کاربرد آنالیز تصویر در میکرومورفولوژی خاک

احمد حیدری و شهلا محمودی
به ترتیب استادیار و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی کرج ، دانشگاه تهران

مقدمه

میکرومورفولوژی خاک به منظور مطالعه اجزاء تشکیل دهنده خاک و روابط مکانی و زمانی آنها با یکدیگر به مطالعه نمونه‌های دست نخورده خاک با استفاده از روش‌های میکرسکوپی و اولترا میکروسکوپی می‌پردازد. اهمیت میکرومورفولوژی خاک در مقایسه با سایر تکنیک‌های مطالعه خاک در این است که در تجزیه های شیمیایی، فیزیکی و مینرالوژیکی نمونه های خاک نیاز به، مخلوط نمودن، خرد کردن ، انحلال و جداسازی دارند. لذا نتایج به دست آمده از این روش‌ها میانگینی برای کل خاک ارائه می دهند. در حالی که در میکرومورفولوژی خاک اجزاء خاک از نظر اندازه، شکل، نحوه توجیه و تمرکز مورد بررسی قرار می گیرند و به نوعی همانند مطالعه یک ساعت در حال کارکردن و یا مطالعه یک ساختمان در شکل واقعی آن است که به بیانی صرفا مقادیر کمی اجزاء تشکیل دهنده را مورد توجه قرار نمی دهد. بلکه نحوه توزیع و توجیه آنها را به عنوان معیار معتبری در ارزیابی بسیاری از فرایندها و یا عکس العمل خاک در برابر کاربری‌ها می‌داند. در عین حال برای کمی نمودن برخی از عوارض و ویژگی‌ها، میکرومورفولوژیست‌ها مدت‌ها از روش های اندازه گیری نقطه ای (Point Counting) و تفسیرهای کمی مبتنی بر آن استفاده نموده اند. امروزه استفاده از کامپیوتر برای آنالیز تصاویر در تعیین الگوی پراکنش عوارض، طبقه بندی و کمی نمودن آنها مورد استفاده قرار گرفته است و روند تکاملی خود را طی می کند. استفاده از این روش‌ها می‌تواند به سرعت ، دقت و قابلیت های مطالعات میکرومورفولوژی خاک بیافزاید.

در دهه ۱۹۷۰ قابلیت استفاده از تکنیک آنالیز تصویر کامپیوتری در میکرومورفولوژی خاک مشخص گردید. مطالعات اولیه عمدتاً شامل تعیین اندازه حفرات بوده است (۱۱و ۶). در مرحله بعد مطالعات مربوط به تعیین شکل حفرات آغازشد (۱و ۳). مطالعه اثر تراکم خاک بر ساختمان، اثرات خشک کردن نمونه بر ساختمان (۷)، مطالعه اثرات شخم بر ساختمان، (۵ و ۹). مدل سازی حرکت آب در خاکهای رسی دارای ساختمان بر اساس نتایج به دست آمده از آنالیز تصویر، اثرات گچ بر ساختمان (۴)، آنالیز شکل حفرات برای تشریح کمی مورفولوژی خاک، اثرات گلخرابی بر ساختمان در برنجزارها، اثرات سامانه زراعی بر ساختمان، اثر مواد آلی و ترکیبات آلی مصنوعی بر ساختمان، اثرات سخت لایه سطحی و لایه عایق (Seal) بر فرسایش خاک، اثرات عمق آب زیرزمینی بر ساختمان، مطالعه برای حفرات در ورتی سول‌ها (۲)، تغییرات ساختمان در اعماق مختلف (۱۲)، مقایسه بین نحوه توزیع اندازه حفرات به دست آمده از تجزیه و تحلیل تصویر و اندازه‌گیری شده به روش مقدار رطوبت، تعیین حفرات دخیل در حرکت آب در خاک (۵)، مقایسه عوامل حاصل از آنالیز تصویر و تشریح صحرایی مورفولوژی، آنالیز نحوه توزیع ریشه ها در رابطه با حفرات، مطالعه شبکه حفرات در ورتی سولها، مقایسه تصاویر دو بعدی (2D) و سه بعدی (3D) از شبکه حفرات یک خاک ورتی سول، توصیف توپولوژیکی حفرات خاک، تعیین توابع هیدرولیکی موثر در خاک به کمک آنالیز تصویر، مطالعات مورفولوژی ریاضی به منظور آنالیز ساختمان خاک از روی تصاویر (۱۰)، تکامل روشهای آنالیز تصویر در آینده امکان دریافت اطلاعات طیفی مختلف را برای تشخیص عوارض به خدمت خواهد گرفت.

هدف از این مطالعه معرفی کاربرد روش آنالیز تصویر در میکرومورفولوژی خاک و مطالعه خصوصیات ماکروپورها و طبقه بندی آنها بر اساس ویژگی‌های حاصله از آنالیز تصاویر آنها با استفاده نرم افزار Image Tool و تعیین میزان تخلل ناشی از ماکروپورها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در حال حاضر با روش های موجود امکان تلقیح نمونه های خشک و خیس خاک و تهیه مقاطع نازک از آنها میسر شده و با تجهیزات اتوماتیک موجود امکان تهیه مقاطع نازک متوالی (Serial Sectioning) با فواصل مختلف فراهم گردیده است. لذا امکان مطالعه موقعیت فیزیکی و ترکیب شیمیایی بسیاری از اجزاء خاک در فضای سه بعدی درون خاک و امکان تهیه مدل های کمی فرایندهای پیچیده خاک در فضای واقعی درون خاک فراهم شده است. نمونه برداری حساسترین قسمت کار برداشتن نمونه هایی است که تا حد ممکن از تخریب محفوظ باقی بمانند که با استفاده از جعبه های کوبینا یا استوانه های نمونه برداری انجام پذیرفته است. خشک کردن نمونه ها، تلقیح نمونه ها، برش و صیقلی کردن سطح بلوک‌ها، عکسبرداری به کمک نور ماوراء بنفش، رقومی کردن و یا اسکن کردن تصاویر، تفکیک اجزاء تصویر رقومی شده دو بعدی (2D) مراحلی هستند که در این مطالعه طی شده‌اند.

نتایج و بحث

از آنجایی که ماکروپورها توسط عوامل مختلفی تشکیل می شوند، لذا اشکال مختلفی دارا می باشند:

Packing Pores حاصل از نحوه قرار گرفتن ذرات و خاکدانه‌ها

Vughs همان Packing Pores می باشند که در اثر تراکم و نشست رابطه آنها با هم قطع شده است

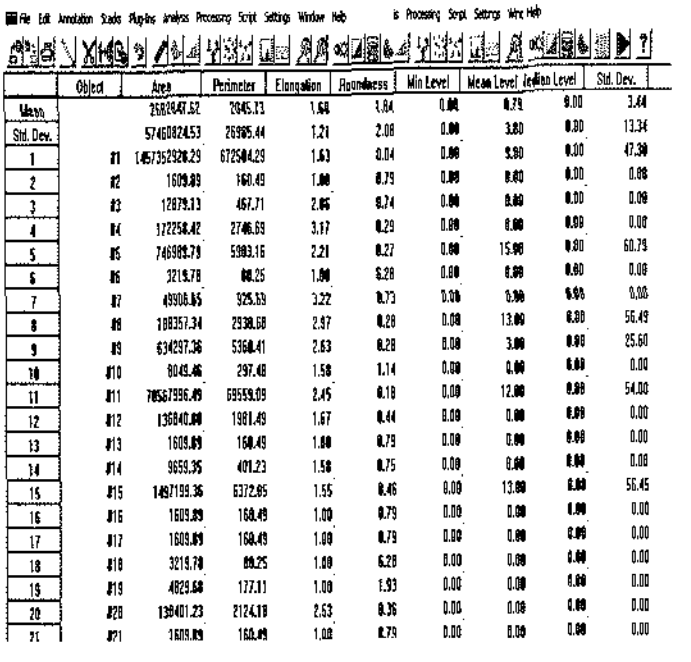
Channels فضاهای حاصل از ریشه ها و فعالیت جانوران Planes Fissures حاصل انقباض و انبساط و سایر تنشهای مکانیکی اشکال مختلف ماکروپورها دارای خصوصیت های فیزیکی متفاوتی در رابطه با حرکت آب، گازها و ارتباط با ریشه ها می باشند. با توجه به این که حفرات در تصاویر دو بعدی (2D) اشکال متمایزی دارند لذا امکان کلاس بندی آنها بر اساس اطلاعات کمی حاصل از تصاویر ممکن می باشد. جدول (۱) آنالیزهای لازم جهت طبقه بندی ماکروپورها و شکل (۱) طبقه بندی حفرات را بر حسب اندازه آنها نشان می دهد.

این اطلاعات تا حد زیادی به فرایندهای تشکیل ماکروپورها و رفتار ماکروپورها بستگی دارد. تفکیک ماکروپورها به کلاس های مختلف سبب می شود که مدل های هندسی مناسبی برای هر کلاس به کار رود.

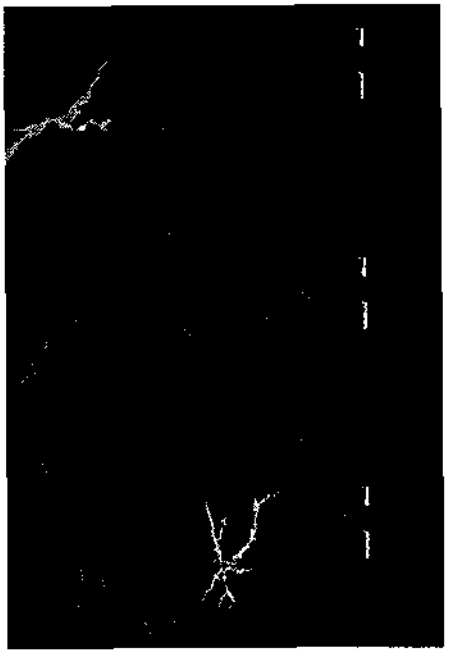
و امکان برآورد عوامل سه بعدی از روی اندازه گیری های دو بعدی و یک بعدی فراهم شود.

پیشرفت در فناوری امکان آنالیز ماکروپورهای خاک را با استفاده از آنالیز تصویر فراهم ساخته است. از اندازه گیری های انجام شده در دو بعدی (2D) می توان: ۱- تغییرات ماکروپورها با عمق را به دست آورد. ۲- حرکت آب در حفرات به این روش و با استفاده از رنگ آمیزی به خوبی قابل ردیابی است. ۳- درک بهتر از نحوه توسعه ریشه در خاک به این روش میسر است. ۴- امکان برآورد پارامترهای 3D و مطالعه عوارض به صورت درجا از امتیازات مهم این مطالعات است که در زمینه های مختلف کاربرد دارد.

جدول(۱) نتایج حاصل از آنالیز تصاویر مقاطع نازک تهیه شده از یک خاک ورتی سول



	Object	Area	Perimeter	Elongation	Roundness	Min Level	Mean Level	Median Level	Std. Dev.
Mean		2582947.52	7945.73	1.68	1.84	0.00	0.73	0.00	3.44
Std. Dev.		57460824.53	26995.44	1.21	2.08	0.00	3.80	0.00	13.34
1	#1	1457352926.29	672504.29	1.63	0.04	0.00	9.00	0.00	47.30
2	#2	1609.69	160.49	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
3	#3	12879.13	467.71	2.05	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00
4	#4	172258.42	2746.69	3.17	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
5	#5	746989.78	5993.16	2.21	0.27	0.00	15.00	0.00	60.75
6	#6	3219.78	88.25	1.00	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00
7	#7	49908.65	925.53	3.22	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00
8	#8	188357.34	2938.68	2.97	0.28	0.00	13.00	0.00	56.49
9	#9	634297.36	5368.41	2.63	0.28	0.00	3.00	0.00	25.60
10	#10	8049.46	297.48	1.58	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00
11	#11	78567996.49	69559.09	2.45	0.18	0.00	12.00	0.00	54.00
12	#12	136840.00	1981.49	1.67	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00
13	#13	1609.69	160.49	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
14	#14	9659.35	401.23	1.58	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
15	#15	1497199.36	6372.95	1.55	0.46	0.00	13.00	0.00	56.45
16	#16	1609.69	160.49	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
17	#17	1609.69	160.49	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00
18	#18	3219.78	88.25	1.00	5.28	0.00	0.00	0.00	0.00
19	#19	4829.68	177.11	1.00	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00
20	#20	139401.23	2124.19	2.53	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00
21	#21	1609.69	160.49	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00



شکل (۱) طبقه بندی حفرات بر اساس اندازه آنها در مقطع نازک تهیه شده از یک خاک ورتی سول

منابع مورد استفاده

1- Bouma J. A., Jongerius, and D. Schoonderbeek. 1977. The function of different types of macropores during saturated flow through four swelling soil horizons. Soil Sci., O, Boersma and ASoc. Am. J. 41: 945- 950.

2- Bui, E.N and A.R. Mermut. 1989. rientation of planar Voids in Vertisols and soils with vertic properties, Soil Sci. Soc. Am. J. 53:171-178.

3- Bullock. P. and C.P. Murphy. 1980. Towards the quantification of soil structure. J. Microscop. 120:317-328.

4- Chartres, C.J, R.S, Greene, G.W. Ford and P. Rengasamy. 1985. The effects of gypsum on macroporosity and crusting of two red duplex soils. Aust. J. Soil Res. 23:467-479.

5- Dexter, A.R and J.S, Hewitt 1982, Macro-structure of the surface layer of self mulching clay in relation to cereal stubble management. Soil Tillage Res. 2:251-264.

6- Foster, R.H and J.S. Evans. 1971. Image analysis of clay fabric by Quantimet. The Microscope, *19:377-401.*

7- Guidi G. M. Pagliai and G. Pet-uzzelli. 1978. Quantitative size evaluation of cracks and clods in artificially-dried soil samples. Geoderma, 19:105-113.

8- Hallaire, V and P. Curmi 1994. Image analysis of pore space morphology in soil sections, in management and genesis. pp 559-567 in Developments in Soil Science 22. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

9- Hewit, J.S. and Dexter A..R. 1980. Effects of tillage and stubble management on the structure of swelling soil. J.Soil Sci. 31:203-215.

10- Horgan, G.W. 1998. Mathematical morphology for analyzing soil structure from images. European J. of Soil Sci. 49: 161-173.

11- Ismail, S.N.A.1975. Micromorphometric soil porosity characteristics by means of electro-optical image analysis (Quantimet 720). Soil Survey papers No. 9. Netherlands Soil Survey Institute, Wageningen, The Netherlands.

12- McBratney, A.B. and C.J. Moran. 1990. A Rapid Method of analysis for soil macropore structure. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:509-515.