# استفاده از عناصر سنگین به‌عنوان منشأیاب در محاسبه رسوب‌دهی در حوضه آبخیز چهل‌گزی

کیوان صیدی نوره[۱]، شمس‌اله ایوبی[۲]، کاظم نصرتی[۳]
۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، استادگروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان،۳- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

**چکیده**

هدف از این مطالعه، بررسی استفاده از عناصر سنگین به‌عنوان منشأیاب در حوضه آبخیز چهل‌گزی شهر سنندج می‌باشد. به این منظور، ۲۰ نمونه از خروجی ۵ زیرحوضه برداشت و غلظت کل آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل آزمون کروسکال والیس نشان داد هر پنج ردیاب Cr، Cu، Fe، Mn و Zn توانایی تفکیک حداقل دو منبع را دارا می‌باشند. در مرحله‌ی دوم، ردیاب‌ها بوسیله تحلیل تشخیص مورد آزمون قرار گرفتند و دو ردیاب Cu و Fe با قدرت جداکنندگی متفاوت (Cu برابر ۷۵ درصد و Fe برابر با ۲۴ درصد) و سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ به عنوان ترکیب بهینه تشخیص داده شدند و قدرت جداکنندگی هر دو ریاب باهم در جداکنندگی زیرحوضه‌ها برابر با ۶۵ درصد بود. به این ترتیب این دو ردیاب در منبع زیرحوضه این قابلیت را دارند که در مدل تعیین سهم نسبی رسوب شرکت داده شوند.

واژه های کلیدی: منشأیابی رسوب، عناصر سنگین، حوضه آبخیز چهل‌گزی.

**مقدمه**

متأسفانه تغییرات شدید محیط زیست در چند دهه‌ی اخیر نمایانگر مدیریت‌های نامطلوب منابع طبیعی و سیر صعودی ناپایداری اکوسیستم‌ها در کشور است. دلیل این امر به تغییر ناآگاهانه و غیر علمی کاربری اراضی مرتعی و جنگلی و استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بدون شناخت کافی از محیط خاک، طی سالیان متمادی نسبت داده شده است. براساس نتایج آمار (FAO., 1994)، دومین گزارش زیست‌محیطی کشور (ذکائی، ۱۳۸۴) و (Jalalian., 2011) میزان فرسایش آبی در کشور حدود ۳۸ تن در هکتار در سال برآورد شده است که ۲۰ تا ۳۰ برابر حد قابل قبول آن می‌باشد و سه عامل چرای مفرط، کشت دیم روی شیب‌های تند و جنگل‌تراشی را از علل تخریب خاک اعلام نمودند.

فرسایش خاک به‌عنوان یک معضل زیست‌محیطی شناخته شده و پژوهش‌های انجام‌شده در ایران نشان می‌دهد شدت فرسایش خاک در ایران زیاد بوده و هرساله خسارت‌های جبران ناپذیری به کشور وارد می‌کند که از جمله می‌توان به پرشدن مخازن سدها، وقوع سیلاب‌ها و رواناب‌های دهه‌های اخیر، آلودگی آب و خسارت به تأسیسات آبیاری و از بین رفتن حاصلخیزی خاک اشاره کرد. عوامل مختلفی در روند افزایش فرسایش و رسوب خاک در کشور دخالت دارند که از جمله این عوامل می‌توان به تبدیل مراتع به دیم‌زارها، جنگل‌تراشی، دیم‌کاری در زمین‌های شیب‌دار، عملیات نادرست کشاورزی، آتش-سوزی جنگل‌ها و مراتع و عوامل متعدد دیگر اشاره کرد (جلالیان، ۱۳۹۰). بیشترین مساحت در معرض خطر فرسایش در جهان به قاره آسیا با ۳۵ میلیون هکتار و پس از آن مربوط به قاره‌ی آفریقا، آمریکا و اروپاست (Choundhary et al., 1997). فرسایش خاک از جمله عوامل مهم در تخریب زمین‌های خشک و نیمه خشک ایران است. با توجه به اینکه فرسایش خاک در اثر تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک تشدید می‌شود، نیاز به بررسی تأثیر شاخص‌های کیفیت خاک بر فرسایش‌پذیری خاک در کاربردهای مختلف زمین وجود دارد (Singh & Khera., 2009).

به منظور کنترل رسوب و اجرای برنامه‌های حفاظت خاک در حوزه‌های آبخیز، شناسایی منابع اصلی تولید رسوب و مناطق فرسایش‌پذیر امری ضروری است، زیرا برخی از استراتژی‌های حفاظت خاک باید بر روی منابع اصلی متمرکز گردند، در همین راستا مطالعات منشأیابی رسوب به عنوان روشی کارآمد، سریع و کم هزینه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

روش منشأیابی رسوب[1]عبارت است از تعیین سهم نسبی هریک از منابع رسوب در تولید رسوب بر اساس مقایسه ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی و مغناطیسی مواد فرسایش یافته و رسوب تولیدی، به دلیل تفاوت خصوصیات و ویژگی‌های رسوبات به‌دست آمده از مراتع و زمین‌های کشاورزی و رسوبات کناره رودخانه (Poulenard et al., 2009).

برای فرآیند مقایسه نیاز به یکسری ویژگی‌ها و ردیاب‌هایی می‌باشد. به‌طور کلی روش منشأیابی شامل دو مرحله است؛ مرحله اول شامل انتخاب یک یا گروهی از خصوصیات متماییز کننده می‌باشد که منابع رسوب را به‌طور دقیق و واضح جدا کنند، در مرحله دوم با روش‌های آماری، ترکیبی بهینه که قادر به تفکیک دقیق منابع رسوب باشد از ترکیب اولیه استخراج می‌شود.

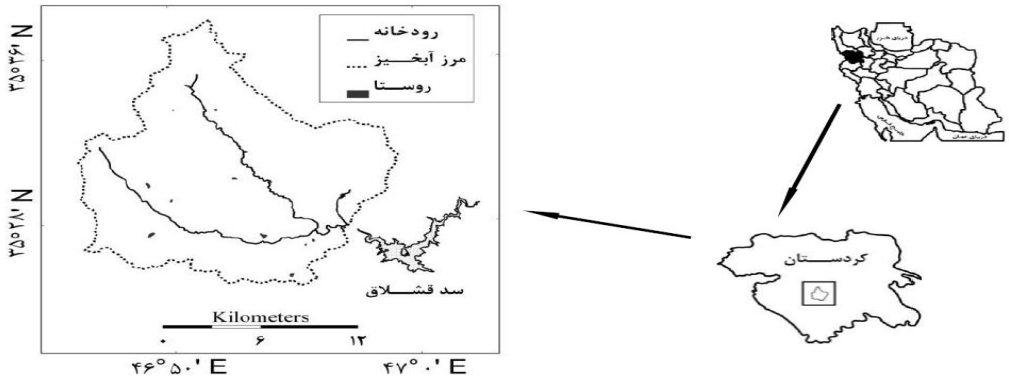
در مطالعات منشأیابی، منابع رسوب و انواع کاربری‌ها (Nosrati et al., 2011)، فرسایش سطحی و زیر سطحی (Owens et al., 2006)، و منابع مکانی از جمله واحدهای سنگ‌شناسی یا زیر حوزه‌ها (Collins & Walling ., 2006) و ترکیبی از تمام منابع (Carter et al., 2003) را در نظر می‌گیرند. در این مطالعات انواع مختلفی از شاخص‌های منشأیاب برای تفکیک منابع رسوب مورد استفاده قرار می‌گیرند، از جمله کانی‌های رسی (Devereux et al., 2010)، خصوصیات مغناطیسی (Foster et al., 2007)، عناصر ژئوشیمیایی (Stutter et al., 2009)، مواد آلی (Owens et al., 2006)، عناصر رادیواکتیو (Walling &Collins ., 2006) و رنگ خاک و اندازه ذرات خاک (Blake et al., 2006) می‌باشند.در پژوهشی از رادیونوکلئیدها جهت منشأیابی رسوبات و تعیین سهم رسوب تولید شده از مناطق جنگلی سوخته شده در حوضه‌های آبخیز وسیع استفاده شد و بر اساس کارایی بالای مدل، این تکنیک را بسیار کارآمد ارزیابی کردند (Smith et al., 2012).

در مطالعه‌ای به منشأیابی رسوبات از طریق انگشت‌نگاری پرداختند و در همین راستا برای ارزیابی سهم منابع رسوب در تولید رسوب از برخی مدل‌های ترکیبی چند متغییره جهت تعیین عدم قطعیت نوع ردیاب بهره گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد ردیاب‌های از جمله استرانسیم، بر، کربن و تالیوم با ۹۷ درصد صحت به عنوان بهترین منشأیاب رسوب در منطقه بودند (Nosrati et al., 2014).

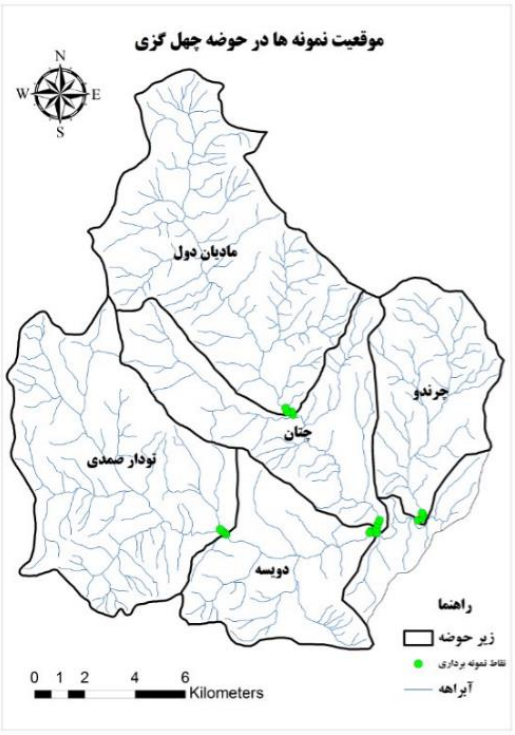
**مواد و روش‌ها**

در این پژوهش حوضه‌آبخیز چهل‌گزی سد قشلاق، با مساحت ۲۷۲۳۳ هکتار واقع در استان کردستان و شمال‌شرقی شهر سنندج و در محدوده‌ی مختصات جغرافیایی "۱۱ '۴۶ °۴۶ تا "۱۵ '۵۹ °۴۶ طول شرقی و "۵۹ '۲۴ °۳۵ تا "۵۳ '۳۷ °۳۵ عرض شمالی، منطقه مطالعاتی انتخاب می‌شود (شکل ۱). حوضه ازنظر منابع آبی دارای تعداد زیادی چشمه و دو رودخانه‌ی دائمی است که از شمال و غرب سرچشمه می‌گیرند و به جنوب‌شرقی آن ختم می‌شوند. متوسط بارش سالیانه منطقه ۴۶۴/۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد است. براساس روش دومارتن، اقلیم منطقه در رده‌ی نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. شمالی‌ترین نقطه‌ی منطقه با ۲۸۶۱ متر و نقطه‌ی خروجی حوضه ۱۵۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا به‌ترتیب بلندترین و پست‌ترین نقاط ارتفاعی منطقه‌اند. منطقه از نظر شیب دارای سرازیری‌های تند است، که شیب متوسط منطقه ۱۷/۵۷ درصد است. خاک منطقه عمدتاً نیمه‌عمیق است با بافت غالب شنی‌لومی و دارای گروه‌های هیدرولوژیکی B و C، رژیم رطوبتی زریک و رژیم حرارتی مزیک می‌باشد و در زیر رده‌های بزرگ خاک در گروه انتی‌سول قرار می‌گیرد. حوضه از سنگ‌های آندزیتی، شیلی و آهکی تشکیل شده و از لحاظ ژئومورفولوژی، بیشتر سطح منطقه کوهستانی است (احمدی میرقائد و همکاران، ۱۳۹۲).

[1] Sediment fingerprinting




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه**




**شکل ۲- نقشه آبراهه و نقاط نمونه‌برداری منطقه**

**شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای حوضه**

برای انجام نمونه‌برداری، نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی سنندج و باینجوب که از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهیه شده بودند در محیط GIS 10.4.1 پردازش و مکان‌های مناسب برای نمونه‌برداری مشخص گردیدند. نمونه‌برداری از منطقه با توجه به شرایط توپوگرافیک و مساحت زیاد آن سخت و زمان‌بر بود و رسوبات تازه ته‌نشین شده در خروجی کف آبراهه‌های هر کدام از زیرحوضه‌ها به طول سه کیلومتر از خروجی حوضه با چهار تکرار برداشت شدند. هر نمونه در یک بازه ۵۰۰ متری برداشت شد و فاصله هر نمونه با نمونه بعدی ۲۵۰ متر بود. ۲۰ نمونه از محل خروجی ۵ زیرحوضه برداشت شدند (شکل ۲ و ۳).

هر نمونه ترکیبی از ۵ زیرنمونه بوده و با فاصله ۵۰ متر از هم برداشت شدند تا نمونه‌های رسوب نماینده واقعی از جامعه باشند. نمونه‌برداری از رسوبات جدید صورت گرفت. نمونه‌ها در هوای آزاد خشک گردید. سپس کوبیده شده و ذرات زیر ۶۳ میکرون با استفاده از الک خشک جدا گردید و برای آنالیز در مرحله بعد آماده شد.

برای اندازه‌گیری غلظت کل عناصر Cr، Cu، Fe، Mn و Zn در ابتدا نمونه‌ها در اندازه ذرات پایین‌تر از ۰/۰۶۳ میلی‌متر به روش هضم با اسید نیتریک ۶ نرمال عصاره‌گیری شدند و اندازه‌گیری آن با استفاده از دستگاه جذب اتمی صورت گرفت.

برای انتخاب ترکیب بهینه ردیاب‌هایی که توان جداسازی و تفکیک منابع رسوب را داشته باشند، یک روش آماری دو مرحله‌ای به کار گرفته شد. در مرحله اول از آزمون کروسکال‌والیس برای بررسی توان جداسازی هر یک از ردیاب‌ها استفاده شد. بدین صورت ردیاب‌هایی که اختلاف میانگین کمتر از ۰/۰۵ داشتند، وارد مرحله دوم شدند. در مرحله دوم به منظور انتخاب ترکیب بهینه از زیر مجموعه ردیاب‌ها که به عنوان ویژگی بالقوه در مرحله اول انتخاب شدند، از تحلیل توابع تشخیص چند متغیره گام به گام استفاده شد. هدف این تحلیل به حداکثر رساندن تفکیک بین منابع با به حداقل رساندن مجموعه بهینه ردیاب‌ها از عملیات حداقل کردن آماره ویلکس لاندا (Wilks Lambda) استفاده شد. به منظور تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS 22 استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیزهای آزمایشگاهی مقادیر عناصر سنگین رسوبات با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شده‌اند (جدول ۱).

**جدول ۱- نتایج عناصر سنگین(میلی‌گرم برکیلوگرم) رسوبات کوچکتر از ۶۳ میکرون در حوضه آبخیز چهل‌گزی. کد ۱: زیرحوضه مایان دول، کد ۲: زیرحوضه دویسه، کد ۳: زیرحوضه تودار صمدی، کد ۴: زیرحوضه چرندو، کد ۵: زیرحوضه چتان**

| غلظت کل نمونه‌های منابع رسوب (mg/kg) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زیرحوضه | Cr | Cu | Fe | Mn | Zn | زیرحوضه | Cr | Cu | Fe | Mn | Zn |
| ۱ | ۴۰ | ۱۲/۵ | ۲۶۰۰۰ | ۶۱۵ | ۴۵ | ۴ | ۱۵ | ۱۰ | ۱۸۶۸۷/۵ | ۲۹۰ | ۴۷/۵ |
| ۱ | ۴۵ | ۱۵ | ۲۶۳۷۵ | ۷۸۲/۵ | ۴۷/۵ | ۴ | ۳۰ | ۷/۵ | ۱۷۰۰۰ | ۳۵۷/۵ | ۴۲/۵ |
| ۱ | ۱۲/۵ | ۱۰ | ۲۵۸۷۵ | ۶۳۷/۵ | ۴۲/۵ | ۴ | ۳۰ | ۵ | ۱۸۰۶۲/۵ | ۲۳۷/۵ | ۴۰ |
| ۱ | ۲۲/۵ | ۱۵ | ۳۱۳۱۲/۵ | ۶۹۷/۵ | ۵۰ | ۴ | ۱۵ | ۵ | ۱۶۴۳۷/۵ | ۴۶۷/۵ | ۴۲/۵ |
| میانگین | ۳۰ | ۱۳/۱۳ | ۲۷۳۹۰/۶۳ | ۶۸۳/۱۳ | ۴۶/۲۵ | میانگین | ۲۲/۵ | ۶/۸۸ | ۱۷۵۴۶/۸۸ | ۳۳۸/۱۳ | ۴۳/۱۳ |
| انحراف معیار | ۱۵/۴ | ۲/۳۹ | ۲۳۲۶/۲۰ | ۷۴/۸۴ | ۳/۲۳ | انحراف معیار | ۸/۶۶ | ۲/۳۹ | ۱۰۱۵/۹۹ | ۹۹/۲۶ | ۳/۱۵ |
| ۲ | ۴۵ | ۰ | ۲۱۳۱۲/۵ | ۴۱۲/۵ | ۳۷/۵ | ۵ | ۲۷/۵ | ۱۵ | ۳۴۶۲۵/۵ | ۷۱۰ | ۵۲/۵ |
| ۲ | ۳۵ | ۲/۵ | ۲۲۹۳۷/۵ | ۴۱۰ | ۴۲/۵ | ۵ | ۲۷/۵ | ۱۲/۵ | ۲۹۵۰۰ | ۷۳۵ | ۴۵ |
| ۲ | ۱۰ | ۲/۵ | ۱۹۹۳۷/۵ | ۳۶۰ | ۴۰ | ۵ | ۱۵ | ۱۰ | ۲۳۷۵۰ | ۷۴۵ | ۴۷/۵ |
| ۲ | ۲۲/۵ | ۰ | ۲۰۸۷۵ | ۳۸۰ | ۳۷/۵ | ۵ | ۲۵ | ۱۲/۵ | ۳۰۲۵۰ | ۷۸۷/۵ | ۴۷/۵ |
| میانگین | ۲۸/۱۳ | ۱/۲۵ | ۲۱۲۶۵/۶۳ | ۳۹۰/۶۳ | ۳۹/۳۸ | میانگین | ۲۳/۷۵ | ۱۲/۵ | ۲۹۳۹۰/۶۳ | ۷۴۴/۳۸ | ۴۸/۱۳ |
| انحراف معیار | ۱۵/۱۹ | ۱/۴۴ | ۱۲۵۳/۵۱ | ۲۵/۲۰ | ۲/۳۸ | انحراف معیار | ۵/۹۵ | ۲/۰۴ | ۴۲۵۸/۰۷ | ۳۲/۳۰ | ۳/۱۵ |
| ۳ | ۱۵ | ۵ | ۲۰۰۶۲/۵ | ۳۷۷/۵ | ۳۷/۵ | | | | | | |
| ۳ | ۱۵ | ۲/۵ | ۱۸۸۷۵ | ۶۵ | ۳۷/۵ | | | | | | |
| ۳ | ۴۲/۵ | ۰ | ۲۱۵۶۲/۵ | ۳۸۰ | ۳۷/۵ | | | | | | |
| ۳ | ۳۵ | ۲/۵ | ۲۱۷۵۰ | ۵۱۰ | ۴۰ | | | | | | |
| میانگین | ۲۶/۸۸ | ۲/۵ | ۲۰۵۶۲/۵ | ۳۳۳/۱۳ | ۳۸/۱۳ | | | | | | |
| انحراف معیار | ۱۴/۰۵ | ۲/۰۴ | ۱۳۵۴/۹۷ | ۱۸۹/۱۶ | ۱/۲۵ | | | | | | |

**جدول ۲- نتایج آزمون کروسکال والیس در بررسی توان عناصر سنگین در جداسازی منابع رسوب**

| نوع منبع | ردیاب | اندازه ذرات رسوب (میلی‌متر) | آماره H | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|
| زیرحوضه | Cr | ۰/۰۶۳ > | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |
| | Cu | ۰/۰۶۳ > | ۱۶/۰۰۰ | ۰/۰۰۳ |
| | Fe | ۰/۰۶۳ > | ۱۶/۰۰۰ | ۰/۰۰۲ |
| | Mn | ۰/۰۶۳ > | ۱۴/۰۰۰ | ۰/۰۰۶ |
| | Zn | ۰/۰۶۳ > | ۱۴/۰۰۰ | ۰/۰۰۶ |

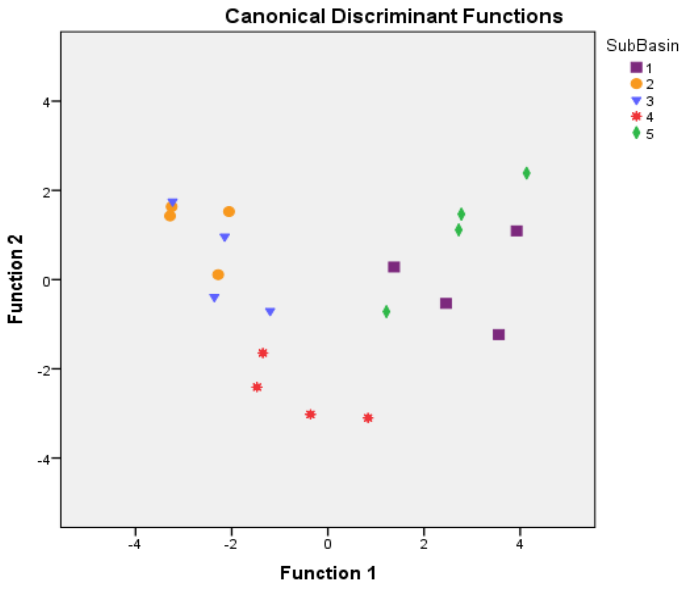
بر اساس جدول (۲) ردیاب‌های Cr، Cu، Fe، Mn و Zn در اندازه ذرات پایین‌تر از ۰/۰۶۳ میلی‌متر در منبع زیرحوضه دارای قابلیت جداکنندگی خوبی می‌باشند. در این جدول، ردیاب‌ها با اطمینان ۹۵ درصد در منبع زیرحوضه دارای تفاوت معنی‌دار هستند. به این ترتیب، ردیاب‌های فوق‌الذکر در منبع زیرحوضه قابلیت تفکیک کنندگی منابع را دارند.

**جدول ۳- نتایج تحلیل تشخیص در تعیین ترکیب بهینه ردیاب‌ها**

طبقه‌بندی صحیح منابع ٪

| روش تحلیل تشخیص | منبع | حساسیت | اندازه ذرات | ویلکس لاندا | F | سطح معنی داری | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گام به گام | زیرحوضه | Cu | <۰/۰۶۳ | ۰/۰۰۰ | ۲۷/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۷۵ |
| | | Fe | <۰/۰۶۳ | ۰/۰۳۴ | ۱۵/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ | ۲۴ |

بعد از آزمون H نیاز هست تا ترکیب بهینه ردیاب‌ها مشخص شود. براین اساس، پنج ردیاب در منبع زیرحوضه بوسیله تحلیل تشخیص مورد آزمون قرار گرفتند و دو ردیاب Cu و Fe با قدرت جداکنندگی متفاوت (Cu برابر ۷۵ درصد و Fe برابر با ۲۴ درصد) و سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ به عنوان ترکیب بهینه تشخیص داده شدند (جدول ۳) و قدرت جداکنندگی هر دو ریاب باهم در جداکنندگی زیرحوضه‌ها برابر با ۶۵ درصد بود. به این ترتیب این دو ردیاب در منبع زیرحوضه این قابلیت را دارند که در مدل تعیین سهم نسبی رسوب شرکت داده شوند(شکل ۴).




**شکل ۴- نمودار پراکنش تابع تحلیل تشخیص براساس ترکیب بهینه ردیاب عناصر سنگین رسوب**

## منابع

احمدی میرقائد، ف.، ب. سوری.، و م. پیرباوقار. ۱۳۹۲. ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین برای توسعه کاربردی مرتعداری (مطالعه موردی: پارسل A حوزه‌ی آبخیز قشلاق). نشریه مرتع و آبخیزداری. دوره ۶۶، شماره۳، صفحه‌های ۳۲۱ تا ۳۳۴.

جلالیان، ا.، ۱۳۹۰. تخریب و پیامدهای آن در کشور. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه تبریز.

ذکائی، م.، ۱۳۸۴. طرح زیست‌محیطی آب و هوا: دومین گزارش وضعیت محیط زیست ایران. سازمان حفاظت محیط زیست ایران. چاپ اول.

Blake, W. H., P. J. Wallbrink. S. H. Doerr. R. A. Shakesby and G. S. Humphreys. 2006. Magnetic enhancement in wildfire-affected soil and its potential for sediment-sources ascription. Earth Surf. Proc. Land. 31: 249-264.

Carter, J., P. N. Owens. D. E. Walling and G. J. L. Leeks. 2003. Fingerprinting suspended sediment sources in a large urban river system. Sci. Total. Environ. 314-316: 513-534.

Chartagena, D. F. 2004. Remotely sensed land cover parameter extraction for watershed erosion modeling. www.itc.nl

Collins, A. L. and D. E. Walling. 2006. Investigation of the remobilization of fine sediment stored on the channel bed of lowland permeable catchments in the UK. Pp.471-479. In: Sediment dynamics and the hydromorphology of the fluvial system. International Association of Hydrological Sciences Publication No. 306, Wallingford, UK;

Devereux, O. H., K. L. Prestegaard. B. A. Needelman and A. C. Gellis. 2010. Suspended-sediment sources in an urban watershed, Northeast Branch Anacostia River, Maryland. Hydrol. Process. 24: 1391-1403.

FAO, UNDP. 1994. Land degradation in South Asia: its severity causes and effects upon the people. World Soil Resources Reports No. 78.

Foster, I. D. L., J. Boardman and J. Keay-Bright. 2007. Sediment tracing and environmental history for two small catchments, Karoo Uplands, South Africa. Geomorphology.

Hoyos, N. 2005. Spatial modeling of soil erosion potential in a tropical watershed of the Colombian Andes. Catena. 63: 85-108.

Nosrati, K., G. Govers. H. Ahmadi. F. Sharifi. M. A. Amoozegar. R. Merckx and M. Vanmaercke. 2011. An exploratory study on the use of enzyme activities as sediment traces: biochemical fingerprints? Int. J. Sediment, Res. 26(2): 136.151.

Owens, P. N., W. H. Blake and E. L. Petticrew. 2006. Changes in sediment sources following wildfire in mountainous terrain: a paired-catchment approach, British Columbia, Canada. Water Air Soil Poll: Focus. 6: 637-645.

Poulenard, J., Y. Perrette. B. Fanget. P. Quetin. D. Trevisan and J. M. Dorioz. 2009. Infrared spectroscopy tracing of sediment sources in small rural watershed (French Alps). Sci. Total. Environ. 407: 2808-2819.

Singh, M. J. and K. L Khera. 2009. Physical indicators of soil quality in relation to soil erodibility under different land uses. Arid Land Res. Manag. 23: 152-167.

Stutter, M. L., S. J. Langan. D. G. Lumsdon and L.M. Clark. 2009. Multi-Element signatures of stream sediments and sources under moderate to low flow conditions. Appl. Geochem. 24: 800-809.

### The use of heavy metals calculated as tracer deposition in Chehelgazi catchment

K. Seydi Naureh[1], Sh. Ayoubi[2], K.Nosrati[3]

1 and 2- Graduate student, Professor Department of Soil Science and Engineering, Isfahan University of Technology, 3- Associate Professor, Department of Natural Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University

**Abstract**

The aim of this study was to evaluate the use of heavy metals as tracer in Chehelgazi catchment, Sanandaj. For this purpose, 20 samples of output 5 sub-basin harvesting and the total concentration was measured. Kruskal-Wallis test results showed that all five tracking, Cr, Cu, Fe, Mn and Zn, At least two sources have the ability to differentiate. In the second stage, the five tracers were tested on the discriminant analysis by sub-basin source and Two tracers, Cu and Fe with different power splitters (Cu of 75% and Fe of 24%) and the significant level of 0.000 as the optimum combination were diagnosed and power splitters both tracers together in sub-basin splitters equal to 64 per cent. This way the two tracers in the sub-basin source capability that is the model determines the relative contribution of sediment be considered.

**Keywords:** Sediment fingerprinting, Heavy metals, Chehelgazi catchment.