محور مقاله: گرد و غبار، مسائل زیست محیطی و مهار آن

شواهد ژئوشیمیایی و میکرومورفولوژیکی گرد و غبار در خاک‌های توسعه یافته از بازالت در البرز میانی

احمد حیدری[۱*]، علی‌رضا راهب[۲]

[۱] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران،

[۲] دانش آموخته PhD گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

چکیده

فعالیت‌های آتشفشانی مناطق وسیعی از ایران را تحت تاثیر قرار داده است و سنگ‌های آتشفشانی خروجی منشا پیدایش بسیاری از خاک‌ها هستند. با این وجود رسوبات بادی و گرد و غبار تشکیل خاک در بسیاری از این مناطق را تحت تاثیر قرار داده است بدون آنکه آثار رسوب یا خصوصیات مورفولوژیکی مشهودی بر جای گذاشته باشد. در این مطالعه با استفاده از آنالیزهای ژئوشیمیایی و میکرومورفولوژیکی اثبات گردید که علیرغم تصور عمومی حتی خاک‌های تشکیل شده بر روی سنگ‌های آذرین تحت تاثیر گرد و غبار قرار گرفته‌اند و لذا خاک‌های پلی‌ژنتیک از نظر مواد مادری در قسمت مرکزی البرز تشکیل شده است. این مسئله نشان دهنده آن است که گرد و غبار قدمتی به طول دوره زمین شناسی کواترنر دارد و پدیده‌ای است که باید در مطالعات زیست محیطی مختلف و از جمله مطالعات خاک مد نظر قرار گیرد. مطالعات میکرومورفولوژی و ژئوشیمیایی خاک کمک شایانی در شناسایی منبع رسوبات بادی و نحوه تاثیر آنها بر خصوصیا خاک دارد.

کلمات کلیدی: ژئوشیمی، میکرومورفولوژی، خاک‌های پلی‌ژنتیک، هوازدگی، آئروسول

مقدمه

از میان انواع سنگ‌های آذرین، بازالت فراوان‌ترین آنها می‌باشد که دارای سرعت هوازدگی زیادی می‌باشد (Rasmussen و همکاران، ۲۰۱۰). وسعت سنگ‌های بازالتی در جهان بالغ بر $۶/۸ \times ۱۰^{۶}$ کیلومتر مربع است که معادل ۵ درصد از کل خشکی‌ها را پوشانده است (Dessert و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به موارد فوق تشکیل خاک بر روی سنگ‌های بازالتی بخش مهمی از هوازدگی و چرخه‌های بیوژئوشیمیایی را تشکیل می‌دهد (Caner و همکاران، ۲۰۱۴). محصولات عمده هوازدگی بازالت تشکیل کانی‌های رسی می‌باشد که با شروع هوازدگی و هیدرولیز آغاز می‌شود و با جابجایی، و تجمع اکسیدها، کانی‌های رس و مواد آلی در محصولات هوازدگی ادامه می‌یابد (Caner و همکاران، ۲۰۱۴). طی هوازدگی بازالت کاتیون‌هایی از قبیل Ca^{2+}، Mg^{2+}، Na^{+} و K^{+} آزاد و در صورت زهکشی مناسب شسته شده و منجر به انباشت نسبی Si^{4+}، Al^{3+} و Fe^{3+} در قالب کانی‌های ثانویه می‌شوند (Chorover و همکاران، ۲۰۰۴). بر این اساس انتظار می‌رود خاک‌هایی که به صورت درجا و از ابتدا بر روی سنگ بستر بازالت تشکیل شده‌اند روند مشخصی را از نظر توزیع عناصر در نیمرخ پروفیلی خاک نشان دهند.

ناحیه بحرانی (Critical Zone) که اخیرا معرفی شده است، شامل بخشی از کره زمین است که از انتهای پوشش گیاهی تا سطح اب زیرزمینی را در بر می‌گیرد و بنابراین لیتولوژی، بیولوژی، اقلیم، هیدرولوژی و همچنین فرایندهای هوازدگی و تشکیل خاک را در بر می‌گیرد (Brantley و همکاران، ۲۰۰۶). مطالعه اثرات خصوصیات سنگ بستر بر تغییرات زیست‌محیطی، معیار بسیار مناسبی برای پیش‌بینی تغییرات در ناحیه بحرانی است. در این رابطه اندازه‌گیری‌های دقیق خصوصیات شیمیایی، کانی‌شناسی، ایزوتوپی، تخلخل، رطوبت، مورفولوژی و میکرومورفولوژی خاک ضروری می‌باشد (Banwart و همکاران، ۲۰۱۳).

مطالعات اندکی در مورد ارزیابی شدت هوازدگی در خاک‌های توسعه یافته بر روی بازالت در مناطق خشک و نیمه خشک صورت گرفته است (Nael و همکاران، ۲۰۰۹). اهمیت رسوبات گرد و غبار و تاثیر آن بر خاک‌ها، چیزی نیست که جدیدا مورد توجه قرار گرفته باشد (Griffin و همکاران، ۲۰۰۲). محققین در مناطق خشک (Chadwick و Davis، ۱۹۹۰) و همچنین در مناطق مرطوب تاثیر مواد آئروسول را بر خصوصیات خاک مورد شناسایی قرار داده‌اند. Brimhall و همکاران (۱۹۹۱) ثابت کردند که بیشتر زیرکونیوم و احتمالا سایر ترکیبات شیمیایی در قسمت‌های فوقانی خاک‌ها در استرالیا از منشا رسوبات اتمسفری می‌باشد. در حال حاضر یک دیدگاه کلی در حال توسعه می‌باشد که نشان می‌دهد بسیاری از نقاط کره زمین تحت تاثیر مواد اتمسفری و گرد و غبار و همچنین املاح محلول قرار گرفته‌اند (Amundson، ۲۰۰۵) که این مواد ورودی تمام یا بخشی از فقدان مواد از

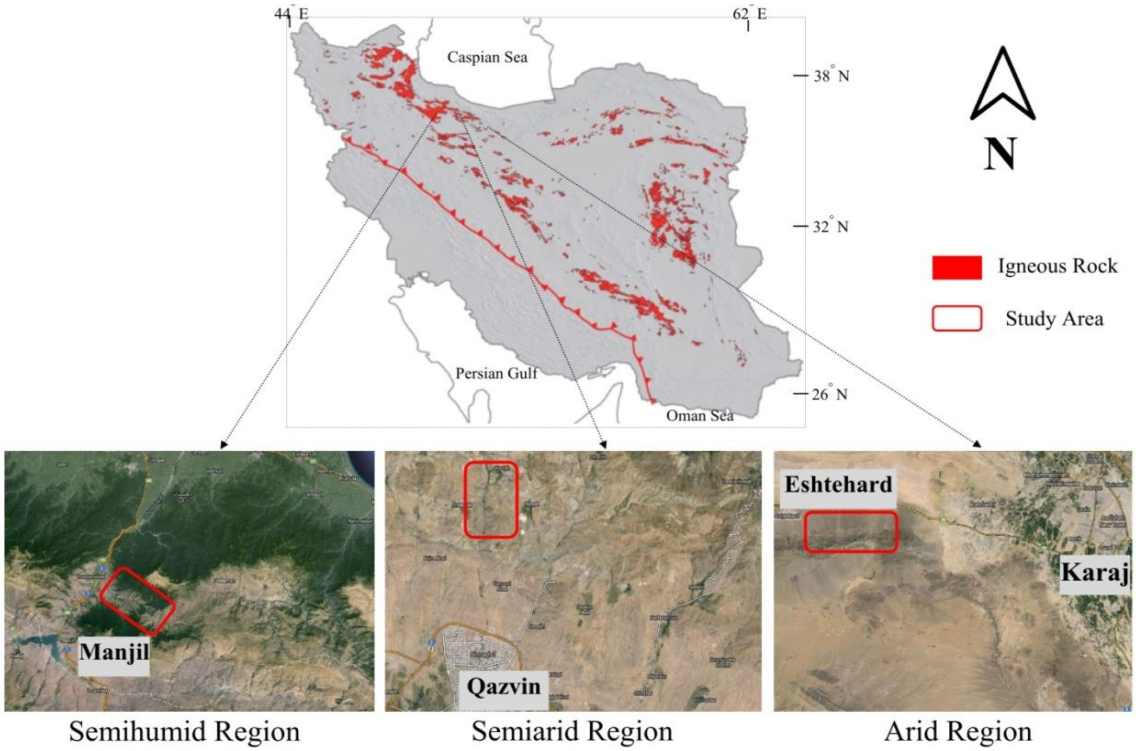
* ایمیل نویسنده مسئول: ahaidari@ut.ac.ir

دست رفته در طی هوازدگی را جبران می‌کنند، که در نتیجه آن پروفیل‌های پیچیده‌ای از خاک و اکوسیستم ایجاد می‌شود که در معرض جریان مداوم ولی کند عناصر با منشا اتمسفری قرار دارند. با وجود این تشخیص اینکه منشا این رسوبات بادی آذرآواری بوده است یا از سایر انواع رسوبات حاصل شده است همیشه به آسانی میسر نیست (Stoops و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از نقش‌های میکرومورفولوژی خاک روشن ساختن این پیچیدگی در الگوی تجمع مواد در خاک است. طی فرایندهای متعددی که در مراحل مختلف تشکیل خاک صورت می‌پذیرند عوارض خاکساخت بسیار متفاوتی از قبیل پرشدگی‌ها، ندول‌های متحدالمرکز، و سایر عوارض ممکن است تشکیل شوند. یکی از مهم‌ترین عوارض میکرومورفولوژیکی موید افزوده شدن گرد و غبار به خاک، وجود عوارض مرکب (Compound Pedofeatures) می‌باشد که به خوبی تغییر در نوع مواد مادری و شرایط محیطی را اثبات می‌کند (Stoops, 2003).

گستره وسیع عوارض حاصل از فرایندهای بادی نشان می‌دهد عملکرد باد بر پوشش خاک، نه تنها در حال حاضر بسیار رایج است بلکه در گذشته نیز به صورت دوره‌ای حتی در مناطق مرطوب فعال بوده است (Stoops و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات مقاطع نازک نشان داده است که بسیاری از پوشش‌های خاکی در گذشته توسط تجمعات ضعیف گرد و غبار که به حد کافی نبوده‌اند که رسوبات لس تشکیل دهند، تحت تاثیر قرار گرفته‌اند. این نوع تجمعات ضعیف در مناطقی که پالئوسول‌های بین یخچالی قرار دارند، و یا در مناطق مجاور رسوبات لسی دیده می‌شوند (Stoops و همکاران، ۲۰۱۰). نظر به اهمیت شناسایی تغییرات در مواد مادری اولیه در پیدایش خاک‌های حاصل از هوازدگی برجا و بررسی احتمال تغییرات اقلیمی گذشته، هدف از این مطالعه بررسی احتمال تاثیر گذاری رسوبات بادی و گرد و غبار در تشکیل خاک‌های توسعه یافته بر روی بازالت در منطقه البرز میانی و به صورت برجا (استان‌های البرز، قزوین و گیلان) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یک ردیف اقلیمی متشکل از اقلیم‌های خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب (براساس شاخص دومارتن و نقشه پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی ایران انجام شد (شکل ۱). شرط اصلی در انتخاب سه منطقه با اقلیم مشخص، غالبیت مواد مادری بازالت متعلق به دوران ائوسن بوده است.



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه

طبق فرضیه تحقیق این سنگ‌های مادری فاقد کربنات هستند و مواد آلی و کربنات موجود در خاک‌های تشکیل شده بر روی این سنگ‌ها در طی زمان به خاک افزوده شده‌اند و کاملا تحت تاثیر فرآیندهای خاک‌ساخت (پدوژنیک) ایجاد شده‌اند. منطقه خشک مورد مطالعه در استان البرز، شهرستان اشتهارد، عرض جغرافیایی ´۴۲ تا ´۴۱ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی۲۷ تا ´۲۶ °۵۰ شرقی، منطقه نیمه‌خشک در استان قزوین، شهرستان قزوین (روستای آلولک) با عرض جغرافیایی ´۲۷ تا ´۲۶ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۳ تا ´۲ °۵۰ شرقی و منطقه نیمه مرطوب در استان گیلان، شهرستان رودبار (منطقه توتکابن) با عرض جغرافیایی ´۵۲ تا ´۵۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ´۳۶ تا ´۳۲ °۴۹ شرقی واقع شده‌اند. وسعت تقریبی نمونه‌برداری شده در هر منطقه ۵۰۰ هکتار می‌باشد که دارای پوشش مرتعی و خصوصیات ژئومورفولوژیکی (شیب، جهت و شدت پستی و بلندی) مشابه هستند. بارندگی متوسط سالیانه در منطقه خشک ۱۳۷/۷ میلی‌متر و رژیم رطوبتی- حرارتی اریدیک تیپیک- ترمیک (Typic Aridic-Thermic)، در منطقه نیمه خشک ۳۱۱/۲ میلی‌متر و رژیم رطوبتی- حرارتی زریک خشک- ترمیک (Dry Xeric-Thermic) و در منطقه نیمه‌مرطوب ۳۹۰/۷ میلی-متر و رژیم رطوبتی زریک تیپیک- مزیک (Typic Xeric) می‌باشد (USDA-NRCS, 2012b). تعداد ۲۷ خاکرخ (۹ خاکرخ از هر منطقه) براساس روش‌های استاندارد (USDA-NRCS, 2012a) و رده‌بندی خاک‌ها نیز براساس رده‌بندی آمریکایی (Soil Survey Staff, 2014) صورت گرفت. خصوصیات فیزیک-شیمیایی شامل بافت، pHe و ECe (Carter and Gregorich, 2008)، کربن آلی و درصد کربنات کلسیم معادل (CCE) تعیین گردیدند (Sparks, 1996). برای تعیین مقادیر عناصر و اکسیدهای آنها از روش XRF استفاده شد. مقدار ۴ گرم خاک (کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر) و یا سنگ آسیاب شده (کوچکتر از ۱۰۰ میکرومتر) با ۰/۹ گرم موم (Hoescht wax) کاملاً مخلوط شده و تحت فشار ۱۵ تن بر مترمربع به قرص‌هایی با قطر ۳۲ میلی‌متر تبدیل و با استفاده از دستگاه XRF (Spectro XEPOS) غلظت کل عناصر اندازه‌گیری گردید. مطالعات میکرومورفولوژی در مقاطع تهیه شده از نمونه‌های دست نخورده به ابعاد ۹×۶ سانتی‌متر و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان Olympus BX52 تشریح و تصویر برداری شد.

نتایج و بحث

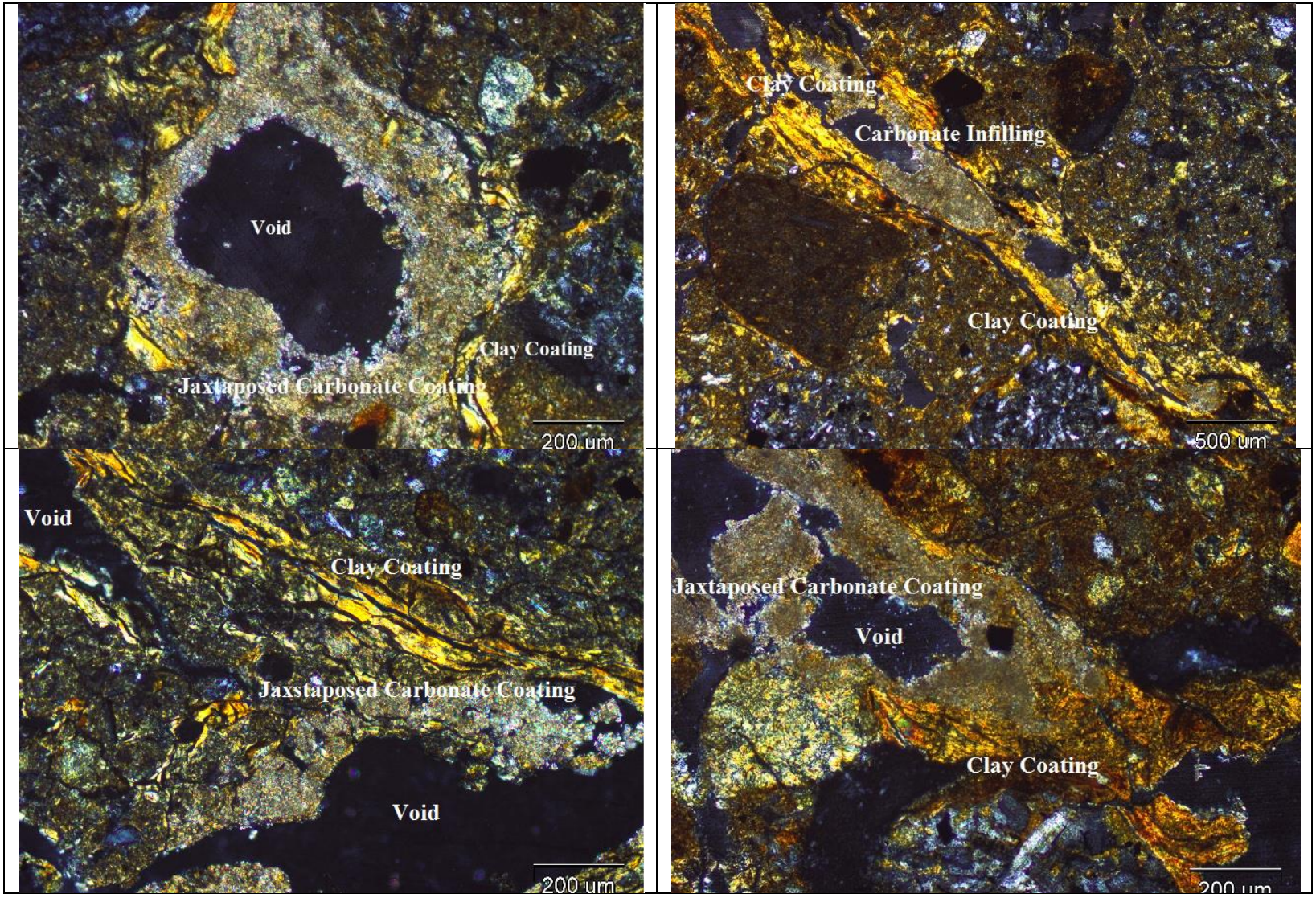
خاک‌های مناطق خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب بر اساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده رده‌بندی شدند (جدول ۱). همانگونه که مشاهده می‌شود در تشریح و رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه هیچگونه تغییری در مواد مادری و انقطاع سنگی مشهود نمی‌باشد.

جدول ۱- رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در سه منطقه خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب

منطقه	رده‌بندی خاک بر اساس: Soil Survey Staff, 2014
خشک	1- Clayey-skeletal, smectitic, thermic Typic Haplocalcids
نیمه خشک	1- Fine, smectitic, thermic Typic Xerorthents 2- Fine, smectitic, thermic Calcic Haploxerolls 3- Fine, mixed, active, thermic Typic Haploxeralfs
نیمه مرطوب	1- Fine loamy, mixed, active, mesic Typic Calcixerepts 2- Fine, smectitic, mesic Typic Calcixerolls 3- Fine, smectitic, mesic Vertic Haploxeralfs

بر خلاف نتایج به دست آمده از مطالعات صحرایی و تشریح پروفیل‌های مطالعه شده که نشان‌دهنده عدم وجود انقطاع در نوع مواد مادری می‌باشد، نتایج به دست آمده از آنالیز عناصر به روش XRF نشان می‌دهند که تغییرات درصد اکسیدهای عناصر با عمق روند نامنظمی دارند (جدول ۲). به نحویکه در شرایط طبیعی انتظار می‌رود SiO_2 و Al_2O_3 در افق‌های فوقانی کمتر از افق‌های زیرین و سنگ بستر باشد. در صورتی که مقادیر تعیین شده حاکی از آن هستند که افق‌های فوقانی پروفیل‌ها مقادیر بیشتری از این عناصر را دارا می‌باشند که در قسمت میانی پروفیل‌ها کاهش پیدا کرده و سپس در سنگ بستر به حداکثر خود می‌رسند. این شواهد موید افزایش رسوبات بادی به سطح خاک و سپس نفوذ آن به لایه‌های زیرین می‌باشد. جدول ۲ روند تغییرات اکسیدهای غالب تشکیل دهنده خاک‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. اکسیدهای اغلب عناصر مورد مطالعه روند غیر متعارفی را نشان می‌دهند که تاثیرگذاری رسوبات بادی در طی زمان طولانی را اثبات می‌نمایند. جهت اثبات این موضوع مطالعات تکمیلی میکرومورفولوژی خاک با تهیه مقاطع نازک از نمونه‌های دست نخورده انجام و نتایج به دست آمده تغییرات نامشهود در مواد مادری و پلی‌ژنتیک بودن خاک‌های مورد مطالعه را اثبات نمود.

در مقاطع مورد مطالعه پوشش‌های رسی فراوانی مشاهده گردید که با پوشش‌ها و پرشدگی‌های کربنات‌های پدوژنیک به صورت مجاور (Jaxtaposed) قرار دارند (شکل ۲). بر اساس اصول حاکم بر فرایندهای خاکسازی انتقال رس در حضور کربنات‌ها که موجب فلوکوله شدن خاک می‌شوند میسر نمی‌باشد. همچنین با توجه به اینکه سنگ مادر اولیه خاک‌های مطالعه شده بازالت بوده است لذا کربنات‌ها نمی‌توانند از سنگ مادری اولیه حاصل شده باشند. بنا بر این تشکیل پوشش‌های رسی مربوط به دوره‌ای مرطوب‌تر و قبل از تشکیل پوشش‌های کربناتی صورت گرفته است. و با توجه عدم وجود لایه‌های رسوبی تخریبی یا شیمیایی در مناطق مورد مطالعه، تنها منشا آنها رسوبات بادی (Aerosol) می‌تواند باشد که در دوره‌های درازمدت بر سطوح این اراضی نهشته شده و ضمن تغییر در نحوه توزیع مواد مادری این خاک فرایندهای تشکیل این خاک‌ها را تحت تاثیر قرار داده‌اند.



شکل ۲- مقاطع میکرومورفولوژیکی منطقه خشک و نیمه خشک موید پوشش کربنات بر روی پوشش‌های رسی و منشا رسوبات بادی کربنات‌ها و سایر ترکیبات

جدول ۲- درصد برخی اکسیدهای اصلی خاک و سنگ مادر در نمونه‌های مورد بررسی

Horizon	Depth cm	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO*	MgO	K2O	Na2O	TiO2
		%							
خاکرخ ۳									
A	0-22	55.85	14.96	5.63	2.37	3.60	2.94	1.11	0.84
Bw	22-45	56.35	17.23	6.41	1.39	3.78	3.41	0.85	0.83
R	> 45	74.04	14.9	1.27	1.01	0.21	6.36	1.36	0.18
خاکرخ ۵									
A	0-15	55.84	15.44	5.76	2.33	3.75	3.19	0.95	0.86
Bk1	15-40	41.32	13.67	5.35	6.58	3.50	2.87	0.47	0.60
Bk2	40-70	37.34	12.21	4.39	8.64	3.12	2.53	0.42	0.52
R	> 70	67.59	15.58	1.24	2.96	0.31	6.72	0.51	0.20
خاکرخ ۱۳									
A	0-14	49.9	15.8	7.29	2.82	3.59	2.68	0.90	0.86
Bk1	14-35	49.01	16.11	5.75	2.84	2.01	2.47	0.75	0.82
Bk2	35-80	38.96	13.35	3.98	7.89	1.15	1.91	0.73	0.65
R	> 80	42.06	14.19	6.31	15.78	1.50	2.31	2.25	0.95
خاکرخ ۱۷									
A	0-15	57.12	15.03	5.80	1.53	2.60	2.68	0.70	0.89
Bt	15-45	49.51	15.19	6.38	3.51	3.31	2.28	0.41	0.75
Btk	45-80	40.37	11.75	5.21	7.31	2.86	1.77	0.53	0.64
Bk	80-110	36.02	10.33	4.65	9.49	2.61	1.57	0.52	0.58
R	> 110	55.91	17.69	1.90	7.90	0.36	3.80	0.44	0.30
خاکرخ ۲۰									
A	0-45	44.08	12.29	5.79	4.19	2.96	1.90	0.52	0.82
Bk1	45-120	43.52	12.17	5.73	5.25	2.91	1.89	0.56	0.82
Bk2	120-200	36.22	10.1	4.95	7.08	2.57	1.51	0.52	0.67
R	> 200	52.93	17.44	8.64	8.07	4.10	1.54	2.77	0.94
خاکرخ ۲۳									
A	0-21	43.09	13	6.63	5.07	3.44	1.58	0.75	0.88
Bk1	21-90	43.71	13.06	6.36	4.63	3.35	1.69	0.66	0.84
Bk2	90-160	42.12	12.57	6.15	5.77	2.99	1.61	0.58	0.83

*CaO: بیانگر CaO موجود در کانی‌های سیلیکاته (مقدار CaO در شکل کربنات کلسیم محاسبه شده و از مقدار کل CaO کم می‌گردد و در نهایت مجددا تمام عناصر از ۱۰۰ درصد محاسبه می‌گردند) *اختلاف مجموع درصد وزنی عناصر تا ۱۰۰ را عناصر سبک مانند اکسیژن، هیدروژن، کربن و ترکیبات آن‌ها (CO_2، OH و H_2O) (LOI) تشکیل می‌دهد

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده نشان دهنده آن است که علیرغم اینکه خاک‌های مورد مطالعه به صورت بر جا و بر روی سنگ بستر بازالت تشکیل شده‌اند و انتظار می‌رود روند تکاملی مشخصی را داشته باشند و افق‌های فوقانی بیش از افق‌های تحتانی از عناصر و ترکیبات متحرک تخلیه شده باشند ولی در عمل چنین نیست. مطالعه ژئوشیمیایی و میکرومورفولوژیکی خاک‌ها پلی‌ژنتیک بودن این خاک‌ها را از نظر نوع مواد مادری اثبات می‌نماید. این مسئله سابقه تاریخی دراز مدت رسوبات بادی را در منطقه اثبات می‌کند و نشان می‌دهد سرزمین البرز مرکزی در طول تاریخ از رسوبات بادی به شکل آئروسول تاثیر پذیرفته است. این مسئله از نظر تغییرات در وضعیت حاصلخیزی و تغییرات اقلیمی منطقه بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

منابع

Amundson R. (2005) Soil Formation. In: Surface and ground water, weathering, and soils. (Ed. J. I. Drever) Elsevier. Oxford.

Banwart, S. A., Chorover, J., Gaillardet, J., Sparks, D. , , White, T., Anderson, S., Aufdenkampe, A., . . . and Ragnarsdottir, K. V. (2013). Sustaining Earth's Critical Zone Basic Science and Interdisciplinary Solutions for Global Challenges (pp. 48). University of Sheffield, United Kingdom University of Sheffield.

Brantley, S., White, T. S., White, A. F., Sparks, D., Richter, D., Pregitzer, K., . . . Amundson, R. (2006). Frontiers in Exploration of the Critical Zone: Report of a workshop sponsored by the National Science Foundation (NSF) (pp. 30).

Brimhall G. H., Lewis C. J., Ford C., Bratt J., Taylor G., and Warren O. (1991) Quantitative geochemical approach to pedogenesis: importance of parent material reduction, volumetric expansion, and eolian influx in laterization. Geoderma 51, 51–91.

Caner, L., Radtke, L. M., Vignol-Lelarge, M. L., Inda, A. V., Bortoluzzi, E. C., & Mexias, A. S. (2014). Basalt and rhyo-dacite weathering and soil clay formation under subtropical climate in southern Brazil. *Geoderma., 235*, 100-112.

Chadwick O. A. and Davis J. O. (1990) Soil-forming intervals caused by eoloian sediment pulses in the Lahontan basin, northwestern Nevada. Geology 18, 243–246.

Chorover, J., Amistadi, M. K., & Chadwick, O. A. (2004). Surface charge evolution of mineral-organic complexes during pedogenesis in Hawaiian basalt. *Geochim. Cosmochim. Acta. , 68*(23), 4859-4876.

Dessert, C., Dupré, B., Gaillardet, J., François, L. M., & Allegre, C. J. (2003). Basalt weathering laws and the impact of basalt weathering on the global carbon cycle. *Chem. Geol., 202*(3), 257-273.

Griffin D. W., Kellogg C. A., Garrison V. H., and Shinn E. A. (2002) The global transport of dust. Am. Sci. 90, 228–235.

Nael, M., Khademi, H., Jalalian, A., Schulin, R., Kalbasi, M., & Sotohian, F. (2009). Effect of geo-pedological conditions on the distribution and chemical speciation of selected trace elements in forest soils of western Alborz, Iran. *Geoderma., 152*(1-2), 157-170. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.06.001

Rasmussen, C., Dahlgren, R. A., & Southard, R. J. (2010). Basalt weathering and pedogenesis across an environmental gradient in the southern Cascade Range, California, USA. *Geoderma., 154*(3-4), 473-485. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.05.019

Stoops G., Marcelino V. and Mees F., (2010) Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. Elsevier.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Dust, Environmental Problems and Controlling Methods

Geochemical and Micromorphological Evidences of Dust in Developed Basaltic Soils in the Middle Alborz

Heidari[*1], A., Raheb[2], A.R.,

[1] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agricultural Engineering and Technology University of Tehran, Iran

[2] PhD., Soil Science Department, Faculty of Agricultural Engineering and Technology University of Tehran, Iran

Abstract

Volcanic activity has affected vast areas of Iran, and volcanic rocks are the source of the origin of many soils. However, wind deposits and dust have affected the formation of soil in many of these areas without any sediment or morphological features. In this study, using geochemical and micromorphological analyzes, it has been proven that despite the general impression that even soils formed on igneous rocks are affected by dust, polygenetic soils in terms of maternal materials The central part of Alborz is composed. This suggests that dust has a long history of quaternary geological period, and is a phenomenon that needs to be considered in various environmental studies, including soil studies.

Keywords: Geochemistry, Micromorphology, Polygenetic soils, Weathering, Aerosol

[*] Corresponding author, Email: ahaidari@ut.ac.ir