



## میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های شور و گچی در استان گلستان

فاطمه بهشتی<sup>۱</sup>، فرهاد خرمالی<sup>۲</sup>، علی شهریاری<sup>۳</sup> و مجتبی بارانی مطلق<sup>۴</sup>  
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲-استاد گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه زابل، ۴-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### چکیده

براساس نقشه خاک در طول گرگان رود خاک‌های مالی سول، اینسپتی سول، انتی سول و اربیدی سول تشکیل شده‌اند که با حرکت به سمت دریای خزر، خاک‌های اینسپتی سول کمتر و خاک‌های اربیدی سول غالب تر می‌شوند. در این پژوهش به منظور بررسی خصوصیات میکرومورفولوژی و تکامل خاک‌های شور و گچی، ۵ خاک در منطقه جنوبی گرگان رود مطالعه گردیدند. نتایج مطالعات صحرایی نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه در دوره انسپتی سول و اربیدی سول قرار دارند و حضور خصوصیات گچی در سطح زیرگروه و زیررده در رده بندی نشان داده شده است. بی-فابریک غالب اکثر خاک‌های مورد مطالعه کریستالیتیک و شکل غالب گچ پدوژنیک به صورت عدسی شکل بود. نتایج نشان داده که در منطقه مورد مطالعه برای حضور و تجمع گچ، کیفیت و نوسانات آب زیرزمینی و رژیم رطوبتی می‌توانند به عنوان عوامل مؤثر در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: گرگان رود، اراضی پست، آب زیرزمینی

### مقدمه

یکی از راه‌های افزایش تولید، افزایش سطح زیر کشت است که عملاً در مناطق مرطوب، تمام زمین‌های مناسب به زیر کشت رفته و در مناطق خشک و نیمه خشک نیز اراضی بکر زیادی وجود دارد که به دلیل نبود آب و یا شور و سدیمی بودن خاک‌ها و نیز شور شدن ثانویه خاک‌ها در اثر آبیاری امکان کشت وجود نداشته و یا بسیار محدود است (K hormali, ۲۰۰۶). در مناطق خشک تبخیر بیش از بارندگی است و در نتیجه املاح محلول خاک انتقال نمی‌یابد و سرعت واکنش‌ها نیز کاهش می‌یابد (بای بوردی، ۱۳۷۲). شوری خاک یکی از ویژگی‌های پویای خاک است که علاوه بر خصوصیات خاک، میزان آب خاک، سطح آب زیرزمینی، بارندگی، تبخیر و واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Chag et al., ۱۹۸۸). (Abtahi (۱۹۷۷) در مطالعه خاک‌های تشکیل شده در یک ردیف اراضی با سطح متفاوت آب زیرزمینی شور و قلیا ولی یکسان از لحاظ اقلیم، پوشش گیاهی و مواد مادری آهکی اظهار داشت تحرک رس در این خاک‌ها تحت تأثیر سطح آب زیرزمینی است. محمدنژاد و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه خصوصیات مینرالوژیکی خاک‌های شور و سدیمی در شمال و جنوب گرگان‌رود دریافتند که نمک‌های غالب خاک‌های مورد مطالعه شامل گچ، کلرید سدیم، هگزاهیدریت، اپسومیت و میرابیلیت بودند. سولفات موجود در آب زیرزمینی به همراه نوسانات تراز آب، شرایط را برای تشکیل و افزایش بلورهای گچ در افاق‌های زیر سطحی فراهم نموده است (Gherghereh-chi, ۲۰۰۷). تشکیل گچ در خاک به فاکتورهای زیادی مانند اختلاف بارش و تبخیر سالانه، وجود منابع گچ، تخلخل خاک و نوسانات تراز آب زیرزمینی وابسته است (Bresler et al., ۱۹۸۲). گچ غالباً در رژیم‌های رطوبتی آردیک و زیریک دیده شده ولی تجمع گچ پدوژنیک در اقلیم‌های نیمه مرطوب گزارش شده که البته فرآیندی فصلی به شمار می‌آید (Carter et al., ۱۹۸۸). (Toomanian et al. (۲۰۰۱) نیز با مطالعه‌ای در خاک‌های استان اصفهان بیان داشتند که شرایط فیزیکی محیط مهم‌ترین عامل تعیین کننده در توزیع و الگوی آرایش کریستال‌های گچ ثانویه است. فراوان‌ترین شکل کریستال‌های گچ در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، فرم عدسی شکل گوشه‌دار است (Buck et al., ۲۰۰۲). جیپس-انیدریت نیز در رسوبات بیرون زده اطراف دریاچه‌های شور، واحدها و نزدیک رودخانه‌های خشک در صحرا در حال تشکیل هستند (Raghimi, ۲۰۰۵). (Wongpokhom et al. (۲۰۰۸) با مطالعات میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و آنالیز عنصری در خاک‌های شور شمال تایلند اظهار کردند که در حفره‌های خاک‌هایی که دارای پوسته نمکی هستند هالیت وجود دارد. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی هم تصویر کانی باریت، هالیت، کلسیت و کلرید کلسیم را مشاهده کردند. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه میکرومورفولوژی پدیده‌های گچی در خاک‌های استان فارس اظهار داشتند که پدیده‌های میکرومورفولوژی مشاهده شده شامل کوتینگ، هایپوکوتینگ، پرشدگی حفرات و دیواره کانال‌ها به صورت متراکم و نیمه متراکم بوده و بلورهای گچ به شکل‌های عدسی، منشوری، صفحات درهم قفل شده، شبه شش ضلعی و ریزبلورین در مقاطع نازک مشاهده شدند. همچنین این محققین معتقد بودند که بین شکل‌های مورفولوژیک گچ و رژیم‌های رطوبتی و عمق خاک روابط مشخصی وجود دارد. در این مطالعه میکرومورفولوژیکی منشأ، شکل و فرم‌های مختلف گچ و ارتباط آن با خصوصیات مورفولوژیکی و شرایط محیطی حاکم در اراضی پست استان گلستان بررسی شده است.

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

### مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه بخشی از اراضی پست حاشیه گرگان رود که در منطقه جنوبی گرگان رود واقع شده است. اراضی جنوب گرگان رود دشتی است به وسعت ۳۳۷۰۰۰ هکتار واقع در استان گلستان که بین طول جغرافیا ۵۳ درجه و ۵۹ دقیقه و ۳۱ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی قرار دارد. این منطقه از شمال به گرگان رود و دیوار اسکندر، از غرب به دریای خزر و از جنوب و شرق به کوه‌های البرز محدود می‌شود. ارتفاع منطقه بین ۲۷۰-۲۵ متر از سطح دریا می‌باشد. محدوده مطالعاتی براساس تقسیمات اقلیمی دومارتن در ناحیه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. موقعیت این سری‌ها اراضی پست تا دریا می‌باشد که دارای درجه شوری متفاوتی هستند.

با استفاده از نقشه‌ی خاک‌شناسی منطقه مورد نظر سری‌های مختلف انتخاب شدند، سپس نمونه‌برداری از خاک‌های شاهد سری‌های مختلف در دشت رسوبی گرگان رود صورت گرفت. مطالعه و تشریح خاک‌ها بر اساس کلید رده‌بندی تاکسونومی (Soil Survey Staff, ۲۰۱۴) انجام شد. برای مطالعات میکرومورفولوژی نمونه‌های دست نخورده به وسیله‌ی جعبه کوبینا از هر افق برداشته شده و در مجاورت هوا خشک شدند. نمونه‌ها با مخلوط استن و رزین پلی استر با افزودن کاتالیست در شرایط خلأ در دسیکاتور اشباع شده و در هوای آزاد طی چند هفته سخت گردیدند و مقاطع نازک با میکروسکوپ پلاریزان در نور عادی (PPL) و نور پلاریزه (XPL) و بر اساس روش Bullock et al. (۱۹۸۵) و تعاریف (۲۰۰۳) Stoops مطالعه شدند.

### نتایج و بحث

نتایج مطالعات صحرایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. این نتایج نشان داد که خاک‌های مورد مطالعه در دو رده انسپتی سول و اریدی سول قرار دارند و حضور خصوصیات گچی در سطح زیرگروه و زیررده در رده‌بندی نشان داده شده است. حضور افق شناسایی زیر سطحی جیپسیک در این خاک‌ها به همراه بالا بودن سطح آب زیرزمینی و وجود ماتلینگ زیاد در اکثر خاک‌ها نشان‌دهنده شرایط اقلیمی و فیزیوگرافی منطقه است و با خشک‌تر شدن اقلیم و ورود به منطقه کاملاً خشک افق سالیک هم نمایان می‌شود.

در خاک‌های مورد مطالعه میکروساختمان توده‌ای تا مکعبی بدون زاویه با تمایز خوب مشاهده شده است. حفرات مشاهده شده عمدتاً کانال و حجره‌ای بوده و حفرات بی‌شکل هم دیده شد. بی‌فابریک در کلیه افق‌ها کریستالیتیک بوده که ناشی از مقدار زیاد آهک و همچنین وجود گچ در خاک است (جدول ۲، شکل ۱). بی‌فابریک کریستالیتیک در اثر فراوانی ذرات ریز کلسیت میکریتیک و کریستال‌های گچ حاصل شده است. مواد آلی هر چند اندک، در تشکیل فرم عدسی شکل مؤثر می‌باشند.

جدول ۱- برخی خصوصیات مورفولوژیکی و رده‌بندی خاک‌های مورد مطالعه

نام سری	افق	عمق (cm)	رنگ خاک	ساختمان خاک	کاربری اراضی	رده‌بندی خاک
سری یامپی	Ap	۰-۲۰	YR ۴/۳ ۱۰	f,abk, ۱	زراعی	Gypsic Haploxerepts
	AB	۲۰-۳۰	YR ۵/۴ ۱۰	f,abk, ۱		
	By	۳۰-۴۵	YR ۵.۵/۴ ۱۰	f,abk, ۱		
	Cgy	۴۵-۶۸	YR ۶/۳ ۱۰	m		
	Bygb	۶۸-۸۸	YR ۴/۳ ۱۰	f,sbk, ۱		
	Cg	۸۸-۱۲۰	YR ۶/۴ ۱۰	m		
سری قره بلاغ	Ap	۰-۲۵	YR ۵/۲ ۱۰	m,abk, ۲	آیش-کشاورزی	Gypsic Haploxerepts
	AB	۲۵-۵۰	YR ۵/۳.۵ ۱۰	m,sbk, ۲		
	Bgy	۵۰-۸۶	YR ۶/۳ ۱۰	m,sbk, ۱		
	Cg	۸۶-۹۶	YR ۲/۳ ۱۰	m		
	Bgyb	-۹۶	YR ۵/۳ ۱۰	f,sbk, ۳		
سری شور حیات	A	۰-۲۸	YR ۳/۱ ۱۰	f,abk, ۱	مرتع	Gypsic Aquisalids
	Cg	۲۸-۴۵	YR ۷/۲ ۱۰	m		
	Czg	۴۵-۷۵	YR ۶/۳ ۲.۵	m		
	Byzgb	۷۵-۹۵	YR ۵/۳ ۱۰	f,abk, ۱		

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

Typic Haplogypsis	گندم	m	YR ۴/۲ ۱۰	۰-۳۰	Ap	سری کرد
		f, sbk, ۱	YR ۴/۳ ۱۰	۳۰-۶۰	By	
		m	YR ۴/۴ ۱۰	۶۰-۱۰۰	Cg	
Gypsic Haploxerepts	گندم	m	YR ۵/۲ ۱۰	۰-۲۵	Ap	سری یارتی قایه
		f, sbk, ۱	YR ۴/۴ ۱۰	۲۵-۶۰	Bg	
		m	YR ۴/۴ ۱۰	۶۰-۹۵	Cyg ۱	
		m	YR ۴/۲ ۱۰	۹۵-۱۲۰	Cyg ۲	

عمده شکل گچ به صورت عدسی شکل ریز بود که به احتمال زیاد به دلیل حضور آهک در افق‌ها می‌باشد این امر شاید به این دلیل باشد که افزایش گچ به خاک منجر به تشکیل بلورهای دانه ای و عدسی گچ به موازات سطح خاک می‌گردد، در حالی که افزایش آهک با کاهش تبلور گچ به شکلهای عدسی شده و ریز بلورین را با آرایش تصادفی بوجود می‌آورد (جعفرزاده، ۲۰۰۲). از سوی دیگر شوری خاک در شکل‌گیری کریستال‌های عدسی شکل مؤثر بوده است. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) معتقدند که حضور کلرید سدیم منجر به دهیدراته شدن و جذب رطوبت از محیط اطراف شده و لذا به رشد بلورهای گچ کمک می‌کند.

جدول ۲ - خصوصیات میکرومورفولوژیک برخی از پروفیل‌های مورد مطالعه

افق و عمق	حفره	میکرو ساختمان	نسبت C/F	بی فابریک	ویژگی‌های خاکساز
سری یامپی					
By	عمدتاً کانال و	بلوکی بدون زاویه	پورفریک باز (۳/۷)	کریستالیتی ک	پرشدگی حفرات (۲۰-۴۰٪) با کریستال‌های گچ عدسی شکل
۳۰-۴۵ cm	کمی حجره‌ای	و گاه‌آ زاویه‌دار با تمایز متوسط تا خوب			
سری قره بلاغ					
Bgy	کانال، حجره‌ای	غالباً توده‌ای و مقدار کمی اسفنجی	پورفریک بسته (۴/۶)	کریستالیتی ک	پرشدگی متراکم و ناقص حفرات (۲۰٪-۱۰) با کریستال‌های گچ عدسی شکل و مقدار خیلی کمی هیپوکوتینگ آهن و منگنز در اطراف کانال‌ها (<۵٪)
۵۰-۸۶ cm	و بی شکل				
سری شور حیات					
Czg ۱	عمدتاً کانال و	غالباً توده‌ای و مقدار بلوکی بدون زاویه با تمایز ضعیف	پورفریک باز (۱/۹)	کریستالیتی ک	کمی کریستال‌های گچ عدسی شکل ریز و به مقدار زیاد در ابعاد درشت تا حدود ۱ سانتی متر
۲۸-۴۵ cm	بی شکل				



(الف) افق By سری یامپی، (ب) افق Bgy سری قره بلاغ، (ج) افق Czg ۱ سری شور حیات (نور ppl).

## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما



شکل ۱. الف: پرشدگی حفرات با کریستال‌های گچ عدسی شکل در ابعاد ۲۰-۴۰ میکرومتر در افق B<sub>y</sub> یامپی، ب: پرشدگی نسبتاً کامل حفرات به وسیله کریستال‌های گچ عدسی شکل در ابعاد ۱۰-۲۰ میکرومتر در افق B<sub>gy</sub> قره‌بلاغ، ج: پرشدگی ناقص حفرات با کریستال‌های گچ عدسی شکل و کوتینگ اکسیدهای آهن و منگنز در افق C<sub>zg1</sub> شورحیات (در نور xpl).

با توجه به نتایج، برای حضور و تجمع گچ، کیفیت و نوسانات آب زیرزمینی می‌تواند به عنوان عامل مؤثر دیگری در نظر گرفته شود. عمق، نوسانات و کیفیت آب زیرزمینی، بر اندازه، مقدار، نوع و آرایش‌یافتگی کریستال‌های گچ اثر گذارده است. سولفات موجود در آب زیرزمینی به همراه نوسانات آب، شرایط را برای تشکیل و افزایش اندازه کریستال‌های گچ در افق‌های زیر سطحی فراهم نموده است. این نتایج با یافته‌های Gherghereh-chi (۲۰۰۷) و Bresler et al. (۱۹۸۲) همخوانی دارند. باید توجه داشت که رژیم رطوبتی نیز با حرکت از رژیم زیریک به اریدیک در تشکیل خاک‌های شور و گچی نقش مهمی داشته و رابطه معنی داری مشخصی بین رژیم رطوبتی و حضور و اشکال گچ وجود دارد چرا که هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) بر اساس مطالعات میکروسکوپ الکترونی دریافتند که عمده بلورهای عدسی در رژیم رطوبتی زیریک و در افق‌های سطحی رژیم رطوبتی زیریک مرز اریدیک به چشم می‌خورند.

### منابع

- بای بوردی، م. ۱۳۷۲. پیدایش و طبقه بندی خاک، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران. ۶۸۰ صفحه.
- محمدنژاد، م.، خرما، ف.، و م. رقیمی. ۱۳۹۱. منشأ و پراکنش کانیهایی رسی در خاک‌های سه منطقه اقلیمی شرق استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد نوزدهم، شماره اول. صفحه ۱۵۲-۱۳۵.
- هاشمی، س.، بافرنژاد، م.، اولیائی، ح.، و م. نجفی قیری. ۱۳۹۳. مطالعه اثر رژیم رطوبتی خاک بر میکرومورفولوژی پدیده‌های گچی در خاک‌های استان فارس. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد بیست و یکم، شماره دوم. صفحه ۵۹-۸۳.
- Abtahi, A. ۱۹۷۷. Effect of saline and alkaline ground water on soil genesis in semiarid regions of southern Iran. *Soil Sci. Am. J.* ۴۱: ۵۸۳-۵۸۸.
- Bresler, E., B. L. McNealand and D. L. Carter. ۱۹۸۲. *Saline and Sodic Soils*. Advanced Series in Agricultural Science. Springer Pub., USA.
- Buck, B. J. and J. G. Van Hoesen. ۲۰۰۲. Snowball morphology and SEM analysis of pedogenic gypsum. *Southern New Mexico. USA. J. Arid Environ.* ۵۱: ۴۶۹-۴۸۷.
- Carter, B. J. and W. P. Inskeep. ۱۹۸۸. Accumulation of pedogenic gypsum in western Oklahoma soils: S.S.S.A. ۵۲: ۱۱۰۷-۱۱۱۳.
- Chang, C., Sommerfeldt, T.G., and Entz, T. ۱۹۸۸. Soil salinity and sand content variability by two statistical methods in an irrigated saline soil. *Can J. Soil Sci.* ۶۸: ۲۰۲-۲۲۱.
- Gherghereh-chi, S. ۲۰۰۷. Micromorphology and genesis of the soils formed on a climo-toposequence, north-south western Golestan Province. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ۱۶۵p. (In Persian)
- Jafarzadeh, A. A., and Burnham, C. P. ۱۹۹۲. Gypsum crystallization in soils. *Soil Sci.* ۴۳: ۴۰۹-۴۲۱.
- Khormahi, F. ۲۰۰۶. Evolution, Physico-Chemical and Mineralogical properties of saline and sodic soils of Major series in Golestan Province. Gorgan. Researching proposal. ۸۸p. (In Persian)
- Raghimi, M. ۲۰۰۵. Surface hydrochemical and mineralogical properties of saline lake. Gorgan. Researching proposal. ۶۳p. (In Persian)
- Smith, M.S., Kirste, D., and Bear McPhail, D. C. ۲۰۰۴. Mineralogy of alkalinesaline soils on the Western slopes of Northern New South Wales. CRC LEME, Pp: ۳۳۰-۳۳۴. ۲۲. Walkley, A., and Black, I.A. ۱۹۳۴. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* ۳۷: ۲۹-۳۸.



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - پیدایش، رده بندی، ارزیابی خاک و زمین نما

Soil Survey Staff. ۲۰۱۴. Keys to soil Taxonomy, ۱۲<sup>th</sup> ed. U.S. department of agriculture, Natural resources conservation service.

Toomanian, N., A. Jalalian and M.K. Eghbal. ۲۰۰۱. Genesis of gypsum enriched soils in north-west Isfahan, Iran. *Geoderma* ۹۹(۳): ۹۹-۲۲۴.

Wongpokhom, N., Kheoruenromne, H., Suddhiprakarn, A., and Gilkes, R.J. ۲۰۰۸. Micromorphological properties of salt affected soils in Northeast Thailand. *Catena*. J. ۱۴۴: ۱۵۸-۱۷۰.

### **Abstract**

According the soil maps Mollisols, Inceptisols, Entisols and Aridisols have been formed along Gorgan River which they become less Inceptisol and more Aridisol soils in Caspian see direction.  $\Delta$  soil profiles were studied to determine the Micromorphology characteristics and evolution of saline and gypsum soils in the southern region of Gorgan River. The field studies results showed, the studied soils are Aridisols and Inceptisols and gypsum features were exhibited in suborder and subgroup level. In most soils crystallitic was the dominant b-fabric and lenticular gypsum crystals was dominant form of pedogenic gypsum. The results showed fluctuations and quality of groundwater and soil moisture regime could be the effective factors to presence and accumulation of gypsum in the studied area.