

جغرافیا و توسعه شماره ۲۸ پاییز ۱۳۹۱

وصول مقاله : ۱۳۹۰/۳/۲۱

تأیید نهایی : ۱۳۹۱/۴/۲۸

صفحات : ۱۱۵-۱۳۲

زمین‌ریخت‌شناسی و نحوه‌ی پیدایش پلایای سهل آباد- خاور ایران

دکتر سیدناصر رئیس‌السادات^۱، دکتر محمدحسین زرین‌کوب^۲، دکتر محمد مهدی خطیب^۳

چکیده

پلایای دشت سهل آباد در ۱۲۰ کیلومتری جنوب بیرجند در مسیر جاده‌ی بیرجند- نهبندان قرار دارد. منطقه‌ی مورد مطالعه در منطقه‌ای خشک و کویری قرار گرفته است. نهشته‌های کواترنری آن شامل تراس‌های آبرفتی، رسوبات مخروط‌افکنه، آبرفت‌های رودخانه-ای، تپه‌های ماسه‌ای و رسوبات کفه نمکی می‌باشد. دو تپ کفه‌های گلی و نمکی در این پلایا شناخته می‌شود. ضمناً سه بخش اصلی پهنه رسی، ناحیه مرطوب و قشر نمک بر روی عکس هوایی قابل جدایش می‌باشند. این منطقه از نظر زمین‌ساختی گسل‌خورده، خرد شده و چین‌خورده بوده که در یک پهنه‌ی همگرا ایجاد شده است. مطالعات اولیه‌ی زمین‌شناسی ساختمانی نشان می‌دهد که کفه‌ی نمکی سهل آباد یک حوضه‌ی فروافتاده رومبوئدر شکل تقریباً متقارن بوده که بر اثر عملکرد دو سری از گسل‌های امتداد لغز راستگرد که از شاخه‌های سیستم گسلی نهبندان می‌باشند به وجود آمده‌اند.

کفه نمکی سهل آباد یک ساختار پول‌آپارت می‌باشد. این ساختار در اثر خمیدگی گسل امتداد لغز سهل آباد شکل گرفته است. محاسبه‌ی سینوسیتی کانال رودها در گستره‌ی منتهی به کفه نیز نشان‌دهنده‌ی زمین‌ساخت فعال در این ناحیه می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کفه نمکی سهل آباد در حال گسترش می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند در سایر مطالعات منطقه مانند تحقیقات جغرافیای طبیعی، آبخیزداری و کنترل سیلاب و پی‌جویی منابع معدنی مورد استفاده قرار گیرد. کلیدواژه‌ها: زمین‌ریخت‌شناسی، پلایا، سهل آباد، شرق ایران.

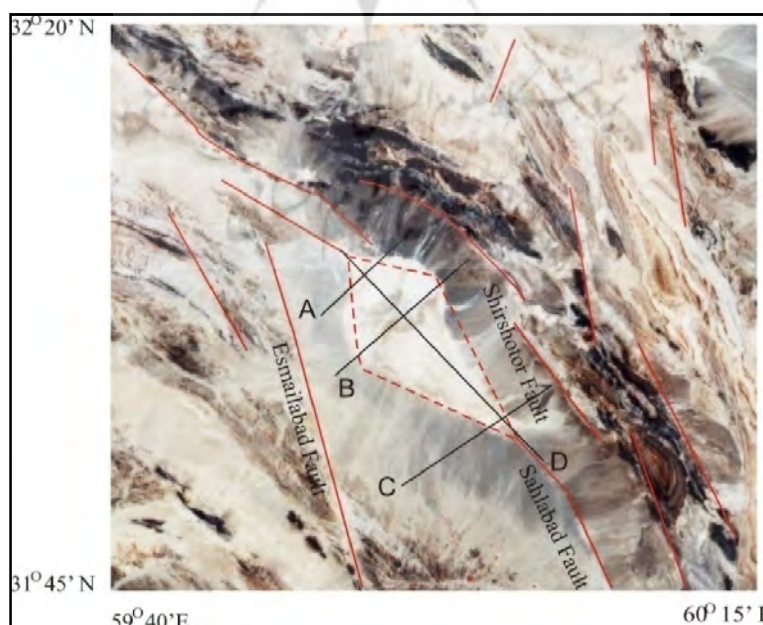
مقدمه

این تحقیق می‌باشد. پیدایش کفه‌ی نمکی سهل‌آباد باعث ایجاد اکولوژی جدید در گستره‌ی شمال باختری نهبندان گردیده است. در این گستره برداشت ذخایر نمک طعام و انواع نمک‌های صنعتی زمینه‌ی مناسبی برای ایجاد اشتغال پایدار در منطقه‌ی محروم سهل‌آباد می‌گردد. بنابراین شناخت ویژگی‌های ریخت زمین‌شناسی و جغرافیای طبیعی آن کمک زیادی به برنامه‌ریزی در راستای توسعه‌ی منطقه خواهد بود. امید است این بررسی منجر به شناخت بهتری از کفه‌ی مذکور گردد و در مطالعات بررسی‌های جغرافیایی منطقه، آبخیزداری و کنترل سیلاب و پی‌جویی منابع طبیعی و معدنی و برای سایر موارد مشابه مورد استفاده قرار گیرد. روش انجام کار به صورت مطالعه‌ی عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۵۵۰۰۰، عکس‌های ماهواره‌ای با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰۰، بررسی‌های صحرائی، نمونه‌برداری از رسوبات و نمک از سطح دشت تا عمق دو متری، بوده است.

پلایای دشت سهل‌آباد در ۱۲۰ کیلومتری جنوب بیرجند در مسیر بیرجند نهبندان در استان خراسان جنوبی قرار دارد. این دشت در $59^{\circ} 40'$ تا $60^{\circ} 10'$ طول جغرافیایی خاوری و بین $31^{\circ} 50'$ تا $32^{\circ} 15'$ عرض جغرافیایی شمالی واقع شده است. وسعت دشت معادل ۱۱۱۶ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۱).

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر شرایط اقلیمی و آب و هوایی در منطقه‌ای خشک و کویری قرار گرفته است. با توجه به اینکه در دشت سهل‌آباد ایستگاه هواشناسی وجود نداشته است، بر اساس آمارهای مناطق اطراف می‌توان متوسط بارندگی سالیانه‌ی کل منطقه را حدود ۱۵۰ میلی‌متر برآورد نمود (اسحاقیان، ۱۳۶۹).

کفه‌ی نمکی سهل‌آباد به عنوان یک حوضه‌ی رسوبی که در طی کواترنر نیز فعالیت دارد در حاشیه‌ی پهنه همگرایی ایالت ساختاری سیستان قرار دارد. زمین ریخت‌شناسی و ریخت زمین‌ساخت پلایای سهل‌آباد و ساز و کار پیدایش آن از مهمترین اهداف



شکل ۱: موقعیت کفه‌ی نمکی سهل‌آباد بر روی تصویر ماهواره‌ای که گسل‌های منطقه و برش‌های توپوگرافی شکل ۶ بر روی آن نشان داده شده است.

مأخذ: لندست ۸

تاریخچه مطالعات

در مورد مطالعه بر روی پلایاهای ایران می‌توان به کارهای کرینسلی (۱۹۷۰)، کرینسلی (۱۳۵۰) و سامانی (۱۳۵۲) اشاره نمود. در خصوص مطالعات زمین‌ریخت‌شناسی در شرق ایران می‌توان به مطالعه‌ی ترشیزیان و موسوی حرمی (۱۳۷۳، ۱۳۷۸) بر روی پلایای بجزستان و رضایی‌مقدم و ثقفی (۱۳۸۵) بر روی پلایای کهک اشاره نمود. اما در مورد منطقه مورد مطالعه این مقاله اولین مطالعه در این خصوص می‌باشد. مشتاقیان (۱۳۵۱) زمین‌شناسی مشرق ایران را مورد بررسی قرار داده است. اشتوکلین و همکاران (۱۳۵۲) در یک کار مقدماتی زمین‌شناسی خاور ایران را مورد بررسی قرار دادند. نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ (Hubber, 1976)، تهیه شده است. تیرو و همکاران^۱ (۱۹۸۳: ۱۳۷) مطالعاتی در مورد وضعیت ساختاری خاور ایران انجام دادند. قسمت‌های مختلف پلایاهای سهل‌آباد در نقشه‌های چهارگوش بیرجند (Eftekharnjad, 1991)، زابل (Aghanabti, 1990)، گزیک (Alavi-Naini, 1983) و چاهوک (Berberian and Soheli, 1992) نشان داده شده است.

ارژنگ روش و درویش‌زاده (۱۳۵۳) سنگ‌های ولکانیکی جنوب بیرجند در منطقه‌ی سهل‌آباد را مطالعه نمودند. زرین‌کوب (۱۳۷۲) به بررسی مواد معدنی در منطقه سهل‌آباد پرداخته است. رئیس‌السادات و همکاران (۱۳۷۴) کانی‌شناسی رسوبات کفه‌ی نمکی سهل‌آباد را بررسی نمودند.

مطالعات بسیار زیادی بر روی پلایاها انجام شده که از آن جمله می‌توان به کاستاند و همکاران^۲ (۲۰۰۵: ۶۰) و مسینا و همکاران^۳ (۲۰۰۵: ۳۱۰ و ۳۱۸) و گوتریزالورزا

و همکاران^۴ (۲۰۰۵: ۱۸۹) اشاره نمود در مورد اثرات زمین‌شناسی ساختاری بر روی پلایاها نیز می‌توان به مان و همکاران^۵ (۱۹۸۳) اشاره نمود.

زمین‌شناسی کلیات

گستره‌ی مورد مطالعه بخش کوچکی از خاور ایران را تشکیل می‌دهد. در تقسیم‌بندی‌های رسوبی-زمین‌ساختی مختلف ارایه شده برای فلات ایران زمین‌شناختی مختلفی برای خاور ایران استفاده شده است. عناوین متداول برای خاور ایران عبارتند "منطقه فلیش و آمیزه رنگین" (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۲: ۳۶)، "پهنه نهبندان-خاش" (نبوی، ۱۳۵۵: ۹۰)، "زون فلیش و کمر بند حلقه آمیزه رنگین" (افتخارنژاد، ۱۳۵۹: ۲۲)، "پهنه زابل-بلوچ" (Berberian and King, 1981: 542)، "زون جوش خورده سیستان" (Tirrul et al, 1983: 134)، و "زمین‌چاک سیستان" (بربریان، ۱۳۶۷: ۳۲) که در این مقاله تحت عنوان زون ساختاری سیستان از آن یاد می‌شود.

زمین‌شناسی ناحیه‌ی مورد مطالعه

نهشته‌های قبل از کواترنر

واحدهای سنگی که در منطقه‌ی حوضه‌ی آبریز پلایا گسترش دارند عبارتند از یک مجموعه آمیزه افیولیتی و نهشته‌های فلیشی که در ناحیه‌ی وسیعی از شمال دشت سهل‌آباد توسعه دارند. مجموعه‌ی آمیزه افیولیتی شامل سنگ‌های پریدوتیتی، گابرویی، دایک‌های دیابازی، بازالت‌های بالشی و سنگ‌های رسوبی از جمله آهک‌های پلاژیک، رادیولاریت و شیل است که مربوط به اواخر کرتاسه می‌باشند (شکل ۲). رسوبات فلیش شامل نهشته‌های اواخر کرتاسه و اوایل سنوزوئیک می‌باشد و شامل شیل، ماسه‌سنگ، آهک، مارن و تداخل‌هایی از دیاباز و توف می‌باشد که یک دگرگونی

تنش فشارشی با روند شمال خاور - جنوب باختر می‌باشد که باعث ایجاد یک حوضه پول آپارت (Pull-apart) در منطقه شده است (شکل ۱ و ۵). مهمترین گسل‌های منطقه عبارتند از:

گسل شیر شتر

این گسل با روند شمالی جنوبی تا شمال باختر - جنوب خاور که یکی از سرشاخه‌های گسل نهبندان و مرز بین کوه و دشت را تعیین می‌کند و موجب رانده شدن افیولیت ملانژ و فلیش بر روی آبرفت‌های دشت سهل آباد گردیده است. پدیده‌های برش، زمین لغزش و فروریزی از ویژگی‌های این گسل محسوب می‌گردند. (خطیب، ۱۳۷۴: ۳۴) این گسل در ایجاد فروافتادگی سهل آباد نقش دارد.

گسل سهل آباد

این گسل که یکی از شاخه‌های گسل اصلی نهبندان محسوب می‌شود، تقریباً در عمیق‌ترین قسمت دشت قرار دارد. این گسل در محل کفه نمکی به دو شاخه تقسیم شده سپس دوباره به همدیگر می‌رسند و شکل هندسی کفه از این گسل تبعیت می‌کند. آثار فعالیت این گسل بر روی آبرفت‌های جوان کواترنر نشان‌دهنده‌ی فعال بودن گسله می‌باشد. ساز و کار گسل امتداد لغز راستگرد و شیب به سمت شمال - شمال خاوری اندازه‌گیری شده است (شکل ۱).

گسل اسماعیل آباد

این گسل نیز یکی از شاخه‌های فرعی گسل نهبندان بوده که در بخش باختری منطقه قرار دارد و مرز بین ارتفاعات و دشت می‌باشد. این گسل تقریباً قائم بوده و واحدهای سنگی مختلفی از افیولیت ملانژها، فلیش‌ها و سنگ‌های ولکانیکی بخش باختری دشت سهل آباد را دگرریخت نموده است و خود به نحوی در ایجاد فروافتادگی سهل آباد نقش دارد. گسل اسماعیل آباد یک گسل فعال با راستای شمال - جنوب و ساز و کار امتداد لغز راستگرد است.

ناحیه‌ای را متحمل شده‌اند و در خاور منطقه گسترش دارند (زرین‌کوب، ۱۳۷۲: ۱۵۴).

مجموعه سنگ‌های ولکانیکی که در منطقه رخنمون دارند به طور عمده شامل سنگ‌های بازالتی، آندزیتی بازالت، پیروکسن آندزیتی و داسیتی به سن ائوسن می‌باشند، که بیشتر در شمال دشت گسترش دارند که به همراه آنها نهشته‌های توف نیز دیده می‌شود (ارژنگ - روش و درویش‌زاده، ۱۳۵۳: ۱۰۴).

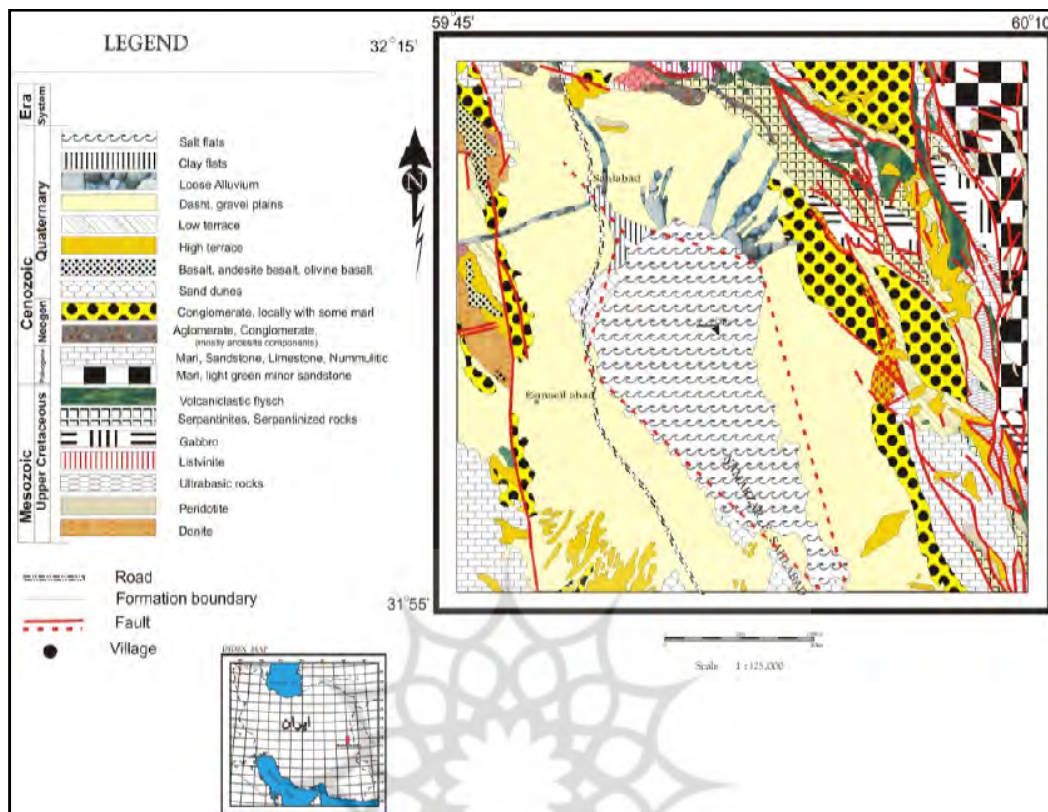
نهشته‌های کواترنر

با توجه به اهمیت رسوبات کواترنر در ایجاد پلایای سهل آباد این رسوبات به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. این رسوبات شامل تراس‌های آبرفتی، رسوبات مخروط افکنه، آبرفت‌های رودخانه‌ای، تپه‌های ماسه‌ای و رسوبات کفه نمکی می‌باشد. رسوبات مخروط افکنه که در دامنه ارتفاعات گسترش دارند دارای اجزایی هستند که نشانگر سنگ‌شناسی ارتفاعات مشرف بر دامنه‌ها است (شکل ۲).

آبرفت‌های رودخانه‌ای جدیدترین رسوبات حاصل از فرسایش می‌باشند که در مسیر رودخانه‌های فصلی بر جای گذاشته می‌شوند. تپه‌های ماسه‌ای که ممکن است جابجا شوند و عموماً توسط بادهای موسمی تابستان ایجاد می‌شوند، بیشتر در باختر کفه‌ی نمکی توسعه دارند. کفه‌ی نمکی که در آن، رسوبات دانه‌ریز در حد رس، گل و رسوبات تبخیری نمکی بر جای گذاشته می‌شوند و از نظر سنی جوان‌ترین نهشته‌های منطقه سهل آباد می‌باشند.

زمین‌شناسی ساختاری منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر ساختاری گسل خورده، خرد شده و چین‌خورده می‌باشد که در یک پهنه همگرا ایجاد شده است. ارتباط بیشتر واحدهای سنگی منطقه عمدتاً گسلی است و گسل‌ها از نوع تراسی و برشی راستالغزند. روند غالب گسل‌ها و محور چین‌ها شمال باختر - جنوب خاور است که بیانگر اثر



شکل ۲: نقشه‌ی زمین‌شناسی سهل‌آباد که با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و بررسی‌های روی زمین تهیه گردیده است. مأخذ: نقشه‌های زمین‌شناسی چهارگوش بیرجند، زابل، گزیک و چاهوک (منابع در متن اشاره گردیده است)

زمین‌ریخت‌شناسی

ریخت زمین در ناحیه‌ی مورد مطالعه تابع فرایندهای زمین‌شناسی، زمین‌ساختی و آب و هوا می‌باشد. ریخت زمین را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم نمود.

الف- بخش کوهستانی

ب- بخش فروافتاده

با توجه به هدف مطالعه، بخش فروافتاده مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش فروافتاده در اینجا خود به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۱- منطقه بین ارتفاعات و منطقه‌ی پست که بیشتر شامل رسوبات کواترنر قدیم و گاه نئوژن است. ۲- قسمت اصلی منطقه‌ی فروافتاده که در اینجا پلایا نامیده می‌شود.

از نظر شکل سطحی پلایا از حاشیه به مرکز از مخروط‌افکنه‌های حاشیه، پهنه‌های رسی، منطقه‌ی

مرطوب، پوسته نمکی و دریاچه‌های فصلی تشکیل شده است. وضعیت هیدرولوژیکی و ژئوهیدرولوژی، آب و هوا و زمین‌شناسی اطراف پلایا و وضعیت سنگ کف، عوامل کنترل‌کننده شرایط حاکم بر پلایا است (سامانی، ۱۳۵۲: ۲۶).

زمین‌ریخت‌شناسی کفه نمکی سهل‌آباد

کفه نمکی سهل‌آباد مساحتی حدود ۱۸۸ کیلومتر مربع دارد. با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، عکس‌های هوایی، مشاهدات روی زمین و بر اساس مطالعات کریسنسلی^۱ (۱۹۷۰: ۱۸۲)، سامانی (۱۳۵۲: ۲۸)، احمدی (۱۳۶۷: ۲۶۰) و ترشیزیان (۱۳۷۲: ۲۲۷)، دو تیپ و چندین رخساره در منطقه‌ی مورد مطالعه شناسایی شده است.

زیرزمینی می‌باشد. این سطوح اولین بخش کفه‌های گلی را تشکیل می‌دهند. در فصول بارانی، بارش مستقیم باران و سیلاب‌ها این سطوح را به وسیله‌ی حمل نمک موجود در خاک هموار می‌کند که با خشکی هوا دوباره ظاهر می‌شود.

ب- سطوح شخم خورده

این سطوح بر اثر کم شدن میزان درصد نمک موجود در خاک و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی به وجود آمده است. شرایط فوق باعث می‌گردد که سطح زمین به صورت زمین‌های شخم‌خورده درآید که ارتفاع برآمدگی‌های آن حداکثر ۱۵۰ سانتی‌متر می‌رسد این سطوح به علت درصد کم نمک و وجود پراکندگی دانه‌های خاک توسط نمک دارای برآمدگی‌های سفت و نمکی نمی‌باشد (شکل ۳).

۱- تیپ کفه‌های گلی (Mud flats)

۲- تیپ کفه‌های نمکی (Salt flats)

تیپ کفه‌های گلی

رخسارهای این تیپ عبارتند از:

الف- رخساره‌های سطوح پفی و نرم

در این سطوح، سطح آب زیرزمینی نسبتاً پایین و میزان تخلیه آن کم می‌باشد. این شرایط منجر به برآمدگی‌های گلی و نمکی می‌گردد که در فصول خشک ارتفاع آن به ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر می‌رسد. ارتفاع این برآمدگی‌ها به میزان نمک و ریزبافت بودن رسوبات بستگی دارد. سطح به وجود آمده از این بالاآمدگی، شکننده با بافت دانه‌ای ناپیوسته است که در نتیجه می‌تواند قابل حمل توسط باد باشد. شکنندگی این سطح در رابطه‌ی مستقیم با میزان نمک و تخلیه‌ی آب



شکل ۳: رخساره سطوح شخم خورده در حاشیه‌ی شمال باختری کفه‌ی نمکی سهل‌آباد، نگاه به سمت جنوب خاور
مأخذ: نگارندگان

ج- دشت رسی

این سطح که قسمت قابل توجهی است از پهنه‌های رسی را اشغال می‌کند، دارای سطح صاف است و بیشترین درصد آن را رس تشکیل می‌دهد. سطح آب زیرزمینی در این ناحیه پایین می‌باشد. رسوبات دانه ریز به صورت لایه‌های تیره و روشن دیده می‌شود که تغییرات در اندازه‌ی دانه را نشان می‌دهد.

د- عارضه نیکا

این پدیده به طور پراکنده در حاشیه‌ی باختری، شمال باختری و جنوبی کفه سهل‌آباد مشاهده می‌شوند. ارتفاع آنها حدود ۲/۵ الی ۲۰ متر است که قطر آنها نیز حداقل به ۱ متر می‌رسد. گیاهان پوشاننده آنها بیشتر در قله محور آنها پراکنده هستند و در بخش پایینی معمولاً بدون پوشش هستند. ذرات سفیدرنگی که در این نیکاه مشاهده می‌شود می‌تواند ذرات تبخیری حمل شده توسط باد باشد (شکل ۴).



شکل ۴: مناطق دارای نیکا که در حاشیه باختری دیده می‌شود.
مأخذ: نگارندگان

ه- پلی‌گون‌های رسی - نمکی

حداکثر ۱۰ سانتیمتر در می‌آید. از نظر رنگ به صورت قهوه‌ای تیره در روی زمین و در روی عکس‌های هوایی به صورت سیاه مشخص می‌باشد (شکل ۵). این منطقه از یک طرف به دشت‌های رسی و کناره‌های آبراهه‌ها و از طرف دیگر به کفه نمکی مرتبط است.

این سطوح مخلوطی از مواد دانه‌ریز و نمک را تشکیل می‌دهند که درصد نمک همیشه کمتر از رس می‌باشد. سطح زمین به صورت چند ضلعی‌هایی با کناره‌های برآمده و گاهی پیچ‌خورده و به ارتفاع



شکل ۵: پلی‌گون‌های رسی - نمکی، نگاه به سمت شمال خاور
مأخذ: نگارندگان

تیپ کفه‌های نمکی

این تیپ‌ها شامل پنج رخساره ذیل می‌باشد:

الف- پلی‌گون‌های رسی

این پلی‌گون‌ها اولین رخساره تیپ کفه‌های نمکی است و دنباله کفه‌های رسی - نمکی است که البته درصد نمک در آن بالاتر از منطقه قبلی است ولی به هر حال وجود رس و تبخیر باعث ایجاد ترک‌های چند ضلعی می‌گردد.

ب- رخساره نمکی با شکوفه‌های نمکی - گلی

این رخساره بعد از پلی‌گون‌های نمکی به طرف مرکز پلایا است. میزان نمک افزایش یافته و گل و نمک به صورت شکوفه‌هایی دیده می‌شود که البته بیشتر شکوفه‌های گلی دیده می‌شود و حالت ترک‌های بزرگ چندضلعی در این منطقه دیده نمی‌شود (شکل ۶).

بیشتر در قسمت‌های جنوبی و مرکزی پلائیای سهل‌آباد قابل رویت می‌باشد (شکل ۸).



شکل ۸: رخساره پلی‌گون‌های نمکی با شکوفه نمکی
مأخذ: نگارندگان

در خصوص نحوه و علل تشکیل پلی‌گون‌ها و ترک‌های ایجاد شده در پلائیای دره مرگ در کالیفرنیا در مقاله مسینا و همکاران (2005:318) بحث گردیده است. علاوه بر اثرات تبخیر و نوع رسوبات، علل تکتونیکی و ناهم‌واری‌های سطح پلایا نیز می‌تواند در تشکیل آنها مؤثر باشد که البته ترک‌های مرتبط با عوامل تکتونیکی بزرگتر و عمیق‌تر از ترک‌های ناشی از خشک‌شدگی تبخیر بوده و قدیمی می‌باشند. در پلائیای سهل‌آباد دو نوع ترک دیده می‌شود. یکی ترک‌هایی که در تشکیل پلی‌گون‌ها شرکت دارند و اندازه‌ی آنها در حدود یک متر یا کمی بیشتر می‌باشند (شکل ۵) و دیگر ترک‌های بزرگتر که در رخساره‌ی پلی‌گون‌های نمکی دیده می‌شوند (شکل ۸) که ممکن است عللی غیر از تبخیر داشته باشند. به هر حال در پلائیای سهل‌آباد ترک‌های بزرگ و عمیق مانند آنچه در پلائیای دره مرگ در کالیفرنیا گزارش شده، دیده نمی‌شود.

ه- رخساره توده نمکی

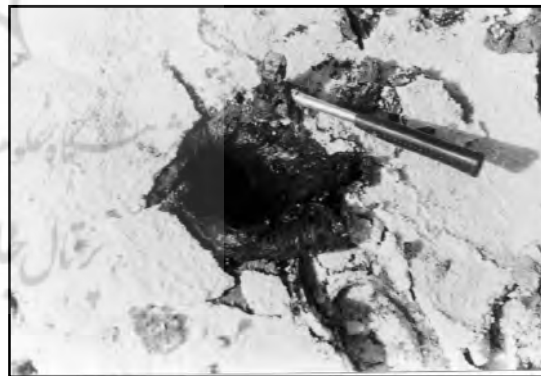
این رخساره آخرین رخساره تیپ کفه‌های نمکی می‌باشد. سطح این رخساره بدون هیچ برجستگی نمکی می‌باشد و سطحی هموار دارد و به علت ضخامت قشر نمک اثری از لایه‌های رسی زیرین دیده نمی‌شود (شکل ۹).



شکل ۶: رخساره نمکی با شکوفه‌های نمکی - گلی که بر اثر ضخامت کم نمک رس‌ها به سطح نفوذ می‌کنند.
مأخذ: نگارندگان

ج- رخساره نمک سیاه و پلی‌گون‌های نمکی

در قسمت شمالی پلائیای سهل‌آباد که پوشش گیاهی زیادتری نسبت به قسمت‌های دیگر دیده می‌شود در داخل پلی‌گون‌های نمکی، گل‌های شور سیاه‌رنگ دیده می‌شوند (شکل ۷). این گل‌های سیاه رنگ زمانی که از آب اشباع شده باشند اغلب از زیر قشر نمک به طرف بالا نفوذ می‌نمایند.



شکل ۷: رخساره نمک سیاه که در اثر تخمیر مواد آلی به وجود می‌آید.
مأخذ: نگارندگان

د- رخساره‌های پلی‌گون‌های نمکی با شکوفه‌های نمکی

میزان نمک در این رخساره بسیار بالا است و اثری از رس دیده نمی‌شود و رنگ آن نسبت به رخساره‌های قبلی روشن‌تر است. بیشتر سطح این رخساره از نمک تقریباً مترآکم و پیوسته پوشیده شده است. این رخساره

۲- ناحیه مرطوب (Wet zone)

در این بخش علاوه بر نمک، رس و سیلت مقداری گچ و املاح دیگر نیز وجود دارد که بر اثر خاصیت مویبندی به سطح نفوذ نموده‌اند. این بخش دارای نمک بیشتر و رس کمتر نسبت به بخش قبلی می‌باشد. وسعت بخش مرطوب متغیر بوده و تابع میزان بارندگی در منطقه است. در بهار بخش مرطوب دارای حداکثر وسعت و در اواخر تابستان دارای حداقل وسعت خود می‌باشد. این ناحیه ۱۸/۶ درصد کفه‌ی نمکی را در برمی‌گیرد (شکل ۱۰).



شکل ۹: رخساره توده‌ی نمکی که معمولاً به علت ضخامت نمک و یا وجود شورابه‌های نمک تشکیل می‌شود. مأخذ: نگارندگان

۳- قشر نمک (Salt crust)

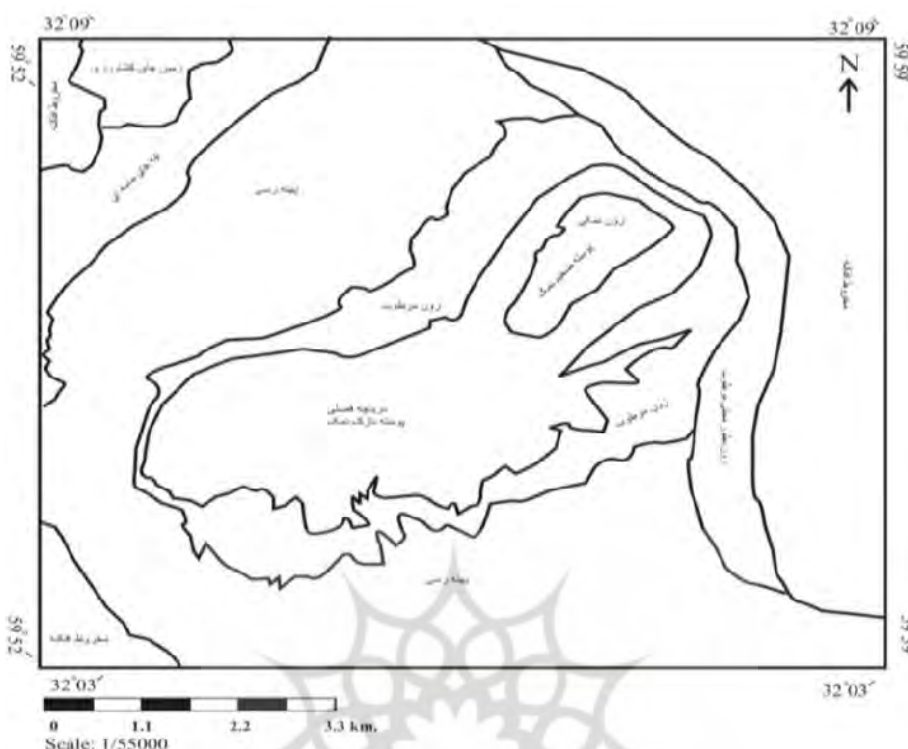
قشر نمک به رنگ کاملاً سفید بوده و از مسافت بسیار دور نیز مشخص است و در عکس‌های ماهواره‌ای نیز به علت انعکاس نور، سفید به نظر می‌رسد. این بخش دارای نمک فراوان به همراه مقدار کمی رس می‌باشد. قشر نمک از نظر ارتفاع پست‌ترین نقطه در منطقه‌ی سهل‌آباد می‌باشد. بنابراین سطح آب زیرزمینی در این ناحیه بالا بوده و بر اثر قدرت مویبندی آب نمک در سطح نمک تجمع حاصل می‌نماید. این ناحیه ۱۷/۴۵ درصد از کفه نمکی را در بر می‌گیرد (شکل ۱۰).

بطور کلی اگر از خارج به طرف مرکز پلائیای سهل‌آباد پیش برویم سه بخش مشخص و قابل تفکیک در آن دیده می‌شود (شکل ۱۰) که عبارتند از:

۱- پهنه رسی (Clay flat)

این بخش مجموعاً از رس، سیلت و کمی نمک تشکیل شده است. پوشش فوقانی این بخش به خصوص در قسمت حاشیه اغلب خشک بوده و واجد مخلوطی از رس و نمک است که حالت باد کرده (Puffy Ground) به خود گرفته است.

تشکیل زمین‌های باد کرده را می‌توان مربوط به میزان نمک و رس و همچنین نوسانات سطح آب زیرزمینی دانست. این ناحیه ۳۷/۵ درصد کفه‌ی نمکی را در بر می‌گیرد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: زون‌های زمین ریختی کفه سهل آباد که با استفاده از عکس‌های هوایی تهیه شده است.

مأخذ: نگارندگان

نحوه‌ی پیدایش کفه‌ی نمکی سهل آباد

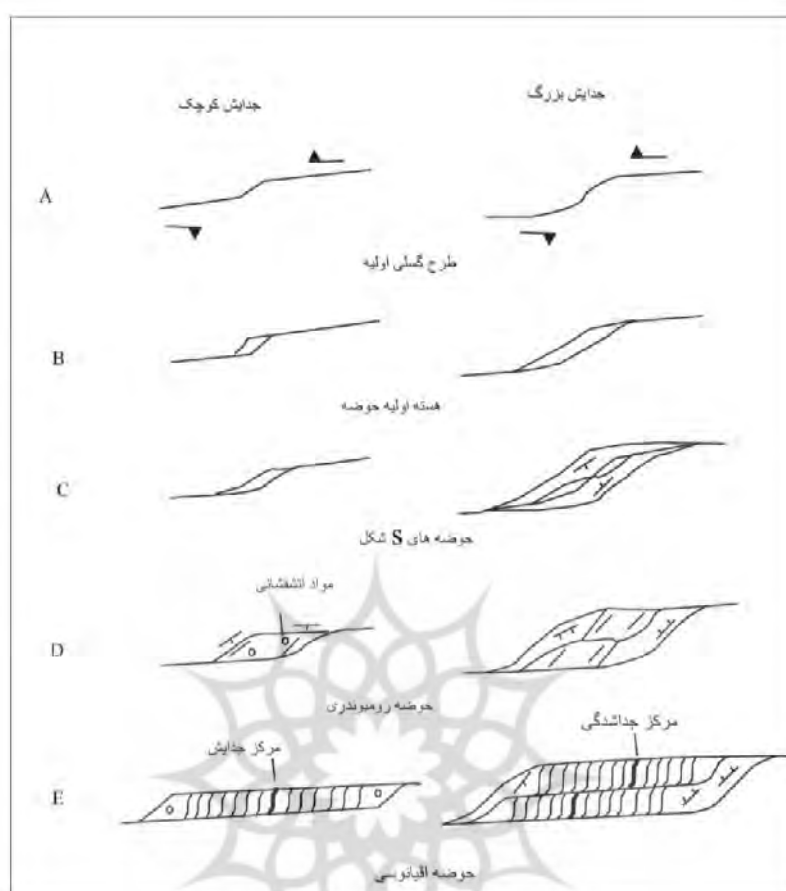
بررسی عناصر ساختاری در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که کفه نمکی سهل آباد توسط گسل‌های امتداد لغز احاطه شده است و فعالیت این گسل‌ها در ایجاد کفه نمکی مؤثر بوده است. مان و همکاران (1983: 589) اظهار می‌دارند گسل‌های امتداد لغز به ندرت مستقیم هستند. آنها منجر به خمیدگی یا انشعاب می‌شوند و ممکن است دو مرتبه به هم متصل شوند و یا گاه از یکدیگر دور می‌شوند. گسل‌های منحنی و گسل‌های ترانسفورم منجر به ایجاد حوضه‌های بیضی شکل یا کره‌ای شکل می‌گردند. حوضه‌های امتداد لغز به اشکال زیر تولید می‌شوند:

۱- در تقاطع گسل‌های شاخه‌ای (حوضه‌های کوه-گسلی) (Crowell, 1976: 365; Mann & Burke, 1982: 555)

۲- سرازیری آثار گسله (فروافتادگی‌های گسلی) (Fault angle depression, Balance, 1980: 235)

۳- بین گسل‌های معکوس یا تراست وابسته به حرکت امتداد لغز بورک (Burke et al., 1982: 40).

۴- گسل‌های پلکانی لغزشی یا گسل‌های نردبانی (Enechelan) یک حرکت ناحیه‌ای را به وجود می‌آورند. این طرح‌های پیچیده منتهی به زون‌های ناحیه‌ای تحت کشش و فشارش می‌شود. در جایی که کشش وجود دارد حوضه‌های رسوبی تشکیل می‌شود و در جایی که فشارش باشد منجر به بالآمدگی و فرسایش می‌شود که منشأیی برای رسوبات حوضه‌های مجاور خواهد بود. شکل این حوضه‌ها به طرح گسل بستگی دارد (شکل ۱۱). هماهنگی و موافقت منجر به اتخاذ واژه پول-آپارت به عنوان یک واژه‌ی زایشی توصیف‌کننده‌ی تمام انواع حوضه‌های امتداد لغز شده است.

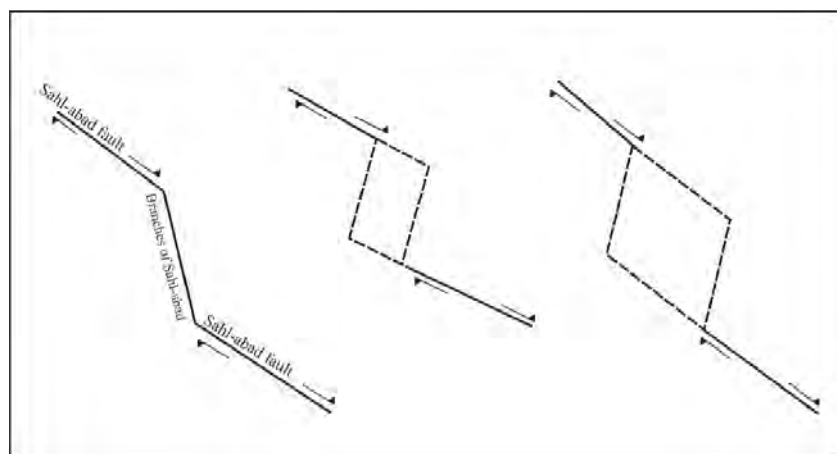


شکل ۱۱: مدل توسعه و تشکیل حوضه های پول / پارت
(اخذ شده *Mann et al., 1983*)

واژه‌ی پول آپارت در سال ۱۹۶۶ توسط بورچفیل و استوارت^۱ معرفی شده و پس از آن برای حدود ۶۰ حوضه‌ی کواترنر در طول گسل‌های امتداد لغز فعال پیشنهاد شد (*Aydin and Nur, 1982: 100*).
با توجه به مطالب و اشکال ارائه شده و بررسی وضعیت ساختمانی ناحیه‌ی مورد مطالعه، وجود گسل‌های امتداد لغز و رسوبات آواری با ضخامت قابل توجه در کنار گسل‌های مزبور، شکل حوضه و کناره‌های گسلی آن حاکی از وجود یک حوضه پول آپارت در ناحیه سهل‌آباد است (شکل ۱ و ۱۲).

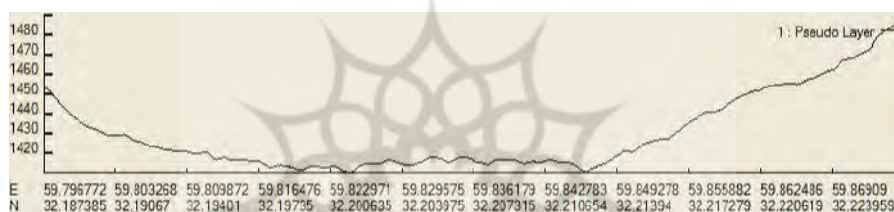
گسل امتداد لغز راستگرد سهل‌آباد یکی از شاخه‌های اصلی سیستم گسل نهبندان در منطقه‌ی مورد مطالعه با موقعیت N40W, 78NE برداشت شده است. این گسل از غرب روستای چاه دراز تغییر جهت داده و دارای راستای N10E شده است. از منتهی‌الیه غربی کفه‌ی نمکی سهل‌آباد نیز این گسل امتداد لغز را می‌توان با موقعیت N40W, 78NE برداشت کرد. مقاطع توپوگرافی طولی و عرضی تهیه شده از کفه‌ی نمکی سهل‌آباد بیانگر ساختار فروافتاده کششی از بین قطعات گسلی امتداد لغز راستگرد سهل‌آباد می‌باشد (شکل ۱۳).

۱-Burchfiel and Stewart

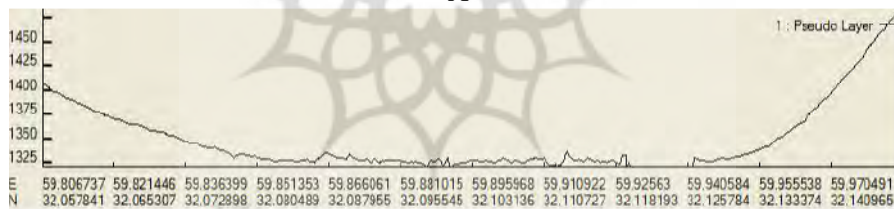


شکل ۱۲: یک مدل ساده که تشکیل پلایای سهل آباد را تشریح می‌کند.

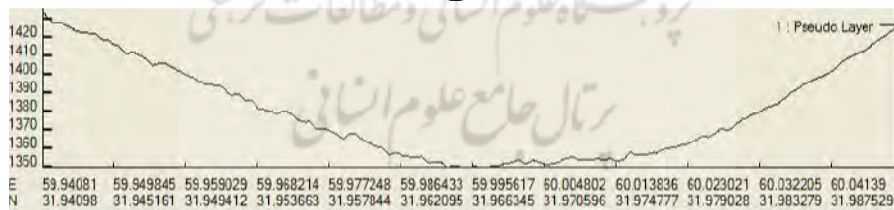
مأخذ: نگارندگان



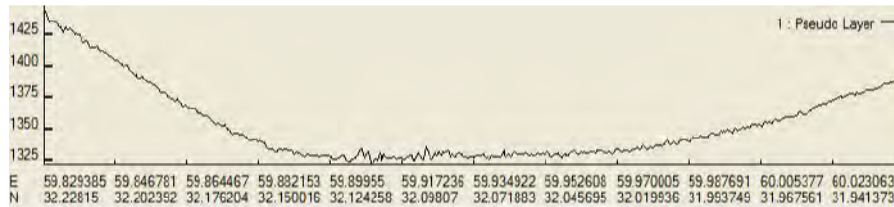
A



B



C



D

شکل ۱۳: برش‌های توپوگرافی که محل‌های آنها در شکل ۱ نشان داده شده است. محور افقی موقعیت جغرافیایی نقاط و محور قائم ارتفاع را بر حسب متر نشان می‌دهد. این نمودارها با استفاده از نرم‌افزار در محیط CIS ترسیم شده است.

مأخذ: نگارندگان

$$V = A_V/A_C$$

در این فرمول A_V ، مساحت دره در مقطع قائم و A_C ، مساحت نیم‌دایره‌ی محاط‌کننده دره است (شکل ۱۵). نسبت V اطلاعاتی را درباره میزان بالآمدگی منطقه در اختیار ما قرار می‌دهد؛ به طوری که اگر مقدار آن در حدود یک باشد، دره U شکل است. مقادیر بزرگتر از یک نشانگر این است که عرض دره بسیار بزرگتر از عمق آن است و فعالیت تکتونیکی منطقه تقریباً متوقف شده است. از طرفی نیز اگر مقدار نسبت V خیلی کوچک باشد، دره V شکل است و بیانگر عملکرد قائم تکتونیک فعال در منطقه است.

شاخص نسبت V

جهت محاسبه‌ی این شاخص، در روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه‌ی مطالعاتی، پروفیل ۱۰ ایستگاه در ۳۳ آبراهه بر روی کاغذ میلیمتری ترسیم گردید و سپس مقادیر A_V و A_C محاسبه گردید (شکل ۱۵). برای تعیین میزان دقت این محاسبات، از داده‌های ارتفاعی و در محیط نرم‌افزار Global Mapper استفاده شده است. با مقایسه نسبت V در این ۳۳ آبراهه در یک طول مشخص، به این نکته دست پیدا می‌کنیم که این نسبت برای آبراهه‌های مختلف متغیر است و این تغییرات نظم خاصی را نشان نمی‌دهند. تنها مسأله‌ای که جای بحث دارد کوچک‌تر بودن مقادیر این شاخص در بخش شرقی منطقه می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی فعالیت تکتونیکی بیشتر این بخش نسبت به بخش غربی می‌باشد (جدول ۲). از طرفی نیز مورفولوژی دره‌ها حاکی از V شکل بودن است و فعالیت بالا تکتونیکی و بالآمدگی تکتونیکی را در منطقه تأیید می‌نماید.

علاوه بر موارد بالا عموماً سینوسیته‌ی یک رودخانه کاهش شیب، افزایش می‌یابد که این تغییر سینوسیته‌ی بیانگر تغییر و کاهش در نرخ فعالیت زمین‌ساختی منطقه محسوب می‌شود. به همین ترتیب با افزایش شیب، مورفولوژی کانال رود به شکل شاخه شاخه نزدیکتر می‌شود که این امر دلیل مناسبی جهت استنباط برخاستگی زمین‌ساختی است. طبق تعریف سینوسیته‌ی کانال رودخانه عبارت است از طول کانال رود به طول خط مستقیم در راستای دره (Adams et al, 1999).

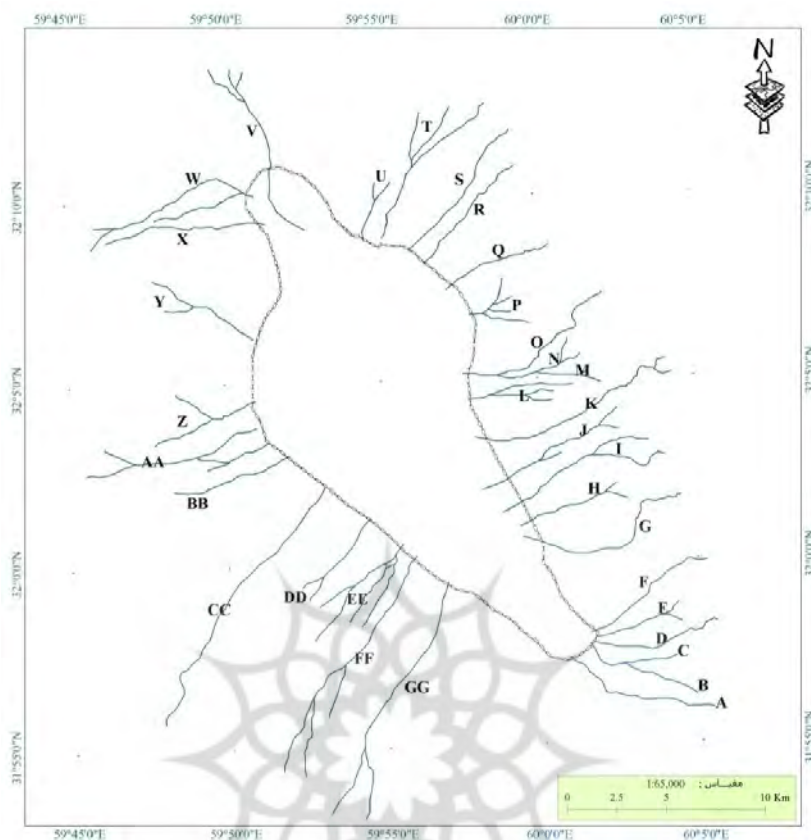
$$S = V/C$$

V = طول کانال رود

C = طول خط مستقیم در راستای دره

جهت بررسی این شاخص مورفومتری در پیرامون کفه سهل‌آباد، در مسیر تعدادی از مهمترین آبراهه‌های منطقه انتخاب شده (شکل ۱۴) که مقادیر سینوسیته‌ی آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که در جدول مشاهده می‌شود همه‌ی مقادیر سینوسیته‌ی محاسبه شده بر روی کانال رودخانه‌های منطقه مطالعاتی نمایانگر فعالیت بالای تکتونیکی در این منطقه می‌باشد. فرونشست کفه‌ی نمکی سهل‌آباد باعث برخاستگی نسبی در حاشیه‌ی شمالی و جنوبی گردیده است که مطالعه اشکال ریخت زمین‌ساختی نیز تأییدکننده این امر هستند.

بول و مک فادن^۱ (۱۹۷۷) رابطه‌ای را بین عرض کف دره نزدیک پیشانی کوهستان و متوسط بلندی یال‌های آن ارائه دادند که به طور نسبی می‌توان میزان فعالیت‌های تکتونیکی و فرسایش منطقه را محاسبه کرد. با استفاده از این روش می‌توان نسبتی را به نام نسبت V به دست آورد، که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

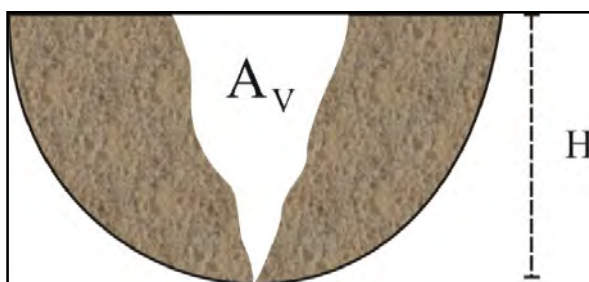


شکل ۱۴: موقعیت آبراهه‌های مورد بررسی جهت سینوسیتی
 مأخذ: نگارندگان

جدول ۱: محاسبه‌ی سینوسیتی کانال رود در منطقه‌ی مطالعاتی

آبراهه	مقدار سینوسیتی	آبراهه	مقدار سینوسیتی	آبراهه	مقدار سینوسیتی
A	۱/۱	X	۱/۰۳	Y	۱/۱۴
B	۱/۰۹	M	۱/۰۶	Z	۱/۰۷
C	۱/۰۵	N	۱/۱۱	AA	۱/۰۹
D	۱/۰۳	O	۱/۰۷	BB	۱/۰۸
E	۱/۰۹	P	۱/۰۵	CC	۱/۱۱
F	۱/۰۲	Q	۱/۰۳	DD	۱/۰۴
G	۱/۰۶	R	۱/۰۹	EE	۱/۰۸
H	۱/۰۵	S	۱/۰۶	FF	۱/۰۳
I	۱/۱	T	۱/۰۵	GG	۱/۱۲
J	۱/۰۹	U	۱/۰۷	*** نام‌گذاری آبراهه‌های انتخاب شده به صورت قراردادی بوده و محل آنها در شکل ۱۴ نشان داده شده است.	
K	۱/۰۶	V	۱/۰۹		
L	۱/۱۱	W	۱/۰۲		

مأخذ: نگارندگان



شکل ۱۵: عوامل مؤثر در تعیین نسبت V
مأخذ: نگارندگان

جدول ۲: محاسبه نسبت V دره‌های انتخاب شده در منطقه مطالعاتی

نسبت V	آبراهه	مقدار سینوسی	آبراهه	نسبت V	آبراهه
۰/۲۵	V	۰/۱۹	L	۰/۲۴	A
۰/۱۹	W	۰/۲۸	X	۰/۱۴	B
۰/۲۵	Y	۰/۲۶	M	۰/۱۹	C
۰/۳۲	Z	۰/۱۱	N	۰/۲۸	D
۰/۵۱	AA	۰/۲۱	O	۰/۴۲	E
۰/۵۹	BB	۰/۱۹	P	۰/۵۴	F
۰/۴۵	CC	۰/۱۱	Q	۰/۲۸	G
۰/۳۷	DD	۰/۲۳	R	۰/۴۷	H
۰/۲۹	EE	۰/۳۴	S	۰/۴۱	I
۰/۳۵	FF	۰/۲۲	T	۰/۳۱	J
۰/۴۲	GG	۰/۱۹	U	۰/۲۷	K

مأخذ: نگارندگان

نتیجه

رسوبات آواری با ضخامت قابل توجه در کنار گسل‌های مزبور، شکل حوضه و کناره‌های گسلی آن احتمالاً حاکی از وجود یک حوضه پول‌آپارت در ناحیه سهل‌آباد است. نحوه‌ی پیدایش این حوضه در اثر عملکرد گسل‌های امتدادلغزی که خود سرشاخه‌هایی از گسل امتداد لغز نهبندان می‌باشد، قابل تفسیر است. اگرچه باید خاطر نشان کرد که این حوضه در مراحل اولیه تشکیل به سر می‌برد و فعالیت‌های آذرین در آن دیده نمی‌شود. کفه‌ی نمکی سهل‌آباد یک ساختار پول‌آپارت می‌باشد. این ساختار در اثر خمیدگی گسل امتداد لغز سهل‌آباد شکل گرفته است. با عنایت به فعال بودن

دو تیپ کفه‌های گلی و نمکی در پلایای نمکی سهل‌آباد شناسایی شده است. در قسمت کفه گلی رخساره‌های سطوح پفی و نرم، سطوح شخم خورده، دشت‌های رسی، پلی‌گون‌های رسی - نمکی و مناطق دارای نیکا شناخته می‌شود. کفه‌ی نمکی شامل رخساره‌های پلی‌گون‌های رسی، پلی‌گون‌های نمکی با شکوفه‌های نمکی - گلی، نمک سیاه و پلی‌گون‌های نمکی و رخساره توده نمک می‌باشد. ضمناً سه بخش اصلی پهنه رسی، ناحیه مرطوب و قشر نمک در این پلایا دیده می‌شود. با توجه به وضعیت ساختمانی ناحیه‌ی مورد مطالعه، وجود گسل‌های امتداد لغز و

منابع

- ۱- احمدی، حسن (۱۳۶۷). ژئومورفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- اسحاقیان، کاظم (۱۳۶۹). گزارش سیلاب مورخ ۶۹/۱۲/۱۰ نهبندان. سازمان آب بیرجند. گزارش داخلی.
- ۳- ارژنگ‌روش، بهروز؛ علی درویش‌زاده (۱۳۵۳). زمین‌شناسی جنوب بیرجند (منطقه سهل آباد)، نشریه دانشکده علوم. دانشگاه تهران.
- ۴- افتخارنژاد، جمشید (۱۳۵۹). تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه‌های رسوبی، مجله انجمن نفت ایران. شماره ۸۲.
- ۵- اشتوکلین، یوهان؛ جمشید افتخارنژاد؛ عبدالرحیم هوشمندزاده (۱۳۵۲). بررسی مقدماتی زمین‌شناسی در لوت مرکزی، خاور ایران، گزارش شماره ۲۲. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۶- بربریان، مانوئل (۱۳۶۷). فرگشت تکتونیکی رشته‌کوه‌های ایران زمین، خلاصه مقالات هفتمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۷- ترشیزیان، حبیب؛ رضا موسوی‌حرمی (۱۳۷۳). تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی پلایای بجستان و اطراف آن. فشرده مقالات دومین همایش زمین‌شناسی شرق ایران. دانشگاه بیرجند.
- ۸- ترشیزیان، حبیب؛ رضا موسوی‌حرمی (۱۳۷۸). تجزیه و تحلیل ریخت‌شناسی پلایای بجستان و اطراف آن. مجله تحقیقات جغرافیایی. ۵۲ و ۵۳.

گسل سهل‌آباد و همچنین تحلیل داده‌های ریخت‌زمین‌ساختی این کفه در حال گسترش می‌باشد. محاسبه‌ی سینوسیته کانال رود در گستره‌ی منطقه منتهی به کفه و همچنین بررسی محاسبه‌ی شاخص نشان‌دهنده‌ی زمین‌ساخت‌فعال در این ناحیه می‌باشد. انتظار پیشروی کفه‌ی نمکی سهل‌آباد بر اساس مطالعات انجام شده نیز حاصل تحقیق می‌باشد. با توجه به آنچه ذکر شد پیشنهاد می‌گردد مطالعات بیشتر در منطقه سهل‌آباد انجام گردد. نتایج این تحقیق می‌تواند در بررسی‌های جغرافیای طبیعی منطقه، مطالعات آبخیزداری و کنترل سیلاب و پی‌جویی‌های معدنی مد نظر قرار گیرد و به طور کلی قابل استفاده در آمایش سرزمین خواهد بود.

تشکر و قدردانی

این مقاله قسمتی از نتایج یک طرح تحقیقاتی است که هزینه‌های آن توسط دانشگاه بیرجند تأمین شده است، لذا لازم است از معاونت پژوهشی دانشگاه تشکر نماییم. از خانم مهندس بارده دانشجوی سابق دانشگاه بیرجند و آقای یزدان‌پناه دانشجوی دکتری دانشگاه بیرجند به جهت کمک در مراحل اجرای پژوهش سپاسگزاریم.

- 18- Alavi-Naini, M (1983). Geological Map of Gezik, No. L8, 1:250000 scales, Geological Survey of Iran.
- 19- Aghanabati, A. (Compiler) (1990). Geological Map of Zabol, No. L9, 1:250000 scales, Geological Survey of Iran.
- 20- Aydin, A. and Nur, A (1982). Evolution of pull-apart basins and their scale independence, *Tectonics*, 1, 91-105.
- 21- Balance, P. F (1980) Models of sediment distribution in non-marine and shallow marine environments in oblique-slip zones. In: *Sedimentation in oblique-slip mobile zones* (Balance P. F. and Reading, H. G. Eds.), International Association of Sedimentologists Special Publication, 4.
- 22- Berberian, M. & King, G. C. P (1981). Toward a palaeogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Science* 18.
- 23- Berberian, M. and Soheili, M (1992). Geological Map of Dehsalm (Chah-Vak), No. K9, 1:250000 scales, Geological Survey of Iran.
- 24- Burchfiel, B.C. and Stewart, J. H (1966). Pull-apart' origin of the central segment of Death Valley, California. *Geological Society of America Bulletin*, 77.
- 25- Bull, W.B., and McFadden, L.D (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California, In: *Geomorphology in arid regions* (Doehring, D. O, Ed), Proceedings of the 8th Annual Geomorphology Symposium Binghamton, New York, State University of New York Publications in Geomorphology.
- 26- Burke, K., Mann, P. and Kidd, W (1982). What is a ramp valley? Abstract of 11th International Congress Sedimentology, McMaster University, Hamilton, Ontario.
- 27- Castaneda, C., Herrero, J. and Casterad M. A. (2005). Facies identification within the playalakes of the Monegros desert, Spain, from field and satellite data. *Catena*, 63.
- ۹- خطیب، محمد مهدی (۱۳۷۴). بررسی نوزمین‌ساخت و لرزه زمین‌ساخت ناحیه بیرجند، طرح پژوهشی. معاونت پژوهشی دانشگاه بیرجند.
- ۱۰- رئیس‌السادات، سیدناصر؛ محمدحسین زرین‌کوب؛ مهنراز بارده (۱۳۷۴). کانی‌شناسی رسوبات کفه نمکی سهل‌آباد، خلاصه مقالات چهارمین سمینار بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، دانشگاه بیرجند.
- ۱۱- رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ مهدی ثقفی (۱۳۸۵). بررسی تحولات ژئومورفولوژیک پلایای کهک، استان خراسان جنوبی بر اساس روش‌های استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و منطق فازی. *مجله جغرافیا و توسعه*. پاییز و زمستان ۸۵.
- ۱۲- زرین‌کوب، محمدحسین (۱۳۷۲). بررسی مواد معدنی با تأکید بر واکنش‌های آزا و پدیده لیستونیتی شدن در منطقه سهل‌آباد- بیرجند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کرمان.
- ۱۳- سامانی، بهرام (۱۳۵۲). پلایا و مراحل دینامیکی شکل‌گیری قشرهای نمکین در دشت کویر، سازمان جغرافیایی کشور.
- ۱۴- کرینسلی، دانیل (۱۳۵۲). اهمیت آب و هوای گذشته پلایاهای ایران، سازمان جغرافیایی کشور.
- ۱۵- مشتاقیان، عباس (۱۳۵۱). زمین‌شناسی مشرق ایران بین تربت جام و زاهدان. *مجله انجمن نفت ایران*. ۴۷.
- ۱۶- نبوی، محمدحسن (۱۳۵۵). دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- 17- Adams, K.D., Wesousky, S.G. and Bill, B.G. (1999). Isostatic rebound, active faulting and potential geomorphic effects in the lake Lahonton basin, Nevada and Callifornia. *Geological Society of America Bulletin*, 11.

- 32- Krinsley, D. B (1970). A geomorphological and paleoclimatological study of the palays of Iran. Geological Survey of United State of America.
- 33- Mann, P. and Burke, K (1982). Basin formation at inter-section of conjugate strike-slip faults: examples from southern Haiti, Abstract with Programs of Annual Meeting of Geological Society of America, 14.
- 34- Mann, P., Hempton, M. R., Bradley, D. C. and Burke, K (1983). Development of pull-apart basins. *Journal of Geology*, 91.
- 35- Messina, P., Stoffer, P. and Smith, W (2005). Macropolygon morphology, development, and classification on North Panamint and Eureka playas, Death Valley National Park CA. *Earth-Science Reviews*, 73.
- 36- Tirrul, R., Bell, I. R., Griffis, R. J. and Camp, V. E (1983). The sistan suture zone of eastern Iran. *Geological Society of America Bulletin*, 84.
- 28- Crawell, J.C (1974). Origin of late Cenozoic basins in southern California. In: *Modern and ancient geocynclinal sedimentation* (Dott, R. H. and Shaver, R. H. Eds), SEPM Special Publication 19.
- 29- Eftekharnjad, J. (Supervisor) (1991). Geological Map of Birjand, No. K8, 1:250000 scales, Geological Survey of Iran.
- 30- Gutierrez-Elorza M., Desir G., Gutierrez-Santolalla, F. And Mari'n, C (2005). Origin and evolution of playas and blowouts in the semiarid zone of Tierra de Pinares (Duero Basin), Spain, *Geomorphology*, 72.
- 31- Hubber, H. (Compiler) (1976). Geological map of Iran, 1: 1000,000 scale, (Sheet No. 3). Geological map of North-East Iran. Exploration and Production, N.I.O.C., Tehran.