوین[2] ۱۹۸۰). اما به خاطر عدم توانایی در تشخیص دقیق توسط مدل‌های رنگی، استفاده از چندین مدل رنگی فضایی که به انگشت‌نگاری مبتنی بر رنگ نام گرفت پیشنهاد شد. از مزایای این روش سرعت در اندازه‌گیری و اطمینان از فرض خطی بودن خصوصیات رنگی در طول جدایش، حمل و رسوب مواد است (کریراس[3] و همکاران ۲۰۱۰). پس از آن استفاده از مواد مغناطیسی مورد استفاده قرار گرفت (بونت[4] و همکاران ۱۹۸۹). در این میان بعضی از پژوهشگران (لوران[5] و همکاران ۱۹۹۲؛ والینگ و وودوارد[6] ۱۹۹۵؛ والبرینک[7] و همکاران ۱۹۹۸ و والینگ و همکاران ۲۰۰۶) از خصوصیات رادیونوکلوئیدی نیز استفاده کردند.

همسو با تحقیق حاضر، یزدی و همکاران (۱۳۸۸) جهت تعیین منشاء نهشته‌های رسوبی حوضه لاشک نمونه هایی از خاک دشت به همراه نمونه های حاصل از حفاری گمانه‌های اکتشافی و بار رسوبی رودخانه‌های چمر دره، کشکک و اروش مورد بررسی دقیق رسوب شناسی و سنگ شناسی قرار دادند؛ آزمایش‌های کانی‌شناسی انجام گرفته بر روی رسوبات دشت و سنگ‌های حوضه لاشک نشان‌دهنده همبستگی بالای کانی‌ها و عناصر موجود با واحدهای سیلتی و شیلی گروه شمشک بود. یمانی و همکاران (۱۳۹۱) نیز به منظور ارزیابی فرسایش‌پذیری سازندها از طریق مورفوسکوپی رسوبات معرف رودخانه‌ای با استفاده از میکروسکوپ بینوکولر، دانه‌ها را بر حسب جنس در قالب هفت گروه کلی به عنوان نمونه‌های معرف سازندهای حوضه از یکدیگر تفکیک کردند و پس از تطابق جنس نمونه‌ها با سازندهای منطقه، پهنه‌های تحت پوشش هر سازند مساحی و نسبت مساحت رخنمون هر سازند با وزن رسوب هر یک از نمونه‌ها نسبت‌گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج نشان داد که، سنگ آهک و ماسه‌سنگ تقریباً ۶۷ درصد مساحت سطح حوضه را شامل می‌شوند و این سنگ‌ها تقریبا ۵۹ درصد وزن رسوبات نمونه‌برداری شده را تشکیل داده و همبستگی بالاتری بین مساحت این دو نوع سنگ در سطح حوضه و درصد وزن نمونه‌ها وجود دارد. لیندسی[8] و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی برای تفسیر منشا سنگ‌ریزه‌ها[9] در رودخانه‌های کوهپایه‌ای، تعداد سنگ‌ریزه‌های زمین‌شناسی و گردشدگی آن‌ها در دو سیستم رودخانه‌ای متضاد را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تضادهای زیادی بین سنگ‌ریزه‌های زمین‌شناسی در مخروط افکنه‌های مجاور وجود دارد و سنگ‌ریزه‌های زاویه‌دار به گردشده‌ها غالب هستند همچنین به این نتیجه رسیدند که سنگ‌های آتشفشانی سخت تمایل به زاویه‌دار ماندن دارند و توف نرم و سنگ‌های رسوبی، حتی در مسافت‌های کوتاه تمایل به گرد شدن دارند. در نهایت با استفاده از این بررسی‌ها منشا و عامل انتقال دهنده سنگ‌ریزه‌ها را تعیین کردند. واندرس[10] و همکاران (۲۰۰۴) از سنگ‌های درشت‌دانه و به ویژه کنگلومرا که فاصله کمی را طی کرده‌اند و می‌توانند در ردیابی منابع اولیه مورد استفاده قرار گیرند در بررسی‌های خود بکار بردند. همچنین هائن[11] و همکاران (۲۰۱۲) نیز از نهشته‌های ریزدانه دشت سیلابی[12] به عنوان یکی از خصوصیات فیزیکی مورد استفاده در انگشت‌نگاری رسوب نام بردند و مزیت آن‌ها را در قابلیت استفاده از نهشته‌های رسوبی جدید و کنگلومراهای قدیمی بیان کردند.

با توجه به مرور منابع قبلی، در پژوهش حاضر به منظور بررسی سهم و اهمیت نسبی واحدهای زمین‌شناسی مشابه در تولید رسوب حوضه از خصوصیات سنگ‌شناسی به عنوان روشی کم هزینه در منشایابی رسوبات آبی استفاده شد.

---

[1] Wood
[2] Grimshaw & Lewin
[3] Carreras
[4] Bonnett
[5] Loughran
[6] Woodward
[7] Wallbrink
[8] Lindsey
[9] Pebble lithology
[10] Wandres
[11] Haen
[12] Fine-grained Floodplain Deposits

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز نوده با مساحتی در حدود ۲۲۸۱/۱۷ هکتار در حوزه آبخیز کویر مرکزی و از نظر کشوری در محدوده شهرستان گناباد واقع‌شده است. موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز نوده بین طول جغرافیایی۵۸ درجه و ۲۰ دقیقه و ۲۴ ثانیه تا ۵۸ درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۸ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه و ۱۳ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ۵۰ ثانیه می‌باشد. حوزه آبخیز موردنظر دارای ۶ واحد زمین‌شناسی در نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۰۰۰۰ در مطالعات تفصیلی اجرایی آبخیزداری حوزه غرب و جنوب غرب گناباد است که در جدول۱ ذکر شده است.

۳- روش‌کار

۳-۱- نمونه‌برداری

داگلاس و مک‌کونچی[1] (۱۹۹۴) بیان کردند هنگامی‌که هدف پژوهش تفسیر فرآیند رسوب‌گذاری است حدود ۲۰۰ گرم نمونه برای ماسه سفت نشده و حدود ۵۰ گرم نمونه برای گل مناسب است به همین جهت پس از مشخص کردن واحدهای کاری (واحدهای زمین‌شناسی)، از واحدهای کاری و همچنین رسوبات خروجی حوزه حدود ۲۵۰ تا ۵۰۰ گرم برای هر نمونه، از رسوبات رودخانه‌ای تهیه شد. نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۵ سانتی‌متری (فیض‌نیا ۱۳۷۸، کریراس و همکاران ۲۰۱۰ و روتون[2] و همکاران ۲۰۱۱) رسوبات انجام شد.

جدول۱- واحدهای زمین‌شناسی حوزه آبخیز نوده گناباد به همراه مشخصات آن‌ها

شماره	نام واحد زمین‌شناسی	اجزا واحد زمین‌شناسی	مساحت (هکتار)	حساسیت به فرسایش به روش‌های EPM و PSIAC
۱	E^r	ریولیت، آلکالی ریولیت، آلکالی تراکیت، ریوداسیت، داسیت، لاتیت، توف اسیدی	۷۰،۵۹	کم
۲	R_{sh}	دولومیت	۲۴۱،۶۷	کم تا متوسط
۳	K^l	آهک اوربیتولین دار	۶۳۸،۰۱	کم تا متوسط
۴	E^d	داسیت، آندزی بازالت، ریولیت	۴۵،۶۱	کم
۵	E^c	آندزیت، داسیت، ریوریوداسیت، لاتیت، بازالت	۸۱۶،۸۷	کم
۶	E^a	گدازه‌های آتشفشانی	۴۶۸،۴۲	کم
مجموع			۲۲۸۱،۱۷	

۳-۲- مورفوسکوپی و تعیین نوع سنگ‌ریزه‌های موجود در نمونه‌های رسوب

برای این منظور ابتدا سنگ‌های شاخص واحدهای مختلف را به روش هدف‌دار (جمع‌آوری خرده سنگ‌های شاخص واحدهای کاری) از منطقه جمع‌آوری کرده و بعد از دسته‌بندی (از لحاظ نوع سنگ و کانی‌های موجود در آن‌ها) و شناسایی نوع سنگ، از هر یک از نمونه رسوبات واحدها و همچنین رسوبات خروجی حوزه یک زیرنمونه شامل ۱۰۰ عدد خرده‌سنگ به روش تصادفی روی الک با قطر منفذ ۶۳ میکرون تهیه شد و اقدام به تطابق آن‌ها با سنگ‌های شناسایی شده در زیر بینوکولر[3] شد.

۳-۳- آنالیزهای آماری

آنالیزهای آماری انگشت‌نگاری رسوب شامل دو مرحله اصلی است. نخست چند ردیاب برای جدایش واضح و معنی‌دار منابع بالقوه رسوب انتخاب می‌شوند و در مرحله دوم ردیاب‌های انتخاب‌شده در منابع بالقوه رسوب با مقادیر متناظر آن‌ها در نمونه‌های مستخرج از رسوب

[1] Douglas & McConchie
[2] Rhoton
[3] Binocular

اخذشده در خروجی حوزه برای تعیین سهم منابع رسوب حوزه مورد مقایسه قرار می‌گیرند (کالینز[1] و والینگ ۲۰۰۲؛ حکیم‌خانی و همکاران ۱۳۸۶؛ فیض‌نیا ۱۳۷۸). لازمه اجرای منشأیابی رسوب تعیین ترکیب بهینه‌ای از ردیاب‌ها یا مجموعه‌ای از خصوصیات مواد منابع رسوب است که توانایی و قدرت تشخیص و تفکیک منابع بالقوه رسوب را داشته باشد. در این مطالعه، ردیاب‌ها در قالب یک روش آماری سه‌مرحله‌ای برای انتخاب ترکیب بهینه ردیاب‌هایی که قادر به جداسازی و تفکیک منابع رسوب هستند استفاده شد. در مرحله اول، متغیرهایی که دارای غنی‌شدگی[2] یا تهی‌شدگی[3] بودند حذف شدند؛ به عبارت دیگر غلظت ردیاب‌های نمونه‌های رسوب باید در محدوده میانگین غلظت ردیاب‌های منابع باشد (صادقی و نجفی ۱۳۹۳). در مرحله دوم برای بررسی بیشتر و تأیید مرحله سوم از آزمون کروسکال‌والیس[4] بهره گرفته شد. در مرحله سوم برای کاهش تعداد ردیاب‌های انتخاب‌شده برای منشأیابی از آنالیزتشخیص[5] در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد. درنهایت با کمینه‌سازی مجموع مربعات خطای نسبی[6] با استفاده از افزونه SOLVER نرم‌افزار Excel سهم هر یک از واحدهای زمین‌شناسی در تولید رسوب تعیین شد.

به منظور ارزیابی صحت روش مذکور از روش‌های تجربی ارزیابی میزان فرسایش[7] منطقه مورد مطالعه استفاده شد. در روش E.P.M[8] از چهار مشخصه شامل: ضریب فرسایش حوزه آبخیز(φ)، ضریب استفاده از زمین (Xa)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه (I) استفاده می‌شود. همچنین در روش P.S.I.A.C[9] از متغیرهای زمین‌شناسی، خاک، آب‌وهوا، روان‌آب، پستی‌وبلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای استفاده می‌شود.

۴- نتایج

در این پژوهش با استفاده از بینوکولر، سنگ‌های شاخص منطقه در ۱۱ گروه سنگ‌شناسی همگن شامل کوارتز، توف، لاتیت، داسیت، آندزیت، دولومیت، کلسیت، توف آندزیتی، آندزیت‌لیتیک‌دار، شناخته نشده و نمک دسته‌بندی شدند که نتایج حاصل از بررسی‌های آزمایشگاهی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- نتایج بررسی فراوانی سنگها در واحدهای مختلف زمین شناسی با تحلیل مورفوسکوپی نمونه‌ها

نوع سنگ	نام واحد زمین‌شناسی																	رسوب
	E^r			R_{sh}			K^l			E^d			E^c			E^a		
نمک	۲۸	۴۲	۴۶	۷۶	۷۶	۸۶	۵۱	۸۹	۷۶	۵	۷	۸	۲۰	۲۸	۷۵	۲۴	۱۰	۶	۴۶
کلسیت	۴	۰	۰	۰	۶	۳	۴۷	۱۰	۲۰	۲۵	۲۶	۲۶	۳	۳	۰	۰	۵	۰	۲۲
دولومیت	۰	۰	۴	۹	۱۳	۱۰	۰	۰	۰	۲۴	۳۰	۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
آندزیت	۲۳	۰	۰	۲	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۹	۱۰	۱۱	۶	۳۰	۶
داسیت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۳	۹	۵	۱۰	۲	۱۳	۸	۰	۰	۰	۵
لاتیت	۰	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۶	۶	۱۳	۲۳	۸	۱۴
توف	۱۵	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۱	۲۰	۲۴	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۲
کوارتز	۲	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸	۲	۳	۴
شناخته نشده	۰	۰	۰	۱۳	۲	۰	۱	۱	۱	۵	۹	۶	۴	۹	۰	۳	۲	۲	۰
آندزیت‌لیتیک‌دار	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۳	۴	۴۴	۳۱	۰	۴۱	۵۲	۵۱	۰
توف آندزیتی	۲۸	۳۹	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

[1] Collins
[2] Enrichment
[3] Depletion
[4] Kruskall-Wallis
[5] Discriminant Analysis
[6] Total square relative error

[7] شرکت تکاب سبز طوس

[8] Erosion Potential Method
[9] Pacific Southwest Interagency Committee

در مرحله اول سنگ‌های شناخته نشده، آندزیت‌لیتیک‌دار و توف آندزیتی به دلیل عدم وجود هیچ مقداری در نمونه‌های رسوب خروجی از حوزه از مراحل بعدی حذف شدند و سایر فاکتورها به دلیل این‌که هیچ گونه تهی‌شده‌گی یا غنی‌شده‌گی از خود نشان ندادند وارد آزمون کروسکال والیس شدند.

سپس داده‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ آنالیز شدند. متغیرهایی که تفاوت معنی‌داری داشتند در جدول ۳ ذکر شده‌اند. در این مرحله هیچ‌کدام از سنگ‌ها حذف نشدند.

جدول ۳- نتایج معنی‌داری آماره مربع کای[1] در آزمون کروسکال‌والیس

	نمک	کلسیت	دولومیت	آندزیت	داسیت	لاتیت	توف	کوارتز
مقدار آماره	۱۴,۶۶۰	۱۲,۲۱۲	۱۵,۷۲۹	۱۱,۴۲۰	۱۴,۷۶۶	۱۳,۷۴۵	۱۴,۵۹۹	۱۲,۹۸۱
درجه آزادی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
معنی‌داری	۰,۰۱۲	۰,۰۳۲	۰,۰۰۸	۰,۰۴۴	۰,۰۱۱	۰,۰۱۷	۰,۰۱۲	۰,۰۲۴

در ادامه برای انتخاب متغیرهایی که بتوانند گروه‌های از پیش تعیین شده را به درستی تشخیص دهند از آنالیز تشخیص استفاده و مدل مناسب ارائه شد. در این روش متغیرها به صورت یکجا و با دقت ۹۵ درصد وارد مدل شد. در این مرحله نیز مانند مرحله قبل هیچ‌کدام از خرده سنگ‌ها از مدل خارج نشدند. در جدول ۴ ضرایب توابع تشخیص کانونی استاندارد شده[2] ارائه شده است.

جدول ۴- ضرایب توابع تشخیص کانونی استاندارد شده

	۱	۲	۳	۴	۵
نمک	۰,۲۹۲	-۰,۴۹۸	۱,۰۰۶	۰,۴۳۹	۰,۰۶۸
کلسیت	۰,۱۰۷	-۰,۵۲۴	۰,۶۵۴	۰,۱۵۸	۰,۹۴۲
دولومیت	-۰,۹۲۷	۰,۷۷	۰,۴۷۲	۰,۳۷۲	-۰,۰۶۹
آندزیت	۱,۶۷۹	۱,۴۲۹	۱,۳۳۳	۰,۲۱۱	۰,۰۷۸
داسیت	۰,۲۸۷	۰,۸۵۶	۰,۸۶۳	-۰,۵۷	۰,۰۲۹
لاتیت	۱,۲۱۳	۱,۵۱۷	۰,۶۸۳	۰,۳۱۸	۰,۲۹۴
توف	-۱,۶۹۸	-۰,۴۶۱	-۰,۶۲۸	-۰,۲۰۶	۰,۰۰۶
کوارتز	۰,۵۰۴	۰,۷۲۲	-۰,۰۸۳	۰,۴۵	۰,۳۷۹

نهایتاً با محاسبه مجموع مربعات خطای نسبی حداقل، سهم و اهمیت نسبی هرکدام از منابع رسوب، به کمک افزونه SOLVER به دست آمد که نتایج آماری همراه با حساسیت به فرسایش واحدها در جدول ۵ نمایش داده شد.

جدول ۵- مقایسه سهم و درصد اهمیت نسبی با حساسیت به فرسایش E.P.M و P.S.I.A.C

شماره	نام واحد زمین‌شناسی	سهم در رسوبات	درصد اهمیت نسبی
۱	E^r	۰,۰۴	۱۹,۲۵
۲	R_{sh}	۰,۰۰	۰,۰۰
۳	K^l	۰,۴۲	۲۱,۴۶
۴	E^d	۰,۰۴	۳۰,۶۰
۵	E^c	۰,۱۹	۷,۳۹
۶	E^a	۰,۳۱	۲۱,۳۰
مجموع		۱,۰۰	۱۰۰

[1] Chi-Square
[2] Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از روش‌ها و آنالیزهای آماری ذکر شده کوارتز، توف، لاتیت، داسیت، آندزیت، دولومیت، کلسیت و نمک به‌عنوان متغیرهای مناسب جهت جدایش منابع رسوب انتخاب شدند. با استفاده از حداقل کردن مجموع مربعات خطا نسبی، بیش‌ترین سهم در رسوبات نهشته در رودخانه به واحد آهک اوربیتولین‌دار اختصاص یافت که با مطالعات گذشته منطقه از نظر روش‌های تجربی فرسایش‌پذیری و بازدیدهای میدانی مطابقت دارد. اما بیش‌ترین درصد اهمیت نسبی به واحد E^d (داسیت، آندزی بازالت، ریولیت) به عنوان کوچک‌ترین واحد کاری اختصاص یافت؛ این موضوع نشان‌دهنده عدم توانایی منشایابی رسوب با استفاده از خرده سنگ‌ها در جدایش واحدهای با ساختار مشابه است همچنین این واحد فاصله بسیار زیادی از خروجی حوزه داشته که امکان نهشته شدن رسوبات این واحد را در طول مسیر بوجود می‌آورد و در مطالعات منطقه نیز این واحد از نظر روش‌های E.P.M و P.S.I.A.C در رده حساسیت به فرسایش کم قرار گرفته است که اثبات کننده این موضوع است.

هرچند این پژوهش، واحد آهک اوربیتولین‌دار را به عنوان رسوب‌زاترین واحد درنظر گرفته است اما برخلاف نتایج یزدی و همکاران (۱۳۸۸) و یمانی و همکاران (۱۳۹۱)، به علت تشخیص واحد E^d به عنوان واحدی که دارای بیش‌ترین درصد اهمیت نسبی است، خرده سنگ‌ها را به عنوان فاکتورهای نامناسب برای شناسایی منابع رسوبات آبی معرفی می‌کند. عدم توانایی فاکتورهای در نظر گرفته‌شده، می‌تواند به دلیل شباهت برخی از واحدهای زمین‌شناسی مهم در رسوب‌زایی حوزه با واحد E^d باشد. به همین منظور پیشنهاد می‌شود از این روش تنها در مناطق با تفاوت زیاد در ساختار زمین‌شناسی به عنوان روشی کم هزینه استفاده شود.

منابع

۱- اسدی، ح، گزارش نهایی ارزیابی انگشت‌نگاری چند پارامتری به منظور منشایابی رسوب. شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان، کمیته تحقیقات، سازمان مجری دانشگاه گیلان، ۱۳۹۰.

۲- حکیم‌خانی، ش، احمدی، ح، غیومیان، ج، فیض‌نیا، س، بی‌همتا، م، تعیین ترکیب مناسبی از عناصر ژئوشیمیایی برای جداسازی واحدهای سنگ‌شناسی حوضه پخش‌سیلاب پلدشت، نشریه منابع طبیعی، دوره ۶۰ ، شماره ۳، ص ۶۹۳ تا ۷۱۱، ۱۳۸۶.

۳- صادقی، ح، نجفی، س. منشأیابی رسوبات آبی در حوزه‌های آبخیز مفاهیم، روش‌ها و فناوری‌های نوین. انتشارات جهاد دانشگاهی، ۲۵۶، ص۱۱، ۱۳۹۳.

۴- فیض‌نیا، س، رسوب‌شناسی کاربردی با تأکید بر فرسایش خاک و تولید رسوب. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۵۶، ص۱۷۳، ۱۳۸۷.

۵- یزدی، م، ناظری، م، متاجی، ع، منشأء نهشته‌های رسوبی حوضه جغرافیائی لاشک نوشهر، البرز مرکزی، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال اول، شماره ۴، ص ۲۵ تا ۳۲، ۱۳۸۸.

۶- یمانی، م، عمونیا، ح، خیریزاده اروق، م، ارزیابی فرسایش‌پذیری سازندها از طریق مورفوسکوپی رسوبات معرّف رودخانه‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبریز سجادرود)، فصلنامه پژوهش‌های فرسایش محیطی شماره ۷، ص ۱۸-۲۹، ۱۳۹۱.

7- A. Collins and D. Walling, "Selecting fingerprint properties for discriminating potential suspended sediment sources in river basins," *Journal Of Hydrology*, vol. 261, pp. 218-244, 2002.

8- A. K. Krause, S. W. Franks, J. D. Kalma, R. J. Loughran and J. S. Rowan, "Multi-parameter fingerprinting of sediment deposition in a small gullied catchment in SE Australia," *Catena*, vol. 22, p. 327–348, 2003.

9- A. L. Collins, D. E. Walling and G. L. Leeks, "Source type ascription for fluvial suspended sediment based on a quantitative composite fingerprinting technique," *Catena*, vol. 29, pp. 1-27, 1997.

10- A. M. Wandres, J. D. Bradshaw, S. Weaver, R. Maas, T. Ireland and N. Eby, "Provenance analysis using conglomerate clast lithologies: a case study from the Pahau terrane of New Zealand," *Sedimentary Geology*, vol. 167, p. 57–89, 2004.

11- C. Liu, J. Sui and Z. Y. Wang, "Sediment load reduction in Chinese rivers," *International Journal of Sediment Research*, vol. 23, pp. 44-55, 2008.

12- D. A. Lindsey, W. H. Langer and B. S. Van Gosen, "Using pebble lithology and roundness to interpret gravel provenance in piedmont fluvial systems of the Rocky Mountains, USA," *Sedimentary Geology*, vol. 199, p. 223–232, 2007.

13- D. E. Walling and Q. He, "Use of fallout 137Csin investigations of overbank sediment deposition on river floodplains," *Catena*, vol. 29, pp. 263-282, 1997.

14- D. E. Walling, "Tracing suspended sediment sources in catchments and river systems," *Science of the Total Environment*, vol. 26, p. 159– 184, 2005.

15- D. E. Walling, A. L. Collins, P. A. Jones, G. L. Leeks and G. Old, "Establishing fine-grained sediment budgets for the Pang and Lambourn LOCAR catchments, UK," *Journal of Hydrology*, vol. 18, p. 126– 141, 2006.

16- D. L. Grimshaw and J. lewin, "Source identification for suspended sediments," *Journal of Hydrology*, vol. 12, pp. 151--162, 1980.

17- D. Walling and J. Woodward, "Tracing sources of suspended sediment in river basins: a case study of the river culm, devon, uk," *Marine And Freshwater Research*, vol. 46, p. 327–336, 1995.

18- F. E. Rhoton, W. E. Emmerich, M. A. Nearing, D. S. McChesney and J. C. Ritchie, "Sediment source identification in a semiarid watershed at soil mapping unit scales," *Catena*, vol. 87, pp. 172-181, 2011.

19- F. Zapata, "The use of environmental radionuclides as tracers in soil erosion and sedimentation investigations: recent advances and future developments," *Soil and Tillage Research*, vol. 69, no. 1-2, pp. 3-13, 2003.

20- G. Bortone, "Sediment Treatment — a General Introduction," *Sustainable Management of Sediment Resources*, vol. 2, pp. 1-10, 2007.

21- K. D. Haen, G. Verstraeten and P. Degryse, "Fingerprinting historical fluvial sediment fluxes," *Progress in Physical Geography*, vol. 36(2), p. 154–186, 2012.

22- L. Douglas W and D. McConchie, Analytical Sedimentology, New York: Chapman & Hall, 1994.

23- N. M. Carreras, Udelhoven, Krein, Gallart, Iffly, Ziebel, Hoffmann, Pfister and Walling, "The use of sediment colour measured by diffuse reflectance spectrometry to determine sediment sources: Application to the Attert River catchment (Luxembourg)," *Journal of Hydrology*, vol. 15, p. 49–63, 2010.

24- N. Warren, I. J. Allan, J. E. Carter, W. A. House and A. Parker, "Pesticides and other micro-organic contaminants in freshwater sedimentary environments—a review," *Applied Geochemistry*, vol. 18, p. 159–194, 2003.

25- P. A. Wood, "Fine-sediment mineralogy of source rocks and suspended sediment, rother catchment, west sussex," *Earth surface processes*, vol. 9, pp. 255-263, 1978.

26- P. J. P. Bonnett, G. J. L. Leeks and R. S. Cambray, "Transport processes for chernobyl-labelled sediments: Preliminary evidence from upland mid-wales," *Land Degradation & Development*, vol. 11, p. 39–50, 1989.

27- P. J. Wallbrink, A. S. Murray, J. M. Olley and L. J. Olive, "Determining sources and transit times of suspended sediment in the Murrumbidgee River, New South Wales, Australia, using fallout 137Cs and 210Pb," *Water resources research*, vol. 34, pp. 879-887, 1998.

28- R. J. Loughran, B. L. Campbell, D. J. Shelly and G. L. Elliott, "Developing a sediment budget for a small drainage basin in Australia," *Hydrological Processes*, vol. 6, p. 145–158, 1992.

29- R. Lal, "Soil Erosion Impact on Agronomic Productivity and Environment Quality," *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 17, pp. 319-464, 1998.