

تکامل و نمودهای خاکساختی گچی در خاکهای پدیمنت و دشت سیلابی در جنوب منطقه اهر

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

تاریخ دریافت: 90/07/04 تاریخ پذیرش: 90/02/13

¹ دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

² استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

³ استادیار، گروه خاکشناسی، پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران

⁴ دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

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

چکیده

نمود تجمع گچ با تکامل خاک ارتباط داشته و به لحاظ میکرومورفولوژی، روند تکاملی افق‌های تجمع گچ در سطوح مختلف ژئومورفولوژیک متفاوت است. هدف از انجام این تحقیق بررسی نحوه تشکیل گچ در خاک‌های واقع بر سطوح دامنه‌ای (پدیمنت) و در مناطقی که آب زیرزمینی کم عمق دارند یا سیلاب از اطراف وارد آن‌ها می‌شود (دشت سیلابی)، در جنوب منطقه اهر می‌باشد. به منظور شناسایی نمودهای خاکساختی گچی در هر دو لندفرم نمونه‌های دست-نخورده برداشته شد و پس از تهیه مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مویید تکامل بیشتر خاک در لندفرم پدیمنت نسبت به دشت سیلابی است که وجود پر شدگی‌های کامل و پیوسته، اندازه بزرگتر و شکل توسعه یافته‌تر کریستال‌های گچی و هوادیدگی بیشتر کانی‌ها و بقایای گیاهی، فرآیندهای خاکساختی متنوع و طولانی مدت می‌توانند از دلایل مهم آن باشد. همچنین گچ موجود در هر دو لندفرم از نوع خاکساختی بوده و در لندفرم پدیمنت بلورها درشت و همگی یوهیدرال هستند در حالیکه در لندفرم دشت سیلابی بلورها نسبتاً ریز، یوهیدرال و ساب-هیدرال هستند.

واژه‌های کلیدی: پدیمنت، تکامل خاک، دشت‌های سیلابی، میکرومورفولوژی، نمودهای خاکساختی

Evolution of Gypsum and its Pedofeatures in Soils on Pediment and Flood-Plain, South of Ahar Region, East Azerbaijan, Iran

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

Received: 26 September 2011 Accepted: 02 May 2012

¹- Ph.D student, Dept. of Soil Sci., Univ. of Tabriz, Iran.

²- Prof., Dept. of Soil Sci., Univ. of Tabriz, Iran.

³- Assist. Prof., Dept. of Soil Sci., Univ. of Tehran, Iran.

⁴- Assoc. Prof., Dept. of Soil Sci., Univ. of Tabriz, Iran.

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

Abstract

It has been shown that accumulative form of gypsum is influenced by evolution and from micromorphological point of view, gypsic horizons have different trend of evolution and various geomorphologic surface. The purpose of this research work is to study gypsum formation on two landforms of pediment and flood plain in south of Ahar. Undisturbed samples from soils of both landforms were Processed at thin section preparations for gypsum pedofeature identification with a polarize microscope. The results showed more evidence of soil development on pediment as compared with flood plain. Continuous gypsum infillings, consisting of large gypsum crystals, high degree of weathering of primary minerals and plant residues, and evidences for polygenesis were among important indication for long soil pedological processes. Gypsum in both land forms is pedogenic, with large euhedral crystals in pediment and fine euhedral and subhedral crystals in flood plain.

Keywords: Flood plains, Micromorphology, Pediment, Pedofeature, Soil evolution

مقدمه

آرچلیک و گاهی با دو تا از این افق‌ها، فصل نوینی در رابطه با فرآیندهای تشکیل *Perascendom* و *Perdescensum* همراه با رده‌بندی خاک‌های گچی باز کرده است. شایان ذکر است گروه‌های بزرگ ایدیوجیبسیک، سالیجیبسید² و پلاسیجیبسید³ علاوه بر گروه‌های بزرگ عنوان شده است که بعضی از این گروه‌ها به کلید رده‌بندی 1994 اضافه گردیده است. با

با وجود گسترش نسبتاً زیاد افق‌ها و خاک‌های گچی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، اطلاعات موجود در زمینه نحوه تشکیل آنها و شکل‌های مختلف تجمع گچ نسبتاً محدود بوده است (محمودی و حیدری 1377). اما جعفرزاده (1375) با مطالعه خاکرخ‌های طبیعی از اطراف هریس، تبریز، اصفهان، قزوین و کشور بحرین و مشاهده افق‌های جیبسیک، ایدیوجیبسیک¹، جیبسیک با سالیک، کلسیک، پلاسیک،

² Saligypsids

³ Placigypsids

¹ Idiogypsic

عدسی شکل گچ بیشتر زنوتوپیک یا هیپوایدیوتوپیک و پرفیروتوپیک است (تومانیان و همکاران 1375).

از طرفی بین شکل‌های مختلف تجمع گچ در صحرا و مقاطع نازک با نحوه تشکیل و رفتار آن رابطه وجود دارد که از میان عوامل خاکساز و محیطی موثر در ایجاد یک شکل تجمع گچی می‌توان به ماده مادری، موقعیت ژئومورفولوژیک یک اقلیم و اثر سطح آب زیرزمینی اشاره کرد (استوپس و ایلاوی 1981). بررسی‌های میکرومورفولوژیکی انجام گرفته بر روی خاک‌های شمال غرب اصفهان نشان می‌دهد که افق‌های گچی در ارتباط با سطوح ژئومورفولوژی از توالی تکامل متفاوتی برخوردارند. بدین معنی که در مراحل اولیه تکامل بلورهای گچی به صورت مجزا و یا به صورت خوشه‌ای داخل خلل و فرج دیده می‌شود. در بخش وسط و پایین مخروط افکنه گچ به صورت پوشش‌های داخلی و یا پرشدگی مشاهده شده و در افق‌های متکامل‌تر بلورهای فیبری گچ به هم متصل شده و بطور عمودی نسبت به سنگریزه‌ها و سطح خاک قرار می‌گیرند (تومانیان و همکاران 2001). هاشمی و همکاران (2011) شکل لنزی گچ را از شکل‌های غالب خاک‌های متکامل گزارش کردند.

نقش مواد مادری و بافت خاک نیز در شکل تجمعی گچ قابل بررسی است. شکل تجمعی گچ در مواد مادری درشت بافت و ریز بافت با یکدیگر متفاوت بوده و در خاک‌های سنگریزه‌دار تجمع گچ بصورت آویزه بوده و در خاک‌های ریز بافت ذرات عدسی شکل گچ که بصورت پودری سفید رنگ در متن خاک نیز مشاهده می‌شود (هررو و همکاران 1992). براندا باک و همکاران (2002) نیز تجمعات سفید و کوچک گچ را با میکروسکوپ پلاریزان در نیومکزیکو مورد مطالعه قرار دادند و شکل‌های متفاوتی از جمله فرم عدسی شکل، شش‌گوش، منشوری دانه‌ای و رشته‌ای را در برش‌نازک با توجه به تغییرات بافت خاک گزارش کردند. مقیسه و همکاران (1384) با بررسی میکرومورفولوژیک گچ در

این حال بعضی از آنها هنوز هم می‌تواند محور تحقیق باشد. بلورهای گچ در خاک غالباً حالت یوهیدرال داشته ولی در نمودهای متراکم شده بصورت آن‌هیدرال در ابعاد سیلت ریز تا شن درشت متغیر است (بالوک و همکاران 1985) که می‌توان آنها را بر اساس اندازه، شکل و آرایش تقسیم‌بندی نمود. در این تقسیم‌بندی که توسط جعفرزاده و برنهام (1992) صورت گرفته بلورهای گچ بر اساس اندازه در سه گروه اسپار (بلورهای بزرگتر از 20 میکرومتر)، میکرواسپار (20-5 میکرومتر) و میکریت (کوچکتر از 5 میکرومتر) گزارش شده که هر کدام از این گروه‌ها بر اساس شکل و آرایش نیز دارای تقسیماتی هستند. خادمی و مرموت (2003) در مطالعات خاک‌های گچی اصفهان به شکل‌های منفرد، فیبری، عدسی شکل، دانه‌ای و بلورهای درهم گچ توجه شده در زمینه خاک یا درون کانال‌ها اشاره نمودند. محمودی (1365) در مطالعات میکرومورفولوژیکی خاک‌های کرج چهار نوع عارضه گچی به نام پوشش‌های گچی، کریستالاریا، بلورهای تکی‌گچ و ذرات درشت و معمولاً آن‌هیدرال گچ را شناسایی و منشا خاکساختی یا زمین‌ساختی آن‌ها را مورد بررسی قرار دادند. وی منشا پوشش‌ها و کریستالاریا را بدون شک خاکساز می‌داند و فرم تکی احتمالاً خاکساز، و دانه‌های آن‌هیدرال گچ احتمالاً به ارث رسیده از موادمادری است.

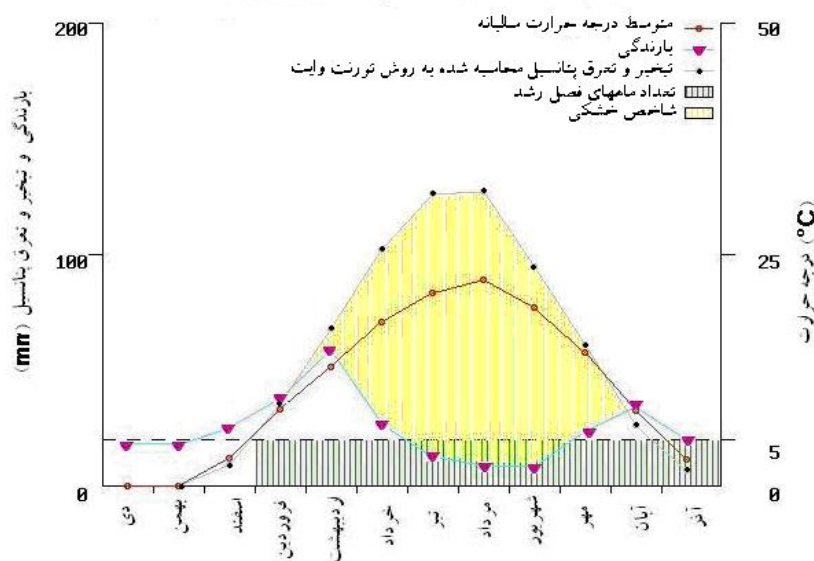
بین شکل تجمعی گچ و تکامل خاک ارتباط وجود داشته و بلورهای گچ در مراحل اولیه تکامل به صورت تکی در متن خاک یا چندتایی در خلل و فرج خاک با آرایش ایدئوتوپیک تا زنوتوپیک دیده می‌شوند و به مرور و بر اثر تکامل به صورت پوشش و پرشدگی (جیبسان و کریستالاریا) داخل منافذ و آویزه زیر سنگریزه و سنگ‌ها در می‌آیند. در افق‌های متکامل‌تر آویزه‌ها و یا رشته‌های عمودی حاصل از اتصال طولی بلورهای خیلی درشت گچ، تشکیل دهنده کل زمینه خاک بوده و اجزای دیگر به صورت جزایری بین بلورها باقی می‌مانند در این نمودهای خاکساختی، آرایش بلورهای

مواد و روش‌ها

مشخصات اقلیمی

منطقه مورد مطالعه واقع در جنوب منطقه اهر در استان آذربایجان شرقی، از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی به روش دومارتن 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 سلسیوس 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 آمبروتیک منطقه را برای 20 سال اخیر نشان می‌دهد که با استفاده از نرم افزار CDBm در سیستم میکرولیز ترسیم شده است (شهبازی 1387).

خاک‌های سرشار از گچ منطقه بم، بزرگتر شدن بلورهای گچی در شکل‌های مختلف با افزایش عمق گزارش نمودند. در این بررسی غالباً بلورهای گچ دانه‌ای در سطح و در لایه‌های سخت زیری بلورهای عدسی-شکل کشیده و خوشه‌ای، در اعماق عمدتاً کشیده و فیبری و در زیر سنگریزه‌ها بصورت آویزه مشاهده شدند. با توجه به اینکه گچ عمدتاً در سطوح دامنه‌ای مانند پدیمت و آلوئال فن تشکیل می‌شود و در لندفرم دشت سیلابی گچ می‌تواند در اثر آب زیر زمینی کم عمق و یا نفوذ آب حاروی املاح گچ در خاک تشکیل گردد، بنابراین این دو لندفرم برای مطالعات تکامل و شکل‌های تجمعی گچ در خاک انتخاب گردید. در این میان نموده‌های خاکساختی آهن و منگنز که نشان‌دهنده حضور رطوبت و یا آب در خاکرخ بوده و آب نیز در انتقال و تجمع شکل‌های مختلف گچ موثر است، مورد مطالعه قرار گرفتند. در این تحقیق تکامل و نحوه تشکیل نموده‌های خاکساختی گچی در دو لندفرم پدیمت و دشت سیلابی مورد مطالعه قرار گرفته است.



شکل 1- منحنی آمبروتیک ایستگاه هواشناسی اهر (1365-1385)

نمونه برداری و انجام آزمایشات

تعداد شش مکان مطالعاتی مستقر در دو لندفرم دشت- های سیلابی و پدیمنت به ترتیب با ارتفاعی معادل 1300 و 1550 متر از سطح آزاد دریا انتخاب و پس از حفر خاکرخ، تشریح شدند. 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 (جی و بادر 1986) در جدول 1 گزارش شده است. همچنین نتایج تجزیه‌های شیمیایی نمونه‌های خاک شامل pH در گل اشباع، EC 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 گردیده است. برای بررسی‌های میکرومرفولوژیکی، نمونه‌های دست نخورده پس از خشک شدن در هوای آزاد، با مخلوط نسبت 1:1 استون و رزین پلی استر وستاپول¹ (500 میلی‌لیتر از هر کدام) با 6 قطره کبالت اکتات² و دوازده قطره سیکلوهگزان پراکسید³ در دستگاه خلاء تلقیح و در آزمایشگاه سخت گردید. سپس با استفاده از دستگاه برش و پودرهای کاربراندوم⁴ یا کریبید سیلیسیم با اندازه‌های مختلف، مقاطع نازک با ضخامت حدود 30--20 میکرون جهت مطالعات میکروسکوپی تهیه گردید. مقاطع نازک با استفاده از میکروسکوپ Olympus و بر اساس اصول و واژگان بالوک و همکاران (1985) و در مواردی استوپس و وپراسکاس (2003) تشریح و تفسیر شدند. نهایتاً نتایج حاصل از مطالعه فابریک خاک و نمودهای خاکساختی موجود در اسلایدهای تهیه شده گزارش گردید.

نتایج و بحث

لندفرم دشت سیلابی یک لندفرم فرسایشی و رسوبی است و قسمت‌های پایین دره را معمولاً به خود اختصاص می‌دهد. این لندفرم به دلیل اینکه هم فرسایش و هم رسوبی بوده خاک‌ها دارای تکامل کمتری هستند. لندفرم پدیمنت که مشخصاً فرسایشی بوده و در مناطق دامنه‌ای مناطق خشک و نیمه خشک مشاهده می‌شود و دارای شیب ملایم کمتر از 10 درصد می‌باشد. لذا یکی از فرآیندهایی که در این لندفرم دیده می‌شود فرآیند انتقال بوده و نشان‌دهنده این می‌باشد که تکنیک در آنجا فعال نیست و جبهه کوه برای مدت حداقل چند میلیون سال فرسایش می‌یابد، بدون اینکه توسط تکنیک جوان شود. بنابراین خاک‌های مستقر در این لندفرم با اینکه فرسایش می‌یابند ولی به دلیل شیب نسبتاً کم و زمان طولانی تشکیل فرآیندهای خاکساختی زیادی را پشت سر گذاشته و متکامل تر از خاک‌های مستقر در لندفرم دشت سیلابی هستند. از طرفی نتایج نشان می‌دهد که آرایش و شکل‌های میکرومورفولوژیکی خاک‌های گچی در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی مانند توزیع ذرات، بافت و شکل و اندازه سنگریزه‌ها در لایه‌های مختلف، نحوه ورود و میزان تجمع گچ به خاک‌ها، جایگاه خاک‌ها در لندفرم و میزان تکامل آن‌ها، با هم متفاوت می‌باشد.

توزیع کریستال‌های عدسی شکل گچ نسبت به یکدیگر در هر دو لندفرم به صورت خوشه‌ای یا دسته- ای می‌باشد. که وضعیت دانه‌بندی این خاک‌ها طوری است که امکان رشد به این کریستال‌ها را فراهم کرده است. این کریستال‌ها در لندفرم پدیمنت و در افق‌های تحتانی قابل مشاهده بوده و همگی حالت یوهدرال داشته و سطوح آنها کاملاً صاف می‌باشد (شکل 2- الف). ولی در لندفرم دشت سیلابی تا حدی کریستال- های ساب‌هدرال نیز قابل مشاهده است که دلیل آن احتمالاً انحلال قسمت‌هایی از بلورهای گچ توسط آب در این لندفرم می‌باشد (شکل 2- ب). کریستال‌های گچ از

¹ Vestapol - H

² Cobult octat

³ Acid cyclohexan eperoxide

⁴ Carberandom

در لایه‌های سطحی لندفرم دشت سیلابی فضولات جانوری و قطعات گیاهی تازه به مقدار زیاد با اندازه‌های مختلف قابل مشاهده است که حاکی از هوادیدگی کمتر این خاک‌ها می‌باشد (شکل 2-چ).

لایه‌بندی مختلف آهک و رس که ناشی از پدیده‌های خاکساختی متفاوت روی همدیگر است در لندفرم پدیمت قابل مشاهده است. با توجه به حضور نودل‌های لایه‌لایه آهک-رس و آهک در افق‌های تحت-الارضی این خاک‌ها (شکل 2-ر و ز) و پوشش‌های آهکی بر روی پوشش‌های رسی که در فضاها خالی آن‌ها کریستال‌های گچی رشد کرده‌اند (شکل 2-ح) می‌تواند گواهی بر پلی‌ژنتیک بودن خاک‌های این لندفرم باشد. بطوریکه ابتدا انتقال فیزیکی رس¹ و بدنبال آن فرآیند آهکی شدن² صورت پذیرفته است. در نهایت خاک بوسیله فرآیند گچی شدن³ (رسوب گچ از محلول خاک) تحت تاثیر قرار گرفته است. این پدیده‌ها توسط بکزدیک و همکاران (1997) نیز گزارش شده است.

در لندفرم جوان‌تر (دشت سیلابی) بلورهای بسیار ریز گچ (میکریت) در خاک حول یک نقطه تجمع و در زیر میکروسکوپ به صورت هاله‌ای از مواد خاکساز در افق‌های زیرین خاک‌های دشت سیلابی (خاک‌های 1 و 3) به وفور قابل مشاهده است، که در اثر حرکت سفره آب‌زیرزمینی و نفوذ آب در منطقه تشکیل شده است. همچنین بالارفتن غلظت گچ در محلول خاک در اثر تبخیر، موجب ایجاد بلورهای میکریتی شده (شکل 2-خ و د) که این توسط جعفرزاده و برنهام (1992) نیز گزارش گردیده است.

این خاک‌ها در زیر گروه Haploxerept Fluventic، Typic Calcixerepts و Typic Haploxerepts قرار می‌گیرند (جدول 2). حضور گچ نمی‌تواند تغییری در رده‌بندی این خاک‌ها ایجاد کند. که به نظر می‌رسد که تعریف زیر گروه

نوع یوهیدرال می‌تواند نشان‌دهنده تشکیل در جای گچ و عدم انتقال آن به وسیله آبشویی و یا نوسانات آب زیرزمینی باشد.

پرشده‌گی‌های گچی در افق‌های لندفرم پدیمت به صورت متراکم پیوسته و کامل (شکل 2-پ) قابل مشاهده است. ولی در لندفرم دشت سیلابی پرشده‌گی ناقص با کریستال‌های گچی میکریتی و اسپار (شکل 2-ت) مشاهده می‌شود و اکثراً زمینه خاک مملو از کریستال‌های میکرواسپار و میکریتی است (شکل 2-خ)، که ناشی از تکامل کم این لندفرم نسبت به لندفرم پدیمت است.

پراکنش ارتباطی بین ذرات درشت به ریز در افق‌های سطحی خاک‌های هر دو لندفرم عمدتاً از نوع انولیک، در لایه‌های سرشار از آهک و گچ از نوع کریستالیتیک و در لایه‌های رسی با گچ و آهک ناچیز از نوع پورفیریک می‌باشد.

به دلیل جوان بودن خاک‌ها در لندفرم دشت سیلابی تخریب کانی‌ها بر اساس چارت ارائه شده توسط بولاک و همکاران (1985) در کلاس صفر و یک و از نوع موازی و شبکه‌ای می‌باشد. ولی در لندفرم پدیمت به دلیل تکامل بیشتر تخریب کانی‌ها در کلاس یک، دو و سه می‌باشد. استوپس و وپرکاس (2003) بیان داشتند که هر چه کلاس تغییر شکل و هوادیدگی کانی بالاتر باشد دلیل بر هوادیدگی بیشتر کانی‌ها و تکامل بیشتر خاک می‌باشد.

اکسیدهای آهن و منگنز بی‌شکل و بلورین در هر دو لندفرم به شکل ندول و هیپوکوتینگ قابل مشاهده بوده که در لندفرم دشت سیلابی در افق‌های زیرین که ناشی از نفوذ آب اهر چای به این افق‌ها و وجود آب زیرزمینی در عمق کم ایجاد شده‌اند (شکل 2-ث) ولی در لندفرم پدیمت در افق‌های سطحی و به مقدار کم قابل مشاهده است که احتمالاً در اثر آبیاری اراضی بوجود آمده‌اند (شکل 2-ج).

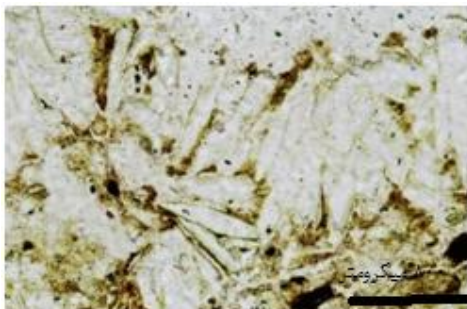
¹ Lessivage

² Calcification

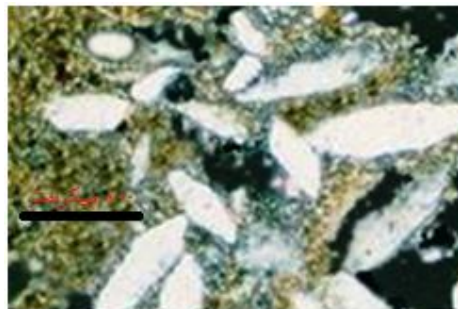
³ Gypsification

(1380) در مورد فلونتهای گچی گزارش شده است.

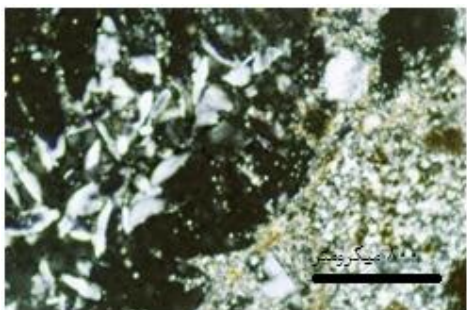
Gypsic برای این خاکها در کلید رده‌بندی ضروری به نظر می‌رسد. چنین نتیجه‌ای توسط افتخاری و محمودی



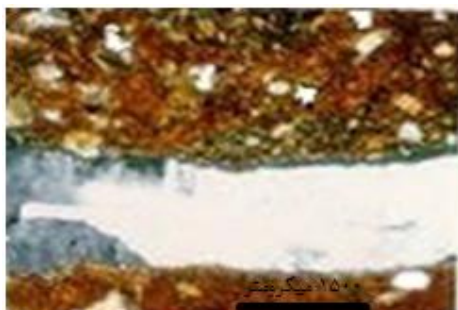
ب: کریستال‌های یو هیدرال در خاکرخ 1 (دشت سیلابی)، افق PPL -Bky2



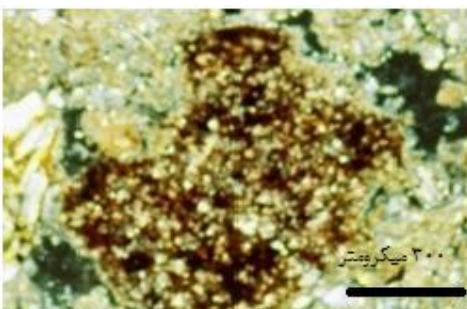
الف: کریستال‌های یو هیدرال در خاکرخ 4 (پدیمنت)، افق XPL-Bky



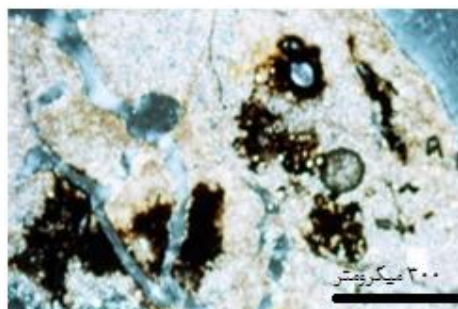
ت: پرشدگی ناقص گچ در خاکرخ 4 (دشت سیلابی)، افق XPL -- Bky2



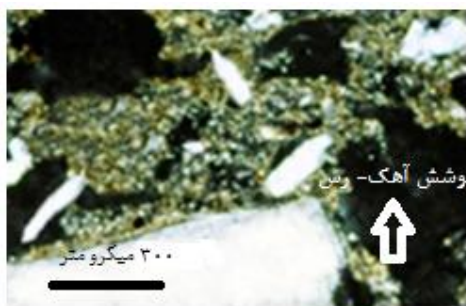
پ: پرشدگی کامل گچ در خاکرخ 5 (پدیمنت)، افق XPL -Bky



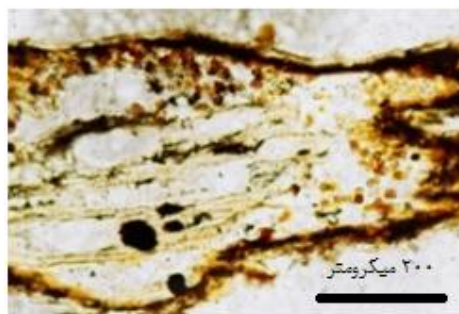
ج: ندول آهن و منگنز در خاکرخ 2 (پدیمنت)، افق Ap XPL -



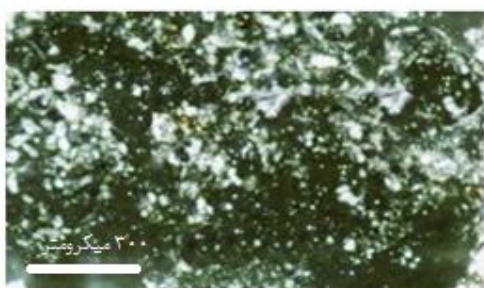
ث: ندول آهن و منگنز در خاکرخ 2 (دشت سیلابی)، افق XPL-C



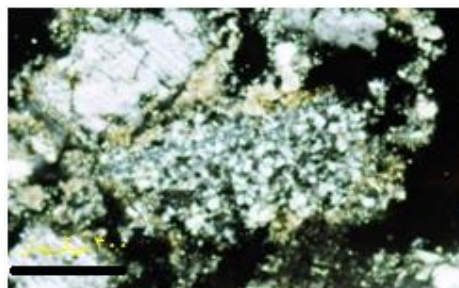
ح: بلورهای گچ روی پوششهای رس-آهک در خاکرخ 4 (پدیمنت)، افق - Bky-XPL



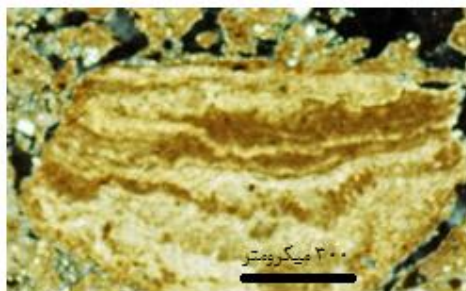
چ: قطعات گیاهی کم تجزیه شده در خاکرخ 1 (دشت سیلابی)، افق PPL-Ap



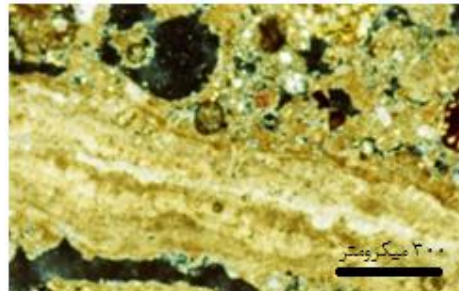
د: گچ میکریت در خاکرخ 3 (دشت سیلابی)، افق XPL- Bky



خ: گچ میکریت در خاکرخ 1 (دشت سیلابی)، افق XPL -Bky1



ز- ندول لایه لایه آهک و رس آهک خاکرخ 5 (پدیمنت)، افق XPL- Bky



ر- ندول لایه لایه آهک و رس آهک خاکرخ 5 (پدیمنت)، افق XPL-Bky

شکل 2- نمودهای خاکساختی مشاهده شده در خاکرخ‌های مورد مطالعه

جدول 1- برخی از ویژگیهای فیزیکی و مورفولوژی و رده بندی خاکرها

افق	عمق (cm)	رنگ (مرطوب)	ساختمان*	بافت	شن %	سیلت %	رس %	ملاحظات
خاکرخ 1 (دشت سیلابی - 47° 05' 20" E; 38° 27' 50" N) Fluentic Haploxerept								
Ap	0 - 19	10 YR 4/3	3mgr	SCL	45/67	19/01	35/32	
Bky1	19 - 50	10 YR 6/2	2fabk	CL	35/67	25	39/33	دارای آهک و گچ ثانویه
Bky2	50-85	10 YR 6/4	2cabk	C	31/67	38/02	40/31	دارای آهک و گچ ثانویه
C	>85	2/5 YR 6/4	m	SCL	47/66	20	32/34	
خاکرخ 2 (دشت سیلابی - 47° 06' 35" E; 38° 27' 35" N) Vertic Haploxerept								
Ap	0 - 32	10 YR 5/3	1vfgr	LS	64/67	18/99	16/34	
Bky	32 - 82	10YR 6/3	3mabk	C	9/67	33/01	57/32	دارای شکافهای ریز
C	> 82	2/5 Y 6/3	m	C	6/73	29/93	63/34	
خاکرخ 3 (دشت سیلابی - 47° 07' 19" E; 38° 27' 06" N) Fluentic Haploxerept								
A	0 - 10	10 YR5/3	3mgr	SCL	38/31	23	38/69	
Bky	10-40	10 YR5/2	2fsbk	SCL	69/31	9	21/69	دارای آهک و گچ ثانویه
C	40-70	10 YR5/2	Sg	LS	75/31	8/01	16/68	
Ab	70-85	10 YR6/3	3cabk	CL	23/31	48	28/69	
C	> 85	10 YR5/2	sg	SL	80/31	5	14/69	
خاکرخ 4 (پدیمنت - 47° 04' 28" E; 38° 25' 03" N) Typic Calcixerept								
Ap	0 - 13	7/5 YR5/3	2fgr	C	32/58	27/15	40/27	
Bk1	13 - 31	10 YR5/3	2fsbk	CL	36/38	25/01	38/61	دارای آهک ثانویه
Bk2	31 - 68	10 YR5/3	2fsbk	CL	35/4	27	37/6	دارای آهک ثانویه
Bky	68 - 110	7/5 YR5/3	2fsbk	CL	37/4	27	35/6	دارای آهک و گچ ثانویه
C	>110	10 YR6/3	m	CL	43/44	21/98	34/58	
خاکرخ 5 (پدیمنت - 47° 05' 30" E; 38° 24' 55" N) Typic Calcixerept								
A	0 - 20	10 YR4/3	2fgr	SCL	47/4	26/99	25/61	
Bk	20-46	10 YR5/3	3fabk	SCL	54/37	20/01	25/62	دارای آهک ثانویه
Bky	44 - 94	7/5 YR6/2	2fabk	CL	42/4	22	35/6	دارای آهک و گچ ثانویه
C	>94	7/5 YR6/2	m	CL	43/41	24	32/59	
خاکرخ 6 (پدیمنت - 47° 06' 35" E; 38° 24' 28" N) Typic Calcixerept								
Ap	0 - 16	10 YR4/3	2fabk	CL	37/43	22/98	39/59	
Bk1	16 - 44	7/5 YR4/3	3fabk	C	35/4	22	42/6	دارای رگه‌های آهک
Bk2	44 - 70	7/5 YR5/3	2fabk	C	36/42	20	43/58	دارای رگه‌های آهک
C	>70	10 YR7/2	m	C	24/43	20	55/57	

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

جدول 2- ویژگیهای شیمیایی خاک‌های منطقه مورد مطالعه

CEC (Cmol ₊ kg ⁻¹)	CCE (%)	EC _e (dSm ⁻¹)	pH _e	عمق (cm)	افق
خاک‌خ 1 (دشت سیلابی) Fluentic Haploxerept					
19/15	11/1	2	7/9	0 - 19	Ap
18/43	11	2/77	8/1	19 - 50	Bky1
15/69	14/8	5/43	8/1	50 - 85	Bky2
12/48	13/8	4/47	8/5	>85	C
خاک‌خ 2 (دشت سیلابی) Vertic Haploxerept					
12/29	10	1/23	7/9	0 - 32	Ap
29/22	14/2	6/17	8	32 - 82	Bky
28/63	6/12	6/78	7/8	> 82	C
خاک‌خ 3 (دشت سیلابی) Fluentic Haploxerept					
21/33	11/1	0/15	7/9	0 - 10	A
7/84	9/1	0/98	8/2	10 - 40	Bky
13/64	13/1	0/8	8/7	40 - 70	C
12/67	14/2	1/19	8/2	70 - 85	Ab
7/93	12/9	0/95	8/3	> 85	C
خاک‌خ 4 (پدیمنت) Typic Calcixerept					
12/96	20/3	0/87	7/9	0 - 13	Ap
19/44	20/3	0/65	8	13 - 31	Bk1
16/99	21	0/72	8/1	31 - 68	Bk2
16/39	22/3	0/7	8/1	68 - 110	Bky
14/61	24/7	0/65	8/2	>110	C
خاک‌خ 5 (پدیمنت) Typic Calcixerept					
20/45	19/9	3/19	7/6	0 - 20	A
24/73	16/9	0/79	8	20 - 46	Bk1
11/72	25/8	0/7	8/3	44 - 94	Bky
13/93	25/1	0/63	8/4	>94	C
خاک‌خ 6 (پدیمنت) Typic Calcixerept					
19/15	57	6/55	7/4	0 - 16	Ap
17/56	50/6	1/03	8	16 - 44	Bk1
14/8	51/2	0/9	8/1	44 - 70	Bk2
11/62	53/1	1/41	8/1	>70	C

نتیجه‌گیری کلی

زیرزمینی حاصل می‌شوند که در خاکهای لندفرم دشت سیلابی قابل مشاهده است. قدیمی‌ترین فرآیند که در این خاکرخ‌ها مشاهده می‌شود انتقال مکانیکی رس بوده که در مقاطع میکروسکوپی شناسایی شد. این خاک‌ها نشاندهنده شرایط مرطوبتر قدیمی نسبت به شرایط فعلی در منطقه است. به دنبال انتقال رس آهک‌زایی اتفاق افتاده و سپس خاک تحت تاثیر گچ‌زایی قرار گرفته است. از طرفی حضور مواد آلی و کانی‌هایی با هوادیدگی بیشتر، ندول‌های آهکی و کریستال‌های گچی درشت‌تر و پرشدگی‌های کامل و پیوسته دلیلی بر تکامل بیشتر لندفرم پدیمنت نسبت به خاک‌های لندفرم دشت سیلابی می‌باشد.

مطالعات میکرومورفولوژیکی موید این مطلب است که لندفرم‌های پدیمنت و دشت سیلابی بدلیل تفاوت در ویژگی‌های ذاتی خاک‌های تشکیل شده در آن‌ها بر میزان تجمع کانی گچ در اعماق مختلف خاک‌ها، در سیستم تبلور و آرایش میکروسکوپی و ماکروسکوپی کریستال‌های گچ در خاک اثر مستقیم می‌گذارد. بطوری‌که نمودهای خاکساختی گچی یوهیدرال به دلیل اینکه از محلول خاک رسوب می‌کند در هر لندفرم قابل مشاهده بوده ولی در لندفرم دشت دامنه‌ای به دلیل انحلال قسمتی از بلور توسط آب بصورت سابدرال نیز قابل مشاهده است. نمودهای خاکساختی گچی میکریتی از نفوذ آب در خاکرخ و بالا آمدن آب

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. ویژه نامه خاکشناسی و ارزیابی اراضی، مجله علوم خاک و آب، صفحه‌های 120 تا 137.
- بنایی م ح، 1377. نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور.
- تومانیان ن، جلالیان ا و کریمیان اقبال ا، 1375. تکامل میکرومورفولوژیکی خاک‌های گچی اراضی شمال غرب استان اصفهان. صفحه 128. پنجمین کنگره علوم خاک، دانشگاه تهران.
- جعفرزاده ع، 1375. تشکیل و رده‌بندی خاک‌های گچی. مجله دانش کشاورزی، جلد ششم. شماره‌های 1 و 2. صفحه 67 تا 98.
- 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.
- محمودی ش، 1365. مرفولوژی و پیدایش گچ در برخی از خاک‌های خشک منطقه کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 17، شماره 1 و 2. صفحه‌های 48 تا 62.
- محمودی ش و حیدری ا. 1377. رده بندی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای گچی جنوب غربی گیلان غرب. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 29، شماره 2. صفحه‌های 299 تا 308.
- مقیسه ا، محمودی ش، حیدری ا، زین‌الدینی ع و مسیح‌آبادی م ح، 1384. بررسی خصوصیات میکرومورفولوژیکی و SEM املاح و گچ در خاک‌های سرشار از گچ منطقه بم. صفحه‌های 183 تا 185. نهمین کنگره علوم خاک، دانشگاه تهران.
- Anonymus, 1992. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collection Soil Sample. Soil Conservation Service, Invest Rep. Gov. Print. Office, Washington, D.C.

- 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.
- Bullock KP, Fedoroff N, Jangerious A, stoops G and Tursina T, 1985. Handbook for Thin Section Description, Waine Resoarch Pub., Wolverhampton, The Netherland.
- Bower CA, 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. *J Soil Science* 73: 251-262.
- Brenda- Buck J, and John G. 2002. Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum in southern New Mexico, USA, *J Arid Environment* 51:469-487.
- Gee G W and Bauder J W, 1986. Particle-size Analyses. Pp. 283-412. In: Klute A (ed). *Methods of Soil Analysis, Part I. Agronomy*. Soil Science Society of America, Inc, Publisher Madison, Wisconsin USA.
- Herrero J, Porta J and Federoff N, 1992. Hypergypstic soils micromorphology and landscape relationship in northeastern Spain. *Soil Sci Soc Am Proc* 56: 1188-1194.
- Jafarzadeh, AA and Burnham C P, 1992. Gypsum crystals in soils: *J Soil Science* 43: 409-420.
- Khademi H and Mermut AR, 2003. Micromorphology and classification of argids and associated gypsiferous ardisols from Iran. *Catena* 54: 439-455.
- Hashemi SS, Baghernejad M and Khademi H, 2011. Micromorphology of gypsum crystals in southern Iranian soils under different moisture regimes. *J agric Sci Tech* 13: 273-288.
- Stoops G and Ilowi M, 1981. Gypsum in aired soils: Morphology and genesis. Pp. 175-185. *Soil Classification Workshop*. March. Dodoma, Tanzania.
- Stoops G and Vepraskas MJ, 2003. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Section, Handbook for soil thin section description, ASA and SSSA. Medison, WT.
- Toomanian N, Jalalian A and Karimian Egbal M, 2001. Genesis of gypsum enriched soils in north-west Isfahan, Iran. *Geoderma* 99:199- 224.