بررسی نقش تجمعات آهن و منگنز در انباشت سرب در خاک‌های تحت تاثیر شرایط اکسید و احیا

محمدجواد محبی صادق[*1]، احمد حیدری[2]، فریدون سرمدیان[2]، غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی[2]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

2-به ترتیب استادیار و دانشیاران گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

*آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: mjmohebbi@ut.ac.ir

چکیده

4 افق از سه پروفیل خاک با رده‌بندی Oxyaquic Paleudalfs حاوی تجمعات آهن و منگنز به منظور بررسی نقش این تجمعات بر میزان انباشت سرب در مقایسه با ماتریکس خاک مطالعه شد. نتایج نشان داد که متوسط ضرایب غنی شدن (K) آهن کل (Fe_t)، آمورف (Fe_o) و اکسیدهای آهن آزاد (Fe_d) در تجمعات به ترتیب 1/21، 2/28 و 1/44 می‌باشند. ضریب غنی‌شدن منگنز کل (Mn_t) نسبت به ضرایب غنی شدن اشکال مختلف آهن در تجمعات بزرگتر است که به دلیل تحرک بیشتر آن در خاک می‌باشد. ضریب غنی شدن سرب در تجمعات آهن و منگنز بین 3/45 تا 7/24 بود که توانایی این تجمعات را در انباشت سرب نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: تجمعات آهن و منگنز، سرب، ضریب غنی شدن، ماتریکس خاک.

مقدمه

خاک به طور ذاتی دارای ظرفیت و توانایی خود پالایی است. مطالعه فرایندها و پدیده‌هایی که میزان فلزات سنگین را درخاک تنظیم می‌کنند برای حفظ پایداری خاک ضرورت دارد. یکی از فرایندهای جذب و انباشت فلزات سنگین در خاک تشکیل تجمعات اکسید و احیایی آهن و منگنز است. تجمعات آهن و منگنز از فعال‌ترین میکروزون‌های خاک هستند که برهمکنش‌های بسیاری با ریشه گیاه، محلول خاک و هوای محیط خاک دارند و در نتیجه در حرکت و تجمع بسیاری از عناصر و مواد در خاک موثر می‌باشند (Haung et al., 2008). تجمعات آهن و منگنز از هر دو دیدگاه پیدایش خاک و محیط زیست مورد توجه می‌باشند. تجمعات آهن و منگنز در بسیاری از خاک‌های با زهکش داخلی ضعیف یافت می‌شوند، بنابراین می‌توانند به عنوان شاخصی برای شناسایی شرایط هیدرومورفی خاک تلقی شوند. علاوه بر این خصوصیات تجمعات آهن و منگنز به فرایندهای هوازدگی بستگی دارند و این امر می‌تواند نحوه پیدایش خاک را به خوبی نشان دهد (Gasparatos, 2004).

مطالعات توانایی بالای تجمعات آهن و منگنز را در جذب بسیاری از عناصر سنگین نشان داده‌اند و در برخی از آنها تجمعات آهن و منگنز به عنوان مواد اولیه‌ای برای کنترل فلزات سنگین در خاک مورد توجه قرار گرفته‌اند (Palumbo et al., 2001).

تجمعات آهن و منگنز در مقایسه با ماتریکس خاک میزان بیشتری از فلزات سنگین را در خود ذخیره می‌کنند (Tan et al., 2006 ; Palumbo et al., 2001). بسیاری از فلزات سنگین مثل Cu, Ni, Pb و ... می‌توانند در تجمعات آهن و منگنز انباشته شوند. غلظت سرب در نودول‌های آهن و منگنز تا 2500mg/kg نیز گزارش شده است (Tan et

al., 2006). این تجمعات به عنوان یک مخزن برای عناصر سنگین عمل می‌کنند و تحت شرایط احیایی می‌توانند مقادیر زیادی از این عناصر را آزاد کنند که از لحاظ زیست محیطی بسیار مورد توجه می‌باشد (Tan et al., 2006).
مطالعات در مورد عناصر سنگین کمتر به پراکنش و غلظت نقطه‌ای عناصر سنگین توجه کرده‌اند. هدف از این مطالعه بررسی نقش تجمعات آهن و منگنز در پراکنش و انباشت سرب (Pb) و مقایسه غلظت آن نسبت به ماتریکس خاک می‌باشد.

مواد و روشها

این مطالعه در جنگل خیرودکنار نوشهر بین '27 °36 تا '40 °36 عرض شمالی و'32 °51 تا '43 °51 طول شرقی انجام شد. در این مطالعه 4 افق حاوی تجمعات آهن و منگنز از 3 پروفیل با رده‌بندی Oxyaquic Paleudalfs مورد بررسی قرار گرفت. تجمعات آهن و منگنز و خاک مجاور با دقت از هم جدا شدند و بر روی هر کدام آزمایش‌هایی شامل: استخراج آهن (Fe_t) و منگنز (Mn_t) و سرب کل (Pb_t) با روش هضم توسط اسید نیتریک ، استخراج آهن آمورف (Fe_o) با اگزالات آمونیوم (McKeague & Day, 1966) و اکسیدهای آهن آزاد (Fe_d) با دی‌تیونات- سیترات- بیکربنات (Mehra & Jackson, 1960) انجام شد. غلظت عناصر استخراج شده به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. ضریب غنی شدن(K) برای عناصر به صورت زیر تعریف گردید :

$$K = Cn / Cs \qquad [1]$$

که در آن Cn غلظت عناصر در تجمعات و Cs غلظت عناصر در ماتریکس خاک می‌باشد. همچنین آزمایش‌های معمول فیزیکی و شیمیایی بر روی پروفیل‌های خاک انجام شد. برای بررسی خصوصیات کانی‌شناسی تجمعات آهن و منگنز، پس از جداسازی تجمعات و عبوردادن از الک 40 مش، از دستگاه تفرق اشعه ایکس زیمنس مدل D5000 با اشعه $CuK\alpha$ (λ =1/5409 آنگستروم) در ولتاژ 30 کیلو ولت و شدت جریان 30 میلی آمپر استفاده شد.**نتیجه‌گیری**
برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پروفیل های خاک در جدول1 ذکر شده است.

جدول1-خصوصیات شیمیایی وفیزیکی پروفیل های مطالعه شده

پروفیل	افق	عمق cm	Clay	Silt	Sand	CEC Cmolc/kg	OC %	EC dS/m	pH
				%					
	A_1	0-20	44	40	16	21/9	2/22	0/33	7/05
	A_2	20-40	50	40	10	22/6	1/78	0/378	7/35
P1	EB	40-115	62/5	27/5	10	17/4	0/66	0/454	7/57
	B_{tg1}	115-130	70	22/5	7/5	28/5	0/44	0/343	7/21
	B_{tg2}	130-150	75	17/5	7/5	30	0/22	0/337	7/96
	A	0-20	38	48	14	21/4	2/68	0/576	7/18
P2	Bt	20-70	65	25	10	21/7	0/48	0/346	7/25
	Btg	70-110	62/5	30	7/5	27/9	0/44	0/305	7/7
	A	0-15	38	42	20	25/5	3	0/434	7/11
	EB	15-50	50	35	15	20/7	0/66	0/304	7/57
P3	B_{tg1}	50-80	65	27/5	7/5	21/2	0/44	0/32	7/11
	B_{tg2}	80-115	70	20	10	26	0/22	0/34	7/61
	B_{tg3}	115-130	75	20	5	25/7	0/178	1/018	7/5

نتایج کانی‌شناسی پودری تجمعات آهن و منگنز نشان‌دهنده غالبیت کانی‌های آهن دار لپیدوکروسایت، فری هیدرات وگوتایت و کانی‌های منگنز بیرنسایت و پیرولوسیت می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد میانگین غنی شدن آهن کل در تجمعات 1/21 و میانگین غنی شدن منگنز کل 13/16 است (جدول2). منگنز به دلیل پتانسیل اکسیداسیون بالاتر در مقایسه با آهن دارای تحرک بیشتری در خاک است، این خاصیت می‌تواند غنی شدن بیشتر منگنز را نسبت به آهن توجیه کند(Haung et al., 2008). ضریب غنی‌شدن سرب، بین 3/45- 7/24 و میانگین 4/53 می‌باشد که بیانگر توانایی تجمعات در جذب سرب است (جدول2). اکسیدهای آهن و منگنز دارای سطح ویژه بالا و هم چنین بار وابسته pH هستند که در pH های معمول خاک بار منفی داشته و توانایی خوبی برای جذب عناصر کاتیونی نشان می‌دهند. همچنین تجمعات آهن و منگنز حالت لایه‌ای دارند که ناشی از تفاوت در پتانسیل اکسید و احیایی آهن و منگنز است که از عناصر اصلی تشکیل‌دهنده تجمعات هستند. این مسئله نشان‌دهنده آن است که تجمعات دارای شکل‌گیری دوره‌ای بوده و سرعت رشد کمی دارند این فرایند شکل‌گیری منجر به دام افتادن فلزات سنگین در میان لایه‌های آهن و منگنز و جداسازی فلزات سنگین از محیط می‌شود (Gasparatos,2004). Fe_o و Fe_d به ترتیب میانگین ضریب غنی شدن 2/28 و 1/44 را نشان می‌دهند (جدول2). نسبت Fe_o/Fe_d در تجمعات در مقایسه با ماتریکس خاک میزان بیشتری دارد (جدول2). بالاتر بودن این نسبت در تجمعات وجود بیشتر مواد آلی و رطوبت بالاتر را در آنها نشان می‌دهد، هم چنین نشان دهنده میزان بیشتر ساختارهای آمورف در تجمعات است که دارای سطح ویژه بالا هستند و این امر فرصتی را برای قرارگیری فلزات سنگین در این ساختارها فراهم می‌کند، مجموع این عوامل وضعیت مطلوبی را برای جذب و انباشت فلزات سنگین از جمله سرب به وجود می‌آورد (Haung et al., 2009).

جدول2-مقایسه خصوصیات تجمعات و ماتریکس خاک

پروفیل	افق	نمونه و ضریب غنی شدن	Fe_t	Mn_t	Fe_o	Fe_d	Pb_o (mg/kg)	Fe_o/Fe_d
			(g/kg)					
P1	B_{tg1}	خاک	39	0/4	3/5	13	16/3	0/27
		تجمعات	54/3	4/4	11	29	67	0/38
		k	1/39	11	3/14	2/23	4/11	-
P2	B_{tg}	خاک	41/4	0/3	5/3	24	6/9	0/22
		تجمعات	50	4/5	11	32/5	34	0/34
		k	1/2	15	2/07	1/35	4/93	-
P3	B_{tg1}	خاک	39/5	0/45	4/3	19	14/72	0/22
		تجمعات	42	4/46	6	22	50/8	0/28
		k	1/06	9/9	1/39	1/15	3/45	-
	B_{tg2}	خاک	41/2	0/15	2/4	29	7/5	0/08
		تجمعات	49	3/5	7/4	39	54/3	0/19
		k	1/18	23/4	3/08	1/35	7/24	-
میانگین		خاک	40/28	0/32	3/87	21/25	11/35	0/19
		تجمعات	48/83	4/21	8/85	30/62	51/52	0/29
		k	1/21	13/16	2/28	1/44	4/53	-

از طرف دیگر سرب نیز تمایل زیادی را برای جذب شدن به سطوح اکسیدهای آهن و منگنز نشان می‌دهد. تمایل سرب برای جذب بسیار بالا توسط اکسیدهای منگنز بیوژنیک گزارش شده است که آن را به تشکیل کمپلکس‌های قوی بر روی این ترکیبات نسبت می‌دهند (Miyata et al.,2004)، همچنین در مقایسه با دیگر عناصرسنگین، سرب ثابت هیدرولیز اول (pK_1) کوچکتری دارد که جذب آن را توسط اکسیدهای آهن-منگنز تسهیل می‌کند (Tan et al., 2005).

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تجمعات آهن و منگنز در مقایسه با ماتریکس خاک دارای توانایی بیشتری در جذب سرب می‌باشند. این امر نشان می‌دهد تجمعات آهن و منگنز می‌توانند تاثیر بسزایی در پراکنش سرب در خاکهای تحت تاثیر شرایط اکسید و احیایی داشته باشند. با مطالعات بیشتر بر روی شرایط پیدایشی تجمعات و مکانیسم‌های جذب فلزات سنگین توسط آنها شاید بتوان در آینده از این تجمعات به منظور کنترل غلظت فلزات سنگین از جمله سرب استفاده کرد.

منابع

Gasparatos D, Tarenidis D, Haidouti C, Oikonomou G, 2005. Microscopic structural Fe-Mn nodule : environmental impilication.Envi chem 2:175-178.

Huang L, Hong J, Tan W, Hu H, Liu F, Wang M, 2008. Characteristics of micromorphology and element distribution of iron-manganese cutan in typical soils of central china. Geoderma146:40-47.

Huang L, Liu F, Tan W, Hu H, Wang M, 2009.Geochemical characteristics of selected element in iron-manganese cutan and matrices of alfisol in central china. JGE 103: 30-36.

Miyata N, Tani Y, Sakata M, Iwahori K,2004. Microbial manganese oxide formation and intract ion with toxic metal. Jbb 104: 1-4.

Palumbo B, Ballanca A, Neri R, Roe M.J, 2001. Trace metal partitioning in Fe-Mn nodules fro m Silian soil, Italy. Chemical Geology 173: 257-269.

Tan W, Liu F, Feng X, Huang Q, Li X, 2005.Adsorption and redox reactions of heavy metals on Fe–Mn nodules from Chinese soils. Journal of Colloid and Interface Science 284: 600-605.

Tan W, Liu F, Li Y, Hu H, Huang Q, 2006. Elemental Composition and Geochemical Characte ristics of Iron-Manganese Nodules in Main Soils of China. Pedosphere 16:72-81.