

## مقایسه خصوصیات میکرومورفولوژیکی خاکهای شور-سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی اطراف دریاچه اورمیه

ساغر چاخرلو<sup>۱\*</sup> - شهرام منافی<sup>۲</sup> - احمد حیدری<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۴

### چکیده

تصور انجام مطالعات دقیق تشکیل خاک بدون کمک میکرومورفولوژی مشکل است. برخی فرآیندها در سطوح میکرومورفولوژی به اندازه کافی واضح و گویا نیستند. میکرومورفولوژی مطمئن‌ترین روش برای تشخیص همه فرآیندهای پیچیده در خاک است. در این تحقیق به منظور مقایسه خصوصیات میکرومورفیک خاک‌های شور-سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی اراضی غرب دریاچه اورمیه، چهار خاکرخ (دو خاکرخ در اراضی شور-سدیمی و دو خاکرخ در اراضی غیرشور- غیرسدیمی) مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تشریح و نمونه‌برداری خاکرخ‌ها طبق روش‌های استاندارد، تجزیه‌های فیزیکی-شیمیایی انجام و مقاطع نازک از نمونه‌های دست‌نخورده و جهت‌دار تهیه شدند و با میکروسکوپ پلاریزان<sup>۴</sup> مورد مطالعه قرار گرفتند. بررسی مقاطع نازک<sup>۵</sup> نشان داد خاک‌های شور-سدیمی فاقد ریزساختمان بوده و منافذ آنها عمدتاً از نوع ستاره‌ای است. منافذ کانال و صفحه‌ای نیز در خاک‌ها مشاهده شدند. در خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی، خاک‌ها دارای ریزساختمان می‌باشند و منافذ آنها عمدتاً از نوع حفرات آرایشی مرکب بوده است و همچنین حفرات کانال، صفحه‌ای و ستاره‌ای نیز مشاهده شدند. بی-فابریک هردو خاک عمدتاً از نوع بلوری است. عوارض خاکساز خاک‌های شور-سدیمی عبارتند از: پوشش‌های رس ته‌نشستی، تجمعات نمک شامل پوشش‌ها و پرشدگی‌های نمک که در داخل منافذ کانالی و ستاره‌ای مشاهده شدند ولی خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی فاقد این عوارض بودند. پوشش‌های آلی نیز به صورت لکه‌هایی سیاه رنگ و در مواردی به صورت مخلوط با توده ریز خاک فقط در خاک‌های شور-سدیمی مشاهده شدند. تجمعات آهکی شامل انواع گرهک‌های تپیک، پرشدگی‌ها، پوشش‌های آهکی و تجمعات اکسیدهای آهن و منگنز به صورت گرهک‌ها و پوشش‌ها در هر دو خاک شور-سدیمی و غیر شور- غیرسدیمی مشاهده گردیدند.

واژه‌های کلیدی: خاک شور-سدیمی، دریاچه اورمیه، میکرومورفولوژی

### مقدمه

خاک‌های مناطق خشک یکی از غالبترین املاح کلرید سدیم یا هالیت<sup>۶</sup> است. هالیت پدوژنیک اشکال بلوری متنوعی دارد و فراوانی و تنوع این اشکال در اعماق مختلف و همچنین در خاکرخ‌های<sup>۷</sup> مختلف بسیار متغیر است (۱۱ و ۲۷). مقیسه و حیدری (۳۰) نیز در خاک‌های شور و گچی<sup>۸</sup>، حضور همزمان پوشش‌های هالیتی و بلورهای مکعبی هالیت را همراه با فرم‌های خاکساز گچ گزارش نموده و آن را نشانه پلی‌ژنتیک<sup>۹</sup> بودن این خاک‌ها دانسته‌اند. در مطالعات میکرومورفولوژیکی انجام گرفته در خاک‌های شور و سدیمی، به ندرت اشکال مختلف عوارض خاکساز ناشی از املاح و کریستال‌ها نشان داده شده‌اند. سپردار و همکاران (۵) با بررسی خصوصیات مینرالوژیکی و

خاک‌های حاوی املاح محلول، گسترش نسبتاً زیادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان دارند. با وجود این، اطلاعات کمی در رابطه با فرآیندهای تشکیل و همچنین خصوصیات میکرومورفیک آنها وجود دارد (۱۷). لذا انجام مطالعات میکرومورفولوژیکی جهت شناخت بهتر و مدیریت این قبیل خاک‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. در

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس نازلو، دانشگاه اورمیه  
(\*) نویسنده مسئول: (Email: saghar.chakherloo@yahoo.com)  
۳- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه تهران

6- Hallite  
7- Profiles  
8- polygenetic

4- Polarizing Microscope  
5- Thin sections

دریاچه اورمیه با متوسط ارتفاع ۱۲۷۷ متر از سطح دریای آزاد انجام گرفت (شکل ۱). بر اساس نقشه مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان آذربایجان غربی از نظر فیزیوگرافی این منطقه بر روی دشت رسوبی با شیب ملایم به طرف دریاچه اورمیه واقع شده است. منطقه مطالعاتی بین عرض‌های جغرافیایی  $30^{\circ}$  و  $37^{\circ}$  و  $45^{\circ}$  و  $48^{\circ}$  شمالی و طول‌های جغرافیایی  $45^{\circ}$  و  $48^{\circ}$  شرقی قرار گرفته است. براساس داده‌های هواشناسی ۳۰ ساله (۱۹۷۵-۲۰۰۵) ایستگاه هواشناسی اورمیه، و محاسبات برنامه کامپیوتری نیوهال، رژیم‌های رطوبتی و حرارتی این منطقه به ترتیب زیریک و مزیک محاسبه شدند که با نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی ایران (۱۳) نیز همخوانی دارد. بر اساس نقشه‌های توپوگرافی و مشاهدات صحرایی اولیه، ۸ خاکرخ در دو ردیف اراضی (هر ردیف اراضی متشکل از ۴ خاکرخ) مورد بررسی قرار گرفت که در این مقاله نتایج دو خاکرخ از هر ردیف ارائه شده‌اند. ردیف اول متشکل از خاک‌های شور-سدیمی ناشی از دریاچه اورمیه (خاکرخ‌های ۲ و ۴) و ردیف دوم متشکل از خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی (خاکرخ‌های ۵ و ۷) می‌باشند. خاکرخ شماره ۲ در منطقه اردوشاهی، خاکرخ شماره ۴ در منطقه حصار حاجی‌لار، خاکرخ شماره ۵ در منطقه امامزاده غریب حسن و خاکرخ شماره ۷ در منطقه دولاما حفر گردیدند. در شکل ۱ موقعیت خاکرخ‌های دو ردیف اراضی در منطقه اورمیه نشان داده شده‌اند.

این خاکرخ‌ها طبق روش‌های استاندارد (۳۶) تشریح و نمونه- برداری شدند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردید. جهت انجام مطالعات میکرومورفولوژی، مقاطع نازک به روش بنی‌آرکو و استوپس (۱۴) تهیه شده و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان Olympus مورد مطالعه قرار گرفته و تشریح و تفسیر شدند و نهایتاً از عوارض مورد نظر عکسبرداری شد.

## نتایج و بحث

در جدول ۱ برخی از نتایج فیزیکوشیمیایی و رده‌بندی و در جدول ۲ خصوصیات میکرومورفیک خاکرخ‌های مورد مطالعه ارائه شده است.

با توجه به مقادیر بالای پارامترهای SAR، ESP در خاکرخ‌های ۴ و ۲، هر دوی این خاکرخ‌ها شور-سدیمی بوده و دارای افق مشخصه ناتریک می‌باشند در حالیکه مقدار پارامترهای ذکر شده در خاکرخ‌های ۵ و ۷ پایین بوده و این خاکرخ‌ها غیر شور-غیرسدیمی بوده و دارای افق مشخصه کلسیک می‌باشند (۳۷).  
بر اساس مشاهدات میکروسکوپی (جدول ۲)، خاکهای شور-سدیمی (خاکرخ‌های ۴ و ۲) فاقد ریزساختمان<sup>۱۰</sup> هستند (شکل ۳a). ولی خاکهای غیرشور- غیرسدیمی (پروفیل‌های ۷ و ۵) دارای ریزساختمان می‌باشند (جدول ۲).

میکرومورفولوژیکی پوسته‌های نمکی<sup>۱</sup>، بلورهای مکعبی شکل هالیت را به صورت پوششهایی روی دیواره حفرات و همچنین به صورت توده‌های مترکم در زمینه خاک<sup>۲</sup> مشاهده کردند. مقیسه و همکاران (۸) در خاک‌های شور و گچی بم، بلورهای مکعبی شکل هالیت را به صورت پوسته‌ای درون حفرات<sup>۳</sup> گزارش کرده و از طریق مشاهدات SEM نشان دادند که این بلورهای مکعبی شکل هالیت در زیر بلورهای عدسی شکل، دانه‌ای و فیبری شکل گچ قرار دارند. عباسلو و همکاران (۹) در خاک‌های منطقه خشک هرمزگان، پوسته‌های نمکی را به صورت یک لایه نازک و تقریباً پیوسته مشاهده کرده‌اند. این قبیل پوسته‌ها توسط آمیت و یالون (۱۱) و ویدر و همکاران (۴۰) به نام پوشش‌های پخشیده مومی<sup>۴</sup> نامیده شده‌اند. احمد (۱۰) در خاک‌های بیابانی هند نیز تجمعات نمکی را به صورت پوشش‌هایی در سطح ذرات اسکلتی و پرشدگی‌های<sup>۵</sup> منافذ کانالی<sup>۶</sup> و ستاره‌ای<sup>۷</sup> گزارش نموده است. بر اساس مطالعات میکرومورفیک وهیب و ابراهیم (۲۸)، در خاک‌های شور مرکز عراق، منافذ عمدتاً از نوع ستاره‌ای و چمبر<sup>۸</sup> و مقداری منافذ کانالی هستند و ریز ساختمان خاک‌ها عمدتاً از نوع ستاره‌ای و اسفنجی<sup>۹</sup> همراه با کمی مکعبی بدون بدون زاویه می‌باشند. در این خاک‌ها اشکال خاکساز نمک شامل پوشش‌های نمکی و نمک‌ها عمدتاً از نوع کلراید گزارش شده‌اند.

در اراضی مجاور دریاچه اورمیه، اصلاح فراوان انتقال یافته از دریاچه اورمیه به طرق مختلف و همچنین سطح ایستایی بالا، سبب شده است که بخش قابل توجهی از خاک‌های منطقه که سابقاً بخشی از زمین‌های زراعی بوده‌اند، دچار مشکلات ناشی از شور و سدیمی شدن گردیده‌اند. لذا شناخت ویژگی‌های این خاک‌ها از جنبه‌های مختلف جهت بهره‌برداری و مدیریت بهینه آنها ضروری می‌باشد و میکرومورفولوژی به عنوان یک ابزار دقیق کمک شایانی به شناخت این خاک‌ها می‌کند. از این رو جهت مقایسه خصوصیات میکرومورفیک اراضی شور-سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی پیرامون دریاچه اورمیه، تحقیق حاضر در بخشی از مناطق غرب دریاچه که تحت تأثیر این فرآیندها بوده است، انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در ۱۷ کیلومتری شرق اورمیه و دو کیلومتری غرب

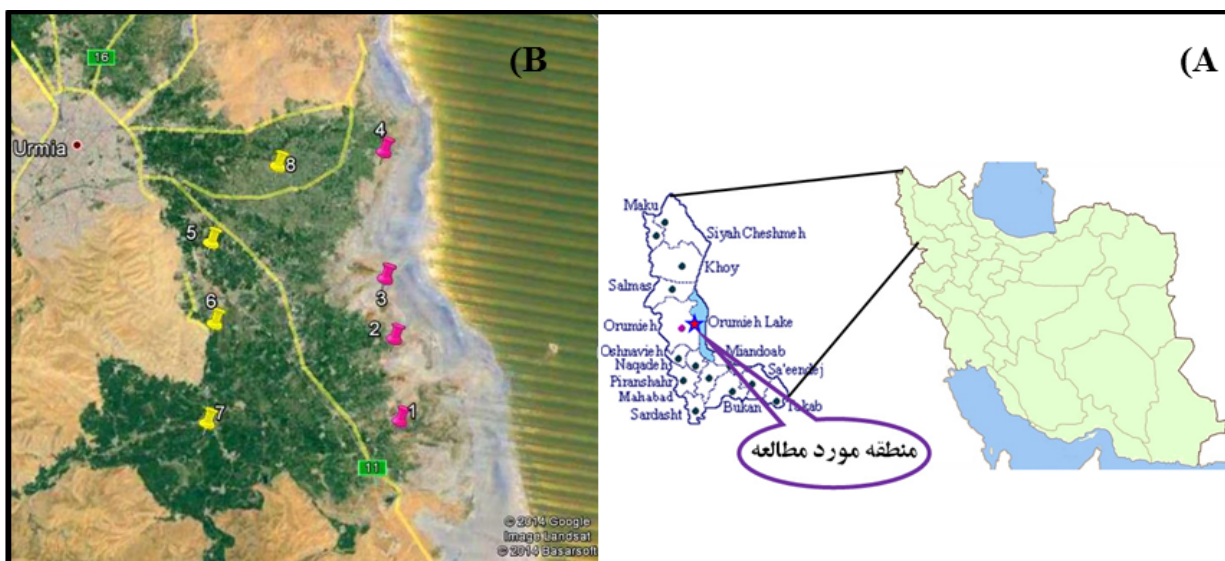
- 1- Salt coatings
- 2- Ground mass
- 3- Voids
- 4- Diffuse waxy coatings
- 5- Infillings
- 6- Channel
- 7- vughy
- 8- Chamber
- 9- Spongy

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد مطالعه

Profile no.	Horizon	Depth (cm)	Particle size distribution (%)			Exchangable Cations (cmol/kg)				CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)	pH	%O C	ESP (%)	SAR
			Sand	Silt	Clay	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>						
fine,mixed,semiactive,mesic,Typic Natrrixalfs															
2	A	0-20	31.4	26.7	41.8	15.1	0.94	4.82	4.02	24.8	14.88	8.4	1.2	84.51	63.32
	Btn	20-35	24.8	29.7	54.4	18.3	0.56	4.41	4.36	23.4	25.92	9	0.8	89.47	138.84
	Btkn1	35-56	22.7	22.3	54.9	20.5	0.59	5.27	3.61	27.7	10.36	8.7	0.3	88.39	60.57
	Btkn2	56-83	23.8	32.6	43.6	22.1	0.59	2.42	4.3	24.7	8.45	8.7	0.3	91.25	46.85
	C	83-155	15.4	51.7	32.8	14.5	0.52	1.75	6.24	23	7.27	8.7	0.02	66.33	42.78
fine,mixed,semiactive,mesic,Typic Aquisalids															
4	Az1	0-20	42.5	24.7	32.8	22.4	1.8	3.6	1	28.9	123.2	8.5	0.5	77.5	62.9
	Az2	20-41	27.4	27.3	35.4	19.5	1.7	4.8	1.1	27	67.3	9.2	0.6	72	57.1
	Btn1	41-93	5.6	59	35.3	17.6	0.9	3.2	4.9	26.7	48.6	8.9	0.1	66	78.7
	Btn2	93-127	20.5	39.4	40.1	21.9	1.5	3	4.2	30.7	43.1	9	0.09	71.5	84.8
fine,loamy,mixed,superactive,mesic,Calcic Haploxerolls															
5	Ap	0-20	33.7	38.7	27.5	2	1.7	12.5	5.6	21.9	1.7	7.8	3.2	9	0.2
	Bw	20-50	50	33.5	16.2	2.5	2.5	13	13.9	32	1.9	8.2	3.1	7.7	0.2
	Bk1	50-70	26.2	26.2	47.5	2.2	2.6	9.3	5.3	19.5	3.4	7.9	0.6	11.5	0.2
	Bk2	70-102	35	38.7	26.25	2.4	2.7	10.6	10.6	26.3	2.9	7.7	1.7	9.3	0.2
	C	102-160	32.5	20	47.5	2.5	0.7	11.3	3.2	17.7	3.5	7.7	0.2	14	0.2
Very fine,mixed,active,mesic,Calcic Haploxerolls															
7	Ap	0-20	13.7	32.5	53.7	2.1	3.9	10.7	11.9	28.6	1.4	8.1	1.6	7.3	0.3
	A	20-42	12.5	28.7	58.7	2.6	2.9	9.8	13.6	29	0.1	7.8	1.4	9.1	0.2
	Bw	42-65	10	27.5	62.5	2.1	2.8	12.8	12	29.7	0.8	8.3	0.6	7.2	0.2
	Bk1	65-100	11.2	27.5	61.2	2.4	2.6	11.9	10.9	27.9	0.9	8.2	0.3	8.5	0.4
	Bk2	100-150	13.7	25	61.2	3.6	2.5	10.8	9.6	26	0.1	8.2	0.2	13.7	0.3
	Bk3	150-190	13.7	22.5	63.7	3.6	2.2	8.8	7.3	21.9	1.6	8.1	0.2	16.3	0.5

بعلت بالا بودن pH خاک ماده آلی موجود در خاک تجزیه می‌گردد. این عوامل در خاکهای شور-سدیمی مانع از تشکیل خاکدانه می‌گردند. در خاکهای غیر شور- غیر سدیمی به دلیل حضور ماده آلی بیشتر و همچنین مقدار کم سدیم خاکدانه‌ها تشکیل یافته و از بین نرفته‌اند. علی‌رغم اینکه تمامی افق‌های خاکهای غیرشور- غیرسدیمی (خاکرخ ۷۵) دارای خاکدانه می‌باشند، ولی نوع خاکدانه‌ها در افق‌های سطحی و زیر سطحی، متفاوت می‌باشند.

با توجه به اینکه شرایط اقلیمی، مواد مادری و مواد آلی هر دو گروه خاکها (شور-سدیمی و غیرشور-غیرسدیمی) یکسان است و با در نظر گرفتن اینکه ماده آلی عامل مهم هم‌آوری ذرات خاک یعنی تشکیل خاکدانه می‌باشند (۱۶)، می‌توان عدم تشکیل خاکدانه در خاکهای شور-سدیمی را اینگونه توضیح داد که در خاکهای شور-سدیمی وجود سدیم تبادل‌پذیر فراوان (جدول ۱) باعث پراکنندگی خاک شده و مانع از کنار هم قرار گرفتن ذرات خاک می‌گردد و همچنین



شکل ۱- (A) موقعیت تقریبی منطقه مورد مطالعه در ایران و استان آذربایجان غربی و (B) محل خاک‌رخی‌های مورد مطالعه در اراضی متأثر از املاح غرب دریاچه ارومیه (علامت‌های صورتی: خاک‌های شور-سدیمی و علامت‌های زرد: خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی)

ستاره‌ای هستند (شکل ۳d). منافذ ستاره‌ای کم و بیش هم بعد و نامنظم، با دیواره‌های صاف یا زبر (دنداندار) هستند که توسط منافذ دیگر به هم وصل نشده‌اند. این منافذ در اثر اتصال خاکدانه‌ها یا متلاشی شدن ساختمان خاک و یا در اثر انحلال اجزای خاک به وجود می‌آیند (۳۷). با توجه به مقادیر فراوان رس و کربنات کلسیم در این خاک‌ها (جدول ۱)، احتمالاً منافذ ستاره‌ای در اثر تجمع و اتصال ذرات رس و آهک تشکیل شده‌اند. بروئر (۱۵)، نیز چنین مکانسیمی برای تشکیل این منافذ بیان کرده است. عاکف و همکاران (۶) و شریفی-گرم‌دره (۳۳) نیز در مطالعات خود گزارشات مشابهی داشته‌اند. حفرات غالب در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی از نوع آرایشی مرکب<sup>۴</sup> می‌باشند. از جمله منافذ مشترک در هر دو خاک‌های شور-سدیمی و غیرشور-غیرسدیمی حفرات کانالی می‌باشند. این منافذ اساساً محل عبور کانال‌های ریشه یا مجاری جانوران حفار می‌باشند (۳۷). تشکیل این حفرات حاکی از فعالیت‌های بیولوژیکی در این خاک‌ها می‌باشد. به اعتقاد بروئر (۱۵) منافذ کانالی در اثر تجزیه ریشه گیاهان و همچنین فعالیت‌های جانوران خاکزی از قبیل کرم‌های خاکی ایجاد می‌شوند.

در افق‌های سطحی خاکدانه‌ها اغلب کروی<sup>۱</sup> شکل هستند (شکل ۳b). در حالیکه در افق‌های زیرسطحی خاکدانه‌ها شامل انواع بلوکی زاویه‌دار<sup>۲</sup> و نیمه‌زاویه‌دار<sup>۳</sup> با تفکیک متوسط تا کامل می‌باشند. تشکیل خاکدانه‌های کروی تابع چندین فاکتور از جمله مواد آلی، کاتیون جذب شده، شخم و تراکم و غیره می‌باشند (۲۰ و ۳۲). مواد آلی عامل اصلی ایجاد و پایداری خاکدانه‌های نوع کروی می‌باشند. ترکیبات آلی نظیر ترشحات آلی ریشه گیاهان، بقایای گیاهی تجزیه شده، فرآورده‌های میکروبی و غیره ارتباطاتی بین ذرات منفرد خاک ایجاد می‌نمایند که ذرات را به یکدیگر پیوند داده و به صورت خاکدانه‌های پایدار در می‌آورد. کاتیون جذب شده نیز در تشکیل خاکدانه‌های کروی حائز اهمیت می‌باشند. منافی (۲۸) اظهار داشت وجود خاکدانه‌های بدون زاویه و همچنین دانه‌ای در افق‌های سطحی خاک‌های نیمه‌خشک منطقه رشکان ارومیه می‌تواند به دلیل وجود ماده آلی زیاد و فعالیت‌های زیستی بیشتر در مقایسه با افق‌های زیرین باشد. عاکف و همکاران (۶) اظهار داشتند در افق‌های زیرسطحی دلیل اینکه خاکدانه‌ها از نوع بلوکی زاویه‌دار و نیمه‌زاویه‌دار هستند احتمالاً به این علت باشد که در اثر تر و خشک شدن خاک دچار انقباض و انبساط شده و خاکدانه‌ها به شکل بلوکی در می‌آیند. همچنین ریشه‌های موجود در خاک با رشد و حجیم شدن به مواد خاکی اطراف خود فشار وارد کرده و باعث می‌شود خاکدانه‌ها بلوکی و زاویه‌دار تشکیل شوند. حفرات غالب در خاک‌های شور-سدیمی، حفرات از نوع

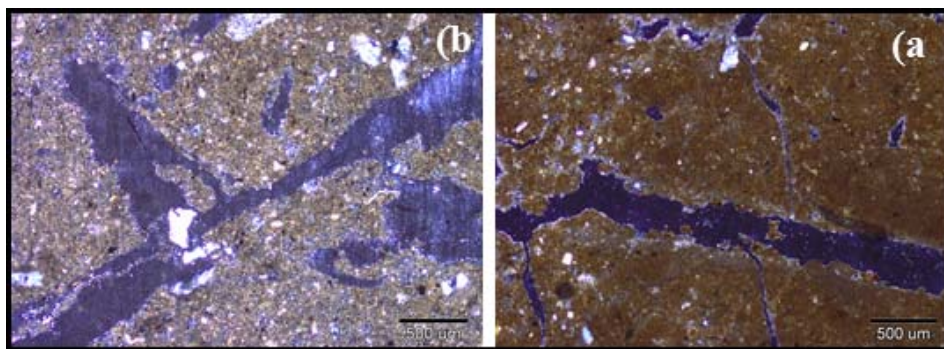
- 1- Granule
- 2- Angular Blocky
- 3- Subangular Blocky

4- Compound packing voids

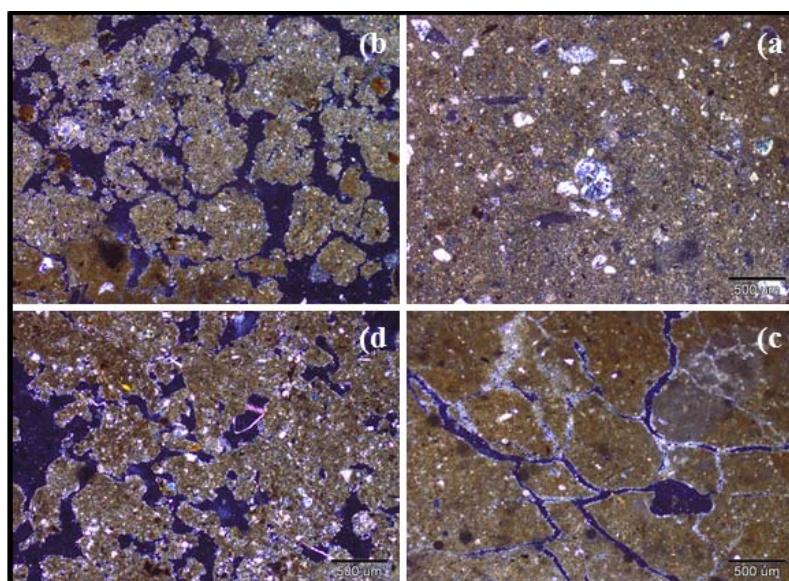
جدول ۲- خصوصیات میکرومورفیک خاکهای مورد مطالعه

Profile no.	Horizon	Depth (cm)	Voids types	Microstructure types	C/F Related distribution	b-fabric	pedofeature		
							textural	Amorphous	Crystalline
2	A	0-20	Cdp, Ch, Vu, Pn	Sb, Gr, Ab	Po(open)	Cr	—	—	—
	Btn	20-35	Ch	Ma, Ch	Po(open, close, Double space, single space)	Cr, Ss	Clay coating	—	—
	Btnk1	35-56	Ch, Vu, Pn	Sb, Ch	Po(open, close, single space)	Cr, Ss	Clay coating	N(Ty) of Mn Organic Coatings	N(Ty, Cac) N(Ge, Cac, Pe) N(Ty, Li, Cac)
	Btnk2	56-83	Ch, Pn	Ch	Po(open)	Cr, Msp	Clay coating	N(Ty) of Fe, Mn	Salts coatings N(Ty, Cac) N(Ge, Cac) Coating(Ty, Salts) Inf(Cac)
	C	83-155	Ch, Vu	Ch, Vu	Po(open, close)	Cr, Ss	—	N(Fe, Mn) Coating (Fe, Mn)	N(Cac) N(Salts) Coating(salt) N(Cac, pe) Inf (salt) Coating(salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) Coating(Cac) N(Cac,Pe)
4	Az1	0-20	Ch, Pn	Ch	Po(Open, single space)	Cr, Ss	—	Coating (Fe, Mn, Organic)	N(Cac) N(Salts) Coating(salt) N(Cac, pe) Inf (salt) Coating(salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) Coating(Cac) N(Cac,Pe)
	Az2	20-41	Cdp, Ch, Pn	Sb	Po(open, close and single space)	Cr, Msp	—	N(Fe) Coating (Fe Mn, Organic)	N(Cac) N(Salts) Coating(salt) N(Cac, pe) Inf (salt) Coating(salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) Coating(Cac) N(Cac,Pe)
5	Btn1	41-93	Ch	Ch	Po(open)	Cr, Msp	Clay coating	N(Fe Mn)	N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) Coating(Cac) N(Cac,Pe)
	Btn2	93-127	Ch	Ch	Po(open, double space)	Cr, Ss	Clay coating	N(Fe Mn)	N(Cac) Inf (Salt) Coating(Salt) Coating(Cac) N(Cac,Pe)
	A	0-20	Cdp,Pn	Gr,Sb	Po(open)	Cr	—	—	N(Cac,Pe)
	Bw	20-50	Ch,Pn	Ch.Pn	Po(open)	Cr	—	N(Fe Mn)	Cac Coating
	Bk1	50-70	Cdp,Ch, Vu,Pn,	Ab,Sb,M a,Vu,Ch	Po(open)	Cr	—	N(Mn)	N(Cac,Ty)
7	Bk2	70-102	Ch,Pn, Vu	Ab,vu	Po(open)	Cr	—	N(Fe Mn) Coating(Fe Mn)	N(Cac,Pe) Cac Coating N(Cac, Ty) Cac coating N(Ty,Cac)
	C	102-160	Ch,Pn, Vu	Ch,Vu	Po(open,close, single space)	Cr,Msp	—	Fe coating	N(Cac, Ty) Cac coating N(Ty,Cac)
	Ap	0-20	Cdp, Vu, Pn	Gr,Sb, Vu	Po(open)	Cr	—	—	N(Li,Cac)
	A	20-42	Cdp, Vu, Pn	Gr,Sb, Vu ,Spongy	Po(open)	Cr	—	—	N(Li,Cac)
	Bw	42-65	Vu,Pn	Vu, Ma, Ab	Po(open)	Cr, Msp	—	N(Fe Mn)	N(Cac) Cac Coating
7	Bk1	65-100	Vu,Pn	Ab,Sb, Vu	Po(open)	Cr, Ss	—	N(Ty, Mn) Mn Coating Fe Mn Coating	N(Ty, Cac) Cac Coating
	Bk2	100-150	Vu,Pn	Ab, Ma, Spongy	Po(open)	Cr, Msp	—	N(Fe Mn) N(Mn) Fe Coating N(Ty, Fe)	N(Ty, Pe, Li, Cac) Cac Coating
	Bk3	150-190	Ch, Vu, Pn	Ab, Vu	Po(open)	Cr, Ss	—	N(Fe Mn) Mn Coating	N(Ty, Ge, Cac)

**Remarks:** Cdp: compound packing void, Vu: vugh, Pn: planar, Ch: channel, Ma: massive, Gr: granular, Ab: angularblocky, Sb: subangularblocky, Po: porphyric, Msp: mosaic speckled, Ss: stipple speckled, Cr: crystallitic, N: nodul, Ty: typic, Cac: Calcite carbonate, Inf: infilling, Pe: pedogenic, Li: litogenic, Ge: geodic



شکل ۲- حفرات کانالی که محل عبور ریشه‌ها و جانوران خاکزی می‌باشند. a افق Bk2 خاکرخ ۷ و b افق Bt، خاکرخ ۴، تصاویر در نور XPL تهیه شده است. بی-فابریک بلوری در اغلب نقاط تصویر b قابل تشخیص است.



شکل ۳- تصاویر ساختمان میکروسکوپی خاک‌ها در نور XPL (a) خاک بدون ساختمان در خاکرخ ۴، افق AZ1 (b) ساختمان دانه‌ای، منافذ از نوع آرایشی مرکب، خاکرخ ۷، افق Ap (c) خاکرخ ۷، افق Bk3، منافذ از نوع صفحه‌ای (d) خاکرخ ۷، افق Bk1، منافذ ستاره.

ریشه و در عمق ناشی از شکستگی‌های مواد گراندمس می‌باشند و یا اینکه در اثر سایر تنش‌های مکانیکی در خاک‌ها ایجاد شده‌اند. آرفین (۱۲)، بروئر (۱۵)، عاکف و همکاران (۶) و بروئر (۱۶) نیز اظهارات مشابهی داشته‌اند.

به دلیل حضور مقدار زیادی کلسیت میکریتی<sup>۲</sup> در هر دو خاک شور- سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی در توده ریز<sup>۳</sup> این خاک‌ها، بی- فابریک<sup>۴</sup> خاک‌های مورد مطالعه عمدتاً از نوع بلوری است. این نوع فابریک در اثر انحلال و انتقال کربنات کلسیم و رسوب مجدد آن در افق‌های زیرین ایجاد شده است. عاکف و همکاران (۶) و منافعی (۲۷) نیز نشان دادند که شستشوی آهک از سطح خاک به اعماق خاکرخ

با توجه به حضور بقایای ریشه در برخی از منافذ کانالی و همچنین فضولات جانوری در این منافذ می‌توان اظهار داشت که منافذ کانالی در این خاک‌ها دارای منشأ زیستی بوده و تجزیه بقایای ریشه گیاهان و جانوران خاک عامل ایجاد این منافذ می‌باشد. عاکف و همکاران (۶)، شریفی‌گرم‌دره (۳۳) و چاخولو و منافعی (۲) نیز در مطالعات خود تشکیل حفرات کانالی را ناشی از فعالیت گسترده کرم خاکی دانسته‌اند (شکل ۲). حفرات از نوع صفحه‌ای<sup>۱</sup> نیز در خاک‌های شور- سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی مشاهده شد (شکل ۳، c). این حفرات ممکن است بر همدیگر منطبق باشند یا نباشند و صاف یا زبر باشند که در اثر انقباض یا لغزش به وجود می‌آیند (۳۷). این درز و ترک‌ها در شرایط عدم یکنواختی مواد یا انبساط و انقباض حاصل از مرطوب و خشک شدن نامنظم و یا مربوط به گسترش در طول بقایای

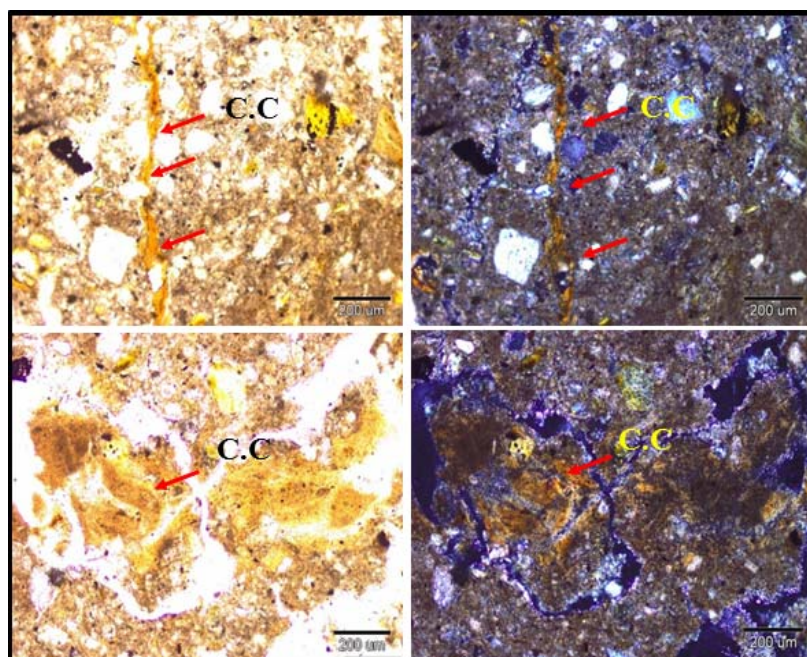
2- Micrite  
3- Micromass  
4- b-fabric

1- Planar

احتمالی تشکیل افق‌های ناتریک در این خاک‌ها را اقلیم مرطوبتر گذشته دانست. اما با توجه به اینکه هر دو گروه خاک‌های مورد مطالعه (شور-سدیمی و غیرشور- غیرسدیمی) در شرایط اقلیمی مشابهی قرار دارند و دارای مواد مادری یکسان و موقعیت مشابهی از نظر شیب و توپوگرافی هستند، ولی پوشش‌های رسی فقط در خاک‌های شور-سدیمی دیده شده است، می‌توان اظهار داشت که در صورتیکه اقلیم مرطوبتر گذشته عامل انتقال رس و تشکیل افق‌های آرگیلیک (ناتریک) در این خاک‌ها باشد، در این صورت بایستی افق‌های آرگیلیک (ناتریک) را در هر دو گروه از خاک‌ها (خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی و خاک‌های شور-سدیمی) مشاهده می‌شدند. در حالیکه افق‌های آرگیلیک (ناتریک) تنها در خاک‌های شور-سدیمی شناسایی شدند. لذا، به نظر می‌رسد مکانیسم دیگری به غیر از اقلیم مرطوبتر گذشته در تشکیل افق‌های آرگیلیک (ناتریک) در این خاک‌ها نقش داشته است. تفاوت عمده این دو گروه از خاک‌ها شور و سدیمی بودن بالای خاک‌های ۲ و ۴ (جدول ۱ و ۲) می‌باشد و احتمالاً سدیم تبادل‌ی بالایی این خاک‌ها (خاک‌های شور-سدیمی) (جدول ۱) سبب پراکندگی و انتقال ذرات رس و تشکیل پوشش‌های رسی و در نتیجه تشکیل افق‌های ناتریک<sup>۵</sup> در افق‌های زیری گردیده است. بر اساس گزارشات موسسه خاکشناسی امریکا (۳۴) خاصیت پراکندگی سدیم می‌تواند سبب پراکنش و انتقال ذرات رس و تشکیل افق‌های ناتریک گردد. خرمالی و همکاران (۲۴) در مطالعه میکرومورفولوژیکی افق آرگیلیک خاک‌های شور و سدیمی جنوب ایران، پوسته‌های رسی را گزارش کردند که در معرض سدیم بالا قرار داشتند. بر اساس این گزارش، اغلب این پوسته‌ها به صورت قطعات پراکنده مشاهده گردیده‌اند و به نظر می‌رسد که پوسته‌ها از نوع رس درشت تشکیل شده باشند. این نوع پوسته‌های رسی ویژه افق‌های ناتریک می‌باشند که رس درشت در اثر انتشار توسط یون سدیم حرکت نموده و در افق‌های زیرین تجمع یافته است. کائومانو و همکاران (۲۲) با مطالعه خاک‌های ناتراکوالف تایلند اظهار داشتند که در این خاک‌ها تجمع رس در خاک زیر سطحی و تجمع املاح محلول در خاک‌های سطحی و زیر سطحی نشانگر افق‌های آرگیلیک و ناتریک است. این محققان افزایش ذرات رس در اعماق زیرین خاک، (یعنی جائیکه پوشش‌ها به وضوح دیده می‌شوند)، را ناشی از ایلویشن رس و لسیویج<sup>۶</sup> دانسته‌اند و وقوع این فرایندها را به pH بالای خاک و هیدرولیز کربنات سدیم نسبت داده‌اند. نتایج مشابهی نیز توسط خرمالی و همکاران (۴) گزارش شده است.

باعث ایجاد بی‌فابریک بلوری شده است (شکل ۲، b). یکی از بارزترین عوارض خاکساز در خاک‌های شور-سدیمی (خاک‌های ۴و۲؛ جدول ۲) پوشش‌های رس ته‌نشستی هستند. ضخامت پوشش‌های رسی در افق‌های مختلف خاک‌های مختلف در دامنه ۱۲-۵  $\mu\text{m}$  متغیر است و فراوانی آنها با عمق افزایش می‌یابد. همانطور که ملاحظه می‌شود، بر اساس نتایج فیزیکوشیمیایی، در تمامی خاک‌های مورد مطالعه در خاک‌های شور-سدیمی (خاک‌های ۴و۲) و غیرشور- غیرسدیمی (خاک‌های ۷و۵) میزان رس خاک‌ها با عمق افزایش یافته است (جدول ۱). در حالیکه در مطالعات صحرایی علایم تجمع رس (پوسته‌های رسی) مشاهده نگردیدند و در مطالعات میکرومورفیک نیز در خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی، عوارض تجمع رس مشاهده نشد و پوشش‌های رسی<sup>۱</sup> تنها در خاک‌های شور-سدیمی مشاهده گردیدند (جدول ۲). پدیده ته‌نشست رس در اقلیم خشک و نیمه‌خشک به علت کمی رطوبت، آهکی بودن اکثر خاک‌ها و غیره معمولاً یا رخ نمی‌دهد یا خیلی کم و ناپیوسته است. در نتیجه علائم مشخصه افق آرگیلیک در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک اکثراً غیر واضح می‌باشد (۲۳). لذا به نظر می‌رسد اقلیم نیمه‌خشک فعلی منطقه و مقادیر فراوان کربنات کلسیم در این خاک‌ها (جدول ۱) مانع از جابجایی و انتقال رس و تشکیل افق‌های آرگیلیک<sup>۲</sup> در خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی (خاک‌های ۷و۵) گردیده است. از طرف دیگر تجمعات رسی خاک‌های شور-سدیمی (خاک‌های ۴و۲) هم در مطالعات صحرایی و هم در مطالعات میکرومورفیک شناسایی شدند. طبق اظهارات محمودی (۷) در شرایط خشک و نیمه‌خشک و همچنین در خاک‌های آهکی، شستشو و انتقال رس بسیار نامحتمل به نظر می‌رسد و در نتیجه افق‌های آرگیلیک (ناتریک) در این قبیل خاک‌ها با احتمال قوی در یک اقلیم مرطوبتری نسبت به حال حاضر تشکیل شده‌اند. درگنه (۱۹)، خرمالی و همکاران (۲۴) و محمودی (۷) نیز معتقد هستند که وجود این قبیل افق‌ها در مناطق خشک معرف اقلیم مرطوب‌تر پیشین می‌باشد. خریسات و کودا (۲۵) حضور افق‌های آرگیلیک و پوسته‌های رسی را به پایداری سطح خاک نسبت داده‌اند. این محققان فرایندهای الویشن<sup>۳</sup> - ایلویشن<sup>۴</sup> کربنات و رس و تجمع املاح را فرایندهای پدوژنیک غالب در دشت ازرق اردن معرفی کرده و اظهار داشته‌اند که ایلویشن رس و تشکیل افق آرگیلیک در این خاک‌ها یک عارضه باقیمانده از اقلیم مرطوب‌تر در طول کواترن می‌باشند و اینکه این خاک‌ها در یک اقلیم مرطوبتری تشکیل شده و متعاقباً اقلیم به طور تدریجی به سمت خشکی تغییر یافته است. با توجه به مطالب فوق، می‌توان یکی از مکانیسم‌های

- 1- Clay coatings
- 2- Argillic Horizon
- 3- Alluviation
- 4- Illuviation



شکل ۴- تصاویر پوشش‌های رس ته‌نشستی در خاک‌های مورد مطالعه. تصاویر از افق Btkn1 خاکرخ ۲. تصاویر سمت راست در نور XPL و تصاویر سمت چپ در نور PPL تهیه شده است.

محدود است. این در حالیست که در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی به دلیل اینکه از دریاچه اورمیه فاصله بیشتری دارند آثاری از تجمعات و پرشدگی‌های نمکی مشاهده نشد.

تجمعات آهکی از دیگر عوارض خاکساز در هر دو گروه از خاک‌های شور سدیمی و خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی هستند. در خاک‌های مورد تحقیق تجمعات آهکی شامل انواع گرهک‌های تیپیک<sup>۱</sup>، و پوشش‌های آهکی<sup>۲</sup> می‌باشند (جدول ۲). گرهک‌های تیپیک آهکی در این خاک‌ها به صورت توده‌های میکریته هستند که دارای فابریک داخلی مشابه با توده ریز خاک بود و مرز آنها با مواد خاکی مجاور پخشیده است (شکل ۶). قطر گرهک‌ها در این خاک‌ها در دامنه ۱۰-۳/۰ mm متغیر بوده و اندازه و فراوانی آنها با عمق افزایش می‌یابد. این گرهک‌ها در اثر رسوب کربنات در توده ریز خاک تشکیل شده‌اند. فرم دیگر تجمعات آهکی در این خاک‌ها پوشش‌های آهکی هستند که به صورت پوشش‌هایی در سطوح منافذ (شکل ۶، b) و پوشش‌های زیرسطحی در مجاورت منافذ خاک (شکل ۶، d, c) تشکیل شده‌اند و متشکل از کلسیت میکریته هستند. احتمالاً این پوشش‌ها در اثر تبخیر آب در منافذ خاک و همچنین خشکی ناشی از جذب آب توسط ریشه گیاهان و متعاقباً رسوب کلسیت در سطح منافذ تشکیل شده‌اند. طبق اظهارات ویدر و یالون (۳۹) پوشش‌های

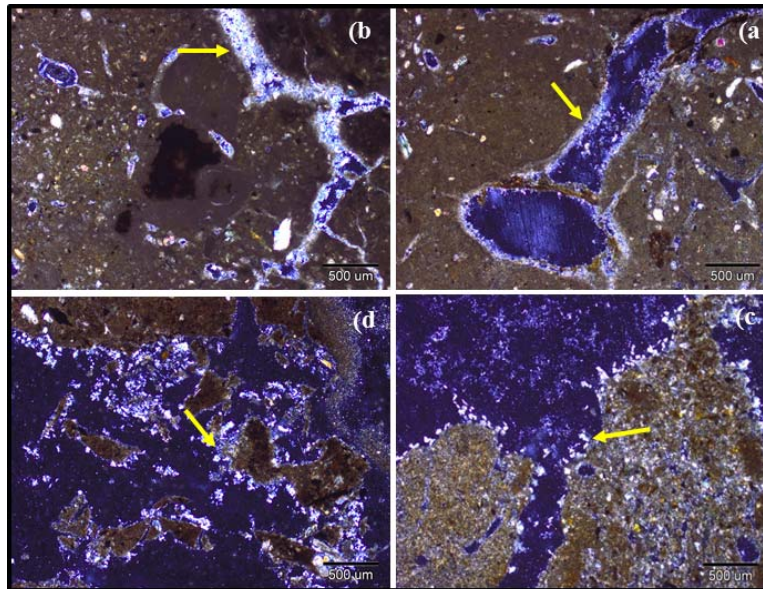
عارضه خاکساز بعدی تجمعات نمکی هستند که بخشی از این تجمعات به صورت پوسته‌های ناپیوسته و متشکل از بلورهای مکعبی و سابهدرال هالیت در سطوح منافذ و خاکدانه‌ها مشاهده می‌شوند (شکل ۵-d). این بلورها دارای توجیه‌شدگی ترجیحی هستند و به موازات سطوح منافذ آرایش یافته‌اند. در اعماق پایین‌تر اندازه بلورهای تشکیل دهنده پوسته‌های نمکی کاهش می‌یابد و پوسته‌های نمکی به صورت یک لایه نازک و تقریباً پیوسته که در منابع به نام پوشش‌های پخشیده مومی نامیده شده‌اند، مشاهده می‌شوند (شکل ۵-a). بلورهای نمک در هر دو نوع پوسته‌های مشاهده شده در این خاک‌ها تقریباً خالص بودند و فاقد مواد خاکی توده خاک مجاور هستند. ضخامت پوسته‌ها در افق‌های مختلف در دامنه ۴۵-۸ μm و اندازه بلورهای نمک نیز در دامنه ۲۰-۴ μm تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد پوشش‌های نمکی در این خاک‌ها در اثر صعود مویینگی از سطح ایستابی بالا و تبخیر و رسوب املاح در سطح یا نزدیک به سطح خاک تشکیل شده‌اند. یکی دیگر از عوارض مربوط به تجمعات املاح در این خاک‌ها پرشدگی‌های نمکی هستند (جدول ۲، شکل ۵-b) که در داخل منافذ مشاهده می‌شوند. به نظر می‌رسد تبخیر و رسوب تدریجی املاح در این منافذ منجر به تشکیل این فرم تجمعات گردیده است. نتایج مشابهی توسط عباسلو و همکاران (۹) و چاخارلو و منافی (۳) نیز گزارش شده است. آمیت و یالون (۱۱) و هاننا و استوپس (۲۱) اظهار داشتند که مشاهده اشکال مکعبی در زیر میکروسکوپ بسیار

- 1- Typic Nodules
- 2- Calcite Coatings

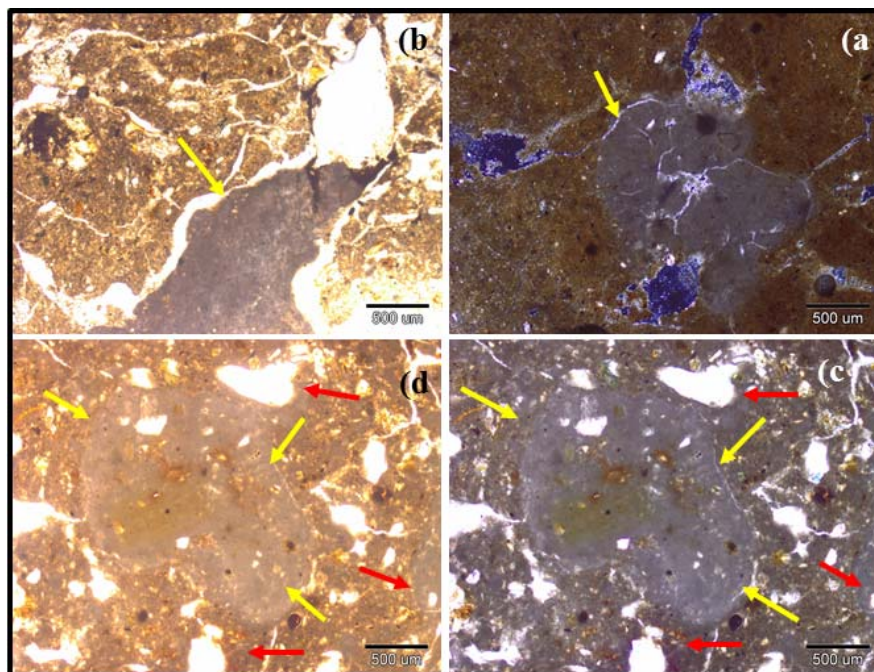


در انواع خاکها به خصوص خاکهای آهکی به وفور (۴، ۲۷ و ۲۸) گزارش شده است.

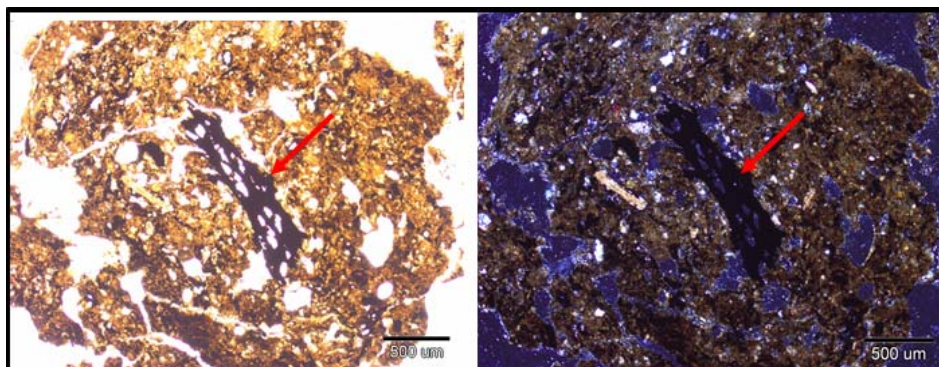
زیرسطحی آهکی از رسوب سریع کربنات از محلول خاک هستند که این امر به دلیل خشک شدن و مکش آب در اثر فعالیت‌های متابولیکی ریشه به وقوع می‌پیوندد. فرم‌های مختلف کلسیت پدوژنیک



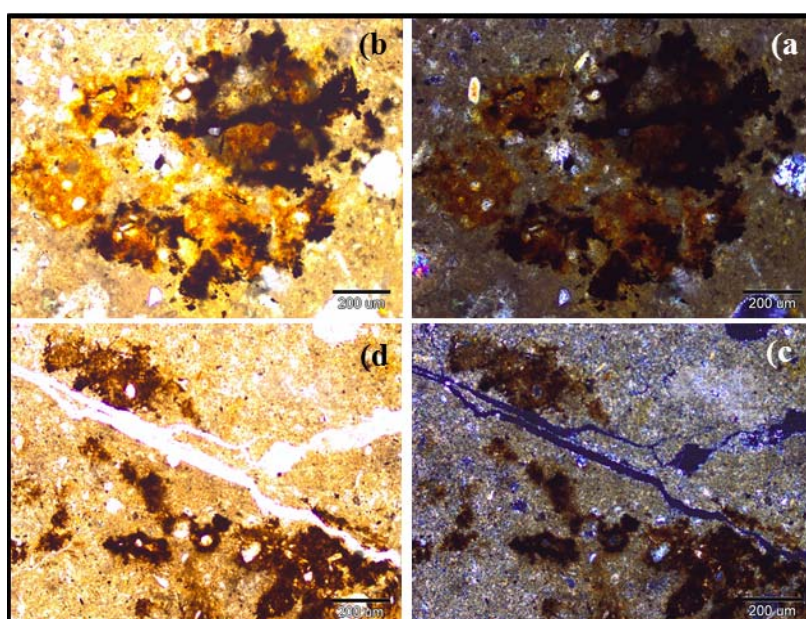
شکل ۵- تصاویر تجمعات نمک در خاک‌های مورد مطالعه. a پوشش‌های پیوسته بلورهای ریز نمک در سطوح منافذ افقی Az2 خاکرخ ۴. c و d پوشش‌های ناپیوسته بلورهای درشت و مکعبی‌هالیت در سطوح خاکدانه‌ها و منافذ افقی Az1 خاکرخ ۴. در تصویر b منافذ پر شده‌اند و تشکیل infilling داده‌اند. تصاویر در نور XPL تهیه شده‌اند.



شکل ۶- a گرهک تیپیک آهکی در افقی خاکرخ ۵ که در حال انحلال است. b پوشش آهکی در سطح منفذ کانالی؛ افقی Az2، خاکرخ ۴. c و d پوشش‌های زیرسطحی (پیکان‌های قرمز) و گرهک تیپیک آهک (پیکان‌های زرد) که به مقدار کمی رس با گرهک آهکی تلقیح شده است. افقی C، خاکرخ ۷، تصاویر سمت راست در نور XPL و سمت چپ در نور PPL تهیه شده است.



شکل ۷- پوشش‌های آلی (Slick Spots) موجود در خاک‌های شور- سدیمی، افق Btkn1، خاکرخ ۲، همچنین گرهک تیپیک موروثی اکسید منگنز نیز دیده می‌شود (بیگان قرمز). تصویر سمت راست در نور XPL و تصویر سمت چپ در نور PPL تهیه شده‌اند.



شکل ۸- تصاویر تجمعات اکسیدهای آهن و منگنز در خاکهای مورد مطالعه. تصاویر (b,a) گرهکهای تیپیک اکسیدهای آهن و منگنز در افق c خاکرخ ۵. تصاویر (d,c) پوشش‌ها و پوشش‌های زیرسطحی اکسیدهای آهن و منگنز پیرامون ذرات درشت در افق Bk1. خاکرخ ۴. تصاویر سمت راست در نور XPL و تصاویر سمت چپ در نور PPL تهیه شده‌اند.

عارضه خاکساز دیگر که در هر دو خاک شور-سدیمی و غیر شور- غیرسدیمی دیده شد تجمعات اکسیدهای آهن و منگنز هستند که به صورت گرهک‌هایی در توده ریز خاکها و پوشش‌هایی در سطح منافذ مشاهده می‌شوند. گرهک‌های تیپیک و پوشش‌های اکسیدهای آهن و منگنز تقریباً در تمامی افق‌ها مشاهده شد که بیان‌گر وجود شرایط اکسید و احیایی در منطقه می‌باشد که با نوسانات آب زیر زمینی همراه بوده است. محمد رضایی و سرمدیان (۳۱) نیز وجود گرهک‌ها و پوشش‌های اکسید آهن منگنز در تمامی افق‌های خاک‌های مورد مطالعه را نشان دهنده تحول خاک و تحت شرایط نوسانات آب زیر زمینی دانستند. مک‌سوینی و ماستووسکی (۲۹) گرهک‌های اکسیدهای آهن را پدوژنیک دانسته و هماتیت و موادالی

یکی دیگر از عوارض خاکساز منحصر به فرد در خاک‌های شور- سدیمی پوشش‌های آلی هستند که در مشاهدات صحرایی به صورت لکه‌های چربی سیاه رنگ<sup>۱</sup> مشاهده می‌شوند که از عوارض خاص خاک‌های شور-سدیمی هستند و در تعدادی از افق‌های زیر سطحی خاک‌های مورد مطالعه مشاهده شدند. در مطالعات میکرومورفیک، این عوارض به صورت پوسته‌هایی سیاه رنگ در سطوح خاکدانه‌ها و در مواردی به صورت مخلوط با توده ریز خاک مشاهده شدند و احتمالاً ناشی از تجزیه کامل مواد آلی و آمیختگی آن با بخش ریز خاک می‌باشند (شکل ۷).

فوق، منافذ از نوع آرایشی مرکب نیز حضور دارند. در هر دو گروه خاک‌ها، به دلیل حضور آهک میکریتی پخشیده فراوان در توده ریز خاک‌ها، نوع بی- فابریک عمدتاً از نوع بلوری است. ویژگی‌های خاکساز متعددی در دو گروه مختلف خاک‌ها عبارتند از تجمعات رس ته‌نشستی و همچنین پوشش‌های آلی در افق‌های ناتریک، انواع تجمعات کربنات کلسیم ثانویه در افق‌های کلسیک و انواع تجمعات املاح در افق‌های سالیک می‌باشند. افق‌های ناتریک تنها در خاک‌های شور-سدیمی حضور دارند. اشکال مختلفی از پدوفیچرهای کلسایتی در هر دو گروه خاک‌ها مشاهده شدند که عبارتند از پوشش‌ها و پوشش‌های زیرسطحی، گرهک‌های تیبیک آهکی که متشکل از بلورهای ریز میکریتی هستند. تجمعات بلورهای نمک در افق‌های سالیک به اشکال مختلف در خاک‌های ۲ و ۴ مشاهده گردیدند. همچنین پرشدگی‌های نمکی مشاهده می‌شوند. در هر دو گروه خاک‌ها، اکسیدهای آهن و منگنز بصورت پوشش‌ها، و پوشش‌های زیرسطحی در اطراف منافذ و همچنین به صورت گرهک‌های مختلف به شکل تیبیک حضور دارند. یکی دیگر از عوارض خاکساز منحصر به فرد در خاک‌های شور-سدیمی پوشش‌های آلی می‌باشد.

را عامل به وجود آمدن آنها ذکر می‌کنند. لی و همکاران (۲۶) نشان دادند که اکسیدهای آهن در خاک‌های اکسید شده و با زهکشی خوب حضور دارند. در حالیکه اکسیدهای منگنز در نواحی از پروفیل که متحمل اکسیداسیون و شستشوی کمتری شده است، به وجود آمده‌اند. اولیایی و همکاران (۱) خصوصیات میکرومورفولوژیکی اکسیدهای آهن و منگنز را در برخی خاک‌های استان کهگیلویه و بویراحمد مورد بررسی قرار داده و حضور پدوفیچرهای اکسید آهن و منگنز را با میزان بارندگی، شرایط زهکشی، مواد مادری، فیزیوگرافی و ریزساختمان خاک مرتبط دانسته است. بنا به گفته بولاک و همکاران (۱۸) این عوارض در نتیجه تخریب مواد فرومگنزی خالص یا نسبتاً خالص ایجاد می‌شوند (شکل ۸، d-a).

## نتیجه‌گیری

مطالعه مقاطع نازک خاک‌های مورد بررسی نشان داد که خاک‌های شور-سدیمی فاقد خاکدانه می‌باشند ولی خاک‌های غیرشور- غیرسدیمی دارای ریز ساختمان بودند. منافذ موجود در خاک‌های شور-سدیمی عمدتاً شامل ستاره‌ای، کانالی و صفحه‌ای می‌باشند، در حالیکه در خاک‌های غیرشور-غیرسدیمی علاوه بر منافذ

## منابع

- اولیایی ح.ر. و ادهمی ا. و فرجی ه. ۱۳۸۸. مطالعه میکرومورفولوژی و کانی‌شناسی خاک‌های دشت آبرگون استان کهگیلویه و بویراحمد. مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران\_گرگان. ۲۱-۲۴ تیرماه. ص ۱۰۹.
- چاخرو س. و منافی ش. ۱۳۹۲. مطالعه میکرومورفیک منافذ و حفرات در برخی اراضی شور-سدیمی غرب دریاچه ارومیه. دومین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست ارومیه.
- چاخرو س. و منافی ش. ۱۳۹۲. میکرومورفولوژی املاح ناشی از دریاچه ارومیه در قسمتی از اراضی شور-سدیمی غرب دریاچه ارومیه. دومین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست ارومیه.
- خرمالی ف. و ابطحی ع. و محمودی ش. ۱۳۸۲. میکرومورفولوژی افق آرجیلیک خاکهای آهکی استان فارس. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. جلد اول. ص ۱۹۲-۱۹۴.
- سپر دار ش. و دلاور م.ا. و سراپچی ع. ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات مینرالوژیکی و میکرومورفولوژیکی پوسته‌های نمکی در اراضی دشت آبیک. مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران\_گرگان. ۲۱-۲۴ تیرماه. ص ۱۳۲.
- عاکف م. و محمودی ش. و کریمیان اقبال م. و سرمدیان ف. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و میکرومورفولوژی خاک جنگل‌های طبیعی تبدیل شده به شالیزارها در منطقه فومنات گیلان. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۶: ۴۲۶-۴۰۷.
- محمودی ش. ۱۳۶۲. مطالعه میکرومورفولوژیکی یک خاک زرافلیک پل آرچید در منطقه گلدشت کرج. نشریه علمی و فنی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج-ایران. ص ۱۹-۳۲.
- مقیسه ا. و محمودی ش. و احمدی ا. ۱۳۸۸. ضرورت بازنگری تعریف افق پتروچیپسیک در خاکهای شور و گچی. مجموعه خلاصه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران\_گرگان. ۲۱-۲۴ تیرماه. ص ۱۵۶.
- Abbaslou H., Abtahi A and Martin Peinado F. J. 2012. Micromorphology of arid soils developed on evaporates. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Working Meeting on Soil Micromorphology, 8-14 July. 2012. Hormozgan Province., southern, Iran.
- Ahmad F. 2011. Soil classification and micromorphology: A case study of Cholistan Desert. Journal of Soil Science and Environmental Management, 2: 321-328.

- 11- Amit R., and Yaalon D. H. 1996. The micromorphology of gypsum and halite in Reg soils- the Negev desert, Israel. *Earth surfaces and landforms*, 21: 1127-1 143.
- 12- Arfin M. 2003. Micromorphological characteristics of Andisols in West Java Indonesia. *SSSA proceedings*, 56: 1-10.
- 13- Banaei M.H. 1998. Soil Moisture and Temperature Regime Map of Iran. Soil and Water Research Institute. (Ed.) Ministry of Agriculture, Iran.
- 14- Benyarku C.A., and Stoops G. 2005. Guidelines for preparation of rock and soil thin sections and polished sections. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida, Spain.
- 15- Brewer R. 1964. Fabric and mineral analysis of soils, John Wiley and Sons Inc., NY.
- 16- Brewer R. 1976. Fabric and mineral analysis of soils. Reprint of 1964. (ed.) With suppl. material, Robert E. Cringer Publ.Co, Huntington., NY.
- 17- Buck B. J., Van Hoesen J., Khresat S., and Rawajfeh Z. 2002. Morphology, SEM, and stable isotope analyses of pedogenic gypsum, USA, and Jordan. 17th World Congress of Soil Science, 14-24.2002. August, Thailand.
- 18- Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G., Tursin T., and Babel U. 1985. Handbook for Soil Thin Section Description. Wain.
- 19- Dregne H. E. 1976. Soils of arid regions. Developments in soil science. 6. Elsevier scientific pub. Co. Amsterdam. 237pp.
- 20- Gerrard J. 2000. Fundamentals of soils. Routedge fundamentals of physical geography. Taylor & Francies group.
- 21- Hanna F.S., and Stoops G. 1976. Contribution to the micromorphology of some saline soils of the North Nile Delta in Egypt. *Pedology*, 26: 55-73.
- 22- Kaewmano Ch., Kheoruenromne I., Suddhiprakarn A and Gilkes R.J. 2010. Chemistry and clay mineralogy of Thai Natraqualfs. 2010. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- 23- Karlstorm E. T., Oviatt C. G. and Ransom M.D. 2008. Paleoenvironmental interpretation of multiple soil-loess sequence at Milford Reservoir, northeastern Kansas. *Catena*, 72: 113-128.
- 24- Khormali F., Abtahi A., Mahmoodi A and Stoops G. 2003. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi- arid regions of southern Iran. *Catena* 776: 1-29.
- 25- Khresat S.A., and Qudah E.A. 2006. Formation and properties of aridic soils of Azraq Basin in northeastern Jordan. *Journal of arid environments*. Vol. 64: 116-136.
- 26- Lee S.Y., Philips D.H., Amons J.T., and Lietzke D.A. 1990. A microscopic study of iron and manganes oxide distribution in soils from east Tennessee (USA) In: Douglas, L.A. soil micromorphology: A basic and applied science. Developments in soil science 19.Elsevier
- 27- Manafi Sh. 2010. Calcium carbonate pendants as a record of climate change in semiarid soils of Rashakan region, Urmia, Iran. *Soil science agrochemistry and ecology*, No: 4.
- 28- Manafi Sh. 2012. Micromorphic evidences of climate change in some arid and semi arid soils in the west of Urmia Lake, Western Azerbaijan, Iran. *Proceedings of the 14th International Working Meeting on Soil Micromorphology. Lleida 8-14 July .2012.*
- 29- Mc Sweeney K., and Fastovsky D.E. 1990. Recognition of cemented subsurface horizons in sandy soils of certaceous \_ paleogenage, eastern Montana. In: Douglas, L. A. soil micromorphology: A basic and applied science. Developments in soil science 19.Elsevier
- 30- Moghiseh E., Heidari A. 2012. Polygenetic saline gypsiferous soils of the Bam region, Southeast Iran. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 2012, 12: 729-746.
- 31- Mohamadrezaie N., and Sarmadayan F. 2009. Micromorphological study for recognition GypsicAquisalidpedofeatures. 11<sup>th</sup> Iranian soil.
- 32- Randall Schaet Zl and Anderson Sh. 2005. *Soils: Genesis and Geomorphology*. Cambridge University press. 817 pp.
- 33- SharifiGarmdare J., Akef M., Salehi M.H., Mehntakesh A. 2011. Stady of some of physicochemical, micromorphological and mineralogical soil properties on three slope position in Chelgerd region in Chaharmahal and Bakhtiari province. MS Thesis Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan. 98p.
- 34- Soil Survey staff. 1999. *Soil Taxonomy. 2<sup>nd</sup> Edition. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. USDA. NRCS.
- 35- Soil Survey staff. 2003. *Soil Survey Manual*. Soil Conservation Service. U.S. Dept of Agriculture. Handbook 18.
- 36- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy. 11<sup>th</sup> Edition*. USDA. NRCS.
- 37- Stoops G. 2003. Guidelines for the Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections (SSSA, Madison, WL), p: 184.
- 38- Wheib K. A., Ibrahim O.N. 2012. Study of morphological and micromorphological properties of some salt affected soils in the middle of Iraq. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 43: 106-118, 2012.
- 39- Wieder M., and Yaalon D.H. 1990. Micromorphological Fabrics and Developmental Stages of Carbonate Nobular Forms Related to Soil Characteristics. *Geoderma*, 28: 203-220.

- 40- Wieder M., Singer A., and Gvirtzman G. 1990. Morphological study of deep buried Jurassic basalt. Derived Paleosols from northern Israel. In: Douglas, L. A. Soil micromorphology: A basic and applied science. Developments in soil science. 19. Elsevier.



## The Comparison of Micromorphological properties of Saline – Sodic and Nonsaline-Nonsodic Soils around the Urmia Lake

S. Chakherloo<sup>1\*</sup> - Sh. Manafi<sup>2</sup> - A. Heidari<sup>3</sup>

Received: 21-11-2013

Accepted: 26-07-2014

### Abstract

In order to comparison of the micromorphic properties of saline-sodic and nonsaline-nonsodic soils in the west of Urmia Lake, four soil profiles (2profile in saline-sodic soils and 2profiles in nonsaline-nonsodic soils) were investigated. These profiles were described and sampled using standard methods. soil samples were used for physico chemical analysis and undisturbed and oriented samples were used for thin section preparation. Thin sections were studied using polarizing microscope in PPL and XPL lights. Thin sections studies showed that saline-sodic soils are structure less (apedal), and their voids are mostly vughs and channel and as a result, their nonsaline-nonsodic soils are pedal with compound packing voids, vughs and planar voids and as a result, The b.fabric in these to group of soils is crystallitic. In saline sodic soils pedofeatures are illuvial clay coatings, salt accumulations including coatings and infillings of halite in channel and vughs. These pedofeatures were not seen in nonsaline-nonsodic soils. Organic coatings were seen as black colored films on peds and in some cases mixed with groundmass of saline-sodic soils. Calcium carbonate accumulations as nodules and coatings and nodules and coatings of iron and Mn oxides were seen in both saline-sodic and nonsaline-nonsodic soils.

**Keywords:** Micromorphology, Saline-Sodic Soils, Urmia Lake

---

1,2- M.Sc. Graduate and Assistant Professor, Department of Soil Science, University of Urmia  
(\* - Corresponding Author Email: saghar.chakherloo@yahoo.com)  
3- Associate Professor Department of Soil Science, University of Tehran