بررسی منشأ و میکرومورفولوژی پیدایش آهک و گچ در خاک‌های لسی شمال ایران

مجتبی زراعت پیشه[1*] و فرهاد خرمالی[2]

[1] دانش آموخته کارشناسی ارشد و [2] دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

[*] آدرس پست الکترونیکی مکاتبه کننده: Zeraatpishem@yahoo.com

چکیده

مطالعه افق‌های تجمعی نظیر کلسیک و جیپسیک به دلیل ایجاد محدودیت برای رشد گیاه و همچنین نقش تعیین کننده در سیستم‌های رده‌بندی خاک، دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. بدین منظور 3 پروفیل در سه رژیم رطوبتی یودیک، زریک و اریدیک و رژیم حرارتی مزیک و ترمیک حفر شده است و از افق‌های مختلف نمونه میکرومورفولوژی تهیه شد. نتایج نشان داد که در پروفیل 1 و 2 انواع اشکال ثانویه آهک از قبیل ندول، پوشش اطراف حفرات، فرم سوزنی شکل و فرم سیتومورفیک مشاهده شده است. در پروفیل 3 فرم عدسی گوشه‌دار گچ فرم غالب مشاهده شده بود.

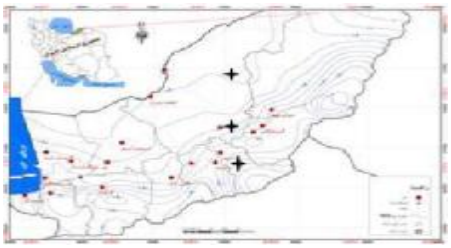
کلمات کلیدی: **آهک، گچ، لس، میکرومورفولوژی**.

مقدمه

تجمع کربنات‌ها به عنوان مهمترین فرآیند خاکساز در مناطق خشک و نیمه خشک شناخته می‌شود و این تجمع حاصل رسوب مجدد کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها انحلال یافته می‌باشد (باقرنژاد و درالمپل، 1993). گاهی این تجمع منجر به تشکیل یک سری افق‌های غنی از کربنات می‌گردد که بنام افق‌های کلسیک و پتروکلسیک خوانده می‌شود (نتلتون و پیترسون، 1983). خاک‌های گچی از خاک‌های معمول در مناطق خشک و نیمه خشک هستند (فائو، 1990). گچ از غالب‌ترین کانی‌های سولفاته در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید که می‌تواند منشأ خاکساز و یا ارثی داشته باشد. منابع مختلفی برای گچ در خاک ارائه شده است. منبع اصلی برای تشکیل گچ در خاک‌ها Ca^{2+} و SO_4^{2-} است. در خاک‌های آهکی با کلسیت یا دولومیت فراوان، اسید سولفوریک به گچ تبدیل می‌شود. خادمی و مرموت (2001) ذرات گچ فیبری و شعاعی منفرد، بلورهای دانه‌ای و عدسی و صفحات در هم قفل شده گچی را در استان اصفهان گزارش کرده‌اند. مطالعه افق‌های تجمعی نظیر کلسیک و جیپسیک به دلیل ایجاد محدودیت برای رشد گیاه و همچنین نقش تعیین کننده در سیستم‌های رده‌بندی خاک، دارای اهمیت بسزایی می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است به مطالعه میکرومورفولوژی و منشأ آهک و گچ و بررسی اشکال مختلف ثانویه آنها پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه خاک‌های لسی شرق استان گلستان می‌باشد (شکل 1). 3 پروفیل در سه رژیم رطوبتی یودیک، زریک و اریدیک و رژیم حرارتی مزیک و ترمیک انتخاب شد. خصوصیات اقلیمی و مشخصات کلی پروفیل‌های در جدول 1 ارائه شده است.



شکل 1- موقعیت پروفیل‌های مورد مطالعه.

جدول 1- مشخصات اقلیمی و عمومی پروفیل‌های مورد مطالعه

پروفیل	متوسط‌بارش سالانه(mm)	متوسط درجه حرارت(C°)	ET^{**} (mm)	اقلیم‌حاکم*	واحد فیزیوگرافی	ارتفاع (m)	رژیم رطوبتی- حرارتی	P/ET^{**}
1	862	15	1077	مرطوب	تپه	251	یودیک- مزیک	0/8
2	427	18/4	1067	نیمه خشک	دشت‌رسوبی	75	زریک- ترمیک	0/4
3	264	17/9	1320	خشک	دشت-اراضی پست	40	اریدیک- ترمیک	0/2

*اقلیم به روش دومارتن محاسبه شده است. **P/ET: نسبت بارندگی متوسط سالیانه به تبخیر و تعرق متوسط سالیانه گیاه مرجع.

خاک‌ها در سیستم آمریکایی (کارکنان نقشه برداری خاک، 2010) و WRB (2006) طبقه‌بندی شده است. نمونه‌های دست نخورده با مخلوط استون و رزین پلی استر به نسبت 60 به 40 و با افزودن کاتالیست متیل اتیل کتون پراکسید و سخت کننده کبالت در شرایط خلاء در دسیکاتور اشباع شده و در هوای آزاد سخت شدند و مقاطع نازک تهیه گردید. مقاطع نازک بر اساس روش بولاک و همکاران (1985) و تعاریف ارائه شده توسط استوپس (2003) مطالعه شدند.

نتایج و بحث

نتایج رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه در جدول 2 ارائه شده است. پروفیل‌ها در راسته انتی سولز، اینسپتی سولز و مالی سولز واقع شده‌اند.

جدول 2- رده بندی خاک‌های مورد مطالعه در دو سیستم آمریکایی و WRB

پروفیل	سیستم آمریکایی (2010)	WRB ; 2006
1	Fine, mixed, superactive, mesic, Typic Argiudolls	Luvic Chernozems (Siltic)
2	Fine-silty, mixed, active, thermic, Typic Calcixerepts	Haplic Calcisols (Siltic)
3	Coarse-silty, mixed, active, calcareous, thermic, Typic Torriorthents	Haplic Regosols (Calcaric, Aridic)

میکرومورفولوژی

تشریح مقاطع نازک در جدول 3 ارائه شده است. در خاک‌های مورد مطالعه میکروساختمان توده‌ای تا دانه‌ای و مکعبی با تمایز خوب مشاهده شده است (جدول 3). حفرات عمدتاً از نوع کانال می‌باشند. اصلی‌ترین ذرات درشت موجود در مقاطع ذرات کوارتز، پوسته صدف، سنگ آهک و ذرات گچ (جدول 3، پروفیل 3) می‌باشند. نسبت ذرات درشت به ریز، پورفیریک می‌باشد میزان این نسبت با افزایش عمق به دلیل کاهش اثر فرآیندهای هوادیدگی افزایش می‌یابد. بی‌فابریک شامل بی‌فابریک لکه‌ای و کریستالیتیک است. بی‌فابریک کریستالیتیک ناشی از میکریت‌ها و کریستال‌های

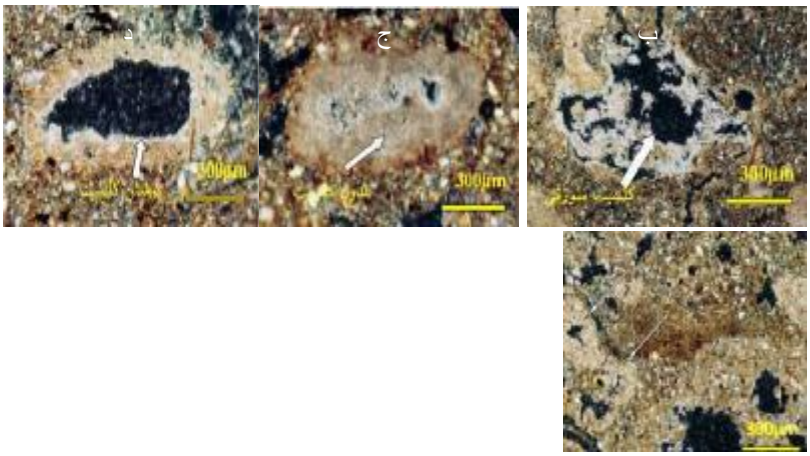
آهک و گچ (پروفیل 3) می‌باشد. بی‌فابریک کریستالیتیک در اثر فراوانی ذرات ریز کلسیت میکریتیک و کریستال‌های گچ حاصل می‌شود (یونک، 1996). همچنین بی‌فابریک لکه‌ای در اثر آرایش و جهت یافتگی ناحیه‌های رس می‌باشد.

جدول 3- تشریح مقاطع نازک پروفیل‌های مورد مطالعه

پروفیل	افق	حفرات-ساختمان	*c/f*	*b-fabric*	پدوفیچر
1	A	کانال-دانه‌ای	3/7،پورفیریک‌دوفاصله	لکه‌ای(70%)کریستالیتیک(30%)	تخلیه‌وتجمع‌مواد
	Bt_1	کانال-مکعبی بدون زاویه-خوب	2/8،پورفیریک‌تک‌فاصله	لکه‌ای	کوتینگ‌رس
	Bt_2	کانال- مکعبی بدون زاویه	2/8،پورفیریک‌تک‌فاصله	کریستالیتیک(60%)لکه‌ای(40%)	کوتینگ‌رس،کوتینگ‌وندول‌آهک
	Btk	واگ-مکعبی زاویه‌دار-خوب	1/9،پورفیریک‌بسته	لکه‌ای	پرشدگی‌باآهک،کوتینگ، ندول‌و آهک‌سوزنی
	Bk	کانال-مکعبی بدون زاویه-خوب	2/8،پورفیریک‌تک‌فاصله	کریستالیتیک(50%)لکه‌ای(50%)	کوتینگ‌رس،کوتینگ،ندول‌و آهک‌سوزنی
	Ck	کانال-توده‌ای-ضعیف	2/8،پورفیریک‌باز-دوفاصله	کریستالیتیک(40%)لکه‌ای(60%)	کوتینگ‌رس،کوتینگ،ندول‌و آهک‌سوزنی
2	A	کانال-مکعبی بدون زاویه، زاویه‌دار-خوب	4/6،پورفیریک‌تک‌فاصله	کریستالیتیک(80%)لکه‌ای(20%)	ندول‌آهک
	Bk_1	کانال-دانه‌ای و بدون زاویه-ضعیف	3/7،پورفیریک‌باز	لکه‌ای(60%)کریستالیتیک(40%)	کوتینگ،ندول‌وآهک‌سوزنی و سیتومورفیک
3	A	صفحه‌ای-توده‌ای و مکعبی زاویه‌دار-متوسط	1/9،پورفیریک‌بسته	کریستالیتیک(70%)لکه‌ای(30%)	گچ‌عدسی‌شکل،پرشدگی توسط‌گچ
	C_1	کانال-توده‌ای و مکعبی بدون زاویه-ضعیف	2/8،پورفیریک‌بسته	کریستالیتیک	گچ‌عدسی‌شکل

میکرومورفولوژی، منشأ و شکل‌های مختلف آهک

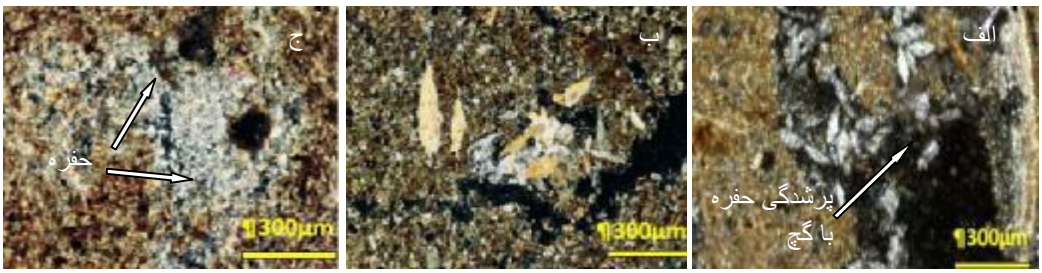
در پروفیل 1 به دلیل میزان بارندگی بالا آهک از عمق پروفیلی خارج شده است به طوری که در عمق 105 سانتی‌متری اولین افق کلسیک تشکیل شده است. این پروفیل به علت دارا بودن مقدار فراوان آهک در مواد مادری، دارای انواع متنوعی از اشکال ثانویه آهک می‌باشد (جدول 4). منشأ آهک فراوان در خاک‌های منطقه مواد مادری لسی می‌باشد. در پروفیل 1 ندول‌های آهک، پوشش‌های آهکی در اطراف حفرات و آهک سوزنی به میزان فراوان یافت می‌شود (شکل 2). دلیل تشکیل فرم‌های ندول و پوشش آهک به حرکت محلول بی‌کربنات نسبت داده شده است بطوریکه هامپر (1975) بیان می‌کند که انتقال کربنات‌ها بصورت بی‌کربنات محلول انجام می‌شود و در جایی که کمبود آب باشد رسوب رخ می‌دهد و در فصل خشک نیز در اثر تبخیر به شکل پوشش و ندول آهک تجمع می‌یابد. شواهد نشان دهنده پدوژنیک بودن کربنات‌های ثانویه بوجود آمده می‌باشد. به عقیده نتلتون و پیترسون (1983) آهک ثانویه خاک‌ها عمدتاً به صورت پودری، تشکیل گره (ندول) و ذرات سخت شده آهکی دیده می‌شود. فرم سوزنی شکل کربنات کلسیم در اثر رسوب سریع، تجمع در ریشه‌های گیاهان و ریسه‌های قارچ بوجود آمده است (شکل2). مونگر و آدامز (1996) اظهار می‌دارند بلورهای میکریتی کلسیت در اثر رسوب سریع و زمان کوتاه ولی بلورهای اسپاریتی در زمان طولانی و به تدریج تشکیل می‌گردند. پروفیل 2 به دلیل کاهش بارندگی، کربنات کلسیم کمتر آبشویی شده و افق کلسیت نزدیک سطح تشکیل شده است. در این پروفیل مثل پروفیل 1 شکل‌های مختلفی از آهک تشکیل شده است و شرایط ذکر شده برای این پروفیل صدق می‌کند. فرم سیتومورفیک تجمع کربنات کلسیم به فعالیت‌های بیولوژیکی مربوط می‌شود و دلیلی بر معدنی شدن کربنات آلی می‌باشد (شکل 2، د). خرمالی و همکاران (2006) بیان کردند در رژیم رطوبتی یوستیک با افزایش رطوبت و دما و پوشش گیاهی انبوه‌تر پدوفیچرهای کلسیت با منشاء بیولوژیک به صورت سیتومورفیک و سوزنی شکل دیده می‌شود.



شکل 2- پروفیل 1: الف) ندول کلسیت ب) پوشش کلسیت اطراف حفره ج)کلسیت سوزنی شکل درون حفره (نور XPL).
پروفیل 2: د) کلسیت سیتومورفیک نور XPL.

میکرومورفولوژی، منشأ و شکل‌های مختلف گچ

در پروفیل 3 کریستال‌های ریز تا نسبتاً درشت گچ به فراوان مشاهده شده است (شکل 3). در این پروفیل پرشدگی حفرات توسط کریستال‌های عدسی شکل گچ کاملاً واضح است که دارای اشکال گوشه دار می‌باشند که می‌تواند دلیلی بر تشکیل در جای گچ باشد در این رابطه قرقره‌چی و همکاران (1389) بیان کردند که کریستال‌های گچ از نوع گوشه دار (u-hedral) می‌تواند نشان دهنده تشکیل در جای (In-situ) گچ و عدم انتقال آن به وسیله آبشویی و یا نوسانات آب زیرزمینی باشد. آرایش یافتگی کریستال‌ها در درون حفرات بصورت تصادفی و در برخی حفرات پرشدگی به صورت ناقص است (شکل 3). بررسی کودی و کودی (1988) بیانگر آن است که در اثر حضور و آزاد سازی کلسیم از مواد مادری آهکی و یا انحلال گچ، نسبت کلسیم به سولفات افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند دلیل ایجاد بلورهای عدسی گچ باشد. گچ در پروفیل 3 منشاء آبرفتی از تشکیلات زمین شناسی، شیل و مارن که در ارتفاعات حوزه آبریز اترک واقع شده‌اند دارد. لازم به ذکر است که در پروفیل 1 و 2 بدلیل میزان بارندگی بالا و بالا بودن حلالیت گچ ($1/9\ gr\ l^{-1}$) نسبت به آهک ($0/0131\ gr\ l^{-1}$) گچ از عمق پروفیل بطور کامل خارج شده است بطوریکه اثری از آن در مقاطع نازک مشاهده نشده است.



شکل 3- پروفیل 3: فرم عدسی شکل گچ گوشه دار. الف) پرشدگی کامل حفر توسط گچ ب و ج) پرشدگی ناقص حفره توسط گچ (نور PPL).

منابع

قرقره‌چی ش، خرمالی ف و ایوبی ش. 1389. پیدایش و میکرومورفولوژی تحول گچ در خاک‌های لسی شمال ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. جلد 14، شماره 51: صفحه‌های 87 تا 101.

Baghernejad M and Dalrymple JB, 1993 Colloidal suspensions of calcium carbonate insoils and their likely significance in the formation of calcic horizons. Geoderma. 58: 17-41.

Bullock P, Federoff N, Jongerius A, Stoops G, Tursina T and Babel U, 1985. Handbook for soil thin section Description. Wainer research Publication, wolverhampton, U. K.

Cody RD and Cody A M, 1988. Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environments. J. Sediment. Petrol. 58: 247-255.

FAO, 1990. Management of Gypsiferous Soils. FAO Soils Bulletin 62.

Hamper WG, 1975. Morphology and genesis of calcisols. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21:420-424.

Jungk AO, 1996. Dynamics of nutrient movement at the soil-root interface. PP. 529-556. In: A. Waisel Y, Eshel. U. Kafkafi, (Eds.), Plant-Roots the Hidden Half, 2nd ed, Marcel Dekker.

Khademi H, and Mermut AR, 2001. Micromorphology and classification of gypsiferous and associated Aridisoil from central Iran. Proc. Of Inter. Working Meeting on Micropedology, Ghent, Belgium.

Khormali F, Abtahi A and Stoops G, 2006. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran. Geoderma, 132: 31-46

Monger HC and Adams HP, 1996. Micromorphology of calcite-silica deposits, Yucca Mountain, Nevada. Soil Sci. Soc. Am. J. 60: 519-530.

Nettleton WD and Peterson FF, 1983. Aridisols:165- 215. In Wilding, L. P., N. E. Smeck and G. F. Hall. Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. Soil Orders. Elsevier, Amsterdam.

Soil Survey Staff, 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. U. S. Department of Agriculture.

Stoops G, 2003. Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections. SSSA. Madison, WI.

World reference base for soil resources (WRB), 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.