دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(پیدایش، رده بندی و ارزیابی تناسب اراضی)

رفتار عناصر اصلی در خاک های توسعه یافته روی برخی از سنگ های آذرین در شمال غرب ایران

مریم یوسفی فرد، شمس اله ایوبی، حسین خادمی، احمد جلالیان
به ترتیب دانشجوی دکتری ، دانشیار، استاد و استاد خاکشناسی. آدرس: اصفهان- دانشگاه صنعتی اصفهان- دانشکده کشاورزی- گروه خاکشناسی- کد پستی: 84156-83111

آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: yousefi_1359@yahoo.com

چکیده
مقدار و توزیع عناصر کمیاب و اصلی در خاک ها به طبیعت ماده مادری که خاک روی آن توسعه یافته است، بستگی دارد. این مطالعه جهت بررسی رفتار عناصر اصلی طی هوادیدگی، از سنگ مادری به خاک در منطقه شمال غرب ایران روی مواد مادری آذرین متفاوت انجام شده است. عناصر اصلی با ICP-OES و عناصر کمیاب Zr و Y با ICP-MS اندازه گیری شد. نسبت عناصر غیر متحرک Y_2O_3/ZrO_2 و ZrO_2/TiO_2 در محدوده عددی کوچکی تغییر کرده و نشان دهنده درجا بودن خاک است. کلسیم بیش از همه عناصر اصلی از ترکیب اولیه تخلیه شده است و به علت شرایط نیمه خشک منطقه به صورت کربنات کلسیم پدوژنیک رسوب یافته است. بیشترین هدررفت برای کلسیم و سدیم در پروفیل توسعه یافته روی سنگ هورنبلند آندزیت رخ داده است. تخلیه پتاسیم به علت حفظ در کانی های ثانویه رسی کمتر از دو عنصر ذکر شده بود و منیزیم به علت تثبیت در کانی های رسی در پروفیل ذخیره شده است و تخلیه معنی داری نداشت.

کلمات کلیدی: تخلیه، **سنگ آذرین، عناصر اصلی، عناصر غیر متحرک**.

مقدمه

فرآیند هوادیدگی یکی از مکانیسم های اولیه ای است که چرخه مواد در سطح زمین را کنترل می کند. مقدار و توزیع عناصر اصلی و کمیاب در خاک تابع ترکیب کانی شناسی سنگ هایی که مواد مادری خاک را تشکیل می دهند، و همچنین فرآیندهای ژئو و پدوشیمیایی که بر روی این مواد طی عمل هوادیدگی و تشکیل خاک صورت می پذیرند، می باشد. به عبارتی، شرایط ژئوپدولوژیک حاکم بر محیط خاک، عامل اصلی و مؤثر بر توزیع و مقدار عناصر در خاک های بکر است (Alloway, 1990). پلاژیوکلاز و K-فلدسپار از کانی های غالب در پوسته زمین می باشند، هوادیدگی این کانی ها ژئوشیمی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی K، Na و Ca را تعیین می کنند. هدررفت این عناصر معیار خوبی از شدت هوادیدگی است. به طور معمول با افزایش شدت هوادیدگی مقدار Si, K, Na و Ca کاهش و Ti, Al و Fe افزایش می‌یابد. تخلیه ارتباط نزدیکی با تخریب دانه‌های فلدسپار دارد و غنی شدن نسبی می‌تواند به تشکیل کانی‌های ثانویه رسی و سزکوئی‌اکسیدها مربوط باشد (Duzgoren-Aydin et al., 2002). دی فیگلیا و همکاران (2007) در مطالعه هوادیدگی شیمیایی سنگ های آذرین بیرونی ریولیت و تراکیت تخلیه زیاد Na و K را در مرحله ابتدایی هوادیدگی گزارش دادند، در حالیکه در مرحله حد وسط هوادیدگی شدت تخلیه کاهش می یابد. تخلیه بیشتر در مرحله ابتدایی به علت هوادیدگی شیشه های آتشفشانی است در حالیکه تخلیه بیشتر در مرحله بعد بعلت هوادیدگی فلدسپار ها است. در مطالعات زیادی تجمع Mg در خاک به علت تشکیل کانی ها رسی گزارش شده است (Chadwick et al., 2003; Di Figlia et al., 2007). با توجه به عدم مطالعه کافی از وضعیت خاک های با منشاء

(پیدایش، رده بندی و ارزیابی تناسب اراضی)

مواد مادری آذرین در ایران، این مطالعه جهت بررسی تهی شدن و غنی شدن عناصر اصلی در خاک های حاصل از مواد مادری آذرین طی هوادیدگی در منطقه نیمه خشک شمال غرب ایران انجام گردید.

مواد و روش ها

هشت پروفیل خاک توسعه یافته روی سنگ های آذرین درونی منزودیوریت، آلکالی گرانیت، گرانودیوریت، سینیت و پیروکسن دیوریت و آذرین بیرونی هورنبلند آندزیت، پیروکسن آندزیت و داسیت در نوار آذرین اهر- ارسباران درمنطقه نیمه خشک شمال غرب ایران مورد مطالعه قرار گرفت. پروفیل های توسعه یافته روی سنگ های هورنبلند آندزیت، پیروکسن آندزیت و داسیت تحت عنوان Calcixerepts و بقیه پروفیل ها تحت عنوان Haploxerepts به روش آمریکایی طبقه بندی شدند. برای تعیین Si نمونه های خاک و سنگ به روش سدیم پراکسید و برای بقیه عناصر اصلی به روش ترکیبی از اسیدها شامل هیدروفلوئوریک اسید با دستگاه میکرو ویو هضم انجام شد. مقدار کل عناصر اصلی (Si، Al، Fe، Ca، Mg، K، Na، Ti، Mn و P) با ICP-OES و عناصر کمیاب Zr، V و Y با ICP-MS در افق‌های پدوژنیک، و سنگ‌بستر اندازه‌گیری شد. نسبت تغییرات حجمی طی هوادیدگی نسبت به حجم اولیه بوسیله فاکتور تغییر حجم ($\varepsilon_{i,w}$) ارائه شده توسط بریمحال و دییتریخ (1987) با عنصر غیر متحرک Ti محاسبه شد. مقدارهای مثبت تغییر نشان از تهی شدن عنصر است و مقدار منفی آن نشان از غنی شدن آن است. تغییر حجمی عنصر i در خاک بدین صورت محاسبه می‌شود: $\varepsilon_{i,w} = (\rho_p C_{i,p}/\rho_w C_{i,w}) - 1$

ρ: وزن مخصوص ظاهری(g/cm^3)، w: نمونه خاک، p: مواد مادری، C_i: غلظت جرمی عنصر i (غیر متحرک)

با استفاده از فاکتور تغییر حجم می‌توان مقدار تخلیه یا کسب عناصر متحرک در یک سیستم را با فرمول انتقال جرم (Mass Transport Equation) برای عنصر j در خاک محاسبه کرد . $\tau_{j,w} = (\rho_w C_{i,w}/\rho_p C_{i,p})(\varepsilon_{i,w} + 1) - 1$

مقادیر منفی و مثبت به ترتیب نشانه تهی و غنی شدن عنصر مورد نظر در طول هوادیدگی نسبت به مواد مادری است.

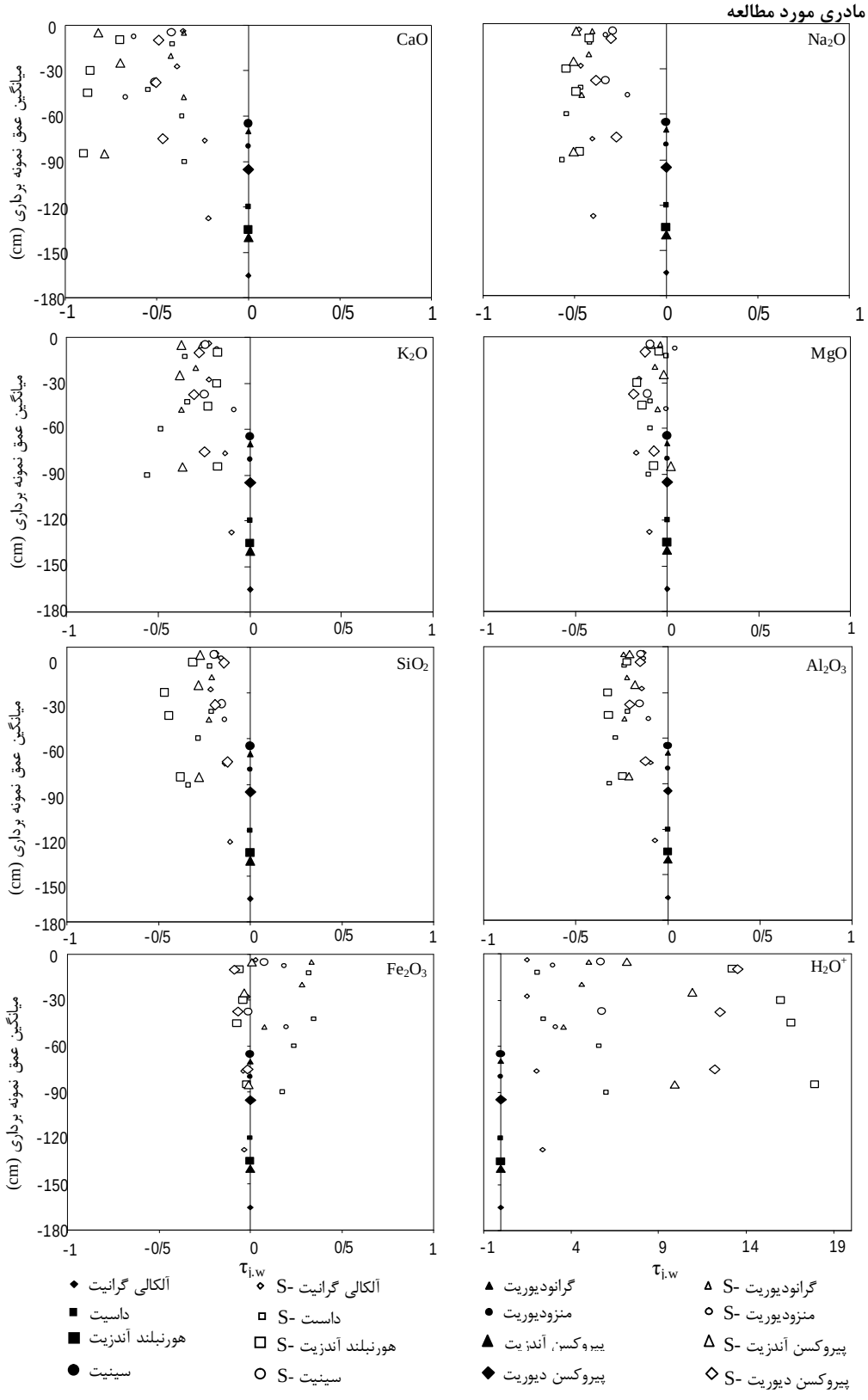
نتایج و بحث

درجا بودن خاک روی ماده مادری یکنواخت برای مطالعه تغییر مقادیر عناصر در خاک طی هوادیدگی ضروری است (Oh and Richter, 2005). از نسبت های بین عناصر غیر متحرک در خاک برای تعیین یکنواختی مواد مادری استفاده می شود (Muhs and Benedict, 2006). در مطالعات مورفولوژیک صحرایی انقطاع مواد مادری مشاهده نشد. تشابه نسبت های بین اکسیدهای غیر متحرک در افق های خاک و مواد مادری نشان از درجا بودن خاک و تأییدی بر مشاهدات صحرایی است (جدول 1). این نسبت ها در محدوده باریکی برای هر پروفیل نوسان دارد. برای مثال نسبت های Y_2O_3/ZrO_2 و ZrO_2/TiO_2 به ترتیب از 122/2 – 133/6 و 17/5 – 18/6 برای افق های پروفیل توسعه یافته روی هورنبلند آندزیت تغییر می کند.

جدول 1- نسبت اکسیدهای غیر متحرک در افق های خاک و سنگ مادری پروفیل های مطالعه شده.

Sample	$1000(Y_2O_3/ZrO_2)$	$1000\ (ZrO_2/TiO_2)$	Sample	$1000(Y_2O_3/ZrO_2)$	$1000\ (ZrO_2/TiO_2)$
A	56/0	58/5	A	136/5	17/6
B_w	54/9	56/5	B_{k1}	122/2	17/5
B_{k1}	51/9	61/5	B_{k2}	131/1	17/6
B_{k2}	51/8	61/6	B_{k3}	127/2	18/6
R (آلکالی گرانیت)	52/7	64/0	R (هورنبلند آندزیت)	133/6	18/6
A	106/4	29/7	A	148/3	22/4
B_w	102/2	32/6	B_{k1}	154/3	25/0
C	95/2	29/1	B_{k2}	151/3	24/0
R (گرانودیوریت)	96/7	31/8	R (پیروکسن آندزیت)	145/7	23/6
A_p	88/2	66/9	A	193/1	13/8
B_w	83/2	73/6	B_w	193/3	13/7
B_{k1}	88/0	64/5	C	193/5	13/1
B_{k2}	80/7	63/4	R (پیروکسن دیوریت)	198/7	13/8
R (داسیت)	85/5	75/6	A	220/5	14/1
A	57/2	47/4	B_w	229/1	14/2
B_w	59/5	48/5	R (سینیت)	235/9	14/5
R (منزودیوریت)	53/4	50/9			

شکل 1- هدررفت و غنی شدن ($\tau_{j,w}$) عناصر اصلی با عنصر مرجع Ti در پروفیل های مطالعه شده. S به معنـی خـاک روی ماده مادری مورد مطالعه



طی فرآیند هوادیدگی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی که بیشتر در ارتباط با هوادیدگی ذرات فلدسپار هستند قبل از عنصر Si در پروفیل خاک حرکت می کنند. در روش هوادیدگی هم حجمی هدررفت و یا غنی شدن عناصر از پروفیل با حفظ واحد حجم محاسبه می شود. شکل 1 تغییرات حجمی عناصر اصلی طی هوادیدگی را در پروفیل های خاک توسعه یافته روی سنگ های آذرین مطالعه شده نشان می دهد.

از بین عناصر اصلی Ca بیشتر از همه عناصر تخلیه شده است. بیشترین مقدار هدررفت در افق های خاکی توسعه یافته روی سنگ مادری هورنبلند آندزیت از 90-79 درصد مشاهده شده است. بعد از آزاد شدن یون کلسیم از کانی های اولیه مانند پلاژیوکلاز، هورنبلند و آندزیت تحت شرایط نیمه خشک منطقه به صورت کربنات کلسیم در افق های خاک رسوب می یابد. بعد از Ca سدیم بیشترین مقادیر هدرروی را نشان می دهد. مقادیر $\tau_{(Ca)}$ از 0/21- تا 0/57- به ترتیب در خاک های توسعه یافته روی منزودیوریت و تا داسیت مشاهده گردید. مقادیر $\tau_{(K)}$ در تمامی پروفیل ها منفی بوده و هدررفت این عنصر در تمامی خاک ها نشان می دهد. پروفیل توسعه یافته روی سنگ هورنبلند آندزیت در مرحله حد وسط هوادیدگی با شدت هوادیدگی بیشتر نسبت به خاک های دیگر می باشد، هدرروی پتاسیم در این پروفیل کمتر از پروفیل های دیگر است. احتمالاً هدررفت کمتر این عنصر به علت ذخیره شدن آن در کانی های رسی باشد و تخریب K-فلدسپار به تنهایی نمی تواند تغییرات پتاسیم را شرح دهد. هدررفت منیزیم نسبت به عناصر قلیایی و قلیایی خاکی به صورت مشخصی کمتر می باشد و این عنصر در کانی های ثانویه رسی تثبیت می شود. غلظت منیزیم تغییرات مشخصی نشان نداد و $\tau_{(Mg)}$ در همه افق های خاک در حدود صفر می باشد. عنصر متحرک دیگر در خاک طی فرآیند های هوادیدگی Si می باشد. مقادیر $\tau_{(Si)}$ منفی و از 0/11- تا 0/47- متغیر بوده و بیشترین هدرروی در پروفیل توسعه یافته روی هورنبلند آندزیت مشاهده شد. کمترین و بیشترین مقدار تخلیه محاسبه شده به روش حجمی برای عنصر Al با مقادیر 0/07- و 0/33- در پروفیل های خاک توسعه یافته روی آلکالی گرانیت و هورنبلند آندزیت مشاهده شد. آهن طی هوادیدگی از کانی هایی مانند بیوتیت آزاد شده و به فرم اکسیدهای فریک رسوب می یابد. آهن مقادیر مثبت و یا حدود صفر را برای $\tau_{(Fe)}$ نشان داد. آب ساختاری در طول هوادیدگی به علت تشکیل کانی های رسی ثانویه افزایش می یابد و می تواند به عنوان معیاری برای مطالعات هوادیدگی باشد. مقدار $\tau_{(H2O+)}$ از 1/46 تا 17/94 متغییر بوده و بیشترین مقادیر در افق های خاک توسعه یافته روی هورنبلند آندزیت (با بیشترین مقدار رس) مشاهده شده است.

منابع

Alloway, B.J. 1990.Soil processes and behavior of metals. In: Alloway, B.J. (ed.) Heavy Metals in Soils, pp. 7-28. Johns Wiley & Sons, Inc. New York**. 5**

Brimhall, GH and Dietrich WE, 1987. Constitutive mass balance relations between chemical composition, volume, density, and strain in metasomatic hydrothermal systems: results on weathering and pedogenesis. Geochim Cosmochim Acta. 51: 567–87.

Chadwick OA, Gavenda RT, Kelly EF, Ziegler K, Olson CG, Elliott WC and Hendricks DM, 2003. The impact of climate on the biogeochemical functioning of volcanic soils. Chem. Geol 202: 195-223.

Di Figlia MG, Bellanca A, Neri R and Stefansson A, 2007. Chemical weathering of volconic rocks of Pantelleria, Italy: Information from soil profile and soil solution investigations. Chem. Geol: 1-18.

Duzgoren-Aydin, NS, Aydin A and Malpas J. 2002. Re-assessment of chemical weathering indices: case study on pyroclastic rocks of Hong Kong. Engineering Geology. 63: 99-119.

Muhs DR and Benedict JB, 2006. Eolian additions to Late Quaternary alpine soils, Indian Peaks Wilderness Area, Colorado Front Range. Arct. Antract. Alp. Res. 38: 120-130.

Oh, NH and Richter DD, 2005. Elemental translocation and loss from three highly weathered soil-bedrock profiles in the southeastern United States. Geoderma: 126(1-2): 5-25.