کمی کردن سیمای سرزمین و بررسی اثر آن بر غلظت فلزات سنگین خاک : مطالعه موردی شهرستان نهاوند

روح الله افراز[1]، علیرضا سفیانیان[2]محمود رضا همامی[2]، سیما فاخران[2]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه صنعتی اصفهان

2- استادیار گروه محیط زیست –دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
r.afraz@na.iut.ac.ir

چکیده

این تحقیق با هدف کمی نمودن ساختار سیمای سرزمین و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی فلزات سنگین خاک (آرسنیک، کادمیوم و مس) و همچنین بررسی ارتباط نمایه‌های سیمای سرزمین با غلظت فلزات سنگین در خاک در شهرستان نهاوند (همدان) انجام شد. با استفاده از روش نمونه برداری سیستماتیک تصادفی 28 نمونه خاک از عمق 0 تا 20 سانتی متری برداشت گردید. غلظت عناصر در آن‌ها اندازه گیری شد و جهت پهنه‌بندی غلظت فلزات سنگین از روش معکوس وزنی فاصله استفاده شد سپس میانگین غلظت عناصر در شبکه‌های شش ضلعی محاسبه شد. جهت کمی کردن ساختار سیمای سرزمین نقشه کاربری اراضی به عنوان نقشه پایه جهت محاسبه نمایه‌ها بکار گرفت شد نمایه‌ها در محیط GIS کمی و به صورت شش ضلعی پهنه‌بندی شدند. برای بررسی ارتباط نمایه‌ها با غلظت فلزات سنگین خاک از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. تحلیل‌های آماری نشان داد که بین غلظت فلزات سنگین خاک و نمایه‌های سیمای سرزمین همبستگی معنی داری وجود دارد.

کلمات کلیدی : فلزات سنگین، نمایه‌های سیمای سرزمین، شبکه‌های شش ضلعی

مقدمه

سیمای سرزمین[1]، ناحیه‌ای ناهمگن و متشکل از گروه‌هایی از بوم سازگان‌ها با فعل و انفعالات متقابل و واحدهای تاثیرگذار بر یکدیگر است که در شکلی مشابه تکرار می‌شوند [4]. انسان از طریق فعالیت‌های خود بر سیمای سرزمین اثر می‌گذارد و در مقابل، سیمای سرزمین هم با ساختار خود بر انسان اثر می‌گذارد [9]. از این رو بوم شناسی سیمای سرزمین، نظامی بسیار پیچیده است که مطابق با اجزای خود، الگوهای متفاوتی را نشان می‌دهد [3]. الگوی سیمای سرزمین ترکیبی از لکه‌های[2] طبیعی و لکه‌های تحت مدیریت انسان و حاصل تعاملات پیچیده نیروهای فیزیکی، زیستی و اجتماعی است[10]. فعالیت‌های انسانی از جمله فعالیت‌های کشاورزی باعث تغییر در سیر انرژی و چرخه‌ی مواد می‌شوند. چنین فعالیت‌هایی می‌توانند به آلودگی خاک نیز بیانجامند.

خاک بخش عمده و مهم بوم سازگان‌های خشکی و زیستگاه بسیاری از موجودات زنده و بستر تولید غذا است. ولی در حال حاضر این بخش مهم با نفوذ انواع آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسان (صنعتی، کشاورزی و غیره) در معرض خطر قرار گرفته است. آلاینده‌های خاک به ویژه فلزات سنگین به دلیل ورود به زنجیره غذایی و اثرات غیر قابل جبران که به موجودات زنده و در رأس آنها به انسان وارد می‌کنند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.تنها زمانی ساختار سیمای سرزمین و کارکرد آن و اثرات تغییراتی که روی ساختار و کارکرد سیمای سرزمین انجام می‌شود را می‌توان

1. Landscape
2. Patches

مطالعه کرد که بتوان این اجزا (ساختار و کارکرد) را با استفاده از نمایه‌ها توصیف و کمی نمود[1]. برای نمونه گریفت و همکاران (2000) از نمایه¬های سیمای سرزمین در سه مقیاس 30 متر، 100متر و 1 کیلومتر جهت کمی نمودن ایالات کانزاس استفاده کردند [5]. لین و همکاران (2001) با استفاده از نمونه برداری 55 منطقه در شهرستان چانگوا (تایوان) برای مشخص کردن الگوهای عاملی هشت فلز سنگین خاک (آرسنیک، کادمیوم، کروم، مس، جیوه، نیکل، سرب، روی) و نمایه‌های سیمای سرزمین و فعالیت‌های انسانی استفاه نمودند. [7]. تشخیص و کنترل منبع آلودگی، درک و مدیریت الگوها و ساختارهای سیمای سرزمین موضوعات مهمی هستند که سیمای سرزمین کشاورزی و حومه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. لذا توصیف کامل سیمای سرزمین و الگوهای آلودگی می‌تواند بازدهی مدیریت محیط زیست و طراحی منطقه‌ای، حومه‌ای و کشاورزی را بهبود بخشد [6].

هدف از این مطالعه محاسبه و کمی نمودن نمایه‌های سیمای سرزمین در شهرستان نهاوند و بررسی همبستگی بین غلظت فلزات سنگین خاک با نمایه‌های سیمای سرزمین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شهرستان نهاوند با مساحتی حدود 1623 کیلومتر مربع در جنوب غربی استان همدان بین مدارهای 39 درجه و 33 دقیقه، تا 34 درجه و 26 دقیقه عرض جغرافیایی و 47 درجه و 53 دقیقه، تا 48 درجه و 33 دقیقه از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. سیمای کلی منطقه به دو رخسارهٔ جداگانه‌ی کوهستان و دشت تقسیم می‌شود. کاربری عمده منطقه فعالیت‌های کشاورزی و باغداری است.

نقشه‌ی کاربری اراضی با استفاده از نقشه‌ی توپوگرافی رقومی شده 1:250000 سازمان نقشه‌برداری کشور (1375) به صورت چشمی تهیه شد. سپس با استفاده از تصویر سنجنده‌ی AWiFS[1] ماهواره‌ی IRS P6 (اردیبهشت 1386) به روز رسانی گردید. نقشه کاربری اراضی با توجه به اهداف مطالعه در 9 طبقه‌ی مرتع، کوهستان، مزارع گندم و جو، یونجه، سبزیجات، باغات، زمین‌های آهکی، مناطق مسکونی و معادن استخراج شد. این نقشه به عنوان نقشه پایه جهت تحلیل‌های سیمای سرزمین مورد استفاده قرار گرفت.

با استفاده از روش نمونه برداری سیستماتیک تصادفی 28 نمونه خاک از عمق 0 تا 20 سانتی متری جمع آوری گردید. موقعیت سایت نمونه برداری مذکور با سامانه موقعیت یاب جهانی[2] مشخص گردید. پس از آماده سازی نمونه غلظت فلزات آرسنیک، مس و کادمیوم با دستگاه ICP-MS[3] اندازه‌گیری شد. به دلیل عدم وجود استانداردی خاص برای نشان دادن درجه آلودگی خاک در ایران، در این مطالعه از استاندارد میانگین جهانی استفاده شد [2].

برای برآورد مقدار آلودگی منطقه با توجه به نقاط نمونه برداری شده از روش میانیابی[4] به روش معکوس وزنی فاصله (IDW^{5}) استفاده شد. نقشه توزیع مکانی میانگین آلودگی به صورت شش ضلعی[6] ارائه شد.

نقشه‌ی کاربری اراضی به فرمت رستری با اندازه سلول‌های 60 متری تبدیل شد و در محیط نرم افزار ArcGIS نمایه ها محاسبه شد،و از شبکه‌های شش ضلعی 1000 هکتاری برای پهنه‌بندی استفاده شد. تحلیل‌ها در مقیاس کلاس انجام گرفت. نحوه محاسبه نمایه‌ها در جدول 1 ارائه شده است.

---

[1] Advanced Wide Field Sensor
2.Global Position System(GPS)
3.Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
4. Interpolation
5. Inverse Distance Weighted
6. Hexagonal

برای بررسی ارتباط میان فلزات سنگین خاک و نمایه‌های سیمای سرزمین از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

جدول 1- نحوه محاسبه نمایه‌های سیمای سرزمین [8]

نمایه	فر مول	توضیحات	محدوده تغییرات
تعداد لکه (NumP)	----------	تعداد لکه‌ها را در هر سیمای سرزمین	NumP >0
تراکم حاشیه (ED)	$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{A}(10000)$	e_{ik} = طول کل حاشیه‌های لکه‌های کلاس نوع i در سیمای سرزمین A = مساحت کل سیمای سرزمین واحد متر در هکتار	ED>0
نمایه وزن دهی بعد فراکتال (AWMPFD)	$AWMPFD = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left[\left(\frac{2\ln(.25P_{ij})}{\ln a_{ij}}\right)\left(\frac{a_{ij}}{A}\right)\right]$	p_{ij} = محیط هر لکه a_{ij} = مساحت هر یک از لکه‌ها N = تعداد لکه‌ها A= مساحت کل سیمای سرزمین(متر مربع)	1≤AWMPFD≤2

نتایج و بحث

نتایج میانگین نمونه برداری‌ها و مقایسه با غلظت میانگین جهانی در جدول 2 ارائه شده است. میانگین غلظت آرسنیک و مس از میانگین جهانی بیشتر است. بیشترین میزان غلظت فلز آرسنیک در غرب منطقه و کم‌ترین میزان آن در شرق منطقه تعیین گردید. بیشترین میزان غلظت کادمیوم در شرق منطقه و کم‌ترین میزان غلظت در جنوب منطقه واقع شده است. و بیشترین میزان غلظت فلز مس شرق و کم‌ترین میزان شمال غربی و جنوب شرقی منطقه واقع شده است. مقادیر بالای دو شاخص تعداد لکه و تراکم لکه در نیمه‌ی شمالی شهرستان نهاوند مربوط به زمین‌های کشاورزی است. نمایه وزن دهی بعد فرکتال در قسمت‌های شمال تا جنوب غربی منطقه (مناطق کوهستانی) بیشترین مقدار را نشان داده است. تحلیل نمایه‌ها نشان می‌دهد که بکرترین قسمت‌ها برای مراتعی که در دامنه و مجاورت کوهستان واقع شده‌اند وجود دارد که بیانگر تخریب کمتر انسانی می‌باشد بیشترین میزان لکه مربوط به کلاس گندم و جو می‌باشد که در دامنه‌ها و کوهپایه‌ها واقع گردیده‌اند. نتایج نشان داد که زمین‌های زیز کشت دیم از آبی بیشتر می‌باشد.

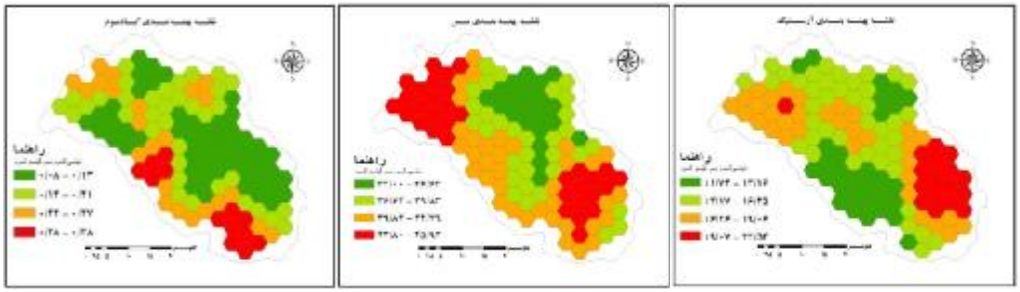
نمایه‌ها در کلاس کوهستان با تمام فلزات همبستگی معنی‌داری را نشان داد که از بین فلزات با کادمیوم همبستگی مثبت و ارسنیک همبستگی منفی نشان داد کادمیوم با تراکم حاشیه و متریک بعد فراکتال وزن دهی شده به وسیله مساحت به ترتیب با ضرایب 0/30 و 0/25 با احتمال 1 درصد بیشترین همبستگی را نشان داده است عنصر مس با تعداد لکه و متریک بعد فراکتال وزن دهی شده به وسیله مساحت به ترتیب با ضرایب 0/27 و 0/34 با احتمال 1 درصد نشان دهنده حضور این دو فلز تحت تاثیر فرایندهای طبیعی منطقه می‌باشد نتایج سایر کلاس‌ها گزاره فوق را تایید می‌کند.نمایه¬ها در کلاس باغ برای عنصر آرسنیک همبستگی مثبت معنی‌داری را نشان داده است که برای نمایه¬های ترکم حاشیه با ضریب 0/37 در سطح احتمال 1 درصد بیشترین همبستگی را نشان داد که بیانگر حضور

این فلز بر اثر فعالیت‌های انسانی می باشد به دلیل واقع شدند لکه‌های باغ در مجاورت شهر و مناطق مسکونی و فعالیت‌های باغداری به دلیل استفاده از انواع سموم برای باغ می‌باشد نتایج همبستگی از طبقه انسانی گزاره فوق را تایید می‌کند.

بطور کلی نتایج حاصل از نمایه‌ها بیانگر حضور کادمیوم و مس در منطقه را حاصل از فرایندهای طبیعی و آرسنیک را حاصل از فرایندهای انسانی و باغداری در منطقه می داند.

جدول 2- غلظت میانگین جهانی و نمونه برداری فلزات مورد مطالعه بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم[2]

استاندارد	مس	کادمیوم	ارسنیک
میانگین جهانی	30	/35.	6
میانگین نمونه‌ها	40/29	0/17	16/14



جدول 1- نقشه پهنه بندی فلزات سنگین مس ، کادمیوم و آرسنیک

منابع

۱- کوچکی، ع.، و نجیب نیا، س.، السن، ر.، فرانسیس، چ.، کافکا، ا، 1387، *نقش تنوع در کشاورزی پایدار*، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد مشهد، 276.

2- Bowen, H. J. M., 1979, *The Environmental Chemistry of the Elements* Academic Press, Londan New York.

4- Farina, A., 2000, "The Cultural Landscape as a Model for the Integration of Ecology and Economics", *BioScience*, Vol. 50, No. 4, pp. 313-320.

5- Forman, R. T. T. and Godron, M., 1986, *landscape ecology* wiley new York ,

6- Griffith, J. A., Martinko, E. A. and Price, K. P., 2000, "Landscape structure analysis of Kansas at three scales", *Landscape and urban planning*, Vol. 52, No. 1, pp. 45-61.

7- Haycock, N. E. and Muscutt, A. D., 1995, "Landscape management strategies for the control of diffuse pollution", *Landscape and urban planning*, Vol. 31, No. 1 ,۳-pp. 313-321.

8- Lin, Y.-P., Teng, T.-P. and Chang, T.-K., 2002, "Multivariate analysis of soil heavy metal pollution and landscape pattern in Changhua county in Taiwan", *Landscape and urban planning*, Vol. 62, No. 1, pp. 19-35.

9- McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. and Ene, E., 2002 "FRAGSTATS: Available at:Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst", http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

10- Tress, B. and Tress, G., 2001, "Capitalising on multiplicity: a transdisciplinary systems approach to landscape research", *Landscape and urban planning*, Vol. 57, No. 3-4, pp. 143-157.

11- Turner, M. G., 1989, "Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process", *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 20, No., pp. 171-197.