

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران

تعیین پراکنش عناصر سنگین کادمیم، مس، سرب، منگنز، روی و آهن در زمینهای زراعی شهر ساوه بکمک زمین آمار و GIS

عباس هانی

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه و دانشجوی دکتری خاکشناسی، علوم و
تحقیقات تهران

ساوه، میدان فلسطین، دانشگاه آزاد اسلامی ۰۹۱۲۲۷۷۱۵۴۳ - E-mail : Hani@iau-saveh.ac.ir

چکیده

بررسی توزیع فضایی عناصر سنگین کادمیم، مس، سرب، منگنز، روی و آهن در اراضی کشاورزی ساوه در یک بررسی دقیق بکمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار انجام گرفت. ۷۴ نمونه سطحی خاک (عمق ۲۵-۳۰ سانتیمتر) برای تعیین عناصر سنگین خاک از اراضی کشاورزی ساوه برداشت گردید. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن بکمک اسید هضم گردیدند و با دستگاه جذب اتمی غلظت عناصر در نمونه‌های خاک تعیین گردید. تبدیل لگاریتمی داده‌ها به منظور تعیین نرمال شدن آنها انجام گرفت. آنالیزهای چند متغیره (آنالیز خوشه‌ای و آنالیز مولفه اصلی) برای تعیین منشا عناصر سنگین استفاده شد. بکمک این آنالیز تعیین منشأ طبیعی و انسان‌پدید عناصر سنگین شناسایی می‌گردد. غلظتهای بالای کادمیم در زمینهای کشاورزی مرتبط با نهاده‌های کشاورزی می‌باشد. عناصر کادمیم و مس به مقدار زیادی توسط عوامل آنتروپوژنیک و عناصر منگنز و آهن توسط عوامل لیتوژنیک و آنتروپوژنیک کنترل می‌گردند. مدل‌های سمی واریوگرام تجربی مناسب برای عناصر فوق بکمک نرم‌افزار ArcGIS ترسیم گردید و نقشه‌های آلودگی عناصر فوق تهیه گردید.

Spatial distribution assessment of soil heavy metals in saveh agricultural lands was conducted using Geographical information system (GIS) and Geostatistics in detailed investigation. The surface horizon of 74 agricultural soils under vegetable crop in Saveh was sampled to determine the content of heavy metals. All samples were analyzed using atomic absorption Spectrometer (ICP-AES) after sample digestion in acid solution for five chemical elements. Log transformation was applied in order to achieve normality in the data set and to reduce the effect of outliers. Multivariate statistic approaches (Principal Component Analysis and Cluster Analysis) were adopted for data treatment. They classified the elements in to two groups: The first group derived from natural sources, and other derived from anthropogenic sources. The high concentration of Cd was resulted from agricultural inputs. The concentration of Cu and Cd were associated with human activity and Mn, Fe and Pb concentration resulted from litogenic and anthropogenic activity. The experimental semivariogram models were constructed using ArcGIS software. The ordinary point kriging estimates of heavy metal concentrations were mapped.

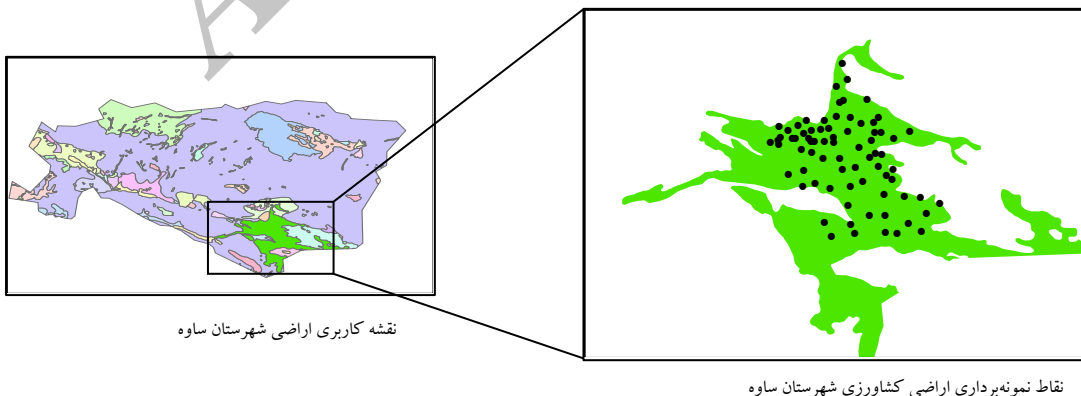
واژگان کلیدی: عناصر سنگین، کریکینگ، زمین آمار، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مقدمه

آلودگی خاک در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به یک موضوع خیلی مهم زیست محیطی تبدیل شده است، که این امر ناشی از تغییرات در الگوی کاربری اراضی (توسعه صنعتی و شهری، توسعه فراساختاری و افزایش گردشگری) در دهه‌های اخیر می‌باشد (Mico et al., 2006). خاک به عنوان مخزن طولانی مدت عناصر، مخصوصاً عناصر سنگین به شمار می‌رود. اثرات مضر عناصر سنگین در خاک و بر سلامت انسان به عنوان یکی از مهمترین تحقیقات مزرعه‌ای به شمار می‌رود [Nicholson et al., 2003]. آلودگی عناصر سنگین باعث کاهش محصول و تجمع آنها در محصولات تهدیدی برای سلامت انسان به شمار می‌رود. غلظتهای عناصر سنگین با توسعه فرایندهای خاکسازای افزایش می‌یابد [Zheng et al., 2006]. هنگامی که انواع مختلف آلاینده‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم عناصر سنگین بعلت داشتن سمیت مداوم از اهمیت خاصی برخوردارند (Adriano 2001). کشاورزی متراکم باعث ایجاد انواع آلاینده‌ها از جمله عناصر سنگین به علت مصرف بیش از حد نهاده‌های کشاورزی در خاک می‌گردد. آلودگی این خاکها از طریق سایر فعالیتهای آلاینده‌نگی نظیر کودها، لجن فاضلاب، انفجارها و ریزشهای جوی ناشی از فعالیتهای صنعتی متأثر می‌گردند (Van camp et al., 2004) و سمیت بالقوه عناصر سنگین در نیمرخ خاک ایجاد می‌گردد که پیامد آن از بین رفتن وظایف حفاظتی خاک نظیر حفظ سلامتی انسان و تولید محصول می‌باشد (Doran and Parkin 1994). استفاده از GIS بطور چشمگیری برای مطالعه محیطهای آلوده و قابلیت آن برای شناسایی آلاینده‌های غیر نقطه‌ای (NPS) در حال افزایش است (Li et al., 2004). علاوه بر این از GIS برای کنترل آلودگی هوای شهرها (Moragues and Alcaide 1996) و سایر شاخصهای آلودگی شهری (Ebbinghaus et al., 1997) و خاکهای آلوده در مقیاس منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Meinardi et al., 1995, Adamus and Bergman 1995). روشهای زمین‌آماري به کمک GIS برای توصیف آلودگی خاکهای و تهیه نقشه عناصر سنگین نیز مورد استفاده قرار گرفته است (Imperato et al., 2003) و مهمترین کاربرد روشهای زمین‌آماري مانند تخمین گره‌های آماری ناپارامتریک نظیر میانگین متحرک وزن‌دار و یا روشهای پارامتری زمین‌آماري کریگینگ و کوکریگینگ به دلیل در نظر گرفتن همبستگی مکانی داده‌ها از اهمیت خاصی در بررسی‌های داده‌های زمینی برخوردارند.

مواد و روشها

این تحقیق در بخش شمال دشت ساوه در استان مرکزی به مساحت تقریبی ۸۵ کیلومتر مربع می‌باشد انجام گرفت. مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین $34^{\circ}52'$ تا $34^{\circ}59'$ عرض شمالی و $50^{\circ}18'$ تا $50^{\circ}26'$ طول شرقی قرار گرفته است. تعداد ۷۴ نمونه خاک از دو عمق ۰-۲۵ و ۲۵-۶۰ سانتیمتری زمینهای زراعی فوق برداشت گردید (شکل ۱). مختصات جغرافیایی و ارتفاع نقاط برداشت شده توسط $GPS(Model\ Gaemin76CSx)$ ثبت گردید. خاکها هوا خشک گردیدند و مشخصات فیزیکی خاکها تعیین و نمونه‌ها با روش $3050B$ ($USEPA(1999)$) هضم و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی (ICP) غلظت عناصر فوق تعیین گردیدند. برای بررسی تغییرات مکانی و تهیه نقشه‌های پراکندگی از روش‌های زمین آماری نظیر میانگین متحرک وزن دار و کریکینگ و کوکریکینگ استفاده گردید. در روش وزن‌دهی عکس فاصله از فرمول $Z^*(X) = \frac{1}{n} [\sum_{x=1}^n Z(x)]$ استفاده گردید که در این فرمول فواصل بین نقاط بعنوان وزن مدل بکار می‌رود و از توان دوم معکوس فواصل استفاده می‌شود و توان بهینه با محاسبه حداقل مربع خطای پیش‌بینی $RMSPE$ بدست آمد ($Booth\ 2000$). در روش کریکینگ درونیابی بر پایه "نیم تغییرنا" استوار است که با فرمول $\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i+h) - Z(x_i)]^2$ محاسبه می‌گردد. برای تعیین دقت تخمین‌گرهای زمین آماری از شاخص‌های میانگین مطلق اشتباهات MAE ، میانگین اریبی اشتباهات MBE ($Wakernagel\ 2002$). مقدار MAE معرف دقت روش و مقدار متوسط خطاست که هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است. مقدار MBE نشانگر میانگین انحراف معیار مقدار برآوردی از مقدار مشاهده است و هر چه کمتر باشد بهتر است. در عمل این دو آماره هیچگاه صفر نخواهند شد.



(شکل ۱): منطقه مورد مطالعه

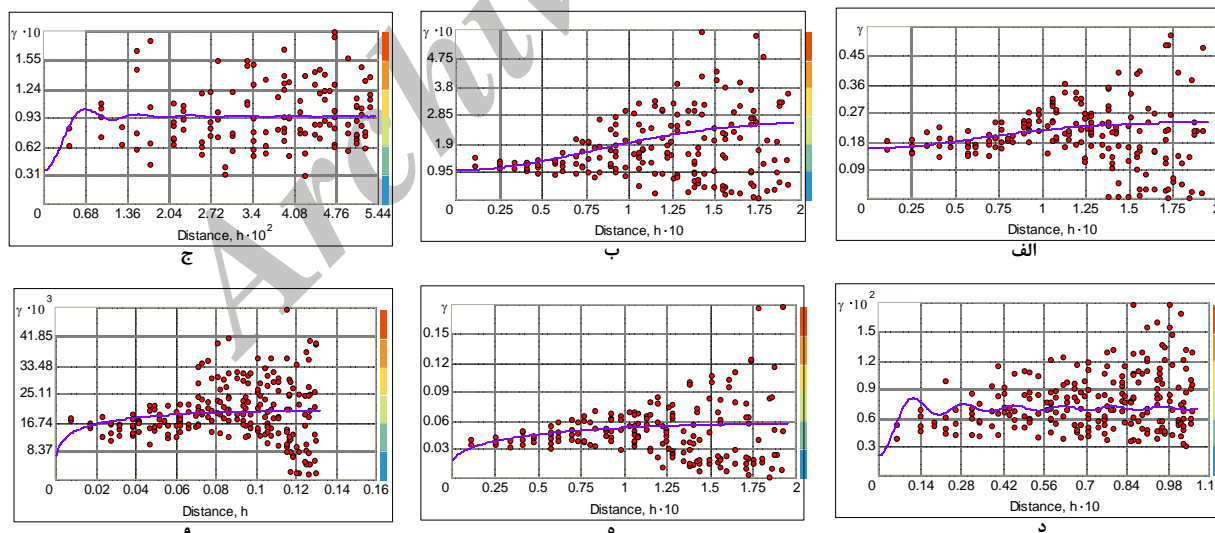
بحث

به منظور آماده‌سازی داده‌ها برای تهیه بهترین مدل درونیابی، تجزیه آماری مقادیر اولیه عناصر محاسبه (جدول ۱) و با توجه به اینکه مقادیر عناصر مس و کادمیم دارای توزیع نرمال نبودند برای تهیه واریوگرام از توزیع لاگ نرمال آنها استفاده گردید. برای تست نرمال بودن داده‌ها از روش *Kolmogorov-Smirnov* استفاده گردید.

Kurtosis	Skewness	Std. Deviation	Mean	Maximum	Minimum	Range	N	
12.296	3.274	58.12494	52.5365	352.80	11.50	341.30	74	Cu
1.877	1.311	8.99038	15.3895	44.88	2.88	42.00	74	Pb
4.183	1.220	16.17169	61.4541	134.25	32.75	101.50	74	Zn
-.720	.116	22.59490	260.9324	312.00	214.00	98.00	74	Mn
-.204	.474	.24534	.5724	1.20	.11	1.09	74	Cd
-.059	-.300	2216.18529	16844.5946	21000.00	10900.00	10100.00	74	Fe

جدول ۱: خلاصه آماری داده‌های مربوط به غلظت عناصر مس، کادمیم، سرب، منگنز، آهن و روی در منطقه مورد مطالعه (mg/kg)

پس از انجام درونیابی بهترین روش و مدل بر اساس پارامترهای ارزیابی (*MAE, MBE*) تعیین گردید و نقشه‌های پراکنش عناصر ترسیم گردید. در میان‌یابی بکمک روش کریجینگ نیم تغییر نمای تجربی برای مناسبترین مدل‌های انتخابی ترسیم گردید (شکل ۲).



شکل ۲: مدل و نیم تغییر نمای تجربی برای عنصر کادمیم (الف)، مس (ب)، سرب (ج)، منگنز (د)، روی (ه) و با استفاده از روش کریجینگ

در آنالیز سمی واریوگرام مقادیر *Nugget* (واریانس تصادفی) تغییرپذیری مقادیر عناصر اندازه گیری شده از صفر نشان می‌دهد که در این مطالعه برای تمام عناصر مثبت بود. بطور کلی نسبت *Nugget* به *Sill* (سقف سمی واریوگرام) برای بیان همبستگی فضایی متغیرهای منطقه‌ای استفاده می‌شود و همچنین فاکتورهای غالب آلاینده بین عوامل طبیعی و انسان‌پدید را نشان می‌دهد (Robertson et al 1997). اگر نسبت آن کمتر از ۰/۲۵ باشد به این معنی است عناصر موجود در زمینه وابستگی فضایی شدیدی در مقیاس منطقه‌ای دارند. اگر این نسبت بین ۰/۲۵ - ۰/۷۵ باشد همبستگی فضایی متوسط را نشان می‌دهد و مقادیر نسبتی بزرگتر از ۰/۷۵ همبستگی فضایی ضعیف را نشان می‌دهد.

بررسی روند نقاط منحنی‌های نیم تغییر نمای (*Semivariogram*) عناصر کادمیم و روی نشان داد که مدل *K-Bassel* مدل مناسبی برای آنها می‌باشد و مدل *Gaussian* مناسبترین مدل برای میان‌یابی عنصر مس و مدل *Hole Effect* مناسبترین مدل منگنز می‌باشد در حالیکه مدل *J-Bassel* مدلی مناسب برای سرب و مدل *Stable* بهترین مدل برای عنصر آهن در منطقه مورد مطالعه است (جدول ۲).

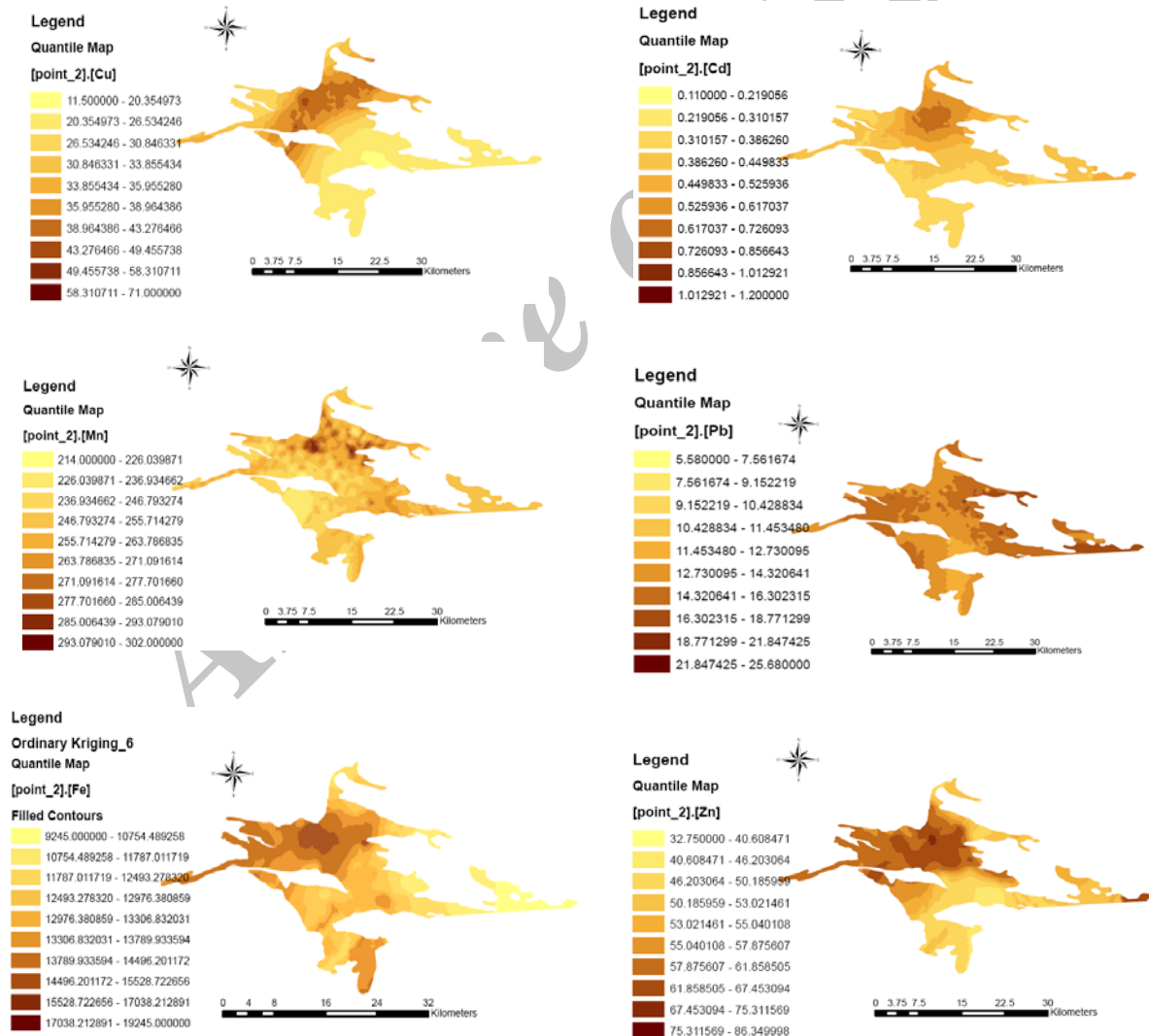
عنصر	روش	مدل نیم تغییر نما	Nugget/sill	MAE	MBE
Cd	کریکینگ معمولی	K-Bassel	0.421	0.15754	-0.00522
Cu	کریکینگ معمولی	Gaussian	0.651	10.23866	0.051261
Zn	کریکینگ معمولی	K-Bassel	0.867	10.77463	-0.19737
Mn	کریکینگ معمولی	Hole Effect	0.741	17.84997	-0.12926
Fe	کریکینگ معمولی	Stable	0.465	1385.158	-35.5653
Pb	کریکینگ معمولی	J-Bassel	0.587	4.038079	0.211163

جدول ۲: روشها و مدل‌های نهایی بدست آمده برای برآورد عناصر کادمیم و مس و روی

نتیجه گیری

ارزیابی مدلها توسط روش *Cross-validation (CV)* انجام گردید که در این روش برای هر یک از نقاط اندازه گیری شده که معمولاً تنها ابزار مقایسه بودند، تخمین انجام و سپس مقدار واقعی و مقدار تخمینی در هر یک از نقاط توسط مدل‌های تئوریک مقایسه گردیدند. حداقل و حداکثر مقدار خطای برآورد شده بکمک *CV* بترتیب برابر ۰/۲۵٪ و ۶۸/۴۱٪ بود. مقدار کادمیم و روی برآورد شده بیشتر از مقدار متوسط جهانی بود. نقشه‌های برآوردی

از عناصر سنگین موجود در منطقه بر اساس بهترین مدل ترسیم گردید (شکل ۳). نتایج بدست آمده از آنالیز خوشه‌ای (*Cluster analysis*) نشان داد که عناصر کادمیم، مس مرتبط با عوامل آنتروپوژنیک هستند که این نتایج تأییدکننده نتایج سایر محققان است (*Li et al., 2004, Moller et al., 2005*) روی، منگنز و آهن به مقدار زیادی توسط عوامل آنتروپوژنیک و لیتوژنیک وابسته‌اند که یکی از دلایل آن کاربرد نامحدود کودهای شیمیایی در سالهای گذشته می‌باشد (*Nan et al., 2002*) و عنصر و سرب توسط عوامل لیتوژنیک کنترل می‌گردند. همچنین نتایج حاصله از *PCA* نشان داد که مس و سرب دارای بیشترین ارتباط با مشخصات خاک می‌باشد.



شکل ۳: نقشه‌های برآوردی عناصر سنگین مس (الف)، کادمیم (ب)، منگنز (ج)، سرب (د)، آهن (ه) و روی (ز) بر اساس بهترین مدل انتخابی

- [1] Booth, B.2000. Using ArcGIS 3d analyst. GIS by Esri, Copyright, Environmental System Research Institute.
- [2] Imperato M, Adamo P, Naimo D, Arienzo M, Stanzione D, Violante P. 2003. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). *Environmental Pollution*; 124:247– 56.
- [3] Li X, Lee S, Wong S, Shi W, Thornton I. The study of metal contamination in urban soils of Hong Kong using a GIS-based approach. *Environ Pollut* 2004;129:113–24.
- [4] Möller A, Müller HW, Abdullah A, Abdelgawad G, Utermann J. Urban soil pollution in Damascus, Syria: concentrations and patterns of heavy metals in the soils of the Damascus Ghouta. *Geoderma* 2005;124:63–71.
- [5] Nicholson, F. A., Smith, S. R., Alloway, B. J., Carlton-Smith, C., & Chambers, B. J. (2003). An inventory of heavy metal inputs to agricultural soils in England and Wales. *The Science of the Total Environment*, 311, 205–219.
- [6] Nan, Z. R., Li, J. J., Zhang, J. M., & Chen, G. D.(2002) Cadmium and Zinc interactions and their transfer in soil – crop system under actual field conditions. *Science of the Total Environment*,285,187-195.
- [7] Robertson, G.P., Klingensmith, K.M., Klug, M.J., Paul, E.A., Crum, J.C., Ellis, B.G., 1997. Soil resources, microbial activity, and primary production across an agricultural ecosystem. *Ecological Applications* 7, 158–170.
- [8] US EPA, 1999. SW-846 reference methodology: Method 3050B. Standard operating procedure for the digestion of soil/sediment samples using a hotplate/beaker digestion technique, Chicago, Illinois Wakernagel,H. 2002.Multivariate geostatistics. Springer Press,387pp.
- [9] Zheng, G. Z., Yue, L. P., Li, Z. P., & Chen, C. (2006). Assessment on heavy metal pollution of agricultural soil in Guangzhong district. *Journal of Geographical Sciences*, 16(1), 105–113.

SID



ابزارهای
پژوهش



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word
برای پژوهشگران