



ارتباط شاخص‌های تکاملی رنگ خاک با اکسیدهای آهن آزاد در برش اقلیمی کرمان - بافت

سمیه‌السادات حسینی^۱، عیسی اسفندیارپور^۲، علیرضا کریمی^۳، محمدهادی فرپور^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولی عصر رفسنجان

۲- استادیار دانشگاه ولی عصر رفسنجان

۳- استادیار دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

مقدمه

مطالعه‌ی تکامل خاک، یکی از روش‌های شناخت خاک است که به‌وسیله‌ی آن می‌توان از تاریخچه‌ی تغییر و تحول خاک اطلاع حاصل نمود. با توجه به شمار زیاد خصوصیات خاک، تجزیه و تحلیل تمامی آن‌ها برای ارزیابی میزان تکامل خاک دشوار است. بر همین اساس، پژوهشگران علوم خاک، شاخص‌های ریاضی مختلفی را ابداع نموده‌اند تا بتوانند تکامل خاک را با استفاده از داده‌های مختلف خاک، به‌صورت یک مقدار عددی بیان کنند (Goodman *et al.*, 2001). از جمله‌ی این شاخص‌ها می‌توان به شاخص‌های ریخت‌شناسی و صحرایی، شاخص‌های آزمایشگاهی، شاخص‌های تعادل جرمی خاک، شاخص‌های میکرومرفولوژیکی، نسبت کانی‌های مقاوم به کانی‌های قابل هوادیدگی، و مطالعه‌ی انواع شکل‌های آهن در خاک اشاره کرد. در این میان، شاخص‌های رنگ، از جمله شاخص‌های ریختی ساده و در عین حال بسیار مفید برای تکامل خاک هستند. در اغلب موارد، رنگ با ویژگی‌های مختلف خاک در ارتباط است و تابع عواملی نظیر مقدار ماده‌ی آلی، نوع کانی‌ها، زهکشی و اقلیم می‌باشد (Fernandez *et al.*, 1988).

یکی از اولین شاخص‌های رنگ، شاخص بانتلی- وستین^۱ (BW) است. این شاخص برای مالی‌سول‌ها تکامل پیدا کرده است و هیو در این شاخص، به یک عدد بین صفر تا هفت تبدیل می‌شود. بر مبنای این شاخص، هیوی قرمز، بالاترین عدد را به خود اختصاص می‌دهد؛ زیرا قرمزی بیشتر خاک، اغلب نشان‌دهنده‌ی افزایش هوادیدگی و تکامل خاک است (Bockheim, 1979). از آنجا که بسیاری از خاک‌ها و رگولیت‌ها با افزایش سن، قرمزتر می‌شوند (McFadden and Hendricks, 1985) و این قرمزی معمولاً به مقدار کانی‌های آهن (به‌ویژه، هماتیت) نسبت داده می‌شود و به‌دلیل اینکه اندازه‌گیری مقدار آهن در آزمایشگاه، فرایندی بسیار وقت‌گیر است؛ لذا برای تخمین مقدار آهن، شاخص‌هایی بر اساس رنگ خاک توسعه داده شده‌اند (Soileau and McCracken, 1967). اولین موفقیت در مورد پیدا کردن ارتباطی منسجم بین رنگ و مقدار اکسید آهن آزاد توسط زمین‌شناسی به‌نام هارست^۲ برای استفاده در ساپرولیت بود (Hurst, 1977). در این شاخص نیز مانند شاخص BW، هیو به یک مقدار عددی تبدیل شده است و با افزایش مقدار آهن، شاخص قرمزی، کاهش پیدا می‌کند (Shum and Lavkulich, 1999). تورنت^۳ در سال ۱۹۸۳ شاخص هارست را اصلاح کرد و نام این شاخص را "درجه‌بندی

¹ Buntley and Westin

² Hurst

³ Toront



قرمزی^۱ نامید. درجه‌بندی قرمزی بر خلاف شاخص هارست رفتار می‌کند و مقدار این شاخص با افزایش مقدار اکسید آهن و هماتیت، افزایش پیدا می‌کند. در طول هوادیدگی مواد مادری حاوی کانی آهن، این عنصر آزاد می‌شود و در خاک به صورت اکسید، هیدروکسید و یا اکسی‌هیدروکسید آهن، مجدداً رسوب می‌کند. مقدار و توزیع این اکسیدهای آهن قابل استخراج در خاک، نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی تکامل خاک می‌باشد. در این میان، اکسالات آمونیوم (pH=۳) برای عصاره‌گیری اکسیدهای آهن غیر متبلور^۲ (Fe_o) و سیترات بی‌کربنات دی‌تیونات برای عصاره‌گیری اکسیدهای آهن متبلور^۳ (Fe_d) به‌علاوه غیر متبلور (Fe_o) استفاده می‌شود. افزایش اختلاف بین مقدار به‌دست آمده، توسط این دو روش (Fed-Fe_o)، نشان‌دهنده‌ی افزایش مقدار آهن با درجه‌ی تبلور زیاد می‌باشد (Dolui and Bera, 2001). از سوی دیگر، کاهش نسبت (Fe_o/Fed) تخمینی از تبدیل اکسیدهای آهن غیر متبلور، عمدتاً فری‌هیدرات‌ها، به اکسید آهن با تبلور خوب می‌باشد. این نسبت به‌عنوان شاخصی برای تکامل خاک شناخته شده است (Jelenska *et al.*, 2007). هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی ارتباط شاخص‌های مختلف رنگ با اکسیدهای آهن در ارتباط با میزان تکامل خاک‌های واقع در برش طولی کرمان تا بافت می‌باشد.

مواد و روشها

منطقه‌ی مطالعاتی، شامل بخشی از اراضی استان کرمان، واقع در جنوب شرقی ایران، می‌باشد که یک ردیف پستی و بلندی اقلیمی^۴ از کرمان تا بافت را در بر می‌گیرد. این مسیر شامل شهرهای کرمان، لاله‌زار و بافت می‌باشد. به‌منظور انجام مطالعات صحرائی، تعداد ۸ خاکرخ در واحدهای مختلف ژئومرفیک، حفر و تشریح شد. سپس از تمامی افق‌های ژنتیکی خاکرخ‌های حفرشده، نمونه‌برداری صورت گرفت. اندازه‌گیری آهن متبلور به‌علاوه‌ی غیرمتبلور به روش استخراج با عصاره‌گیر سیترات بی‌کربنات دی‌تیونات (CBD) و اندازه‌گیری آهن آمورف (غیر متبلور) با استفاده از عصاره‌گیر اکسالات آمونیوم (McFadden and Hendricks, 1985) انجام شد. بر اساس نتایج آزمایشگاهی و مشاهدات صحرائی، از شاخص‌های رنگ زیر استفاده شد:

[۱]: شاخص بانتلی-وستین (BW)

$$BW = H \times C$$

که در آن، H بیانگر هیو و C نشانگر کروما می‌باشد. هیو در این معادله به یک مقدار عددی تبدیل شده است (مانند: ۳=۱۰YR، ۴=۷/۵YR و ۵=۵YR).

[۲]: شاخص هارست (HI)

$$HI = H \times \frac{V}{C}$$

که در آن H، V و C، به‌ترتیب، هیو، ولیو و کروما می‌باشند. هیو در این معادله به یک مقدار عددی تبدیل شده است (مانند: ۵=۵R، ۱۰=۱۰R، ۱۵=۵YR، ۱۷/۵=۷/۵YR و ۲۰=۱۰YR).

¹ Redness rating

² Non-crystalline

³ Crystalline

⁴ Climotoposequence



[۳]: شاخص درجه‌بندی قرمزی (Rr)

$$Rr = (K - H) \times \frac{C}{V}$$

در این معادله، H ، V ، C و K ، به ترتیب، هیو، ولیو، کروما و عدد ثابت می‌باشند. هیو در این معادله مانند شاخص هارست می‌باشد.

[۴]: شاخص رایبفیکاسیون (Rb)

$$Rb = 10[(hue \Delta x) + (chroma \Delta x)]_{dry} + 10[(hue \Delta x) + (chroma \Delta x)]_{moist}$$

زمانی $\Delta x = 1$ می‌شود که هیوی یک افق، نسبت به ماده‌ی مادری به اندازه‌ی یک صفحه‌ی دفترچه رنگ مانسل قرمزتر شده باشد و یا کرومای آن به اندازه‌ی یک شماره، روشن‌تر شده باشد. در نهایت، میانگین وزنی خاک‌رنگ برای هر شاخص و نیز آهن، به‌منظور از بین بردن تأثیر ضخامت افق‌ها محاسبه و از آن برای انجام محاسبات بعدی استفاده گردید. پس از آن، ماتریس همبستگی میان شاخص‌های رنگ و آهن پدوژنیک (Fe_d-Fe_o) با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد محاسبه قرار گرفت.

نتایج و بحث

در برش طولی مورد مطالعه، از سمت کرمان به طرف بافت، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، اقلیم مرطوب‌تر می‌شود؛ به‌گونه‌ای که رژیم رطوبتی خاک‌های منطقه از اریدیک به زیریک و رژیم حرارتی آن‌ها از ترمیک به مزیک تغییر می‌یابد. هر چه از کرمان (اقلیم خشک) به سمت بافت (اقلیم مرطوب‌تر) پیش می‌رویم شدت فرایندهای خاک‌ساز افزایش می‌یابد؛ گچ از خاک‌رنگ‌ها شسته شده و میزان آهن با تبلور خوب افزایش می‌یابد. به دیگر سخن، میزان تکامل نسبی خاک‌ها افزایش یافته است. در این میان، مقدار (Fe_d-Fe_o) با نسبت (Fe_o/Fed) دارای رابطه‌ی معکوس با ضریب تبیین ($R^2=0/33$) می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). جدول ۱ نشانگر آن است که تنها شاخص‌های Rr_{50} و هارست با آهن با تبلور خوب، رابطه‌ی معنی‌دار دارند. طبق نظر الکساندر (۱۹۸۵) عددهای ثابت ۲۰ به بالا برای شاخص Rr ، جواب بهتری را به ارمغان می‌آورند.

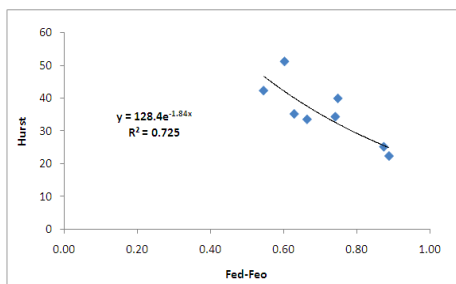
جدول ۱- ماتریس همبستگی شاخص‌های رنگ با اکسیدهای آهن آزاد

	BW	H	Rr	Rr20	Rr50	Rb	Fe_d-Fe_o
BW	1						
H	-0.60	1					
Rr	0.815	-0.347	1				
Rr20	0.691	-0.232	0.919	1			
Rr50	0.656	-0.803**	0.523	0.270	1		
Rb	0.358	0.332	0.277	0.417	-0.008	1	
Fe_d-Fe_o	0.376	-0.819**	0.137	0.144	0.716*	0.847	1

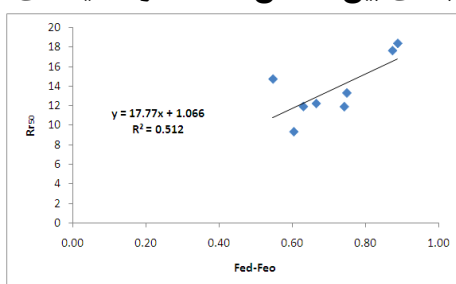
* و **، به ترتیب، در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشند.

به‌طور کلی، شاخص‌هایی که هر سه جزء هیو، ولیو و کروما را ترکیب می‌کنند و یک رنگ خاک یکپارچه را ایجاد می‌کنند نسبت به شاخص‌های بانتری-وستین (BW) و رایبفیکاسیون به خوبی عمل نموده‌اند. به‌علاوه، شاخص هارست، عکس شاخص درجه‌بندی قرمزی می‌باشد و با کاهش مقدار آهن، افزایش می‌یابد. از طرفی،

رابطه‌ی بین شاخص هارست و آهن متبلور (Fe_d-Fe_o) با دارا بودن ضریب تبیین بالاتر $(R^2=0/72)$ ، قوی‌تر از رابطه‌ی بین شاخص $Rr50$ و آهن متبلور $(R^2=0/51)$ می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱- رابطه‌ی بین شاخص هارست و اکسیدهای آهن آزاد



شکل ۲- رابطه‌ی بین شاخص $Rr50$ و اکسیدهای آهن آزاد

منابع

- Alexander EB, 1985. Estimating relative ages from iron-oxide/total-iron ratios of soils in the western Po Valley, Italy: a discussion. *Geoderma.*, 35: 257-259.
- Bockheim JG, 1979. Relative age and origin of soils in eastern Wright Valley, Antarctica. *Soil Sci.*, 128: 142-152.
- Dolui AK, and Bera R, 2001. Relation between iron forms and pedogenic processes in some alfisols of Orissa, India. *Agrochimica.*, XLV: 5-6.
- Fernandez RN., Schulze DG, and Coffin DL, 1988. Color, organic matter, and pesticide adsorption relationships in a soil-landscape. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1023-1026.
- Goodman AY, Rodbell DT, and Seltzer GO, 2001. Subdivision of glacial deposits in southeastern Peru based on pedogenic development and radiometric ages. *Quat. Res.*, 56:31-50.
- Hurst VJ, 1977. Visual estimation of iron in saprolite. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88:174-176.
- Jelenska M, Hasso-Agopsowicz A, Kadzialko-Hofmokl MK, Sukhorada A, Bondar K, and Matviishina ZH, 2008. Magnetic iron oxides occurring in chernozem soil from UKRAINE and POLAND as indicators of pedogenic processes. *Stud. Geophys. Geod.*, 52: 255-270.
- McFadden LD, and Hendricks DM, 1985. Changes in the content and composition of pedogenic iron oxyhydroxides in a chronosequence of soils in southern California. *Quat. Res.*, 23:189-204.
- Shum M, and Lavkulich LM, 1999. Use of sample color to estimate oxidized Fe content in mine waste rock. *Env. Geol.*, 37:281-289.



10. Soileau JM, and McCracken RJ, 1967. Free iron coloration in certain well-drained coastal plain soils in relation to their other properties and classification. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31:248-255.