

بررسی خصوصیات میکرومرفولوژیکی و میکروسکوپ الکترونی روبشی اریدی سولهای شور و گچی منطقه اشتهارد کرج

ابراهیم مقیسه^{1*}، عباس احمدی، شهلا محمودی و احمد حیدری

دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران emoghiseh@gmail.com

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک bsahmadi@yahoo.com

استاد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران smahmodi@ut.ac.ir

استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران ahaidari@ut.ac.ir

چکیده

اریدی سولهای شور و گچی وسعت زیادی از خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک ایران را در بر گرفته اند. لکن مطالعات انجام یافته در مورد ترکیبات شور و گچی، اشکال مختلف بلورین و مکانیسم تشکیل آنها ناچیز می باشد. بمنظور بررسی تشکیل و رده بندی خاکهای شور و گچی منطقه اشتهارد، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکرومرفولوژیکی و SEM آنها مطالعه گردید. اندازه گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، شامل بافت خاک، EC و واکنش خاک در عصاره اشباع، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل، درصد گچ، کاتیونها و آنیونهای محلول بر روی نمونه های انتخاب شده از بدون های مورد مطالعه بر اساس روش های استاندارد انجام پذیرفت. در مطالعه مقاطع نازک، گچ عمدتاً بصورت بلورهای توجیه یافته در دیواره حفرات (جیپسان) و بلورهای لوزی شکل در بخش زمینه خاک مشاهده گردید. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) حضور بلورهای گچ عدسی شکل را همراه با بلورهای هالیت نشان داده است که با منحنی های EDS ترکیب این اشکال مورد تأیید قرار گرفت. بر اساس نتایج فیزیکوشیمیایی، میکرومرفولوژیکی و SEM خاکهای تیپ اراضی پست در اثر فرایند رو به بالا (Per ascendum mode) و خاکهای اراضی واریزه ای بادبزی شکل در نتیجه حرکت رو به پایین (Per descendum mode) تحول یافته اند.

واژه های کلیدی: اریدی سول های شور و گچی، میکرومورفولوژی، گچ، هالایت و اشتهارد.

مقدمه

اراضی مزبور را در بر گرفته اند (روزی طلب 1373). خاکهای گچی (Gysiferous Soils) در ایران وسعت چشمگیری داشته و بر اساس برآوردها نزدیک 27 الی 28 میلیون هکتار یعنی 16 تا 17 درصد از اراضی کشور را تشکیل می دهند (محمودی 1377). خاکهای شور (Saline soils) نیز حدوداً 16 الی 23 میلیون هکتار را تشکیل می دهند (روزی طلب 1987 و سیادت و همکاران 1997). البته داشتن رژیم رطوبتی اریدیک یگانه پیش شرط الزامی جهت قرار گرفتن خاکها در رده اریدی سول نبوده و در شرایطی که خاکها بدلیل شوری بالا برای

رژیم رطوبتی اریدیک غالباً در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک به علت عمق، موقعیت قرار گیری، بافت خاکها، ویژگی های سطح زمین و نیز عدم توانایی در نگهداری آب یافت می شود (USDA 1999). در ایران رژیم رطوبتی اریدیک حدود 65 درصد رژیم رطوبتی خاکهای کشور را تشکیل می دهد، در نتیجه درصد قابل توجهی از خاکهای تحول یافته در رده اریدی سول قرار می گیرند. در بین اریدی سولها، اریدی سولهای گچی (Gypsids) با 12 درصد و اریدی سولهای شور (Salids) با 9/2 درصد بیشترین مساحت

1- نویسنده مسئول: کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، گروه مهندسی علوم خاک

* دریافت: 84/11/9 و پذیرش: 86/6/4

رویش گیاهان نامساعدند؛ این خاکها حتی در اقلیم نیمه خشک تا نیمه مرطوب هم یافت می شوند.

طبعاً مکانیسم تشکیل این دو گروه اریدی سول با یکدیگر متفاوت بوده و مدیریت های متفاوتی را می طلبد. در این خاکها گچ و نمک کلرید سدیم (هالیت) می توانند موروثی و یا در اثر فرایند های خاکسازی تشکیل شده باشند. حلالیت نسبتاً پایین تا زیاد این املاح و اثرات مخرب ناشی از توزیع و تبلور مجدد آنها از فرایندهایی است که خصوصیات کشاورزی و مهندسی این خاکها را تحت تأثیر قرار می دهد (نتلتون 1983). در خاکهای مناطق خشک گچ و کلرید سدیم دارای تنوع فرمهای کریستاله می باشند که ممکن است همراه با افزایش عمق در یک پروفیل و یا حتی بین پروفیلها تغییر نماید. از طرفی تنوع کریستالها ممکن است نتیجه تغییر شرایط محیطی باشد (آمیت و یالن 1996). در خاکهایی که گچ در لایه سطحی خاک حضور دارد، شکل تبلور، مقدار و درجه بلوری شدن آن اثر عمیقی بر روی خواص فیزیکی و فیزیکوشیمیایی خاک دارد (فائو 1990). هیررو و همکاران (1992) با بررسی رابطه بین زمین نما و تشکیل گچ پدوژنیکی به تغییرات سطح بالای آب زیرزمینی و رواناب های سطحی در تشکیل عوارض پدوژنیکی گوناگون اشاره نموده اند. محمودی (1365) نیز در مطالعات میکرومورفولوژی 4 نوع عارضه گچی به نام های جیسان، کریستالاریا، بلورهای اینترکالاری گچ و ذرات درشت و آن هدرال گچ را شناسایی و منشأ پدوژنیکی یا ژئوژنیکی آنها را مورد بررسی قرار داده است. اسچفلین و همکاران (2002) با استفاده از آنالیز SEM، تجمع املاح در خاک را همراه با کاهش رطوبت خاک مربوط به تغییرات اقلیم دانسته و احتمالاً نتیجه افزایش درجه خشکی در مقطعی از دوره هولوسن بوده است. تشکیل گچ در مراحل اولیه تحت فرایندهای Per descendum mode و Per ascendum mode و حرکت آب زیرزمینی یا حرکت گچ و متعاقباً حرکت جانبی بوسیله باد یا آب صورت می گیرد (واتسون 1988). فرایند های Per descendum و Per ascendum در اثر خشک و مرطوب شدن خاک در بین بارندگی های پراکنده است که منجر به تشکیل و تجمع گچ پدوژنیکی در خاک می گردد (اکرات 2001). تشکیل گچ پدوژنیکی در خاک نیازمند رژیم رطوبتی خشک با نوسانات رطوبت فصلی و در یک مقیاس زمانی کوتاه می باشد (کارتر و اینسکیپ 1988) که اقلیم منطقه اشتهاارد کمک شایانی به تنوع و تشکیل اشکال گچ نموده است. همچنین در اراضی پست منطقه اشتهاارد کرج مواد مادری آنها مربوط به مارنهای شور و گچی دوران سوم بوده که در تشکیل

بلورهای گچ و املاح محلول تر مؤثر بوده است (محمودی 1365).

استفاده از روشهای میکروسکوپی و آلترا میکروسکوپی با توجه به مقیاس مطالعه و امکان بررسی اشکال، فابریک و جهت گیری اینگونه کانیهها غالباً منجر به ارائه فرضیه های ارزشمندی در رابطه با شرایط تشکیل و منشأ اینگونه ترکیبات می گردد (استوپس 2003). خوشبختانه در دهه های اخیر با توجه به شکل، اندازه، نحوه آرایش و تغییرات این ویژگیها با عمق در واحدهای اراضی مختلف نتایج ارزشمندی در مورد نحوه تشکیل و شرایط تشکیل اینگونه ترکیبات حاصل گردیده است؛ که مطالعه موردی حاضر در این خاکها با استناد به نوع تجمعات گچی، فرم بلورها و نیز وجود تغییرات درصد گچ، برحسب فیزیوگرافی منطقه کمک شایانی به شناسایی این خاکها نموده است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در پنج کیلومتری شرق اشتهاارد واقع است که از شمال به ارتفاعات حلقه در و از جنوب به کوه کردها و قراگونی محدود می گردد. این منطقه بین عرض جغرافیایی 35 درجه و 38 دقیقه تا 35 درجه و 44 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه و 13 دقیقه تا 50 درجه و 24 دقیقه شرقی با ارتفاع متوسط حداقل 1130 متر تا حداکثر 1270 متر قرار دارد. فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه شامل اراضی پست با حداقل ارتفاع 1140 متر از سطح دریا و اراضی واریزه ای شکل بادبزی شکل با حداکثر 1270 متر می باشد. از نظر زمین شناسی، اراضی پست بر روی رسوبات ریزدانه متعلق به تشکیلات دوره میوسن - پلیوسن اکثراً شامل ماسه سنگ، کنگلومرا، مارن و مارنهای گچ دار تشکیل گردیده اند. در حالیکه اراضی واریزه ای بر روی تشکیلات دوره کوآترنر قرار دارند. تشکیلات این دوره در اثر جریانهای فصلی و بصورت واریزه ای از تشکیلات دوره الیگوسن - میوسن در منطقه اشتهاارد گسترش و ضخامت قابل توجهی داشته اند که شامل بازالت، آندزیت، سنگهای آذرآواری، گدازه وایگمنریت ریولیتی می باشد (جاماب 1370). رژیم رطوبتی خاک براساس برنامه کامپیوتری نیوهال Weak Aridic، و رژیم حرارتی Thermic تشخیص داده شد (فاتحی و همکاران 1384). از مجموع پروفیلهای حفر شده در دو فیزیوگرافی اراضی پست و واریزه ای بادبزی شکل، پنج پروفیل خاک مورد مطالعه قرار گرفتند (USDA 1993). از هر افق نمونه های دست خورده خاک تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه ها پس از آماده سازی مورد تجزیه های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند.

ساختمان مکعبی زاویه دار و نیز ساختمان توده ای در پروفیل‌های اراضی پست دیده می شود. در پروفیل‌های اراضی واریزه ای بادبزی شکل وجود سنگریزه های زاویه دار حدود 25 درصد سطح خاک را پوشانده است. بافت خاک در حد لوم رسی می باشد. ساختمان خاک مکعبی زاویه دار بوده قندیل‌های گچی به طول 0/5 تا 2 سانتیمتر که بخوبی در زیر سنگریزه ها قابل مشاهده بوده است. نتایج خصوصیات فیزیکوشیمیایی 5 پروفیل در دو تیپ در جدول شماره 2 همراه با افق‌های ژنتیکی آمده است. در پروفیل‌های اراضی پست بافت خاک عمدتاً رسی و سنگین بوده و تجمع املاح و گچ به سمت سطح افزایش پیدا نموده است. بطوریکه در افق‌های نزدیک به سطح میزان شوری و گچ به ترتیب بین 20 تا 50 دسی زیمنس بر متر، 10الی 30 درصد در نوسان می باشد. تغییرات کربن آلی در نوسان بوده ولی هر چه به سطح خاک نزدیک می شویم بر مقدار افزایش می یابد. کربنات کلسیم معادل عمدتاً در افق های زیر سطحی حداکثر درصد خود را نشان می دهد. در پروفیل‌های اراضی واریزه ای بادبزی شکل سنگریزه دار درصد گچ در افق های زیر سطحی در عمق 60 سانتی متری به مقدار حداکثر خود می رسد. میزان سنگ و سنگریزه تأثیر عمده ای در بافت خاک گذاشته و بافت خاک نسبت به پروفیل‌های اراضی پست سبک تر می باشد. مقاطع نازک تهیه شده زیر میکروسکوپ پلاریزان مشاهده گردیدند و در شکل 1 نشان داده شده است. ساختمان ریز عمدتاً خاکدانه های کوچک بین ذرات است. منافذ از نوع Vaghy با اشکال کشیده و از نظر اندازه در کلاس مزو (متوسط و درشت) می باشد. (20 میکرون) c/f نسبت ذرات درشت به ریز 3 به 7 و 4 به 6 می باشد. مواد درشت عمدتاً شامل بلورهای درشت گچ و کوارتز و کانیه‌ای آذرین می باشند. مواد ریز شامل رس، آهک میکریتی و بلورهای ریز گچ هستند. در قسمت نرم، b-fabric بلورین³ می باشد. عوارض خاکسازی بیشتر بصورت کریستالهای توجیه شده در حفرات، جیبسان⁴، بلورهای در هم فرورفته⁵ و بلورهای عدسی شکل⁶ گچ با اندازه های متفاوت در زمینه پخش و بیش از 40 درصد آنرا تشکیل میدهد (جدول 3 و شکل 1).

هالیت در زیر میکروسکوپ پتروگرافی قابل مشاهده نبود. در مطالعات SEM بلورهای عدسی شکل، بصورت بلورهای ریز و درشت گچ که بصورت منفرد یا

خصوصیاتی همچون بافت خاک با روش پوشش با سولفات باریم (هس 1976)، هدایت الکتریکی یا EC عصاره اشباع بر حسب دسی زیمنس بر متر با دستگاه EC مترمدل فیلیپس، پ. هاش عصاره اشباع با دستگاه پ. هاش مترمدل فیلیپس، کربن آلی با روش والکی و بلک، درصد کربنات کلسیم معادل با روش حجم سنجی و درصد گچ با روش استن، کاتیونها و آنیونهای محلول در عصاره اشباع شامل کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری با EDTA، سدیم و پتاسیم بطریقه فلیم فتومتر، کلر از طریق تیتراسیون با نیترات نقره، کربنات و بیکربنات توسط تیتراسیون با اسید اندازه گیری شدند (USDA 2004). جهت بررسی اشکال و نحوه توزیع گچ و املاح محلول تر نمونه های جهت دار و دست نخورده از برخی افق ها تهیه گردید (مرفی 1986). کلوخه های جهت دار و دست نخورده تهیه شده پس از خشک شدن در شرایط خلاء در داخل دسیکاتور با مخلوطی رزین پلی استر، استن و سخت کننده (با نسبت 60cc رزین، 40cc استون، 3 قطره کاتالیست و 2 قطره سخت کننده) تلقیح شدند و پس از سخت شدن مقاطع نازک تهیه گردید (مرفی 1986). در این مطالعه همواره از نفت بجای آب در سایش نمونه ها و تهیه مقاطع نازک استفاده گردید. مقاطع نازک تهیه شده سپس زیر میکروسکوپ پتروگرافی مدل Olympus مطالعه و مورد تفسیر قرار گرفتند (استوپس 2003 و بولاک و همکاران 1985). در برخی نمونه ها نیز مطالعات دقیق تر مرفولوژیکی بوسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی¹ (SEM) فیلیپس مدل XL30 انجام پذیرفت و منحنی های EDS² نیز جهت تأیید ترکیب شیمیایی بلورها از نقاط مورد نظر تهیه شد. نمونه های انتخاب شده برای SEM در شرایط خلاء با طلا پوشش داده شدند (نورمن و دیکسون 1995).

نتایج

از مجموع پروفیل‌ها در دو تیپ اراضی دو پروفیل (پروفیل‌های شماره 4 و 5) در اراضی واریزه ای بادبزی شکل و سه پروفیل (پروفیل 1، 2 و 3) در اراضی پست حفر شده که نتایج مرفولوژی دو پروفیل برای هر تیپ در جدول شماره 1 آمده است.

در پروفیل‌های واقع شده در اراضی پست تجمع نمکها بصورت ذرات پودری سفید رنگ در سطح خاک، گچ و آهک ثانویه در دیواره پروفیل بصورت میسیلیوم و پودری مشاهده می شود. بافت خاک رسی و لوم رسی و

3- Crystallitic

4 - Gypsan

5. Interlocked.

6 - Lenticular

1- Scanning Electron Microscope

2- Energy Dispersive Spectrometer

بصورت دسته جمعی تجمع در اندازه 20 الی 200 میکرون مشاهده شده است. (شکل 1-2). در منحنی EDS فراوانی کلسیم و گوگرد اجزاء تشکیل دهنده گچ نشان داده شده است (شکل 2-2). در مطالعات انجام شده با میکروسکوپ اسکینینگ (SEM) بوضوح اشکال مکعبی هالایت در ابعاد در 2 تا 20 میکرون مشاهده می شود (شکل 3-2 و 4-2). همچنین منحنی EDS بیانگر فراوانی یونهای سدیم و کلر یافته های مرفولوژیکی را در وجود هالایت تأیید می نماید (شکل 5-2).

بحث

طبق نتایج مرفولوژی و فیزیکوشیمیایی، خاکها در پروفیل های اراضی پست با عنوان Clayey mixed Gypsic Aquisalids thermic رده بندی گردیدند (USDA 2003). نتایج میکرومرفولوژیکی، در تیپ اراضی پست نشان دهنده حضور گچ غالباً به صورت کریستالهای عدسی شکل در زمینه خاک، کریستالهای ریز و توجیه شده در حفرات (جیسان) و بلورهای در هم فرو رفته می باشد. وجود شکل عدسی به حضور مقادیر فراوان املاح سدیم نسبت داده شده است (جعفرزاده 2002). برخی محققین اشکال عدسی شکل بلورهای گچ را به فراوانی مواد آلی نسبت داده اند (باک و وان هوسن 2002)؛ لکن با توجه به مقادیر بسیار کم ماده آلی در این خاکها، احتمالاً فراوانی نمک کلرید سدیم نقش اساسی در ایجاد این اشکال را دارد. مطالعات بسیاری از دانشمندان دیگر هم که در مناطق مشابه اقلیمی و خاک صورت گرفته است حضور بلورهای گچ عدسی شکل را در خاکهای شور با مواد آلی کم به فراوانی نشان داده است (محمودی 1365، آمیت و یالون 1996، باک و وان هوسن 2002 و خادمی و مرموت 2003). محمودی 1365 نحوه پیدایش عارضه جیسان را بعضاً انحلال کربنات کلسیم و ترکیب یون کلسیم با یون سولفات موجود در محلول خاک دانسته است. لکن در این خاکها با توجه به روند تغییرات گچ و آهک و همچنین مشاهدات میکروسکوپی چنین نتیجه گیری به سهولت امکان پذیر نمی باشد. بهر حال صرف نظر از نحوه تشکیل این املاح وقوع بلورهای گچ در درون حفرات خاک و عدم وجود آن در ماتریکس خاک این عوارض احتمالاً جزء عوارض ثانوی یا عوارض خاکزایی می باشند. این عارضه بیشتر در خاکهای نواحی پست یافت می شود. مضافاً اینکه بلورهای عدسی شکل دیگری هم که بصورت پراکنده در زمینه خاک دیده می شوند (شکل 1-2) جزء عوارض پدوژنیکی می باشند که احتمال می رود ابتدا درون حفرات بسته خاک تشکیل شده ولی پس از ایجاد فشار در اثر انقباض و انبساط رسها به دیواره حفرات پاره شده و در

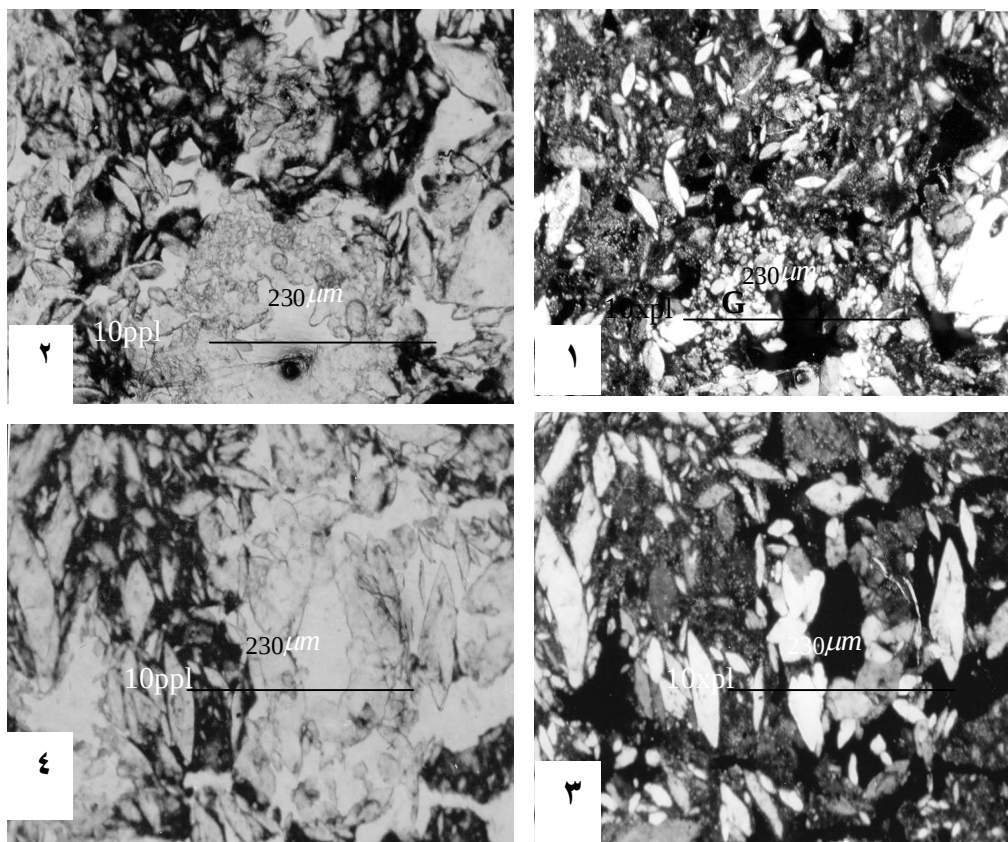
ماتریکس خاک قرار گرفته اند؛ آرایش بیضی شکل که برخی بلورها دارند (شکل 1-1 و 2-1) مربوط به این امر است (محمودی 1365). نتایج مطالعات SEM و EDS (شکل 1-2 و 2-2) نیز مؤید اشکال یوهدرال گچ در این خاکها می باشد. این تصاویر همچنین حضور گچ و هالیت را با هم نشان می دهد (شکل 3-2) که تنوع خوبی از اشکال پدوژنیکی بوجود آمده است؛ که بنا به گفته آمیت و یالون (1996) تنوع کریستالی ممکن است نتیجه تغییر شرایط محیطی در حد خرد (Microenvironment) در اینگونه خاکها، که با گذشت زمان و حتی به علت خشک و مرطوب شدن خاک به علت شرایط نامساعد زهکشی اتفاق افتاده، بوده است. مشاهده بلورهای هالیت زیر میکروسکوپ پلاریزان در مقاطع نازک علیرغم استفاده از نفت به هنگام تهیه مقاطع جهت جلوگیری از انحلال این ترکیبات میسر نگردید؛ البته مطالعاتی که به حضور اینگونه نمکها در مقاطع نازک اشاره نموده اند نیز بسیار محدود می باشد (هانا و استوپس 1976، آمیت و یالون 1996) لکن در مطالعات SEM و EDS اشکال بلورین هالیت بخوبی مشاهده گردید (شکل 3-2، 4-2 و 5-2). در اراضی پست با توجه به توالی افقها، نتایج فیزیکوشیمیایی، مقاطع نازک و مطالعات میکروسکوپ اسکینینگ نشان می دهد که تجمع گچ و هالیت در این تیپ اراضی در اثر جریان رو به بالای آب زیرزمینی غنی از املاح (Per ascendum mode) بوده است. وجود سفره آب زیرزمینی کم عمق و نوسان کننده شور (جدول 1) بهترین توصیف برای تجمع گچ و نمک در اکثر افقهای پروفیل های این تیپ اراضی به سبب خیز موئینه آب کم عمق و متعاقباً تبخیر آب و بجای نهادن املاح محلول و گچ در افقهای نزدیک به سطح می باشد. معمولاً حرکت املاح به سمت سطح خاک و تجمع آنها تابع ثابت حلالیت متفاوت املاح موجود در آب زیرزمینی است. بطوریکه ترکیبات با حلالیت بالاتر (هالیت) چون دیرتر به عدد ثابت حلالیت خود می رسند بنابراین دیرتر رسوب نموده تا در ارتفاعی که آب زیرزمینی می تواند بالا بیاید با آن انتقال می یابد، درحالیکه گچ و ترکیبات کم محلول تر در عمقی که ثابت حلالیت آن برقرار گردد در همانجا رسوب می نمایند. بنابراین گچ اگر صرفاً از سفره آب زیرزمینی ناشی شده باشد بایستی در عمقی پایین تر از هالیت رسوب می نماید. اما با توجه به اینکه حضور ترکیبات دیگری که حاوی یونهای غیر مشترک با گچ می باشند؛ نظیر NaCl، MgCl₂ یا Na₂SO₄ می تواند حلالیت گچ را به سبب تأثیر قدرت یونی تا حد قابل توجهی افزایش دهند. خادمی و مرموت (2003) هم در تشکیل خاکهای اصفهان بر این فرایند حرکت املاح اشاره

تشکیل استلاکتیت می باشد؛ که عمق آبشویی و تجمع گچ را نشان می دهد. شکل تجمع جهت دار و قندیل وار گچ در زیر سنگریزه ها (جدول 1) معرف پدوژنیک بودن آنهاست (باک و وان هوسن 2002 و خادمی و مرموت 2003). در منطقه اشتهاارد با توجه به وجود اقلیم خشک و همچنین مرطوب نگهداشته شدن خاک در بین بارندگی های پراکنده در تشکیل و تجمع گچ پدوژنیک در این خاکها فرایند فوق را تقویت می نماید (اکرات 2001).

سپاسگزاری

پیشاپیش از گروه مهندسی علوم خاک دانشکده مهندسی خاک و آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک و آزمایشگاه SEM دانشگاه تربیت مدرس که امکانات و تسهیلات این تحقیق و پژوهش را در اختیار قرار داده، تقدیر و تشکر می گردد.

نموده اند. اراضی واریزه ای بادبزنی شکل تحت عنوان Fine loamy mixed thermic Typic Calcigypsis رده بندی گردیدند (USDA 2003). در این اراضی به علت بافت سبک و وجود سنگریزه پندانت های گچ طویل در زیر سنگریزه ها از عوارض اصلی گچی محسوب می شود. همچنین بلورهای عدسی شکل در درون کانالها نیز به وفور مشاهده می گردند. همچنین طرز قرار گیری افقها در این خاکها با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی و نوع تجمع گچ نشاندهنده اثر حرکت آب به سمت پایین (per descendum mode) بوده است. تشکیل پندانت های گچی زیر سنگریزه ها (جدول 1) و تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی همچون درصد گچ، آهک و شوری (جدول 2) تأییدی بر این فرضیه است. که در گزارشات خادمی و مرموت (2003) و هیررو (1992) به آن اشاره گردیده است. قندیلهای گچی مشاهده شده در افقهای زیرین این خاکها حاصل فرایند آبشویی رو به پایین و مشابه مکانیسم

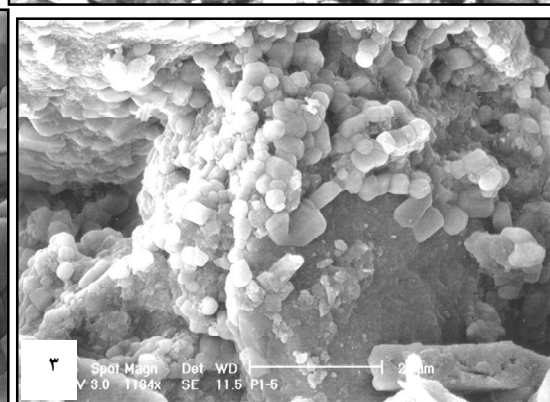
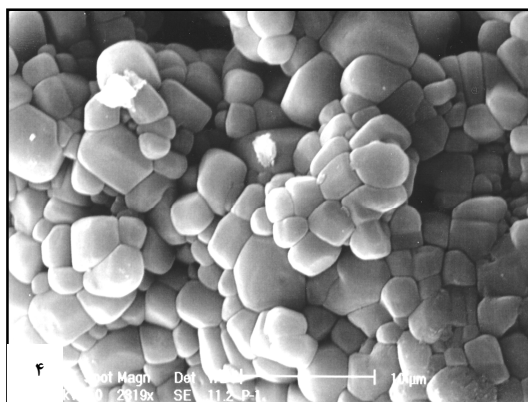
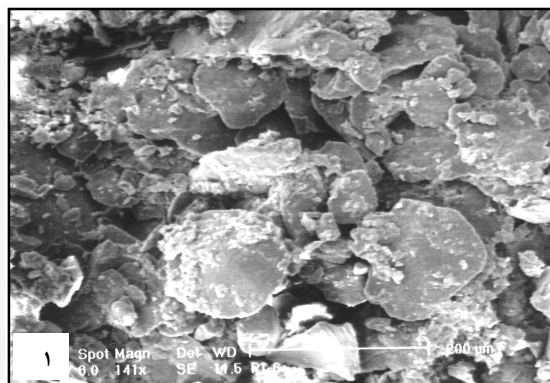
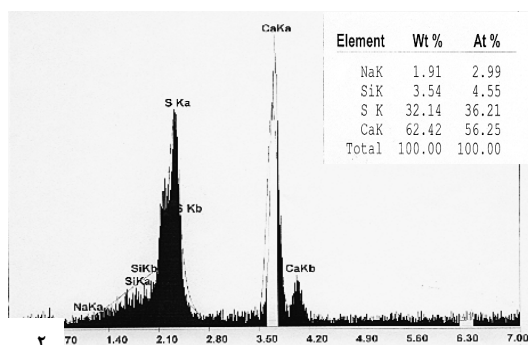


شکل 1 - میکرو گراف بلورهای گچ پروفیل 1 عمق 23-58 سانتی متری. (1 و 2) تجمعات گچی (G) بصورت کریستالهای جیسان و عدسی شکل در دیواره حفرات و متن خاک در حالت نور متقاطع (XPL) و PPL (3 و 4) بلورهای عدسی شکل در زمینه و بلورهای درهم فرورفته (interlocked) در حفرات در حالت نور متقاطع (XPL) و PPL.

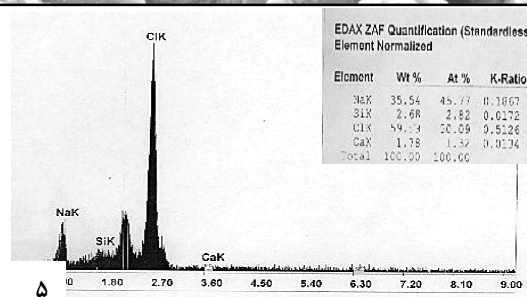
جدول شماره 3 - مشخصات میکرومرفولوژیکی برخی افق های پروفیل های مطالعه شده

عوارض خاکسازی	b- fabric	ذرات ریز	ذرات درشت	ریز ساختمان	c/f (20)		پروفیل افق
					Limit	RDP	
بلورهای گچ عدسی شکل در حفرات ، متن خاک ، جیبسان، بلورهای درهم فرو رفته گچ و ذرات ریز کلسیت،	بلورین *	-ذرات رس به مقدار زیاد به رنگهای قهوه ای روشن تا تیره ، ذرات میکریتی آهک	بلورهای گچ عدسی شکل ، کوارتز و همراه با کانیهای آذرینی	عمدتاً حاوی خاکدانه های بسیار کوچک که در فواصل ذرات بلورین قرار دارند..	3/7 f. enualic		Cyk 1
بلورهای عدسی شکل گچ و قندیلهای گچی	بلورین	رسهای تیره رنگ و ذرات میکریتی آهک.	بلورهای گچ عدسی شکل ، کوارتز و همراه با کانیهای آذرینی	عمدتاً فاقد ساختمان	4/6 coarse monic		By4

*.Crystallitic



شکل 2- تصاویر SEM و EDS مربوط به عمق 23-58 سانتیمتری پروفیل 1، (1) تصویر SEM کریستالهای عدسی شکل گچ، (2) منحنی EDS بیانگر فراوانی عناصر کلسیم و گوگرد، (3) بلورهای معبی هالایت بر روی کریستالهای عدسی گچ، (4) تصاویر SEM مکعب های هالایت، (5) منحنی EDS مربوط به ترکیب بلورهای هالایت فراوانی سدیم و کلسیم.



فهرست منابع:

1. جاماب، 1370. بررسی زمین شناسی، مهندسی و توپوگرافی، ج 1، طرح جامع آب کشور، وزارت نیرو (زمین شناسی عمومی، زمین ساخت و لرز)
2. روزی طلب م. ح. 1373، اریدی سولهای ایران و بهره برداری پایدار از آنها، چهارمین کنگره علوم خاک ایران.
3. فاتحی، ش. محمودی ش.، سرمیدان ف.، 1384، بررسی خصوصیات ریخت شناسی، فیزیکوشیمیایی و کانی شناسی خاکهای اشتهارد، خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم خاک و سومین همایش ملی رسوب، مرکز حفاظت خاک و آبخیز تهران ص 434-435
4. محمودی، ش.، 1365، مرفولوژی و پیدایش گچ در برخی از خاکهای خشک منطقه کرج، مجله علوم کشاورزی ایران، ج 17، ش 2.
5. محمودی، ش.، 1377، خصوصیات و مدیریت خاکهای گچی. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، ج 13، شماره 2، ویژه نامه خاکهای گچی، صفحات 1- 26
6. Amit, R., Yaalon, D. H., 1996, The Micromorphology of gypsum and halite in Reg soils- the Negev desert Israel, Earth Surface Processes and Landforms, Volume 21, Issue 12, p:1127-1143
7. Brenda, J., John, Van Hoesen, G., 2002, Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum, southern New Mexico, U.S.A, J.Arid Environment 51, p: 469-487
8. Bullock, P., Fedoroff, N., Stoops, H., Jongerius, M.A., Tursina, T., 1985, Handbook for soil thin section description, ISSS.
9. Carter, B.J, Inskeep W.P., 1988, Accumulation of pedogenic gypsum in western Oklahoma soils, SSSAJ, 52, p:1107-1113
10. Eckardt, F.D., Drake, N., Goudie, A. S., White, K., Viles H., 2001, The role of playas in pedogenic gypsum crust formation, in the central Namib desert: a technical model, Earth Surface Processes and Landforms, 26, p:1177-1193
11. FAO, 1990, Management of gypsiferous soils, Bulletin 62, FAO, Rome
12. 12 - Hanna, F.S., and Stoops, G., 1976, Contribution to the micromorphology of some saline soils of the north Nile Delta in Egypt, Pedology, 26, p:55-73
13. Herrero, J., Porta, J., Fedoroff, N., 1992, Hypergypsic soil micromorphology and landscape relationships in Noretheastern Spain, Soil Sci.Soc.Am.J.56, p: 1188-1194
14. Hesse, P.R, 1976, Particle size distribution in gypsic soils, Plant and Soil, 44, p: 241-247
15. Jafarzadeh, A., 2002, Different factors impacts on gypsum crust crystallization pattern and rate under experimental condition, 17th WCSS, 14-21 August, Thailand
16. Khademi, H., Mermut, A.R., 2003, Micromorphology and classification of argids and associated gypsiferous aridisols from central Iran, Catena 54, p: 439-455
17. Murphy, C.P., 1986, Thin section preparation of soils and sediments. Pub.by A.B Academic Publishers ,U.K
18. Norman White, G. and Dixon, Joe B., 1995, Scanning electron microscopy of mineral in soils, TSEM J V. 26:1
19. Roozitalab, M.H, 1987, National soil policy and its technical and administrative organization in Iran, Soil and Water Research Ins. Publication No. 725 (In Farsi).
20. Siadat, H., Bybordi, M., Malakouti, M.J., 1997, Salt-affected soils of Iran: A country report. International symposium on "Sustainable management of salt affected soils in the arid ecosystem". Cairo, Egypt
21. Schieffelbein. I., Brenda, J.B., Leon, L., Merkler D., 2002, SEM analyses of pedogenic salt minerals in a toposequence, Death Valley, California, USA, 17TH WCSS, 14-21, August 2002, Thailand

22. Soil Survey Staff, 1993, Soil Survey Manual, U.S. Dep. agr. Handbook 18.U.S. Government Printing Office, Washington, D.C
23. Soil Survey Staff, 1999, Keys to soil taxonomy, 8th Edition
24. Soil Survey Staff, 2003, Keys to soil taxonomy, 9th Edition
25. Stoops, G., 2003, Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin section, Handbook for soil thin section description, SSSA. Inc, Medison Wisconsin, USA
26. Taimeh, A.Y., 1992, Formaion of gypsic horizons in some arid regions soils of Jordan, Soil Sci., Vol 135
27. USDA, 2004, Soil survey labrotoary methods and precedures for collecting soil samples
28. Nettleton, W.D., Peterson, F.F., 1983, Aridisols In: Wilding, L.P., et al., Eds., Pedogenesis and Soil Taxonomy: II. The Soil Order. Elsevier, Amsterdam, p:165 – 215
29. Watson, A., 1988, Desert gypsum crusts as Palaeoenvironmental indicators: A micropetrography study of crusts from Southern Tunisia and the central Namib Desert, J. of Arid Enviornment 15, P:19-42.