مقایسه منحنی توزیع اندازه منافذ خاک اراضی مرتعی با اراضی کشاورزی به عنوان شاخص کیفیت فیزیکی خاک

حسین شهاب آرخازلو[1]، حجت امامی[2]، غلامحسین حق نیا[3]، علیرضا کریمی کارویه[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد ، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

2-3-4- استادیار، استاد و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Email: hose_shohab@yahoo.com

چکیده

تعیین توزیع بهینه اندازه منافذ خاک از دیدگاه کیفیت خاک، دارای اهمیت می‌باشد. هدف از این مطالعه استفاده از توزیع اندازه منافذ به عنوان یک شاخص فیزیکی کیفیت خاک و بررسی چگونگی تغییر آن با تغییر کاربری زمین می‌باشد. در 22 نمونه خاک کشاورزی و 18 نمونه خاک مرتع مربوط به جنوب دشت مشهد توزیع اندازه منافذ خاک تعیین شد. با استفاده از هشت شاخص کیفیت فیزیکی خاک توزیع بهینه اندازه منافذ خاک با روش گروه بندی کیفی نمونه‌های خاک تعیین گردید. مقایسه منحنی‌های توزیع اندازه منافذ بین اراضی کشاورزی و مرتع نشان داد که تغییر کاربری زمین از مرتع به کشاورزی موجب شده تا خاکهایی که دارای توزیع بهینه اندازه منافذ بودند از 78 درصد به 13 درصد برسد.

کلمات کلیدی: توزیع اندازه منافذ، کاربری زمین، کیفیت فیزیکی خاک

مقدمه

امروزه کیفیت فیزیکی خاک با تعیین پارامترهای فیزیکی موثر بر کیفیت خاک بیان می‌شود. وقتی این پارامترها در محدوده بهینه قرار داشته باشند، عملکرد محصول به بیشترین مقدار می‌رسد و تخریب خاک و محیط زیست کاهش می‌یابد (رینولدز و همکاران، 2009). برخی از مهمترین پارامترهای کیفیت فیزیکی خاک عبارتند از ظرفیت زراعی نسبی (RFC)، ظرفیت آب در دسترس گیاه (PAWC)، تخلخل تهویه‌ای (AC)، جرم مخصوص ظاهری (BD)، درصد کربن آلی (OC)، شاخص پایداری ساختمان خاک (SI) (رینولدز و همکاران، 2002)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌های پایدار در آب (MWD) (دنف و همکاران، 2001) و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف یا S_{gi} (دکستر، 2004).

تبدیل عرصه‌های طبیعی به زمین‌های کشاورزی، بر ویژگی‌های فیزیکی کیفیت خاک تاثیر می‌گذارد. والاس وتری (1998) بیان کردند که کشت زیاد و متراکم محصولات کشاورزی می‌تواند باعث کاهش کیفیت فیزیکی خاک‌ها شود. این امر موجب کاهش کارایی و سودبخشی تولید محصول گشته، تاثیرات منفی بر محیط زیست داشته، و موجب ایجاد فرسایش آبی و بادی و آبشویی و ورود آفت‌کشها و عناصر غذایی به منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود (والاس و تری، 1998). شاخصهای کیفیت فیزیکی خاک که در بالا اشاره شد به طور مستقیم یا غیر مستقیم بیانی از حجم منافذ خاک بوده و تابعی از آن می‌باشند (رینولدز و همکاران، 2009)، لذا توزیع اندازه منافذ خاک رابطه معنی‌داری با کیفیت فیزیکی خاک دارد. پس می‌توان با استفاده از حدود بهینه شاخص‌های کیفیت خاک، حدود بهینه تابع توزیع اندازه منافذ را به دست آورد و آن را به عنوان شاخصی از کیفیت خاک که با تنش‌های زیست محیطی، تولید محصول و حرکت آب واملاح در خاکرخ ارتباط دارد در نظر گرفت (رینولدز و همکاران، 2009). با مقایسه توزیع اندازه منافذ در

اراضی بکر با اراضی زیر کشت برده شده می‌توان بر تاثیر تغییر کاربری زمین بر این شاخص، که به طور غیر مستقیم بیانی از هشت شاخص کیفیت فیزیکی ذکر شده است، پی برد.

مواد و روشها

40 نمونه دست نخورده و دست خورده خاک سطحی (عمق 0 تا 15 سانتی‌متر) که دارای ویژگیهای فیزیکی متنوع بودند، از منطقه‌ای به وسعت 1200 هکتار در 40 کیلومتری جنوب شهرستان مشهد تهیه شد. نمونه‌ها شامل 22 نمونه مربوط به اراضی کشاورزی و 18 نمونه از مراتع منطقه بودند. در هر نمونه خاک مقدار کربن آلی با روش هضم تر (walkley and black)، بافت خاک به روش هیدرومتر و با قرائت چهار زمانه، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر و MWD به روش الک تر اندازه‌گیری شد (کمپر ، روزنا، 1986). با استفاده از دستگاه صفحات فشاری مقادیر رطوبت در مکش‌های 100، 300، 500، 1000، 3000، 5000، 10000، 15000 سانتی‌متر و رطوبت اشباع خاک به عنوان مکش صفر، تعیین شد. سپس شاخصهای AC، PAWC، RFC و SI با استفاده از تعاریف مربوطه محاسبه شد (رینولدز و همکاران، 2009). مقادیر بهینه تعیین شده برای هشت شاخص کیفیت مورد نظر عبارتند از RFC(0.6-0.7)، S_{gi}(>0.035)، MWD(>1.2 mm)، SI(>7%)، PAWC(>0.15m^3m^{-3})، AC(>0.14 m^3m^{-3})، BD(0.9-1.3Mgm^{-3}) و OC(3-5%) (رینولدز وهمکاران، 2009).

شاخص S_{gi} به صورت شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف تعریف می‌شود که برای تعیین این شاخص، منحنی رطوبتی بر اساس مقدار رطوبت وزنی خاک $q_g(kgkg^{-1})$، در برابر لگاریتم طبیعی مکش خاک $\ln(h)$ رسم می‌شود (دکستر، 2004). با برازش معادله وان‌گن‌اختن به داده‌های آزمایشگاهی منحنی رطوبتی با استفاده از نرم افزار RETC، و تعیین پارامترهای معادله وان‌گن‌اختن مقدار شاخص S_{gi} از رابطه زیر به دست آمد (دکستر، 2004):

$$S_{gi} = \frac{d(q_{gi})}{d(\ln h_i)} = \left| -n(q_{gi} - q_{gr})\left[1+\frac{1}{m}\right]^{-(m+1)} \right| \qquad (1)$$

در این معادله $q_{gi}(kgkg^{-1})$ و h_i به ترتیب رطوبت وزنی و مکش در نقطه‌ی عطف، $q_{gs}(kgkg^{-1})$ رطوبت وزنی حد اشباع خاک، $q_{gr}(kgkg^{-1})$ رطوبت وزنی باقی‌مانده و $a(hPa^{-1})$ عکس مکش در نقطه ورود هوا، h مکش رطوبتی خاک، $n(-)$ و $m(-)$ پارامترهای تجربی معادله وان‌گن‌اختن هستند.

شیب منحنی رطوبتی در هر مکش با اندازه منافذ در آن نقطه رطوبتی ارتباط مستقیم دارد (دکستر،2004). تابع توزیع اندازه منافذ، $S_V(h)(-)$، را می‌توان به صورت شیب منحنی رطوبتی تعریف نمود. با استفاده از منحنی رطوبتی بر اساس رطوبت حجمی، در رابطه 1 و جانشینی اندیس v به جای g تابع $S_V(h)(-)$ به دست می‌آید (رینولدز و همکاران، 2009). تابع نرمال شده توزیع اندازه منافذ، $S^*(h)$، از تقسیم $S_V(h)$ به نقطه عطف شیب منحنی رطوبتی حجمی ، S_{vi}، به دست می‌آید:

$$S^*(h) = \frac{S_v(h)}{S_{vi}} = \frac{m(ah)^n[1+m^{-1}]^{(m+1)}}{[1+(ah)^n]^{(m+1)}}; 0 \le S^*(h) \le 1 \qquad (2)$$

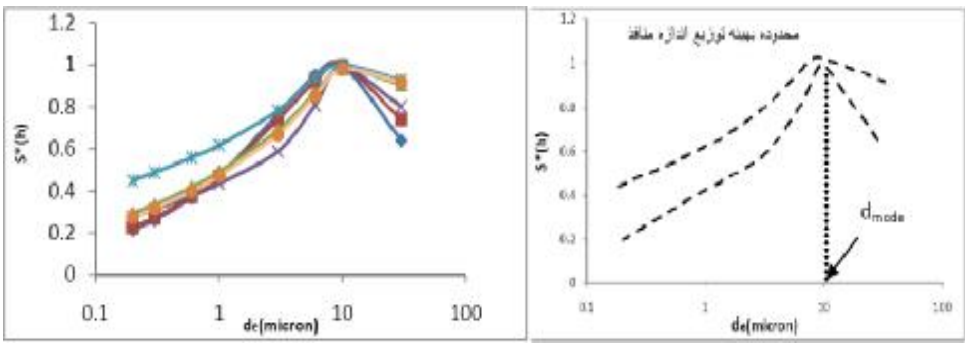
با فرض ثابت بودن جرم مخصوص ظاهری در مکش‌های مختلف، و در نتیجه $q_i = (BD)q_g$ و $S_V(h) = (BD)S_g(h)$ خواهیم داشت:

$$S^*(h) = \frac{S_v(h)}{S_{vi}} = \frac{S_g(h)}{S_{gi}} \quad (3)$$

$S^*(h)$ مستقل از جرم مخصوص ظاهری و تخلخل می‌باشد. پس می‌توان از آن به عنوان مفهومی برای مقایسه توزیع اندازه منافذ در مواد متخلخل استفاده کرد (رینولدز و همکاران، 2002). با رسم $S^*(h)$ در برابر قطر معادل هر مکش (d_e) که از معادله صعود موئینه (واریک، 2002) تعیین شد، منحنی توزیع اندازه منافذ هر نمونه به دست آمد.
توزیع اندازه منافذ خاک‌های گوناگون را می‌توان با استفاده از پارامترهای موقعیت[1] و شکل منحنی تعیین و با یکدیگر مقایسه کرد. پارامترهای موقعیت منحنی شامل مد، میانه و میانگین d_e می باشد، برای بیان تقارن و پراکندگی توزیع اندازه منافذ از میانگین هندسی $(d_{mean})d_e$، و پارامتر های شکل منحنی شامل انحراف معیار (SD)، کشیدگی (skewness) و پخی (kurtosis) منحنی استفاده می‌شود(رینولدز و همکاران، 2009).

نتایج و بحث

توزیع اندازه منافذ نمونه‌های مربوط به اراضی کشاورزی (22 نمونه) و مرتع (18 نمونه) با استفاده از معادله 1، 2 و معادله صعود موئیین (واریک، 2002) تعیین شد (شکل 2). از آنجایی که هشت شاخص کیفیت خاک مورد مطالعه بر توزیع اندازه منافذ خاک تاثیرگذار می‌باشند و با توجه به محدوده بهینه شاخصها، منحنی توزیع اندازه منافذ خاک‌هایی دارای بالاترین کیفیت به عنوان توزیع بهینه اندازه منافذ در نظر گرفته شد (رینولدز و همکاران، 2009) (شکل 1).



شکل 1- توزیع اندازه منافذ خاکهای دارای بالاترین کیفیت فیزیکی و محدوده بهینه توزیع اندازه منافذ پیشنهادی بر اساس آن

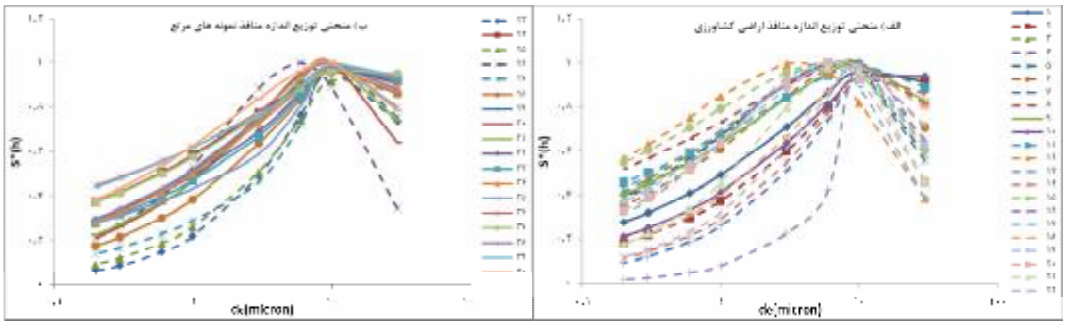
حدود بالا و پایین مشخصات آماری این منحنی‌ها، شامل شاخص‌های موقعیت (میانگین، میانه و فراوانی اندازه منافذ) و شاخص‌های شکل منحنی (کشیدگی، انحراف معیار و پخی منحنی)، به عنوان حدود بهینه مشخصات آماری منحنی-های توزیع اندازه منافذ تعیین گردید (جدول1). مشخصات آماری منحنی‌های توزیع اندازه منافذ برای اراضی کشاورزی و مرتع نیز تعیین شد که در جدول یک ارائه شده است.

1- Location parameters

جدول 1- دامنه تغییرات پارامترهای موقعیت و شکل منحنی‌های توزیع اندازه منافذ در اراضی کشاورزی و مرتع.

	پارامترهای موقعیت منحنی			پارامترهای شکل منحنی		
	$d_{mode}(mm)$	$d_{median}(mm)$	$d_{mean}(mm)$	SD(-)	Skewness(-)	Kurtosis(-)
کشاورزی	3/5 – 26/3	1 - 21/13	0/54 – 19	3/45 – 64	-0/17 تا -0/38	1/140 -1/157
مرتع	5/7 – 45	3/4 -18/3	1/5 -13/31	4/32 – 95/10	-0/19 تا -0/39	1/157 – 1/155
حدود بهینه	10- 45	13 - 3	7 – 1	95 - 8	0/25- تا 0/4-	1/16 – 1/15

با توجه به شکل دو مشاهده می‌شود که 78 درصد نمونه‌ها (14 نمونه از 18 نمونه) در مرتع دارای توزیع بهینه اندازه منافذ می‌باشند، در حالی که در اراضی زیر کشت این رقم به 13 درصد (3 نمونه از 22 نمونه) رسیده است. این امر بیانگر تاثیر مخرب زیر کشت بردن اراضی بر توزیع اندازه منافذ خاک و به تبع آن کیفیت فیزکی خاک می‌باشد. این مساله ناشی از تاثیر مخرب عملیات کشاورزی بر شاخصهای کیفیت فیزیکی خاک بود به طوری که مقایسه میانگین بین دو مجموعه نشان داد که شاخصهای MWD، SI، S_{gi} و PAWC نیز با تغییر کاربری زمین به طور معنی‌داری کاهش داشته است.



شکل 2- منحنی های توزیع اندازه منافذ الف) نمونه های خاک اراضی کشاورزی و ب) نمونه های خاک مرتع. خطوط پیوسته منحنی های توزیع منافذی هستند که در محدوده بهینه قرار دارند و خط‌چینها منحنی هایی که خارج از محدوده ی بهینه هستند.

منابع

Denef K, Six J, Bossuyt H, Frey SD, Elliott ET, Merckx R and Paustian K, 2001. Influence of dry–wet cycles on the interrelationship between aggregate, particulate organic matter, and microbial community dynamics. Soil Biology Biochemi 33:1599–1611.

Dexter AR, 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma 120:201-214.

Kemper WD and Rosenau RC, 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A, Methods of Soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, Madison Pp:425–442.

Reynolds WD, Bowman BT, Drury CF, Tan CS and Lu X, 2002. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. Geoderma 110:131-146.

Reynolds WD, Drury CF, Tan CS, Fox CA and Yang XM, 2009. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. Geoderma 152:252-263.

Wallace A and Terry RE, 1998. Soil conditioners, soil quality and soil sustainability. In: Wallace, A., Terry, R.E. (Eds.), Handbook of Soil Conditioners. Marcel Dekker, New York, NY, pp. 1 – 41.

Warrick AW, 2002. Soil Physics Companion. CRC Press LLC, Boca Raton, USA.

(آدرس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی. شماره تلفن: 09149869066)