

تأثیر ژئومرفولوژی بر نمودهای خاکساختی آهک در برخی خاکهای جنوب شهرستان اهر

مسلم ثروتی^{1*}، علی اصغر جعفرزاده²، احمد حیدری³ و فرزین شهبازی⁴

تاریخ دریافت: 88/9/3 تاریخ پذیرش: 89/2/15

1- دانشجوی دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- 4، 2 - استاد و استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- 3- استادیار، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران

* مسئول مکاتبه: E-mail: moslemservati@gmail.com

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، تجمع آهک یکی از ملاکهای مهم در ارزیابی میزان تحول، سن و رده بندی خاک و نیز تناسب اراضی است. در این تحقیق ویژگی های نمودهای خاکساختی آهکی در دو لندفرم پدیمنت و دشت سیلابی واقع در جنوب شهرستان اهر با استفاده از مقاطع میکروسکوپی مطالعه و نمودهای کربناتی خاکساختی در هر دو لندفرم، تحت تأثیر فرآیندهای خاکساختی با نقش بارز موجودات زنده به دلیل تولید گاز دی اکسید کربن و خشک و تر شدن فابریک خاک گزارش شده است. همچنین میکروکریستال های آهک در خاکرخی های دشت سیلابی نشان دهنده جوان تر بودن آنها نسبت به خاکرخی های پدیمنت بوده و حضور سخت دانه های آهکی زرد رنگ در این خاکرخی ها با بی فابریک کریستالیتیک مؤید تأثیر فرآیندهای خاکساز می باشد. سخت دانه های آهکی قهوه ای رنگ در خاکرخی های لندفرم پدیمنت بیشتر نشان دهنده حالت ارثی آنها بوده که همراه با نمودهای خاکساختی قابل مشاهده است که از بالا به پایین و با افزایش عمق بر مقادیر آنها افزوده می شود، بطوریکه این نمودهای خاکساختی در لندفرم دشت سیلابی به طور نامنظم در طول خاکرخی پراکنده شده اند.

واژه های کلیدی: پدیمنت، دشت های سیلابی، سخت دانه های آهک، کریستالیتیک، میکروکریستال ها

Impact of Geomorphology on Carbonate Pedofeatures in the Soils from South of Ahar, Iran

M Servati^{1*}, AA Jafarzadeh², A Heydari³ and F Shahbazi⁴

Received: 30 May 2009 Accepted: 5 May 2010

¹ PhD Student, Soil Science Department, University of Tabriz, Iran

^{2,4} Prof. and Assist. Prof., Soil Science Department, University of Tabriz, Iran

³ Assist. Prof., Soil Science Department, University of Tehran, Iran

*Corresponding author E-mail: moslemservati@gmail.com

Abstract

Carbonate accumulation is an important criterion for soil evaluation and classification in arid and semi-arid regions. In this study, characteristics of carbonate pedofeatures at two different landforms of floodplain and pediment were studied using micromorphological techniques. Inherited carbonate features in both landforms are affected by soil forming processes with obvious role of bio-organisms due to either CO₂ evolution or drying and wetting of soil fabric. Carbonate microcrystallines in soil profiles of the floodplain indicated that these soils are apparently younger than the soils forming on the pediment. Pediment soils show yellowish carbonate concretions with crystallitic b-fabric which indicate soil forming processes impacts. On the other hand, brownish carbonate concretions, which increase from upper to lower parts, in pediment soils indicate that they are probably inherited from parent material. But these features show an irregular pattern in soil profiles of floodplain.

Keywords: Carbonate concretions, Crystallitic, Flood plains, Microcrystallines, Pediment

مقدمه

را نشاندهنده خشکتر شدن اقلیم در مراحل بعدی گزارش کردند. قازانجایی و همکاران (1384) ویژگی‌هایی از جمله آهک سوزنی و سیتومورفیک¹ با منشاء بیولوژیک را شواهدی از دوره‌های گرم و مرطوب با شرایط مساعد اقلیمی گزارش کردند، در حالیکه رسوبگذاری لرها معرف شرایط آب و هوای خشکتری هستند. خرمالی و همکاران (2003) نیز پندانتها² را یکی از مشخصات اقلیم مرطوب گذشته عنوان کردند. تشکیل تجمعات کربناته³

تجمع آهک در خاکها در صورتیکه با روش‌های صحیح و دقیق اندازه‌گیری شود، معیار مطمئنی برای شناسایی خاکها به شمار می‌آید. در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، شستشو و تجمع آهک از مهمترین فرآیندهای خاکساختی به شمار می‌آیند. همچنین ارتباط تنگاتنگ بین تکامل خاک و انواع نموده‌های خاکساختی اثبات شده است (مرموت و پیچ 1971، جعفرزاده 1375 الف، 1375 ب، 1988 و جعفرزاده و برنهام 1992). ایوبی و همکاران (1385) انتقال گچ و آهک ثانویه روی پوسته‌های رسی

¹ Cytomorphic

² Pendant

³ Carbonate accumulation

(شازل و همکاران 1996). با علم بر اهمیت موضوع میکرومرفولوژی در شناسایی نوع فرایندهای غالب خاکساختی، مطالعات مقاطع میکروسکپی جهت تعیین ویژگیهای کیفی لازم می‌باشد. در این تحقیق اثر لندفرمهای مختلف فیزیوگرافی در تشکیل انواع نمودهای خاکساختی آهکی با استفاده از میکرومرفولوژی بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات اقلیمی

منطقه مورد مطالعه واقع در جنوب شهرستان اهر در استان آذربایجان شرقی، از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی به روش دو مارتن دارای آب و هوای نیمه‌خشک و به روش آمبرژه دارای آب و هوای نیمه‌خشک سرد می‌باشد. معدل حداکثر درجه حرارت $16/3$ و معدل حداقل آن $5/3$ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش 20 ساله آن $294/4$ میلیمتر می‌باشد. بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی کشور (بنایی 1377)، رژیم رطوبتی و حرارتی منطقه مورد مطالعه به ترتیب زیریک و مزیک می‌باشد که به عنوان نمونه‌ای از رژیم آب و هوایی مدیترانه‌ای با زمستانهای سرد و تابستانهای خشک است. در این رژیم، رطوبت حاصله در اثر نزولات آسمانی زمانی حاصل می‌گردد که به علت پائین بودن درجه حرارت میزان تبخیر و تعرق حداقل بوده و این امر سبب شستشو می‌گردد. شکل 1 منحنی آمپروتیک منطقه را برای 20 سال اخیر نشان می‌دهد که با استفاده از نرم افزار CDBm در سیستم میکرولیز ترسیم شده است (شهبازی 1387).

در مناطق خشک و نیمه‌خشک در اثر انحلال، انتقال و رسوب مجدد کربناتهایی می‌تواند انجام گیرد که یا در مواد مادری خاکها حضور دارند و یا منتقل شده از واحدهای دیگر هستند (افتخاری و محمودی 1380 و بلنک و فاسبرگ 1990). تشخیص تجمعات کربناته از نظر کمی، عمق تجمع و ضخامت خاک محتوی اینگونه عوارض، ملاک معتبری جهت تشخیص برخی فرایندهای خاکسازی و در نتیجه شناسایی افق‌های مشخصه کلسیک¹ و پتروکلسیک² است که در رده‌بندی جامع خاک آمریکایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (رانسوم و بیدول 1990).

در بسیاری از خاکها نشانه‌های مختلفی برای شناسایی انواع آهک اولیه و ثانویه استفاده می‌شود. اگر توده زمینه آهک زدایی³ شده باشد، پرشدگی‌های آهک میکریتی⁴ به رسوبات آهک فوقانی نسبت داده می‌شود که نتیجه سنگی شدن هستند (مصدق و همکاران 1999). مطالعات گیوی (1375) نشان داد که نقش هر دو نوع آهک ثانویه در مدیریت خاک یکسان می‌باشند که این آهک‌های ثانویه می‌توانند از انحلال و رسوب مجدد درجای⁵ آهک اولیه و یا از شستشوی آهک لایه فوقانی و تجمع آن در لایه‌های زیرین حاصل شوند.

بافت خاک یکی از عوامل تعیین کننده در تجمع آهک محسوب می‌شود که در خاکهای سنگریزه‌دار شناسایی این نمودهای خاکساختی آسانتر است (جیل و همکاران 1965). خرمالی و ابطی (1384) نیز بافت خاک و رطوبت قابل استفاده را مهمترین عوامل کنترل کننده نوع و فراوانی نمودهای خاکساختی آهک گزارش کردند. منافی و همکاران (1388) نیز آب حاصل از آبیاری و شرایط رطوبتی مناسب را جهت تشکیل کلسیت سوزنی شکل مؤثر دانستند.

در خاکهای تکامل یافته، کلاکهای لایه‌لایه کالچ⁶ و کالکریت⁷ به عنوان مشخصه کربنات انتقال یافته می‌باشد

¹ Calcic

² Petrocalcic

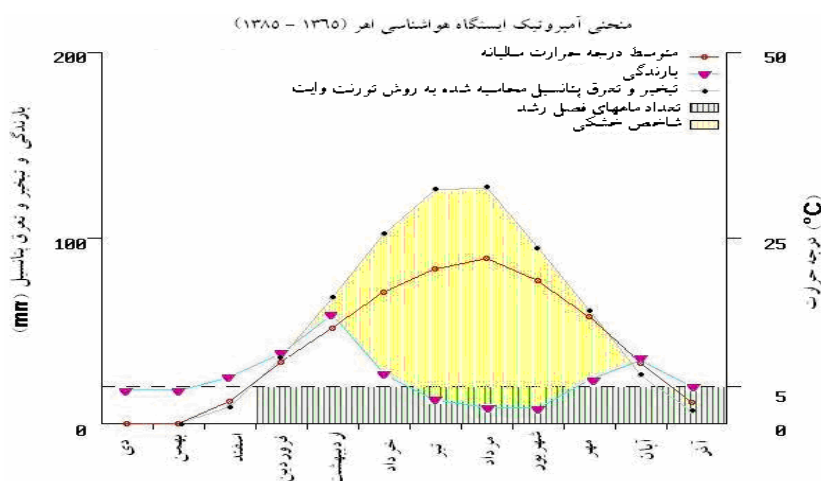
³ Decalcification

⁴ Micritic

⁵ In situ

⁶ Collige

⁷ Calcrete



شکل 1- منحنی آمبروتیک منطقه مورد مطالعه (شهبازی 1387)

نمونه برداری و انجام آزمایشات

قطره سیکلوهگزان پراکسید³ در دستگاه خلاء تلقیح و در دمای آزمایشگاه خشک و سخت گردید. سپس با استفاده از دستگاه برش و پودرهای کاربراندوم⁴ با درجات مختلف، مقاطع نازک با ضخامت حدود 20-30 میکرون جهت مطالعات میکروسکوپی تهیه گردید. مقاطع نازک با استفاده میکروسکوپ Olympus و بر اساس اصول و واژگان بولاک و همکاران (1985) و در مواردی استوپس و وپراسکاس (2003) تشریح و تفسیر شدند. نهایتاً فابریک خاک و نموده‌های خاکساختی موجود در اسلایدهای تهیه شده گزارش گردید.

تعداد شش مکان مطالعاتی مستقر در دو واحد ژئومرفولوژی دشت‌های سیلابی و پدیمنت به ترتیب با ارتفاعی معادل 1300 و 1550 متر از سطح آزاد دریا انتخاب و پس از حفر خاکرخ، تشریح شدند (شکل 2). از همه افقها نمونه‌های دست خورده جهت انجام تجزیه‌های فیزیکی، شیمیایی و نمونه‌های دست نخورده برای مطالعات میکرومرفولوژیکی جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید. ویژگی‌های مرفولوژیکی کلیه خاکرخ‌ها همراه با بعضی از خواص فیزیکی شامل رنگ، ساختمان و بافت به روش هیدرومتری (گی و بادر 1986) در جدول 1 گزارش شده است. همچنین نتایج تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌های خاک شامل اسیدیته در گل اشباع، شوری در عصاره اشباع و کربنات کلسیم معادل به روش تیتراسیون (بی نام 1992)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش باور (1952) انجام و در جدول 2 گزارش شد. برای بررسی‌های میکرومرفولوژیکی، نمونه‌های دست نخورده پس از خشک شدن در هوای آزاد، با مخلوط نسبت 1:1 استون و رزین پلی استر وستاپول¹ (H 500 میلی‌لیتر از هر کدام) با 6 قطره کبالت اکتات² و دوازده

³ Acid cyclohexan eperoxide

⁴ Carberandom

¹ Vestapol - H

² Cobult octat

جدول 1- برخی از ویژگیهای فیزیکی و مورفولوژی و طبقه‌بندی خاکرها.

ملاحظات	رس	سیلت	شن	بافت	ساختمان*	رنگ (مرطوب)	عمق (cm)	افق
خاکرخ 1 (دشت سیلابی - 38° 27' 50" N; 47° 05' 20" E) Fluentic Haploxerept								
	35/32	19/01	45/67	SCL	3mgr	10 YR 4/3	0 - 19	Ap
	39/33	25	35/67	CL	2fabk	10 YR 6/2	19 - 50	Bk1
دارای پوششهای رسی	40/31	38/02	31/67	C	2cabk	10 YR 6/4	50-85	Bk2
	32/34	20	47/66	SCL	m	2/5 YR 6/4	>85	C
خاکرخ 2 (دشت سیلابی - 38° 27' 35" N; 47° 06' 35" E) Vertic Haploxerept								
	16/34	18/99	64/67	LS	1vfgr	10 YR 5/3	0 - 32	Ap
دارای شکافهای ریز	57/32	33/01	9/67	C	3mabk	10YR 6/3	32 - 82	Bk
	63/34	29/93	6/73	C	m	2/5 Y 6/3	> 82	c
خاکرخ 3 (دشت سیلابی - 38° 27' 06" N; 47° 07' 19" E) Fluentic Haploxerept								
	38/69	23	38/31	CL	3mgr	10 YR5/3	0 - 10	A
	21/69	9	69/31	SCL	2fsbk	10 YR5/2	10-40	Bk
	16/68	8/01	75/31	LS	Sg	10 YR5/2	40-70	C
	28/69	48	23/31	CL	3cabk	10 YR6/3	70-85	Ab
	14/69	5	80/31	SL	m	10 YR5/2	> 85	C
خاکرخ 4 (پدیمنت - 38° 25' 03" N; 47° 04' 28" E) Typic Haploxerept								
	40/27	27/15	32/58	C	2fgr	7/5 YR5/3	0 - 13	Ap
	38/61	25/01	36/38	CL	2fsbk	10 YR5/3	13 - 31	Bk1
	37/6	27	35/4	CL	2fsbk	10 YR5/3	31 - 68	Bk2
	35/6	27	37/4	CL	2fsbk	7/5 YR5/3	68 - 110	Bk3
	34/58	21/98	43/44	CL	m	10 YR6/3	>110	C
خاکرخ 5 (پدیمنت - 38° 24' 55" N; 47° 05' 30" E) Typic Haploxerept								
	25/61	26/99	47/4	SCL	2fgr	10 YR4/3	0 - 20	A
	25/62	20/01	54/37	SCL	3fabk	10 YR5/3	20-46	Bk1
	35/6	22	42/4	CL	2fabk	7/5 YR6/2	44 - 94	Bk2
	32/59	24	43/41	CL	sg	7/5 YR6/2	>94	C
خاکرخ 6 (پدیمنت - 38° 24' 28" N; 47° 06' 35" E) Typic Calcixerept								
	39/59	22/98	37/43	CL	2fabk	10 YR4/3	0 - 16	Ap
دارای رگه‌های آهک	42/6	22	35/4	C	3fabk	7/5 YR4/3	16 - 44	Bk1
دارای رگه‌های آهک	43/58	20	36/42	C	2fabk	7/5 YR5/3	44 - 70	Bk2
	55/57	20	24/43	C	m	10 YR7/2	>70	C

* شکل ساختمان خاک: m= توده‌ای، Sg= تک دانه‌ای، gr= گرانولی، abk= مکعبی زاویه‌دار، sbk= مکعبی بدون زاویه

جدول 2- ویژگیهای شیمیایی خاکرخهای منطقه مورد مطالعه.

افق	عمق (cm)	pH _e	EC _e (dSm ⁻¹)	CCE (%)	CEC (Cmol ₊ kg ⁻¹)
خاکرخ 1 (دشت سیلابی) Fluentic Haploxerept					
Ap	0 - 19	7/9	2	11/1	19/15
Bk1	19 - 50	8/1	2/77	11	18/43
Bk2	50 - 85	8/1	5/43	14/8	15/69
C	>85	8/5	4/47	13/8	12/48
خاکرخ 2 (دشت سیلابی) Vertic Haploxerept					
Ap	0 - 32	7/9	1/23	10	12/29
Bk	32 - 82	8	6/17	14/2	29/22
c	> 82	7/8	6/78	6/12	28/63
خاکرخ 3 (دشت سیلابی) Fluentic Haploxerept					
A	0 - 10	7/9	0/15	11/1	21/33
Bk	10 - 40	8/2	0/98	9/1	7/84
C	40 - 70	8/7	0/8	13/1	13/64
Ab	70 - 85	8/2	1/19	14/2	12/67
C	> 85	8/3	0/95	12/9	7/93
خاکرخ 4 (پدیمنت) Typic Haploxerept					
Ap	0 - 13	7/9	0/87	20/3	12/96
Bk1	13 - 31	8	0/65	20/3	19/44
Bk2	31 - 68	8/1	0/72	21	16/99
Bk3	68 - 110	8/1	0/7	22/3	16/39
C	>110	8/2	0/65	24/7	14/61
خاکرخ 5 (پدیمنت) Typic Haploxerept					
A	0 - 20	7/6	3/19	19/9	20/45
Bk1	20 - 46	8	0/79	16/9	24/73
Bk2	44 - 94	8/3	0/7	25/8	11/72
C	>94	8/4	0/63	25/1	13/93
خاکرخ 6 (پدیمنت) Typic Calcixerept					
Ap	0 - 16	7/4	6/55	57	19/15
Bk1	16 - 44	8	1/03	50/6	17/56
Bk2	44 - 70	8/1	0/9	51/2	14/8
C	>70	8/1	1/41	53/1	11/62

فرم‌های تجمعی آهک در خاکرخ

کربنات‌های خاک به صور ذرات ریز پراکنده¹، توده² نودل³، سخت‌گره⁴ و کریستال⁵ در خاکرخ‌های هر لندفرم قابل رویت هستند. اثرات آهکی ذرات ریز پراکنده بدون رویت در متن پروفیل خاک محسوس می‌باشد. شکل توده‌ای بدون استفاده از لنز دستی به صورت ضعیف سیمانی شده در مطالعات تشریح خاکرخ قابل مشاهده بوده در حالیکه امکان مشاهده بقیه فرمهای تجمع آهک با چشم غیر مسلح و بدون استفاده از لنز دستی امکانپذیر نیست. حضور دواير متحدالمرکز سخت‌گره‌ها را از نودل‌ها متمایز می‌سازد (بی نام 2002).

نتایج مطالعات میکرومرفولوژی

در مشاهدات میکرومرفولوژیک، میکروفابریک خاکها و تجمعات کربنات در ابعادی کوچکتر از آنچه که در صحرا قابل مشاهده هستند، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در توده زمینه خاکرخ‌های مطالعه شده، فابریک کریستالیتیک⁶ در افق‌های کلسیک قابل مشاهده است که روشن شدن رنگ توده زمینه رابطه مستقیمی با افزایش میزان آهک دارد (جیل و همکاران 1965). در افقهای کلسیک تحتانی در خاکرخ 6 فابریک کربنات متنوع تر بوده و بطور کلی اندازه بلورهای آهک در توده‌زمینه و نمود خاکساختی افزایش می‌یابد و عمدتاً به صورت میکرواسپار⁷ بروز می‌نماید. در خاکرخ‌های واقع بر روی لندفرم پدیمنت به ویژه خاکرخ شش با افزایش عمق، بلورها بزرگتر می‌گردد که نشان دهنده رسوب آهسته از محلول‌های رقیق است. بر اساس مشاهدات میکرومرفولوژیک عوارض ناشی از تجمعات آهک اولیه و ثانویه و همچنین نمودهای خاکساختی ناشی از تخلیه کربنات در خاکهای مورد مطالعه در این تحقیق به

صورت پوششهای کربناتی تشکیل یافته بر روی سطوح، ذرات اسکلتی، منافذ و خاکدانه‌ها، نودل‌های آهک، سخت‌گره‌ها و آهک سوزنی شکل می‌باشد.

پوششهای کربناتی

این پوششها بر روی سطوح، ذرات اسکلتی، منافذ و خاکدانه‌های موجود در تمامی خاکرخ‌های مطالعه شده تشکیل می‌شوند. ضخامت این نمودهای خاکساختی بین 150 الی 700 میکرومتر قابل مشاهده است که از سطح به عمق افزایش نسبتاً منطقی دارد. تعدادی از پوشش-های میکریتی در سطح منافذ خاک مشاهده شدند که احتمالاً به دلیل تبخیر آب حاوی کربنات و تغلیظ محلول در منافذ خاک تجمع پیدا کرده‌اند. انواع پوشش‌های آهکی روی منافذ و سطوح ذرات اسکلتی در شکل 3 (الف و ب) نشان داده شده است.

تامسون (1992) نیز هیپوکوتینگ‌های میکریتی موجود در دیواره منافذ را نتیجه چندین چرخه خشکی و رطوبتی می‌دانند. کمپ و همکاران (1996) کربنات‌های ثانویه به شکل پوشش و هیپوکوتینگ‌ها و پرشدگی‌های آهک در منافذ و توده‌زمینه را نتیجه رسوب مجدد کربنات روی سطح ذرات اسکلتی گزارش کردند که متشکل از کلسیت میکریتی است. بلانک و فسبرگ (1990) گزارش نمودند که این نمودهای خاکساختی در افق‌های سطحی مستقر در بالای افق کلسیک توأم با مواد آلی زیاد قابل مشاهده هستند که در اثر تجزیه مواد آلی موجود در حفرات و باقیمانده ترکیبات کلسیم موجود در دیواره سلولی بوجود آمده‌اند. همچنین جعفرزاده (1991 و 2001) در نمونه‌های خاک با حضور مواد آلی الگوی بلوری شدن ابری شکل آهک را گزارش نموده است.

نودل‌های کربنات کلسیم

تجمعات کربنات کلسیم می‌تواند به شکل نودل‌ها نیز صورت گیرد که از کلسیت میکریتی یا میکرواسپاریتی⁸

¹ Finely dissemination² Mass³ Nodule⁴ Concretion⁵ Crystal⁶ Crystalitic⁷ Microspar⁸ Microsparitic

طویل و صاف بوده که میانگین طول سوزن‌ها، 15-20 میکرون و قطر آنها کمتر از یک میکرون (بطور میانگین 0/5) می‌باشد. رابن هرست و همکاران (1984) در خاکهای تگزاس که کم بیش دارای شرایطی مشابه خاکهای مطالعه شده است، فرم کلسیت سوزنی شکل را گزارش و اظهار داشته‌اند که گذشت زمان و فشارهای ناشی از رشد کریستال سبب تبدیل سوزن‌ها به میکریت می‌شوند. همچنین آنها اظهار داشتند که بلورهای کلسیت سوزنی شکل در منافذ رشد یافته و به صورت جهت یافته توجیه می‌شوند. وست و همکاران (1992) نیز نتایج مشابه و جعفرزاده (2001) میکریت‌ها را در سطوح ایستابی نزدیک سطح خاک گزارش نموده است. تقی زاده و محمودی (1388) نیز کربنات‌زدایی، کربناتی شدن مجدد را فرآیند اصلی مؤثر در تشکیل افق کلسیک و عوارض پدوژنیک آهکی گزارش کرده‌اند. آهک سوزنی شکل مطالعه شده در این پژوهش به دو فرم پوششی اطراف حفره و فضای خالی بین خاکدانه در شکل 5 (الف و ب) گزارش گردیده است.

سخت گره‌های آهکی

سخت گره‌های آهکی در خاک‌های پدیمنت به رنگ زرد همراه با بی‌فابریک کریستالیتیک به صورت دوایر متحدالمركز منشاء خاکساختی داشته و در اثر رسوبگذاری متوالی آب حاوی کربنات‌ها در خاک‌های تپه در طول دوران‌های قدیمی که رسوبگذاری وجود داشته است، پدید آمده‌اند (شکل 6-الف). اما سخت گره‌های آهکی قهوه‌ای موروثی بوده و از بالا به پایین مقدار آنها در خاک‌های پدیمنت بیشتر شده و غالباً در لایه‌های زیرین خاک‌ها دیده می‌شود (شکل 6-ب). این نمودها در خاک‌های دشت سیلابی معمولاً در طول خاک‌های پراکنده شده‌اند که این نتایج توسط سگال و همکاران (1972) نیز گزارش شده است و همراه با نمودهای خاکساختی می‌باشند.

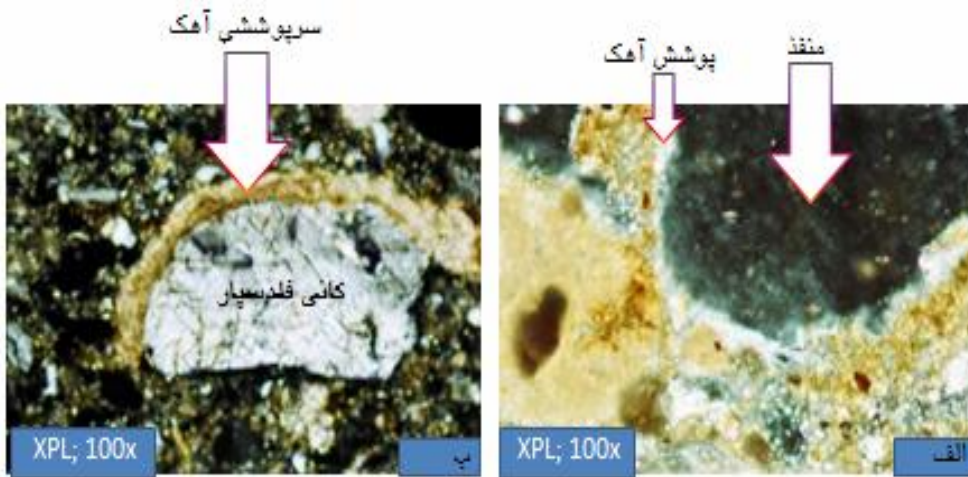
و در برخی موارد از اسپاریتیک بزرگتر از 50 میکرومتر تشکیل شده‌اند. قطر نودل‌های بررسی شده در دشت سیلابی بین 3 میکرون تا 4/5 میلی‌متر متغیر بوده و قطر و فراوانی آنها با عمق افزایش نشان می‌دهد. این نمودها منشا خاکساختی دارند. همچنین برخی نمودهای کربناتی در محل، هوادیده شده و نمودهای خاکساختی را پدید می‌آورند که در این رابطه نقش گیاهان و موجودات زنده به دلیل تولید دی‌اکسید کربن ناشی از تنفس و خشک و تر شدن فابریک خاک حائز اهمیت است (سگال و استوپس 1972) که این نمودهای خاکساختی در خاک‌های مطالعه شده دشت سیلابی به وفور مشاهده گردید. (شکل 4-الف). میکروکریستال‌های آهکی (شکل 4-ب) در خاک‌های 1-3 دشتهای سیلابی به صورت فراوان رویت شد که نشان دهنده جوان بودن خاک‌های مذکور بوده است که قبلاً توسط عباسلو و ابطی (1388) نیز گزارش شده است. سگال و استوپس (1972) این نمودها را از پدیده‌های خاکساختی اینسپتی سول‌ها و اریدی سول‌های آهکی عنوان کرده‌اند که به عنوان نمودهای کربناتی خاکساختی در خاک‌های دشت سیلابی بویژه در خاک‌های 3 با رده‌بندی اینسپتی سول قابل مشاهده است.

کلسیت‌های سوزنی شکل

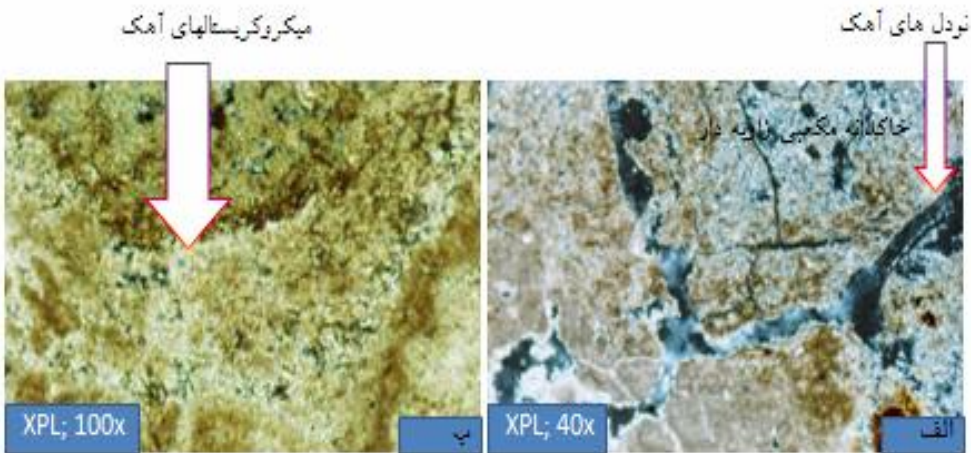
نوع سوم از تجمعات آهک در خاکها، کلسیت سوزنی شکل است که بارزترین فرم کربنات در قسمتهای فوقانی افقهای کلسیک خاک‌های 6 مستقر در لندفرم پدیمنت می‌باشد. این نوع کلسیت عمدتاً در داخل منافذ درشت تشکیل شده و به صورت پوشش‌های سطوح، منافذ درشت، خاکدانه‌ها و ذرات اسکلتی حضور دارند و در برخی موارد بسیاری از فضای منافذ را پر می‌کنند. این تجمعات همان پوشش‌ها و رگه‌های مشاهده شده در بررسی‌های صحرایی هستند. بر اساس مطالعات بکز- دیک و همکاران (1997)، کلسیت سوزنی شکل مشاهده شده در خاک‌های پدیمنت بصورت



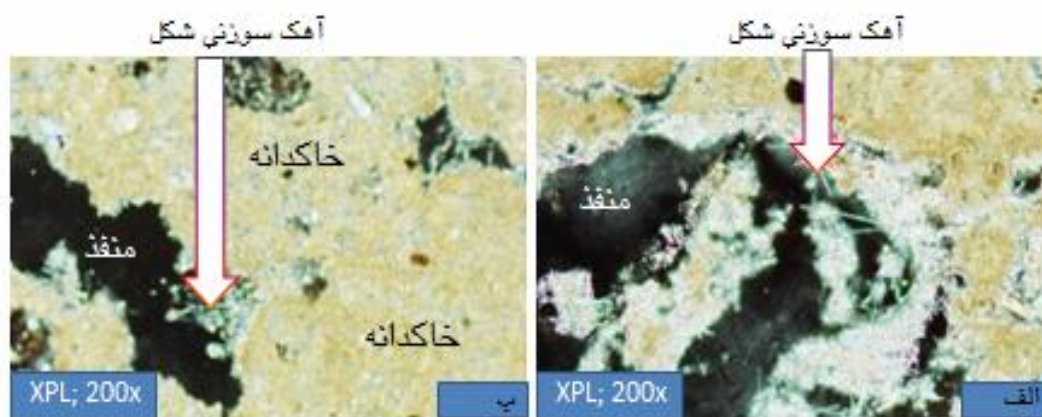
شکل 2- محل خاکرها بر روی لندفرمها



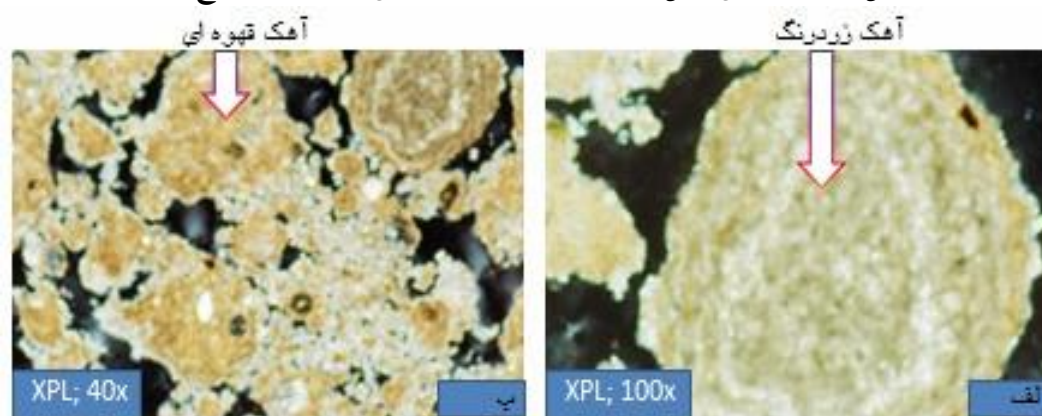
شکل 3- پوشش‌های آهکی در اطراف منافذ (خاکرخ 6) و فلدسپار (خاکرخ 1)



شکل 4- نودل‌های آهکی و میکروکریستالهای آهک (خاکرخ 3)



شکل 5- آهک سوزنی شکل در اطراف منافذ و فضای خالی خاکدانه‌ها (خاکرخ 6)



شکل 6- سخت‌گره آهکی زرد رنگ خاکساختی و سخت‌گره قهوه‌ای رنگ موروثی (خاکرخ 6)

بحث

خاکرخ‌های هر دو واحد فیزیوگرافی قابل مشاهده است. بعضی از نمودهای کربناتی ارثی تحت تاثیر فرآیندهای خاکسازي در محل هوادیده شده و نمودهای خاکساختی را پدید می‌آورند که در این رابطه نقش گیاهان و موجودات زنده (به واسطه تولید CO_2 ناشی از تنفس) و خشک و تر شدن فابریک خاک حائز اهمیت است. میزان این نمودها را در خاکرخ‌ها می‌توان به تنوع کاربری نیز ربط داد.

میکروکریستال‌های آهک که در خاکرخ‌های دشت سیلابی منطقه مطالعاتی دیده می‌شوند، نشان دهنده جوان بودن خاک‌های مذکور بوده که سگال و استوپس (1972) این نمودها را از پدیده‌های خاک‌های اینسپتی-سولها و اریدی‌سولهای آهکی عنوان کردند.

سخت دانه‌های آهکی قهوه‌ای که در طول خاکرخ‌های موجود در دشت سیلابی پراکنده شده‌اند، موروثی بوده و باافزایش عمق مقدار آنها بیشتر می‌شود.

خاکرخ‌های واقع در لندفرم پدیمنت در مقایسه با لندفرم دشت سیلابی، دارای مقدار آهک خاکساختی بیشتری می‌باشد. در خاکرخ‌های لندفرم پدیمنت خاکرخ 6 دارای مقدار آهک بیشتری نسبت به خاکرخ‌های 4 و 5 بوده که می‌توان آن را به تفاوت در سن خاکرخ‌ها و تفاوت در سطوح ژئومورفولوژی در یک لندفرم نسبت داد.

سخت دانه‌های آهکی خاکساختی زرد رنگ در خاکرخ‌های پدیمنت قابل مشاهده می‌باشد که در آنهازادی آهک مانع انتقال رس شده است.

نمودهای کربناتی مختلفی در خاک‌های مورد بررسی دیده می‌شود و بعضی از آنها منشأ خاکساختی و بعضی از آنها منشأ ارثی دارند که در

منابع مورد استفاده

- افتخاری ک و محمودی ش، 1380، پیدایش، رده بندی و خصوصیات کانی شناسی خاکهای گچی و آهکی انتخابی در دشت سلفچگان استان قم. مجله علوم خاک و آب، ویژه نامه خاکشناسی و ارزیابی اراضی، دانشگاه تهران، صفحه‌های 120 تا 137.
- ایوبی ش، کریمیان اقبال م و جلالیان ا، 1385. بررسی شواهد میکرومورفولوژیکی تغییر اقلیم کواترنر در خاک‌های قدیمی منطقه اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، سال دهم. شماره اول. صفحه‌های 137 تا 150.
- بنایی م ح، 1377. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی کشور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
- تقی‌زاده مهرجردی ر و محمودی ش، 1388. مطالعه شواهد پدوژنیکی تغییر اقلیم در خاکهای قدیمی منطقه یزد. یازدهمین کنگره علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه‌های 408 تا 409.
- جعفرزاده ع ا، 1375. الف - تشکیل و رده بندی خاکهای گچی. مجله دانش کشاورزی، دانشگاه تبریز، جلد 6 شماره 1 و 2. صفحه‌های 65 تا 97.
- جعفرزاده ع ا، 1375. ب - نوتشکیلی بلورهای ژیبسم و اثر محلول روی آنها. پنجمین کنگره علوم خاک ایران، دانشکده کشاورزی کرج دانشگاه تهران. صفحه 67.
- خرمالی ف و ابطی ع، 1384 مطالعه میکروسکوپی شکل‌های پدوژنیک کربنات کلسیم در خاکهای خشک و نیمه خشک جنوب ایران. نهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تهران، صفحه‌های 416 تا 417.
- شهبازی ف، 1387. بررسی کاربرد سیستم تصمیم‌گیری میکرولیز به عنوان روشی نوین در ارزیابی تناسب اراضی (مطالعه موردی: بخشی از اراضی جنوب شهرستان اهر). رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- عباسلوح و ابطی ع، 1388. مطالعه مینرالوژی و میکرومورفولوژی خاکهای با مواد آهکی، گچی و شور حاشیه دریاچه بختگان، استان فارس. یازدهمین کنگره علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه‌های 456 تا 457.
- قازانچایی ر، پاشایی اول ع، خرمالی ف و ایوبی ش، 1384. بررسی میکرومورفولوژیکی اشکال مختلف کربنات کلسیم ثانویه در توالی لس - پالئوسول منطقه ناهارخوران گرگان. نهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تهران. صفحه‌های 418 تا 421.
- گیوی ج، 1375. ماکرومورفولوژی و میکرومورفولوژی آهک ثانویه در دره جونقان استان چهارمحال بختیاری. پنجمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تهران، صفحه 65.

منافی ش، محمودی ش، سرمیدیان ف، حیدری ا و ماریابوک ر، 1388. میکرومورفولوژی تجمعات آهک سوزنی شکل در خاکهای خشک و نیمه خشک منطقه قزوین. یازدهمین کنگره علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه‌های 429 تا 427.

Anonymus, 1992. Soil survey laboratory methods and procedures for collection soil sample. Soil Conservation Service, Invest. Rep., Gov. Print. Office, Washington DC.

Anonymus, 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. US Department of Agriculture.

Becze-Deak J, Langhor L and Verrechia EP, 1997. Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. *Geoderma* 79: 221-252.

Blank RR and Fosberg A, 1990. Micromorphology and classification of secondary calcium carbonate accumulations that surround or occur on the underside of coarse fragments in Idaho (U.S.A). *Developments in Soil Science* 19: 341-346.

Bower CA, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *Journal of Soil Science* 73: 251-262.

Bullock KP, Fedoroff N, Jangerious A, Stoops G and Tursina T, 1985. Handbook for Thin Section Description, Waine Research Pub., Wolverhampton, The Netherland.

Gee G W and Bauder J W, 1985. Particle-size Analyses. p 283-412. In: Klute A (eds). *Methods of Soil Analysis, Part I. Agronomy*.

Gile LH, Pesterson FF and Grossman RB, 1965. Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. *Soil Science* 101: 347-360.

Jafarzadeh AA, 1988. Lessivage, The identification and Laboratory simulation of the result clay translocation in two contesting soils (Alfisol) and calcareous Rendizna in the Reading area, Southern England. MSc Thesis, University of reading. England.

Jafarzadeh AA, 1991. Experimental studies of gypsum migration and deposition in soil profile. PhD Thesis, Wye College. University of London. UK.

Jafarzadeh, AA and Burnham CP, 1992. Gypsum crystals in soils. *European Journal of Soil Science* 43:409 – 420.

Jafarzadeh AA, 2001. Different factors impact on gypsum crust crystallization pattern and rate under experimental condition. Abstract of 17th World Soil Science Congress, Thailand.

Kemp RA, Derbyshire E, Chen FH and Ma HZ, 1996. Pedosedimentary development and palaeo-environmental significance of the Sipalaeosol on the northeastern margin of the Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau. *Journal of Quaternary Science* 11: 95-106.

Khormali F, Abtahi A and Stoops G, 2003. Micromorphology of calcic pedofeatures in highly calcareous soil of Fars province, Southern Iran. *Geoderma* 132: 31-46.

- Mermut AR and Page T, 1971. Micromorphology of two soils from Turkey with reference to in situ formation of clay cutans. *Geoderma* 5: 271-281.
- Mestdagh HD, Haesaerts P, Dodonov A, and Has J, 1999. Pedosedimentary and climatic reconstruction of the last interglacial and early glacial loess- Paleosols sequence in south Tadjikistan. *Catena* 35: 197-218.
- Ransom MD and Bidwell O, 1990. Clay movement and carbonate accumulation in Ustolls of central Kansas, USA *Development in Soil Science* 19: 417-423.
- Robenhorsts MC, Wilding LP and West LT, 1984. Identification of pedogenic carbonates using stable carbon isotope and microfabric analysis. *Soil Sci Soc Am J* 48: 125-132.
- Schaetzl RJ, Frederic WE and Tornes L, 1996. Secondary carbonates in three fine and fine loamy Alfisols in Michigan. *Soil Sci. Soc Am J* 60: 1862-1870.
- Seghal JL, and Stoops G, 1972. Pedogenic calcite accumulation in arid and semiarid regions of indo genetic plain of Erstwhile Panjab. Their morphology and origin. *Geoderma* 8: 59-72.
- Stoops G and Vepraskas MJ, 2003. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section, Handbook for soil thin section description, SSSA. Inc, Medison Wisconsin, USA.
- Thampson CH, 1992. Genesis of podzols and coastal dunes in southern Queensland I. Field relationship and profile morphology. *Australian Journal of Soil Research* 300: 593-613.
- West LT, Chiang SC and Norton LD, 1992. The morphology of surface crusts. Pp. 73-92 In: Summer ME and Stewart BA (eds). *Soil Crusting Chemical and Physical Processes* Lewis Pub. Bacica Raton., FL.