

## شناسایی فلزات سنگین موجود در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد و تعیین غلظت عناصر سنگین

علی عباس رئیس محمدی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد زمین شناسی، معاون مرکز آموزش عالی علمی کاربردی جهاددانشگاهی نیم ور  
 a.r.mohamadi60@gmail.com

### چکیده

آب‌های سطحی به عنوان منابع مهم آب شیرین برای فعالیت‌های زیستی انسان در مخاطرات شدید زیست‌محیطی قرار دارند. با بررسی کیفیت آن می‌توان مسائل و مشکلات زیست‌محیطی را تا حدودی کنترل نمود. هدف اساسی در تحقیق فوق شناسایی فلزات سنگین موجود در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد و تعیین غلظت هر یک از این عناصر است به نوعی که در نهایت بتوان نقشه پهنه‌بندی غلظت عناصر سنگین شناسایی شده را ترسیم نمود و به بررسی آلودگی یا عدم آلودگی منطقه موردنظر پرداخت. این امر از طریق نمونه‌گیری در ۱۸ ایستگاه مختلف منطقه حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد انجام می‌شود. جهت انجام مطالعات آلودگی از آن جایی که توزیع ژئوشیمیایی عناصر در محیط، حاصل ترکیبی از عوامل انسانی و طبیعی است لذا باید روند تغییرات با استفاده از شاخص‌های آلودگی ارزیابی شود. در همین راستا با در نظر گرفتن غلظت عناصر در نمونه زمینه، روند آلودگی بر اساس معیارهای غنی‌شدگی، شاخص زمین‌انباشتی مورد بحث قرار می‌گیرد. بر اساس تحلیل‌های انجام شده توسط هر یک از معیارهای فوق، منطقه مورد بررسی (حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد) از لحاظ بررسی‌های آلودگی در محدوده غیرآلوده قرار می‌گیرد. هر چند که تحلیل‌های انجام شده بر اساس معیار ضریب غنی‌سازی نشان می‌دهد که غلظت فلزات سنگین در منطقه مزبور به شدت رو به افزایش است و این افزایش شدید غلظت در اثر وجود فعالیت‌های انسان‌زاد از قبیل وجود فعالیت‌های معدنی موجود در منطقه نظیر معدن سرب و روی راونج، طلای مته و نیز پساب‌ها و فاضلاب‌های صنعتی ناشی از شهرک‌های صنعتی لرقده و نیم‌ور و دلیجان است که در صورت عدم توجه کافی، این امر می‌تواند منجر به بروز آلودگی در منطقه مورد نظر شود.

**واژگان کلیدی:** آلودگی، فلزات سنگین، غلظت، نمونه‌برداری

## مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در مطالعه رسوبات رودخانه و دریاچه‌ها پیدا کردن رابطه بین مقدار اندازه‌گیری شده عنصر، در محیط مورد نظریا مقدار میانه یا کلارک آن در پوسته است. معمولا تحرک پذیری عناصر، بستگی به پارامترهای خاک مثل: میرالوگرافی، بافت و طبقه‌بندی خاک دارد. بعضی از پارامترهای فیزیک و شیمیایی مثل PH و OC، پارامترهای مهمی در کنترل تجمع و حضور فلزات سنگین در محیط هستند بکارگیری روشهای ژئوشیمیایی مثل ضریب غنی‌شدگی، مناطق دارای آلودگی را زیر ذره‌بین می‌برد و از آن مهمتر، تاثیر فعالیت انسان بر روی رسوبات را برای مامشخص می‌کند Gonzalez et al (2001)). سد مخزنی ۱۵ خرداد در استان مرکزی و در نزدیکی شهر دلپجان در محل دهکده عباس آباد بر روی رودخانه قمرود به منظور کنترل و مهار آبهای سطحی و تامین حقابه‌های حدود ۸۰۰۰ هکتار اراضی زیر دست محل سد در حاشیه رودخانه و همچنین تامین حدود ۱/۲ متر مکعب در ثانیه آب مورد نیاز شهر قم احداث گردیده است. این سد جریانهای مازاد رودخانه های دربند (گلپایگان)، خمین، خوانسار و چند شاخه دیگر را دریافت و در آینده نیز با اجرای طرح انتقال آب از سرشاخه های رودخانه از طریق شاخه دربند، تامین کننده دراز مدت آب شرب شهرهای قم، کاشان و محلات خواهد بود. سد ۱۵ خرداد دارای ارتفاع ۵۲ متر از بستر رودخانه و ۹۶/۸۰ متر ارتفاع از پی می‌باشد. حجم کل مخزن آن ۲۰۰ میلیون متر مکعب و وسعت دریاچه در حداکثر ارتفاع آبیگیری در حدود ۱۲۰۰ هکتار و طول دریاچه حدود ۱۲ کیلومتر است. طول تاج سد ۲۲۰ متر و عرض آن ۱۰ متر است. نوع سد خاکی غیر همگن و امتداد محور سد یک بازوی خاکی (دایک) با طول ۱۲۲۵ متر و ارتفاع حداکثر ۲۸ متر ساخته شده است. سد ۱۵ خرداد دارای دو تونل هر یک به قطر ۴/۵ متر با پوشش بتونی جهت انحراف آب در زمان ساخت و تخلیه تحتانی و آبیاری در زمان بهره‌برداری است که در بازوی سمت راست سد جمعا بطول ۷۶۵ متر ساخته شده است. همچنین در بازوی سمت چپ یک تونل با پوشش بتونی متصل به سرریز نیلوفری جهت تخلیه مازاد آب و سیلاب‌ها پیش‌بینی شده است. سطح حوزه آبریز تا محل سد ۱۵ خرداد ۱۰۲۰۰ کیلو متر مربع، ارتفاع بستر رودخانه در محل سد از سطح دریا حدود ۱۲۹۵ متر و حداکثر ارتفاع در حوزه آبریز رودخانه قمرود ۲۷۲۴ متر از سطح دریا است. کاربردهای این تحقیق برای سازمان زمین‌شناسی کشور، دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی و پژوهشی، دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های زمین شناسی و معدن، مرکز تحقیقات آب و مدیریت و امور بهره‌برداری سد ۱۵ خرداد دلپجان است. مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات پیکره‌های آبی مانند رودخانه‌ها، مصبها و بستر دریاها، می‌تواند گام مؤثری برای یافتن منشأ رسوبات، الگوی پراکنش عناصر و ارزشیابی محیط‌زیستی وضعیت موجود در یک منطقه باشد (Ouyang, 2005). با توجه به اهمیت مطالعه بر روی عناصر سنگین در رسوبات مخازن سد، در این تحقیق با استفاده از روش مطالعات ژئوشیمیایی به شناسایی فلزات و عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ پرداخته می‌شود و منشایی احتمالی آن‌ها نیز با تحلیل الگوهای هم‌روندی و هم‌رشدی REE انجام می‌شود و همچنین با استفاده از تحلیل‌های چندمتغیره، تحلیل مولفه‌های اصلی PCA و همبستگی و رگرسیون و همچنین مدل‌سازی به روش زمین آمار برای کمی‌سازی منشأ احتمالی اقدام می‌شود.

## مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق

شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، بررسی توزیع مکانی فلزات سنگین کادمیوم، مس و سرب در خاک و تعیین منشأ این فلزات را مورد بررسی و تحقیق قرار می‌دهد. هدف از این مطالعه بررسی توزیع مکانی فلزات سنگین کادمیوم، مس و سرب با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار و تاثیرهای ساختارهای زمین شناسی و کاربری اراضی بر غلظت این فلزات در خاک است. با استفاده از روش نمونه‌برداری سیستماتیک - تصادفی، ۳۹ نمونه خاک سطحی (۲۰ سانتی‌متری) از شهرستان نهاوند واقع در استان همدان به وسعت ۱۶۲۲ کیلومتر مربع جمع‌آوری و غلظت کل عناصر، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل pH، EC و ماده آلی برای کلیه نمونه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای پهنه‌بندی غلظت عناصر از روش‌های مختلف کربجینگ استفاده شد و با کمک آنالیز همبستگی مکانی، مناسب‌ترین روش پهنه‌بندی با استفاده از مقادیر RMSS و

RMSE و توابع MAE و MBE انتخاب شد. سپس نقشه پهنه‌بندی غلظت فاز سنگین کادمیوم با استفاده از روش کریجینگ گسسته و مدل نمایی، نقشه پهنه‌بندی غلظت فاز مس با استفاده از روش کریجینگ معمولی و مدل نمایی و نقشه پهنه‌بندی غلظت فاز سرب با استفاده از روش کریجینگ گسسته و مدل کروی تهیه شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل توزیع مکانی فلزات از نقشه‌های کاربری اراضی و زمین شناسی استفاده شد. نقشه کاربری اراضی با استفاده از اعمال روش هیبرید (که ترکیبی از طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده است) بر روی تصویر AWIFS سال ۱۳۷۸ با کاپای ۰/۹۱ و صحت کلی ۰/۹۵ تهیه شد. تجزیه و تحلیل نقشه پهنه‌بندی فلزات نشان داد که عناصر کادمیوم، مس و سرب منشا زمین‌شناسی و کشاورزی دارند. در حقیقت این فلزات به طور طبیعی در خاک وجود دارند اما فعالیت‌های انسان سبب تجمع بیشتر این فلزات در خاک می‌شود. زارع و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از زمین آمار و GIS، پهنه‌بندی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات تالاب انزلی را بررسی کردند. در این مطالعه روش‌های آماری مختلف (همبستگی پیرسون، تحلیل عاملی و زمین آمار) برای تعیین همبستگی بین عناصر و منشا آلودگی رسوبات و تغییرات مکانی فلزات سنگین در بخش‌های مختلف تالاب مورد استفاده قرار گرفت. در طی مطالعه، غلظت عناصر اصلی و فلزات سنگین (Al, Fe, K, Mg, Mn, Ti, S, P, Na, Ca, Sr, Ba, As, ) در رسوبات ۱۸ نقطه از تالاب و رودخانه منتهی به آن اندازه‌گیری شد. Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, V, Ni, Pb, Zn در رسوبات ۱۸ نقطه از تالاب و رودخانه منتهی به آن اندازه‌گیری شد. نتایج تحلیل عاملی و همبستگی پیرسون نشان داد که نیکل دارای منشا مشترک انسان‌زاد و طبیعی است، در حالی که As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Pb, Zn, V فقط منشا انسان‌زاد دارند. برای درون‌یابی و بررسی تغییرات مکانی داده‌های فلزات سنگین از روش کریجینگ معمولی استفاده شد. ابتدا نرمالیزه بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگورف اسمیرنوف بررسی شد و پس از رسم سمی واریوگرام برای هر یک از فلزات سنگین، مدل‌های مختلف مدور، کروی، نمایی و گوسی به واریوگرام‌ها برازش داده شد. برای اعتبارسنجی و انتخاب بهترین مدل، پارامتر RMS بدست آمده از Cross-Validation مورد استفاده قرار گرفت. بهترین مدل برازش شده برای فلزات سنگین برای عناصر As, Cu, Pb و نمایی و برای Zn, Cd و Ni مدور بود. نتایج حاصله حاکی از دقت بالای تخمین کریجینگ برای عناصر As, Cu, Ni, Pb بود. نقشه پهنه‌بندی آلودگی تولید شده توسط نتایج کریجینگ و GIS نشان داد که بخش‌های هندخاله و شیجان، آلوده‌ترین و سیاه کیشم، غیرآلوده‌ترین بخش تالاب هستند. مطالعات گسترده‌ای را در زمینه کاربرد زمین آمار در بررسی تغییرات مکانی عناصر سنگین انجام دادند Gonsales (2001). توزیع احتمالی سرب افزایش‌یافته در پساب‌های کشاورزی را با استفاده از کریجینگ پیش بینی کردند. از GIS در تلفیق با زمین آمار در جهت بررسی تغییرات مکانی و شناسایی مناطق آلوده نسبت به فلزات سنگین در خاک بکار می‌رود (Dao (2008). رسوبات ساحلی را به عنوان نشانگرهای حساس جهت پایش آلودگی در مناطق ساحلی به کار می‌برد (۲۰۱۰) Manasreh.

### فرضیات تحقیق

- ۱ امکان شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری همبستگی وجود دارد.
- ۲ امکان شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری رگرسیون وجود دارد.
- ۳ امکان شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری PCA وجود دارد.
- ۴ امکان شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری زمین آمار وجود دارد.

### اهداف تحقیق

- ۱ شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری همبستگی.
- ۲ شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری رگرسیون.
- ۳ شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری PCA.
- ۴ شناسایی منشا احتمالی عناصر سنگین در رسوبات مخزن سد ۱۵ خرداد با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل‌های آماری زمین آمار.

### روش تحقیق

روش انجام این تحقیق از نوع روش پیمایشی کتابخانه‌ای و میدانی است. با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی اقدام به تفسیر و تحلیل نتایج می‌شود. همچنین از آنالیز رگرسیون و همبستگی برای درک روابط استفاده می‌شود. بنابراین تحقیق حاضر از نوع روش تحقیق کاربردی با مطالعه موردی سد ۱۵ خرداد و نرم افزار SPSS تحلیل آماری را با آزمون رگرسیون و همبستگی در مدل‌های PCA و زمین آماری انجام می‌دهد برای کمی‌سازی منشا احتمالی. برای بررسی امکان اجرای آنالیز مولفه‌های اصلی از آزمون بارنت استفاده شد. مقدار  $KMO=0.1612$  امکان اجرای PCA را تأیید کرد. برای اجرای این روش، پس از استاندارد کردن متغیرهای ورودی، ماتریس متقارن همبستگی از مرتبه ۲۵ (معادل با تعداد فازات ورودی) تشکیل شد. با حل دستگاه معادله مربوطه، ۲۵ مقدار ویژه و به ازای هر مقدار ویژه ۲۵ بردار ویژه، حاصل می‌شود که با استفاده از آنها، مولفه‌های اصلی از متغیرهای اولیه به دست می‌آید و نرم افزار زمین آماری  $GS^+$ ، تحلیل‌های آماری را با استفاده از روش کریجینگ، کوکریجینگ و IDW انجام می‌دهد.

### روش کریجینگ<sup>۱</sup>

در دهه گذشته کریجینگ بعنوان یک تکنیک قدرتمند درون‌یابی معرفی شده است که بعلاوه قابلیت زیاد و مشابهت مسائل تخمینی به یکدیگر در رشته‌های گوناگون از قبیل هیدرولوژی، ژئوهیدرولوژی، مهندسی محیط زیست، علوم خاک و معدن کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است. علیرغم تمام محسنات این روش، نرم‌کردن تغییرات<sup>۲</sup> در هنگام تخمین سبب می‌شود که واریانس نمونه‌های تخمین زده شده نسبت به نقاط واقعی تغییرات کمتری داشته باشد. بدین معنی که مقدار تغییرات در پیش بینی مدل، کمتر از واقعیت می‌باشند.

در روش کریجینگ نیز همانند روش وزن‌دهی عکس فاصله برای برآورد نقطه نمونه برداری نشده به هر یک از نمونه‌های اندازه‌گیری شده وزنی را نسبت می‌دهند. البته شرط استفاده از کریجینگ، نرمال بودن داده‌ها است. این روش متکی بر میانگین متحرک وزنی است. بدین صورت که هرچه متغیر به مبدأ نزدیکتر باشد، وزن آن بیشتر و هرچه فاصله نقاط دورتر باشد، وزن کمتر خواهد بود و رابطه آن بصورت زیر بیان می‌گردد:

$$z^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot z(x_i)$$

که در آن:

<sup>۱</sup> - kriging

<sup>۲</sup> - Smoothing

$Z^*$ : مقدار تخمینی،  $\lambda_i$ : وزن یا اهمیتی که به نمونه نام نسبت داده شده است،  $Z(X_i)$ : مقدار نمونه نام می باشد. این روش بهترین تخمینگر خطی نارایب می باشد که علاوه بر مقادیر برآورد شده میزان خطای تخمین در هر نقطه را نیز مشخص می نماید. در دانش آمار، بهترین برآوردگر خطی نارایب<sup>۳</sup> یا BLUE به تخمینگری گفته می شود که کوچکترین واریانس را از میان تمام برآوردگرهای خطی نارایب دارد. شرط نارایب بودن در سایر روش های تخمین، نظیر روش چند جمله ای و معکوس فاصله نیز اعمال می شود ولی ویژگی کوریجینگ در آن است که در عین نارایب بودن، واریانس تخمین نیز کمترین می باشد. بنابراین کوریجینگ همراه هر تخمین، مقدار خطای آن را نیز ارائه می دهد که با استفاده از این ویژگی منحصر به فرد آن می توان قسمت هایی که در آنجا خطا زیاد بوده و برای کاهش آن به داده های بیشتری نیاز است را مشخص نمود. مطلق بودن تخمین در درون یابی از ویژگی های روش کوریجینگ است. بدین مفهوم که مقدار تخمین کمیت در نقاط نمونه برداری با مقدار اندازه گیری شده برابر است و واریانس تخمین صفر می گردد. این ویژگی سبب می شود که تخمینگر کوریجینگ در رسم خطوط هم ارزش از حداکثر نقاط نمونه برداری عبور نموده و تمایلی به بسته شدن و دور زدن نداشته باشد و از مرز محدوده مورد مطالعه فراتر رود. در مجموع موفقیت این روش در درون یابی متغیرها کاملاً وابسته به دقت در انتخاب مدل تجربی نیم تغییرنا می دارد.

### روش کوکوریجینگ<sup>۴</sup>

استفاده از متغیرهای کمکی جهت میان یابی تحت عنوان کوکوریجینگ اولین بار توسط Webster و Mc Brathney (۱۹۸۲) ارائه شد. اساس این روش همبستگی بین متغیر اصلی و کمکی می باشد و این روش هنگامی که ضریب همبستگی بین دو متغیر معنی دار و بزرگتر از ۰/۵ باشد استفاده می شود.

$$Z^*(x_i) = \sum_{i=1}^n [\lambda_i \cdot Z(x_i)] - \sum_{k=1}^n [\lambda_k \cdot Z(x_k)]$$

که در آن:

$Z^*(x_i)$ : مقدار تخمین زده شده برای نقطه  $X_i$ ،  $\lambda_i$ : وزن مربوط به متغیر  $Z$ ،  $\lambda_k$ : وزن مربوط به متغیر  $y$ ،  $Z(x_i)$ : مقدار مشاهده شده متغیر اصلی،  $Z(x_k)$ : مقدار مشاهده شده متغیر کمکی، می باشد.

بر اساس تئوری کوکوریجینگ یک متغیر کمکی دیگر نیز بکار گرفته می شود. متغیر اصلی ( $Z_1$ ) پارامتری است که در برخی از نقاط اندازه گیری شده است، همانند آمار و اطلاعات ثبت شده درجه حرارت در ایستگاه های کلیماتولوژی و سینوپتیکی و متغیر کمکی ( $Z_2$ ) پارامتری است که در بیشتر نقاط و یا کلیه آنها اندازه گیری وجود دارد که بعنوان مثال می توان اطلاعات ارتفاعی در یک منطقه را نام برد. با استفاده از تغییر نمای متقابل<sup>۱</sup> بین متغیر اصلی و کمکی در الگوریتم تخمینگر، خطای حاصل از تخمین کاهش می یابد. این تئوری بر اساس تعریف نیم تغییر نما و تغییر نمای متقابل بنا شده است. تغییر نمای متقابل<sup>۲</sup> در میدان چند متغیره مورد نظر، با اندازه گیری و یافتن ارتباط بین کوواریانس میان دو متغیر و فاصله بین نقاط اندازه گیری شده، در میان یابی مورد استفاده قرار می گیرد.

تغییر نمای متقابل عبارتست از اختلاف بین دو اندازه گیری متغیر اول به فاصله  $h$  ضریب اختلاف اندازه گیری متغیر دوم در همان نقاط، که به شکل رابطه زیر بیان می گردد:

$$\gamma_{Rc}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_R(x_i) - Z_R(x_i + h)] \times [Z_c(x_i) - Z_c(x_i + h)]$$

<sup>۳</sup>. Estimator Best Linear Unbiased

<sup>۴</sup>. Goovaerts,P

که در آن :

$Z_R(X_i)$  و  $Z_R(X_i+h)$  مقدار متغیر اول در نقاط  $X_i$  و  $X_i+h$   
 $Z_C(X_i)$  و  $Z_C(X_i+h)$  مقدار متغیر دوم (کمکی) در نقاط  $X_i$  و  $X_i+h$  می‌باشند.

#### مدل تجربی نیم تغییر نما<sup>۵</sup>

اساس روش های زمین آماری بر وجود ساختار فضایی بین داده ها است. نیم تغییرنما مهمترین ابزار برای شناسایی این ساختار و نیز همبستگی فضایی بین داده ها می باشد. نیم تغییرنما، کمیتی برداری است که درجه همبستگی مکانی و شباهت بین نقاط اندازه گیری شده را بر حسب مربع تفاضل مقدار دو نقطه و با توجه به جهت و فاصله آنها نشان می دهد. تابع نیم تغییرنما را با  $\gamma(h)$  نمایش می دهند که تغییرات یک پارامتر را با در نظر گرفتن فاصله بصورت معادله زیر نشان می دهد:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

که در آن

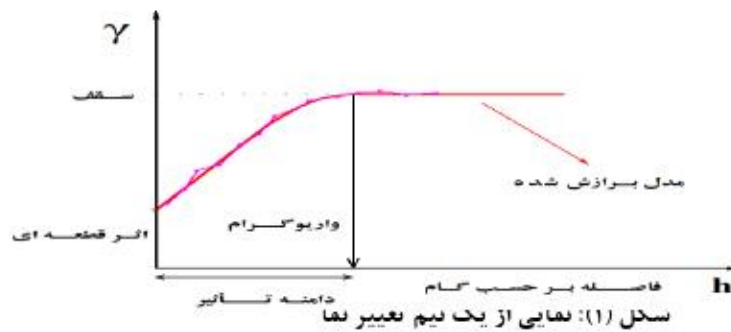
$N(h)$ : تعداد نمونه های بکار رفته در محاسبه که در فاصله  $h$  از یکدیگر قرار دارند.

$Z(X_i)$ : مقدار مشاهده شده متغیر مورد نظر در نقطه  $X_i$

$Z(X_i+h)$ : مقدار مشاهده شده متغیر مورد نظر که به فاصله  $h$  از  $X_i$  قرار دارد می‌باشد.

رابطه فوق توسط گوارتز (۱۹۹۸) جهت محاسبه تغییرنما ارائه گردیده است. تابع فوق نشان می‌دهد که برای محاسبه نیم تغییرنما در ابتدا مجذور اختلاف ارزش دو نقطه به فاصله  $h$  محاسبه می‌شود. برای تعمیم تفاوت ارزش دو نقطه، محاسبه در مورد تمامی نقاط که به فاصله  $h$  از هم قرار دارند، انجام می‌گیرد و میانگین مجذور اختلاف ها محاسبه می‌گردد. بدین ترتیب با تکرار محاسبه در فاصله  $h$  می‌توان نموداری ترسیم نمود که محور افقی آن  $h$  و محور عمودی آن  $\gamma(h)$  را نشان دهد. اگر نقاط در شبکه‌های منظم و با فواصل مساوی قرار داشته باشند، نیم تغییرنما بر اساس میانگین حسابی فواصل محاسبه و برآورد می‌گردد. در حالت دیگر که وضعیت معمول است و برای استگاه‌های هواشناسی صدق می‌کند، پراکندگی نقاط فاقد نظم می‌باشد. لذا معادلات تعدیل یافته و میانگین موزون نقاط برآورد می‌شود.

شکل زیر نمایی از یک نیم تغییر نما را نشان می‌دهد. هر نیم تغییرنما مشتمل بر چند پارامتر مهم است که در زیر به آن پرداخته شده است.



ضریب غنی سازی

<sup>5</sup> . Semivariogram

با استفاده از فاکتور غنی‌شدگی قصد داریم فلزات سنگینی که غلظت آنها به دلیل فعالیت‌های انسانی روبه افزایش است و می‌تواند در آینده نه چندان دور منجر به بروز آلودگی شوند را مورد بررسی قرار دهیم.

$$EF = \frac{[\frac{Cx}{Cref}]_{sample}}{[\frac{Cx}{Cref}]_{background}}$$

که در معادله بالا،  $[\frac{Cx}{Cref}]_{sample}$  نسبت غلظت فاز مورد نظر به فاز مبنا در نمونه مورد مطالعه و  $[\frac{Cx}{Cref}]_{background}$  نسبت غلظت فاز مورد نظر به فاز مبنا بعنوان مقادیر زمینه می‌باشد. پنج گروه مختلف از مقادیر EF برای تحلیل مقادیر به دست آمده تعریف می‌شود.

#### شاخص زمین‌انباشتگی

شاخص زمین‌انباشتگی ( $I_{geo}$ ) برای ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در رسوبات به کار برده می‌شود (Audry et al., 2004). این شاخص بصورت زیر بیان می‌شود (Muller, 1979):

$$I_{geo} = \log_2 [C_n / 1.5 B_n]$$

که در آن،  $C_n$  غلظت اندازه‌گیری شده عنصر در نمونه و  $B_n$  غلظت همان عنصر در نمونه زمینه است. ضریب ۱/۵ نیز برای حذف تغییرات احتمالی زمینه به علت تاثیرات زمین‌شناختی اعمال می‌شود (Gonzales- Macias et al., 2006). شاخص زمین‌انباشتگی، هفت گروه (Class) دارد که بر اساس مقادیر آن، رسوبات، از غیرآلوده تا به شدت آلوده طبقه‌بندی می‌شوند (Gonzales- Macias et al., 2006). شدت آلودگی عناصر سنگین رسوبات حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد در محدوده غیرآلوده قرار می‌گیرند.

#### یافته‌ها

جدول (۱): نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای تعیین نرمالیت داده‌ها

معناداری	آماره K-S	فلز	معناداری	آماره K-S	فلز
۰/۳۹	۰/۹	روی	۰/۱۴	۱/۱۶	لیتیوم
۰/۶۶	۰/۷۳	آرسنیک	۰/۰۵	۱/۴۱	بریلیوم
۰/۶۹	۰/۷۱	روبییدیوم	۰/۵۲	۰/۸۱	آلومینیوم
۰/۱۷	۱/۱۱	استرانسیوم	۰/۸۱	۰/۶۴	تیتانیوم
۰/۱۶	۰/۱۳	مولیبدن	۰/۱۱	۱/۲	وانادیوم
۰/۴	۰/۸۹	کادمیوم	۰/۱۹	۱/۰۸	کروم
۰/۳۱	۰/۹۶	آنتیموان	۰/۶۵	۰/۷۳	منگنز
۰/۶۹	۰/۷۱	باریم	۰/۴۱	۰/۸۹	آهن
۰/۱۹	۱/۰۸	تنگستن	۰/۰۵	۱/۴۸	نیکل
۰/۷۵	۰/۶۸	سرب	۰/۵۴	۱/۸	کیالت

۰/۰۹	۱/۲۵	اورانیوم	۰/۱۵۸	۰/۱۷۸	مس
۰/۰۵	۱/۵۸	سلنیوم	۰/۱۳۳	۰/۱۹۵	قلع
			۰/۱۱۵	۱/۱۱۳	سزیم

با توجه به جدول شماره (۱) نتایج آزمون اسمیرتوف کلموگروف به منظور بررسی نرمالیت داده‌های فلزات مختلف آورده شده است. باتوجه به این جدول، داده‌های تمامی عناصر بجز لیتیم، برلیوم، وانادیوم، نیکل، سزیم، مولیبدن، آنتیموان، سلنیوم و آلومینیوم دارای p-value (معناداری) بالاتر از ۰/۰۵ هستند که حاکی از وجود توزیع نرمال بین آنها است.

جدول شماره (۲): نتایج پارامترهای آماری غلظت عناصر مختلف در رسوبات سد ۱۵ خرداد

فلز	میانگین	میانه	انحراف استاندارد	واریانس	چولگی	کشیدگی	حداقل	حداکثر	میانگین جهانی Kabata-Pendias, A. & Pendias, H <sup>6</sup>
لیتیم (Li)	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۰۵	۲/۵۳	۵/۶۷	۰/۰۲	۰/۱۲۷	۳۶
برلیوم (Be)	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰	۲/۷۲	۶/۴	۰/۰۰	۰/۰۱	
آلومینیوم (Al)	۱۱/۴۷	۶/۴۶	۰/۱۱	۱۱۷/۱۹	۱/۷۱	۲/۸۷	۱/۴۸	۴۱/۸۴	
اسکاندیوم (Sc)	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	-	-	۰/۰۲	۰/۰۲	
تیتانیوم (Ti)	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۰۴	۱/۱۷	۰/۷۳	۰/۰۶	۰/۱۷	۳۶۰۰
وانادیوم (V)	۰/۴۱	۰/۲۷	۰/۴۳	۰/۱۹	۲/۷۱	۷/۶۲	۰/۱۲	۱/۸۴	۶۸/۲
کروم (Cr)	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۰۲	۲/۹	۸/۶۵	۰/۰۴	۰/۱۵۶	۷۰/۱۹
منگنز (Mn)	۲/۲	۱/۳	۱/۹۱	۳/۶۶	۱/۴۲	۱/۷۲	۰/۱۵۶	۷/۳۱	۵۷/۱۸
آهن (Fe)	۱۳/۵۱	۷/۵۱	۰/۱۱	۱۳۳/۸	۱/۷	۲/۷۹	۳/۳۹	۴۵/۹۴	
نیکل (Ni)	۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۵۱	۰/۲۶	۲/۵۵	۵/۲۵	۱	۱/۷۴	۱۷/۸
کبالت (Co)	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۳/۶	۱۳/۸۹	۰/۰۰	۱/۶۷	۱۲/۶
مس (Cu)	۰/۹۶	۰/۶۸	۱/۱۶	۱/۳۴	۲/۸۲	۹/۳۲	۰/۱۸	۴/۹۵	۳۰
روی (Zn)	۶/۰۴	۴/۳۱	۶/۹۵	۴۸/۳۵	۲/۸۴	۸/۷۵	۱/۳۳	۲۹/۶۲	۶۰
آرسنیک (As)	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۰۴	۲/۸۳	۹/۱۹	۰/۰۶	۰/۸۷	۱۱/۴
سلنیوم (Se)	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۲/۹۸	۸/۷۱	۰/۱	۱/۵۸	۰/۴۸
روبیديوم (Rb)	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۰۸	۲/۴	۶/۸	۰/۰۴	۰/۴۱	۶۲/۵
استرانسیوم (Sr)	۲/۶۶	۱/۶۱	۳	۹	۲/۴۴	۵/۲۹	۰/۹۵	۱۱/۵۱	۱۷۲/۱
مولیبدن (Mo)	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۰۳	۳/۶۴	۱۳/۹۳	۰/۰۲	۰/۲۶	۲
کادمیم (Cd)	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۲/۳۸	۵/۸۸	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۵۳
قلع (Sn)	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۰۲	۳/۳۷	۱۲/۴۷	۰/۰۰	۰/۱۸	۱/۱۳
آنتیموان (Sb)	۰/۱۳	۰/۰۵	۰/۲۲	۰/۰۵	۳/۱۸	۱۱/۰۶	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۹۸
سزیم (Cs)	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰	۳/۲۱	۱۱/۱۵	۰/۰۰	۰/۰۳	۱۳
باریم (Ba)	۱/۳	۰/۷۷	۱/۹۴	۳/۷۸	۳/۰۷	۱۰/۴۸	۰/۱۲	۸/۱۵	۶۲۲
تنگستن (W)	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۳/۳۶	۱۲/۰۹	۰/۰۰	۰/۱	۱/۵

<sup>6</sup> Kabata-Pendias, A. & Pendias, H



۲۵	۴/۷	۰/۰۹	۹/۱۵	۲/۸۲	۱/۲۳	۱/۱	۰/۵۷	۰/۹	سرب (Pb)
۱/۹۸	۰/۰۱	۰/۰۰	۵/۴۱	۲/۲۷	۰/۰۰	۰/۰۰۲	۱۰۰۲	۰/۰۰۲	اورانیوم (U)

با توجه به جدول شماره (۲) نتایج پارامترهای آماری غلظت عناصر مختلف در رسوبات سد ۱۵ خرداد در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به آن، آهن، آلومینیوم، روی، منگنز، باریم و استراتسیوم دارای بیشترین میانگین غلظت نسبت به سایر عناصر هستند. غلظت آلومینیوم از ۱/۴۸ ppm تا ۴۱/۸۴ ppm، غلظت منگنز از ۰/۵۶ ppm تا ۷/۳۱ ppm، غلظت آهن از ۲/۳۹ ppm تا ۴۵/۹۴ ppm، غلظت روی از ۱/۲۳ ppm تا ۲۹/۶۲ ppm، غلظت استراتسیوم از ۰/۹۵ ppm تا ۱۱/۵۱ ppm و غلظت باریم از ۰/۱۲ ppm تا ۸/۱۵ ppm تغییر می کند. همچنین عناصر بریلیوم، سزیم و اورانیوم نیز کمترین غلظت در رسوبات سد ۱۵ خرداد را دارند. همچنین در این جدول میانگین غلظت جهانی عناصر مورد تحقیق نیز آورده شده است. همانطور که ملاحظه می شود، میانگین غلظت عناصر از میانگین جهانی آنها کمتر است.

جدول شماره (۳): میانگین غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین (ppm) (Karbassi<sup>۷</sup> et al., 2005; Niencheski et al, 2005)

فلز	میانگین غلظت در پوسته زمین	فلز	میانگین غلظت در پوسته زمین
لیتیم	۲۰	روی	۷۵
بریلیوم	۶	آرسنیک	۲/۵
آلومینیوم	۰/۰۸	رویدیم	۱۱۰
تیتانیوم	۰/۵۷	استراتسیوم	۳۷۰
واندیم	۶۰	مولیبدن	۱/۱
کروم	۱۰۰	کادمیوم	۰/۲
منگنز	۹۵۰	آنتیموان	۰/۹
آهن	۴۱۰۰۰	باریم	۵۸۴
نیکل	۸۰	تنگستن	۱
کیالت	۱۲	سرب	۱۴
مس	۵۰	اورانیوم	۱/۷
اسکاندیوم	۳۰		

با توجه به جدول شماره (۳) آهن، آلومینیوم، روی، منگنز، باریم و استراتسیوم، دارای بیشترین میانگین غلظت، نسبت به سایر عناصر در رسوبات حوزه آبریز سد ۱۵ خرداد را دارند. عناصر بریلیوم، سزیم و اورانیوم نیز کمترین غلظت در رسوبات حوزه آبریز سد ۱۵ خرداد را دارا هستند. میانگین غلظت عناصر از میانگین جهانی آنها بسیار کمتر است.

جدول (۴): ضریب آلودگی فلزات سنگین در رسوبات منطقه مورد مطالعه

فلز	ضریب آلودگی	فلز	ضریب آلودگی
لیتیم	$۲/۲۳ \times 10^{-۶}$	روی	$۸/۰۶ \times 10^{-۵}$
بریلیوم	$۳/۷۷ \times 10^{-۷}$	آرسنیک	$۷/۵۸ \times 10^{-۵}$
آلومینیوم	۰/۱۴	رویدیم	$۱/۰۲ \times 10^{-۶}$

<sup>7</sup> Karbassi et al

$7/19 \times 10^{-6}$	استرانسیموم	$4/29 \times 10^{-7}$	تیتانیوم
$2/73 \times 10^{-6}$	مولیبدن	$6/81 \times 10^{-6}$	واندیوم
$1/42 \times 10^{-7}$	کادمیوم	$1/17 \times 10^{-6}$	کروم
$1/44 \times 10^{-7}$	آنتیموان	$2/32 \times 10^{-6}$	منگنز
$2/22 \times 10^{-6}$	باریم	$2/29 \times 10^{-7}$	آهن
$1/56 \times 10^{-6}$	تنگستن	$4/49 \times 10^{-6}$	نیکل
$6/42 \times 10^{-6}$	سرب	$2/61 \times 10^{-6}$	کیالت
$1/27 \times 10^{-6}$	لورانیوم	$1/92 \times 10^{-6}$	مس
		$8/22 \times 10^{-7}$	اسکاندیوم

جدول (۵): گروه‌های مختلف محدوده تغییرات ضریب غنی‌سازی (EF)

مقدار غنی‌شدگی	مقادیر EF
غنی‌شدگی کم	$EF < 2$
غنی‌شدگی متوسط	$2 \leq EF < 5$
غنی‌شدگی زیاد	$5 \leq EF < 20$
غنی‌شدگی خیلی زیاد	$20 \leq EF < 40$
غنی‌شدگی شدت زیاد	$EF \geq 40$

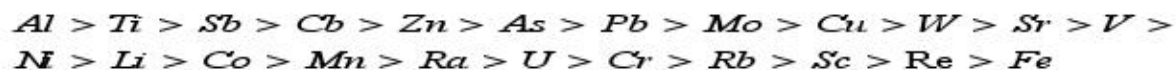
با توجه به جداول (۲،۴،۵) از مقادیر میانگین موجود در پوسته زمین بعنوان غلظت زمینه فلزات استفاده می‌شود. افزون بر مقادیر زمینه به مقادیری بعنوان فلز مینا نیز نیاز است. معمولاً فلزی را بعنوان فلز مینا انتخاب می‌کنند که کمترین ضریب همبستگی را با دیگر فلزات سنگین داشته و بطور عمده ناشی از منابع طبیعی باشد. فلز اسکاندیوم با سایر فلزات همبستگی ندارند در نتیجه منابع احتمالی متفاوتی با سایر آلاینده‌ها دارند. بنابراین از غلظت اسکاندیوم برای مقادیر مینا استفاده می‌شود. با توجه به مقادیر غلظت فلزات سنگین مورد نظر در ۱۸ ایستگاه نمونه‌برداری شده است.

جدول (۶): طیف مقادیر ضریب غنی‌سازی به دست آمده با در نظرگیری اسکاندیوم به عنوان فلز مینا در نمونه‌ها

میزان غنی‌شدگی	میانگین	حد اکثر	حد اقل	انحراف معیار	میانگین	ضریب غنی‌سازی
متوسط	۲/۵۱	۱۶/۱۴	۱/۴۶	۴/۱۱	۳/۸۸	لیتیم
کم	۰/۳۹	۱/۲	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴۵	یرلیوم
شدت زیاد	۹۶۹۶۹/۱۷	۶۲۷۵۲۹/۳۵	۲۲۲۷۲/۷۶	۱۶۲۳۸۶/۴۸	۱۷۲۱۵۲/۰۵	آلومینیوم
شدت زیاد	۳۵۲/۷۷	۱۴۷۶/۳۱	۱۲۶/۶۶	۳۹۸/۲۲	۵۱۴/۶۹	تیتانیوم
زیاد	۵/۳۵	۳۶/۷۲	۲/۳۴	۸/۶۷	۸/۱۸	واندیوم
کم	۰/۷۸	۶/۷۵	۰/۴۷	۱/۵۹	۱/۴	کروم
متوسط	۱/۶۵	۹/۲۳	۰/۷۱	۲/۴۲	۲/۷۸	منگنز
کم	۰/۲۲	۱/۳۴	۰/۱	۰/۳۴	۰/۴	آهن
زیاد	۲/۶۵	۲۶/۰۹	۱/۵۲	۷/۶۶	۵/۳۹	نیکل
متوسط	۱/۵۵	۲۲/۰۵	۰/۳۵	۵/۰۸	۳/۱۳	کیالت
زیاد	۱۶/۲۸	۱۱۸/۷۴	۴/۱۹	۲۷/۷۸	۲۳/۰۵	مس
شدت زیاد	۶۹/۰۷	۴۷۳/۹۴	۲۱/۲۹	۱۱۱/۲۶	۹۶/۶۷	روی
شدت زیاد	۶۱/۷۶	۴۱۶/۱۹	۲۶/۷۴	۹۴/۷۷	۹۰/۹۲	آرسنیک
کم	۰/۸۹	۴/۴۶	۰/۴۲	۱	۱/۲۳	روبییدیوم
زیاد	۵/۲۴	۳۷/۳۳	۲/۰۸	۹/۷۳	۸/۶۴	استرانسیموم

مولیبدن	۴۴/۷۱	۱۶/۳۶	۲۸۴/۹۱	۶۴/۴۶	۲۴/۴	شدت زیاد
کادمیوم	۱۷۱/۸۴	۲۳/۵۶	۸۱۲/۳۲	۲۰۴/۴۴	۱۰۱/۴۳	شدت زیاد
آنتیموان	۱۷۲/۲۷	۷/۲۶	۱۲۱۴/۰۲	۲۹۲/۳۸	۶۴/۹۷	شدت زیاد
باریم	۲/۶۸	۰/۲۴	۱۶/۷۵	۴	۱/۵۹	متوسط
تنگستن	۱۸/۷۲	۶	۱۱۶/۶۶	۲۷/۰۱	۹/۲	زیاد
سرب	۷۷/۲	۷/۴۵	۴۰۳/۱۷	۹۵/۰۱	۴۸/۹۲	شدت زیاد
اورانیوم	۱/۵۳	۰/۷۱	۵/۳۲	۱/۲۶	۱/۰۷	کم

با توجه به جدول (۶) فلزات با ضریب غنی‌سازی بیشینه بیشتر از ۱۰ بطور عمده ممکن است ناشی از فعالیت‌های انسانی باشند. در هر صورت مقادیر بالای این ضریب، نشان‌دهنده غنی‌شدگی و خطرهای احتمالی فلزات است. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در جدول (۶) می‌توان گفت غلظت فلزات لیتیم، آلومینیوم، تیتانیوم، وانادیوم، نیکل، کبالت، مس، روی، آرسنیک، استرانسیوم، مولیبدن، کادمیوم، آنتیموان، باریم، تنگستن و سرب در منطقه مورد بررسی رو به افزایش است که چنانچه این افزایش غلظت مورد توجه قرار نگیرد می‌تواند به سمت ایجاد آلودگی پیش رود از جمله فعالیت‌های انسانی که منجر به افزایش غلظت برخی از این عناصر سنگین شده است می‌توان به وجود معدن طلای مته در بالا دست، معدن سرب و روی راونج در مجاورت و نیز پساب‌ها و فاضلاب شهرک‌های صنعتی ارقده و نیم‌ور اشاره شد. مقادیر میانگین ضریب غنی‌شدگی برای عناصر بصورت زیر هستند:



جدول (۷): رده‌بندی شاخص زمین‌انباشتگی

شاخص زمین‌انباشتگی ( $I_{geo}$ )	درجه آلودگی ( $I_{geo}$ class)	شدت آلودگی
$\leq 0$	۰	غیر آلوده
$0 - 1$	۱	غیر آلوده تا کمی آلوده
$1 - 2$	۲	کمی آلوده
$2 - 3$	۳	کمی آلوده تا بسیار آلوده
$3 - 4$	۴	بسیار آلوده
$4 - 5$	۵	بسیار آلوده تا شدت آلوده
$\geq 6$	۶	شدت آلوده

جدول (۸): مقادیر شاخص زمین‌انباشتگی فلزات سنگین برای رسوبات منطقه مورد مطالعه

فلز	$I_{geo}$	شدت آلودگی	فلز	$I_{geo}$	شدت آلودگی
لیتیم	-۱۸/۸۲	غیر آلوده	روی	-۱۴/۱۸	غیر آلوده
بریلیوم	-۲۱/۹۲	غیر آلوده	آرسنیک	-۱۴/۲۷	غیر آلوده
آلومینیوم	-۳/۳۸	غیر آلوده	روبیديوم	-۲۰/۴۸	غیر آلوده
تیتانیوم	-۱۱/۷۷	غیر آلوده	استرانسیوم	-۱۷/۶۷	غیر آلوده
وانادیوم	-۱۷/۷۴	غیر آلوده	مولیبدن	-۱۵/۲۹	غیر آلوده
کروم	-۲۰/۳۹	غیر آلوده	کادمیوم	-۱۳/۳۵	غیر آلوده
منگنز	-۱۹/۳	غیر آلوده	آنتیموان	-۱۳/۳۴	غیر آلوده
آهن	-۲۲/۱۱	غیر آلوده	باریم	-۱۹/۳۶	غیر آلوده

نیکل	-۱۸/۳۴	غیرآلوده	تنگستن	-۱۶/۵۵	غیرآلوده
کیالت	-۱۹/۱۳	غیرآلوده	سرب	-۱۴/۵۱	غیرآلوده
مس	-۱۶/۲۵	غیرآلوده	اورانیوم	-۲۰/۱۷	غیرآلوده
اسکاندیوم	-۲۰/۷۷	غیرآلوده			

با توجه به جدول (۸ و ۷) شاخص زمین‌انباشتی (Igeo) نشان داد که شدت آلودگی عناصر سنگین رسوبات حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد در محدوده غیرآلوده قرار می‌گیرند.

جدول شماره (۹): همبستگی بین غلظت عناصر مختلف سد ۱۵ خرداد

	Li	Be	Al	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni <sub>58</sub>	Co	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sn
Li	۱	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۰	۰/۶۶	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۶۶	۰/۸۱	۰/۹۸	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۹۳	۰/۹	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۹۲	۰/۸۵
Be		۱	۰/۹۸	۰/۰	۰/۶۳	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۶۵	۰/۸۲	۰/۹۹	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۹	۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۹۷	۰/۹	۰/۹۳	۰/۸۸
Al			۱	۰/۰	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۶۹	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۶۵	۰/۸	۰/۸۷	۰/۷۷
Sc				۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
Ti					۱	۰/۷	۰/۷	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۶۴	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۸۳	۰/۶۴	۰/۶۷	۰/۸۳	۰/۶۸
V						۱	۰/۹۷	۰/۷۷	۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹
Cr							۱	۰/۷۵	۰/۸۶	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۲
Mn								۱	۰/۹۳	۰/۶۶	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۸۶	۰/۶۲	۰/۷۴	۰/۸۶	۰/۷۱
Fe									۱	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۹۴	۰/۸۱
Ni58										۱	۰/۸	۰/۸۴	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۹۷	۰/۸۴	۰/۹۳	۰/۸۱
Co											۱	۰/۹۷	۰/۹۶	۰/۹۵	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۹۷
Cu												۱	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۹	۰/۹۲	۰/۸۲	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۲
Zn													۱	۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۴
As														۱	۰/۹۳	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۹۵
Se															۱	۰/۹۱	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۲
Rb																۱	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۸۷
Sr																	۱	۰/۸۷	۰/۹	۰/۸۳
Mo																		۱	۰/۹۱	۰/۹۶
Cd																			۱	۰/۸۸
Sn																				۱
Sb																				
Cs																				
Ba																				
W																				
Pb																				
U																				

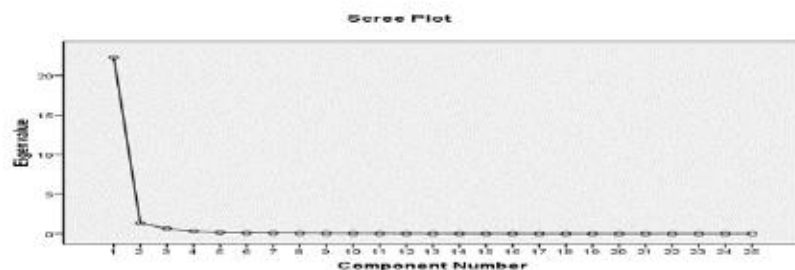
با توجه به جدول شماره (۹) تمامی ضرایب همبستگی بین غلظت عناصر، بالاتر از ۰/۶۵ است و این ضرایب در سطح ۹۹ درصد معنادار هستند. عنصر اورانیوم با سزیم همبستگی بالایی را ایجاد می‌کند؛ عنصر کروم روی سلنیوم استرانسیوم و اندیوم کیالت مس روی مولیبدن کادمیوم سرب همبستگی بالایی را با یکدیگر ایجاد می‌کنند، بنابراین منابع انتشار احتمالی یکسانی دارند؛ عنصر بریلیوم فقط با عنصر لیتیوم و نیکل همبستگی بالایی دارد؛ آهن همبستگی خوب و بالایی را با عناصر تیتانیوم، منگنز، روی، کادمیم، سزیم، باریوم، اورانیوم و سرب نشان می‌دهد و این بیانگر وابستگی این عناصر با اکسید آهن است.

جدول (۱۰): مشخصات مولفه‌های ایجاد از متغیرهای اولیه (غلظت فلزات)

مولفه	مقدار هر مولفه	درصد اطلاعات متغیرهای اولیه	درصد تجمعی اطلاعات متغیرهای اولیه
-------	----------------	-----------------------------	-----------------------------------

۸۹/۰۳	۸۹/۰۳	۲۲/۲۵۸	۱
۹۴/۲۹۱	۵/۲۶۱	۱/۳۱۵	۲
۹۶/۹۰۸	۲/۶۱۷	۰/۶۵۴	۳
۹۸/۰۷۷	۱/۱۶۹	۰/۲۹۲	۴
۹۸/۷۰۴	۰/۶۲۷	۰/۱۵۷	۵
۹۹/۰۳۴	۰/۳۲۱	۰/۰۸	۶
۹۹/۳۰۴	۰/۲۸	۰/۰۷	۷
۹۹/۵۱۵	۰/۳۱۱	۰/۰۵۳	۸
۹۹/۶۶۱	۰/۱۴۶	۰/۰۳۶	۹
۹۹/۷۹۱	۰/۱۳	۰/۰۳۲	۱۰
۹۹/۸۷۶	۰/۰۸۵	۰/۰۲۱	۱۱
۹۹/۹۳۳	۰/۰۵۷	۰/۰۱۴	۱۲
۹۹/۹۷۱	۰/۰۳۸	۰/۰۰۹	۱۳
۹۹/۹۸۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۱۴
۹۹/۹۹۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۱۵
۱۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۱۶
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۷
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۸
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۹
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۰
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۱
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۲
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۳
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۴
۱۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۵

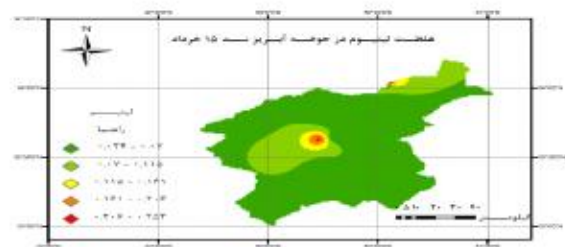
با توجه به جدول شماره (۱۰) مقدار اولین مولفه برابر ۲۲/۲۵۸ است که ۸۹/۰۳ درصد از کل واریانس موجود در سری داده-ها را توجیه می‌کند. دومین مقدار ویژه نیز ۵/۲۶۱ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند و این دو مولفه حدود ۹۴ درصد کل پراکندگی داده‌های اصلی و پنج مولفه اول حدود ۹۹ درصد کل پراکندگی داده‌های اصلی را بیان می‌کنند. بنابراین، تقریباً می‌توان ۵ مولفه اول را به عنوان مولفه اصلی قلمداد نمود.



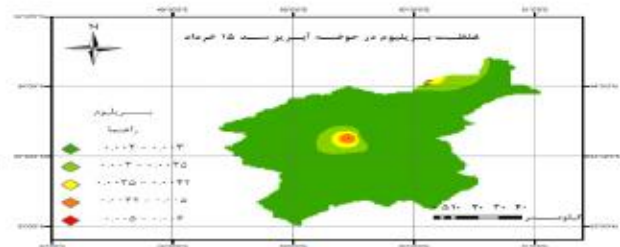
جدول شماره (۱۱): معیارهای اعتبارسنجی مدل‌های مختلف زمین آماری

SE	RSS	مدل	عنصر	SE	RSS	مدل	عنصر	SE	RSS	مدل	عنصر
۶/۲۲۷	۸/۸۲۳	گروی	Al	۰/۹۹۳	۰/۰۰	گروی	Be	۰/۱۰۴	۵/۰۸	گروی	Li

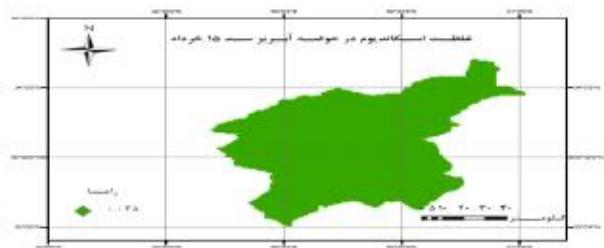
۶/۳۶۱	۸/۴۳۲	نمایی		۱/۰۲۲	-/۰۰	نمایی		۰/۱۰۷	۵/۰۷	نمایی	
۵/۲۴۴	۸/۶۵۷	خطی		۳/۰۷۷	-/۰۰	خطی		۰/۱۱۷	۵/۰۷	خطی	
۱۴/۷۵۴	۸/۴۹۹	گوسی		۱/۹۸۵	-/۰۰	گوسی		۰/۱۱۵	۵/۰۷	گوسی	
۰/۸۸	۴/۱۲۶	کروی	V	۰/۳۴۵	۵/۹۲۱	کروی	Ti	۰/۹۹۳	-/۰۰	کروی	U
-/۸۷۷	۴/۱۲۶	نمایی		۰/۳۲۸	۵/۹۲۵	نمایی		۱/۰۲۲	-/۰۰	نمایی	
۱/۶۵۵	۴/۱۲۶	خطی		۰/۵۷۲	۵/۹۲۱	خطی		۳/۰۷۷	-/۰۰	خطی	
۱/۰۱۴	۴/۱۲۷	گوسی		۰/۴۸۶	۵/۹	گوسی		۱/۹۸۵	-/۰۰	گوسی	
۲۳/۸۱۴	۴/۴۳۴	کروی	Fe	۳/۹۳۶	۶/۸۷۲	کروی	Mn	۰/۲۰۳	۵/۶۰۴	کروی	Cr
۲۱/۴۹۲	۴/۴۳۴	نمایی		۴/۸۸۲	۶/۸۲۵	نمایی		۰/۲۲۵	۵/۴۹۱	نمایی	
۴۶/۵۵۵	۴/۴۲۳	خطی		۵/۸	۶/۸۲۸	خطی		۰/۵۴۸	۵/۵۱۴	خطی	
۱۷/۶۴۶	۴/۴۲۹	گوسی		۴/۶۹۵	۶/۷۸۶	گوسی		۰/۳۴۴	۵/۴۱۲	گوسی	
۱/۲۶۴	۱۰/۵۳	کروی	Cu	۰/۵۲۵	-/۰۰۳	کروی	Co	۰/۶۴۹	۱۱/۴۸	کروی	Ni
۱/۲۴۲	۱۰/۴۷۶	نمایی		۰/۶۰۵	-/۰۰۳	نمایی		۰/۶۷۲	۱۱/۴۳۳	نمایی	
۱/۱۷۶	۱۰/۵۳۸	خطی		۱/۰۱۷	-/۰۰۳	خطی		۱/۶۹۵	۱۱/۴۲۳	خطی	
۱/۰۲	۱۰/۳۹۱	گوسی		۰/۵۷۲	-/۰۰۳	گوسی		۱/۳۶۹	۱۱/۳۰۵	گوسی	
-/۳۹۴	۱۱/۴۹۹	کروی	Se	۰/۲۶۲	۶/۷۱۳	کروی	As	۱۱/۰۹۴	۷/۹۷۷	کروی	Zn
-/۴۴۷	۱۰/۳۱۱	نمایی		۰/۳۷۲	۶/۶۹۷	نمایی		۱۱/۵۴۷	۷/۹۵۴	نمایی	
-/۷۵۹	۱۰/۳۸۷	خطی		۰/۳۱۱	۶/۷۱۲	خطی		۱۹/۷۵	۷/۹۵۸	خطی	
-/۷۲۱	۱۰/۲۸	گوسی		۰/۲۶۶	۶/۷۶۵	گوسی		۱۰/۱۱۲	۷/۹۶۴	گوسی	
-/۰۶۲	۸/۷۱۱	کروی	Mo	۴/۳۴۸	۶/۸۸۴	کروی	Sr	۰/۱۴۳	۳/۵۰۱	کروی	Rb
-/۰۷۸	۸/۴۸۷	نمایی		۴/۴۹۷	۶/۸۷۳	نمایی		۰/۱۴۴	۳/۴۷۶	نمایی	
-/۱۶۲	۸/۵۳۱	خطی		۷/۰۶۹	۶/۸۷۲	خطی		۰/۲۸۴	۳/۴۶۵	خطی	
-/۱۳۵	۸/۴۳۷	گوسی		۵/۷۳	۶/۸۵۲	گوسی		۰/۳۸۵	۳/۳۳۳	گوسی	
-/۱۶۹	۳۲/۲۰۸	کروی	Sb	۰/۰۳۵	۵/۵۶۸	کروی	Sn	۰/۹۰۱	-/۰۰	کروی	Cd
-/۱۶۴	۳۲/۱۲۴	نمایی		۰/۰۲۷	۵/۴۲۱	نمایی		۱/۰۵۱	-/۰۰	نمایی	
-/۱۰۳	۳۲/۹۳۴	خطی		۰/۰۳۳	۵/۵۹۹	خطی		۲/۷۱۸	-/۰۰	خطی	
-/۱۸۳	۳۲/۵۲۶	گوسی		۰/۰۶۵	۵/۸۲۹	گوسی		۲/۲۰۶	-/۰۰	گوسی	
-/۰۲۶	۶/۶۰۱	کروی	W	۱/۱۲۸	۲۲/۴۰۵	کروی	Ba	۰/۵۳	۱۵/۷۶۸	کروی	Pb
-/۰۲۹	۶/۴۸۴	نمایی		۱/۱۹۳	۲۱/۶۳۳	نمایی		۰/۶۲۳	۱۴/۷۹۵	نمایی	
-/۰۶۱	۶/۵۰۲	خطی		۰/۸۵۳	۲۲/۳۸۳	خطی		۰/۷۲۷	۱۵/۶۳۱	خطی	
-/۰۳۴	۶/۵۲۹	گوسی		۱/۷۲۴	۲۱/۱۵۹	گوسی		۰/۹۹۳	۱۴/۴۳۴	گوسی	



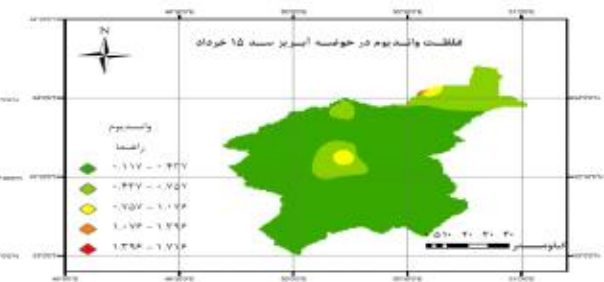
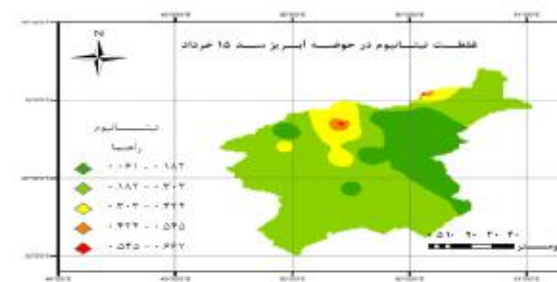
شکل (۴): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر ویتنیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



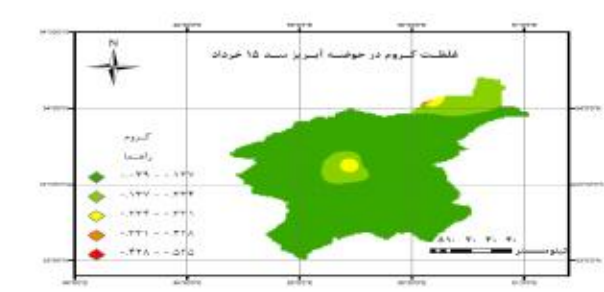
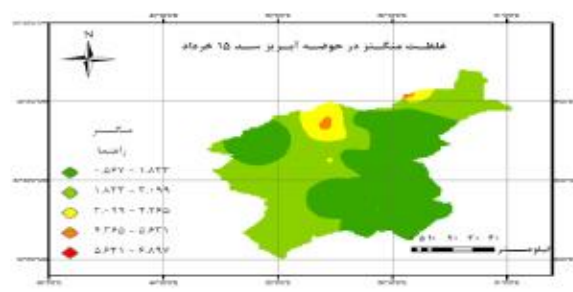
شکل (۳): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر بریلیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



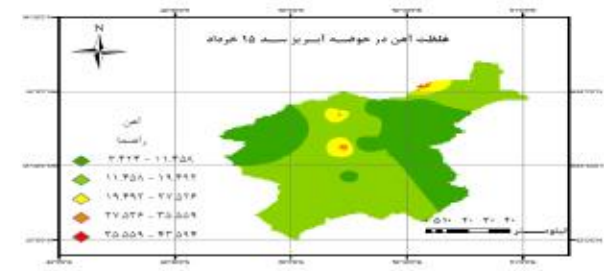
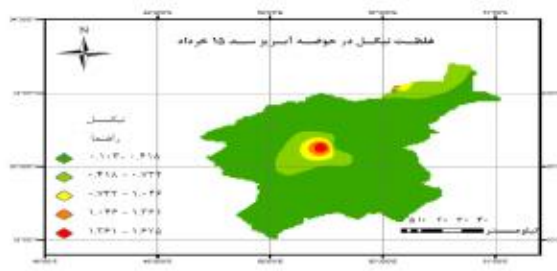
شکل (۵): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر اسکاندیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
شکل (۶): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر آلومینیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



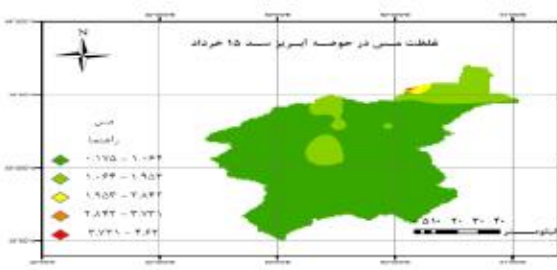
شکل (۷): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر واندیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
شکل (۸): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر تیتانیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



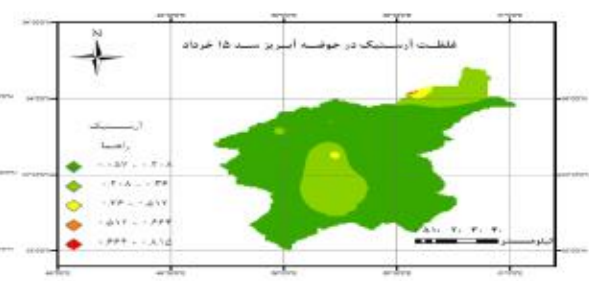
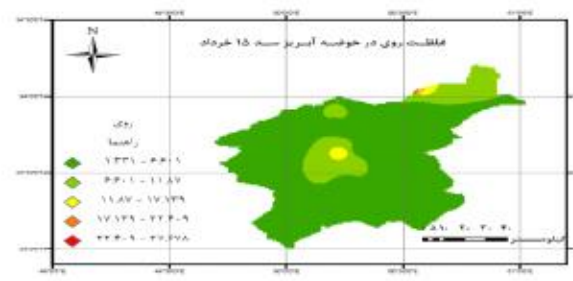
شکل (۹): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر کروم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
شکل (۱۰): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر منگنز در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



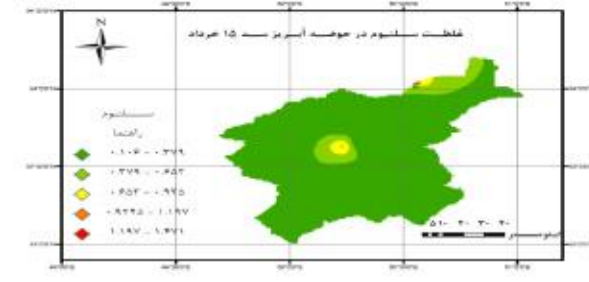
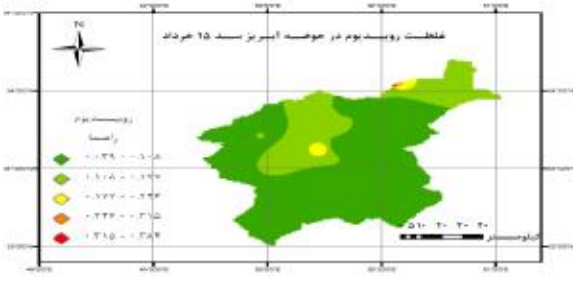
شکل (۱۱): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر آهن در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
شکل (۱۲): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر نیکل در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



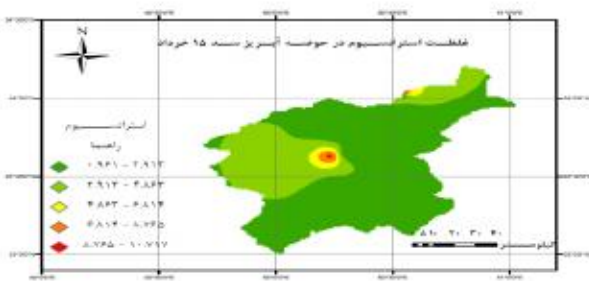
شکل (۱۳): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر مس در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
شکل (۱۴): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر کبالت در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



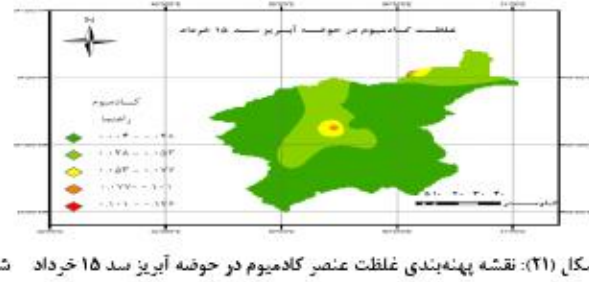
شکل (۱۵): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر آرسنیک در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
 شکل (۱۶): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر روی در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



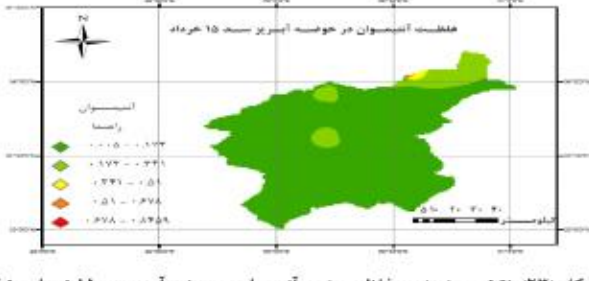
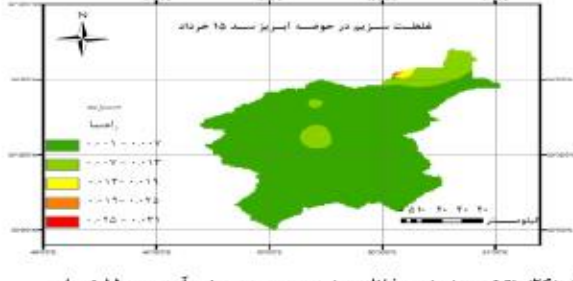
شکل (۱۷): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر سلیسیم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
 شکل (۱۸): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر روییدیم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



شکل (۱۹): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر استرانسیم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
 شکل (۲۰): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر مولیبدن در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد

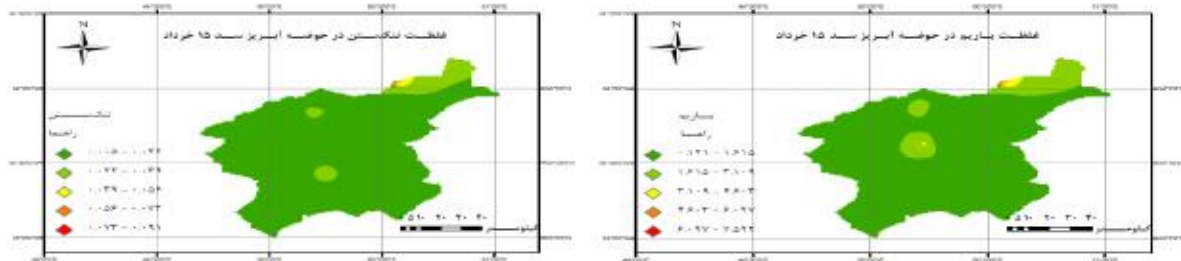


شکل (۲۱): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر کادمیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
 شکل (۲۲): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر قلع در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد

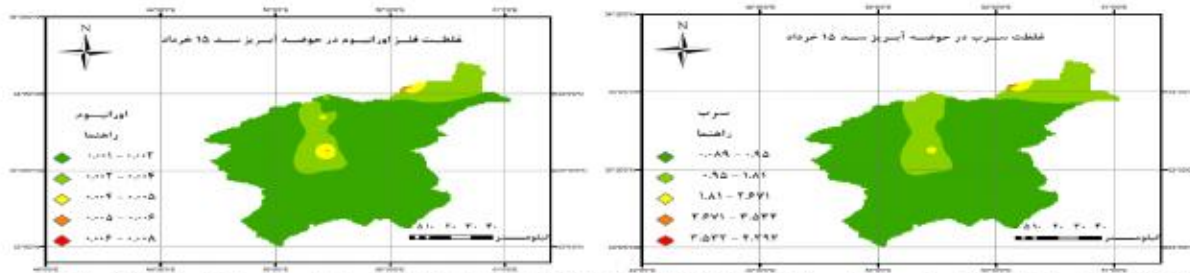


شکل (۲۳): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر سزیم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد  
 شکل (۲۴): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر آنتیموان در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد





شکل (۲۵): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر باریم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد. شکل (۲۶): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر تنگستن در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



شکل (۲۷): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر سرب در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد. شکل (۲۸): نقشه پهنه‌بندی غلظت عنصر اورانیوم در حوضه آبریز سد ۱۵ خرداد



شکل (۲۹): نقشه پهنه‌بندی آلودگی رسوبات حوزه آبریز سد ۱۵ خرداد

با توجه به نقشه های (۲) تا (۲۹) پهنه‌بندی و تهیه نقشه‌های غلظت عناصر سنگین، یکی از مراحل مهم و اولیه در راستای تصمیم‌گیری برای جداسازی محدوده‌های آلوده یا تعیین محدوده‌های مناسب برای اقدامات حفاظتی می‌باشد. پس از پهنه‌سازی پارامترهای تخمین‌گر کربجینگ، اقدام به پهنه‌بندی غلظت عناصر فازی در حوزه آبریز سد ۱۵ خرداد شد. نقشه‌های کربجینگ ترسیم شده در محیط GIS تمامی عناصر سنگین مورد تحقیق در شکل‌های (۳) تا (۲۹) نمایش داده شده‌اند. همان گونه که ملاحظه می‌شود، توزیع مکانی تمامی عناصر پیوسته می‌باشد. برای تمامی عناصر فازی، یک الگوی تغییرپذیری مکانی مشترک و مشابه بر روی تمامی نقشه‌های کربجینگ مشهود است. حداکثر غلظت عناصر فازی در نزدیکی و مجاورت سد ۱۵ خرداد (قسمت شمال شرقی نقشه‌ها) وجود داشته و با فاصله گرفتن از آن، غلظت عناصر کاهش پیدا می‌کند. حداکثر غلظت عناصر لیتیم، وانادیوم، آهن، بریلیوم، کروم، نیکل، کبالت، روی، آرسنیک و سلنیوم در حاشیه سد ۱۵ خرداد (قسمت شمال شرقی نقشه‌ها)، و در اطراف پایین دست رودخانه دربند شور و سد انحرافی اریجان (قسمت غربی نقشه) وجود دارد. حداکثر غلظت عناصر آلومینیوم، منگنز، روییدیم، استرانسیوم، کادمیوم، سرب و اورانیوم در حاشیه سد ۱۵ خرداد و حواشی شهر محلات (قسمت شمال و شمال غرب نقشه) وجود دارد. همچنین حداکثر غلظت عناصر قلع، آنتیموان، سزیم، باریم، تنگستن، مولیبدن، مس و کبالت نیز در حاشیه سد ۱۵ خرداد مشهود است. اگرچه، در آلودگی‌های نقطه‌ای، مشاهده چنین الگویی بسیار مرسوم و معمول است؛ با این اوصاف، چنین گرادیان وقت غلظت عناصر را می‌توان به گرادیان‌های مشابه در عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار و کنترل کننده، مانند جهات اصلی میزان و سرعت وزش باد، تاریخچه و شدت فعالیت‌های معدنی و انسانی

در منطقه یا اثر فاصله انتقال فازات رقیبی شده در اتمسفر توسط باندنسیت داد. پس از تولید نقشه‌های رستری وابسته به هر فاز سنجین بر اساس بهترین مدل انتخاب شده برای هر عنصر در مرحله بکارگیری کریجینگ، نقشه‌های رستری با هم جمع شدند و در نهایت نقشه آلودگی (شکل ۲۹) در چهار کلاس طبقه‌بندی و بعنوان نقشه پهنه‌بندی آلودگی به منظور تفسیر آلودگی رسوبات حوزه آبریز سد ۱۵ خرداد تولید شد.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی رابطه بین هوش هیجانی و تفکر انتقادی با خلاقیت در دانش‌آموزان مقطع متوسطه شهرستان آبدانان می‌باشد. یافته‌های تجزیه و تحلیل پژوهش نشان می‌دهد بین هوش هیجانی و خلاقیت دانش‌آموزان رابطه وجود دارد. به منظور بررسی رابطه بین هوش هیجانی و خلاقیت از همبستگی پیرسون استفاده شد که نتایج نشان داد بین هوش هیجانی و خلاقیت رابطه مثبت و معناداری وجود دارد و به این معناست که هر چقدر هوش هیجانی دانش‌آموزان افزایش یابد خلاقیت آنها بیشتر می‌شود و نتایج یافته‌های این فرضیه با نتایج پژوهش‌های حکاک و همکاران (۱۳۹۴) و کاظم فخری و همکاران (۱۳۹۱) همسو می‌باشد. علت را این گونه می‌توان بیان کرد که مؤلفه‌های هوش هیجانی از جمله اداره هیجانات، ارزیابی هیجانات خود و دیگران، همدلی و انعطاف‌پذیری هیجانی ویژگی‌هایی هستند که در افراد سالم به میزان بیشتری نسبت به افراد دیگر وجود دارد. کنترل هیجانات باعث آرامش روانی بیشتری در فرد شده و تنیدگی را کاهش می‌دهد. همچنین انعطاف‌پذیری هیجانی به فرد این امکان را می‌دهد تا در موقعیت‌های مختلف زندگی، واکنش‌های مناسب نشان دهد (اشکاناسی و داسبرک، ۲۰۰۳). بسیاری از نظریه‌ها معتقدند خلاقیت زیر مجموعه‌ای از هوش هیجانی است؛ یعنی در واقع یکی از مؤلفه‌های هوش هیجانی می‌باشد. همچنین هوش هیجانی یک فرد را توانا می‌کند تا خلق مثبت را افزایش دهد یا حفظ کند، بنابراین به صورت غیر مستقیم تفکر خلاق را افزایش می‌دهد (ایکویک و همکاران، ۲۰۰۷). هوش هیجانی و مؤلفه‌های منجر به مهارت‌های خاصی از جمله خودآگاهی، خلاقیت و همدلی می‌شود که از طرفی این مهارت‌ها لازمه تفکر خلاق محسوب می‌گردد (بونتیمو، ۲۰۰۵). تبیین دیگر اینکه تفکر خلاق و حرکت به سمت کسب مهارت؛ مستلزم توانایی تحمل ناکامی و ابهام، و نیز تحمل تأخیر در کامروایی و ارضا می‌باشد که این توانایی‌ها در هوش هیجانی بالا بوده است. یکی دیگر از ویژگی‌های تفکر خلاق، توانایی در پذیرش شکست و اشتباه است بدون اینکه عزت نفس فرد و انگیزش وی برای ادامه جستجوی راه حل آسیب ببیند که این توانایی نیز از جمله خصیصه‌های هوش هیجانی است (پلوکر و همکاران، ۲۰۰۶). افرادی که مهارت‌های هیجانی بالایی دارند از مهارت‌های اجتماعی بهتری برخوردارند، روابط درازمدت و توانایی بیشتری در حل تعارضات دارند، مسئولیت پذیرترند، علاقه‌مند به علم آموزی و کسب موفقیت‌اند، اعتماد به نفس بالایی دارند، با پشتکار هستند و همچنین این افراد توانایی بیشتری برای تمرکز بر مشکل و استفاده از مهارت‌های حل مسأله دارند که موجب افزایش توانایی‌های شناختی آنان می‌شود (گامورا و آرسنیون، ۲۰۰۲).

همچنین بین تفکر انتقادی و خلاقیت دانش‌آموزان رابطه وجود دارد. به منظور بررسی رابطه بین تفکر انتقادی و خلاقیت از همبستگی پیرسون استفاده شد که نتایج نشان داد بین تفکر انتقادی و خلاقیت رابطه مثبت و معناداری وجود دارد و به این معناست که هر چقدر تفکر انتقادی دانش‌آموزان افزایش یابد خلاقیت آنها بیشتر می‌شود و نتایج یافته‌های این فرضیه با نتایج پژوهش‌های چین و چوان (۲۰۰۴)، الله‌کرمی و علی‌آبادی (۱۳۹۱) و حسینی اصل نظری (۱۳۹۰)، همسو می‌باشد. در تبیین این یافته می‌توان گفت از آنجا که یکی از ویژگی‌های بارز افراد خلاق، داشتن تفکر انتقادی است، ژان پیازه هدف اساسی آموزش و پرورش را تربیت انسان‌هایی می‌داند که قابلیت انجام کارهای جدید را دارند و فقط آنچه که سایر نسل‌ها انجام داده‌اند، تکرار نکنند؛ یعنی افرادی خلاق، مبتکر و مکتشف باشند. دومین هدف آموزش و پرورش از نظر وی پرورش ذهن‌هایی است که به جای پذیرفتن هرچه به آن‌ها عرضه می‌شود، بتوانند آن را نقد کنند و صحت آن را مورد سنجش قرار دهند. فیشر جدا دانستن تفکر انتقادی و خلاقیت را اشتباه و این تفکیک را ساده انگاری افراطی می‌داند. با این وجود او ویژگی‌هایی مثل اکتشافی، قیاسی، فرضیه‌سازی، جسورانه بودن، چپ‌گرا بودن و واگرایی را مختص تفکر خلاق و ویژگی‌هایی مثل تحلیلی، استقرایی، آزمایش فرضیه، راست‌گرایی و همگرا بودن را مختص تفکر انتقادی می‌داند (فیشر، ترجمه صفایی مقدم و نجاریان، ۱۳۸۷). تبیین دیگر اینکه، هم در خلاقیت و هم در تفکر انتقادی ما با یک فرایند سروکار داریم نه یک پیامد یا برون داد. فرایندی که در آن فرضیات و دانش پیشین را به چالش می‌کشیم و اطلاعات موجود را بازآزمایی می‌کنیم تا یک راه حل جدید ارائه کنیم که همیشه این راه حل، بهترین ممکن نیست و نیازمند ارزیابی است. خلاقیت، خلق نظام‌مند و متفکرانه ایده‌ها، مفاهیم و درک جدید از ارزش‌هاست و این حاصل نمی‌شود مگر با بازآزمایی و ارزیابی ایده‌ها و مفاهیم موجود. بنابراین با توجه به همپوشی خلاقیت و تفکر انتقادی می‌توان نتیجه گرفت، رشد یکی از آنها، پیشرفت دیگری را نیز به دنبال خواهد داشت.

## منابع

- اسماعیلی، علی؛ شایسته، سیاوش؛ گودرزی، ناصر. (۱۳۸۶). مبانی روانشناسی عمومی. تهران: شلاک.
- الله-کرمی، آزاد و علی آبادی، خدیجه (۱۳۹۱). نقش خلاقیت در پیش بینی تفکر انتقادی و شادکامی. ابتکار و خلاقیت در علوم انسانی، دوره دوم، شماره ۲، ص: ۴۹-۶۹.
- حکاک، محمد؛ نظربوری، امیر هوشنگ؛ موسوی، سید نجم-الدین؛ قدسی، مسعود (۱۳۹۴). تأثیر هوش هیجانی بر عوامل اجتماعی روانی بهره وری نیروی انسانی با تأکید بر نقش میانجی خلاقیت هیجانی. مدیریت بهره-وری سال نهم، شماره ۳۳، صص: ۹۳-۱۱۷.
- خدامرادی، کزال؛ سعیدالذاکرین، منصوره؛ علوی مجد، حمید؛ یغمایی، فریده؛ شهاب، مرضیه (۱۳۸۵). ترجمه و روان سنجی آزمون مهارتهای تفکر انتقادی کالیفرنیا، فرم (ب) نشریه دانشکده پرستاری و مامایی، دوره ۱۹، ص: ۵۵-۱۲.
- خلیلی، حسین؛ سلیمانی، محسن (۱۳۸۲). تعیین اعتماد، اعتبار و هنجار نمرات آزمون مهارت تفکر انتقادی کالیفرنیا (ب) مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بابل، شماره چهارم، ص: ۸۴-۹۰.
- حسینی اصل نظری، مریم (۱۳۹۰). رشد تفکر انتقادی و خلاقیت در دانش-آموزان سال سوم رشته-های تحصیلی ریاضی، علوم تجربی و علوم انسانی در شهرستان پاکدشت، پایان نامه کارشناسی ارشد روانشناسی و علوم اجتماعی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی.
- دویونو، ادوارد (۱۹۶۷). سلسله درس-های تفکر. ترجمه مرجان فرجی (۱۳۸۴). تهران: انتشارات جوانه رشد.
- کاظمی، حمیده (۱۳۹۰). بررسی رابطه خودکارآمدی با خلاقیت شناختی و خلاقیت هیجانی در دانش-آموزان. اولین همایش ملی یافته-های علوم شناختی در تعلیم و تربیت، تهران.
- کاظم فخری، محمد؛ میرزائیان، بهرام؛ بنی-هاشمیان، کورش (۱۳۹۱). بررسی رابطه بین سلامت عمومی با هوش هیجانی و خلاقیت در دانشجویان. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، دوره ۶، شماره ۲، ص: ۵۳-۵۷.
- فرمبهنی فراهانی، محسن؛ پیداد، فاطمه (۱۳۸۹). مهارت-های زندگی. تهران: شباهنگ.
- فیشر، رابرت. آموزش تفکر به کودکان. ترجمه مسعود صفایی مقدم و افسانه نجاریان. تهران: رشد.
- مهربی نژاد، سیدابوالقاسم (۱۳۸۶). انطباق و هنجاریابی آزمون مهارت-های تفکر انتقادی، تازه-های علوم شناختی، شماره ۹، ص: ۶۳-۷۲.
- موسوی، ستاره؛ جبل-عاملی، جلال؛ علی-بخشی، فاطمه (۱۳۹۱). بررسی رابطه-ی هوش هیجانی و مؤلفه-های آن با باورهای انگیزشی و راهبردهای یادگیری خودتنظیمی بر عملکرد تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دو ماهنامه تحقیقات علوم رفتاری، ۲۴: ۱۷۹-۱۹۳.
- هالاهان، دنیل پی. و کافمن، جیمز ام (۱۹۴۴). کودکان استثنایی (مقدمه-ای بر آموزشهای ویژه) ترجمه مجتبی جوادیان (۱۳۸۹). تهران: انتشارات به نشر.
- Ashkanasy N, Dasborough M. Emotional Intelligence Awareness and Emotional Intelligence in Leadership Teaching. J Educ for Busi 2003; 79(1):18-23.
- Abedi J. Creativity and New Way in Its Measurement. J Psycholo Research 1994; 2(1, 2):54-64. [Full Text in Persian]
- Batey, M., & Furnham, A. (2006). Creativity, intelligence, and personality: A critical review of the scattered literature. Genetic, Social and General Psychology Monographs, 132, 455-929.
- Buontempo G. Emotional Intelligence and Decision Making: The Impact on Judgment Bias. Dissertation Abstracts International Section B. The Sciences and Engineering 2005; 66(5-B):2863.
- Ching, Y. S. & Chann, L. (2004). The Relationship among creative, critical Thinking and Thinking Style in Taiwan Itinght School Students. Journal of instructional Psychology, vol 31.
- Cowley, S. (2005). Letting The Buggers Be Creative. New York: C ontinuum.

- Ennis, R.H. (2010). An outline of goals for a critical thinking curriculum and its assessment. [Cited 2010 NOV 11] Available from: [Http://WWW.Criticalthinking.Net/goals.Him](http://WWW.Criticalthinking.Net/goals.Him) 1.
- Facion, P., & Facion, N. (2007). The California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI). California: Academic Press.
- Gelman, Daniel. (2003). EI. Translation: Parsa. Roshd publications of Tehran.
- Gardner, H. (1988). Creative lives and creative works: A synthetic scientific approach. In R. J. Sternberg (Ed). The Nature Of Creativity (pp. 298–321). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gumora, G. & Arsenion, F. (2002); Emotionality, emotion regulation and school performance in middle school children. *Journal of School Psychology*, 40(5), 395-413.
- Ivcevic Z, Brackett MA, Mayer JD. Emotional Intelligence and Emotional Creativity. *J Personal* 2007; 75(2):199-235.
- Kerr, B. & Gagliardi, A. (2006); measuring creativity in research and practice. Arizona State.
- Mami.S.V ahidi.A. (2013). Relationship between Conventional intelligence and emotional intelligence with mental health of Ilam Azad University students. *humanities research of Esfahan university*. fourth year. number 20. Persian date Mordad 2013. pp.59- 76.
- Meyers, C (1986). Teaching students to think critically. California: Bass; 1991.
- Plucker JA, Runco MA, Lim W. Predicting Ideational Behavior from Divergent Thinking and Discretionary Time on Task. *Creativity Research J* 2006; 18(1):55-63.
- Page, D., & Mukherjee, A. (2007). Promoting critical thinking skills by using negotiation exercises. Copyright Heldref Publications. Pg 251.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed), *Creativity research handbook* (pp. 1–19). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Sawansburg, R. c., Swansburg, R.J. (2002). Introduction to management and leadership for Nurse Managers. Third ed. Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Safari H. The effect of emotional intelligence and self-determination on the life quality in Shiraz University students [dissertation]. Iran: Shiraz University; 2007
- Srivasta, s., Childers, M.E., Baek, J.H, Strong, C.M., Hill, S.J. Warsett, K.S., Wang, P.W, Akiskal, H.S., Akiskal, K.K & Ketter, T.A. (2010). Toward interaction of affective and cognitive contributors to creativity in bipolar disorders: A controlled study. *Journal of affective disorder* 125 27-34.
- Sezer, R. (2008). Integration of critical thinking skills into elementary school Teacher Education courses in mathematics. *Education*. 128(3), pg 349. Proquest Education Journals.
- Shabani H. Advanced Teaching Method: Teaching Skills and Thinking Strategies. Fifth ed. Tehran: SAMT; 2011. [In Persian].
- Teo, L. (2010). A resch measure of fostering creativity. *Creativity Research* 22, 206-218.
- Toynbee, A. (1964). Is America neglecting her creative minority? In C. W. Taylor (Ed.), *Widening horizons in creativity: The proceedings of the Fifth Utah Creativity Research Conference* (pp. 3–9). New York: Wiley.
- Turnbull, M., Little, A., & Allan, M. (2010). Creativity and collaborative learning and teaching strategies in the design dis crippling Inducation. *Arts Education Policy Review*, 111, 52-62.
- Wallach, M. A. (1971). The intelligence-creativity distinction. Morristown, NJ: General Learning Press