ارزیابی کیفیت خاک های یک ناحیه نیمه خشک با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی- منطق فازی

آذر فاریابی[۱*] و حمیدرضا متین فر[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه لرستان

چکیده

هدف از تحقیق حاضر استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و سامانه منطق فازی به منظور ارزیابی کیفیت خاک بر اساس خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک و ویژگی های توپوگرافی منطقه می باشد. توزیع مکانی شاخص ها با استفاده از روش درون یابی IDW جهت میان یابی نقاط قرارگرفته بین نقاط نمونه برداری شد. وزن دهی شاخص های ذکر شده با استفاده از روش AHP انجام شد. وزن دهی به هر یک از فاکتورهای موثر در کیفیت خاک در نرم افزار GIS با نرخ سازگاری ۰/۰۴۸۶ برای شاخص های فیزیکی خاک، ۰/۰۶۴۴ برای شاخص های شیمیایی خاک و ۰/۰۰۵۳ برای شاخص های توپوگرافی منطقه تهیه گردید. نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد از لحاظ کیفیت خاک ۰۱ /۳ درصد در کلاس خیلی ضعیف، ۴۹/۵۷ درصد (۲۰۹۹/۸۷ هکتار) در کلاس ضعیف، ۴۴/۳۳درصد (۱۸۷۷/۳۳ هکتار) در کلاس متوسط و۳/۱۰ درصد (۱۳۱/۵۰ هکتار) در کلاس خوب قرار گرفته اند.

واژه های کلیدی: منطق فازی، تحلیل سلسله مراتبی، کیفیت خاک، شاخص فیزیکی و شیمیایی

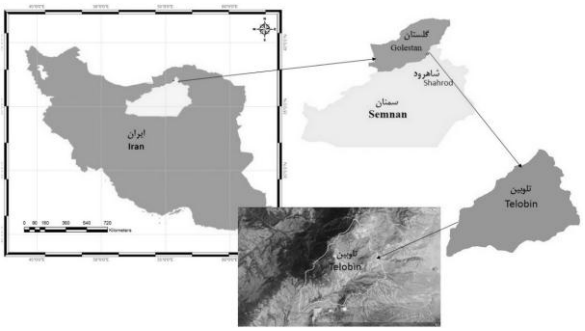
مقدمه

یکی از اهداف اصلی در مدیریت پایدار اراضی، شناسایی مدیریت هایی است که از یکسو باعث ارتقاء کمی و کیفی تولید در طولانی مدت گردند و از سوی دیگر، باعث حفظ کیفیت خاک شده و منجر به تخریب اراضی نشوند(Arshad , Martin. 2002). کیفیت خاک شاخص مهم پایداری در کشاورزی و محیط زیست محسوب می شود. بر اساس تعریف، کیفیت خاک، ظرفیت یک خاک برای عمل و انجام وظیفه در محیط زیست به عنوان یک جزء زنده است (Doranet al. 1996). کیفیت خاک را نمی توان به طور مستقیم اندازه گیری کرد، بلکه با اندازه گیری چندین شاخص برآورد می شود.. مدل فازی یکی از بهترین مدلهایی است که جهت تهیه انواع نقشه ها مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل نیاز به پارامترهای کمتری داشته و همچنین با توجه به کاهش در وقت و هزینه، از دقت بالایی برای تهیه نقشه برخوردار است(Kremenová, 2004). به دلیل اینکه شاخص های مختلف خاک دارای تأثیر متفاوتی بر روی کیفیت خاک می باشند، نیاز است هر شاخص بر اساس درجه اهمیتش، وزن دهی شود که برای این منظور از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفادهAHP[۱] می شود .

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی مطالعاتی : منطقه‌ی موردمطالعه به مساحت ۴۲۳۶ هکتار در ۸۵ کیلومتری شمال شرقی شهر شاهرود واقع‌شده است. (شکل ۱) مختصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی از ″۵۵°۳۴′۷ تا ″۵۵°۴۰′۱۲ طول شرقی و ″۳۷°۰′۳۶ تا ″۳۷°۵′۲۷ عرض شمالی می باشد.

[۱] Analytic Hierarchy Process (AHP)



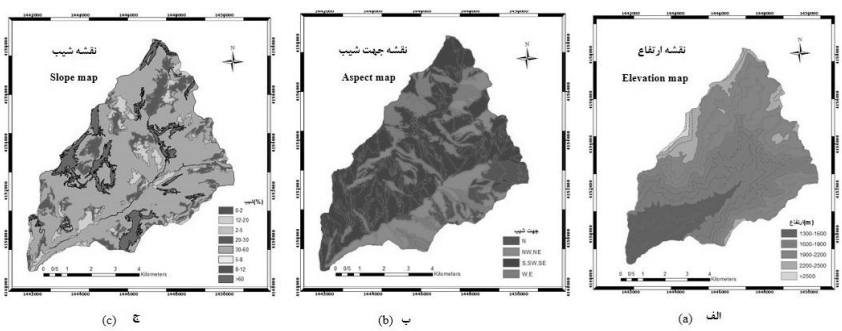
شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

انتخاب شاخص ها و وزن دهی شاخص های مورد مطالعه با استفاده از روش AHP

پژوهش های کیفیت خاک بر روی انتخاب شاخص ها و ارزیابی آنها تمرکز دارد. اغلب شناسایی واضح شاخص های خاک برای ارزیابی کیفیت دشوار است ،به دلیل اینکه خواص خاک بوسیله بسیاری از ویژگی ها تعیین می شود،در حالی که هیچ روش ثابتی عینا برای انتخاب پارامترهایی که بر روی کیفیت خاک اثر دارند، وجود ندارد. اغلب معضلی برای تصمیم گیری در مورد تعداد و چگونگی پارامترهای اندازه گیری در برگیرنده ارزیابی کیفیت خاک می‌باشد (Wang,et al,2002). خاک عملگر چند منظوره است و پارامترهای بسیاری (به طور کلی خواص شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی) برای ارزیابی کیفیت خاک وجود دارد. حداقل مجموعه ای از داده ها درمورد شاخص های خاک باید برای توسعه ارزیابی کیفیت معنی دار خاک مشخص شوند(Arshad , Martin. 2002). شاخص ها در این مطالعه با توجه به عملکرد حفظ بهره وری گیاه و با توجه به نظرات کارشناسان علوم خاک و علوم زراعی انتخاب شدند.

جدول۱ توزیع شاخص های توپوگرافی در منطقه مورد مطالعه

	شیب			ارتفاع			جهت شیب		
	طبقات	مساحت(هکتار	درصد	طبقات	مساحت(هکتار)	درصد	طبقات	مساحت(هکتار	درصد
شاخص	0-2	0.04	0.001	1300-1600	650.29	15.34	N	323.2	7.63
	2-5	48.84	1.5	1600-1900	1467.54	34.62	NW,NE	781.4	18.43
	5-8	8.40	0.20	1900-2200	1712.36	40.40	S,SW,SE	2427	57.25
	8-12	41.98	0.99	2200-2500	374.88	8.84	W,E	707.4	16.69
	12-20	382.22	9.02	>2500	33.89	0.80			
	20-30	498.46	11.76						
	30-60	2862.39	67.53						
	>60	396.62	9.36						



(c) ج (b) ب (a) الف

شکل۲ نقشه های توپوگرافی استفاده شده در مطالعه الف) نقشه ارتفاع ب)نقشه جهت شیب ج) نقشه شیب

در روش AHP هر یک از فاکتورها بر اساس اهمیت و رجحانی که نسبت به یکدیگر دارند در محدوده ای بین ۱ تا ۹ قرار می گیرند (Satty 1980). مراحل اصلی این روش شامل توسعه ماتریس مقایسه در هرسطح سلسله مراتب مقایسه وزنها برای هر جزء سلسله مراتب و برآورد نرخ ناسازگاری تصمیم گیری میباشد. در صورتی که شاخص ناسازگاری[۲](CR) از ۰/۱ بیشتر باشد، سطح ناسازگاری مجموعه رتبه هاغیر قابل قبول بوده و رتبه بندی ها بایستی مجددًا تکرار گردند. در این مطالعه به دلیل اینکه هر یک از ویژگی های خاک دارای تاثیر متفاوتی روی کیفیت خاک هستند و شاخص های موثر در کیفیت خاک بیش از یک فاکتور است از روش مقایسه زوجی استفاده شد. وزن دهی به هر یک از فاکتورهای موثر در کیفیت خاک با استفاده از فناوریAHP ، با نرخ سازگاری ۰/۰۴۸۶ برای شاخص های فیزیکی خاک، با نرخ سازگاری ۰/۰۶۴۴ برای شاخص های شیمیایی خاک و با نرخ سازگاری ۰/۰۰۵۳ برای شاخص های توپوگرافی منطقه تهیه گردید .(جداول ۲، ۲ و ۴).

جدول ۲– ماتریس مقایسات زوجی شاخص های فیزیکی خاک

عناصر	سیلت	شن	عمق خاک	رس	وزن
سیلت	1	5	2	4	0.4942
شن	0.2	1	0.25	0.25	0.0666
عمق خاک	0.5	4	1	2	0.2713
رس	0.25	4	0.5	1	0.1679

مقدار حداکثر ویژه Max. eigenvalue (λmax) = 4/1311

تعداد n =4

شاخص ناسازگاری Consistency index (CI) = (λmax-n)/(n - 1) =0/0437

شاخص تصادفی Random index (RI) =0/8991

نسبت ناسازگاری Consistency ratio (CR) = CI/RI =0.0486

جدول۳ – ماتریس مقایسات زوجی شاخص های توپوگرافی منطقه

عناصر	ارتفاع	شیب	جهت شیب	وزن
ارتفاع	1	0/2	0/5	0/1283
شیب	5	1	2	0/5954
جهت شیب	2	0/5	1	0/2764

مقدار حداکثر ویژه Max. eigenvalue (λmax) = 3/0055

تعداد n =3

شاخص ناسازگاری Consistency index (CI) = (λmax-n)/(n - 1) =0/00275

شاخص تصادفی Random index (RI) =0/518

نسبت ناسازگاری Consistency ratio (CR) = CI/RI =0/0053

[۲] consistency ratio index

جدول ۴ –ماتریس مقایسات زوجی شاخص های شیمیایی خاک

عناصر	EC (dS m^{-1})	پتاسیم قابل جذب(ppm)	مواد خنثی شونده(%)	کربن آلی(%)	فسفر قابل جذب(ppm)	PH	ازت کل (٪)	وزن
EC (ds/m)	1	0/5	4	0/2	0/5	0/5	0/5	0/0759
پتاسیم قابل جذب(ppm)	2	1	2	0/5	0/5	0/5	0/5	0/0957
مواد خنثی شونده(%)	0/25	0/5	1	0/2	0/25	0/25	0/25	0/038
کربن آلی(%)	5	2	5	1	2	5	2	0/3361
فسفر قابل جذب(ppm)	2	2	4	0/5	1	0/5	0/5	0/1271
PH	2	2	4	0/2	2	1	2	0/1729
ازت کل (٪)	2	2	4	0/5	2	0/5	1	0/1542

نسبت ناسازگاری,0/0644 =CI/RI = (CR) ,شاخص تصادفی1/31= (RI) ,شاخص ناسازگاری0/08495= (λmax-n)/(n - 1) = (CI) ,تعداد7= n,مقدار حداکثر ویژه7/5097 = (λmax)

تهیه ی نقشه ی کیفیت خا ک و کلاس بندی آن: با تهیه ی نقشه های فازی برای هر یک از پارامترها و امتیازدهی به هریک از آن ها براساس گروه بندی انجام شده، وزن های تهیه شده با استفاده از فناوریAHP در لایه ی پارامترها ضرب و از حاصل جمع آن ها با استفاده از روش امتیازدهی فاکتوریل(رابطه ی۱)نقشه ی نهایی کیفیت خاک تهیه شد. (Kremenová, 2004).

$$\mu_{A=W_1\mu_{A1}} +\dots\dots\dots\dots+W_K\mu_{AK}$$

$$\mu_{A=\sum_{j=1}^{k} W_1\mu_{Aj(x)}} \qquad x\epsilon X$$

$$\sum_{j=1}^{k} W_j = 1 \qquad W_j > 0$$

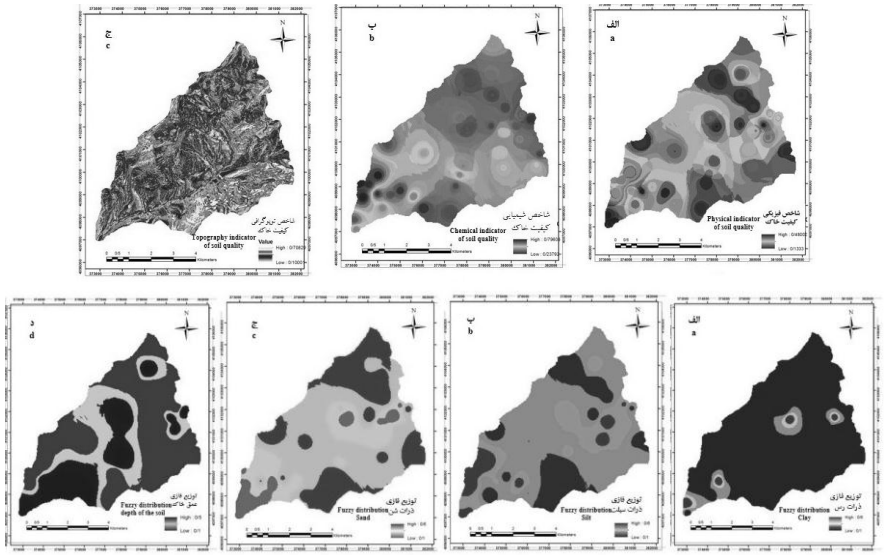
μتابع عضویت مربوط به هر یک از پارامترها ، A_1 تاA_k به ترتیب مربوط به پارامترها شامل شاخص های فیزیکی، شیمیایی خاک و توپوگرافی منطقه که در واقع نقشه ی کلاسه بندی هر یک از پارامترها بر اساس امتیازدهی و تأثیرشان در کیفیت خاک است و مقادیر وزنیw_1 تا w_k هر کدام از پارامترهای به دست آمده از جداول ۴،۳ و ۵ هستند .این معادله در محیط ArcGIS برای کیفیت خاک برای هر شاخص به صورت جداگانه ترسیم شد در نهایت با توجه به مقادیر μ کلاسهای کیفیت خاک تفکیک شد. در شکل(۳) مراحل تهیه نقشه کیفیت خاک نمایش داده شده است.

نتایج و بحث

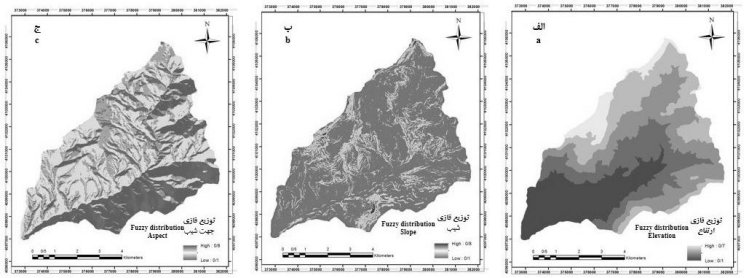
شکل های ۵،۴، ۶ و ۷، به ترتیب نقشه های فازی شاخص های مورد بررسی و نقشه تفکیکی کیفیت خاک در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهند .این نقشه ها بیانگر تغییرات پیوسته این فاکتورها در منطقه مورد مطالعه می باشند .نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد از لحاظ کیفیت خاک ۰۱ /۳ درصد (۱۲۷/۶۶ هکتار) در کلاس خیلی ضعیف، ۴۹/۵۷ درصد (۲۰۹۹/۸۷ هکتار) در کلاس ضعیف، ۴۴/۳۳درصد (۱۸۷۷/۳۳ هکتار) در کلاس متوسط و۳/۱۰ درصد (۱۳۱/۵۰ هکتار) در کلاس خوب قرار گرفته اند.(شکل۷) مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، به خصوص کودهای ازته، و کاهش استفاده از کودهای آلی، باعث اسیدی شدن خاکها می شود و کاهش نسبت کربن / نیتروژن خاک در آنتروسولها[۳] مشهود می باشد(Qi,2008). کیفیت خاک

[۳] Anthrosols

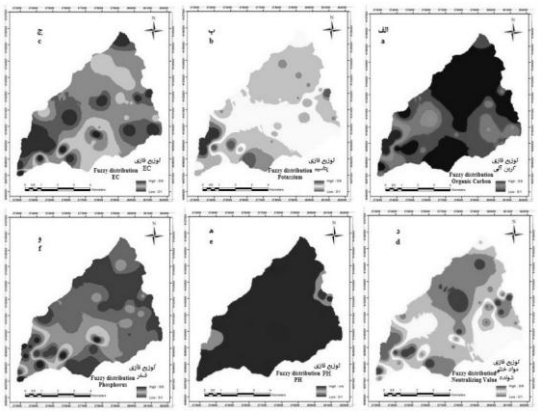
با استفاده از تمام شاخص ها تعیین شد، اما همیشه چند شاخص مهم و دارای وزن بالاتر بعنوان شاخص های کلیدی مشخص می شوند .



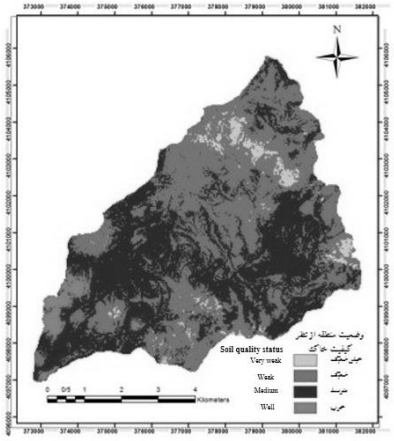
شکل ۴- نقشه های فازی: الف) رس ، ب) سیلت ، ج)شن، د)عمق



شکل ۵- نقشه های فازی شاخصهای توپوگرافی : الف)ارتفاع، ب) شیب، ج) جهت شیب



شکل ۶- نقشه های فازی شاخصهای شیمیایی کیفیت خاک، الف)کربن آلی، ب) پتاسیم، ج) EC، د)مواد خنثی شونده، ه) PH، و فسفر



شکل ۷- نقشه نهایی کیفیت خاک در منطقه مورد مطالعه

منابع

Arshad, M. A. and S. Martin. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. Agriculture, Ecosystems & Environment 88: 153-160.

Doran, J. W. and T. B. Parkin and A. Jones. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. Methods for assessing soil quality.: 25-37.

Kremenová, O. 2004. Fuzzy modeling of soil maps. Pages 81. Helsinki University of technology department of surveying: Citeseer.

Li, X.-m. and M. Min and C.-f. Tan. 2005. The functional assessment of agricultural ecosystems in Hubei Province, China. Ecological Modelling 187: 352-360.

Qi, Y., B. Huang, Z. Gu, W. Sun and Y. Zhao. 2008. Spatial and temporal variation of C/N ratio of agricultural soils in typical area of Yangtze Delta region and its environmental significance. B. Miner. Petro. Geochem 27: 50-56.

Satty, T. L. 1980. The analytic hierarchy process: New York: McGraw-Hill New York.

Schoeneberger, P. J., D. A. Wysocki, E. C. Benham, W. D. Broderson and 2002. Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center,. Lincoln, NE.

Wang, Z., A. C. Chang, L. Wu and D. Crowley. 2003. Assessing the. Geoderma 114: 261-278.

.

Soil Quality Assessment of a Semi-arid Region Using Fuzzy Logic and Analytic Hierarchy Process Technique

A. fariabi and H. Matinfar

Conclusion In this study, to evaluate and determination the quality of the soil using the fuzzy- AHP techniques in GIS. The results showed that Soil organic carbon have the greatest impact and contribution on soil quality in the study area and in terms of soil quality more area is the average grade of soil quality. In general can be concluded mapping soil quality classification can be raised as an important step in the study of soil quality, land management and sustainable agriculture across at various points the country. Using fuzzy techniques can be provided statements by experts as the database. According to the degree of importance of each indicator, for this purpose, used the Analytical Hierarchy Process (AHP). Analytical Hierarchy Process (AHP) is one of the most powerful techniques in MCDM. It is a heuristic multi-criteria analysis, which required weighting and a ranging of input data in a rather subjective but quick and well-organized manner in which quantification is performed through the AHP. In fact all criteria that are taken into account in the decision process are commonly not equally important to the expected subject. This relative importance ought to be identified and the criteria prioritized, typically through the application of a weighting system. Weights are considered to be an expression of the decision maker's choices or experience and can show disagreements where multiple decision makers are involved. As was mentioned before AHP is a heuristic and subjective method which is based on the expert's opinion.

Keywords: Fuzzy Logic, Analytic Hierarchy Process, Soil Quality, Physical, Chemical and Topography Index