

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۴/۱۸

تأیید نهایی: ۱۳۹۴/۱۲/۱۰

صفحات: ۲۰۰ - ۱۸۱

مطالعه مورفولوژی گنبد نمکی دشتی در جنوب بوشهر

دکتر غلامرضا امینی‌نژاد^۱، دکتر سمیرا زندی‌فر^۲، دکتر محمد رضا فرودی جهرمی^۳

چکیده

گنبد نمکی، دشتی حد فاصل دو گسل پی‌سنگی کازرون (شمال) و برازجان (جنوب) است. این دو گسل بخشی از سیستم گسلی راستالغز راستگرد قطر - کازرون هستند که بخش شمالی این سیستم گسلی در خشکی ایران زمین واقع است. هدف از این پژوهش، بررسی مورفولوژی کوه نمک دشتی با استفاده از روش‌های میدانی، عکس‌های هوایی، ماهواره‌ای، نقشه‌توپوگرافی و تهیه نقشه ۱:۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی و سپس بررسی و شناخت پدیده‌های درونی و بیرونی مؤثر در شکل‌دهی مورفولوژی گنبد نمکی دشتی است. تعدادی از ساختارهای مورد مشاهده در منطقه، مرتبط با فرایند گنبدزایی به وجود آمده‌اند و در مقابل برخی از مورفولوژی‌ها ربطی به فرایندهای تکتونیکی تشکیل گنبد ندارند. از جمله ساختارهای مرتبط با گنبد نمکی می‌توان به انواع مختلف کارست‌ها، نمک‌شارها، گسل‌های معکوس محیطی که دور تا دور محدوده گنبد دیده می‌شوند، ساختار سفره (Nappe)، چین‌های رود‌ای که در داخل لایه‌های ژیبسی تشکیل شده‌اند، چین‌های در ارتباط با گسل و دیگر ساختارها اشاره کرد و همچنین تعدادی از ساختارها در ارتباط با گنبدزایی نیستند؛ مانند چشمه‌های نمکی، آبشارها، دره‌های گل‌کلمی، ستون‌های فرسایشی، تنگه‌ها و... . تعدادی از این مورفولوژی‌ها در اثر انحلال و تعدادی در اثر تکتونیک منطقه ایجاد شده‌اند و دلیل تشکیل گروهی دیگر از این مورفولوژی‌ها هر دو پارامتر انحلال و تکتونیک منطقه است.

کلید واژگان: گنبد نمکی، مورفولوژی، انحلال، تکتونیک، کارست.

gh.amininejad@gmail.com

tec1319sh@yahoo.com

forudi_mr@yahoo.com

۱- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه پیام نور تهران (نویسنده مسؤل)

۲- بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد دشتستان

مقدمه

منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب ایران بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۸ درجه تا ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی قرار دارد (شکل ۱). حدود ۲۰۰ گنبد نمکی در جنوب کوه‌های زاگرس و خلیج فارس وجود دارد و سنگ‌های آنها به نام سازند هرمز نام گذاری شده است (Talbot, 1998). در جنوب غربی ایران گنبد نمکی دشتی همچون ده‌ها دیاپیر دیگر جنوب ایران از میان ۸-۱۰ کیلومتر از رسوبات فانروزوئیک سر برآورده است. تعدادی از دیاپیرهای نمکی هرمز تا زمان تریاس به سطح رسیده بودند و بقیه در زمان چین خوردگی زاگرس یعنی میوسن - پلیوسن به سطح رسیده‌اند (Talbot, 1981).

به نظر می‌رسد که ساختار بدنه کوه نمک در گنبد نمکی دشتی متشکل از دو بخش با یک سطح منبع در سطوح ساختاری مختلف است: یک تنوره تقریباً قائم در مقطع بیضوی، یک گنبد توپوگرافیکی بیرون زده، به همراه یک لبه بیرون زده کوچک در امتداد حاشیه جنوب شرقی و دو نمکشار گسترش یافته زیر دشت‌هایی که دقیقاً بالاتر از سطح دریاست (شکل ۲ و ۳). اکنون هیچ لبه کوهپایه‌ای از یکی از این نمکشارها گسترش نیافته است، با اینکه یخرفت‌ها حاکی از آنند که این ساختارها در گذشته ایجاد شده‌اند. چنین لبه‌هایی هنوز در نمونه‌های موجود در شرق عادی است (Talbot, 1979).

اگر محل خروج این تنوره به درستی درک شده باشد و در زیر پرشیب‌ترین دامنه‌های گنبد نمکی قرار گیرد (شکل ۲)؛ بنابراین این روزنه یک بیضی کشیده ۱۰۰۰ × ۶۰۰ متری شمال شمال شرقی - جنوب جنوب غربی خواهد بود (Talbot & Jarvis, 1984).

قله گنبد نمکی دشتی (کوه نمک) دقیقاً ۱۶۰۰ متر بالای سطح دریا و در حدود ۱۴۰۰ متر بالاتر از دشت‌های مجاور است. ضخامتی که می‌توان برای ستون نمک در گنبد نمکی دشتی پیشنهاد کرد که حدوداً ۲۸۰۰ متر است (Talbot & Jarvis, 1983).

تاریخچه مطالعاتی در منطقه مورد نظر عبارت است از: بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشافات مقدماتی در گنبد نمکی منطقه (مطیعی و همکاران، ۱۳۶۵)، مطالعه جنبه‌های گردشگری و محیط زیست (رئیسی و مهرپور، ۱۳۸۱، جعفری، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵ و حسین‌زاده، ۱۳۸۹)، بررسی سن و دینامیک گنبد نمکی منطقه مورد مطالعه (Talbot & Jarvis, 1983)، تهیه نقشه چهارگوش خورموج در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ (فخاری، ۱۹۹۴).

روش مطالعه

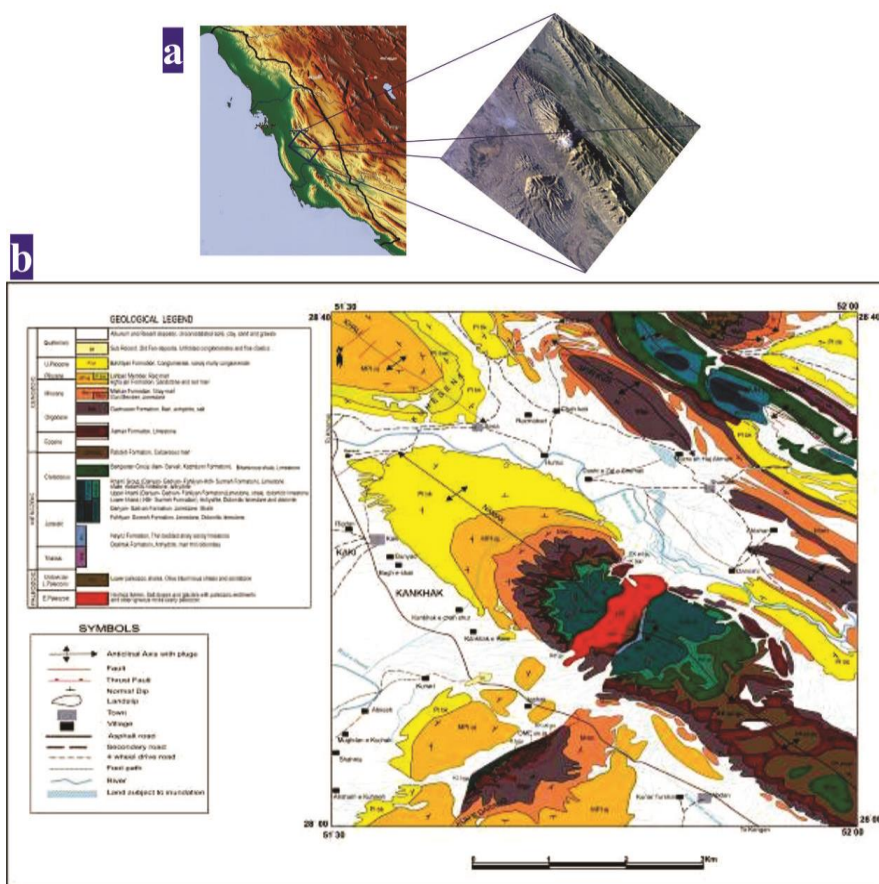
هدف از این پژوهش بررسی مورفولوژی کوه نمک دشتی با استفاده از روش‌های میدانی، عکس‌های هوایی، ماهواره‌ای، نقشه توپوگرافی و تهیه نقشه ۱:۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی و سپس بررسی و شناخت پدیده‌های درونی و بیرونی مؤثر در شکل‌دهی مورفولوژی گنبد نمکی دشتی است.

بنابراین، به منظور دستیابی به اهداف تعیین شده، ابتدا مطالعات صحرایی طی سه مرحله صورت گرفته است، که طی آن (در مجموع ۹ روز) اندازه‌گیری‌های صحرایی و بازدیدهای میدانی لازم از ساختارهای منطقه مانند گسل‌ها، درزها و لایه‌بندی‌ها صورت گرفته است، همچنین از برونزدهای نمکی موجود به صورت برجا نمونه‌برداری شده است.

پس از اتمام مطالعات صحرایی جهت تلفیق اطلاعات و رسم نقشه ساختاری و زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ خورموج و ۱:۱۰۰۰۰۰ برازجان که توسط سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه شده، نقشه توپوگرافی بوشهر تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی کشور، عکس‌های هوایی منطقه به مقیاس تقریبی ۱:۲۰۰۰۰، داده‌های ماهواره‌ای سازمان سنجش از راه دور، مشاهدات و اطلاعات صحرایی و نرم افزارهای Corel DRAW13، Photoshop8، JMicrovision، Surfer7 استفاده شده است.

آنها با مکانیسم تکامل و جایگیری گنبد نمکی مورد بررسی قرار گرفته است. در طی بازدیدهای صحرایی صورت گرفته ساختارهای متنوع زمین‌شناسی در محدوده مورد مطالعه مشاهده شده است که تعدادی در اثر جایگیری و نفوذ گنبد نمکی تشکیل شده‌اند.

سپس تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از برداشت‌ها و اندازه‌گیری‌های صحرایی صورت گرفت. در این مرحله با استفاده از نتایج حاصل از این برداشت‌ها، ساختارهای موجود در منطقه مانند: چین‌ها، گسل‌ها و سیستم‌های ناپیوستگی، تجزیه و تحلیل شده و ارتباط

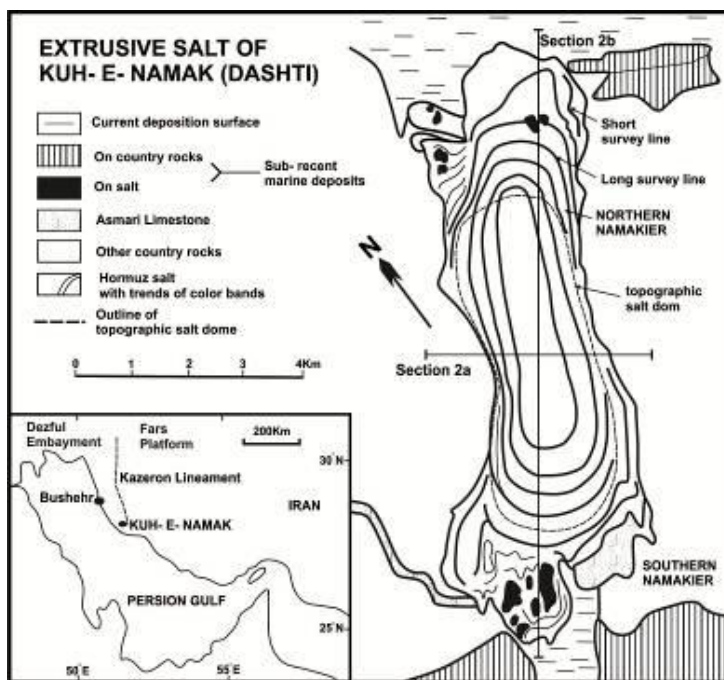


شکل ۱: نقشه ارتفاعات و توپوگرافی استان بوشهر و تصویر ماهواره‌ای گنبد نمکی دشتی، **b** - نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ منبع: نگارندگان

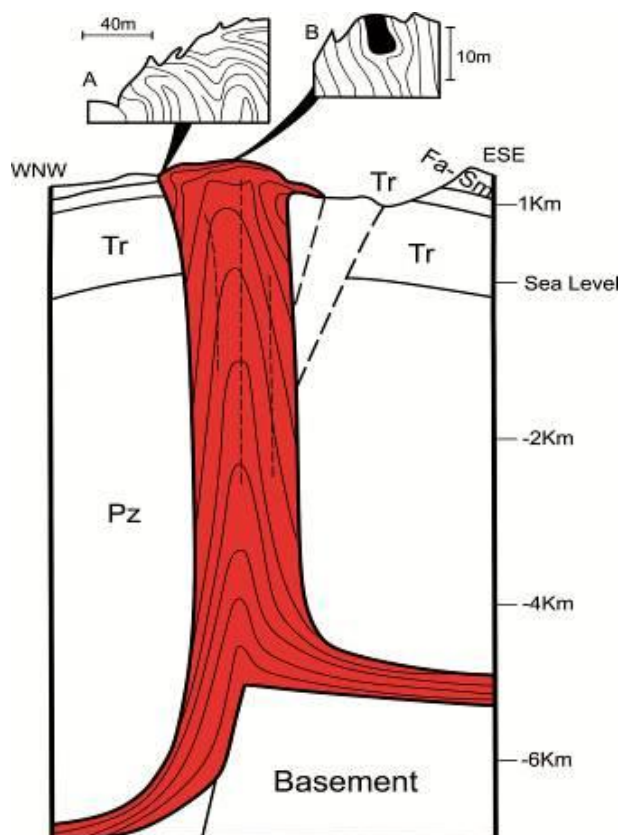
پالئوزوییک، مزوزوییک، ترشیاری به طور هم شیب روی هم قرار دارند (شکل ۱). گنبد نمکی دشتی در بخش زاگرس چین‌خورده، به سمت خلیج فارس و حاشیه‌های ساحلی و رسوبات کناره خلیج فارس است.

زمین‌شناسی عمومی منطقه

استان بوشهر از نظر زمین‌شناسی در زون زاگرس و واحد ساختمانی زاگرس چین‌خورده یا زاگرس خارجی قرار دارد که پهنای آن در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر تخمین زده می‌شود. روند عمومی این منطقه تقریباً شمال‌باختری - جنوب‌خاوری است و در آن رسوبات



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی از برونزد نمک در کوه نمک (گنبد نمکی دشتی)، در این شکل موقعیت مقاطع (پروفیل‌ها) زده شده در شکل ۳ و ۶ نشان داده شده است (منبع: گرفته شده از Talbot & Jarvis, 1983).



شکل ۳: مقطع عمودی از تنوره نمک در گنبد نمکی (دید به سمت شمال شرق)
منبع: نگارندگان

- سازندهای گروه خامی با سن ژوراسیک فوقانی - کرتاسه تحتانی
 - سازندهای پابده - گورپی با سن کرتاسه فوقانی - الیگوسن
 - سازندهای آسماری - جهرم با سن الیگوسن - میوسن
 - سازندهای گچساران، رازک و میشان از گروه فارس با سن میوسن
 - سازندهای آغاچاری با سن پلیوسن و میوسن
 - سازندهای بختیاری با سن پلیوسن - پلیستوسن
- در منطقه مورد مطالعه دو برونزد گنبد نمکی (گنبد نمکی دشتی و گنبد نمکی خورموج) دیده می شود که نمک های سری هرمز بقیه رسوبات را سوراخ کرده، خود را به سطح رسانده اند. این دو گنبد به دلیل به وجود آمدن یک منطقه کششی بین دو گسل کازرون و برازجان بیرون آمده اند (شکل ۴) (فرودی و همکاران، در دست چاپ). گسل های کازرون و برازجان که در حقیقت دو قطعه از یک سیستم گسلی هستند، گسل پی سنگی بوده و حرکت این گسل ها به صورت راستالغز راستگرد است. این دو گسل به صورت پلکانی نسبت به هم قرار گرفته اند و دارای مقداری جدایش و همپوشانی هستند. با توجه به اینکه دو گسل حرکت راستگرد دارند، در محدوده جدایش بین آنها یک منطقه کشش به وجود آمده که موجب بالآمدگی دو گنبد نمکی، یکی در جنوب گسل کازرون جایی که گسل تمام می شود، به نام گنبد نمکی دشتی (جاشک) و دیگری در شمال گسل برازجان جایی که گسل شروع می شود به نام گنبد نمکی خورموج شده است.
- گسل برازجان که در حقیقت ادامه سیستم گسلی کازرون است، در زیر خلیج فارس و به طرف صفحه عربی نیز ادامه دارد.

در بین دو قطعه گسل کازرون و برازجان یک منطقه با تعداد زمین لرزه های کم وجود دارد (شکل ۵) که همان منطقه کششی ایجاد شده است و باعث به وجود آمدن

همانطور که در شکل دیده می شود به علت وزن زیاد ستون نمک و ناتوانی تحمل این بار، ستون نمک از پایین در امتداد یک گسل واگرا به دو شاخه تقسیم می شود. این دو شاخه در لایه منشأ یعنی سازند هرمز در دو سطح مختلف قرار داشته و مواد انحلال ناپذیر سازند هرمز به همراه نمک فراوان که تشکیل باندها و نوارهای رنگی را می دهند و بر گوارگی جریان می دهد بر این نوارها و باندها است، ابتدا از این دو سطح شروع شده و تا بلندترین نقطه گنبد و حاشیه های آن ادامه می یابد. A: بخشی از حاشیه شمال غربی گنبد. B: وجود یک توده خارجی در بالاترین نقطه گنبد نمکی دشتی (گرفته شده از (Talbot & Jarvis, 1983). Tr: تریاس، Pz: پالئوزویک، Basement: پی سنگ منطقه.

ساختمان زمین شناسی آن ساده، ملایم و شامل مجموعه ای از رشته تاقدیس های بزرگ و نزدیک و به هم فشرده و با سطح محوری قائم و روند شمال باختری جنوب خاوری است (Alavi, 1991). از اواخر پرمین و تریاس آغازین سازندهای زاگرس با پرمین دیگر نقاط ایران تفاوت می کند و حوضه ای با فرونشینی مداوم توأم با رسوب گذاری ممتد را تشکیل می داده است. در این حوضه، ضخامت رسوبات دریایی بالغ بر چند هزار متر است که به طور هم شیب رسوبات سکوی پالئوزوئیکرا در ناحیه زاگرس می پوشانند. ضخامت زیاد رسوبات نمکدار کامبرین پیشین زاگرس کاملاً مشابه رسوبات خاور عربستان و خاور ایران مرکزی است (Husseini, 1988). به طور کلی، رسوبات ضخیم زاگرس منحصراً در آخرین مرحله کوهزایی آلپی یعنی زمان پلیو - پلیستوسن چین خورده اند (Allen et al, 2004). منطقه چین خورده زاگرس از یک سری چین های نامتقارن با محور شمال باختری - جنوب خاوری تشکیل شده است (Alavi, 1991).

به طور کلی در منطقه مورد مطالعه از قدیم به جدید، سازندهای زیر دیده می شوند:

- سری هرمز با سن کامبرین - اینفرا کامبرین

نشان می‌دهند. این بلورها مکعب‌هایی هستند که هم‌رشدی‌های مکعبی را تا ۵ سانتیمتر از هر طرف به طور عادی نشان می‌دهند (شکل ۷).

- کارست

توپوگرافی ویژه‌ای است که در اثر انحلال سنگ‌های قابل حل در آب (مانند سنگ آهک، نمک، ژیپس و غیره) به وجود می‌آید. هنگامی که آب از قسمت‌های بالایی تپه‌ها و در راستای شکستگی‌های باریک موجود در سنگ جریان می‌یابد، به آرامی و در طول زمان این سنگ‌ها دچار انحلال شده و حفره‌هایی در سنگ ایجاد می‌شود که کارست نامیده می‌شوند (احمدی، ۱۳۷۴). اشکال مختلف کارست در منطقه مورد مطالعه به شرح زیر است:

✓ فروچاله

یک حوضه یا حفره قیفی شکل است که در اثر سنگ‌های قابل حل زیرین و ریزش بخش‌های بالایی آنها به وجود می‌آید (ثروتی، ۱۳۸۰). در محدوده مورد نظر نیز تعداد زیادی از این ساختارها قابل مشاهده است که در شکل ۸ سه نمونه از این ساختارها نشان داده شده است.

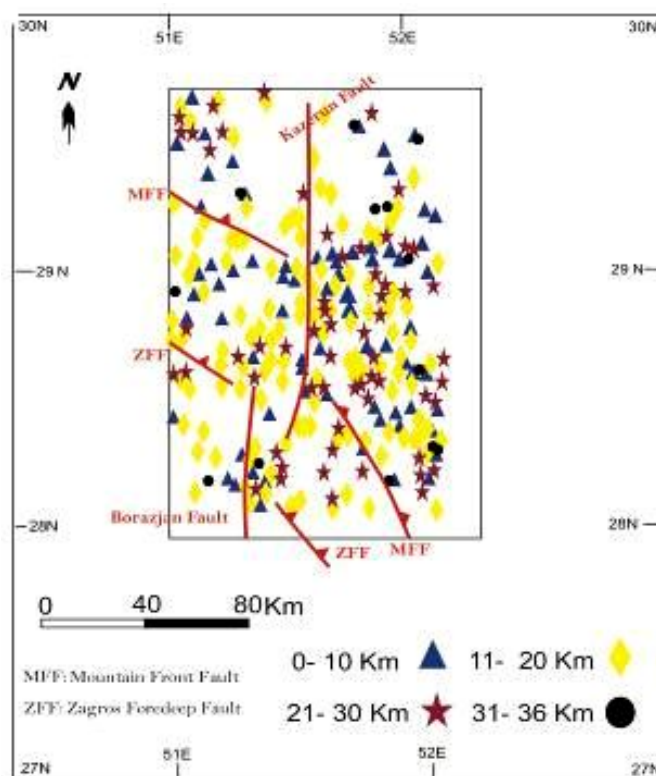
به طور کلی، عامل کنترل کننده فروچاله‌ها، فرسایش آب و هوا، تکتونیک نمک، لیتولوژی و شیب است (زمردیان، ۱۳۸۳). عامل تکتونیک (که در ادامه توضیح داده می‌شود) و لیتولوژی (هرچه مقدار نمک، نسبت به سایر ترکیبات تشکیل دهنده بیشتر باشد، امکان توسعه این پدیده بیشتر است) مهمترین عوامل کنترل کننده فروچاله‌ها در گنبد نمکی دشتی است.

شرایط برای صعود دیاپیر نمکی شده است (فرودی و همکاران، در دست چاپ)

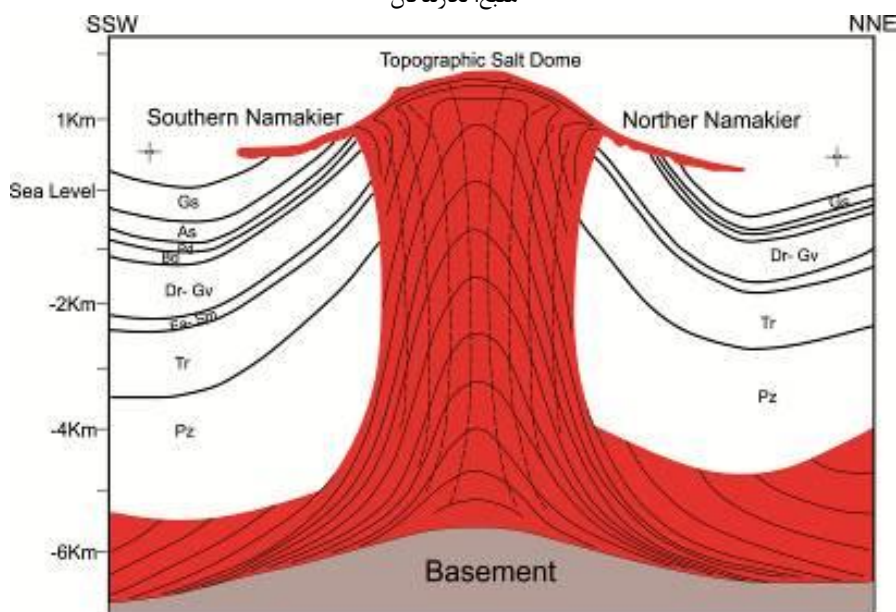
- نمکشارهای نمکی (Namakier) در دو طرف گنبد نمکی دشتی

گنبد نمکی دشتی (جاشک) به صورت یک مستطیل یا بهتر است بگوییم یک بیضی کشیده که محور بزرگ این بیضی در امتداد شمال شرقی - جنوب غربی است، از میان تاقدیس کوه نمک که به خاطر همین گنبد به این نام خوانده شده، سر برآورده است. محور بزرگ این بیضی عمود بر روند کلی زاگرس است. محور این گنبد به دو طرف یعنی در جهت شیب دامنه‌ها، شمال شرقی - جنوب غربی پلانژ دارد. این گنبد در طرف خود یعنی در امتداد پلانژ محور خود (شمال شرقی - جنوب غربی) دارای دو نمکشار است (شکل ۶) که آنها را نمکشار شمالی و نمکشار جنوب غربی می‌نامند. نمکشار شمال شرقی حدود ۳۰۰۰ متر طول و ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر عرض دارد. نمکشار جنوب غربی حدود ۲۰۰۰ متر طول و ۳۵۰۰ متر عرض دارد. این صفحه متشکل از هالیت به رنگ‌های تقریباً سفید و صورتی است. میزان نوار بندی در آن نسبت به نمکشار شمالی کمتر است. در اینجا سنگ درونگیر دچار فرسایش بیشتری شده و بیشتر به خاک تبدیل شده است (Talbot & Rogers, 1980).

هالیت نمایان شده در گنبد نمکی به طور ویژه‌ای خالص، درشت بلور، با دانه‌های شفاف است. رنگ‌های توده نمک کم رنگ (سفید، صورتی، عسلی، سبز کم رنگ و خاکستری) بوده و لایه‌های هم‌رنگ ده‌ها متر ضخامت دارند. زون‌های هالیت چندین بار واتنش را



شکل ۵: نقشه گسل‌های منطقه و زمین لرزه‌های حادث شده در آن به تفکیک عمق کانونی. منبع: نگارندگان



شکل ۶: مقطع طولی از گنبد نمکی دشتی در امتداد محور طولی گنبد یعنی شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب، منبع: نگارندگان

مشاهده می‌شوند) و فولیاسیون (برگوارگی) از عمق لایه منبع به سطح کاملاً مشخص است، یخرفت‌ها یا نمکیرهای شمالی و جنوبی نیز به وضوح دیده می‌شود (گرفته شده از Talbot & Jarvis, 1983).

در این شکل: ناودیس حاشیه‌ای در دو طرف دیاپیر مشهود است. بر روی این دو ناودیس مقدار زیادی رسوبات عهد حاضر و قدیمی‌تر (Recent and Sub recent deposits) نهشته شده‌اند. نحوه رسیدن لایه‌های رنگی (باندها یا نوارهای رنگی که در سطح



شکل ۷: نوارهای رنگی نمک در گنبد نمکی دشتی. دید به سمت شمال شرق.

منبع: نگارندگان

✓ دولین (Doline)

این دولین‌ها اشکال بیضوی یا دایره‌ای داشته و شیب دیواره‌های آنها تند است و در اثر ریزش سقف حفره‌های نزدیک سطح زمین یا از ریزش چشمه‌های کارستی به وجود می‌آیند. کناره‌های آنها ناهموار است و سنگ‌ها در آن به صورت برهنه برون زده‌اند. اغلب کف آنها از ترکیبات رسی که از تخریب سنگ‌های آهکی ناخالص و دیگر سنگ‌ها به وجود آمده، پوشانده می‌شوند. شکل بعضی از دولین‌ها حد فاصل بین یک طشت و قیف است. اندازه و وسعت دولین‌ها نیز متفاوت و قطرشان متغیر است. همچنین عمق آنها از چند متر تا ۴۰ الی ۵۰ متر می‌رسد. به نظر می‌رسد که این دولین‌ها در این منطقه از پیدایش یک نقطه فرونشسته در سطح توده‌های تبخیری که آب‌های اطراف را به خود جذب می‌کند، به وجود آمده است و آب‌های حاصله پس از هر بارندگی به جز همان نقطه عمیق جای دیگری نمی‌توانسته جاری باشد. بعضی از دولین‌ها بسیار بزرگ و در درون آنها حفره‌های متعددی وجود دارد و در اطراف آنها پوشش گیاهی دیده می‌شود (شکل ۹).

از نظر شکل ظاهری، می‌توان به انواع کاسه‌ای، مخروطی و میله‌ای تقسیم‌بندی کرد (شکل ۸- a) و از نظر تقارن نیز فروچاله‌ها به دو دسته متقارن و نامتقارن می‌توان طبقه‌بندی کرد (شکل ۸- b و c). زمانی که فشار یا نیروی کششی نیمه موازی با محور چین به مرور زمان موجب شکستگی آهک‌های شکننده تاقدیس شد، سیستم درزهای J_1 و J_2 در منطقه از بالای تاقدیس سرچشمه گرفته و سیستم درزهای مزدوج را در منطقه به وجود آوردند. در طول این سیستم فرایند کارستزایی به شدت توسعه پیدا کرد؛ به گونه‌ای که طول بعضی فروچاله‌های مرتبط به این سیستم به بیشتر از ۲۵ متر و حجم آنها به بیشتر از ۱۰۰ متر مکعب می‌رسد. این حفرات در محل تقاطع درز و لایه‌بندی یا در محل تقاطع دو درز شروع به تشکیل شدن می‌کنند و سپس در طول صفحه لایه‌بندی پهن و وسیع می‌شوند (شکل ۸- a).



شکل ۸- a: فروچاله مخروطی شکل در آهک که در طول تقاطع درزهای J₁ و J₂ (همان درزهای متقاطع) ایجاد شده‌اند (نگاه به سمت شمال)، b: فرو چاله نامتقارن در جنوب شرق، c: فروچاله متقارن در جنوب گنبد نمکی دشتی. منبع: نگارندگان

محل ریزش آب در داخل غار به طور معمول نمک به صورت استوانه‌ای و یا مخروطی در سقف و کف غار متبلور می‌شود که به این ساختارها استالاگتیت و استالاگمیت می‌گویند. در شکل (۱۰) نمونه‌ای از غارهای موجود در منطقه قابل مشاهده است.

✓ غار (Cave)

غار عبارت است از یک راهروی زیر زمینی که معمولاً از یک مجرای تقریباً افقی تشکیل شده که به مجاری فرعی متصل می‌شود (علایی طالقانی، ۱۳۸۱). در گنبد نمکی منطقه مورد مطالعه، غارهای فراوانی وجود دارد که با انحلال رسوبات نمکی و معادن ایجاد شده‌اند. در



شکل ۹: دولین مشاهده شده در منطقه به شکل بیضی. نگاه به سمت شمال شرقی. منبع: نگارندگان

غارهای منطقه مورد مطالعه یا مرتبط با درز و سطوح لایه‌بندی هستند یا ارتباط خاصی را با سطوح انفصال نشان نمی‌دهند (شکل ۱۱). در آنها هیچ‌گونه پرکننده‌ای وجود نداشته، جرم‌گیری (پرشدگی) در آنها دیده نمی‌شود و کاملاً خالی شده‌اند. در دسته اول این حفرات در محل تقاطع درز و لایه‌بندی یا در محل تقاطع دو درز شروع به تشکیل شدن می‌کنند و سپس در طول صفحه لایه‌بندی پهن و وسیع می‌شوند.

✓ دره‌های کارستی

دره‌های عمیق و باریکی هستند که در اثر انحلال آب تشکیل می‌شوند و معمولاً دارای دیواره‌های تقریباً عمودی هستند. معمولاً این دره‌ها در محل شکستگی‌های اصلی سنگ به وجود می‌آیند. در محل گنبد نمکی جاشک (دشتی) نیز این دره‌ها به خوبی گسترش یافته‌اند که در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

در درون غارها بلورهای نمک به صورت استالاکتیت و استالاکمیت یا همان قندیل با اشکال متفاوتی به وجود آمده‌اند و به قدری زیبا تشکیل شده‌اند که اغلب غارها با استفاده از اشکال همین قندیل‌ها نام‌گذاری شده‌اند؛ مثلاً در غار انگوری که در درون آن قندیل‌های فراوان به صورت خوشه‌های انگور از سقف و دیواره غار آویزان شده‌اند. غار شاخه نبات با قندیل‌های سفید و یک دست که به صورت شاخه‌ای از سقف غار آویزان هستند، غار سد نمکی یا غار پنجه عقاب نیز به همین صورت هستند. تعداد غارها به قدری زیاد است که نام‌گذاری بعضی از غارها را سخت کرده است.

طول غارها از غارهای کوچک ۳۰ تا ۵۰ متری تا غارهای ۳۰۰ متری و ۵۰۰ متری و بزرگترین آنها تا یک هزار و ۵۰۰ متری نیز است که به غار پلکانی (شکل ۱۰) معروف شده است.



شکل ۱۰: نمایی از غار پلکانی در گنبد نمکی دشتی.

منبع: نگارندگان



شکل ۱۱ - a: این دسته از غارها همان طور که در شکل می‌بینید، هیچ‌گونه ارتباطی را با سطوح انفصال نشان نمی‌دهند (نگاه به سمت جنوب)، b: غارهایی که در طول تقاطع درزهای J_1 و J_2 تشکیل شده‌اند (از نمایی دورتر) (نگاه به سمت شمال). منبع: نگارندگان



شکل ۱۲: دره‌های کارستی ایجاد شده در منطقه مورد مطالعه.
منبع: نگارندگان

- چشمه‌های نمکی

خمیری فشرده و همراه با آب از درون آنها به بیرون راه می‌یابند و در سطح گنبد به جریان می‌افتد. به دلیل بالا بودن درصد نمک در آب که حدود ۳۵۰ برابر بیشتر از آب دریاست و تبخیر زیاد در کنار چشمه‌های نمکی معمولاً نمک‌شارها به اشکال متفاوت دیده می‌شوند.

چشمه‌های نمکی که به فراوانی در درون غارها و در سطح دره‌ها به چشم می‌خورد نیز از جاذبه‌های گنبد نمکی دشتی به شمار می‌آیند (شکل ۱۳ - a و b). بعضی از این چشمه‌ها نیز در منطقه به صورت نمک‌فشان دیده می‌شوند که نمک را به صورت

بارندگی در این فصل است؛ اما همین آب شور، در تابستان به خاطر گرمای زیاد، شروع به بلور بستن می‌کنند و پدیده زیبای شکل می‌گیرد. بلورها روی آب را می‌پوشانند و آب در زیر نمک‌های بلور بسته جریان دارد و آنقدر هم محکم‌اند که به راحتی می‌توان روی آنها پیاده‌روی کرد (شکل ۱۳- C)

بلورهای نمکی از آب شور گنبد نمک در گرمای تابستان به وجود آمده‌اند. آب‌هایی که در کوه‌های نمکی جریان دارند، آب‌های شور فوق اشباع هستند. آبی بسیار شور که غلظت شوری آن در تابستان حدود ۴۵۰ در هزار است؛ یعنی حدود ۱۲ برابر شوری آب دریا. این آب شور البته تنها در زمستان‌ها در مسیرهای کوه نمک جاری می‌شود و دلیل آن هم به دلیل



شکل ۱۳- a و b: چشمه نمکی در گنبد نمکی دشتی، c: بلورهای تشکیل شده نمک، d: دره گل کلمی.

منبع: نگارندگان

می‌شوند (شکل ۱۴) و در فصل گرما به واسطه تبخیر زیاد آب، بلورهای نمکی ضخیمی در مسیر آبشارها ایجاد کرده که با لغزش آب بر روی بلورهای نمکی و تابش آفتاب منظره‌ای شگرف و زیبا ایجاد کرده است. این مورفولوژی نشان دهنده این مطلب است که گنبد نمکی همچنان در حال فعالیت است. همچنین وجود این روانه‌های نمکی مؤید این موضوع است که گنبد نمکی موجود در منطقه علاوه بر صعود دارای گسترش جانبی نیز بوده است.

- دره گل کلم

شگفت‌انگیزترین بخش گنبد، این دره زیبا و منحصر به فرد است. دره‌ای که سطح آن یکدست با نمکی که به صورت گل کلم در آمده، پوشیده شده است. نمک‌ها به صورت غنچه‌هایی کنار هم باز شده (شکل ۱۳- d).

- آبشارهای نمکی

آبشارهای طبیعی که در مسیر آبراه‌های گنبد و در کوهپایه‌های پایین دست قرار دارند، به شکل‌های مختلف و در اندازه‌های متفاوتی در منطقه مشاهده



شکل ۱۴: اشکال مختلف از آبشارهای نمکی منطقه گنبد نمکی دشتی. دو تصویر بالا در شمال شرقی گنبد و تصویر پایین در جنوب گنبد مشاهده شده است. منبع: نگارندگان

شده‌اند (شکل ۱۵). چاله‌های بزرگ و کوچکی که در مسیر آب‌های روان وجود دارند، از طریق کانال‌های ایجاد شده، پر آب می‌شوند و بعد از اینکه آب تبخیر شد و نمک در درون حوضچه‌ها خشک گردید، اشکال مختلف نمکی در کف این چاله‌ها به وجود می‌آید و نمک آنها نیز می‌تواند قابل استخراج باشد.

- نمک‌چال‌ها یا یخچال‌های نمکی

یخچال‌های نمکی در سطح شیب‌دار و حرکت ثقلی توده‌های نمک و در جهت شیب گنبد به صورت پلکانی تشکیل شده‌اند. آنها در سطح خود اشکال متفاوت و رنگ‌های مختلف را به وجود آورده‌اند و به دلیل اینکه به یخچال‌های یخی شبیه بوده‌اند، به این نام نامیده



شکل ۱۵: نمایی از نمک‌چال‌های گنبد نمکی دشتی. منبع: نگارندگان

می‌کنند که بعضی به خاطر شکل‌شان نام‌گذاری هم شده‌اند؛ مثلاً ستون انگشت خدا یا کلاه به سر (شکل ۱۶) را می‌توان از این جمله دانست. ستون‌ها همانند نگهبانانی استوار و همیشگی برای گنبد شمرده می‌شوند.

- ساختارهای فرسایشی

تخت دیو یا دودکش جن نیز یکی دیگر از ساختارهای مورفولوژی گنبد نمکی دشتی است که به دلیل اختلاف در میزان فرسایش سنگ‌ها و به صورت ستون‌های کوچک و بزرگ بر روی گنبد، خودنمایی



شکل ۱۶: نمایی از ستون کلاه به سر در گنبد نمکی دشتی.

منبع: نگارندگان

- کارن

ممکن است به ۳-۴ متر و حتی بیشتر و عرض ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر برسد و بعضی از آب جویبارهای ضعیف باعث ایجاد بریدگی‌هایی با فرم‌های شگفت‌انگیز شده است (شکل ۱۷).

بریدگی‌هایی هستند که در سطح سنگ‌های تبخیری، کربناته، سولفاته، دولومیت و تمام برون‌زدهای نمکی گسترش می‌یابند. در گنبد نمکی دشتی این شیارها



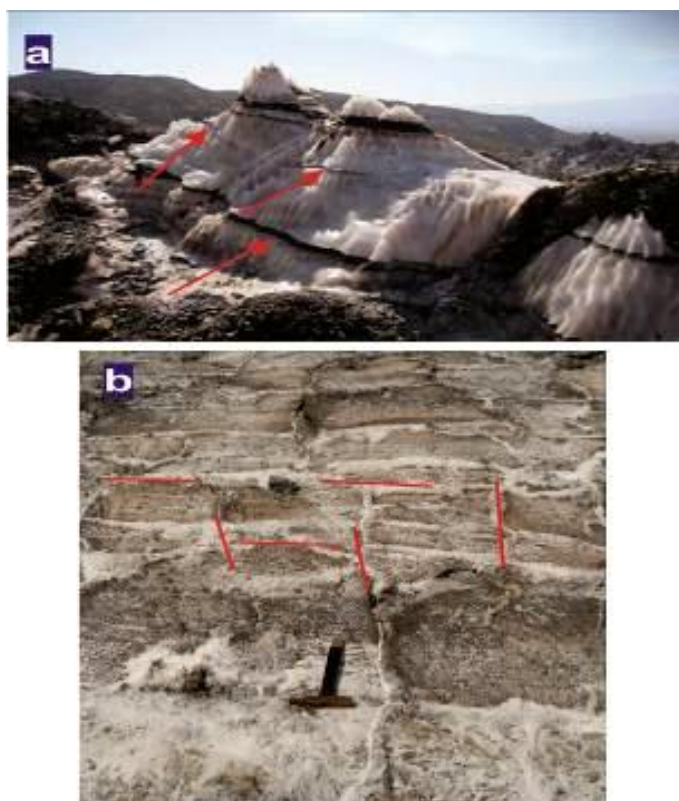
شکل ۱۷: کارن‌های شیاری در جنوب شرقی گنبد نمکی دشتی.

منبع: نگارندگان

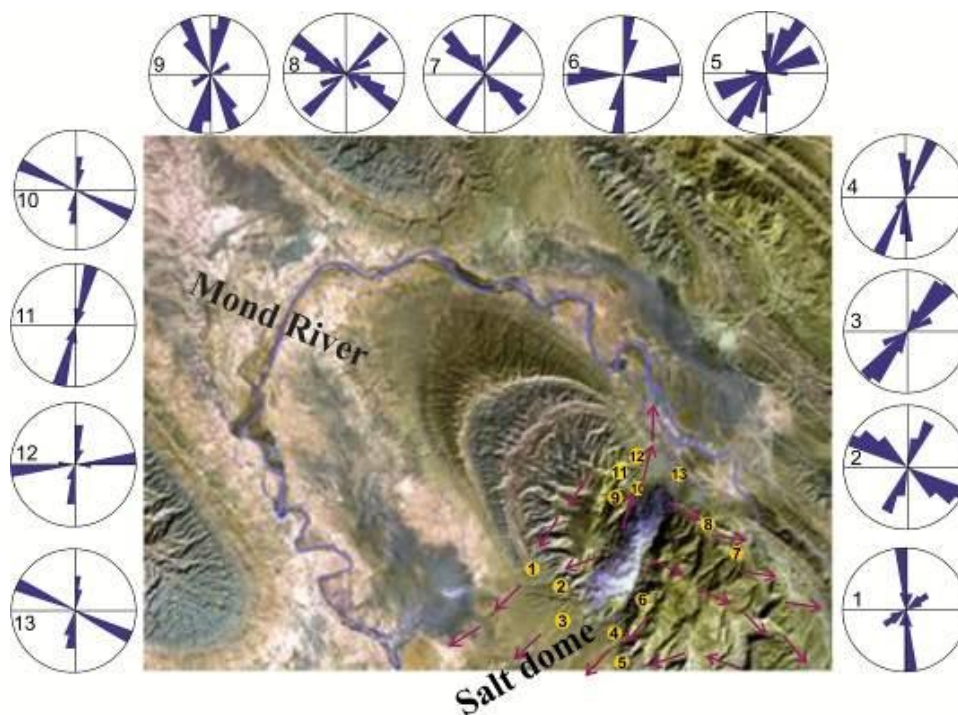
- درزها، گسل‌ها و چین‌ها

مؤثر درزها در کنترل مسیر حرکت آب زیرزمینی (زهکشی آب زیرزمینی) است. به نظر می‌رسد که حضور فراوان دسته‌های شکستگی نظام‌مند هم زمان با زمین ساخت در منطقه، مسئول آلودگی رودخانه‌مند است؛ زیرا جهت جریان آب‌های زیرزمینی (Talbot & Jarvis 1983) با امتداد درزه‌های زمین ساختی یاد شده، منطبق است و مقدار زیادی املاح شسته شده را وارد رودخانه‌مند (افشین، ۱۳۷۳) می‌کند (شکل ۱۹).

درزهای زیادی در گنبد نمکی دشتی وجود دارد که بعضی منشأ تکتونیکی دارند و بعضی دیگر بر اثر انحلال و سرانجام کاهش حجم، وزن و انبساط به وجود آمده است (شکل ۱۸). با توجه به رزدی‌گرام‌های مربوط به منطقه به وضوح مشخص است که مسیر حرکت آب‌های زیرزمینی با امتداد این شکستگی‌ها در دو طرف گنبد یکی است و این مورد نشان دهنده نقش



شکل ۱۸- a: درزه‌های غیرتکتونیکی، b: درزه‌های تکتونیکی در گنبد نمکی دشتی. چند مورد از درزه‌ها با پیکان‌ها و خطوط رنگی نشان داده شده است. منبع: نگارندگان



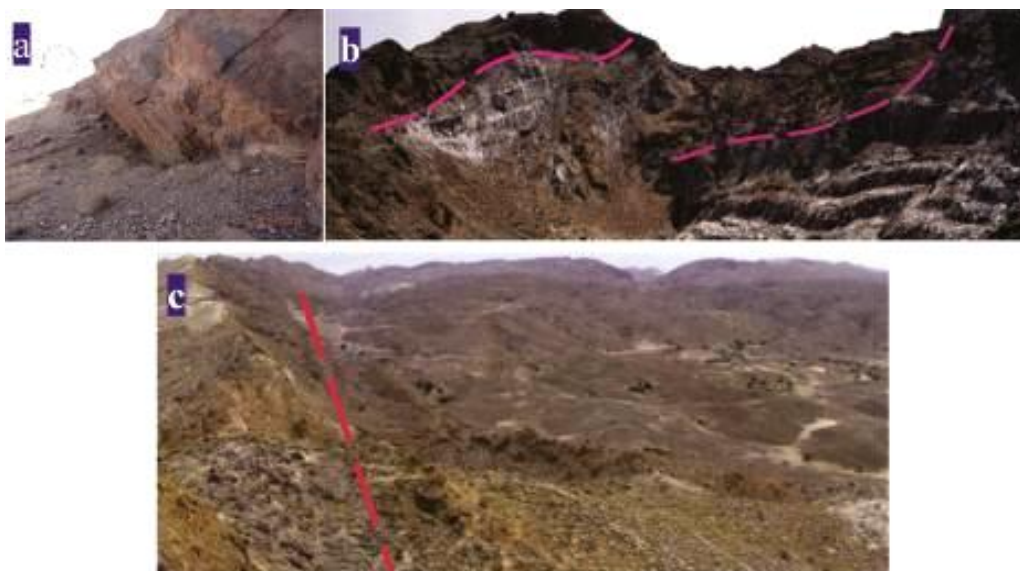
شکل ۱۹: تصویر ماهواره‌ای (ETM 2011) منطقه مورد مطالعه. نمودارهای گل سرخی اطراف تصویر، امتداد درزه‌ها را در ایستگاه‌های مشخص شده نشان می‌دهند. جهت جریان آب‌های زیرزمینی با پیکان‌ها مشخص شده است. منبع: نگارندگان

گنبد‌های نمکی شروع به صعود می‌کنند، سنگ‌های روباره را نیز به سمت بالا جابجا کرده و باعث می‌شوند

گسل‌های معکوس معمولاً به صورت محیطی و در حاشیه گنبد‌های نمکی تشکیل می‌شوند. وقتی

وقتی یک گنبد نمکی شروع به صعود می‌کند، لایه‌های روباره خود را به سمت بالا جابه‌جا کرده و سبب ایجاد کشش در آنها می‌شود که این امر موجب تشکیل گسل‌های نرمال در رأس گنبد می‌شود (شکل ۲۰ - c). به دلیل رژیم تکتونیکی فشارشی حاکم بر منطقه و همچنین به دلیل برونزد لایه‌هایی با خواص پلاستیکی بالا (نظیر ژئپیس، مارن و به طور شاخص نمک)، چین خوردگی‌های زیادی در محدوده قابل مشاهده بوده و این چین‌ها اشکال متنوعی را دارا هستند (شکل ۲۱).

که این سنگ‌ها بر روی لایه‌های اطراف گنبد رانده شوند که این امر منجر به توسعه یافتن گسل‌های معکوس حاشیه‌ای می‌شود (شکل ۲۰ - a). یکی دیگر از ساختارهای مشاهده شده در منطقه که خود نوعی از ساختارهای مرتبط با گسل‌های معکوس است، سفره نام دارد. در واقع سفره نوعی گسل تراستی است که دارای زاویه شیب کم و حرکت افقی زیاد است. این ساختار در قسمت شرقی محدوده قابل مشاهده است (شکل ۲۰ - b). این ساختار سبب رانده شدن لایه‌های ژئپسی بر روی لایه‌های ماسه‌سنگی شده است.

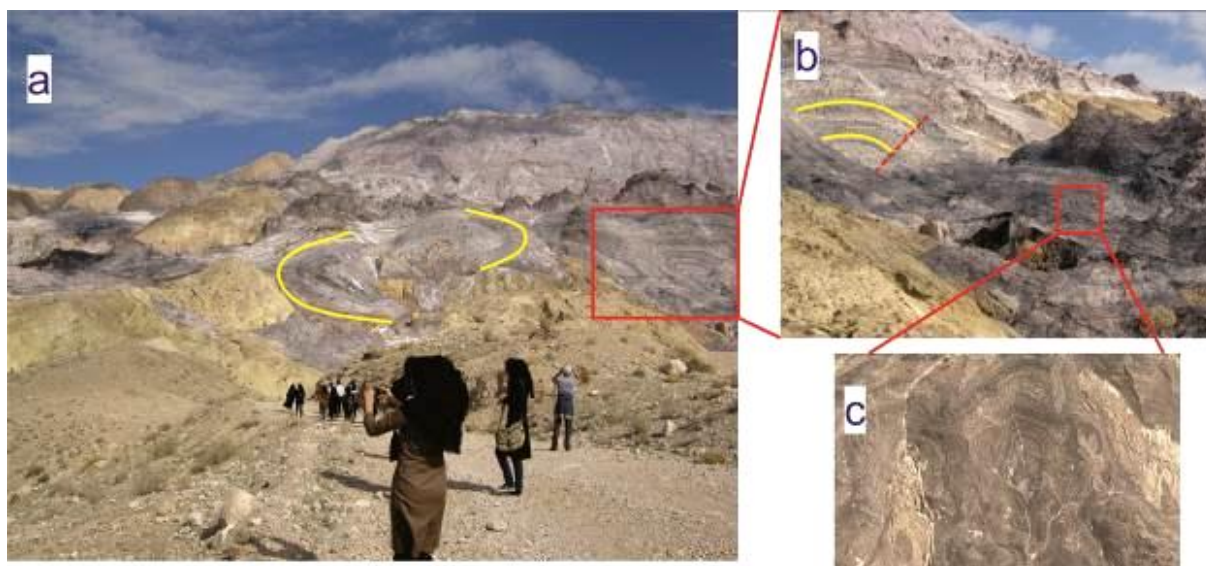


شکل ۲۰ - a: گسل معکوس محیطی در گنبد نمکی دشتی، دید به سمت شمال شرقی؛ b: ساختار سفره در گنبد نمکی دشتی، شرق منطقه مورد مطالعه؛ c: گسل‌های نرمال در منطقه مورد مطالعه، دید به سمت غرب. منبع: نگارندگان

گسل کازرون و برازجان به صورت پلکانی نسبت به هم قرار گرفته‌اند. این موضوع موجب شده تا در منطقه جدایش، جایی که دو گسل نسبت به هم، همپوشانی دارند یک حوضه جدایشی - کششی ایجاد شود که در نتیجه کشش ایجاد شده دو گنبد نمکی یکی در انتهای جنوبی گسل کازرون به نام گنبد نمکی دشتی (جاشک) و دیگری در ابتدای شمالی گسل برازجان به نام گنبد نمکی خورموج سر از زمین برآورده‌اند.

نتیجه‌گیری

منطقه مورد مطالعه در مقیاس بزرگ جزء زون زاگرس بوده و رژیم تکتونیکی حاکم بر آن فشارشی است؛ اما از طرف دیگر، در مقیاس کوچکتر حد فاصل دو گسل پی‌سنگی کازرون در شمال و برازجان در جنوب است. این دو گسل بخشی از سیستم گسلی راست‌الغز راستگرد قطر - کازرون هستند که در بخش شمالی این سیستم گسلی در خشکی ایران زمین واقع هستند.



شکل ۲۱: تصاویری از چین خوردگی‌های منطقه مورد مطالعه: a نمایی از گنبد نمکی همراه با چین‌های آن (سمت جنوب غربی گنبد نمکی دشتی)، b و c: چین‌های جریانی و مشابه (دید به سمت شمال شرق). منبع: نگارندگان

شکستگی‌ها در کنترل مسیر حرکت آب زیرزمینی و آلودگی‌های منطقه است.

منابع

- احمدی، حسن (۱۳۷۴). ژئومورفولوژی کاربردی، فرسایش آبی جلد اول، دانشگاه تهران.
- افشین، یداله (۱۳۷۳). رودخانه‌های ایران، ناشر وزارت نیرو - شرکت مهندسی مشاور جاماب، تهران.
- ثروتی، محمدرضا (۱۳۸۰). ژئومورفولوژی منطقه ایران، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران، چاپ اول.
- جعفری، سید محی‌الدین (۱۳۸۳). گردشگری زمین‌شناسی در استان بوشهر. انتشارات سازمان گردشگری بوشهر.
- جعفری، سید محی‌الدین (۱۳۸۵). بندر سیراف دهکده گردشگری خلیج فارس، دومین همایش ملی خلیج فارس، تهران.
- زمردیان، محمد جعفر (۱۳۸۳). ژئومورفولوژی ایران فرایندهای ساختمانی و دینامیکی درونی جلد دوم، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.
- علایی طالقانی، محمود (۱۳۸۱). ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس، تهران.
- فخاری، محمد (۱۹۹۴). نقشه چهارگوش خورموج در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.

ساختارهای مورفولوژی موجود در گنبد نمکی دشتی در اثر انحلال و عوامل تکتونیکی ایجاد شده است. از ساختارهای مرتبط با فرایند گنبدزایی می‌توان به انواع مختلف کارست‌ها (فروچاله، غار، دولین و دره‌های کارستی)، نمک‌شارها، گسل‌های معکوس محیطی که دور تا دور محدوده گنبد دیده می‌شوند، ساختار سفره (Nappe)، چین‌های روده‌ای که در داخل لایه‌های ژیبسی تشکیل شده‌اند، چین‌های در ارتباط با گسل و دیگر ساختارها اشاره کرد و همچنین تعدادی از ساختارها در ارتباط با فرایند گنبد زایی نیستند؛ مانند چشمه‌های نمکی، آبشارها، دره‌های گل کلمی، ستون‌های فرسایشی، تنگه‌ها و ...

فرو چاله‌ها؛ غارها و درزها از فراوان‌ترین ساختارها هستند. به طور کلی، عامل کنترل کننده فروچاله‌ها، فرسایش آب و هوا، تکتونیک نمک، لیتولوژی و شیب است. عامل تکتونیک و لیتولوژی مهمترین عوامل کنترل کننده فروچاله‌ها در گنبد نمکی دشتی است.

گنبد نمکی دشتی، از طریق چشمه‌های آب شور در دامنه و با نفوذ در سطح زمین باعث شوری آب و خاک شده است. با توجه به رزیدیاگرام‌های مربوط به منطقه، به وضوح مشخص است که مسیر حرکت آب‌های زیرزمینی با امتداد این شکستگی‌ها در دو طرف گنبد یکی است و این مورد نشان دهنده نقش مؤثر

- Talbot, C.J. 1979. Fold trains in a glacier of salt in southern Iran. *Journal of structural Geology*, Vol. 1, pp. 5–18.
- Talbot, C. J. & Rogers, E. A. 1980. Seasonal movements in a salt glacier in Iran. *Science*, Wash. 208,395-397.
- Talbot, C. J. 1981. Sliding and other deformation mechanisms in a glacier of salt, S. Iran. In: *Thrust and Nappe Tectonics* (edited by McClay, K. R. & Price, N. J.). *Spec. Pubis geol. Soc. Lond.* 9, 173-183,
- Talbot, C. J and Jarvis, R. J, 1983.: Age, budget and dynamics of an active salt extrusion in Iran. *Journal of Structural Geology*, Vol. 6, No. 5, pp. 521 to 533, 0.00
- Talbot, C. J, and Jarvis, R. J, 1984: Age, budget and dynamics of an active salt extrusion in Iran, Bushehr, *Journal of Structural Geology*, Vol 6, NO. 5, PP. 521 to 533.
- Talbot, C. J., 1998. Extrusion of Hormuz salt in Iran. *Journal of Geological Society*, London, 143, 315-334.
- <http://geology.usgs.gov/>.
- فرویدی جهرمی، محمد رضا؛ سلگی، علی؛ پور کرمانی، محسن؛ سعیدی، عبدالله (در دست چاپ). نقش گسل‌های کازرون و برازجان در جایگیری گنبد نمکی دشتی، استان بوشهر، مجله علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- مطیعی، هاشم (۱۳۷۲). چینه‌شناسی زاگرس، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- Alavi. M. 1991: Tectonic map of the Middle East, Geological Survey of Iran.
- Allen. M. B., Jackson. J., and Walker. R, 2004: Late Cenozoic reorganization of the Arabia- Eurasia collision and the comparison of the short- term and long- term deformation rates, *Tectonics*, 23, TC 2008, doi: 10. 1029/ 2003TC001530.
- Husseini. M. I, 1988: The Arabian Intra Cambrian Extensional System. *Tectonophysics*, V 148, P 93-103.

