

ویژگی‌های رسوب‌شناختی پلایای جنوب گلباف کرمان و تاثیر آن بر تشکیل و تکامل بدلند شبه‌کارستی در این منطقه

احمد عباس نژاد^{۱*} و بهنام عباس نژاد^۲

۱- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان
۲- دانش‌آموخته دکترا زمین‌شناسی زیست‌محیطی، دانشگاه شیراز، شیراز

نویسنده مسئول: Aabbas@uk.ac.ir

دریافت: ۹۸/۱۲/۱۷ پذیرش: ۹۹/۲/۳۱

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

هدف این مطالعه تعیین ویژگی‌های رسوب‌شناختی پلایای جنوب گلباف کرمان و تاثیر آن بر تشکیل بدلندهای شبه‌کارستی، و نیز، نحوه پیدایش و تکوین این بدلندها است. بدین منظور ترکیب بافتی، کانی‌شناختی و مشخصات شیمیایی شامل pH و ESP ، SAR ، EC و رسوبات این پلایا تعیین گردید. این موارد نشان دادند که رسوبات پلایا لوم مستعد به فرسایش می‌باشند. با توجه به شواهد صحرایی، پر شدن چاله تکتونیک بوجود آورنده این پلایا از رسوب باعث سرریز شدن جریان‌های سطحی و حفر گالی‌هایی در سطح پلایا شد. در اثر آن، رسوبات زهکش شدند و به علت کاهش حجم شکاف‌هایی در آن‌ها بوجود آمد. نفوذ جریان‌های سطحی بداخل این شکاف‌ها و فرسایش متعاقب آن موجب توسعه شبکه پایپ و بدلند شبه‌کارستی گردیده است.

واژگان کلیدی: چاله گلباف، پلایا، بدلند، نشست‌زمین

پیشگفتار

مناسب و (اغلب) وجود منابع آب شرایط مناسبی را برای کشاورزی فراهم می‌آورند. هم‌چنین، پلایاها مهم‌ترین محل‌های تامین ریزگردها در توفان‌ها هم هستند. در عین حال که مسائلی نظیر تجمع سیلاب‌ها و نشست زمین هم در این محیط‌ها وجود دارند. اگر چه پلایاها نوعی محیط رسوب‌گذاری محسوب می‌شوند، ولی اتفاقاتی نظیر پرشدن آن‌ها و سرریز کردن، حرکات تکتونیک و غیره می‌توانند باعث شوند که پلایا از محیط رسوب‌گذاری به محیط فرسایشی تغییر یابد. نوع فرسایش بادی و یا آبی است. فرسایش بادی در سطح پلایا می‌تواند منجر به تشکیل یاردانگ شود که نمونه بارز آن کلوت‌های لوت کرمان است (قدسی، ۲۰۱۷). ولی فرسایش آبی در رسوبات نسبتاً ریزدانه (رسی- سیلتی) پلایا به خوبی منجر به تشکیل بدلند^۲ می‌شود. بدلندها به عنوان چشم اندازه‌های مینیاتوری متشکل از عوارضی که از فرآیندهای پیچیده‌ای در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک تشکیل گردیده‌اند تعریف می‌شوند (وارن، ۱۹۸۴).

پلایاها از جمله محیط‌های رسوب‌گذاری خاص مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شوند. آن‌ها در شرایطی که توپوگرافی منطقه از نوع کوه-دشت باشد در قسمت میانی دشت‌ها شکل می‌گیرند. گودی‌ها یا دشت‌هایی که پلایاها در آن‌ها بوجود می‌آیند می‌توانند منشاءهای مختلفی داشته باشند. نمونه‌های آن چاله‌های پشت قوسی و پیش‌قوسی، چاله‌های بین کوهی و چاله‌های کششی^۱ و امثال آن می‌باشند (سامرفیلد، ۲۰۰۰؛ بوربانک و اندرسون، ۲۰۱۱). در حاشیه این محیط‌ها سهم ماسه بیش از سیلت و رس بوده و به سمت قسمت میانی بتدریج سهم رس افزایش می‌یابد. در عین حال، اگر آن‌ها فاقد زهکشی سطحی یا زیرزمینی باشند در اثر تجمع آب و تبخیر دارای گچ و نمک هم خواهند بود. پلایاها از جنبه‌های متعددی اهمیت دارند. بسیاری از زمین‌ها و باغ‌های کشاورزی در ایران در سطح پلایاها شکل گرفته‌اند. در این محیط‌ها، زمین مسطح، خاک با بافت

² Badland

¹ Pull – apart

سرعت بستر خود را ببرند و در بعضی از نقاط لایه مقاوم سطحی لایه فرسایش‌پذیر زیرین را حفاظت کرده و چشم‌اندازی با تعداد زیادی دودکش جن شکل می‌گیرد. یکی از نادرترین انواع بدلند، شبه‌کارستی است. در این بدلند تقریباً بسیاری از پدیده‌های مشابه با کارست فروچاله‌ای^{۱۰} ولی در ابعاد کوچک‌تر و به علت فرسایش (نه انحلال) شکل می‌گیرند. به عبارت دیگر، چاله‌ها، پایپ‌ها، گالی‌های ریزشی، پل‌های طبیعی و دهانه‌های خروجی به ترتیب با دولین‌ها، غارها، دره‌های کارستی، پل‌های کارستی و چشمه‌های کارستی قابل مقایسه می‌باشند. بدلندهای شبه‌کارستی توسط دور و وری (۲۰۰۴)، وایت (۱۹۸۸)، کمپیل (۱۹۸۹) و گریمز (۱۹۷۵) معرفی و توضیح داده شده‌اند. ویژگی مهم آن‌ها وجود شبکه‌ای از پایپ داخل سنگ و رسوب و چاله‌های قیفی شکل در دهانه پایپ‌های عمودی است. اگر چه قبلاً نمونه‌هایی از بدلندهای ایران به طور مثال توسط غفاری و همکاران (۲۰۱۰)، رمضانپور و همکاران (۲۰۱۰)، محمدخان و همکاران (۲۰۱۱) و نویدطلب و مقیمی (۲۰۲۰) مطالعه شده‌اند، ولی هیچکدام از نوع شبه‌کارستی نبوده‌اند. با توجه به تشکیل بدلند شبه‌کارستی در سطح رسوبات پلایای جنوب گلباف کرمان که از جمله پدیده‌های نادر در ایران است که هم ارزش علمی و هم ژئوتوریسم بالایی دارد، در این مقاله سعی می‌شود ابتدا نحوه تشکیل و ویژگی‌های رسوب‌شناختی این پلایا توضیح داده شود و در ادامه نحوه شکل‌گیری و مشخصات بدلند توسعه یافته در سطح آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

معرفی پلایای جنوب گلباف

پلایای جنوب گلباف در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب‌خاور شهر کرمان و ۷ کیلومتری جنوب گلباف واقع شده است (شکل ۱). طول آن ۹/۱ کیلومتر و پهنای متوسط آن ۱/۷ کیلومتر است. لذا یک پلایای کوچک و باریک کشیده است. این پلایا در اثر کشش پوسته زمین در یک محیط تکتونیکی فعال شکل گرفته است. علت کشش تکتونیکی وضعیت پله به راست در یک سامانه گسلی راست‌گرد بوده که منجر به تشکیل چاله کششی شده است (والکر و جکسون، ۲۰۰۲). در اثر کشش تکتونیکی، منطقه به

عوامل زیادی در تشکیل چشم‌اندازه‌های بدلندی نقش دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از تاثیر چند فرآیند، مشخصات فیزیکوشیمیایی ماده‌ای که بدلند روی آن تشکیل شده، آب و هوا و فعالیت‌های تکتونیکی. بدلندها اصولاً فاقد پوشش گیاهی می‌باشند و به همین دلیل تاثیر تغییرات لیتولوژی روی آن‌ها شدید است (کمپیل، ۱۹۸۹). علاوه بر فقر پوشش گیاهی، پیش شرط تشکیل بدلند در یک منطقه وجود سنگ فرسایش‌پذیر و ناهمواری^۳ کافی است (هاروی، ۲۰۰۴) در حالت عادی، سطوح پلایایی به علت نبود اختلاف ارتفاع برای تشکیل و توسعه بدلند مناسب نیستند. ویژگی‌های مهم مورفولوژی بدلند شامل تراکم بالای گالی‌ها و شیارها و فراوانی پایپ‌ها^۴ می‌باشند. بدلندها از جنبه‌های متعددی اهمیت دارند، آن‌ها مهم‌ترین محل‌های تامین رسوب در سیلاب‌ها بوده و به علت وفور پایپ‌ها در معرض خطر نشست زمین هم قرار دارند. همچنین، آن‌ها زیباترین چشم‌اندازهای طبیعی را هم می‌توانند ایجاد کنند که امروزه از نظر طبیعت‌گردی اهمیت دارد.

بدلندها بسیار تنوع دارند، ولی می‌توان چهار نوع اصلی آن را شامل بدلند کالانچی^۵ (کوکو، ۲۰۱۵)، بدلند بیانکانه^۶، بدلند ستونی^۷ و بدلند شبه‌کارستی^۸ در نظر گرفت. بدلندهای تیپ کالانچی که با خط‌الرأس تیز مشخص می‌شوند و بدلندهای تیپ بیانکانه که با خط‌الرأس گرد شناخته می‌شوند (بریان و یایر، ۱۹۸۲) هم در طبیعت فراوانند و هم به علت گسترش در بعضی از کشورهایی نظیر ایتالیا (باتاگلیا و همکاران، ۲۰۱۱؛ بیانچینی و همکاران، ۲۰۱۶؛ بوسینو و همکاران، ۲۰۱۹) و اسپانیا (دسیر و مارین، ۲۰۱۳؛ مارتینز موریلو و همکاران، ۲۰۱۳) بخوبی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در عوض، بدلندهای ستونی که با وفور دودکش‌های جن^۹ مشخص می‌شوند، و بدلندهای شبه‌کارستی که ویژگی آن‌ها وفور پایپ است بسیار کمتر مطالعه شده‌اند.

در بدلند ستونی وجود یک لایه نازک و مقاوم باعث می‌شود که هرزآب‌ها با رسیدن به لایه سست و نفوذناپذیر زیرین که معمولاً رسی یا ماری است به

³ Relief

⁴ pipes

⁵ Calanchi

⁶ Biancane

⁷ Pinnacle

⁸ Pseudokarstic

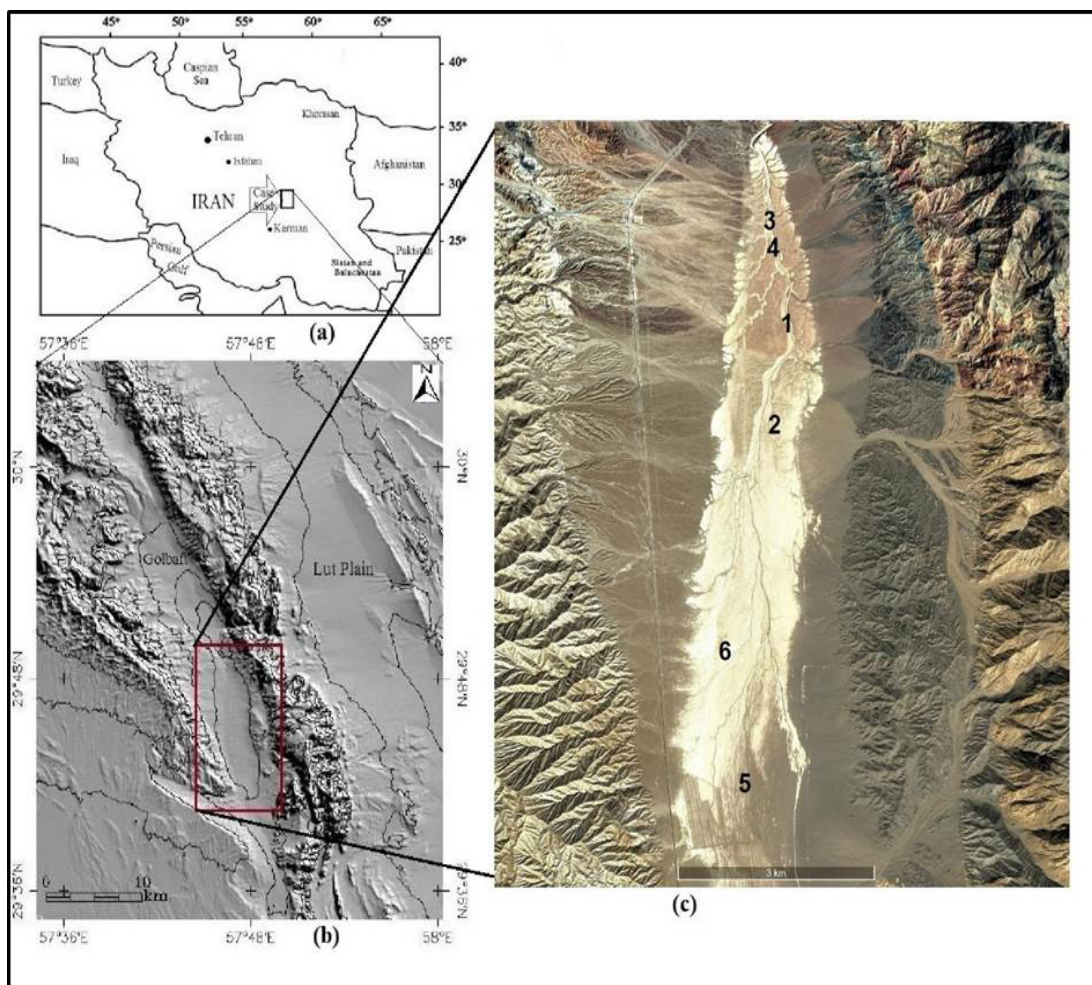
⁹ Hoodoo

¹⁰ Doline kaerst

وجود داشت که باعث حفر بستر و عقب‌نشینی آن به سمت داخل پلایا شد. بدین ترتیب این پلایا توسط آبراهه اصلی که درست از وسط و در امتداد طول آن عبور می‌کند و نیز توسط شاخه‌هایی که به آن وصل می‌شوند بریده شد. بریده شدن سطح پلایا باعث تبدیل آن به تعدادی بلوک مسطح شد که بین آن‌ها گالی‌های فرسایشی قرار دارند (شکل ۲). فرسایش در نیمی از وسعت پلایا تا بستر محیط رسوب‌گذاری ادامه یافت. لذا در گالی‌های فرسایشی رخنمون‌های خوبی از رسوبات پلایایی در همه جهات جغرافیایی وجود دارند که کمک می‌کنند بتوان تغییر رخساره رسوبات این محیط را در جهات جانبی و عمودی مطالعه کرد.

میزان حدود ۲۰ متر پایین رفته و چاله بسته‌ای شکل گرفته است. رسوب‌گذاری ذرات رس، سیلت و ماسه در این چاله باعث پیدایش پلایای جنوب گلباف شده است. در حاشیه آن (بین پلایا و کوه‌های اطراف) سطوح باهادایی متشکل از مخروط‌افکنه‌های به هم پیوسته که از قطعات درشت سنگ (قلوه‌سنگ و شن) تشکیل شده‌اند به چشم می‌خورد.

پلایای جنوب گلباف که در کواترنری بوجود آمده (والکر و همکاران، ۲۰۱۰؛ فتحی و همکاران، ۲۰۱۴)، توسط رسوبات سیلابی پر شد، بطوریکه با پر شدن آن، آب‌های سطحی ورودی به آن از شمال آن سرریز کردند. بر اساس مشاهدات صحرائی، در محل سرریز شدن، شیب تندی



شکل ۱. موقعیت چاله گلباف و پلایای جنوب آن و محل نقاط نمونه‌برداری

نمونه برداشت شد، بطوریکه ۶ نمونه برای مطالعه شیمی رسوب، ۶ نمونه برای مطالعه اندازه ذرات و ۶ نمونه برای مطالعه کانی‌شناسی رسوب برداشت گردید. به عبارت

مواد و روش‌ها

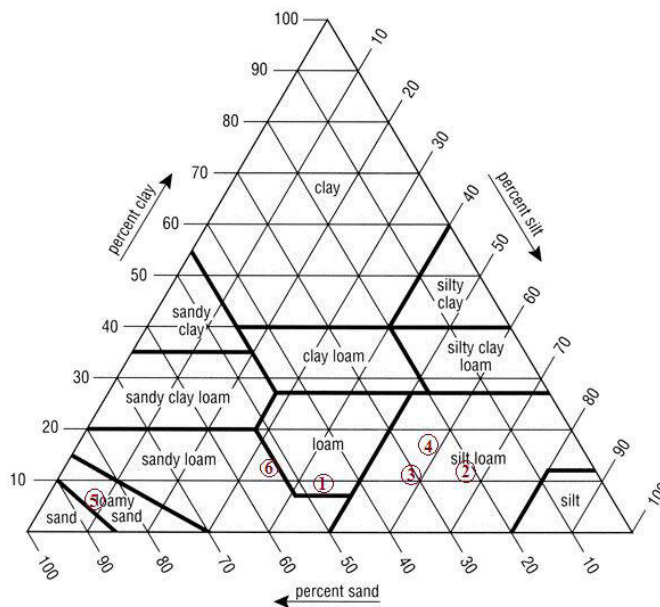
با توجه به نقش کانی‌شناسی، ژئوشیمی و اندازه ذرات در تشکیل بدلندها، برای مطالعه رسوبات این پلایا جمعاً ۱۸

هیدرومتری و ویژگی‌های شیمیائی آن‌ها (pH , EC) سدیم قابل جذب و (SAR) از طریق تهیه عصاره اشباع و آنالیز عصاره مورد سنجش قرار گرفته‌اند (رایان و همکاران، ۲۰۰۷) (جدول ۱). از مثلث بافت خاک برای تعیین بافت رسوب استفاده شد (شکل ۳). یک مقطع چینه‌شناختی در مرکز پلایا (جایی که رسوبات کفه‌ای به خوبی بریده شده‌اند) تهیه گردید (شکل ۴). در عین حال مطالعات ژئومورفولوژیکی در صحرا برای بررسی ویژگی‌های شبکه پایپ و تکوین مورفولوژی منطقه صورت گرفت.

دیگر، نمونه‌برداری از ۶ محل و از هر محل سه مورد برداشت گردید (شکل ۱). محل این ۶ نمونه بگونه‌ای انتخاب شد که تغییرات افقی و عمودی رسوب را مشخص سازند. به همین دلیل، نمونه ۱ از قاعده رسوبات در مرکز پلایا، نمونه ۲ از سطح پلایا (زیر رگولیت سطحی) در مرکز پلایا، نمونه ۳ از قاعده پلایا در شمال، نمونه ۴ از سطح پلایا (رسوب زیر رگولیت) در شمال پلایا، نمونه ۵ از حاشیه ماسه‌ای پلایا در جنوب آن و نمونه ۶ از رگولیت سطحی در جنوب محل برداشت شدند. کانی‌های نمونه‌ها با روش XRD و دستگاه بروکر $D4$ ، بافت آن با روش



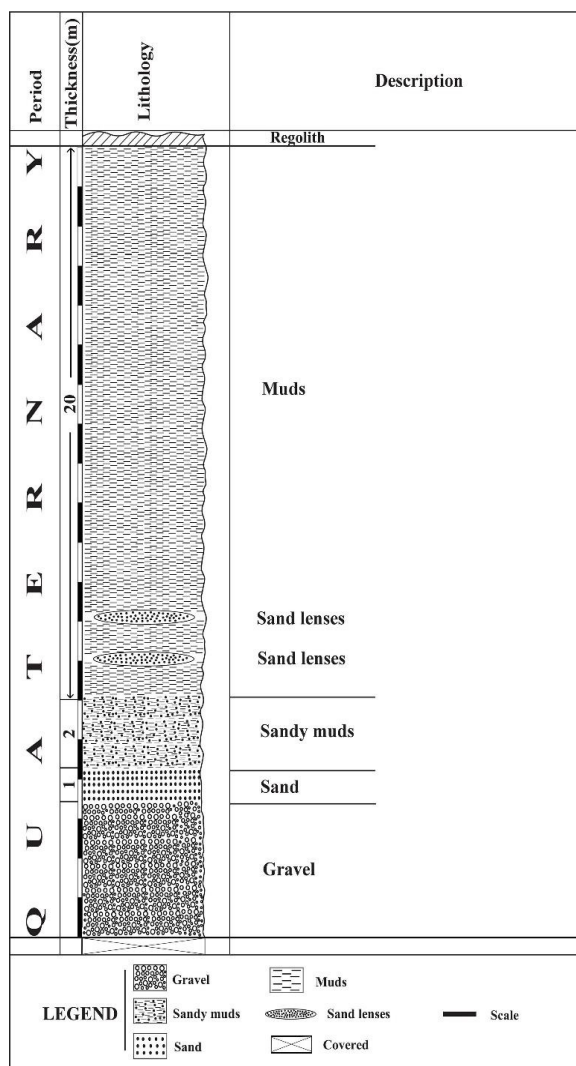
شکل ۲. تصویر بخش شمالی پلایا که در آن گالی‌ها پلایا را بریده و به تعدادی بلوک تقسیم کرده‌اند.



شکل ۳. موقعیت بافتی نمونه‌ها در مثلث بافت خاک

جدول ۱. ترکیب بافتی، کانی‌شناختی و شیمیایی رسوبات پلایا (محل نمونه‌ها در شکل ۱ مشخص شده است).

پارامتر	شماره نمونه						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
کانی‌شناسی	کوارتز، کلسیت، آلبیت، ایلیت، دولومیت، مونت موریلونیت	کوارتز، کلسیت، آلبیت، کلریت، هالیت، سائیدین	کوارتز، کلسیت، آلبیت، ایلیت، کلریت، همتایت	کوارتز، کلسیت، آلبیت، ایلیت، کلریت، هالیت	کوارتز، کلسیت، آلبیت، ایلیت، همتایت، دولومیت	ژپس، کوارتز، کلسیت، آلبیت، ایلیت، کلریت، همتایت، دولومیت	
بافت	ماسه (%)	۴۷	۲۱	۳۱	۲۶	۸۷	
	سیلت (%)	۴۵	۶۷	۵۹	۵۸	۹	
	رس (%)	۸	۱۲	۱۰	۱۶	۴	
	بافت	لوم	لوم سیلتی	لوم سیلتی	لوم سیلتی	لوم ماسه‌ای	ماسه لومی
خصوصیات شیمیایی	EC (micromhos/cm)	۶۲۶۴۰	۱۰۳۰۸۰	۶۶۰۰۰	۴۲۳۶۰	۵۵۶۰	۳۸۲۸۰
	pH	۶/۹	۶/۸	۷/۰	۸/۰	۷/۸	۷/۲
	Exchangable Na ⁺ (meq/100 gr)	۳۱/۶۶	۷۹/۰۰	۲۰/۶۱	۲۶/۲۴	۲/۱۷	۱۱/۴۴
	SAR	۲۸/۷۱	۷۷/۸۱	۳۹/۷۹	۶۶/۸۷	۶/۲۹	۱۹/۰۲



شکل ۴. مقطع چینه‌شناسی رسوبات پلایا در محلی که نمونه ۴ برداشت شده است.

نتایج

۱- ویژگی‌های رسوب‌شناختی

براساس مثلث بافت خاک (شکل ۳) بافت غالب رسوبات این پلایا لوم است. این نوع مواد مادری برای تشکیل بدلدن بسیار مستعد می‌باشند (ورگاری و همکاران، ۲۰۱۳؛ فالکنر، ۲۰۱۳). علت بالا بودن سهم ماسه و سیلت در آن شیب تند توپوگرافی در اطراف و کوچک بودن پلایا است. مقایسه نمونه‌ها نشان می‌دهد که درصد ماسه از قاعده به سمت بالا کاهش می‌یابد. هم‌چنین، رسوب از مرکز به سمت حاشیه درشت‌تر می‌شود. مقطع چینه‌شناختی (شکل ۴) نشان می‌دهد در مرکز پلایا رسوبات از کف به سطح ریزدانه‌تر می‌شوند که با توجه به پرشدن تدریجی پلایا و کاهش شیب توپوگرافی در آن طبیعی به نظر می‌رسد. رس‌ها در تشکیل و توسعه بدلدن‌ها نقش کلیدی دارند (کاسانین-گروبین، ۲۰۱۳).

براساس جدول ۱ فراوان‌ترین کانی‌های رسوب عبارتند از کلسیت، آلبیت و کوارتز که احتمالاً ذرات ماسه و سیلت را تشکیل می‌دهند. آن‌ها از فرسایش ماسه‌سنگ‌ها و سنگ‌آهک‌های کوه‌های اطراف منشاء گرفته‌اند. هم‌چنین، کانی‌های ایلیت، کلریت و مونتموریلونیت هم در رسوبات شناسایی شده‌اند که بخش رسی بافت رسوب را شامل می‌شوند. براساس آنالیز شیمیایی (جدول ۱) مقادیر EC ، $Na+$ و SAR این رسوبات بالا است، بطوریکه حداکثر مقدار آن‌ها به ترتیب ۱۰۳۰۸۰ میکروموس بر سانتی

متر، ۷۹/۰۶ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم و ۷۷/۸۱ بوده‌اند. بالا بودن مقادیر این پارامترها به دلیل تبخیر آب‌های جمع شونده در پلایا در زمان رسوب‌گذاری بوده است. در ضمن، تجمع در آب راکد و عدم زهکشی (عدم خروج آب زیرزمینی از رسوبات) باعث شده که رسوبات این پلایا دارای بافت پوک و تخلخل بالا باشند. چنین رسوباتی در اثر زهکشی و خروج آب زیرزمینی بخوبی متراکم شده و در نتیجه، شکاف‌های ناشی از کاهش حجم در آن‌ها تشکیل شده‌اند.

۲- نحوه تشکیل بدلدن

شکاف‌های انقباضی (شکل ۵) در اثر زهکشی پلایا و خشک شدن رسوبات به وجود آمدند. ورود آب به داخل شکاف‌ها و حرکت رو به پایین آن باعث تشکیل پایپ‌های عمودی شده (شکل ۵). در بستر پایپ‌های عمودی، جریان به صورت افقی ادامه یافته و در دیواره گالی‌ها به سطح رسیده است (شکل ۶). چاله‌های قیفی (شکل ۷) در اثر تمرکز فرسایش در محل ورود جریان به داخل پایپ‌های عمودی شکل گرفته‌اند. قرارگیری پایپ‌های افقی در رسوبات ماسه‌ای بستری و ورود جریان‌های سیلابی از سطوح باهدایی مجاور باعث تقویت فرسایش شده و در اثر تعریض پایپ‌ها و ریزش سقف آن‌ها چاله‌های ریزشی (شکل ۸)، گالی‌های ریزشی (شکل ۹) و پل‌های طبیعی (شکل ۱۰) به وجود آمده‌اند.



شکل ۵. شکاف‌های انقباضی در رسوبات پلایا (نگاه به سمت شمال)



شکل ۶. دهانه خروجی جریان‌های داخل شبکه پایپ (نگاه به سمت شمال)



شکل ۷. چاله‌های قیفی تشکیل شده در دهانه پایپ‌های عمودی (نگاه به سمت جنوب)



شکل ۸. نمونه‌ای از یک چاله ریزشی در مرکز پلایا (نگاه به سمت شمال)



شکل ۹. نمونه‌ای از یک گالی ریزشی در شمال پلایا (نگاه به سمت جنوب باختر)



شکل ۱۰. یک پل طبیعی موجود در گالی ریزشی در شمال پلایا (نگاه به سمت جنوب)

نتیجه‌گیری

مطالعه پلایای جنوب گلباف نشان داد که این محیط رسوب‌گذاری در اثر کشش تکتونیکی و نشست موضعی زمین تشکیل شده است. عمق چاله حدود ۲۰ متر بوده و در کوتاه‌ترین شکل گرفته و از رسوب پر شده است. بافت رسوبات داخل آن لوم است و سهم سیلت و ماسه بطور غیر عادی در آن‌ها بالاست. این رسوبات بطور عمده از کانی‌های کلسیت، کوارتز و آلبریت (در ابعاد سیلت و ماسه) و ذرات رس از نوع کلریت، ایلیت و مونتموریلونیت تشکیل شده‌اند. شرایط بافتی، عدم تحکیم‌شدگی رسوبات (قبل از مرحله زهکش شدن) و بالا بودن مقدار سدیم،

۳- ویژگی‌های بدلند

شبکه منسجمی از پایپ‌های عمودی و افقی در این بدلند دیده می‌شود. پیدایش چاله‌های قیفی در دهانه پایپ‌های عمودی منجر به تشکیل شبکه‌ای از چاله‌های قیفی شبیه به کارست دولینی مینیاتوری شده است. شکل‌گیری بدلند از شمال پلایا شروع و به تدریج به سمت جنوب پیش رفته است و به همین دلیل یک توالی از مراحل تکاملی بدلند از شمال به جنوب شکل گرفته است. مشابه با سایر بدلندها (فالکنر، ۲۰۱۳) در اینجا نیز پایپ‌ها و گالی‌ها نقش کلیدی داشته‌اند.

- Hydrological Processes: An International Journal*, 24(7): 892-903.
- Ghods, M (2017) *Morphometric characteristics of Yardangs in the Lut Desert, Iran. Desert*, 22(1): 21-29.
- Grimes, K. G (1975) *Pseudokarst: definition and types. In Graham, A. W. (Ed.), Proceedings of the 10th Biennial Conference, Australian Speleological Federation, ASF, Sydney*, 6-10.
- Harvey, A (2004) *Badland. In: Goudie, A. S. (Ed.), Encyclopedia of Geomorphology, Vol 1, Routledge, London*, 45-48.
- Kasanin-Grubin, M (2013) *Clay mineralogy as a crucial factor in badland hillslope processes. Catena*, 106: 54-67.
- Martínez-Murillo, J. F., Nadal-Romero, E., Regüés, D., Cerdà, A., & Poesen, J (2013) *Soil erosion and hydrology of the western Mediterranean badlands throughout rainfall simulation experiments: A review. Catena*, 106: 101-112.
- Mohammadkhan, S., Ahmadi, H., & Jafari, M (2011) *Relationship between soil erosion, slope, parent material, and distance to road (Case study: Latian Watershed, Iran). Arabian Journal of Geosciences*, 4(1-2): 331-338.
- Navidtalab, A., & Moghim, G. M (2020) *Climate, lithology, and tectonics interaction in shaping a hazardous salt karst: A case from the middle-late Miocene (?) evaporite succession of NE Iran. Geomorphology*, 356: 107067.
- Ramezanpour, H., Esmailnejad, L., & Akbarzadeh, A (2010) *Influence of soil physical and mineralogical properties on erosion variations in Marlylands of Southern Guilan Province, Iran. international Journal of physical sciences*, 5(4): 365-378.
- Ryan J, Estefan G, Rashid, A (2007) *Soil and plant analysis laboratory manual. Aleppo, Syria: ICARDA*.
- Summerfield, M. A (Ed.) (2000) *Geomorphology and global tectonics (pp. 1-367). Chichester: Wiley*.
- Vergari, F., Della Seta, M., Del Monte, M., & Barbieri, M (2013) *Badlands denudation "hot spots": the role of parent material properties on geomorphic processes in 20-years monitored sites of Southern Tuscany (Italy). Catena*, 106: 31-41.
- Walker, R. and Jackson, J (2002) *Offset and evolution of the Gowk fault, SE Iran: a major intra-continental strike-slip system. Journal of structural Geology*, 24: 1677-1698.
- Warren, A (1984) *Arid geomorphology. Progress in physical geography*, 8: 399-420.
- White, W. B (1988) *Geomorphology and hydrology of karst terrains, Oxford University Press, Newyork*.
- آن‌ها را برای تراکم بعد از زهکشی و فرسایش مستعد کرده است. ویژگی‌های ژئوشیمیایی رسوبات حاکی از مستعد بودن آن‌ها به فرسایش و در نتیجه تشکیل بدلند است. پیدایش شکاف‌های ناشی از زهکشی و تراکم، و نفوذ آب‌های سطحی در آن‌ها باعث تشکیل شبکه‌ای از پایپ‌های عمودی و افقی در توده‌سنگ شده است. فرسایش ناشی از آن موجب تکوین نوعی از بدلند شده که شباهت زیادی با کارست دولینی دارد و به همین دلیل می‌توان آن را بدلند شبه‌کارستی نامید. این محل از نظر نحوه تکوین بدلندهای شبه‌کارستی و گردشگری ارزش زیادی دارد.

منابع

- Battaglia, S., Leoni, L., Rapetti, F., & Spagnolo, M (2011) *Dynamic evolution of badlands in the Roglio basin (Tuscany, Italy). Catena*, 86(1): 14-23.
- Bianchini, S., Del Soldato, M., Solari, L., Nolesini, T., Pratesi, F., & Moretti, S (2016) *Badland susceptibility assessment in Volterra municipality (Tuscany, Italy) by means of GIS and statistical analysis. Environmental Earth Sciences*, 75(10): 889.
- Bosino, A., Omran, A., & Maerker, M (2019) *Identification, characterisation and analysis of the Oltrepo Pavese calanchi in the Northern Apennines (Italy). Geomorphology*, 340: 53-66.
- Bryan, R., & Yair, A (Eds.) (1982) *Badland geomorphology and piping. Norwich [Norwich]: Geo Books*.
- Burbank, D. W., & Anderson, R. S (2011) *Tectonic geomorphology. John Wiley & Sons*.
- Campbell, I. A (1989) *Badlands and badland gullies. Arid zone geomorphology, Belhaven / Hadsted Press, London*, 159-186.
- Cocco, S., Brecciaroli, G., Agnelli, A., Weindorf, D., & Corti, G (2015) *Soil genesis and evolution on calanchi (badland-like landform) of central Italy. Geomorphology*, 248: 33-46.
- Doerr, S. and Wray, R. A. L (2004) *Pseudokarst in Goudie A. (Ed). Encyclopaedia of Geomorphology (Vol 2), Routledge, London*, 814-816.
- Faulkner, H (2013) *Badlands in marl lithologies: a field guide to soil dispersion, subsurface erosion and piping-origin gullies. Catena*, 106: 42-53.
- Ghaffari, G., Keesstra, S., Ghodousi, J., & Ahmadi, H (2010) *SWAT-simulated hydrological impact of land-use change in the Zanjanrood basin, Northwest Iran*.